

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

REGINALDO DA SILVA CARDOSO

**ESTIMATIVA DE PERÍODO DE PLANTIO PARA CULTURA DO MILHO UTILIZANDO MÉTODO
GRAUS-DIA E DA VARIAÇÃO DE PREÇOS DO MERCADO, PARA REGIÃO DE AVARÉ E BOTUCATU**

Botucatu-SP
Dezembro – 2012

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

REGINALDO DA SILVA CARDOSO

**ESTIMATIVA DE PERÍODO DE PLANTIO PARA CULTURA DO MILHO UTILIZANDO MÉTODO
GRAUS-DIA E DA VARIAÇÃO DE PREÇOS DO MERCADO, PARA REGIÃO DE AVARÉ E BOTUCATU**

Orientador: Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi

Coorientador: Prof. Ms. Paulo Roberto Isler

Projeto de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,
para obtenção do título de Tecnólogo no Curso
Superior de Agronegócio.

Botucatu-SP
Dezembro – 2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida saúde e força para superar as dificuldades e vencer novos desafios.

A minha mãe Eni da Silva Cardoso e ao meu pai Ozair Cardoso, pela ajuda e apoio constantes aos estudos desde o início.

Aos meus irmãos Ednaldo da Silva Cardoso, Renato da Silva Cardoso e Sergio da Silva Cardoso pelas palavras de apoio e companheirismo.

Ao meu orientador, Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi, pelos ensinamentos ajuda e incentivo.

Ao meu co-orientador, Prof. Ms. Paulo Roberto Isler pela sugestão e ajuda no desenvolvimento deste projeto.

À Faculdade Tecnologia de Botucatu, que me traz à lembrança momentos inesquecíveis, pela oportunidade de retornar aos estudos e atualizar meus conhecimentos.

À direção, professores e todos os funcionários da Fatec de Botucatu que esteve sempre prontas para atender nossas solicitações e nos ajudar quando precisamos.

Aos meus amigos da turma IV do curso de agronegócio pelos três anos que passamos juntos nesta caminhada.

RESUMO

O gerenciamento de riscos em agricultura é indispensável para produzir sob a força de mercados competitivos, pois reduzir riscos é a base para otimizar o desempenho do empreendimento agrícola visando melhorar o controle dos processos de produção. Este trabalho teve como objetivo fazer uma análise das variações ocorridas nas cotações dos preços recebidos pelos produtores de milho, na região de Botucatu entre os anos de 2001 a 2011 e também uma análise das alterações ocorridas no clima neste período, após estas análises foi utilizado o método de Graus-dia para indicar ao produtor qual é a melhor época para fazer a semeadura para que a colheita seja feita no momento que as cotações estejam em alta, possibilitando ao produtor obter o melhor retorno financeiro possível. O milho é cultivado em dois períodos ou safras, considerando as cotações e o acúmulo térmico de Graus-dia indicamos ao agricultor que ele deve realizar o primeiro plantio no início de Setembro, preferencialmente no dia 01/09 assim, poderá realizar a colheita no início de Janeiro o mais próximo possível da maior cotação do ano. O segundo período de plantio indicado foi 20/01 com colheita próxima ao dia 30/06 na segunda maior cotação do ano. As respectivas cultivares indicadas em função do acúmulo térmico e dos períodos de plantio são HS211 e HS212.

PALAVRAS-CHAVE: Agronegócio. Alterações climáticas. Gerenciamento de riscos. Variação estacional. Zoneamento agrícola.

LISTA DE FIGURAS

42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Graus-dia acumulados por período de plantio para a cultura do milho entre os anos de 1997 a 2006	48
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVEATURAS

BRS = Híbrido Simples Nacional (EMBRAPA).

EDR = Escritório de Desenvolvimento Rural.

EMBRAPA = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FCA = Faculdade de Ciências Agrônomicas

GD = Graus-dia

HS = Híbrido Simples

IAC = Instituto Agrônomo de Campinas

IGP-DI = Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna.

I_n = É o IGP-DI no instante n .

I_{n+t} - É o IGP-DI no instante $n+t$, ou seja, transcorrido t meses após o instante n .

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PIB = Produto Interno Bruto

PROAGRO = Programa de Garantia da Atividade Agropecuária

TM = Temperatura Máxima

T_m = Temperatura Mínima

TB = Temperatura Base Superior

T_b = Temperatura Base Inferior

É o valor do produto no instante n .

O crescimento acelerado da população nestes últimos anos, principalmente dos países asiáticos tem aumentado a demanda mundial na produção de alimentos e de bio-combustíveis. A necessidade de aumento da produção mundial de alimentos proporciona uma ótima oportunidade para o Brasil que tem uma grande quantidade de terras disponíveis que ainda não são cultivadas, exigindo maior produtividade, uso racional dos fatores de produção, maior eficiência dos sistemas de produção agrícola e principalmente a determinação dos custos de produção.

Uma das culturas praticadas no Brasil e que merece destaque é a cultura do milho, pois além de ser considerado uma das mais importantes fontes de alimento do mundo, é rico em carboidratos e energia, podendo ser consumido na alimentação humana e animal e atualmente é cultivado praticamente em todas as regiões agrícolas do mundo.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho e 80% da produção é consumida no país, ao contrário da soja o milho não é considerado como commodity, o Brasil exporta somente o excedente, a maior parte é utilizada para a alimentação de frangos e suínos que são exportados com valor agregado proporcionando uma maior representação para o agronegócio brasileiro.

Dentre os principais fatores que interferem no desenvolvimento das plantas, destacam-se as condições climáticas, que são praticamente incontroláveis sendo que as plantas precisam de uma quantidade constante de energia térmica para completar todo o ciclo, assim a maioria das plantas diminuem ou param o seu desenvolvimento quando as temperaturas se encontram acima ou abaixo da faixa ideal para o seu desenvolvimento. A acumulação de energia térmica ao longo do período de desenvolvimento das plantas é conhecida como Graus-Dia ou unidades de calor.

O método de Graus-dia é bastante discutido na literatura e consiste no uso de modelos matemáticos para estimar a soma das temperaturas diárias acima da temperatura base, necessária para o desenvolvimento da planta, desta forma pode-se determinar data de plantio, tratamentos culturais e colheitas com uma precisão mais acurada.

Assim, para que um empreendimento agrícola tenha sucesso, as respostas entre clima-planta precisam ser adequadamente quantificadas e monitoradas. Para tanto, é de extrema importância conhecer os elementos climáticos, definidos como grandezas que quantificam o clima, como exemplo, a temperatura.

As plantas têm um desenvolvimento maior em dias mais quentes e ensolarados. Assim, um mesmo cultivar, comumente conhecido por apresentar ciclo de 130 dias, pode, por exemplo, apresentar ciclo de 120 ou de 140, 150 dias, dependendo das condições de temperatura a que ele for exposto. Para solucionar essas dificuldades, os métodos baseados na soma de Graus-dia foram desenvolvidos para superar a inadequação do calendário diário na previsão do desenvolvimento da planta, na identificação de melhores épocas de semeadura, no escalonamento da produção e na programação do melhoramento genético. A soma de Graus-dia também possibilita um planejamento mais adequado das épocas em que deverão ser efetuados os tratamentos culturais, aplicações de fertilizantes e programação da colheita, tanto no aspecto agrícola, quanto no administrativo e financeiro.

Outro problema enfrentado pelos agricultores são as constantes variações de preços dos produtos agrícolas. Dessa forma, o produtor necessita formar expectativas dos preços para planejar e executar o processo produtivo de forma eficiente, visando minimizar os riscos de flutuações não previstas nos preços recebidos.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo disponibilizar informações relevantes para os agentes da cadeia produtiva do milho do Estado de São Paulo em especial, aos produtores agrícolas da região de Botucatu. Contudo pretende-se analisar os preços do milho nos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs) de Avaré, Assis, Itapeva, São João da Boa Vista e Orlândia por serem as regiões de maior expressividade na produção dessa cultura no Estado. Por fim também será analisado o melhor período de plantio do milho na região de Botucatu com a utilização do método de Graus-dia para se obter o melhor período de colheita que coincida com o período de maior cotação do preço do milho no ano, onde o produtor terá o melhor retorno financeiro possível.

1.2 Justificativa e relevância do tema

O trabalho justifica-se por ser um tema que visa à melhoria da produtividade e o aumento da lucratividade. Os resultados previstos para este trabalho poderão otimizar a produção agrícola, auxiliando na determinação do melhor período de plantio para o milho e ainda possibilitando uma melhor escolha dos períodos de tratamentos de fertilização e planejamento das colheitas.

O gerenciamento de riscos em agricultura é indispensável para produzir sob a força de mercados competitivos. Reduzir riscos é a base para otimizar o desempenho do negócio agrícola visando melhorar o controle dos processos de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O agronegócio foi o setor responsável pelo desenvolvimento econômico dos principais países do mundo. No Brasil sua influência é significativa para a economia brasileira. Em 2011 o PIB do agronegócio foi de 942 bilhões de reais e 22,74% do PIB brasileiro (IBGE, 2011).

“Agronegócio é o conjunto de todas as operações e transações envolvidas desde a fabricação de insumos agropecuários, das operações de produção nas unidades agropecuárias, até o processamento e distribuição dos produtos agropecuários “in natura” ou industrializados” (DAVIS; GOLDBERG, 1957, p. 136).

Se por um lado, o excedente do setor rural criou as condições para o desenvolvimento das nações e estados, por outro lado gerou instabilidades no processo de desenvolvimento, por estar inserido numa estrutura de mercado próxima da concorrência perfeita, e com forte dependência das condições climáticas, políticas, variações de estoques mundiais e o avanço da tecnologia no campo.

Apresenta-se a seguir uma revisão bibliográfica sobre os fatores que aceleram ou retardam os processos biológicos de desenvolvimento das plantas, assim como os principais conceitos e métodos matemáticos necessários para o entendimento da metodologia proposta.

2.1 A Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) pode ser considerado uma das mais importantes fontes de alimento do mundo, pois é rico em carboidratos e energia, podendo ser consumido na alimentação humana e animal. Pela sua importância na economia mundial, o milho já foi objeto de estudo de destacados cientistas, resultando em milhares de trabalhos científicos, e atualmente, é um dos principais temas pesquisados pela Genética e Biotecnologia. Atualmente é cultivado praticamente em todas as regiões agrícolas do mundo. Estudos arqueológicos evidenciam que o milho já era utilizado pelo homem como alimento entre 7 e 10 mil anos atrás no México e quando Cristóvão Colombo chegou à América, o milho era cultivado pelas populações indígenas desde o Chile até o sul do Canadá, inclusive no Brasil e posteriormente o milho se espalhou pelo mundo rapidamente, atualmente é a espécie com maior área cultivada no mundo (GALVÃO; MIRANDA, 2004).

O milho tem grande importância para a economia brasileira, pois junto com a soja representa 80% da produção de grãos do país e somente 20% do milho produzido no Brasil é exportado para outros países. A maior parte é utilizada para a alimentação de suínos e aves produtos estes que são exportados com valor agregado e de grande aceitação no mercado internacional.

Com o desenvolvimento de novas variedades híbridas que respondem melhor à adubação e são mais resistentes a pragas e doenças, o rendimento médio da produção de milho no Brasil, que em 1985 foi de 1.476 kg/ha, atingiu 3.606 kg/ha em 2006, um crescimento de 144,3%, porém ainda é baixa quando comparada com alguns países como Argentina e Estados Unidos que possui

uma média de 5000 Kg/ha e 8000 Kg/há. Em 2006, o milho foi cultivado em mais de 2,0 milhões de estabelecimentos que produziram 42,3 milhões de toneladas em 11,7 milhões de hectares, alcançando R\$ 11,4 bilhões.

Nestes últimos anos observa-se um aumento na população de plantas através da redução no espaçamento entre linhas que foi de 1,20m, nas décadas de 1930 e 1940 e passou a 1,00m na década de 1950, persistindo até a década de 1980, reduzindo para 0,90m e 0,70m década de 1990. Alguns híbridos atuais suportam populações entre 60 e 70 mil plantas por hectare plantados em espaçamentos de até 0,45m entre linhas o que explica o aumento da produtividade por hectare (GALVÃO; MIRANDA, 2004).

A produtividade de uma lavoura de milho depende das condições ambientais do local de plantio, do manejo correto da cultura e do potencial genético da semente utilizada. A escolha correta da semente contribuirá para o sucesso da lavoura. No mercado existem à disposição dos agricultores mais de 400 cultivares de milho desenvolvidas para adaptar ao clima de todas as regiões do país. O agricultor deverá observar as características específicas a cada cultivar, o sistema de produção utilizado e o local de implantação da lavoura. As cultivares apresentam diferenças quanto ao ciclo e quanto ao tipo, resistência a pragas e doenças, à qualidade do colmo e à textura do grão.

A escolha do ciclo de uma cultivar e de extrema importância na hora do agricultor optar por determinada variedade, pois alguns dias a mais podem fazer grande diferença no lucro que ele poderá obter na hora de vender o milho buscando sua melhor cotação no mercado e também disponibilizar a área mais rápido para implantar uma nova cultura.

O agricultor ao optar por uma determinada variedade deverá observar as características específicas de cada cultivar, o sistema de produção utilizado e o local de implantação da lavoura. As cultivares apresentam diferenças quanto ao ciclo e quanto ao tipo, além de diferenças quanto a doenças, à qualidade do colmo e à textura do grão. O ciclo de uma cultivar é determinado pelo número de dias da semeadura ao florescimento e deste à maturação fisiológica ou colheita, quando ele está pronto para ser colhido.

Com relação ao ciclo as variedades de milho disponíveis no mercado brasileiro hoje podem ser classificadas em três tipos:

Superprecoce: Esta variedade necessita de aproximadamente 1400 Graus-dia para completar todo o ciclo que varia entre 110 a 120 dias, representando 25% das cultivares comercializadas no país.

Precoce: Esta variedade necessita de aproximadamente 1500 Graus-dia e um ciclo entre 120 a 130 dias, representando 55 a 65% das cultivares comercializadas país.

Normal: Esta variedade necessita de aproximadamente 1700 Graus-dia e possui um ciclo entre 130 a 140 dias, representando 10 a 15% das cultivares comercializadas no país (AGUIAR; GUISTEM, 2002).

A cultura do milho no Estado de São Paulo é realizada em duas épocas distintas (ou safras) do ano; a primeira safra, ou milho verão, no período de primavera-verão, com plantio em

Setembro-Janeiro (preferencialmente em Outubro-Novembro) e colheita em Janeiro-Maio (com pico em Fevereiro-Março) e a segunda safra, ou milho safrinha, de outono-inverno, com plantio Fevereiro-Abril (preferencialmente em Fevereiro até meados de Março) e colheita em Junho-Agosto (com pico em Agosto, estendendo-se a Setembro (SAWAZAKI et al. 1997).

A colheita do milho deve-se associar como uma das principais etapas do sistema de produção, para que o grão colhido apresente bom padrão de qualidade. O milho está pronto para ser colhido quando ele atinge a sua maturidade fisiológica, este ponto de colheita é evidenciado quando 50% das sementes na espiga apresentam uma pequena mancha preta na inserção da mesma com o sabugo, indicando assim que não está havendo mais translocação entre o sabugo e o grão. O milho pode ser colhido com diferentes umidades, isso depende se a propriedade tem disponibilidade de secagem do produto. Caso não tenha sistema de secagem, é preciso aguardar o milho alcançar a umidade adequada de armazenamento. A umidade ideal para colheita e um armazenamento com segurança é 13% de umidade.

2.1.1 Fenologia

Fenologia é o ramo da ecologia que estuda os fenômenos periódicos dos seres vivos, bem como suas relações com as condições ambientais como a luz, temperatura e umidade. O conhecimento das exigências térmicas, associado ao conhecimento da fenologia da cultura, pode ser utilizado no planejamento da cultura como semeadura, tratos culturais e a época de colheita.

Através da observação dos estágios fenológicos de uma determinada cultivar, consegue-se um maior detalhamento do ciclo da planta, já que muitas vezes o tempo decorrido entre duas fases distintas pode variar bastante. A previsão dos estágios fenológicos é de grande importância, já que auxilia no planejamento da época de semeadura, nos estudos de adaptação de cultivares e possibilita um melhor planejamento para trabalhos que envolvem os tratos culturais e também o melhoramento genético.

O emprego de recomendações e ações de intervenção fundamentadas em estágios fenológicos, como a emergência e a floração, devido a serem momentos críticos no desenvolvimento das culturas durante os quais a ocorrência de baixa disponibilidade hídrica pode ser altamente prejudicial, constitui-se em uma das estratégias básicas relacionadas à obtenção de rendimentos elevados, na lavoura de milho. Desta forma, pode-se contribuir para a consolidação de uma agricultura produtiva e sustentável, representada por sistemas de produção racionais, eficientes e lucrativos (BERGAMASCHI, et al. 2004).

Em regiões de clima subtropical, os fatores ambientais, principalmente as variações na disponibilidade térmica e de radiação solar, exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico do milho. A temperatura do ar é o elemento meteorológico que melhor explica a duração dos períodos de desenvolvimento da cultura, havendo relação sempre linear entre a duração destes e o desenvolvimento da planta (LOZADA; ANGELOCCI, 1999).

2.1.2 Fatores que afetam o crescimento, desenvolvimento e produtividade do milho

Por ser uma planta de origem tropical, o milho exige calor e água, durante o seu ciclo vegetativo, para se desenvolver e produzir satisfatoriamente, proporcionando rendimentos compensadores para o agricultor. Seja qual for o nível de tecnologia aplicado, o período de tempo e as condições climáticas às quais a cultura é submetida constituem-se em um dos principais fatores para maximizar a produção.

2.1.3 Fatores Climáticos

Como atividade produtiva e econômica, a agricultura é a atividade mais influenciada pelas condições climáticas. A produtividade econômica de uma cultura é obtida mediante as condições ambientais favoráveis durante todo o ciclo de desenvolvimento, sendo que para tal, as plantas exigem determinados limites de temperatura do ar nas várias fases do ciclo, disponibilidade de água no solo e período seco no estágio entre a maturidade fisiológica e a colheita.

O conhecimento da temperatura e da radiação solar pode ser útil na determinação dos períodos críticos predominantes em uma determinada região. De posse dessas informações, podem-se reduzir as consequências causadas pelas variações dos elementos climáticos sobre a produtividade das culturas.

Temperaturas inferiores a 10°C e superiores a 42°C afetam negativamente a germinação, sendo que as temperaturas ótimas para desenvolvimento do milho estão entre 25 e 30°C. O rendimento da cultura pode ser reduzido caso ocorram valores de temperatura acima de 35°C durante o período de formação do grão. Quando os grãos são submetidos a altas temperaturas durante a fase de acumulação de massa seca, a taxa efetiva de crescimento do grão é alta, resultando normalmente em grãos mais pesados. Por outro lado, quando a acumulação de massa seca nos grãos ocorre em temperaturas mais amenas, a taxa de crescimento efetiva do grão é menor, resultando em grãos mais leves (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Em geral, baixas temperaturas provocam um alongamento do ciclo da cultura, enquanto que temperaturas elevadas determinam redução na duração do ciclo. Ainda, a temperatura influencia na determinação dos componentes do rendimento, por afetar a duração do tempo cronológico dos estádios de desenvolvimento em que cada um desses componentes é determinado.

Por pertencer ao grupo de plantas com metabolismo C4, que tem por característica um elevado potencial produtivo, o milho está entre as plantas que possuem maior eficiência de uso da radiação solar. Isso se deve à arquitetura da planta, e também à anatomia foliar da planta, por apresentar folhas com área menor entre as nervuras, com lamela suberizada, o que previne a perda de CO₂ para o meio, desde que não haja déficit hídrico. Essa condição permite a máxima fotossíntese possível, porém aumenta a necessidade hídrica da cultura, já que o elevado fluxo energético incidente também eleva a evapotranspiração (BERGAMASCHI, et al. 2004).

A maior sensibilidade à variação de radiação ocorre no início da fase produtiva, ou seja, nos primeiros 15 dias após o pendoamento, densidade dos grãos. Uma redução de 30 a 40% da intensidade luminosa ocasiona atraso na maturação dos grãos, principalmente em cultivares

tardias, que mostram-se mais carentes de luz. A maior sensibilidade à variação de luz ocorre no início da fase reprodutiva. O aproveitamento efetivo de luz pelo milho depende muito da estrutura da planta, principalmente da distribuição espacial das folhas. É importante que se tenha uma distribuição espacial das plantas na área de modo que o número de plantas não exceda a 65.000 por hectare (EMBRAPA, 1996).

O milho, por razões principalmente econômicas, é plantado na maioria das áreas, no período chuvoso, ou seja, é uma cultura típica de sequeiro. Portanto, conhecer o número de dias secos consecutivos é de muita importância na determinação da época de plantio.

O plantio de milho na época adequada, embora não tenha nenhum efeito no custo de produção, seguramente afeta o rendimento e, conseqüentemente o lucro do agricultor. Para a tomada de decisão quanto à época de plantio, é importante conhecer os fatores de riscos, que tendem a ser minimizados, quanto mais eficiente for o planejamento das atividades relacionadas à produção. O agricultor tem que estar consciente de que a chance de seu sucesso deve-se a seu planejamento, e que este depende de vários elementos, dentre eles os riscos climáticos a que está sujeito.

2.1.4 Importância Econômica e Social

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Apesar de ser uma ótima fonte de carboidratos e energia, o consumo deste cereal na alimentação humana ainda é pequeno, porém em algumas situações o milho constitui a única fonte diária de energia para muitas pessoas na região do semi-árido situado na região nordeste do Brasil e também responsável pela permanência de 80% das famílias na zona rural. Associando o consumo humano ao consumo animal, além de se verificar também o crescimento do uso de milho em aplicações industriais, pode-se observar o aumento de sua importância no contexto da produção de cereais na esfera mundial tornando-se o cereal mais produzido no mundo. O Brasil tem se destacado como terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. No Brasil, o milho é cultivado em mais de 2,0 milhões de propriedades e para se ter uma idéia, segundo os dados do censo agropecuário 90% dos produtores de milho são responsáveis por 30% da produção, usando 45% da área destinada ao cultivo desse cereal no país. Por outro lado, 2,4% dos produtores cultivam 43% da área e produzem 60% do milho colhido no Brasil (IBGE, 2006).

A importância econômica do milho também está relacionada ao aspecto social, pois como se viu anteriormente, grande parte dos produtores não tem acesso a tecnologias modernas, não possui grandes extensões de terras, como é o caso da agricultura familiar que tem o milho como sua principal fonte de renda e dependem dessa cultura para viver. Isto pode ser constatado pela quantidade de produtores que consomem o milho na propriedade. Segundo os dados, aproximadamente 59% dos estabelecimentos que produzem milho consomem a produção na

propriedade (IBGE, 2006).

O milho é uma das principais culturas praticadas pela agricultura familiar, sendo que o segmento da agricultura familiar representa 77% de toda mão-de-obra do campo e 40% do valor bruto de toda a produção agrícola nacional. É importante não esquecer que esse seguimento utiliza apenas 25% da área cultivada do País. Portanto, a agricultura familiar pode ser considerada uma forma de obtenção do desenvolvimento sustentável que ocupa mão-de-obra e gera renda (MDA2010).

No entanto, a agricultura familiar é um segmento do agronegócio que tem apresentado grande necessidade de apoio devido a sua dificuldade em responder às novas exigências de quantidade e qualidade do produto agrícola no mercado.

Na última década, período em que o milho apresentou maior crescimento, a cultura teve grandes incrementos de produtividade (47,7%), bem superior à soja (11,5%). O aumento da produtividade, juntamente com o aumento de 12,2% na área colhida, proporcionou um crescimento de 65,7% na produção nacional de milho.

A produção de milho prevista para a safra 2011/12 é de 72 milhões de toneladas, número maior que os 66,37 milhões de toneladas de soja colhidas no período. O volume de milho - safra de verão mais segunda safra - vai representar 43,8% da safra total de grãos no Brasil.

2.2 Método de Graus-dia

As relações entre os elementos climáticos e a produção agrícola são bastante complexas, pois os fatores do ambiente podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas sob diferentes formas nas diversas fases do ciclo da cultura. Para melhor entendimento dessas interações, têm-se desenvolvido modelos que procuram caracterizar os efeitos das variações climáticas sobre o desenvolvimento e produção vegetal.

O conceito de Graus-dia ou soma térmica é definido como o acúmulo diário de energia que se situa acima da condição mínima e abaixo da máxima exigida pela planta completar determinada fase fenológica ou mesmo todo o seu ciclo total de desenvolvimento (OMETTO, 1981).

A disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. Logo, em regiões ou mesmo épocas mais quentes, há maior precocidade no desenvolvimento das plantas.

No desenvolvimento do milho, a duração do ciclo em dias é inconsistente, devido ao fato da duração dos estágios de desenvolvimento da planta estarem associados às variações das condições ambientais, e não ao número de dias.

O método de Graus-dia nada mais é do que uma contagem, não de dias como no calendário comum, mas de unidades térmicas acima da temperatura-base ocorridas em um dia.

Supondo uma temperatura-base de 10 °C para o milho, por exemplo, em um dia de sol com temperatura média de 25 °C, a planta teria acumulado 15 Graus-dia. Em um dia mais frio, com temperatura média de 18 °C, a planta teria acumulado apenas 8 Graus-dia. Diante disso, fica evidente a diferença para o crescimento da planta diante de um dia mais ou menos quente.

As plantas se desenvolvem a medida que se acumulam unidades térmicas acima de uma temperatura base, ao passo que abaixo dessa temperatura o crescimento cessa. Através do acúmulo térmico, também conhecido como Graus-dia ou soma térmica, têm-se obtido ótimas correlações com a duração do ciclo da cultura, ou com os estádios do desenvolvimento fenológico de uma dada cultivar. O conhecimento das exigências térmicas, associado ao conhecimento da fenologia da cultura, pode ser utilizado no planejamento da utilização de insumos, definição da época de semeadura e época de colheita (BERGAMASCHI, et al. 2004).

O uso da temperatura do ar, por meio de acúmulo térmico, para determinar as fases fenológicas para a cultura do milho vem sendo extensivamente utilizado nestes últimos anos em trabalhos realizados no Brasil e no mundo.

Segundo Lozada e Anelocci (1999, p.37):

A disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. Logo, em regiões ou mesmo épocas mais quentes, há maior precocidade no desenvolvimento das plantas. Em regiões de clima subtropical, os fatores ambientais, principalmente as variações na disponibilidade térmica e de radiação solar, exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico do milho. A temperatura do ar é o elemento meteorológico que melhor explica a duração dos períodos de desenvolvimento da cultura, havendo relação sempre linear entre a duração destes e o desenvolvimento da planta.

Os primeiros autores a descreverem as unidades térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura do milho foram GILMORE; ROGERS, 1958. A partir desta data foram desenvolvidos numerosos métodos para calcular as unidades térmicas como ARNOLD, 1959, CROSS; ZUBER, 1972; CUTFORTH; SHAYKEWICH, 1989; BONHMME et al. 1994.

É importante ressaltar que o método de Graus-dia não é utilizado somente para a cultura do milho, diversos trabalhos utilizando o método de Graus-dia estão sendo realizados para avaliar a influência da temperatura sobre a cultura da cana de açúcar. Entre as inúmeras medidas de manejo, que podem permitir ganhos reais de produtividade da lavoura, a época de colheita tem merecido atenção especial dos produtores de cana, pois o aumento da produtividade, no setor sucroalcooleiro, é conseguido com a introdução de novas variedades de cana-de-açúcar e com manejo correto da cultura, buscando a época de colheita em que a produtividade agroindustrial encontra-se maximizada.

No sul do país o método de Graus-dia tem tornado muito importante para os produtores de frutas, principalmente produtores de uva que tem utilizado o método para planejar a época de colheita e também fazer o dimensionamento da colheita de modo que não venha sobre carregar a mão de obra da região. Em Botucatu-SP foi realizado entre os anos de 2002 a 2006 um trabalho com a figueira Roxo de Valinhos para avaliar a influência da temperatura nas figueiras podadas

em Julho, Agosto, Setembro e Outubro e a duração do período compreendido entre a poda e o início da colheita e avaliar também em qual mês a produtividade foi melhor.

Além da cultura do milho e da cana de açúcar o método de Graus-dia tem se mostrado uma ferramenta importante para previsão do plantio e tratos culturais para diversas culturas como: arroz, feijão, café, tomate, soja trigo, frutas como uva melão, hortaliças e até para a seringueira da Amazônia no Brasil e no mundo. A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), junto com o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), tem desenvolvido vários trabalhos no Brasil com diversas culturas utilizando o método de Graus-dia nos últimos anos.

2.2.1 Temperatura e o Desenvolvimento Vegetativo

A temperatura apresenta-se como o elemento climático mais importante para prever o desenvolvimento das fases fenológicas para cultura do milho, desde que não haja deficiência hídrica (BERGAMASCHI, et al. 2004).

Para o desenvolvimento das plantas existem vários fatores que aceleram ou retardam os processos biológicos. Dentre estes fatores, podem ser citados os componentes do solo, disponibilidade hídrica, foto período, radiação e temperatura. No entanto a temperatura serve também como um catalisador para os processos fisiológicos, a radiação age na fotossíntese. Como a temperatura é uma consequência da radiação pode-se dizer que conhecendo o seu comportamento, o desenvolvimento vegetativo pode ser estimado.

Para as plantas, o aumento da temperatura, até uma dada temperatura base superior, é diretamente proporcional à atividade fotossintética. As reações catalisadas enzimaticamente podem ser aceleradas, resultando na perda da atividade das enzimas, fator este associado à tolerância das plantas ao calor (BIETO; TALON, 1996).

A disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. Logo, em regiões ou mesmo épocas mais quentes, há maior precocidade no desenvolvimento das plantas. A temperatura influencia vários processos do crescimento e desenvolvimento da planta como, crescimento das raízes, absorção de nutrientes e de água, fotossíntese, respiração.

2.2.2 Temperatura Base

A temperatura base é aquela que delimita a mínima e a máxima propícia para a planta, ou seja, é a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento vegetal. O desenvolvimento das plantas é muito reduzido ou até mesmo nulo fora destes extremos, mesmo tendo condições favoráveis de radiação solar, entre os limites existe uma temperatura ótima na qual o desenvolvimento das plantas é máximo, porém as faixas de temperaturas assim como a temperatura ótima variam de espécie para espécie.

Segundo Ometto (1981 p. 407):

Cada espécie vegetal ou variedade possui uma temperatura base superior (TB) e uma temperatura base inferior (tb), que pode variar em função da idade ou da fase fenológica da planta, com base nesse princípio ficam explicadas as diferentes variações durante o ciclo da cultura em localidades com regimes de temperatura diferentes. Nesse sentido, a temperatura pode ser considerada o fator principal de controle do desenvolvimento das plantas e de grande influência na sua distribuição geográfica. Essas duas basais (TB, Tb) condicionam o intervalo energético do meio ambiente mais propício ao crescimento e desenvolvimento da planta em estudo.

O conhecimento da temperatura-base possibilita ao agricultor prever a viabilidade do cultivo de uma cultura em uma determinada região através de um calendário térmico para essa mesma cultura. Isso se aproxima muito mais daquilo que realmente ocorre no campo do que a simples contagem dos dias, como é usualmente feito. As plantas têm um desenvolvimento maior em dias mais quentes, por isso conhecer o clima da região é de extrema importância para se ter sucesso com a cultura.

Todos os Processos fisiológicos dos seres vivos ocorrem entre certos limites térmicos no ambiente em que eles se desenvolvem. No entanto desenvolvimento fisiológico é um processo muito complexo e impede que esta temperatura seja determinada com exatidão; além disso, podem existir diferenças entre as temperaturas bases fisiológicas e as determinadas por estes métodos estatísticos (LOZADA; ANGELOCCI, 1999).

É comum adotar uma única temperatura base para todo o ciclo da planta por ser mais fácil a sua aplicação, porém há diversos trabalhos em que foram utilizadas duas temperaturas base uma para cada fase fenológica da planta. Para o presente trabalho a temperatura base utilizada para o cálculo de graus-dia foi de 10°C para todo o ciclo da cultura, devido ser um dos valores de temperatura mais frequentemente encontrados em estudos desenvolvidos em varias regiões do país e também no Estado de São Paulo segundo (BARBANO et al. 2001; FANCELLI; DOURADO NETO, 2003; GADIOLI et al. 2000).

2.2.3 Fotoperíodo

Fotoperíodo, ou duração efetiva do dia, é o intervalo de tempo entre o nascimento e o por do sol, exceto sobre a linha do equador, onde a duração dos dias é sempre constante durante todo o ano. O fotoperíodo depende da latitude do local e da declinação do sol.

O milho é considerado uma planta de dias curtos e apresenta resposta ao fotoperíodo quando cultivado em latitudes superiores a 33°.

É por esse motivo que, no Brasil, o milho apresenta comportamento fotoneutro, pois a variação na duração da fase vegetativa é resultante da soma térmica, e não do número de horas de luz à que a planta estiver submetida. Um aumento do fotoperíodo faz com que a duração da etapa vegetativa aumente e proporcione também um incremento no número de folhas emergidas durante a diferenciação do pendão e do número total de folhas produzidas pela planta FANCELLI; DOURADO NETO, 2003).

Devido aos efeitos do fotoperíodo e da elevação do sol, a quantidade de energia que chega ao topo da atmosfera na região tropical não varia muito durante o ano.

2.2.4 O Uso do Método de Graus-dia Para o Gerenciamento de Risco de Pragas

A inserção brasileira na economia mundial globalizada iniciada na década de 90, aumentou significativamente o fluxo de bens e serviços entre o Brasil e os demais países, inclusive produtos de origem vegetal. Neste contexto, ocorreu também o aumento do risco de introdução de pragas exóticas de considerável interesse econômico para a agricultura do País.

O conhecimento das exigências térmicas, desde a emergência ao ponto de maturidade fisiológica, é fundamental para a previsão da duração do ciclo da cultura em função do ambiente. Essas informações, associadas ao conhecimento da fenologia da cultura, podem ser utilizadas no planejamento para definição da época de semeadura, da utilização de insumos fertilizantes, inseticidas, fungicidas, herbicidas e principalmente, da época de colheita.

Sendo assim o método de graus-dia pode ser usado também no controle de pragas que atacam a cultura do milho como: Percevejo-Castanho (*Scaptocoris castanea*), Larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*), Bicho-bolo ou coró (*Diloboderus abderus*, *Phyllophaga* ssp, *Cyclocephala* ssp.), Broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), Pulgão-do-milho: *Rhopalosiphum maidis*, Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), Percevejo: *Leptoglossus zonatus* e a Lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), principalmente as pragas que atacam a cultura no início de seu desenvolvimento causando sérios prejuízos para o agricultor.

O crescimento de um organismo depende de diversos fatores, porém dois fatores mais impactantes deste processo são o tempo e a temperatura. Os seres humanos, assim como outros mamíferos, mantêm a temperatura corporal constante e, assim, a importância da temperatura não é tão aparente. Em contraste, a maioria das plantas e insetos, entre outros organismos, não conseguem manter temperatura corporal constante, ou seja, a temperatura corporal de um inseto, por exemplo, irá variar de acordo com a temperatura do ambiente (IOWA, 1987).

Então através do uso do método de Graus-dia o produtor rural pode estimar o crescimento de tais organismos através de um monitoramento e fazer a aplicação de defensivo no tempo certo, em que a praga irá atacar sua cultura, evitando com isto o uso excessivo de defensivos agrícolas e também um menor custo para o produtor, tornando seu produto mais competitivo no mercado.

É importante também ressaltar que o método de Graus-dia não é um modelo universal para insetos e pragas, isto é, existem insetos e pragas para os quais a temperatura não é um fator determinante para seu desenvolvimento.

2.2.5 Aquecimento diurno

Quando o Sol nasce pela manhã, aquece o solo, que por sua vez aquece o ar em contato com ele por condução. Contudo, o ar é um mau condutor de calor, e este processo só ocorre até poucos centímetros da superfície. Enquanto o Sol ascende, o ar em contato com o solo se torna ainda mais quente, e, em um dia calmo, há uma diferença substancial de temperatura imediatamente acima do solo. Próximo à superfície começa a haver convecção, e bolhas de ar ascendente ajudam a redistribuir o calor. Com tempo calmo, isto não mistura o ar efetivamente.

Logo, grandes diferenças de temperatura na vertical podem ocorrer. Em dias com vento, entretanto, vórtices turbulentos são capazes de misturar o ar quente da superfície com o ar mais frio acima. Esta forma de mistura mecânica, às vezes referida como convecção forçada, ajuda a transferir o calor em excesso da superfície com maior eficiência. Portanto, a diferença de temperatura entre o ar próximo à superfície e o ar imediatamente acima não é tão grande em dias com vento quanto em dias calmos.

Podemos agora ver porque a parte mais quente do dia é na parte da tarde. Próximo do meio-dia, os raios solares são mais intensos. Contudo, apesar da radiação solar incidente diminuir após o meio-dia, esta ainda excede a radiação de onda longa emitida pela superfície terrestre por algum tempo. Isto leva a um balanço positivo de energia de 2 a 4 horas a mais além do meio-dia e substancialmente contribui para um atraso entre a hora do aquecimento máximo solar e a hora da temperatura máxima no abrigo meteorológico. A hora exata da temperatura máxima varia. Onde o céu no verão permanece claro toda a tarde, a máxima ocorrerá entre 15:00 e 17:00. Onde há nebulosidade ou névoa seca, ocorrerá uma a duas horas antes. Se a nebulosidade persiste ao longo do dia, as temperaturas diurnas são normalmente menores, pois as nuvens refletem grande parte da radiação solar incidente (AHRENS, 1993).

2.2.6 Resfriamento Noturno

Quando o Sol descende, sua energia se espalha sobre uma área maior, o que reduz o calor disponível para aquecer o solo. Em certo horário no fim da tarde ou princípio da noite, a superfície terrestre e o ar acima passam a perder mais energia do que recebem, logo eles passam a se resfriar. Ambos a superfície e o ar acima se resfriam irradiando energia infravermelha, um processo chamado de resfriamento radiativo. O solo, que tem uma emissividade bem maior que o ar, se resfria mais rapidamente. Conseqüentemente, logo após o pôr do Sol, a superfície terrestre está um pouco mais fria que o ar diretamente acima. Este passa a transferir energia por condução para a superfície, que por sua vez irradia para o espaço.

Ao longo da noite, o solo e o ar em contato continuam a se resfriar mais rapidamente que o ar um a dois metros acima. O ar mais quente acima transfere algum calor para baixo, um processo que é lento devido à baixa condutividade térmica do ar. Por isso, no final da noite e início da manhã, o ar mais frio está próximo ao solo, com ar um pouco mais quente acima. Este aumento da temperatura do ar pouco acima do solo é conhecido como inversão radiativa pois se forma principalmente por resfriamento radiativo da superfície. Como inversões radiativas ocorrem na maioria das noites claras, também são chamadas de inversões noturnas (AHRENS, 1993).

2.2.7 Radiação Solar

Para a agricultura, sua principal função é dada pelas transformações bioquímicas nos vegetais, proporcionadas pelo número de horas de incidência de brilho solar nas culturas trabalhadas, além de determinar a época de floração e frutificação. Pode ser dito que a agricultura é uma consequência da energia solar, a qual é possível com o suprimento adequado de água e

nutriente. O conhecimento do regime e a distribuição da energia solar durante o período de crescimento da cultura ou qualquer outro período durante o ano é de importância relevante para o planejamento agrícola. A energia do sol é importante para as plantas, pois através dela, é realizado o processo da fotossíntese. A fotossíntese é a propriedade que as plantas verdes têm de aproveitar a energia solar, através da Clorofila, para sintetizar seu próprio alimento. A Clorofila são pigmentos contidos em pequenos “envelopes” chamados de Cloroplastos, localizados nas células vegetais, por meio deles se processa a absorção da energia da luz solar necessária a realização da Fotossíntese.

A radiação solar é um dos parâmetros de extrema importância para a planta de milho, sem a qual o processo fotossintético é inibido e a planta é impedida de expressar o seu máximo potencial produtivo.

Toda energia radiante do sol recebida é acumulada e usada pelas plantas nas diferentes fases dos seus ciclos fisiológicos. Não só a qualidade espectral, mas também a sua intensidade desempenha papel fundamental no desenvolvimento morfológico das plantas. Do total de radiação que chega a superfície, parte é imediatamente refletida, parte é transmitida e outra é absorvida pelas plantas de forma diferenciada. Tais interações podem ocorrer simultaneamente, no entanto, as proporções de energia refletida, absorvida e transmitida irão variar com os diferentes tipos de solo e coberturas.

A radiação absorvida é um dos principais componentes responsáveis pelo aquecimento da planta, juntamente com a radiação térmica do solo e da atmosfera. A interceptação do crescimento da planta em termos de radiação solar interceptada ou absorvida, e a eficiência com que esta energia é utilizada na produção de matéria seca, têm recebido muita atenção na literatura, pois, do total de energia solar absorvida pelas folhas, somente uma fração, em torno de 20%, é convertida em energia química nas moléculas de açúcar, dando à fotossíntese uma eficiência teórica de 4%, a qual pode ser ainda menor quando o teor de dióxido de carbono ao redor da folha sofre redução (CARON et al. 2003).

A modelagem do crescimento e produtividade das plantas é de grande importância para estudos das respostas das culturas às alterações climáticas bem como a estimativa de rendimento potencial das culturas. A radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFAI) é um parâmetro indispensável nos modelos que visam quantificar a produção de biomassa e a eficiência fotossintética das plantas.

2.2.8 Relevo

O relevo exerce influência sobre a temperatura e sobre os riscos de geada, sendo que os riscos são maiores nas áreas mais elevadas do Sul e a região é susceptível, no inverno e em praticamente todos os anos há riscos elevados de geada. As áreas de menor altitude do Norte apresentam menor ocorrência de geadas, apresentando menos de uma a cada dez anos, na média, o que torna a região apta

para a cultura do milho.

A variação da temperatura do ar também sofre interferência de outros fatores como a latitude, a longitude, altitude, a proximidade dos oceanos. O relevo do local em estudo causa grandes interferências no comportamento da temperatura.

A latitude acarreta variações na temperatura ao longo do ano, por exemplo, em latitudes maiores, existe uma diferença maior entre a amplitude de variação da temperatura no Inverno e no Verão, como consequência do foto período (quantidade de horas de exposição ao sol ao longo do dia) e da quantidade de radiação que incide nestas latitudes. Se tiver o solo em uma inclinação igual ou próxima da latitude com a superfície voltada para o norte, tem-se um aumento da quantidade de radiação e conseqüentemente um aumento na temperatura. As condições físicas ou geográficas que condicionam o clima interagindo nas condições atmosféricas. Cada região tem seu próprio clima, isto porque os fatores climáticos modificam os elementos do clima (TURCO et al. 1997).

A localização de uma região, dentro de uma das grandes faixas latitudinais da terra, implica a posse de algumas características peculiares a elas. O fator latitude, tradicionalmente enfatizado como um dos mais importantes resume essas influências sazonais: da latitude depende a duração teórica da insolação e suas variações diárias e sazonais, assim como a intensidade da radiação solar recebida, por outro lado, a posição latitudinal da região em relação aos grandes anéis da circulação geral condicionara os tipos de massa de ar e as frentes que controlarão seu clima. Dentro de cada faixa zonal é possível reconhecer, entretanto certa variedade de tipos climáticos que, apesar de exibirem algumas características comuns, apresentam feições próprias, derivadas da influência exercida por outros fatores geográficos, regionais ou locais. A altitude e o relevo, a natureza da superfície, a cobertura vegetal, e a continentalidade- maritimidade são os principais. Os fatores geográficos que controlam o clima são:

Latitude: refere-se à distância de um determinado ponto na Terra ao Equador, sendo que quanto mais distante menor a temperatura, devido à menor incidência de luz solar;

Altitude: altura em referência ao nível do mar. Quanto maior a altitude, menor a temperatura. Isso ocorre devido a uma menor concentração de gases e de umidade, o que leva a uma menor retenção de calor pela absorção dos gases na atmosfera. O aumento da altitude provoca uma rarefação do ar atmosférico e uma redução contínua da pressão, da temperatura e da capacidade higrométrica do ar.

Massas de ar: são grandes blocos de ar que se deslocam pela superfície terrestre. Podem ser polares, tropicais ou equatoriais, apresentando características particulares da região em que se originaram, como temperatura, pressão e umidade.

Continentalidade: A extensão dos continentes é um fator climático. A relação entre o volume de terras e a proximidade de grandes quantidades de água exerce influência na temperatura. Isso

porque a água demora a se aquecer, enquanto os continentes se aquecem rapidamente. Correntes Marítimas: são as massas de água que circulam pelo oceano. Tem suas próprias condições de temperatura e pressão e exercem grande influência no clima. **Relevo:** a topografia pode facilitar ou dificultar a circulação das massas de ar, influenciando na temperatura, terrenos com face voltada para o sul são menos expostos à radiação solar durante o inverno no hemisfério sul. Nas regiões acidentadas há ainda a considerar a questão exposição aos raios solares e aos ventos dominantes. As encostas voltadas para o equador dispõem sempre de mais luz e calor, especialmente nas médias e altas latitudes, onde os raios solares são mais inclinados. Em relação aos ventos, se o relevo exercer uma ação de barreira, opondo-se aos seus trajetos, provocará uma forte dissimetria climática entre a vertente mais exposta e a abrigada.

Vegetação: Uma superfície arenosa despida de vegetação reflete quase toda a radiação solar recebida. À medida que a cobertura vegetal se torna mais densa, cresce a capacidade de absorção das radiações solares, mas também cresce a parcela de energia consumida pelas reações biológicas e pela evaporação. Assim as zonas florestais terão sempre temperaturas menores que as regiões desprovidas de um manto vegetal denso. De maneira geral as superfícies sólidas dos continentes não permitem a penetração profunda do calor, concentrando-o superficialmente nos períodos de insolação intensa, superaquecendo a base da atmosfera. Inversamente, à noite e no Inverno, dissipam rapidamente o calor, resfriando as baixas camadas.

2.2.9 Dormência

A dormência é um fenômeno biológico que ocorre em sementes, tubérculos, bulbos e gemas, principalmente de fruteiras de clima temperado. Durante o período de dormência, quando as condições não são favoráveis ao crescimento, esta ainda apresenta atividades fisiológicas, embora em níveis mínimos. Durante esse período, reações bioquímicas ocorrem no interior da planta que são essenciais para iniciar um novo ciclo de crescimento.

A dormência é um processo que distribui a germinação no tempo, como resultado da estratégia evolutiva das espécies, para garantir que algumas encontrem condições ambientais favoráveis para desenvolver plantas adultas. As sementes de cerca de um terço das espécies germinam imediatamente em condições favoráveis, mas as demais apresentam algum grau de dormência. Sob condições naturais, o efeito do frio é muito importante na delimitação das áreas propícias para o plantio de videira, pois é uma característica varietal que influencia fortemente na quebra de dormência. Todavia, em função da tecnologia atualmente disponível, este fator torna-se menos importante, pois o uso de produtos para quebra de dormência é hoje largamente utilizado no Estado de Santa Catarina (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

A temperatura pode afetar as reações bioquímicas que determinam todo o processo germinativo. A germinação de cada espécie depende da temperatura e ocorre dentro de limites

definidos (mínimo, ótimo e máximo), que caracterizam sua distribuição geográfica. Há espécies que respondem bem tanto à temperatura constante como à alternada. A alternância de temperatura corresponde, provavelmente, à uma adaptação às flutuações naturais do ambiente. A temperatura ótima de germinação de espécies tropicais encontra-se entre 15° C e 30°C, a máxima entre 35° C e 40° C e a mínima pode chegar 0° C.

A velocidade de germinação e uniformidade de emergência diminuem com temperaturas abaixo da ótima e temperaturas acima da ótima aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar.

Assim a dormência é importante para cumprir uma espécie de relógio biológico que abrangem um ciclo de uma determinada cultura que a instrui sobre quando menor a atividade de tecidos vivos e limitador de atividade da vida com um mínimo de nutrientes extraídos do solo. Para a cultura do milho a dormência não tem muita importância por se tratar de uma cultura de ciclo curto.

2.2.10 Geadas

A geada é o condensamento do orvalho que ocorre quando a temperatura cai abaixo de zero formando uma camada de gelo branca sobre a superfície das plantas conhecido como geada branca. Mas pode ocorrer também quando não há orvalho devido à baixa umidade relativa do ar e a temperatura cai abaixo de zero causando o congelamento da parte interior das plantas chamada de geada negra, sendo que este tipo de geada é extremamente danoso para os organismos vegetais.

Segundo Ometto (1981, p.340):

Toda vez que a condição energética do meio ambiente alcança valores suficientemente baixos, os quais poderiam vir provocar alterações no metabolismo vegetal resultando em danos fisiológicos nas plantas, ocorre o fenômeno da geada. A geada é a solidificação do orvalho sobre as partes aéreas das plantas, ou outros objetos, porém tornou-se frequente o uso do termo geada para baixas temperaturas que prejudicam o desenvolvimento da planta não necessariamente até atingir o ponto de solidificação da água.

A geada causa a quebra de produção, ou até mesmo perda total da produção acarretando grandes prejuízos para o agricultor que às vezes por falta de informação acaba perdendo todo o investimento feito.

As baixas temperaturas são o principal fator limitante da produtividade e da distribuição geográfica das espécies, incluindo muitas das importantes culturas agrícolas. As temperaturas baixas (0-12°C) que são comuns em regiões de clima temperado podem comprometer substancialmente a produtividade. Muitas espécies cultivadas em climas temperados (exemplo, milho, tomates, pepinos e manga) são provenientes de clima subtropical ou tropical. Estas espécies têm aparentemente a falta de informações genéticas para ser ou tornar-se tolerantes a geadas ou às baixas temperaturas (ALLEN; ORT, 2001).

Segundo Ometto (1981, p.343):

Conhecer a temperatura e seu comportamento ao longo do ano pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao período de plantio, evitando desta forma os períodos críticos onde

a possibilidade de geada é maior e desta forma evitar perdas de produção ocasionadas por geadas. O efeito das geadas é devastador para várias culturas, particularmente para a cultura do milho dependendo do estágio fenológico de desenvolvimento da cultura. Portanto o monitoramento da temperatura mínima do ar através de abrigo meteorológico é importante no levantamento de geadas, considerando-se 2°C como o limite abaixo do qual se iniciam os prejuízos.

Em todas as regiões do Estado de São Paulo, a temperatura do ar pode se reduzir a ponto de ocorrer geada, no entanto, as variações geográficas do terreno, com altitudes muito variáveis, colaboram para que a probabilidade de ocorrência de geada seja diferente entre um lugar e outro, tendo em vista que a altitude influencia no comportamento dos fenômenos climáticos, principalmente a temperatura. É interessante ressaltar que o clima se constitui de fenômenos repetitivos, estes mudam substancialmente de intensidade de um ano para outro. Algumas regiões que são atingidas por geadas em um ano podem não ser atingidas em outro, constituindo risco constante aos agricultores.

2.3 Cotação

Uma vez que os preços dos produtos agrícolas apresentam comportamento cíclico nas diferentes estações do ano, ou seja, no período de safra, onde a produção é alta o preço é relativamente baixo, já em período de entre safra quando a produção tem um declínio o preço é consideravelmente alto, o produtor precisa saber agir perante essa instabilidade do mercado prevendo preços de produtos para as diferentes épocas do ano para maximizar o retorno econômico do seu sistema de produção.

Assim, é de suma importância o conhecimento da variação estacional dos preços correntes ou reais dos produtos agropecuários como base para orientação na escolha do que e quando produzir de forma a minimizar riscos. Em geral os preços dos produtos agrícolas devido à estacionalidade da produção, sofrem uma variabilidade muito maior do que os preços dos produtos industriais.

As variações nos preços dos produtos agropecuários têm diferentes causas, conforme a duração do período considerado. Variações no longo prazo são determinadas por desvalorização da moeda, crescimento da população, urbanização, desenvolvimento tecnológico, variações na renda per capita, na distribuição da renda, nos gastos e costumes. E as variações no curto prazo podem ser causadas pela estacionalidade da produção por perdas da safra devidas a problemas climáticos ou à incidência de pragas ou doenças (HOFFMANN, 1991).

2.3.1 Cotação do Milho

Uma vez que o preço do milho apresenta comportamento cíclico nas diferentes estações do ano; ou seja, no período de safra, onde a produção é alta o preço é relativamente baixo, já em período de entre safra quando a produção tem um declínio o preço é consideravelmente alto; o produtor precisa saber agir perante essa instabilidade do mercado prevendo preços de produtos para as diferentes épocas do ano para maximizar o retorno econômico do seu sistema de produção.

Assim, é de suma importância o conhecimento da variação estacional dos preços correntes ou reais dos produtos agropecuários como base para orientação na escolha do que e quando produzir de forma a minimizar riscos. As séries dessazonalizadas e os índices de variação estacional dos produtos agropecuários são informações relevantes para a tomada de decisão dos produtores do setor rural. Cabe salientar que este tipo de análise é de extrema importância para os agentes que atuam no setor do agronegócio em suas respectivas cadeias produtivas.

Em função do grau de instabilidade de preços e de quantidades, a análise de sazonalidade se torna um instrumento essencial para a tomada de decisão, dada a possibilidade de se fazer previsões de curto prazo sobre o comportamento dos preços e dos produtos. Esta relação de estudos e análises apresenta aos agentes econômicos, o período de maior e menor variação dos preços, permitindo que sejam feitos ajustamento do lado da oferta e da demanda para cada produto analisado. Ademais, podem servir de ferramenta para orientar as políticas de formação de estoques reguladores e estabelecer aporte de recursos destinados ao plantio, colheita, beneficiamento e comercialização da produção (MENDES; PADILHA, 2007).

2.3.2 Deflacionamento de Preços

Deflacionamento é a correção que fazemos para comparar-mos o preço de um determinado produto ao longo de um período de tempo, quando temos o preço nominal e queremos saber seu preço real, para isto devemos descontar a inflação acumulada durante o período para isto é que temos que deflacionar os preços.

Segundo Mendes e Padilha (2007, p. 255):

Devido à constante desvalorização da moeda nacional em períodos de inflação, torna-se necessário corrigir os preços em relação a um dado período, isto é determinar os preços reais ou em moeda de valor corrente a fim de analisar as variações ocorridas com os preços dos diversos produtos agropecuários ao longo do tempo. De modo geral, os valores reais (sem inflação) são obtidos deflacionando-se os valores nominais (com inflação) em questão por meio de um índice geral de preços ou de outro índice qualquer de inflação acumulada. Para o agronegócio, o ideal seria a utilização de um índice de preços que refletisse a inflação do setor. O IGP-DI não é o índice de inflação mais indicado para refletir o comportamento dos preços do setor agropecuários, mas, por ter sido por muitos anos convencionalmente adotados como medida da inflação brasileira adquiriu especial importância e teve o seu uso difundido em análises econômicas.

Devido a esta característica o IGP-DI será o índice utilizado para ilustrar o processo de deflacionamento de preços do presente trabalho.

2.4 Zoneamento Agrícola

Quando se trabalha com o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos, o objetivo principal, através de uma análise mais criteriosa, é a redução dos riscos associados aos fatores climáticos.

O zoneamento agrícola visa viabilizar soluções tecnológicas para um agronegócio competitivo, na medida em que seu foco central é de procurar reduzir os riscos climáticos na

agricultura brasileira e orientar o crédito e o seguro agrícola para tomada de decisão referente ao calendário de plantio. Em outras palavras, decidir o que plantar, quando plantar e onde plantar, com menor risco de perda, em função das adversidades climáticas, de ordem local e regional. Para que o zoneamento agrícola seja definido adequadamente, devem-se levar em consideração as exigências climáticas das culturas, bem como avaliar a fenologia de cada espécie. É de fundamental importância estabelecer a relação de causa e efeito entre disponibilidade climática e cultura.

Para a tomada de decisão na hora de se implantar uma determinada cultura, é importante conhecer os fatores de riscos que tendem a ser minimizados, pois quanto mais eficiente for o planejamento das atividades relacionadas à produção, maior será o lucro. O agricultor tem que estar consciente de que a chance de seu sucesso deve-se a seu planejamento, e que este depende de vários elementos, dentre eles os riscos climáticos a que está sujeito. Daí a importância de conhecer a época de plantio analisando todo o ciclo da cultura, procurando prever as condições ambientais em todas as suas fases fenológicas. A grande dificuldade que se encontra é com respeito às variações ambientais não previsíveis.

Em 1997 teve início o programa de zoneamento agrícola do ministério da agricultura e do abastecimento com objetivo apoiar a política agrícola e o desenvolvimento rural através do PROAGRO, porém este programa não teve êxito devido ao fato de não levarem em consideração dimensão continental e as variações climáticas diversas de nosso país.

Segundo Batalha (2009, p.355):

Um dos problemas que tradicionalmente afetou o manejo da política agrícola brasileira foi à ausência de um zoneamento agroecológico que orientasse a alocação de recursos segundo o potencial produtivo de cada área. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, a adoção de políticas comuns a todas as regiões, sem levar em conta as profundas diferenças de natureza agroecológica e socioeconômica que caracterizam o país, foi causa de distorções e desperdício significativos de recursos.

O zoneamento agrícola é um artifício utilizado para delimitar regiões mais indicadas para uma determinada cultura, a fim de obter-se uma maior rentabilidade do capital investido onde as condições do meio ambiente, solo, e econômicas, caracterizem a maior probabilidade possível de sucesso para o agricultor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para a realização do presente trabalho foram obtidas as cotações do preço do milho entre 2001 a 2010 no Instituto de Economia Agrícola (IEA) dos Escritórios de Desenvolvimento Rural de Avaré, Assis, Itapeva, São João da Boa Vista e Orlândia. Também foram coletados os dados da temperatura da região de Botucatu entre os anos de 1997 a 2006 cedidos pela estação meteorológica da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) localizada na Fazenda Lageado. Para o cálculo dos Graus-dia acumulado e elaboração dos gráficos foi utilizado o software Excel.

Para a análise do melhor período de plantio foram adotados os valores obtidos por Aguiar e Guissem, 2002 que analisaram sete cultivares em oito períodos diferentes de plantio. A cultivar que apresentou a maior precocidade foi a HS 211 com um acúmulo térmico de aproximadamente 1430 GD para uma temperatura base inferior (T_b) de 10 °C. As cultivares HS 212, BR 1154, HS 201, e HS 205, apresentaram o maior ciclo com acúmulo térmico de aproximadamente 1650 GD. A cultivar HS 200 foi a que teve o ciclo com valor intermediário entre as demais.

3.2 Cálculo dos Graus-dia.

Para o cálculo dos Graus-dia ideal para o desenvolvimento da cultura do milho para a região de Botucatu utilizou-se o modelo de Ometto (1981), pois este é o modelo mais utilizado em trabalhos científicos desenvolvidos no Brasil devido a sua facilidade e também por apresentar maior precisão.

Existe um valor de energia mínima que aciona os dispositivos metabólicos da planta chamado temperatura base inferior (T_b), em que somente estados energéticos acima deste limite são propícios ao crescimento e ao desenvolvimento do vegetal estudado. O nível energético máximo, acima do qual a planta estanca suas atividades metabólicas, é chamado temperatura base superior (T_B) e compreende o limite superior de suporte energético para aquela planta (OMETTO, 1981).

O intervalo de tempo durante aquele dia em que a energia do meio ficou abaixo do valor mínimo necessário à planta, é desprezado, pois ela estava com suas funções vitais praticamente estacionadas; o mesmo acontece quando a energia do meio se encontra acima do valor máximo admissível para aquela planta. O quanto de energia que realmente pode interagir com a planta, trazendo estímulo aos processos metabólicos, fica entre os níveis mínimo e máximo basais; portanto, os valores de temperatura do ar inferiores ao mínimo basal e os superiores ao máximo basal, são retirados do cálculo de graus-dia por se constituírem em valores deficitários, no caso do mínimo, e excessivo, no caso do máximo.

Desta forma, Ometto (1981) apresenta cinco alternativas de cálculo do "acúmulo de energia" ou Graus-dia, sempre considerando o tempo unitário de um dia.

1º-caso:

A temperatura mínima basal da planta (T_b) é abaixo da temperatura mínima do ar (T_m), e

a temperatura máxima basal da planta (TB) é acima da temperatura máxima do ar (TM). (Figura 1)

Graus-dia é a soma das áreas, S1 e S2.

(1)

Figura 1- Representação esquemática da curva de temperaturas ocorrentes no dia, considerando $TB > TM > Tm > Tb$, mostrando duas áreas úteis S1 e S2

Fonte: OMETTO, 1981 p. 137.

2º-caso:

A temperatura mínima basal da planta (Tb) acima ou igual à temperatura mínima do ar (Tm) e abaixo da temperatura máxima do ar (TM) e a temperatura máxima basal da planta (TB) acima da temperatura máxima (TM) do ar (figura 2).

O número de Graus-dia é igual à área S.

Cálculo da base:

Calculo da altura:

Graus-dia

(2)

Figura 2 - Representação esquemática da curva de temperaturas ocorrentes no dia, considerando $Tb > TM > Tm > Tb$, mostrando uma única área útil S1

Fonte: OMETTO, 1981 p. 139.

3º-caso:

A temperatura mínima e máxima basal (Tb , TB) das plantas foram acima da temperatura máxima do ar (TM) (figura 3).

A energia a disposição da planta esta abaixo do valor mínimo necessário que a planta necessita para se desenvolver, portanto a energia acumulada, expressa em Graus-dia é portanto nula.

Figura 3 - Representação esquemática da curva de temperaturas ocorrentes no dia, considerando $TB > Tb > TM > Tm$, mostrando não haver nenhuma área útil

Fonte: OMETTO 1981 p. 139.

4º-caso:

A temperatura mínima basal da planta (Tb) esta abaixo da temperatura mínima do ar (Tm), e a temperatura máxima basal (TB), abaixo da temperatura máxima do ar (TM) (Figura 4)

(3)

Figura 4 - Representação esquemática da curva de temperaturas ocorrentes no dia, considerando $TM > TB > Tm > Tb$, mostrando duas áreas uteis S1 e S2

Fonte: OMETTO, 1981 p. 140.

5º-caso:

A temperatura mínima basal da planta (Tb) esta acima da temperatura mínima do ar (Tm), e a temperatura máxima basal da planta (TB) esta abaixo da temperatura máxima do ar (TM) (Figura 5).

(4)

Figura 5 - Representação esquemática da curva de temperaturas ocorrentes no dia, considerando $TM > TB > Tb > Tm$, mostrando uma única área útil S.

Fonte: OMETTO, 1981 p. 141

3.3 Cálculo do deflacionamento com base no IGP-DI

Os índices estacionais foram determinados utilizando preços correntes atualizados monetariamente para reais com informações coletadas junto ao Banco, dado que o efeito inflacionário é praticamente eliminado pela média móvel. Para a análise da evolução dos preços, os mesmos foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas, coletado e trabalhado através do site: www.ipeadata.gov.br, tendo como base o mês dezembro de 2011.

Deflacionamento é o processo que foi utilizado para fazer correção do preço de um determinado produto ao longo de um determinado tempo descontando a inflação do período.

Deflacionamento:

Onde:

É o IGP-DI no instante n .

É o IGP-DI no instante $n+t$, ou seja, transcorrido t meses após o instante n .

É o valor do produto no instante n .

Por exemplo, uma saca de milho que custava R\$ 8,50 em Janeiro de 2001 quanto estará custando em Dezembro de 2011?

Para isto utiliza-se a seguinte formula: IGP-DI de Janeiro de 2001 dividido pelo IGP-DI de Dezembro de 2010 e o resultado multiplicamos por 100.

$$\text{Ex: } 194,92 / 465,586 \times 100 = 41,865$$

$$\text{Ex: } 8,50 / 41,865 \times 100 = \mathbf{20,30}$$

Do preço da saca de milho, de Janeiro de 2001, divide-se pelo índice encontrado, multiplicando-se por 100 e encontra-se o valor atualizado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 4.1 Cotação

Para melhor avaliação das cotações das EDRs analisadas são apresentados a seguir os seguintes gráficos:

Figura 6 - Comportamento do preço do milho durante o ano de 2006 nas principais EDRs do Estado de São Paulo

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.

Figura 7 – Comportamento do preço do milho durante o ano de 2007 nas principais EDRs do Estado de São Paulo

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.

Figura 8 - Comportamento do preço do milho durante o ano de 2008 nas principais EDRs do Estado de São Paulo
Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.

Figura 9 - Comportamento do preço do milho durante o ano de 2009 nas principais EDRs do Estado de São Paulo
Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.

Figura 10 – Comportamento do preço do milho durante o ano de 2010 nas principais EDRs do Estado de São Paulo

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.
Figura 11 - Comportamento do preço do milho durante o ano de 2011 nas principais EDRs do Estado de São Paulo
Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.

Através da observação dos gráficos acima, chegamos a conclusão que todas as EDRs seguem o mesmo padrão no comportamento do preço ao longo do ano, sendo que as EDRs de São João da Boa Vista e Orlândia apresentam pequenas variações em relação as demais, com Orlândia tendo a menor cotação do estado.

As EDRs de Avaré e Itapeva apresentam praticamente as mesmas cotações, desta forma é possível até estimar as cotações para Avaré com as cotações de Itapeva, pois a EDR de Avaré passou a ter sua cotação divulgada no IEA a partir de Abril de 2006.

Através das análises das cotações divulgadas no IEA a partir de 2006, observa-se neste período uma queda de preço no ano de 2010, sendo que a tendência era um aumento nas cotações. O ano de 2007 foi o ano em que o Estado de São Paulo teve sua maior cotação da história devido as condições climáticas e também ao fato de o Estado passar do quarto maior produtor de milho para o sexto lugar perdendo espaço para a cana de açúcar.

Este fato é melhor observado nos gráficos a seguir que apresentam o preço nominal e o preço atualizado através do deflacionamento.

Figura 12 - Comportamento do preço do milho durante o ano somente da EDR de Avaré a partir de Abril de 2006 a Dezembro de 2011

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.

Figura 13 - Comportamento do preço do milho somente na EDR de Avaré entre Abril de 2006 a Dezembro 2011 atualizado com base no IGP-DI de dezembro de 2011. Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2011.

4.2 Graus-dia diário

O comportamento da temperatura na região de Botucatu entre Janeiro de 2001 a Dezembro de 2010 são apresentados nos gráficos a seguir:

Figura 14 - Média de graus-dia acumulados por dia durante os anos de 1997-2006

Fonte: Estação Meteorológica (FCA) Fazenda Lageado, 2011.

Observa-se que o período com maior acúmulo térmico vai de Janeiro a Abril e o segundo período de Setembro a Dezembro, sendo que de Maio a Agosto as baixas temperaturas indicam que este período torna-se inviável para a cultura do milho.

Os meses de Janeiro, Fevereiro e Março apresentam em torno de 12 a 14 Graus-dia, sendo que a média mensal acumulada neste período esta em torno de 400 Graus-dia.

A queda de temperatura a partir de Abril é acentuada, as temperaturas mínimas, ocorrem no mês de Julho. De Agosto em diante temos um aumento na temperatura, porém com a intensidade menor que a de queda de temperatura.

A média diária de Graus-dia para o período de Maio a Julho esta próxima de 6 e de Agosto a Setembro próxima de 8, Outubro Novembro e Dezembro tem uma média diária em torno de 10 a 12 Graus-dia e um acumulo mensal em torno de 350 Graus-dia.

Figura 15 - Média de graus-dia acumulados por mês entre os anos de 1997-2006
Fonte: Estação Meteorológica (FCA) Fazenda Lageado, 2011.

4.3 Período de Plantio

Para a elaboração do presente trabalho foram adotados os valores obtidos em trabalhos realizados por Aguiar e Guissem, 2002 que são de 1430 Graus-dia para a cultivar HS 211 e de 1650 Graus-dia para a cultivar HS 2012.

O plantio no Estado de São Paulo é realizado em duas épocas distintas (ou safras) do ano; a primeira safra, ou milho verão, no período de primavera-verão, com plantio em Setembro-Janeiro (preferencialmente em Outubro-Novembro) e colheita em Janeiro-Maio (com pico em Fevereiro-Março) e a segunda safra, ou milho safrinha, de outono-inverno, com plantio Fevereiro-Abril (preferencialmente em Fevereiro até meados de Março) e colheita em Junho-Agosto (com pico em Agosto, estendendo-se a Setembro (SAWAZAKI et al. 1997).

Fonte: Estação Meteorológica (FCA) Fazenda Lageado, 2011.

A partir da base histórica de dez anos da temperatura na região de Botucatu é possível verificar que a cultivar HS 211 é a mais indicada para o plantio de verão, pois necessita de um acumulo térmico menor; sendo que o período mais adequado deve ser na primeira semana de Setembro com a colheita programada para a primeira semana de Janeiro onde se tem a maior cotação do preço do milho durante o ano.

Para o plantio do milho safrinha pode-se utilizar a cultivar HS 212 com o período de plantio a partir da segunda quinzena de Janeiro e colheita na ultima semana de Junho onde temos a segunda maior cotação de preços segundo a base histórica de dados.

As cultivares indicadas HS 211 e HS 212, apresentam boa produtividade, sendo que a HS 211 possui uma produtividade média de 6 a 7 toneladas por hectare e a variedade HS 212 possui uma média de 7 a 7,5 toneladas por hectare. No mercado existem outras cultivares que possuem um ciclo mais curto, ou seja, necessitam de um acumulo térmico menor, porém apresentam uma produtividade inferior. Cultivares com baixa produtividade não são indicadas neste caso, pois o ganho obtido pelas cotações elevadas não acarretariam ganhos finais visto que o lucro obtido por hectare seria menor em função da produtividade inferior.

Para a safra 2011/2012 foram disponibilizadas no mercado mais de 400 cultivares, porém muitas destas cultivares necessitam de estudos mais detalhados tanto no âmbito de produtividade como em relação ao ciclo de desenvolvimento analisando o acumulo de Graus-dia necessários.

Nos últimos anos a pesquisa em relação ao desenvolvimento vegetal de muitas espécies vem adotando o acúmulo de Graus-dia como parâmetro para o ciclo de desenvolvimento, isto auxiliará novas pesquisas que posteriormente poderão indicar novas cultivares.

Atualmente algumas variedades de ciclo precoce como a BRS 3150 e a BRS 1010 apresentam uma produtividade média já comprovada de 8 a 12 toneladas por hectare, porém necessitam de um estudo mais detalhado, uma vez que os trabalhos realizados até agora acompanham o ciclo destas cultivares apenas até a fase de florescimento e não até a maturidade fisiológica quando o milho está pronto para ser colhido. Seriam necessárias mais pesquisas sobre o ciclo destas cultivares em relação ao acúmulo de Graus-dias para posteriormente verificar quais delas seriam indicadas para o produtor da região de Botucatu.

Uma observação que deve ser ressaltada é a indicação destas cultivares para regiões com altitude semelhante a de Botucatu, em regiões com temperaturas médias maiores pode-se optar por uma época de plantio mais tardia de uma a três semanas para atingir o pico de colheita que ocorre no final de Dezembro começo de Janeiro. Outra possibilidade para climas distintos do estudado pode-se optar por outras cultivares com maior produtividade ou menor custo, porém para isto será necessário outro estudo detalhado como feito no presente trabalho.

Pode se concluir que para a região de Avaré – Botucatu o milho pode ser plantado em duas épocas no ano sendo que pelos resultados obtidos no presente trabalho é indicado ao agricultor realizar o primeiro plantio no início de Setembro, preferencialmente no dia 01/09 assim, poderá realizar a colheita no início de Janeiro o mais próximo possível da maior cotação do ano. O segundo período de plantio indicado foi 20/01 com colheita próxima ao dia 30/06 na segunda maior cotação do ano. As respectivas cultivares indicadas em função do acúmulo térmico e dos períodos de plantio são HS211 e HS212.

Por outro lado, o produtor deve considerar que o regime de chuvas influencia diretamente no desenvolvimento da cultura, uma vez que nos últimos anos observa-se uma irregularidade das precipitações nos períodos de plantio da cultura do milho, principalmente para a safra de Verão. Assim, são necessários estudos mais aprofundados para que se encontrem períodos ótimos de precipitação que coincidem com os períodos das temperaturas ideais para que o produtor tenha o melhor retorno financeiro possível.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M.; GUISTEM, J. M. **Graus-dia Estimado com Diferentes Valores de Temperatura Base na Cultura do Milho (zea mays l).** IN: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis – SC, 4 p.

AHRENS, A. D. **Essentials of Meteorology: an invitation to the atmosphere.** West Publishing Company, New York, 1993. Cap. 3, p 53-71.

ALLEN, D.J.; ORT, D.R. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. **Trends in Plant Science**, v. 6, n.1, p. 36-42, 2001.

ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.74, p.430-445, 1959.

BARBANO, M. T.; DUARTE, A. P.; BRUNINI, O.; RECO, P. C.; GUIDETTI, M. E. A.; PATERNIANI, Z.; KANTHACK, R. A. D. Temperatura-base e acúmulo térmico no subperíodo semeadura-florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 261-268, 2001.

BATALHA, M. **Gestão agroindustrial:** Gepai: Grupo de Estudo e Pesquisas Agroindustriais. 5.ed. São Carlos: Ed. Atlas, 2009. 355p. BERGAMASCHI, H. et al. Déficit hídrico e

produtividade na cultura do milho. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004. Disponível em:
<<http://www.ufrgs.br/agropfagrom/disciplinas/502/fenolog.doc>>. Acesso
Em: 05 Dez. 2011.

BIETO, J. A.; TALON, M. **Fisiologia y bioquímica vegetal**. Madrid: Interamericana; McGraw-Hill, 1996. p.537-553.

BONHOMME; DERIEUX, M.; EDMAEADS, G.O. Flowering of diverse maize cultivares in relation to temperature and photoperiod in multilocation field trials. **Crop Science**, Madison, v.34, p.156-164, 1994.

CARON, B. O. et al. Influência da temperatura do ar e radiação solar no acúmulo de fitomassa da alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.2, p. 275-283, 2003.

CROSS, H.Z.,; ZUBER, M.S. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.351-355, 1972.

CUTFORTH, H.W.; SHAYKEWICH, C.F. Relationship of development rates of corn from planting to silking to air and soil temperature and to accumulated thermal units in prairie environment. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v.69, p.121-132, 1989.

DAVIS, J.H.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness. Division of research**. Graduate School of Business Administration. Boston, Mass.:Harvard University, 1957 p.136.
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 204p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manejo da cultura do milho**; Circular Técnica 87, 2007. Disponível: <http://www.cnpqv.embrapa.br/> Acesso em 24/Ago/2012.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000 360 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ-USP-LPV, 2003, 208p.

GADIOLI, J. L. et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.377-383, 2000.

GALVÃO, J. C. C., MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção de milho**. Viçosa: UFV, 2004, 366 p.

GILMORE Jr., E.C.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611-615, 1958.

HOFFMANN, R. **Estatística para Economistas**. Ed. Pioneira: São Paulo, 1991.

IEA- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados**. Disponível em:
<http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/Preços_Médios.aspx?cod_sis=2>. Acesso em: 10 /jan/2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo agropecuário 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 dez. 2011

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 maio 2012

IOWA. **Using degree days in an Integrated Pest Management Program**. Iowa State University – University Extension – Ames, Iowa, Pat-1296 Revisado Junho/1987. Disponível em: < <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1296.pdf> >. Acesso em: 20 maio 2012.

KRAMER, P.J. e KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p37-43, 1999.

MDA. **Sustentabilidade e preservação no Brasil-2010**. Disponível em: HTTP://WWW.MDA.GOV.BR/PORTAL/NOTICIAS/VIDEOS/VIDEOS-VIEW?VIDEO_ID=3575062. Acesso em 07/Jan/ 2012.

MENDES, J. T.; PADILHA, Jr. J. B. **Agronegócio: uma abordagem econômica**- São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007 p. 255.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia tropical**. São Paulo. Ceres, 1981. p.390- 398.

SAWAZAKI, E.; DUDIENAS, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GALVÃO, J. C. C.; CASTRO, J. L.; PEREIRA, J. Reação de cultivares de milho à mancha de *Phaeosphaeria* no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n. 32, p. 585-589, 1997.

TURCO, J. E. P. et al. Desenvolvimento da cultura da soja em diferentes terrenos com diferentes exposições e declividades. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 17, n. 02, p. 21-28, 1997.

FCA - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Câmpus Botucatu, Estação Meteorológica Fazenda Lageado, Botucatu, 2011.

Botucatu, 14 de Dezembro de 2012.

Reginaldo da Silva Cardoso

De Acordo:

Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi
Orientador

Prof. Dr. Osmar Delmanto Junior
Coordenador do Curso de Agronegócio