



APLICAÇÃO DO ÍNDICE HELIOTÉRMICO DE GESLIN PARA AS CULTURAS DE MILHO E FEIJÃO NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA-PR

JOÃO ANÉSIO BERDNARZ¹
JULIANE BEREZE²
ROSANA MARTINS DOS SANTOS³
APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE⁴

Resumo: A prática da agricultura sempre foi dependente das condições climáticas, definindo o sucesso da safra. Os índices bioclimáticos ajudam a identificar as condições de temperatura e insolação ideal para o desenvolvimento das plantas. Dentre esses índices destaca-se o Índice Heliotérmico de Geslin - IHG, o qual foi selecionado para aplicação neste trabalho. O IHG indica a quantidade de calor recebida pela planta durante todos os estádios de desenvolvimento (do plantio a colheita). A região de Guarapuava é grande produtora de grãos, como por exemplo, o milho e o feijão. Portanto, a aplicação do IHG para essas culturas no período de 2008 a 2013 permitiu identificar qual delas melhor se adapta às condições climáticas locais e como isso ocorre.

Palavras-chave: Índice Bioclimático; Variabilidade Climática; Agroclimatologia

APPLICATION OF CONTENTS HELIOTHERMAL GESLIN TO CROPS CORN AND BEAN IN THE MUNICIPALITY OF GUARAPUAVA-PR

Abstract: The practice of agriculture has always been dependent on climatic conditions, defining the success of the harvest. The bioclimatic indices help to identify the conditions of temperature and insolation ideal for the development of plants. Among them we highlight the Heliothermal index of Geslin-IHG, which was selected for application in this work. The IHG indicates the amount of heat received by the plant during all stages of development (from planting to harvest). The region of Guarapuava is large producer of grains, such as corn and beans. Therefore, the application of IHG for these crops in the period 2008 to 2013 has identified which one best fits local climatic conditions and how this occurs.

Key-words: Bioclimatic Index; Climate Variability; Agroclimatology

1- Introdução

A existência e evolução da sociedade humanidade no planeta Terra é influenciada por vários fatores, dentre os quais destaca-se o clima, ou melhor a variação dos padrões

¹ João Anésio Berdnarz doutorando em geografia UEPG ponta grossa –PR. E-mail para contato joaogeo2013@gmail.com

² Acadêmica do Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Geografia da Unicentro. Campus CEDETEG. Guarapuava-PR. E-mail para contato: juliane.bereze@hotmail.com

³ Acadêmica do Curso de Geografia da Unicentro. Campus CEDETEG. Guarapuava-PR. E-mail para contato: rosanyinha_santos@hotmail.com

⁴ 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



climáticos, pois os seres humanos possuem seu modo de vida mediado pelas condições climáticas do local em que vive. As práticas agrícolas garantem a produção de alimentos, mantendo a sobrevivência da espécie e, por sua vez, a agricultura é dependente do tempo e 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.

Santos (2000) afirma que o principal meio pelo qual a atividade humana é propícia no planeta Terra é a atmosfera, ou seja, esse é o local em que os recursos naturais são livres e atendem de maneira universal as necessidades humanas através da variabilidade climática, principalmente no setor agrícola.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo efetuar o cálculo do Índice Heliotérmico de Geslin para as culturas do milho e do feijão no município de Guarapuava-PR, buscando a identificação da disponibilidade de energia radiante existe e se isso é favorável ou não ao desenvolvimento desses cultivares.

O município de Guarapuava se localiza na região Centro-Sul do Estado do Paraná, entre as coordenadas Geográficas Latitude: 25° 23' 43" S, Longitude: 51° 27' 29" W, Altitude: 1098m, Área: 3160,1 Km². (Figura 01)

Deffune (1994) afirma que

“a produção biológica geralmente se mede pelo peso da matéria seca total, em que a vegetação acumula, por unidade de tempo e de superfície do terreno; considerando que essa produção é uma consequência do processo fotossintético em geral variando em proporção direta com a quantidade de energia solar disponível.”

Em trabalho foi realizado utilizando o Índice Heliotérmico de Geslin – IHG, para município de Maringá-PR, no período de 1990 a 1991, o foco principal foi identificar a importância de aproveitamento do brilho solar pelos vegetais, levando em conta que a maioria dos vegetais (plantas) dependem ou independem de certa quantidade de luz para sua evolução (DEFFUNE, 1994).



Figura 01: Localização Geográfica do Município de Guarapuava

A radiação e a insolação também influenciam significativamente no fotoperiodismo, definido como sendo as reações das plantas diante da duração astronômica do dia. Dessa forma, o fotoperiodismo, em relação à floração das plantas, se distingue em três categorias de plantas: plantas de dias longos, plantas de dias curtos e plantas indiferentes.

A temperatura do solo influencia em vários processos associados ao plantio, tais como: germinação de sementes (reações bioquímicas), crescimento do sistema radicular (divisão de células), e absorção de água e nutrientes (viscosidade da solução, decomposição da matéria orgânica).

Uma fração do saldo de radiação é absorvida pela superfície do solo, com isso ocorre a elevação de temperatura dessa superfície, ou seja, o aquecimento. Este aumento de temperatura dá origem a um gradiente térmico no interior do solo, isto é, a temperatura na superfície é maior do que as camadas imediatamente abaixo. Em função disto, ocorre transferência de energia da superfície para o interior do solo, que é chamada de condução térmica. Esse processo define a transferência de energia de molécula para molécula, sem que haja deslocamento de sua posição original. Por essa razão, normalmente os corpos mais densos apresentam mais facilidade para conduzir energia (SCHÖFFE E.R,2005)



Para execução deste trabalho foram analisados dados de temperatura média e de horas de insolação diárias, cedidos IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná). A avaliação estatística desses dados foi realizada através de planilha eletrônica do Microsoft Windows Excel, versão 2007.

O cálculo Índice Heliotérmico de Geslin (IHG) foi efetuada através da equação 1, proposta por Geslin (1944).

$$IHG = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^J (Tm_i \cdot N_i) \quad \text{Equação 1}$$

2- Discussão

2.1- Cultura do milho

O milho é uma das principais culturas agrícolas no Estado do Paraná, tanto em área cultivada, como em volume de produção e é um cereal de ampla utilidade mundial. Esse cereal é utilizado tanto para o consumo humano, como animal e, ainda para algumas atividades industriais.

O milho é cultivado em aproximadamente 1,5 milhões/hectare no Paraná (PR), com rendimento médio de aproximadamente 5 toneladas/hactare. Na região centro-sul do PR, têm-se obtido altos rendimentos, relacionados entre outros fatores, à sua maior aptidão climática FONTANA e BAYER, 2008

A precipitação pluvial região de Guarapuava, no período de outubro a março, é de 1.100mm em média, enquanto a temperatura média é de 18,5°C, com ocorrência semanal de chuvas nessa época FONTANA e BAYER, 2008. O mesmo autor ainda fala que em relação ao manejo do solo, a região centro-sul do PR apresenta-se em estágio avançado de adoção de sistemas conservacionistas, evidenciado pela grande expressão do sistema plantio direto, a cultura do milho, segundo é dividida em 08 estádios de desenvolvimento, a saber:

1. Estádio I: Emergência (até 01 semana, 10°C);
2. Estádio II: 01 folhas desenvolvida (01 a 02 semanas, 21°C).
3. Estádio III: 03 folhas desenvolvida (02 a 04 semanas, 21°C).
4. Estádio IV: 07 folhas desenvolvida (04 a 06 semanas, 21°C).
5. Estádio V: Rápido crescimento (06 a 08 semanas, 21°C).
6. Estádio VI: Pendoamento (08 a 09 semanas, 21°C).
7. Estádio VII: Florescimento e polinização (09 a 10 semanas, 21°C).



8. Estádio VIII: Maturização fisiológica (10 a 17 semanas, 25°C).

Semanas \ Estádios	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a
Estádio I	X								
Estádio II	X	X							
Estádio III		X	X	X					
Estádio IV				X	X	X			
Estádio V						X	X	X	
Estádio VI								X	X
Estádio VII									X
Estádio VIII									

Tabela 01a: Estádios de desenvolvimento fenológico da cultura do milho (setembro a dezembro)
 Fonte: EMBRAPA (2005), organizado por SANTOS, Rosana M. (2014)

Semanas \ Estádios	10 ^a	11 ^a	12 ^a	13 ^a	14 ^a	15 ^a	16 ^a	17 ^a
Estádio I								
Estádio II								
Estádio III								
Estádio IV								
Estádio V								
Estádio VI								
Estádio VII	X							
Estádio VIII	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 01b: continuação da tabela 01a: Estádios de desenvolvimento fenológico da cultura do milho (setembro a dezembro)
 Fonte: EMBRAPA (2005), organizado por SANTOS, Rosana M. (2014)



2.2 Cultura do Feijão

O Feijão é cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras. O feijoeiro comum reveste-se de grande importância econômica e social.

Embora esse alimento seja conhecido pelo nome comum de feijão, nem todas as plantas são da mesma espécie. Entre a família das leguminosas, as principais espécies de feijão cultivadas no Brasil são *Phaseolus vulgaris* – feijão comum do grupo carioca, do preto ou do especial; *Vigna unguiculata* – também conhecido como feijão-caupi, vigna, feijão-da-colônia, feijão-da-estrada ou feijão-de-corda; e o *Cajanus cajan* – feijão-guandu, andu ou ervilha-de-pombo.

De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento dependendo da cultivar e da temperatura ambiente, pode apresentar ciclos variando de 65 a 100 dias, o que o torna uma cultura apropriada para compor, desde sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência. O feijão preto é mais popular no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo. No restante do país este tipo de grão tem pouco ou quase nenhum valor comercial ou aceitação

A safra do grão é dividida em três etapas, a primeira, conhecida como safra das águas é assim chamada porque o plantio e a colheita são beneficiados pelo alto índice de chuvas. O plantio dessa safra na região Centro-Sul do Paraná vai de agosto a dezembro. Já a outra safra é feita no período com menor índice de chuva (março a junho), por isso é chamada de safra da seca. O plantio dessa cultura acontece de dezembro a março. Já a terceira, a safra irrigada, conhecida por se referir à colheita do feijão irrigado, tem a concentração do plantio na região Centro-Sul de abril a junho. O feijão pode ser colhido em média após 90 dias de plantado. MAPA,2012

A temperatura e as chuvas são os elementos climáticos que mais influenciam na produção de feijão. As altas temperaturas prejudicam o florescimento e a frutificação do feijoeiro, enquanto as baixas podem provocar a perda das flores. Alta temperatura acompanhada de baixa umidade relativa do ar e ventos fortes têm maior influência na retenção de vagens.

O mesmo órgão de pesquisa afirma que o feijoeiro é uma planta com raiz delicada, com sua maior parte concentrada na camada de até 20 cm de profundidade do solo, por isso, deve-se ter um cuidado especial na escolha da área. Solos pesados, compactados,



sujeitos a formar crosta na superfície ou ao encharcamento não são adequados para a cultura do feijoeiro. São recomendados solos com boa aeração, de textura areno-argilosa, ricos em matéria orgânica e elementos nutritivos.

A cultivar selecionada para ser analisada no presente estudo é a do feijão preto BRS Campeiro – tem ciclo semiprecoce (75 a 90 dias) com alto potencial produtivo (4.230 kg/ha), excelente qualidade culinária e porte ereto – o que facilita a colheita mecânica. Apresenta resistência ao acamamento e ao Mosaico Comum e intermediária resistência à Ferrugem e Fusarium. Indicada para os estados do São Paulo, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Sergipe, Pernambuco, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rondônia, essa cultura é dividida em 05 estádios de desenvolvimento EMBRAPA,2012

1. Estádio I: Germinação - processo em que a semente começa a formar um broto ou mudas (01 semana – 10° C).
2. Estádio II: Crescimento - A fase de crescimento do feijão verde leva aproximadamente seis semanas, dependendo da quantidade de luz solar (02 a 05 semanas, 18°C).
3. Estádio III: Reprodução - Fertilização definhará flores do rebento de feijão para que os ovários das flores possam começar a crescer em vagens (06 a 08 semanas, 20°C).
4. Estádio IV: Feijão verde imaturos - Quanto mais tempo o feijão verde amadurece, fica de cor mais escura (09 a 11 semanas, 22°C).
5. Estádio V: Estourando vagens e feijão novo – amadurecimentos e colheita (12 semanas, 24° C).

Semanas	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a
Estádios												
Estádio I	X											
Estádio II		X	X	X	X							
Estádio III						X	X	X				
Estádio IV									X	X	X	
Estádio V												X

Tabela 02: Estádios de desenvolvimento da cultura do Feijão (Plantio das Águas)

Fonte: EMBRAPA (2005), organizado por SANTOS, Rosana M. (2014)



3- Resultados

Depois da tabulação dos dados de IHG do milho, os resultados obtidos foram expostos em uma única tabela (tabela3), na qual é possível observar que no período de 2008 a 2013 o comportamento do índice não acontece da mesma forma em todos os anos.

2008	IHG IDEAL	IHG GPV	Aceite	2009	IHG GPV IDEAL	Aceite	2010	IHG GPV IDEAL	Aceite
1º Est.	5,4	9,4	Sup.	2,7	7,0	Sup.	4,9	12,4	Sup.
2º Est.	9,6	8,2	Inf.	4,1	4,5	Sup.	11,9	13,4	Sup.
3º Est.	23,6	19,5	Inf.	14,5	15,8	Sup.	14,8	16,7	Sup.
4º Est.	16,0	13,2	Inf.	14,4	16,6	Sup.	16,1	17,5	Sup.
5º Est.	13,7	13,1	Inf.	16,0	19,1	Sup.	18,6	22,2	Sup.
6º Est.	5,2	5,6	Sup.	15,7	21,0	Sup.	14,7	17,6	Sup.
7º Est.	7,2	7,6	Sup.	9,1	12,9	Sup.	12,7	16,0	Sup.
8º Est.	105,1	91,6	Inf.	69,2	76,6	Sup.	71,3	74,8	Sup.
2011	IHG IDEAL	IHG GPV	Aceite	2012	IHG GPV IDEAL	Aceite	2013	IHG GPV IDEAL	Aceite
1º Est.	4,9	11,0	Sup.	6,4	16,9	Sup.	3,7	8,6	Sup.
2º Est.	11,0	11,7	Sup.	10,4	13,3	Sup.	14,6	19,3	Sup.
3º Est.	21,6	23,8	Sup.	22,6	25,4	Sup.	13,7	13,0	Inf.
4º Est.	20,2	25,6	Sup.	15,8	20,8	Sup.	19,0	20,3	Sup.
5º Est.	21,7	24,7	Sup.	17,9	21,5	Sup.	15,9	19,6	Sup.
6º Est.	11,9	12,6	Sup.	6,9	9,8	Sup.	11,8	14,4	Sup.
7º Est.	12,8	16,1	Sup.	7,7	9,6	Sup.	9,5	11,2	Sup.
8º Est.	89,7	94,9	Sup.	80,9	88,9	Sup.	86,7	93,1	Sup.

Tabela 03. Índice Heliotérmico de Geslin Ideal e obtido para a Cultura do Milho em Guarapuava – 2008 a 2013.
Fonte: SANTOS. R.M, 2014

Nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012 o IHG de Guarapuava se manteve superior ao IHG ideal da cultura do milho em todos os estádios, enquanto no ano de 2013 apresenta apenas o 3º estágio com índice abaixo do ideal.

Enquanto no ano de 2008 o índice fica abaixo do ideal do 2º ao 5º e 8º estádios, apresentando índices superiores apenas no 1º, 6º e 7º.

Na segunda parte da tabulação os dados referentes a cultivar feijão, no município de Guarapuava, foram dispostos da mesma forma, o que nos possibilita analisar que o IHG do



município encontra-se superior em todos os estádios para os 6 anos analisados, como é possível observar na tabela 04.

2008	IHG IDEAL	IHG GPV	Aceite	2009	IHG GPV	Aceite	2010	IHG GPV	Aceite
				IHG IDEAL			IHG IDEAL		
1º Est.	13,4	16,3	Sup.	8,7	15,8	Sup.	12,4	16,8	Sup.
2º Est.	33,3	88,5	Sup.	20,6	93,3	Sup.	30,8	101,0	Sup.
3º Est.	18,4	68,5	Sup.	22,1	69,5	Sup.	17,4	62,6	Sup.
4º Est.	17,6	78,5	Sup.	27,0	80,9	Sup.	31,4	81,9	Sup.
5º Est.	13,0	69,4	Sup.	23,2	79,6	Sup.	27,5	72,4	Sup.
2011	IHG IDEAL	IHG GPV	Aceite	2012	IHG GPV	Aceite	2013	IHG GPV	Aceite
				IHG IDEAL			IHG IDEAL		
1º Est.	11,0	15,1	Sup.	16,9	18,4	Sup.	8,6	15,7	Sup.
2º Est.	43,4	98,8	Sup.	41,0	106,7	Sup.	32,5	96,8	Sup.
3º Est.	19,4	72	Sup.	23,8	74,8	Sup.	22,0	68,3	Sup.
4º Est.	31,1	76,6	Sup.	22,7	87,6	Sup.	27,9	83,4	Sup.
5º Est.	24,5	72,8	Sup.	14,3	74,1	Sup.	20,4	70,3	Sup.

Tabela 04 – Índice Heliotérmico de Geslin Ideal e obtido para a cultura do Feijão em Guarapuava
Fonte: SANTOS. R.M, 2014

4- Conclusões

A partir da análise dos resultados, principalmente os constantes nas tabelas 3 e 4, enfatizando a dinâmica bioclimática para a cultura do milho e do feijão, foi possível concluir que o IHG para essa cultura se mostrou inferior ao índice ideal para a região de Guarapuava, no ano de 2008. Já nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012, todos os estádios se mostraram superiores ao índice proposto para a região e no ano de 2013 apenas o estádio 4 mostrou-se inferior. Isso demonstra que a região é propícia a produção de milho, pois quanto maior a disponibilidade calórica, melhor a produtividade dessa cultivar.

Para a cultura do feijão das águas, os resultados evidenciaram que todos os estádios da cultura obtiveram valores superiores ao necessário para o bom desenvolvimento fenológico da planta. Fato favorável também e, inclusive, com maior disponibilidade de energia que a cultura do milho.



Fazendo uma comparação das culturas, pode-se concluir que a cultura melhor adaptada, baseada no IHG de Guarapuava, é a do feijão, em virtude de apresentar índices superiores em todos os estádios analisados.

Partindo-se desse mesmo pressuposto, pode-se afirmar que devem ser estudadas novas épocas de plantio para que o milho tenha uma melhor produtividade no referido município.

5- Referência bibliográfica

DEFFUNE, G; PAULINO, E. V. S; BULLA. C. Determinação do índice heliotérmico de Geslin para Maringá - PR, 1990 e 1991 **Boletim De Geografia** Da UEM V. 12, N. 1 (1994)

EMBRAPA Sistemas de Produção, 8 ISSN 1807-1805 Versão Eletrônica Dez./2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijaoComumRO/clima.htm> > acessado em 29 abr 2014

EMBRAPA, Desenvolvimento econômico, social e ambiental da agricultura familiar pelo conhecimento agroecológico – Feijão: Cultivo do Feijoeiro Comum, 2012. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>> acessado em 20 de fevereiro de 2014

EMBRAPA feijão nosso de cada dia. 2012. Disponível em <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2012/marco/2a-semana/o-feijao-nosso-de-todo-dia/> acessado em 19 de mar de 2014.

FONTANA, S.W.V; BAYER, C. Adubação nitrogenada para auto rendimento do milho em plantio direto na região centro sul do Paraná. Fundação agrária de pesquisa Agropecuária, 2008.p32.

Geslin, H. (1944) 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, p.116.

IAPAR, 2008 in <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=515>

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3aed. Curitiba: Imprensa oficial, 2002, 440p

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).2012 Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais> > acessado 13 maio 2014

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 – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - DERAL - Departamento de Economia Rural Feijão - **Análise da Conjuntura Agropecuária**, Outubro de 2013



SCHÖFFEL, EDGAR RICARDO ; MENDEZ, M.E.G. Influência da insolação e do tipo de superfície sobre o perfil da temperatura do solo. In: **XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 2005, Campinas. Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia e UNICAMP, 2005. v. 1.

THOMAZ, E. L. e VESTENA, L. R. **Aspectos Climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003.