



CÁLCULO DO FOTOPERÍODO PARA A CULTURA DA BATATA NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA-PR ATRAVÉS DO ÍNDICE DE GESLIN

JULIANE BEREZE¹
ROSANA MARTINS DOS SANTOS²
APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE³

Resumo: Existem vários sistemas de unidades bioclimáticas além dos graus-dia, embora sua utilização e limitação ainda sejam pouco conhecidas na orticultura. Diante disso, este trabalho objetivou avaliar o desempenho do Índice Heliotérmico de Geslin (IHG) para a cultura da batata na região de Guarapuava(PR). A comparação entre o IHG ideal para a cultura da batata em cada fase produtiva e IHG efetivamente ocorrido durante as safras 2008 a 2013 possibilitou a identificação da influência da disponibilidade térmica para no cultivo da batata no município de Guarapuava – PR. Os dados cedidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, foram analisados através de estatística clássica, que serviu de base para a escolha do índice utilizado na quantificação da duração dos subperíodos do cultivar de batata.

Palavras-chave: índice heliotérmico; produtividade agrícola; variabilidade climática

CALCULATION OF THE PHOTOPERIOD LENGTH FOR POTATO CROPS IN THE MUNICIPALITY OF GUARAPUAVA, PARANÁ STATE, THROUGH THE GESLIN HELIOTHERMIC INDEX

Abstract: There are currently several bioclimatic unit systems beyond the degree-day system, although their use and limitations are still little known in horticulture. In this context, this study evaluated the performance of the Geslin Heliothermic Index (GHI) for the potato crop in the region of Guarapuava (Paraná State). The comparison between the ideal GHI for potato crops in each production phase and the actual GHI during the 2008-2013 seasons enabled to determine the influence of thermal conditions on the cultivation of potatoes in Guarapuava. Data provided by the Agronomic Institute of Paraná - IAPAR were analyzed by classical statistics, which allowed choosing the index used to quantify the duration of the developmental phases of the potato cultivar.

Key words: heliothermic index; agricultural productivity; climate variability

¹ Acadêmica do Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Geografia da Unicentro. Campus CEDETEG. Guarapuava-PR. E-mail para contato: juliane.berze@hotmail.com

² Acadêmica do Curso de Geografia da Unicentro. Campus CEDETEG. Guarapuava-PR. E-mail para contato: rosanyha_santos@hotmail.com

³ Professor do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação (mestrado) em Geografia da Unicentro. Campus CEDETEG. Guarapuava-PR. E-mail para contato: apaandrade@gmail.com



1 – Introdução

O município de Guarapuava é um dos maiores produtores de batata do Brasil, principalmente por ter características climáticas favoráveis ao plantio dessa hortaliça do tipo tubérculo (EMBRAPA,2002) Essa realidade está amparada no fato de que a atividade agrícola é mundialmente dependente da variabilidade diária, mensal e sazonal dos elementos climáticos.

A carência de dados meteorológicos e climáticos é um dos empecilhos para o desenvolvimento de conhecimento sobre a melhor produtividade agrícola. Esse impedimento é um fator importante na medida em que dificulta o planejamento do calendário agrícola.

Apesar da área de estudo (Guarapuava-PR) ser reconhecida com uma das maiores regiões produtoras de batata, praticamente não existem trabalhos voltados a essa temática, portanto, faz –se necessário estudos baseado em informações climáticas e que possam auxiliar na escolha da melhor época para plantio e colheita desse cultivar.

1.1 – Índice Heliotérmico de Geslins e a Cultura da Batata

A existência da humanidade no planeta é determinada por vários fatores, sendo que o principal deles é o clima, pois os seres humanos possuem seu modo de vida influenciado pelas condições climáticas do local em que vive. A sociedade humana através das práticas agrícolas é capaz de garantir a produção de seus alimentos, mantendo assim sua sobrevivência, entretanto, essa prática é altamente dependente do clima.

Como as condições de tempo não podem ser totalmente previstas, a agricultura é uma atividade de risco em virtude de secas prolongadas, veranicos (períodos secos dentro de uma estação chuvosa) e chuvas excessivas. Nesse sentido Santos (2000) quando afirma que:

“A atmosfera é o principal meio através do qual a atividade humana atua para formar as condições de que depende o futuro da vida de nosso planeta. Assim, o conhecimento do comportamento das características climáticas em nível regional e local permite melhorar o conhecimento sobre o recurso natural climático, (...), visando a sustentabilidade tanto do ponto de vista setorial-agrícola como, de forma geral, a vida no planeta”.

Segundo dados da Associação Brasileira de Batata – ABBA (2002), a região de Guarapuava planta aproximadamente 4.000ha por ano das seguintes variedades: Ágata (com aproximadamente 90% da área cultivada), Cupido, Caesar, Asterix, Vivaldi e Monalisa. A produção anual é de aproximadamente 120.000 toneladas e ocorre principalmente no



período que vai de janeiro a maio. A região conta com mais de 10 lavadeiras e abastece principalmente os mercados do Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Brasília, Minas Geras, Rio de Janeiro.

As indigências bioclimáticas das plantas (temperatura e fotoperíodo) determinam a habilidade de adaptação aos diferentes lugares (CUNHA *et al.*, 1999).

Geslin (1944) elaborou uma metodologia de avaliação considerando a disponibilidade de energia para alguns cereais de estação fria. Utilizando a cultura de trigo, na França, esse autor estabeleceu uma metodologia de caracterização bioclimática (exigência térmica e de fotoperíodo) com base em um índice heliotérmico, posterior chamado de Índice Heliotérmico de Geslin - IHG, em sua homenagem.

O IHG pode ser usado para melhorar a produtividade agrícola e basicamente se ampara no cálculo do somatório do produto da temperatura média do ar e do fotoperíodo em um determinado intervalo, normalmente associado ao período produtivo de um cultivar qualquer

Esse índice é bastante utilizado em culturas anuais e alguns autores (CUNHA *et al.*, 1997 e 1999, SENTELHAS e UNGARO, 1998) já desenvolveram trabalhos utilizando-o para caracterização bioclimática de culturas de centeio e girassol, por exemplo.

Nesse trabalho pretende-se utilizar a mesma metodologia para a cultura da batata no município de Guarapuava-PR

Segundo Tavares (2002) a batata (*Solanum tuberosum.*), também conhecida como batatinha ou batata-inglesa, é nativa da América do Sul, da Cordilheira dos Andes, onde foi consumida por populações nativas em tempos que remontam a mais de 8.000 anos. No Brasil a batata chegou junto com o plantio de outras hortaliças por volta de 1920, na região de São Paulo. A batata é considerada a principal hortaliça como preferência alimentar na mesa dos brasileiros

As principais regiões onde é cultivada a cultura da batata são encontradas nos estado do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo.

Sua área cultivada está em torno de 150 a 180.000ha, onde se produz anualmente 2,4 a 3,0 milhões de toneladas de batata, numa produtividade média de 20,5t/ha.

A batata é uma cultura anual, de clima temperado, evitando regiões ou épocas com altas temperaturas noturnas, o produto consumido são os tubérculos (sua raiz). A expansão



da bataticultura se dá em plantios em planaltos, em solos do cerrado. O relevo, o solo e a água para a irrigação nessas áreas permitem o cultivo mecanizado em praticamente todos os meses do ano (ABBA,2002)

A cultura desenvolve-se em altitudes de até 4.300m acima do nível do mar, leva de 90 a 140 dias para completar seu ciclo e o conhecimento da cultivar empregada é de suma importância para alcançar o máximo potencial produtivo.

O cultivo da batata é dividido em quatro estádios desde o plantio até a colheita: **Estádio I:** é o mais curto do plantio até a emergência das hastes, duração de 1 a 2 semanas; **Estádio II:** da emergência ao início da tuberização (4^a ou 5^a semana após o plantio), adubação de cobertura -seguida da amontoa, aumenta a exigência de água; **Estádio III:** do início da tuberização até a planta atingir o máximo desenvolvimento vegetativo (8^a a 10^a semana após o plantio), máxima absorção de nutrientes, máxima exigência de água, pode ocorrer ou não o florescimento, desenvolvimento acelerado da parte aérea e acúmulo de fotoassimilados nos tubérculos; **Estádio IV:** é o mais longo, do pico da vegetação até a senescência da planta, grande incremento de peso dos tubérculos. Amarelecimento: início –12^a ou 14^a semana após o plantio; término: planta seca e tubérculos maduros. Ciclo: 14 a 16 semanas. (ABBA, 2002; TAVARES, 2002; BOHL e JOHNSON, 2010).

A batata pode ser plantada o ano todo, sua temperatura exigida a noite é de 10 a 16°C e durante o dia é de 20 a 25°C. Temperaturas noturnas superiores a 20°C reduzem a tuberização, pois a respiração aumenta e o crescimento dos tubérculos é retardado. A planta exige uma diferença entre as temperaturas diurnas e noturnas em torno de 10°C denominada de termoperiodicidade diária (SEAB, 2012).

A produção de batatas na região de Guarapuava (PR) foi introduzida por imigrantes japoneses na década de 1960, juntamente com a Cooperativa Agrícola de Cotia. A região é bastante propícia à produção de batatas devido ao clima ameno e solos férteis. A produção de batatas na região abrange os seguintes municípios: Guarapuava, Pinhão, Cândói, Reserva do Iguaçu, Goioxim, Cantagalo, Turvo, Prudentópolis e Santa Maria do Oeste.

O plantio da batata ocorre em época distinta na região de Guarapuava. O mais comum é o chamado “Plantio das águas” que ocorre de setembro a novembro/dezembro, em localidades altas e sua área de plantio é maior, chegando a 55% do total. Outra época bastante comum é aquela chamada de “Plantio da seca”, compreendendo o intervalo entre fevereiro a abril, em localidades altas e médias e sua parcela de contribuição na produção



total chega a 32%. Existe também o “Plantio de inverno”, que vai de maio a julho e se restringe a de baixa altitude, com uma parcela de 13% no total da produção de batata na região de Guarapuava.

Segundo dados obtidos empiricamente junto a Secretária Municipal de Agricultura de Guarapuava, a espécie produzida na região a “Ágata”, cujas características são apresentadas no Quadro 01:

| Cultivar | Características | Tubérculo | Maturação | USO |
|----------|---|---|-----------|-----------|
| Ágata | Bom desenvolvimento, hastes finas e espalhadas; folhas grandes de cor verde claro, folículos grandes, inflorescência pequena e flores brancas. Boa produtividade. | Grandes, oval-alongado, olhos superficiais, casca amarelada, lisa, polpa amarelo-clara, baixo teor de matéria seca. | Precoce | Cozimento |

Quadro 01: Características gerais da batata (cultivar Ágata)

Fonte: (TAVARES, 2002). Adaptado e organizado por (BEREZE, 2014).

O Quadro 02 apresenta todo o calendário agrícola para o plantio e produção da batata na região de Guarapuava, separados por estádios produtivos.

O **Estádio I** é o mais curto do plantio até a emergência das hastes, duração de 1 a 2 semanas, pode chegar até a 3ª semana em algumas regiões. No **Estádio II**, que vai da emergência ao início da tuberização, se inicia na 4ª ou 5ª semana após o plantio, com a adubação de cobertura, seguida da amontoa. Nesse estágio aumenta a exigência de água. No **Estádio III** ocorre o início da tuberização (6ª semana) e vai até a planta atingir o máximo desenvolvimento vegetativo (8ª a 10ª semana após o plantio). Nesse estágio a planta atinge a máxima absorção de nutrientes, máxima exigência de água, podendo ocorrer ou não o florescimento. O desenvolvimento é acelerado na parte aérea e ocorre o acúmulo de fotoassimilados nos tubérculos. Por fim, no **Estádio IV**, o mais longo e que vai do pico da vegetação (10ª semana) até a senescência da planta, ocorre um grande incremento de peso dos tubérculos. O amarelecimento se inicia na 12ª ou 14ª semana após o plantio. O término do processo procutivo ocorre quando a planta seca e os tubérculos ficam maduros (14ª a 16ª semanas)



| Semanas Estádios | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a | 5 ^a | 6 ^a | 7 ^a | 8 ^a | 9 ^a | 10 ^a | 11 ^a | 12 ^a | 13 ^a | 14 ^a | 15 ^a | 16 ^a |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Estádio I | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| Estádio II | | | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Estádio III | | | | | | X | X | X | X | X | | | | | | |
| Estádio IV | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X |

Quadro 02: Esquema do ciclo fenológico da cultura da batata (setembro a dezembro)

Fonte: (ABBA, 2002) e (TAVARES, 2002). Organizado e Adaptado por (BEREZE, 2014).

2- Discussão

O município de Guarapuava é desprovido de informações embasadas em índices bioclimáticos. Entretanto, essas informações são extremamente importantes pois definem as necessidades bioclimáticas (temperatura e fotoperíodo) das espécies cultivadas.

Nesse trabalho será utilizando o Índice Heliotérmico de Geslin - IHG (GESLIN, 1944) como padrão de avaliação para a necessidade bioclimática da batata. Tal escolha ocorreu em virtude de que o IHG foi desenvolvido para cereais de estação fria (trigo), com necessidades de temperatura e horas de insolação muito parecidas com a cultura da batata.

O índice heliotérmico de Geslin é calculado através do somatório do produto da temperatura média do ar e do fotoperíodo em um determinado período. Esse índice é bastante utilizado em culturas anuais.

Para a realização do presente estudo foram obtidos dados de temperatura e de insolação dos anos de 2008 a 2013, fornecidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR.

Com relação a temperatura ideal para a cultura da batata em seus diversos estádios produtivos, foi realizada uma adaptação da metodologia proposta por (ABBA, 2002) e (EMBRAPA, 2005). Essa adaptação definiu que as temperaturas ideais para o melhor desenvolvimento do cultivar se dá da seguinte forma: Estádio I = 10°C; Estádio II = 16°C; Estádio III = 19°C; Estádio IV = 23°C.

Para análise dos dados utilizou-se de recursos de planilha eletrônica, através do Microsoft Windows Excel, versão 2007. O IHG foi calculado segundo a fórmula proposta por Geslin (1944):

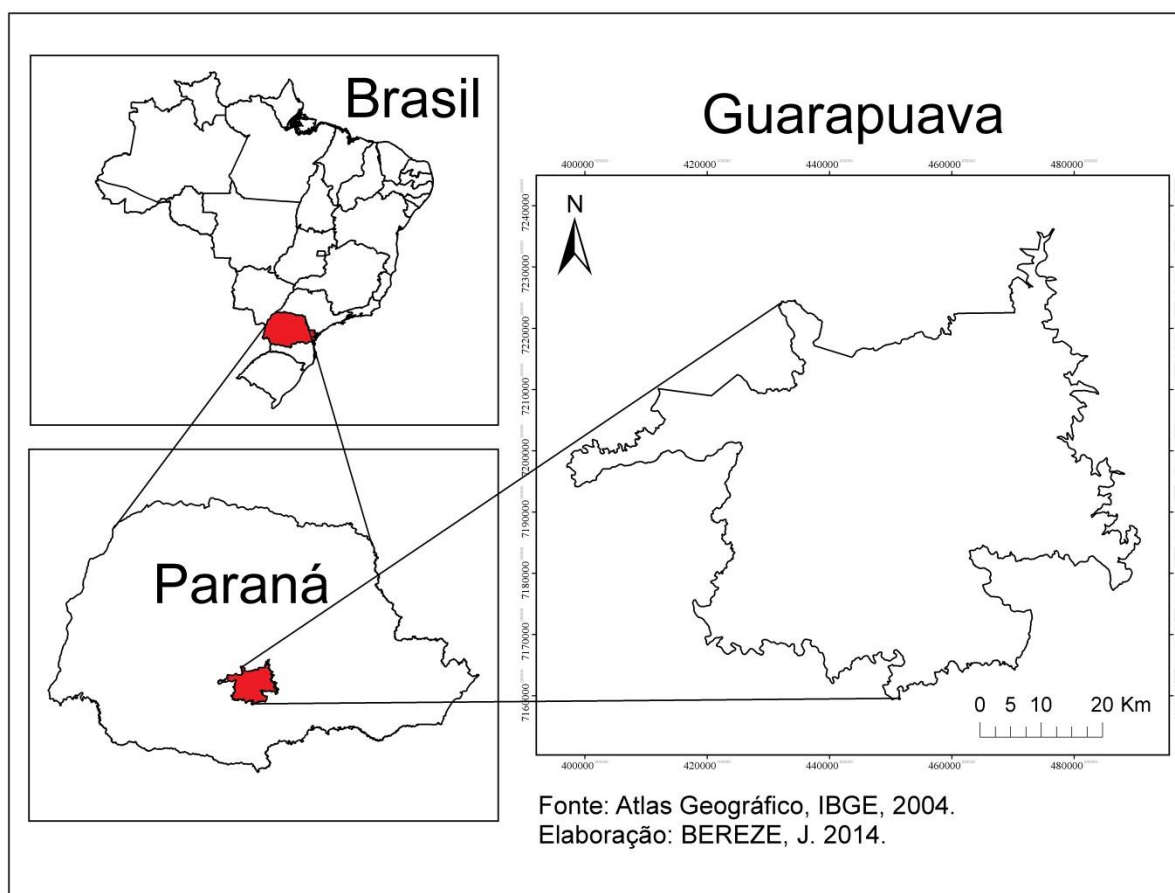


$$IHG = (1/100) \times \sum(T_{med} \times n)$$

Em que: **Tmed** é a temperatura média (°C) e **n** é o fotoperíodo médio (horas) do período considerado.

A área de estudo se localiza na região Centro-Sul do Estado do Paraná, entre as coordenadas UTM 22, 7.210.725 m e 7.186.234 m N de latitude e 477.895 m e 451.960 m E de longitude, no meridiano central 51° WGr, zona 22 S (figura 01)

Figura 1 Localização da área de estudo



Os dados foram tabulados em planilha eletrônica como o exemplo da Tabela 1. Percebe-se que no período de 01 a 14 de setembro de 2008, o IHG obtido para a região de Guarapuava é de **20.6**. Contudo, ao se considerar a temperatura ideal (T.ideal) para a cultura da batata, o IHG deveria ser **10.1**. Isso significa que as condições bioclimáticas para essa cultura estiveram bem acima do necessário.



| 2008 | Insolação (n) | T.med (°C) | T. ideal (°C) | T.med*n | IHG Real | n*T.ideal | IHG Ideal |
|--------|---------------|------------|---------------|---------|-------------|-----------|-------------|
| 01/set | 9.5 | 19.0 | 10 | 180.5 | | 95 | |
| 02/set | 9.8 | 19.5 | 10 | 191.1 | | 98 | |
| 03/set | 9.2 | 21.7 | 10 | 199.6 | | 92 | |
| 04/set | 6.3 | 21.6 | 10 | 136.1 | | 63 | |
| 05/set | 8.9 | 21.3 | 10 | 189.6 | | 89 | |
| 06/set | 1.6 | 20.9 | 10 | 33.4 | | 16 | |
| 07/set | 9.6 | 20.1 | 10 | 192.9 | | 96 | |
| 08/set | 9.5 | 18.5 | 10 | 175.7 | | 95 | |
| 09/set | 7.7 | 20.6 | 10 | 158.6 | | 77 | |
| 10/set | 9.6 | 20.5 | 10 | 196.8 | | 96 | |
| 11/set | 6.7 | 20.8 | 10 | 139.3 | | 67 | |
| 12/set | 0.0 | 21.3 | 10 | 0 | | 0 | |
| 13/set | 3.4 | 21.7 | 10 | 73.7 | | 34 | |
| 14/set | 9.2 | 21.0 | 10 | 193.2 | 20.6 | 92 | 10.1 |

Tabela 01: Exemplificação da tabulação de dados para obtenção do IHG
Dados cedidos pelo IAPAR (2014) e Organizados por (BEREZE, 2014)

Depois dessa tabulação os dados foram agrupados, em uma única tabela, o que possibilitou mensurar o IHG do município de Guarapuava para todo o período fenológico da cultura pesquisa (batata) e o IHG ideal para que a máxima produtividade fosse atingida.

3- Resultados e discussões

Após a tabulação e cálculo dos dados de temperatura média do ar e horas de insolação para os períodos das safras de 2008 a 2013, obteve-se os resultados constantes na Tabela 2. Através dessa tabela foi possível identificar o Índice Heliotérmico de Geslin ideal de cada período (estádio) anual para a cultura da batata. Da mesma forma, também identificou-se o IHG de Guarapuava efetivamente ocorrido para o município de Guarapuava no mesmo período.

A Tabela sintetiza também os resultados através do resultado positivo (+) e negativo (-) para se estabelecer se o índice foi positivo ou negativo para a referida cultivar, ou seja, nos estádios e anos em que o índice foi acima do ideal, considerou-se como positivo e naqueles em que o IHG foi abaixo do ideal considerou-se negativo.

Dessa forma, utilizando os critérios constantes na Tabela 02 é possível ver que os anos de 2009 e 2011 são os únicos que apresentam um IHG positivo em todos os estágios fenológicos da cultura da batata, e os demais apresentam uma oscilação, sendo que o ano que apresenta um IHG negativo é o ano de 2008, que apresenta o terceiro e quarto estágio



inconvenientes para o desenvolvimento da planta desde o início da tuberização até seu amadurecimento.

| | 2008 | | | 2009 | | | 2010 | | |
|-----------------|-------------|--------------|-----------|-------------|--------------|-----------|-------------|--------------|-----------|
| | IHG Real | IGH Ideal | Resultado | IHG Real | IGH Ideal | Resultado | IHG Real | IGH Ideal | Resultado |
| Est. I | 20.6 | 10.1 | + | 11.6 | 4.7 | + | 25.9 | 10.6 | + |
| Est. II | 25.7 | 22.8 | + | 17.6 | 16.3 | + | 9.9 | 14.5 | - |
| Est. III | 28.0 | 32.6 | - | 61.2 | 43.8 | + | 68.8 | 52.6 | + |
| Est. IV | 71.5 | 82.2 | - | 67.8 | 50.2 | + | 64.5 | 44.5 | + |
| | 2011 | | | 2012 | | | 2013 | | |
| | IHG Real | IHG Ideal | Resultado | IHG Real | IGH Ideal | Resultado | IHG Real | IGH ideal | Resultado |
| Est. I | 22.8 | 10.2 | + | 30.3 | 11.4 | + | 28.0 | 10.8 | + |
| Est. II | 30.1 | 26.5 | + | 19.5 | 22.3 | - | 13.8 | 15.6 | - |
| Est. III | 62.6 | 48.6 | + | 53.7 | 37.9 | + | 58.5 | 45.1 | + |
| Est. IV | 85.4 | 70.2 | + | 77.1 | 55.4 | + | 78.5 | 53.3 | + |

Tabela 02: IHG Ideal e IHG Real para cultivar batata Ágata por estádios fenológicos em Guarapuava
Elaborado por (BEREZE, 2014)

4- Conclusões

Baseado nos dados analisados é possível estabelecer uma média de IGH ideal para a cultura da batata no município de Guarapuava-PR da seguinte forma: Estádio I = 9.63; Estádio II = 19.66; Estádio III = 43.43; e Estádio IV = 59.28.. Além disso, o conhecimento desse índice pode colaborar para se necessário estabelecer um calendário agrícola local de plantio da batata, o que pode possibilitar um aumento da sua produtividade e melhor adaptação da cultura ao clima local e regional.

Observa-se também que o IHG mantém-se positivo no estágio I em todos os anos analisados, o qual é o mais curto do plantio até a emergência das hastes, com duração de 1 a 2 semanas, e nos anos de 2009 e 2011 apresenta-se positivo para todas as fases fenológicas do plantio até a colheita.

5- Bibliografia

ABBA (Associação Brasileira da Batata), **tuberização**. 2002. Disponível em http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista14_008.htm > acesso em 10 maio 2014.

Bohl WH and Johnson SB (eds.) Commercial Potato Production in North America, P. 67–72. **The Potato Association of America Handbook, Supplement** Vol. 57 of USDA Handbook 267. Orono, ME: The Potato Association of America. 2010. Disponível em



<http://potatoassociation.org/documents/A_ProductionHandbook_Final.pdf> Acessado em 20 maio 2014.

CONAB A cultura da batata. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/ff3505d6127511547c0967bef8d8e675..pdf>> acesso em 18 abr 2014.

CUNHA, R. G. da; SCHEEREN, P. L.; RODRIGUES, O.; DEL DUCA, L. J. A.; FIORINI, C. M.; SILVA, C.F.L. Bioclimatologia de trigos sul-brasileiros **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 5:195-198, 1997.

CUNHA, R. G. da e SILVA, M. S.; ÁRIAS, G.; DALMAGO, G. A. Caracterização bioclimática de cevadas brasileiras. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 7:201-206, 1999.

EMBRAPA **árvore do conhecimento da batata: temperatura**, 2002. Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/batata/arvore/CONT000qnc4knh202wx5ok0edacxl5y26tik.html>> acesso em 12 maio 2014.

GESLIN, H. **Étude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat (température et radiation solaire) contribution a l'étude du climat du blé**. Paris: Université de Paris, 116pp, 1944.

SANTOS, Maria J. Z. dos. **Mudanças climáticas e o planejamento agrícola**. In: SANT'ANNA NETO, J.L.; Zavatini, J. A. Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem, 2000. 259p. p.65-80

SEAB **olericultura de conjuntura agropecuária**, 2012. Disponível em <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/olericultura_2012_13.pdf> acesso em 15 abril 2014.

SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 19:9-14, 1998.

TAVARES, Silvio e MELO, Paulo C.T. Cultura da Batata. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca e documentação, **(SERIES PRODUTOR RURAL,18)**, 29p., 2002.