

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**KÊNIA CRISTINA FERNANDES GUERRA**

**RISCO CLIMÁTICO DO MILHO SAFRINHA EM UBERLÂNDIA-MG**

**Uberlândia – MG  
Maio – 2008**

**KÊNIA CRISTINA FERNANDES GUERRA**

**RISCO CLIMÁTICO DO MILHO SAFRINHA EM UBERLÂNDIA-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Hudson de Paula Carvalho

**Uberlândia – MG  
Maio - 2008**

**KÊNIA CRISTINA FERNANDES GUERRA**

**RISCO CLIMÁTICO DO MILHO SAFRINHA EM UBERLÂNDIA-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora em 28 de maio de 2008.

Prof. Dra. Maria Alice Vieira  
Membro da Banca

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. Hudson de Paula Carvalho  
Orientador

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o risco climático do cultivo do milho safrinha, em sucessão à safra de soja, para o município de Uberlândia-MG. Para tanto, foi considerado o plantio da soja como sendo em outubro, com colheita prevista para fevereiro, e em seguida o milho foi semeado, tendo o seu ciclo variado em função da soma calórica de cada híbrido. Foram avaliados quatro híbridos: DKB 350, DKB 870, DKB 455 e 2A525. O ciclo dos híbridos foi estimado pelo cálculo dos graus-dia. Para a avaliação do risco climático, baseou-se unicamente nas condições hídricas mínimas exigidas pela cultura, a qual foi caracterizada pelo balanço hídrico da mesma. Sabendo da exigência hídrica desta, foi verificada pelos dados históricos de chuva da região, qual a probabilidade de ocorrência dessa exigência. Considerou-se a probabilidade de ocorrência dessa precipitação como sendo a probabilidade do sucesso da cultura do milho em regime de safrinha. Nesse sentido, concluiu-se que: não é recomendada a implantação de safrinha de milho em Uberlândia-MG por restrições hídricas; o risco de um produtor ter prejuízos com a cultura é de aproximadamente 80%.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	7
2.1 A cultura da soja .....	7
2.2 A cultura do milho .....	8
2.3 Graus-dia .....	9
2.4 Probabilidade de ocorrência de chuvas .....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1 Local de estudo e dados climáticos .....	14
3.2 Determinação dos graus-dia .....	14
3.3 Probabilidade de ocorrência de chuvas .....	15
3.4 Balanço hídrico climatológico .....	15
3.5 Estratégia de estudo .....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
5 CONCLUSÕES .....	22
REFERÊNCIAS .....	23

## 1 INTRODUÇÃO

As culturas da soja e do milho destacam-se no cenário brasileiro como das mais importantes para a economia do país, não apenas pelo volume produzido anualmente, mas também pela significativa aptidão de diversas regiões do país para o cultivo destes. Todavia, fatores climáticos são determinantes no momento de se definir as culturas a serem instaladas na safra das águas e na época de safrinha, para os locais onde este último cultivo apresenta viabilidade.

De acordo com a Embrapa (2007), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja. Na safra 2006/07, a cultura ocupou uma área de 20 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 58,4 milhões de toneladas de grãos. Os Estados Unidos é o maior produtor mundial, com 86,77 milhões de toneladas. A produtividade média da soja no Brasil é de 2.823 kg.ha<sup>-1</sup>, chegando a alcançar 3.000 kg ha<sup>-1</sup> no estado do Mato Grosso, o maior produtor brasileiro da cultura.

Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior mostram que a soja tem uma importante participação nas exportações brasileiras. Sendo que em 2006 obteve lucros de US\$ 9,3 bilhões, o que representou 6,77 % do total exportado pelo país (EMBRAPA, 2007).

A implantação da cultura da soja só pode ser feita na safra normal, pois sendo esta uma planta C3 possui grande exigência hídrica. É importância fazer estudos do local onde se deseja implantar a cultura da soja, saber a época ideal para a semeadura, as cultivares adaptadas à região e também ter uma noção de quanto tempo durará seu ciclo. Sendo assim, torna-se necessário saber a probabilidade de ocorrência de chuvas, conhecendo-se dessa forma o risco climatológico de se implantar a cultura. Esses estudos facilitam o planejamento de toda safra e safrinha, tornando possível um melhor rendimento das culturas implantadas.

A cultura do milho apresenta diversas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. A alimentação animal corresponde ao maior consumo deste grão, 70% (DUARTE et al., 2007). De acordo com esses autores, os três maiores produtores mundiais são Estados Unidos, com 241,5 milhões de toneladas; a China, com 115,8 milhões de toneladas; e o Brasil, com 41,5 milhões de toneladas. Mesmo sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial de milho, ainda está abaixo da média mundial de produtividade, que é de 4.427 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto a do Brasil é de 3.352 kg ha<sup>-1</sup>. A reduzida produtividade brasileira é devido, principalmente, a existência de áreas de baixíssimas

tecnologias. Dos estados brasileiros, os cinco maiores produtores são Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso e Goiás.

De acordo com os dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) citados pela Embrapa (2007) apenas em julho no ano de 2007 o Brasil exportou 1,03 milhões de toneladas de milho, 65% mais do que o embarcado em igual mês do ano anterior. O principal fator deste crescimento foi o aumento da produção de biocombustível pelos Estados Unidos, utilizando o milho como matéria-prima.

Além do cultivo do milho na safra normal, em algumas regiões do Brasil há também a possibilidade de cultivo na safrinha, sendo uma alternativa de aumento na produção. Para que isso ocorra de forma eficaz, é necessária a implantação da cultura na época exata e em regiões onde a média de precipitação atinja as exigências da cultura, para que no momento da colheita a produção seja satisfatória.

Todo vegetal possui um balanço energético-hídrico ideal que proporciona à planta melhores condições levando à maior produção em um menor tempo possível, de acordo com Ometto (1981). Assim, por meio do cálculo dos graus-dia e da probabilidade de ocorrência de chuvas o produtor pode escolher se implantará ou não a cultura, de acordo com o risco climático naquela região.

O trabalho tem como objetivo avaliar o risco climático do cultivo do milho safrinha, em sucessão à safra de soja, para o município de Uberlândia-MG.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da soja

Para a obtenção de altas produtividades é necessário o emprego de técnicas adequadas, no momento certo. A época correta, principalmente na cultura da soja, é definida mais pelo estágio fisiológico da planta do que pela idade cronológica. Assim, para o bom manejo da cultura, é fundamental o conhecimento de como a planta se desenvolve e como reage às variações climáticas (ROSOLEM, 2003). A germinação da planta é bastante afetada pela temperatura e umidade do solo. Rosolem et al. (1991) demonstraram que quando a temperatura média foi superior a 25 °C, a germinação foi prejudicada.

Fotoperíodo e temperaturas favoráveis são importantes para o desenvolvimento da cultura da soja, por provocarem mudanças qualitativas ao longo do seu ciclo. As respostas a esses dois fatores não são lineares durante o ciclo de vida da cultura, pois existem subperíodos em que ela é incapaz de perceber esses sinais. Vários estudos têm caracterizado esses subperíodos, quanto à sensibilidade à temperatura e ao fotoperíodo, principalmente entre as fases emergência e a floração (MAJOR et al. 1975; JONES; LAING, 1978; HODGES; FRENCH, 1985).

Há muito tempo já se conhece que o intervalo, em número de dias entre a emergência e o florescimento, depende da influência da temperatura e do fotoperíodo, e que existe determinado limite de comprimento de dia suficientemente curto para induzir a floração e suficientemente longo para impedi-la. Este foi caracterizado como fotoperíodo crítico por Steinberg e Gardner (1936). Cabe destacar, entretanto, que o comprimento do fotoperíodo crítico varia também entre cultivares de soja (JOHNSON et al., 1960), o que justifica a realização de estudos de adaptabilidade de genótipos às diferentes condições de cada região.

A sensibilidade fotoperiódica varia com o genótipo, e o grau de resposta ao estímulo fotoperiódico é o principal determinante da área de adaptação das diferentes cultivares. Nas cultivares de sojas sensíveis, a resposta ao fotoperíodo é quantitativa e não absoluta, o que significa que a floração ocorrerá de qualquer modo. No entanto, o tempo requerido para tal dependerá do comprimento do dia, sendo mais rápida a indução com dias curtos do que com dias longos. Desse modo, a indução floral provoca a transformação dos meristemas vegetativos (diferenciação de talos e folhas) em reprodutivos (primórdios florais),

determinando o tamanho final das plantas (número de nós) e, portanto seu potencial de rendimento. Cultivares de maturação tardia são geralmente mais sensíveis ao fotoperíodo do que cultivares precoces (LAWN; BYTH, 1973; MAJOR et al., 1975).

A água tem papel fundamental para todas as plantas, isso porque além de ser solvente, através do qual gases, minerais e outros solutos entram nas células e movem-se pela planta, tem também a função de regulador térmico, agindo tanto no resfriamento quanto na distribuição e manutenção do calor. De acordo com a Embrapa (2007), a cultura da soja tem grande necessidade de água principalmente em dois períodos do seu desenvolvimento: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. No momento da germinação é necessário que 50% do peso do grão sejam de água, assim é importante ter o solo uma umidade de no máximo 85% e no mínimo de 50%. No período de floração-enchimento de grãos a planta tem necessidade de 7 a 8 mm dia<sup>-1</sup> de água, que é o pico de necessidade hídrica da cultura, após esse período a necessidade decresce. O déficit hídrico neste período causa alterações fisiológicas, como fechamento estomático e o enrolamento das folhas, e como consequência causam queda prematura das folhas e de flores e abortamento de vagens, resultando na redução de rendimento e grãos.

## **2.2 A cultura do milho**

No Brasil são divididas duas épocas de plantio diferentes do milho. Os plantios de verão, ou primeira safra, realizados na época tradicional, durante o período chuvoso e a safrinha, que de acordo com Magalhães e Durães (2007) vem ganhando maior destaque por ser uma provável renda extra para os produtores.

Um dos fatores que fazem do milho uma planta de provável cultivo na safrinha é a sua resistência à seca, sendo que de acordo com Magalhães et al. (1995) e citado por Magalhães (2002) tal resistência deve-se ao sistema radicular extenso, ao pequeno tamanho de células, à cutícula foliar espessa e cerosa, à mudanças no ângulo foliar, ao comportamento e frequência estomática, ao acúmulo metabólico intermediário, ao ajuste osmótico e à resistência à desidratação das células.

Segundo Tommaselli e Villa Nova (1995), mesmo o milho sendo uma cultura com boa resistência às adversidades climáticas sua produtividade pode ser reduzida significativamente

devido á deficiência hídrica, principalmente quando ocorre em torno do período do florescimento.

De acordo com Peixoto (2002) as diferentes fases de desenvolvimento do milho e o seu ciclo são determinados pelo acúmulo diário de temperatura. Existem inúmeras diferenças entre a safrinha e o período normal de plantio. Entretanto, a menor quantidade de chuvas, a maior pressão de doenças e, principalmente, a quantidade de horas luz e a inversão térmica ocorridas durante o ciclo podem ser apontadas como as mais importantes. Assim, um fator importante para garantir maior sucesso com a safrinha de milho é o seu plantio dentro da época recomendada. Para que isto ocorra é indispensável uma programação da cultura antecessora. Nesta programação deve-se realizar o plantio antecipado de cultivares de soja de ciclo precoce e de crescimento indeterminado, para que a colheita ocorra dentro de uma época indicada ao milho safrinha na região da propriedade, de acordo com Pilot (1998).

Oliveira (2003) evidencia que a planta de milho tem maior necessidade hídrica nos períodos do florescimento e enchimento de grãos, que é em média 5,0 a 7,5 mm dia<sup>-1</sup>. De tal modo é importante que nestas épocas específicas haja uma precipitação mensal superior a 150mm.

Para atender as exigências o mercado de safrinha vem se profissionalizando a cada ano, o que até bem pouco tempo era considerado apenas uma simples oportunidade de mercado, hoje se tornou, para muitos, um mercado profissional e rentável, segundo Peixoto (2002). De acordo com Faedo (1999) a prática da safrinha representou cerca de 12% da produção do milho na safra 1997/98. Já na safra 2007/08 a safrinha representou 31,5% da produção do milho, segundo divulgado pela Associação Brasileira de Milho e Sorgo (2007). Pelo levantamento de Richard et al. (2006) e Embrapa (2007), a produção de milho 2006/07 foi de 41,3 milhões de toneladas, significando um ganho de 3% ou 1,2 mil toneladas, sendo que na safra 3.298 kg ha<sup>-1</sup> e na safrinha 2.907 kg ha<sup>-1</sup>. A região centro-sul responde por 89,5% da produção nacional, em média.

### **2.3 Graus-dia**

Um dos métodos utilizados para relacionar a temperatura do ar e o desenvolvimento vegetal é o total de graus-dia acumulados (GDA), definido como a soma de temperaturas acima da condição mínima e abaixo da máxima necessárias para a planta finalizar os

diferentes subperíodos de desenvolvimento (SOUZA, 1990). O conceito de graus-dia (GD) foi desenvolvido para superar inadequações do calendário diário, prever eventos fenológicos (WARRINGTON; KANEMASU, 1983), identificar as melhores épocas de semeadura, escalonar a produção de culturas e para programas de melhoramento.

O conceito de graus-dia pressupõe a existência de uma temperatura-base abaixo da qual a planta não se desenvolve e, se o fizer, será em taxas muito reduzidas. Cada grau de temperatura acima da temperatura-base corresponde a um grau-dia. Cada espécie vegetal ou cultivar possui uma temperatura-base, que pode variar em função dos diferentes subperíodos de desenvolvimento da planta, sendo comum a adoção de um valor único para todo o ciclo da cultura (CAMARGO, 1984).

Infeld e Silva (1987) afirmam que o aumento da temperatura acelera o desenvolvimento da planta, reduzindo o seu ciclo e vice-versa. Assim se torna possível saber em dias, a duração do ciclo de uma cultura, quando implantada em locais com diferentes regimes de temperatura.

De acordo com Sammis et al. (1985) a contagem do ciclo de uma cultura feita por um relógio fisiológico desenvolvido com base em graus-dia acumulados é muito menos variável que quando feita a contagem por dias do calendário, sendo, portanto mais confiável.

Segundo Pereira et al. (2002), nas condições climáticas normais do centro-sul do Brasil, as temperaturas médias não chegam a atingir níveis tão elevados que excedam a temperatura-base superior, considerando-se apenas a inferior. Nessa conjuntura, o cálculo de GD fica bastante simples. Se a temperatura mínima for maior que temperatura-base inferior, o valor diário será dado pela relação entre a temperatura base inferior e a temperatura média do ar (Equação 1).

$$GD_i = Tmed_i - Tb \text{----- Eq. 1}$$

Em que:

$GD_i$  = graus-dia do *i*ésimo dia, °C;

$Tmed_i$  = temperatura média do *i*ésimo dia, °C;

$Tb$  = temperatura base inferior da cultura, °C.

Caso  $Tb$  seja igual ou maior que a temperatura mínima, e menor que a temperatura máxima, então  $GD_i$  será conforme explicitado na Equação 2 (VILLA NOVA et al., 1972).

$$GD_i = \frac{(T \max_i - Tb)^2}{2 \cdot (T \max_i - T \min_i)} \text{----- Eq. 2}$$

Em que:

$GD_i$  = graus-dia do  $i$ ésimo dia, °C;

$T \max_i$  = temperatura máxima do  $i$ ésimo dia, °C;

$T \min_i$  = temperatura mínima do  $i$ ésimo dia, °C;

$Tb$  = temperatura base inferior da cultura, °C.

Na eventualidade de  $Tb$  ser maior que  $Tmax$ , então  $GD_i = 0$ . Para a cultura atingir uma de suas fases fenológicas ou a maturação é necessário que se acumule a constante térmica, que será o total de graus-dia acumulado ao longo da fase ou ciclo (Equação 3), conforme Pereira et al. (2002).

$$\text{Constante Térmica} = GDA - \sum_{i=1}^n GD_i \text{----- Eq. 3}$$

## 2.4 Probabilidade de ocorrência de chuvas

De acordo com o método de Gumbell citado por Pereira et al. (2002) existem algumas situações, como em projetos de irrigação, dimensionamento de sistemas de escoamento de água, implantação de uma cultura na safrinha, em que é importante saber a probabilidade de chover mais ou menos que um certo valor. Para tanto, é preciso ter uma série de dados de chuvas do local. Um método simples de calcular a probabilidade de ocorrência de chuva é a partir de uma seqüência de valores medidos, baseia-se na ordenação crescente ou decrescente dos valores. Se a ordenação for crescente, a probabilidade corresponderá a um valor igual ou menor que o limite escolhido; se decrescente, estima-se o inverso. Assim, a probabilidade pode ser determinada através da Equação 4.

$$P = \frac{m}{n+1} * 100 \text{----- Eq. 4}$$

Em que:

$P$  = probabilidade de ocorrência de chuvas, %;

$m$  = número de ordem;

$n$  = número total de dados.

Se ocorrer valores nulos (ausência de dados) na sequência de dados, estes serão descartados, anotando-se quantas vezes isso ocorreu ( $No$ ), fazendo-se a ordenação dos valores restantes. Nesse caso, segundo os autores, utiliza-se a Equação 5.

$$P = \left( \frac{1 - No}{n} \right) \cdot \left( \frac{m}{n + 1 - No} \right) \text{----- Eq. 5}$$

Em que:

$P$  = probabilidade de ocorrência de chuvas, adimensional;

$n$  = número total de dados;

$m$  = número de ordem;

$No$  = número total de valores nulos.

De acordo com Ometto (1981) as necessidades da planta junto ao solo, da atmosfera junto à planta, tendo o solo como armazenador de água, ficam mais amplamente caracterizadas quando se tem o conhecimento do balanço hídrico. Este contabiliza a água envolvida entre os sistemas solo, planta, atmosfera, podendo assim oferecer a qualquer instante a água suficiente. Sendo assim, o balanço hídrico é uma importante ferramenta, tanto para soluções imediatas como para analisar problemas passados. É também indicador do potencial climatológico de um local para um vegetal qualquer.

Segundo Pereira et al. (2002) o balanço hídrico é a contabilização da água existente no solo, resultante da aplicação do princípio de conservação de massa em um volume do solo vegetado. Assim, contabiliza-se toda a água que entra (precipitação, irrigação, orvalho, etc.) e sai (evapotranspiração, drenagem superficial, drenagem profunda, etc.) dependendo também do tipo de vegetação e da sua fase de crescimento e desenvolvimento. As principais aplicações para tal são: disponibilidade hídrica regional, caracterização de secas, zoneamento agroclimático e determinação das melhores épocas de semeadura. Segundo Jensen (1986) é mais conveniente calcular o balanço hídrico pela Equação 6.

$$ET_c = ET_o \cdot kc \text{----- Eq. 6}$$

Em que:

$ET_c$  = evapotranspiração de cultura, mm;

$kc$  = coeficiente de cultura, adimensional;

$ET_o$  = evapotranspiração de referência, mm.

Segundo Pereira et al. (2002) é importante determinar a capacidade de água disponível no solo. De acordo com esses autores, esta é a lâmina de água correspondente ao intervalo de umidade do solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. Thornthwaite e Mather (1995) elucidaram que o balanço hídrico é mais utilizado para fins de caracterização da disponibilidade hídrica de uma região em bases climatológicas e comparativas. A seleção da capacidade de água disponível é feita mais em função do tipo de cultura ao qual se quer aplicá-lo do que do tipo de solo. Assim, pode-se adotar valores de capacidade de água disponível entre 25 e 50 mm, para hortaliças; entre 75 e 100 mm, para culturas anuais; entre 100 e 125 mm, para culturas perenes; entre 150 e 300 mm, para espécies florestais.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de estudo e dados climáticos**

O presente estudo foi realizado no município de Uberlândia-MG, sendo os dados climatológicos necessários para a elaboração do mesmo, oriundos da Estação Uberlândia, pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia (5º DISME/INMET), operada pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IG/UFU). Serão trabalhados os dados de precipitação e temperatura do ar, medidos diariamente no período compreendido entre 1981 a 2006.

#### **3.2 Determinação dos graus-dia**

Os graus-dia foram calculados segundo a metodologia proposta por Pereira et al., (2002), sendo adotada a temperatura basal inferior de 10 °C para a cultura do milho. No caso da soja, não foi adotada a contabilização do ciclo por graus-dia, mas sim em dias. A cultivar utilizada foi a Msoy 6101, considerada precoce com ciclo de 110 dias, sendo a mais utilizada por produtores da região quando os mesmos desejam implantar a safrinha. Considerando-se que a semeadura desta ocorreu no dia 15 de outubro, a do milho ocorrerá 3 de fevereiro do próximo ano. Para o milho, foram seguidas as determinações das empresas desenvolvedoras dos híbridos. Como a soma térmica indicada por essas empresas compreende o período da semeadura até a polinização, foram acrescidos 60 dias referentes ao tempo necessário para as plantas completarem o ciclo, atingindo o ponto de maturidade fisiológica. Os híbridos que foram adotados e as respectivas exigências térmicas estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Híbridos de milho utilizados e suas respectivas exigências térmicas.

<b>Cultura</b>	<b>Híbrido/cultivar</b>	<b>Soma térmica</b>
Milho	DKB 350	890
	DKB 870	870
	DKB 455	855
	2A525	835

### 3.3 Probabilidade de ocorrência de chuvas

A probabilidade de ocorrência de chuvas foi calculada conforme metodologia proposta por Pereira et al. (2002).

### 3.4 Balanço hídrico climatológico

O balanço hídrico climatológico foi calculado segundo a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955). Foi adotado 75 mm como valor padrão de capacidade de água disponível (CAD) para as duas culturas. A evapotranspiração de referência foi determinada pela metodologia proposta por Camargo (1971). O valor do coeficiente de cultura foi adotado conforme citação de Doorenbos e Kassam (1994).

### 3.5 Estratégia de estudo

O referido trabalho se baseou em simulações de datas de plantio das culturas da soja (precoce) e do milho (safrinha) para Uberlândia-MG. Adotou-se que a cultura da soja apresentou um ciclo de 110 dias, e a partir disso, foi possível inferir sobre a data de ocorrência da semeadura do milho. Através do cálculo dos graus-dia da cultura do milho, e da data de semeadura do mesmo, foi estimado o período entre a semeadura e a emissão da inflorescência masculina. A partir dessa data, acresceu-se 60 dias, considerando então, que o ciclo da mesma

estivesse completo. Conhecendo-se a série histórica de chuvas da região, foi possível calcular a probabilidade de ocorrência da mesma. Através do balanço hídrico climatológico foi possível estimar o nível de umidade do solo ao longo do ciclo das culturas em questão, bem como a quantidade de água necessária para elevar o nível de umidade do solo a uma condição que possibilitasse o pleno desenvolvimento da cultura do milho.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura média mensal e precipitação para Uberlândia-MG, oriundos de uma série de vinte e cinco anos de avaliação estão compilados na Figura 1. Analisando-a nota-se que os meses de julho e outubro são aqueles em que a temperatura média apresenta o menor e o maior valor, 18,9 e 24,2 °C, respectivamente. Não obstante, nota-se que há uma variação acentuada no regime de chuvas entre os meses de março e abril, indicando uma dificuldade na condução de culturas sem o uso de irrigação, a partir do mês de abril. verifica-se que o mês de janeiro é aquele onde o volume precipitado é maior, 317,2 mm, seguido do mês de dezembro 297,3 mm, sendo que os dois perfazem juntos cerca de 39% do total anual.

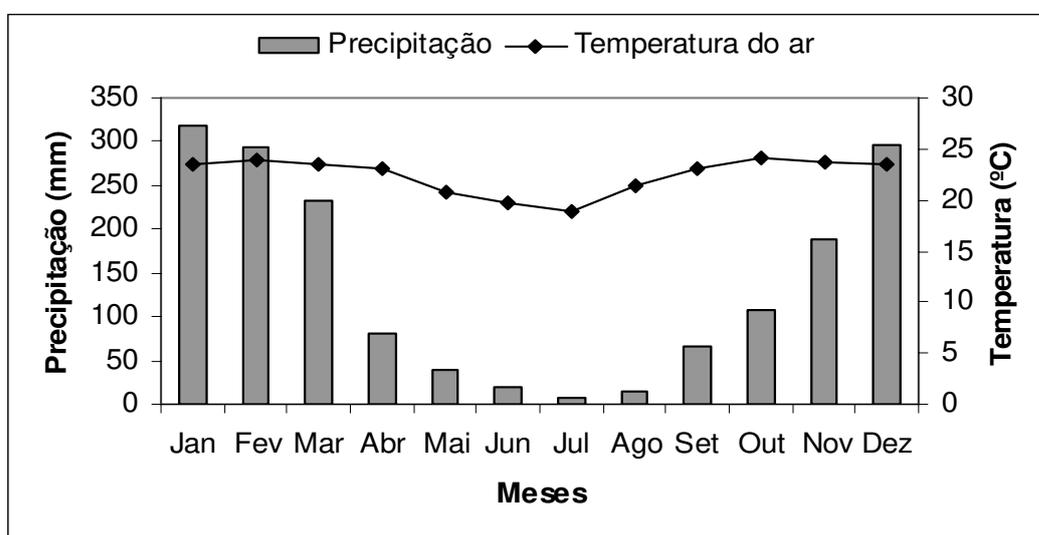


Figura 1. Dados médios diários de temperatura e precipitação mensal, para Uberlândia-MG.

Na Tabela 2 estão reunidas as datas previstas de colheita para os híbridos de milho avaliados, levando em consideração a soma calórica de cada um. Neste trabalho considerou-se que a metodologia de cultivo consistiria naquela em que a cultivar de soja seria semeada mais cedo, além de obrigatoriamente ser uma cultivar precoce, objetivando com isso, proporcionar condições hídricas adequadas para que a cultura do milho complete seu ciclo. Analisando a referida tabela nota-se que apesar da diferença considerável da soma calórica entre os híbridos, as datas de colheita se aproximaram. E como neste trabalho adotou-se valores médios históricos da região de Uberlândia, os valores extremos foram eliminados. Assim, variações bruscas dos graus-dia que normalmente ocorre ao longo de um mês foram evitadas.

Não obstante, o híbrido 2A525, o mais precoce, proporcionou uma diferença no dia da colheita em relação ao híbrido DKB350, sendo este o mais tardio, de quatro dias.

Tabela 2. Data prevista de colheita dos híbridos de milho avaliados, em função da soma calórica.

<b>Híbridos</b>	<b>Soma calórica (°C)</b>	<b>Data prevista de semeadura</b>	<b>Data prevista de Colheita</b>
DKB350	890	3 de fevereiro	9 de junho
DKB870	870	3 de fevereiro	8 de junho
DKB455	855	3 de fevereiro	7 de junho
2A525	835	3 de fevereiro	5 de junho

Na Tabela 3 estão reunidos os valores obtidos no cálculo da evapotranspiração de referência para Uberlândia-MG. Nesta, verifica-se que os meses de menores índices de evapotranspiração são junho e julho, com 62,10 mm e 62,16 mm, respectivamente. Por outro lado, os de maiores índices são novembro, com 120,4 mm, e dezembro, com 121,78 mm.

Em relação ao balanço hídrico histórico para Uberlândia (Tabela 4) o armazenamento máximo de água no solo foi considerado 75 mm, sendo este o valor necessário para que as culturas não sofressem nenhum tipo de estresse hídrico. Quando se considerou o fator de depleção de água no solo de 50%, chegando o armazenamento de água no solo a 37,5 mm, a cultura do milho ainda conseguiria completar o seu ciclo. Avaliando estes fatores, a cultura do milho implantada na safrinha sofrerá grandes riscos climáticos.

Analisando a Tabela 4, os meses de maiores riscos são: abril, maio e junho. Para abril é esperada uma precipitação mínima de 42,3 mm, com um risco de 23,5%. Em maio o menor valor esperado é de 64,6 mm, com risco de 80,0%. Já em junho não pode haver uma precipitação inferior a 62,1 mm, com um risco de 85,6%. Portanto, a chance de um produtor de milho safrinha na região de Uberlândia ter prejuízos é de aproximadamente 80%, ou seja, a mesma probabilidade de ocorrência do volume de chuvas necessários para que a cultura complete o seu ciclo em maio, já que são poucos dias em junho (cinco a nove dias apenas).

Além disso, caso o produtor deseje produzir em regime de safrinha, ele deverá dar preferência para híbridos precoces, objetivando com isso, reduzir o período em que a cultura fica no campo a partir do mês de abril. Brunini et al. (2001), também verificaram riscos climáticos quando da semeadura do milho em regime de safrinha no Estado de São Paulo. Os autores não quantificaram, apenas qualificaram-no como sendo de alto risco, por restrições hídricas e térmicas.

Em trabalho realizado por Pillot e Fernandes (1998) no estado do Mato Grosso do Sul, o clima ocorrido durante o ciclo da safrinha no ano do experimento, a iniciar pela precipitação pluviométrica em quantidade satisfatória, aliada à ausência de geadas e boa luminosidade, proporcionaram a expressão do potencial produtivo dos híbridos avaliados sem haver as limitações normalmente impostas por déficit hídrico, incidência de doenças e ocorrência de geadas na fase final do ciclo, caracterizando este ano como atípico para o milho safrinha.

De acordo com Alfonsi et al. (1998) os períodos de dezembro a março e maio a junho apresentaram os maiores valores de probabilidade de decêndios chuvosos, refletindo-se na maior probabilidade de manter o armazenamento de água no solo acima de 50 mm, o que significa, nesses períodos, maior disponibilidade hídrica para as plantas. Portanto, associando-se esses dados às linhas do comprimento do ciclo para os cultivares de milho analisados, pode-se sugerir que as melhores épocas para os cultivares superprecoces e precoces são as realizadas em outubro e novembro. Para o cultivar tardio, as melhores condições ocorreriam em setembro e outubro, correspondendo a semeaduras em épocas normais.

Tabela 3. Dados necessários para o cálculo da evapotranspiração de referência para Uberlândia-MG

Mês	NDA	$\phi$	$\delta$	$(d/D)^2$	$h_n$	$Q_o$		$T_m$	$ET_o$
		graus			graus	$MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$	mm	$^{\circ}C$	mm
Jan	15	19,97	-21,10	0,98	98,06	39,7	16,2	23,5	118,16
Fev	46	19,97	-12,95	1,01	94,79	39,3	16,0	24,0	107,84
Mar	74	19,97	-2,42	0,97	90,88	35,3	14,4	23,6	105,33
Abri	105	19,97	9,78	0,97	86,41	30,4	12,4	23,0	85,71
Mai	135	19,97	19,03	1,01	82,80	27,4	11,2	20,7	71,80
Jun	166	19,97	23,35	1,03	80,97	25,6	10,5	19,8	62,10
Jul	196	19,97	21,35	1,00	81,83	26,0	10,6	18,9	62,16
Ago	227	19,97	13,45	0,98	85,01	29,1	11,9	21,5	79,29
Set	258	19,97	1,81	0,97	89,34	33,5	13,7	23,1	94,87
Out	288	19,97	-9,97	1,01	93,66	38,7	15,8	24,2	118,48
Nov	319	19,97	-19,38	1,03	97,34	41,5	16,9	23,7	120,40
Dez	349	19,97	-23,37	1,01	99,03	41,1	16,8	23,4	121,78

$\phi$  = latitude local;  $\delta$  = declinação solar;  $(d/D)^2$  = correção da distância entre a terra e sol;  $h_n$  = ângulo horário ao nascer do sol;  $Q_o$  = radiação solar extraterrestre;  $T_m$  = temperatura média mensal;  $ET_o$  = evapotranspiração de referência.

Tabela 4. Balanço hídrico da cultura do milho cultivado em Uberlândia-MG.

Mês	ETo	Kc	Etc	P	P-Etc	CAD	Neg Acu	Arm	Alt	ETr	DEF	EXC
	mm		mm					mm				
Jul	62,16	1	0	8	-54,16	75	-135,77	12,3	-12,99	20,99	-41,17	0,00
Ago	79,29	1	0	15	-64,29	75	-200,07	5,2	-7,06	22,06	-57,23	0,00
Set	94,87	1	0	66	-28,87	75	-228,94	3,5	-1,66	67,66	-27,21	0,00
Out	118,48	0,35	41	108	66,53	75	-5,09	3,1	-0,46	108,46	-10,02	0,00
Nov	120,40	0,75	90	189	98,70	75	0	75,0	70,1	118,48	0,00	0,00
Dez	121,78	1,1	134	297	163,04	75	0	75,0	75,0	120,40	0,00	93,78
Jan	118,16	0,45	53	319	265,83	75	0	75,0	75,0	121,78	0,00	163,05
Fev	107,84	0,4	43	202	158,87	75	0	75,0	75,0	118,16	0,00	265,83
Mar	105,33	0,8	84	237	152,73	75	0	75,0	75,0	107,84	0,00	158,86
Abr	85,71	1,1	94	81	-13,28	75	-13,28	62,8	75,0	105,33	7,46	152,74
Mai	71,80	0,9	65	39	-25,62	75	-38,90	44,6	62,8	93,17	-14,62	0,00
Jun	62,10	0,6	37	18	-44,10	75	-83,01	24,8	44,6	57,18	-24,25	0,00
Jul	62,16	1	0	8	-54,16	75	-137,17	12,0	-12,75	20,75	-41,41	0,00
Ago	79,29	1	0	15	-64,29	75	-201,46	5,1	-6,93	21,93	-57,36	0,00
Set	94,87	1	0	66	-13,28	75	-230,33	3,5	-1,63	67,63	-27,24	0,00

Eto = evapotranspiração de referência; Kc = coeficiente da cultura; Etc = evapotranspiração da cultura, P = precipitação; CAD = capacidade de água disponível no solo; Neg. Acum. = negativo acumulado; Arm = armazenamento de água no solo; Alt = alteração no armazenamento; ETr = evapotranspiração real da cultura; DEF = déficit hídrico; EXC = excedente hídrico.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nas características em que o trabalho foi desenvolvido, pôde-se concluir que:

- Não é recomendada a implantação de safrinha de milho em Uberlândia-MG por restrições hídricas;
- O risco de um produtor ter prejuízos com a cultura é de aproximadamente 80%.

## REFERÊNCIAS

ALFONSI, R.R.; BRUNINI, O.; CAMARGO, M.B.P.; PEZZOPANE, R.M. Disponibilidade hídrica no solo para a cultura do milho no estado de São Paulo, em função de épocas de semeadura e cultivares. **Bragantia**, Campinas, v.57, n. 1, 1998. Disponível em: ([http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87051998000100015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000100015)). Acesso: 6 de junho de 2008. doi: 10.1590/S0006-87051998000100015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO. Milho safrinha continua em expansão. **ABMS**. Informativo diário. Disponível em: ([http://www.abms.org.br/informativo\\_diario.htm](http://www.abms.org.br/informativo_diario.htm)), 2007. Acesso em: 20 maio. 2007.

BRUNINI, O; JÚNIOR, J.Z; PINTO, H. S; ASSAD, E; SAWASAKI, E; DUARTE, A. P; PATTERNIANI, M. E. Z. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas, v.9, n.3, p.519-526, 2001. Número especial.

CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agropecuário de Campinas, 1971. 24p. (Boletim técnico, 116).

CAMARGO, M. B. P. **Exigências bioclimáticas e estimativa para quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo**. 96f. 1984. Dissertação (mestrado) – Piracicaba: ESALQ.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A soja**. Disponível em: ([http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=22&cod\\_pai=16](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=22&cod_pai=16)) . Acesso em: 15 set. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho**: apresentação do milho. Disponível em: (<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/index.htm>). Acesso em: 11 set. 2007.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A, H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de Gheyi, H.R. et al., 1994. 306p. (Estudos FAO-Irrigação e drenagem, 33).

DUARTE, O. J; CRUZ, C. J; GARCIA, C. J.; MATTOSO, J. M. **Cultivo do milho**: economia da produção. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária, ano 2007. Disponível em: (<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.htm>). Acesso em: 11 set. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja**: dados econômicos. Disponível em: ([http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=294&cod\\_pai=17](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=17)). Acesso em: 15 set. 2007.

FAEDO, F. Safrinha de milho: uma realidade no sudoeste de Goiás. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5., 1999, Barretos. **Resumos...** Campinas: Instituto agrônomo, 1999. p. 1-4.

HODGES, T.; FRENCH, V. Soyphen: soybean growth stages modeled from temperature, daylength, and water availability. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, p. 500-505, 1985.

INFELD, J.A.; SILVA, J.A. Somas térmicas da duração da fase vegetativa do arroz irrigado (*Oriza sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5., Belém-PA, **Anais...**Belém : SBA, 1987, p.160-161.

JENSEN, M.E. Water Consumption by agricultural plants. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. **Water deficits and plant growth**. v. 2, p. 1-22, New York, Academic Press, 1968.

JONES, P.G.; LANG, D.R. Simulation of the phenology of soybeans. **Journal Agricultural Systems**, New York, v. 3, p. 295-311, 1978.

JOHNSON, H. W.; BORTHWICK, H. A.; LEFFEL, R. C. Effects of photoperiod and time of planting on rates of development of the soybean in various stages of the life cycle. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 22, p. 77-95, 1960.

LAWN, R. J.; BYTH, D. E. Response of soya beans to planting date in South-Eastern Queensland. I. Influence of photoperiod and temperature on phasic development patterns. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 24, p. 67-80, 1973.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27 p.(EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 20).

MAGALHÃES, P. C. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23p.(EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 22).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Cultivo do milho: ecofisiologia**. Local: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: (<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/ecofisiologia.htm>), 2007. Acesso em: 11 set. 2007.

OLIVEIRA, F. E. **Fatores que garantem o sucesso da safrinha de milho**. COODETEC, 2003. Disponível em: (<http://www.coodetec.com.br/artigos.asp?id=75>). Acesso em: 11 set. 2007.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo. Agronômica Ceres. 1981. 440p.

PEREIRA, R. A.; ANGELOCCI, R. L.; SENTELHAS, C. P. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Piracicaba: ESALQ, 2002. 478p.

PEIXOTO, M. C. **Safrinha programada garante o sucesso**. Seednews. Disponível: (<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed66/milho66.shtm>), 2002. Acesso em: 28 ago. 2007.

PILOT, C. Milho Safrinha: resultado de pesquisa e experimentação. Maracajú. **Fundação MS**, p.3-34, 1998.

PILOT, C.; FERNANDES. C.H. Milho safrinha: ensaio de híbridos de milho para safrinha em 1998. Maracajú. **Fundação MS**, p. 25-28, 1998.

RICHARD, I.; ALCÂNTARA, M. **Conab estima crescimento na produção de soja, milho e algodão**. Agência Brasil, 2006. Disponível em: (<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2006/10/05/materia.2006-10-05.0860391428/view>). Acesso em: 05 set. 2007.

RODRIGUES, O.; DIDONET, D. A.; LHAMBY, B. C. J.; BERTAGNOLLI, F. P.; LUZ, S. J. Resposta quantitativa do florescimento da soja temperatura e ao fotoperíodo. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 36, n. 3, p.431-437, 2001.

ROSOLEM, A. C. Ecofisiologia da soja. **Boletim de Pesquisa da Soja**, p. 16-25, 2003.

SAMMIS, T.W.; MAPEL, C.L.; LUGG, D.G.; LANSFORD, RR. Evapotranspiration crop coefficients predicted using growing-degree-days. **Transactions of the ASAE**, 1985.

SANS, A. M. L.; SANTANA, P. D. **Cultivo do milho**: clima e solo. Disponível em: (<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/climaesolo.htm>). Acesso em: 11 set. 2007.

SANS, A. M. L.; SANTANA, P. D. **Cultivo do milho**: zoneamento agrícola. Disponível em: (<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/zoneamento.htm>). Acesso em: 11 set. 2007.

SOUZA, P. R. Alguns aspectos de influência do clima e temperatura sobre a cultura do arroz irrigado no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 389, p. 9-22, 1990.

STEINBERG, R. A.; GARDNER, W. W. Response of certain plants to length of day and temperature under controlled conditions. **Journal of Agricultural Research**, Washington DC., v. 52, p. 943-960, 1936.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**: publication in climatology. New Jersey: Drexel Inst. Of Technology, 1955, 104 p.

VIEIRA, A. R.; SCHNEIDER L.; JÚNIOR, S. M.; JUSTINO R.G. B.; ZUCCALMAGLIO G.V.; SILVA J.G. Caracterização térmica e hídrica da cultura do feijão-vagem na região da grande Florianópolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 33, n. 6, p. 929-936, 1998.

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO Jr., M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, v. 30, p. 1-8, 1972.

WARRINGTON, I.J.; KANEMASU, E.T. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod I. Seedling Emergence, Tassel Initiation, and Anthesis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, p. 762-766, 1983.