

SIMONE CORREIA MOLINA FAVARÃO

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE MINIMILHO PARA CONSERVA**

MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
DEZEMBRO – 2011

SIMONE CORREIA MOLINA FAVARÃO

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE MINIMILHO PARA CONSERVA**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de
Maringá, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, área
de concentração em Produção
Vegetal, para obtenção do título
de Mestre

MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
DEZEMBRO – 2011

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tenho e que sou, por sempre iluminar meus caminhos e decisões.

A Universidade Estadual de Maringá, principalmente ao Programa de Pós Graduação em Agronomia porto todo suporte, e a todos seus colaboradores.

Ao Prof. Dr. Edmar Clemente pela orientação e paciência.

Em especial aos meus pais Ângela e Adilson, aos quais serei eternamente grata por tudo.

Ao meu esposo Sergio pelo amor e apoio e a todos os familiares.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim pela importante contribuição e orientação.

A Prof. Dr^a. Mônica R. S. Scapim pelo carinho e apoio.

Ao Prof. Dr. Tadeu Inoue pelas contribuições.

A todos os colegas do Laboratório de Bioquímica de Alimentos.

As minhas amigas Roselene F. Oliveira e Karen Rodak Kffuri pela amizade verdadeira.

A Faculdade Integrado de Campo Mourão pela confiança.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

BIOGRAFIA

Simone Correia Molina Favarão, filha de Adilson Molina e Ângela de Melo Correia Molina, nasceu em 26 de abril de 1986, na cidade de Juranda - Paraná.

Diplomou-se em 19 de janeiro de 2009, em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Maringá, Campus de Umuarama, com a defesa do trabalho de diplomação intitulado “Levantamento, Diagnostico e Planejamento do Sítio Alvorada”, orientada pela professora Marcibela Stulp.

Em 2009, atuou profissionalmente no projeto estadual Universidade Sem Fronteiras como extensionista rural.

Em março de 2010, ingressou no Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal na Universidade Estadual de Maringá.

Atualmente é docente do curso de agronomia da Faculdade Integrado de Campo Mourão, Campo Mourão - PR, da disciplina de Tecnologia de Produtos Agropecuários.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| ÍNDICE | iii |
| RESUMO | v |
| ABSTRACT | vii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Aspectos gerais sobre a cultura | 4 |
| 2.2 Características botânicas | 5 |
| 2.3 Fisiologia e desenvolvimento | 5 |
| 2.4 Adubação mineral | 9 |
| 2.4.1 Nitrogênio (N) | 10 |
| 2.4.2 Potássio (K) | 11 |
| 2.5 Minimilho | 13 |
| 2.6 Características físicas, químicas e nutricionais dos alimentos | 17 |
| 2.6.1 Umidade | 17 |
| 2.6.2 Cinzas | 18 |
| 2.6.3 Carboidratos | 18 |
| 2.6.4 Teor de sólidos solúveis | 18 |
| 2.6.5 Extrato etéreo | 19 |
| 2.6.6 Fibras | 19 |
| 2.6.7 Proteínas | 20 |
| 2.6.8 Acidez | 20 |
| 2.6.9 Coloração | 20 |
| 2.6.10 Textura | 21 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 3.1 Fase de Campo | 22 |
| 3.2 Fase Pós Colheita | 24 |
| 3.2.1 Produção da conserva | 24 |
| 3.2.1.1 Branqueamento | 24 |
| 3.2.1.2 Pasteurização | 25 |
| 3.2.1.3 Resfriamento e armazenamento | 25 |
| 3.2.2 Análises químicas, físicas e centesimal | 25 |
| 3.2.2.1 Umidade dos grãos | 26 |

| | |
|---|----|
| 3.2.2.2 Acidez | 26 |
| 3.2.2.3 Determinação de proteínas | 26 |
| 3.2.2.4 Determinação de extrato etéreo | 26 |
| 3.2.2.5 Determinação de fibras..... | 27 |
| 3.2.2.6 Determinação do teor de cinzas | 27 |
| 3.2.2.7 Determinação de carboidratos..... | 27 |
| 3.2.2.8 Determinação de textura | 27 |
| 3.2.2.9 Determinação de coloração..... | 28 |
| 3.2.2.10 Teor de sólidos solúveis totais..... | 28 |
| 3.3 Análises Estatísticas..... | 28 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 5. CONCLUSÃO | 39 |
| 6. REFERÊNCIAS | 40 |

RESUMO

FAVARÃO, Simone Correia Molina, M.S. Universidade Estadual de Maringá, Dezembro de 2011. **Adubação nitrogenada e potássica na produtividade e qualidade de minimilho para conserva.** Professor Orientador: Dr. Edmar Clemente. Professor Co-Orientador: Dr. Carlos Alberto Scapim.

O minimilho (baby corn) corresponde à inflorescência do milho (espiguetas) antes de sua fertilização e início da formação dos grãos. No que diz respeito ao manejo, os tratos culturais é realizada com indicações disponíveis para produção de milho grão. Como o minimilho é colhido em estágio jovem, pressupõe-se que a necessidade de adubação principalmente nitrogenada e potássica sejam menores. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar características agronômicas e atributos pós colheita de minimilho em função de diferentes níveis de nitrogênio e potássio cultivados na região de Maringá – PR, nas safras verão e inverno do ano agrícola 2010/2011. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi – FEI, no município de Maringá, região Noroeste do Paraná, o período experimental correspondeu as duas safras, verão e inverno do ano agrícola 2010/2011. O delineamento foi o de blocos casualizados no esquema fatorial 4x4, sendo 4 níveis de nitrogênio (0, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹) e 4 níveis de potássio (0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹), aplicados 50% na semeadura e 50% em cobertura no estágio V6 de desenvolvimento. O material vegetal utilizado foi um híbrido simples de milho pipoca do programa de melhoramento da UEM. Após a colheita foram avaliadas as características agronômicas: número, diâmetro, comprimento e peso das espiguetas comerciais desempalhadas. Em seguida foram preparadas as conservas e após aproximadamente 4 meses, estes foram avaliados quanto ao: pH da salmoura, pH do minimilho, teor de sólidos solúveis, umidade, cinzas, fibras, carboidratos, lipídeos, proteínas, coloração e textura. Os resultados foram analisados por meio da análise de variância com probabilidade em nível de 5% de significância pelo teste F no programa estatístico SISVAR e para a comparação das médias foi o

teste de médias Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade. As maiores produtividades foram obtidas na safra verão. A testemunha (00N-00K) apresentou produtividade kg ha^{-1} significativamente inferior às demais em ambas as safras. Em relação às características nutricionais todos os valores encontrados foram compatíveis com os encontrados na literatura e não representaram ganho nutricional diferenciado afim de que se possa recomendar algum tratamento (dose de adubação) em função dos valores nutricionais

Palavras-chave: *Zea mays* L., baby corn, desempenho agronômico, composição química.

ABSTRACT

FAVARÃO, Simone Correia Molina, M.S. State University of Maringá, December 2011. **Nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of baby corn for canning.** Adviser: Dr. Edmar Clemente. Co-Supervisor: Dr. Carlos Alberto Scapim.

The baby corn is the inflorescence of maize (spikelet) prior to fertilization and early grain formation. With regard to the management, the cultivation is carried out with directions available for production of corn grain. As the baby corn is harvested in the young, it is assumed that the need for fertilizer especially nitrogen and potassium are lower. Given the above, the present study was to evaluate agronomic characteristics and attributes of baby corn post-harvest due to different levels of nitrogen and potassium cultivated in the region of Maringá - PR, summer and winter crops in the agricultural year 2010/2011. The experiment was conducted at the Experimental Farm of Iguatemi - FEI, in Maringá, Northwest Paraná, the trial period matched the two seasons, summer and winter of 2010/2011 crop year. The design was randomized blocks in factorial scheme 4x4, with four levels of nitrogen (0, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹) and four potassium levels (0, 20, 40 and 60 kg ha⁻¹), applied 50% at sowing and 50% coverage in the V6 stage of development. The plant material used was a simple hybrid corn popcorn breeding program of UEM. After harvesting agronomic traits were evaluated: number, diameter, length and weight of commercial desempalhadas spikelets. They were then prepared and canned after about 4 months, these were assessed for pH of the brine, pH of corn, soluble solids, moisture, ash, fiber, carbohydrates, lipids, proteins, color and texture. The results were analyzed by analysis of variance with probability at 5% level of significance by F test and the statistical program SISVAR for comparison of means was the mean test Student-Newman-Keuls at 5% probability. The highest yields were obtained in the summer season. The control (00N-00K) showed yield kg ha⁻¹ significantly lower than others in both harvests. Regarding the nutritional characteristics of all values

found were consistent with those found in the literature and did not represent different nutritional gain in order that we can recommend treatment (fertilizer application) as a function of nutritional value.

Keywords: *Zea mays* L., baby corn, agronomic performance, chemical composition.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o grão mais consumido no mundo, devido a sua grande versatilidade nas formas de consumo, sendo utilizado tanto na alimentação humana como animal. No Brasil, em torno de 60 a 80% dos grãos produzidos são utilizados para alimentação animal, essa porcentagem varia de acordo com a demanda de mercado, principalmente dos setores de produção de aves e suínos (DUARTE et al., 2010).

Na alimentação humana as principais formas de consumo são o milho cozido e o enlatado, utilizados em saladas e pratos preparados. Alternativamente a estas formas de consumo, uma pouco difundida no mercado é a do minimilho.

O minimilho ou baby corn, corresponde à inflorescência do milho (espigueta) antes de sua fertilização e início da formação dos grãos (PEREIRA FILHO et al., 1998). Este é consumido como conserva na forma de petisco, em saladas e na confecção de pratos mais elaborados como risotos, sopas e guarnições acompanhando carnes e peixes grelhados (BARBOSA, 2009).

As informações estatísticas sobre a produção e o consumo são limitadas porque muitos países produtores negligenciam ou não possuem essas informações.

Raupp et al. (2008), citaram que o minimilho é muito consumido no continente asiático como hortaliça e representa uma atividade econômica significativa em países, como: Tailândia, Sri Lanka, Taiwan, China, Zimbábwe, Zâmbia e Indonésia. Também na América Central, como Nicarágua, Costa Rica, Guatemala e Honduras, que são os exportadores mais conhecidos.

No que diz respeito ao manejo, os tratamentos culturais inclusive a adubação é realizada com indicações disponíveis para produção de milho grão. Como o minimilho é colhido em estágio jovem, pressupõe-se que a necessidade seja menor de doses de nitrogênio, elemento importante no processo de crescimento da espiga, enchimento e maturação de grãos.

Em relação ao potássio a importância está no suprimento da planta em si, bem como na manutenção de equilíbrio do elemento no solo para culturas subsequentes, pois a exploração de minimilho causa exaustão do potássio no solo, uma vez que há a retirada total da planta, sendo o minimilho para o consumo e a palhada remanescente é comumente utilizada para alimentação animal.

Vários trabalhos, conduzidos fora do Brasil, tem demonstrado grande preocupação somente com o nitrogênio, devido o estágio em que é colhido o minimilho, e talvez não dando muita importância para o potássio por ser um elemento abundante nos solos tropicais.

Miles e Zenz (1997) salientaram que no cultivo do minimilho não são necessárias altas doses de nitrogênio devido à colheita acontecer num estágio muito jovem da espiga, antes mesmo de iniciar o processo de fertilização.

Pereira Filho et al., (2008) relataram que em relação à resposta ao nitrogênio, especialmente em cobertura, com a planta no estágio de quatro a cinco folhas, no período de inverno, o rendimento de minimilho cresceu progressivamente com até 160 kg ha⁻¹ e, no período chuvoso, não houve aumento de produção com dose acima de 120 kg ha⁻¹. Entretanto, outras pesquisas mostram que as doses de nitrogênio em cobertura, para o cultivo do minimilho, devem ficar entre 60 e 95 kg ha⁻¹, aplicando-se a metade no plantio e o restante, entre 25 e 30 dias após a emergência das plantas.

Considerando os atributos de qualidade, a aparência da espiga é de suma importância para o consumidor, já que na produção de conservas o envase é normalmente realizado em vidro transparente para permitir que o consumidor aprecie características como coloração, formato, tamanho e diâmetro (RAUPP et al., 2008).

As espigas devem apresentar os seguintes padrões comerciais: coloração de branco-pérola a amarelo-claro; forma cilíndrica com ovários pequenos em fileiras uniformes e simétricas; diâmetro de 10 a 18 mm; comprimento de 40 a 120 mm. A colheita deve ser realizada pela manhã, quando a umidade das espigas é mais alta e a temperatura ambiente mais baixa, favorecendo, assim, a

manutenção da qualidade da matéria-prima. O ponto ideal de colheita é quando as espigas estão com dois a três dias de exposição dos estilos-estigma (RAUPP et al., 2008).

A conserva de minimilho é apreciada por alguns consumidores no Brasil, mas ainda carece de informações com relação à recomendação de cultivar, adubação e manejo (protocolos para o processamento, composição e atributos de qualidade). O minimilho, a semelhança do que já ocorre com o milho verde, constitui uma alternativa para o produtor, que poderá comercializá-lo na forma de conserva, disponibilizando, com isso, um novo produto para o consumidor que aprecia o milho, bem como agregar valor à produção.

As poucas informações e muitas destas contraditórias a respeito de adubação e cultivares de milho visando à obtenção de minimilho no Brasil, sugere a realização de trabalhos na área para atender a demanda dos produtores que utilizam este tipo de exploração.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar características agronômicas e atributos pós colheita de minimilho em função de diferentes doses de nitrogênio e potássio cultivados na região de Maringá – PR, nas safras verão e inverno do ano agrícola 2010/2011.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais sobre a cultura

O milho (*Zea mays* L.), com média mundial de produção dos últimos três anos de 778,8 milhões de toneladas, é o cereal mais cultivado no mundo, utilizado tanto na dieta humana como na alimentação animal, sendo a principal matéria prima utilizada na avicultura e na suinocultura. Nos últimos anos também tem sido considerado um produto estratégico para produção de energia. O principal produtor e também consumidor mundial são os Estados Unidos, o Brasil ocupa o terceiro lugar, junto com a União Européia, tendo uma participação de 7% (DEMARCHI, 2010).

No Brasil, a área de cultivo estimada para safra 2010/2011 é de 13,75 milhões de hectares, segundo levantamento do IBGE (2009) o rendimento médio da cultura cresceu na ordem de 144% nos últimos dez anos.

O Paraná é o maior estado produtor de milho participando em média com 25% da produção nacional. No estado destacam-se a região Oeste, responsável por 38% da colheita estadual, seguida da região Norte, com 31% e a região Centro-Oeste, com a participação média de 18%. O estado vem apresentando produtividades médias nos últimos anos em torno de 7.000 kg ha⁻¹. Grande parte do milho produzido no Paraná é consumido no próprio estado, destinando-se as atividades pecuárias que em conjunto absorvem 60% do volume ofertado (DEMARCHI, 2010).

Na alimentação humana as principais formas de consumo são o milho cozido e o enlatado, utilizados em saladas e pratos preparados. Alternativamente a estas formas de consumo, uma pouco difundida no mercado, é a do minimilho.

O minimilho é uma alternativa para produtores, inseridos principalmente dentro da agricultura familiar, podendo ser explorada em pequenas áreas e com mão de obra da própria propriedade. Como é uma atividade pouco explorada na

região, as formas de manejo aplicadas são adaptadas de outras atividades, como a produção de milho comum (RAUPP, 2008).

2.2 Características botânicas

A espiga de milho mais antiga que se tem conhecimento foi descoberta em 6.000 a.c. no vale do Tehuacan no México. Porém, sua origem é muito discutida. Seu parente mais próximo é o Teosinte, uma gramínea anual originária do México e Guatemala. Para alguns cientistas, o milho foi originário do Teosinte através de seleção feita pelo homem, mas outros defendem a hipótese de que o milho e o Teosinte diferenciam-se a mais tempo de um mesmo ancestral comum (KRUG et al., 1966).

O milho é uma planta anual, robusta, monocotiledônea, pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, subclasse Commelinidae, ordem Poales, família Poaceae (anteriormente denominada de Gramínea), gênero *Zea*, e nome científico *Zea mays* (CONECHIO, 1971).

Por ser uma planta tipo C4, apresenta características fisiológicas favoráveis de acordo com a eficiência da conversão do gás carbônico da atmosfera em compostos orgânicos como os carboidratos. Isso ocorre porque no processo fotossintético desta planta o CO₂ é continuamente concentrado nas células da bainha vascular das folhas (fonte) sendo redistribuído para locais onde serão estocados ou metabolizados (dreno). Esta relação fonte-dreno pode ser alterada pelas condições de solo, clima, estágio fisiológico e nível de estresse da cultura (MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

2.3 Fisiologia e desenvolvimento

A planta de milho é considerada como sendo uma das mais eficientes na conversão de energia radiante e, conseqüentemente, na produção de biomassa, visto que uma semente que pesa, em média, 260 mg, resulta em um período de tempo próximo a 140 dias cerca de 0,8 a 1,2 kg de biomassa por planta e 180 a

250 g de grãos por planta, multiplicando, aproximadamente, 1000 vezes o peso da semente que a originou. No entanto, também apresenta acentuada sensibilidade a estresse de natureza biótica e abiótica, que aliada a sua pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e baixa capacidade de compensação efetiva, seu cultivo necessita ser rigorosamente planejado e criteriosamente manejado, objetivando a manifestação de sua capacidade produtiva (FANCELLI, 2008).

No seu processo de domesticação e melhoramento pelo homem, a cultura foi selecionada para produção de grãos numa única inflorescência no colmo principal e para tolerância ao estresse ocasionado pelo aumento da população de plantas (SANGOI et al., 2002).

Para Sangoi et al. (2002) plantas prolíficas são, em geral, mais tolerantes às condições adversas devido a sua capacidade inerente de desenvolver ao menos uma espiga sob tais condições, e mais de uma quando as condições ambientais são propícias, podendo incrementar o rendimento quando a população está abaixo da ideal. Assim, os híbridos prolíficos apresentam uma ampla faixa de população ótima para rendimento de grãos devido a grande resistência a esterilidade, enquanto os não prolíficos apresentam uma estreita faixa de população ótima.

Em relação às condições climáticas, temperaturas do solo inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam sensivelmente a germinação, ao passo que àquelas situadas entre 25 e 30°C propiciam as melhores condições para o desencadeamento dos processos de germinação das sementes e emergência das plântulas. Por ocasião do período de florescimento e maturação, temperaturas média diárias superiores a 26°C podem promover a aceleração dessas fases, da mesma forma que temperaturas inferiores a 15,5°C podem prontamente retardá-las. Resultados experimentais relatam que a cada grau de temperatura média diária superior a 21,1°C, nos primeiros 50-60 dias após a semeadura, pode antecipar o florescimento de dois a três dias (FANCELLI, 2008).

De acordo com Magalhães e Durães (2006), o sistema de identificação dos estádios divide o desenvolvimento da planta em vegetativo (V) e reprodutivo

(R), (Tabela 1). As subdivisões dos estádios vegetativos são designados numericamente como V1, V2, V3 até V(n); em que (n) representa a última folha emitida antes do pendoamento (Vt). O primeiro e o último estádio V são representados, respectivamente, por (VE: emergência) e (VT: pendoamento). O estádio reprodutivo também é subdividido numericamente onde R1 corresponde ao embonecamento e vai até R6 que identifica a maturidade fisiológica.

Tabela 1. Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho

| Vegetativo | Reprodutivo |
|-----------------------------|---------------------------------|
| VE: Emergência | R1: Embonecamento e polinização |
| V1: 1ª folha desenvolvida | R2: Grão Bolha d'água |
| V2: 2ª folha desenvolvida | R3: Grão Leitoso |
| V3: 3ª folha desenvolvida | R4: Grão Pastoso |
| V4: 4ª folha desenvolvida | R5: Formação de dente |
| V(n): nª folha desenvolvida | R6: Maturidade Fisiológica |
| VT: Pendoamento | |

Fonte: Magalhães e Durães (2006),

O potencial de produção é definido na emissão da 4ª folha, podendo se estender até a 6ª folha, principalmente em função da natureza protândrica dos principais genótipos utilizados no Brasil. A referida etapa é denominada de diferenciação floral, a qual também coincide com o término da fase de diferenciação das folhas. Portanto, nessa etapa já estará definida a área foliar potencial que a planta deverá apresentar, este evento está relacionado ao estado nutricional da planta, o espaçamento adotado, ataque de pragas e alterações bruscas de temperatura (MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

Da mesma forma, a confirmação do número de fileiras (ovários) da espiga, ocorrerá entre o período correspondente à emissão da 7ª e 9ª folha completamente expandida, devido às transformações ocorridas na gema axilar que darão origem à espiga. Segundo Dwyer et al., (1992) a primeira gema axilar que muda do estado vegetativo para o estado reprodutivo é a gema superior, isto é, aquela posicionada entre a 5ª e a 7ª folha abaixo da panícula. No milho, pode ser encontrado até sete gemas em estado de diferenciação floral, porém nunca acima daquela que primeiro se diferenciou (FISCHER e PALMER, 1984).

O número de ovários e o número de óvulos contidos na espiga é afetado significativamente pela temperatura, pelo genótipo e pela disponibilidade de nitrogênio, sendo menos sensíveis à radiação solar e densidade de plantas. Todavia, nesse particular, a baixa disponibilidade de nitrogênio ($< 25 \text{ kg ha}^{-1}$) e a presença de temperaturas baixas ($< 12^\circ\text{C}$) no início do desenvolvimento da planta (4^a/5^a folha), contribuem de forma decisiva para a redução do tamanho da raiz (redução de síntese de citocinina) e do potencial de produção da cultura (FANCELLI e DOURADO NETO, 2007).

O milho exige em torno de 600 mm de precipitação pluvial para que possa manifestar seu potencial produtivo, seu uso consultivo, frequentemente, oscila entre 4 a 6 mm dia⁻¹. Todavia, o período compreendido entre a fase de emborrachamento/pendoamento e grãos leitosos, caracteriza-se como a mais sensível ao estresse hídrico, resultando em perda significativa e irreversível de produção. Cumpre também ressaltar, que a quantidade de água disponível para a cultura, encontra-se na dependência da capacidade exploratória das raízes, do armazenamento de água do solo e da magnitude do sistema radicular da planta. Assim, o manejo racional do solo e da cultura, reveste-se de suma importância, para o crescimento e distribuição do sistema radicular, favorecendo o aproveitamento eficiente da água e de nutrientes (MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

Nesse âmbito, a elevada concentração de nutrientes nas camadas superficiais do solo, a acentuada disponibilidade temporal de nutrientes e índices desfavoráveis de salinidade poderão afetar significativamente a arquitetura da raiz dificultando o aproveitamento de água e nutrientes pela planta (TERUEL, 1999).

No que concerne ao aproveitamento de luz, a superfície da folha fotossinteticamente ativa em relação à unidade de superfície de solo é denominada de índice de área foliar (IAF). Tal parâmetro permite estimar o grau de desenvolvimento da planta e o potencial de interceptação de energia radiante. Ainda, o IAF que determina a taxa máxima de crescimento é conhecido como IAF crítico, o qual varia em função do ambiente que a planta estiver submetida.

O IAF crítico para a cultura do milho oscila entre valores de 3 a 5, de acordo com a região, genótipo e sistema de produção considerados (FANCELLI, 2008).

Para o milho manifestar sua elevada capacidade de produção de biomassa, é necessário que a planta apresente adequada estrutura de interceptação da radiação disponível, que somente poderá ser obtida quando for evidenciado pelo menos 85-90% de sua área foliar máxima. Assim, quanto mais rapidamente tal condição for atingida maior será a taxa de crescimento e a garantia de velocidade metabólica satisfatória (SANGOI et al., 2002).

A eficiência máxima de conversão da radiação solar é afetada pela temperatura diurna e noturna do período, bem como pela amplitude térmica resultante. Assim, temperaturas diurnas relativamente elevadas (28-32°C) possibilitam altas taxas fotossintéticas, ao passo que temperaturas noturnas amenas (18-20°C) contribuem para o prolongamento do período de crescimento, assegurando à cultura maior número de dias para o aproveitamento efetivo da radiação incidente (FANCELLI, 2008).

2.4 Adubação mineral

As necessidades nutricionais do milho são determinadas pelas quantidades totais de nutrientes absorvidos. O conhecimento desses valores permite estimar as taxas que serão exportadas através da colheita dos grãos e as que poderão ser restituídas ao solo através dos restos culturais. O conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é importante porque permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e corrigir as deficiências que, porventura, venham a ocorrer durante o desenvolvimento da cultura (BULL, 1993).

O manejo da adubação é um conjunto de práticas ou ações, planejadas e aplicadas de forma organizada, com a finalidade de dispor eficientemente e economicamente a recomendação de fertilizante às culturas. Manejar adequadamente a adubação consiste em efetuar um conjunto de decisões que envolvem a definição de doses e das fontes de nutrientes a serem utilizadas, bem

como as épocas e as formas de aplicação de corretivos e fertilizantes ao solo, visando à maior eficiência técnica e econômica em relação às condições de solo e de cultivo em cada propriedade (DYCK, 2008).

Fatores relacionados ao solo, como textura, grau de umidade e a capacidade de fixação, assim como aqueles relacionados à cultura, como o desenvolvimento do sistema radicular, a capacidade de extrair nutrientes e as épocas de maior demanda, são modificadores que ajustam a aplicação do nutriente ao solo com o objetivo de nutrir a planta de forma equilibrada, no momento certo e na quantidade adequada, para que ela possa crescer vigorosamente e expressar todo o seu potencial genético em produtividade (LUZ et al., 2003).

2.4.1 Nitrogênio (N)

O nitrogênio, elemento essencial à vida vegetal, constitui as estruturas do protoplasma da célula, da molécula da clorofila, dos aminoácidos, proteínas e de várias vitaminas, além de influenciar as reações metabólicas das plantas (LOPEZ e GUILHERME, 1992).

Cerca de 90 % do N na planta encontra-se em forma orgânica e é assim que desempenha as suas funções, como componente estrutural de macromoléculas e constituinte de enzimas. Os aminoácidos livres dão origem a outros aminoácidos e proteínas e, por consequência, enzimas e coenzimas. Também atuam como precursores de hormônios vegetais (triptofano do AIA e metionina do etileno), componentes de clorofila e citocromos, reserva de N nas sementes (asparagina e arginina), bases nitrogenadas (púricas e pirimídicas), nucleosídeos, nucleotídeos e por polimerização destes aos ácidos nucléicos DNA e RNA, ATP, coenzimas como NAD e o NADP (FAQUIM, 2005).

Ainda proporciona aumento do desenvolvimento vegetativo e do rendimento da cultura. Promove modificações morfo-fisiológicas na planta relacionada à fotossíntese, respiração, ao desenvolvimento e atividade das raízes,

absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética (CARMELLO, 1999).

O nitrogênio é indispensável para a formação de proteína e esta só terá máxima eficiência se as plantas também forem supridas de quantidades adequadas de potássio. Tal aspecto assume relevância em sistemas de agricultura intensiva, em que baixas dosagens de fertilizantes potássicos podem levar a um baixo aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados, resultando em baixas produções (LOPEZ et al., 1992).

Na cultura do milho, o N tem sua importância nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta quando ela está com quatro folhas totalmente desdobradas, pois esta é a fase em que o sistema radicular, em desenvolvimento, já mostra considerável porcentagem de pêlos absorventes e ramificações diferenciadas, e a adição de N estimula sua proliferação, com consequente desenvolvimento da parte aérea. Também neste estágio tem início o processo de diferenciação floral, o qual origina os primórdios da panícula e da espiga, bem como define o potencial de produção. Isso implica na disponibilidade de, pelo menos, 30 kg de N ha⁻¹ de forma a não limitar esse evento fisiológico (YAMADA, 2000).

2.4.2 Potássio (K)

O potássio é considerado o segundo nutriente mais exigido pelas culturas, depois do nitrogênio. Depois do fósforo é o mais consumido como fertilizantes pela agricultura brasileira. O requerimento de K⁺ para o ótimo crescimento das plantas está aproximadamente entre 2 a 5% na matéria seca, variando em função da espécie e do órgão analisado (POTAFÓS, 1996).

Segundo Malavolta (2008) o potássio interage com quase todos os outros nutrientes essenciais a planta, na solução do solo apresenta-se na forma iônica K⁺, forma esta absorvida pelas raízes das plantas. Concentrações elevadas de Ca²⁺ e Mg²⁺ reduzem a absorção do potássio por inibição competitiva, embora baixas concentrações de Ca apresentem um efeito sinérgico. Grande parte do K

total da planta está na forma solúvel (mais de 75%), portanto a sua redistribuição é bastante fácil no floema. Desta forma, sob condições de baixo suprimento de K pelo meio, o elemento é redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas e para as regiões em crescimento.

O K não faz parte de nenhum composto orgânico, portanto, não desempenha função estrutural na planta. No floema é o cátion mais abundante, em concentrações aproximadamente iguais a do citoplasma. Estas concentrações são requeridas para a neutralização de ânions insolúveis e solúveis e para estabilizar o pH nestes compartimentos entre 7 e 8, pH este ótimo para as reações enzimáticas. Este mineral contribui também para a regulação osmótica da planta (FAQUIM, 2005).

Atua ainda como ativador enzimático em vários processos metabólicos, tais como: respiração, síntese de carboidratos e proteínas e reações de fosforilação. Há também uma participação na regulação da abertura e fechamento dos estômatos e na regulação do transporte de carboidratos (sacarose) produzidos pela folha (POTAFÓS, 1996).

Coelho (2006) afirmou que absorção máxima de K ocorre no período de desenvolvimento vegetativo, com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento, apresentando taxas de absorção superiores as de N e P, sugerindo maior necessidade de K na fase inicial como elemento de “arranque”.

Segundo Reetz (1993) na cultura do milho a deficiência de K mostra-se inicialmente como um amarelecimento e bronzeamento ao longo das margens das folhas inferiores, movendo-se em direção à nervura principal e às folhas superiores da planta, esta deficiência também causa manchas marrons nos nódulos no interior do colmo, as espigas apresentam grãos não completamente enfileirados no sabugo.

De acordo com Padilha (1998), quando o solo apresenta um elevado teor de potássio, sua assimilação pela planta pode ser quatro vezes maior que a absorção de fósforo, e igual ou maior que a absorção de nitrogênio. Se esse nutriente estiver em grande quantidade disponível no solo, as plantas têm

tendência em absorvê-lo em excesso, além de suas necessidades, o que é definido como consumo de luxo.

Para Medeiros (2008) o cloreto de potássio é relativamente solúvel em água e pouco higroscópico, ele apresenta uma alta tendência em elevar a pressão osmótica da solução do solo, devido ao seu alto índice salino, podendo prejudicar a germinação. Esse fertilizante pode ser retido no solo na forma trocável. O seu movimento descendente não se dá com a mesma intensidade que o nitrato, sendo que lixivia em função do seu teor na solução do solo e da quantidade de água que percola através do perfil do solo. O cloreto de potássio é a fonte de potássio mais utilizada com, aproximadamente, 47,6% de cloro em sua fórmula.

Na cultura do milho recomenda-se muito critério na definição da quantidade a ser aplicada na semeadura, pois o cloreto de potássio pode afetar significativamente a arquitetura da raiz e a germinação das sementes, por efeito salino, recomenda-se que o adubo seja distanciando das sementes, no mínimo 8 cm e se as doses exigidas pela cultura forem superiores as 50 kg ha⁻¹, indica-se o parcelamento em pré-semeadura ou em cobertura (FANCELI e DOURADO NETO, 2007).

2.5 Minimilho

O minimilho corresponde à inflorescência do milho (espiguetas) antes de sua fertilização e início da formação dos grãos. É consumido como conserva na forma de petisco, em saladas e na confecção de pratos mais elaborados como risotos, sopas e guarnições acompanhando carnes e peixes grelhados (BARBOSA, 2009).

Segundo Hardoim et al. (2002) o minimilho é uma alternativa altamente rentável para o produtor agrícola podendo gerar um retorno de até 400% do valor investido, principalmente na agricultura familiar. Um dos fatores que levam a maior rentabilidade da exploração comercial da cultura é seu menor custo de produção devido a sua colheita mais precoce, quando comparada à lavoura de

milho para produção de grãos, pois o gasto com defensivos agrícolas para o controle de danos causados por insetos e doenças é menor (VIANA, 2010a).

Enquanto o ciclo do milho comum chega até 140 dias para a colheita, o minimilho é colhido entre 60 e 75 dias o que permite até 5 safras anuais na mesma área de cultivo, sendo uma atividade economicamente viável para pequenas propriedades (QUEIROZ, 2010).

Embora a principal fonte de renda da atividade seja a comercialização das espiguetas para consumo in natura ou em conserva, após a colheita das mesmas o produtor ainda dispõe da planta verde do milho, que pode ser utilizada como fonte de alimentação para animais da propriedade, fornecido diretamente no cocho ou ensilada para os períodos mais críticos do ano como o inverno, propiciando uma interação com outras atividades como o gado de leite, engorda de suínos e caprinos (PEREIRA FILHO et al., 1998).

Em escala mundial o maior consumidor é o mercado asiático, destacando-se países como a Tailândia, Sri Lanka e Taiwan (UNIVERSITY OF KENTUCKY, 2010). Dados compilados de 1998 colocam o Brasil como o quarto maior produtor mundial de minimilho, atrás dos EUA, China e Comunidade Européia, tendo produzido cerca de 33.000 toneladas ano⁻¹ (FOODMARKETEXCHANGE, 2010). No entanto, dados atualizados de produção e consumo tanto do mercado mundial como brasileiro não encontram-se disponíveis.

Em âmbito nacional o Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo, EMBRAPA de Sete Lagoas – MG, tem incentivado a produção do minimilho através de dias de campo e participação em eventos relacionados à área que demonstram as técnicas de produção, colheita, comercialização e até o processamento na própria propriedade agrícola (VIANA, 2010b).

Como os módulos rurais do estado do Paraná e em especial das regiões Oeste, Sudoeste e Noroeste são formados por pequenas propriedades, a produção do minimilho seria mais uma alternativa, aumentando a diversificação, e geração de empregos na propriedade através do beneficiamento e comercialização direta

em feiras de produtores rurais como as que acontecem em muitos municípios destas regiões.

Segundo Pereira Filho e Cruz (2001), o minimilho pode ser produzido a partir do milho comum, doce ou pipoca. No entanto devido à necessidade da produção de um maior número de espiguetas por área cultivada é recomendado o cultivo de materiais prolíficos. Apesar da cultura do milho ser estudada extensivamente, na literatura os temas abordados referem-se à produção de grãos e forragem sendo escassas as publicações para o cultivo e manejo do minimilho.

O cultivo do minimilho apresenta diferenças quanto ao milho comum, dentre elas, destaca-se a densidade de semeadura. Para o minimilho o estande pode variar entre 100 a 180 mil plantas ha⁻¹, sendo desta maneira entre 2 a 3 vezes maior que o recomendado para o milho comum (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2001).

O grande número de indivíduos por área deve-se a necessidade da produção de um elevado número de espiguetas, viabilizando economicamente a atividade agrícola. Em função das diferenças no estande e período de cultivo a necessidade nutricional do minimilho é diferenciada do milho comum. Enquanto o milho comum cultivado para produção de grãos apresenta resposta positiva ao incremento na adubação, principalmente nitrogenada, a exigência por este nutriente pelo minimilho possivelmente é menor.

Segundo Vasconcelos et al. (2001) dos nutrientes essenciais para o milho, somente a exigência nutricional do potássio é suprida 100% até o florescimento da planta, outros nutrientes como o fósforo e o nitrogênio estariam com somente 50% da mesma (Figura 1). Desta forma, grande aporte de adubos como os utilizados para o milho comum poderiam estar onerando a atividade sem trazer benefícios econômicos para o produtor, além de contaminar o meio ambiente.

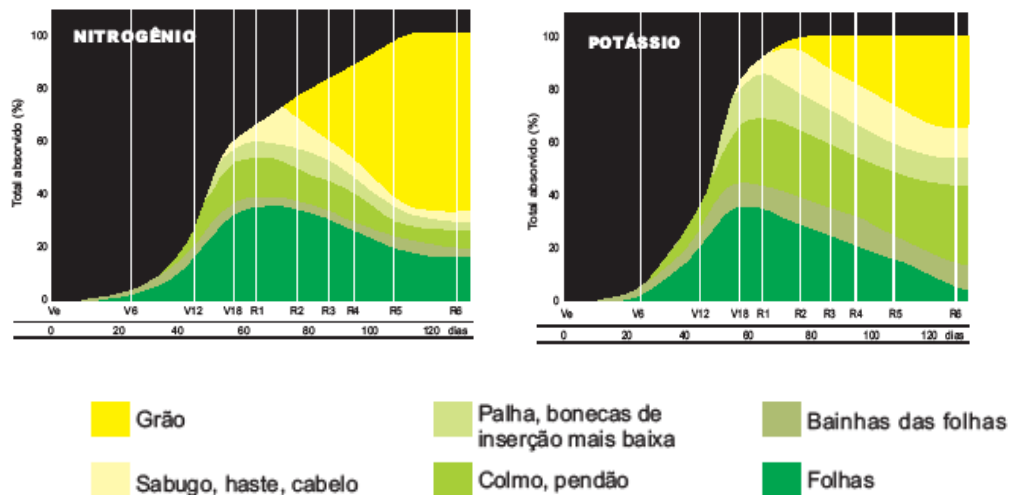


Figura 1. Padrão sazonal de acúmulo de N e K na planta de milho
 Fonte: Ritchie et al. (2003).

De acordo com Coelho (2006), o manejo da adubação do minimilho tem seguido as recomendações para o milho comum, sendo aplicados entre 100 a 150 kg de N ha⁻¹ e 50 a 100 kg de K₂O e P₂O₅ ha⁻¹, fornecidos de uma só vez ou parcelados de acordo com as quantidades calculadas pela análise do solo. No caso do parcelamento, este é recomendado principalmente para evitar a lixiviação dos nutrientes, especialmente quando o cultivo é realizado em condições de alta precipitação e solos com baixos teores de argila e matéria orgânica (FANCELI e DOURADO-NETO, 2007).

Malavolta (2008) ressaltou que a absorção e acúmulo de nutrientes pelas plantas dependem de vários fatores, além das condições edáficas, destacam-se o estande e a exigência nutricional do material cultivado. No geral o milho pode apresentar um ou mais picos de absorção com relação aos diferentes nutrientes.

Para o potássio o pico de absorção ocorre entre 30 a 40 dias do início do desenvolvimento (entre V4 e V6), sendo superior as taxas de absorção de fósforo e nitrogênio (COELHO, 2006). Já estes 2 nutrientes apresentam 2 picos distintos de absorção, o primeiro na passagem do período vegetativo para o reprodutivo (entre V14 e V18) e o segundo durante o período de formação das espigas.

Como o minimilho é colhido antes do início da formação de grãos, tanto as quantidades de nutrientes quanto o parcelamento destes podem ser

diferenciados devendo ser realizados experimentos para verificação das quantidades ideais a serem fornecidas.

2.6 Características físicas, químicas e nutricionais dos alimentos

Os alimentos são compostos complexos e para conhecer sua composição química são realizadas determinações analíticas. Caracterizar um alimento envolve analisar a sua constituição química, características físicas e sensoriais. A determinação da composição centesimal dos alimentos visa determinar principalmente os teores de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, fibras, lipídios, vitaminas e minerais. Outros parâmetros como a atividade de água, cor e textura, também possuem grande importância na indústria de alimentos (PARK e ANTONIO, 2006).

De acordo com Pinho et al. (2003), o minimilho é similar, na sua composição, a outras hortaliças, como a couve-flor, o tomate, a berinjela e o pepino. Em 100 g de amostra, o teor de proteína é de 1,90 g; na couve-flor, 2,40 g; na couve, 1,70 g; no tomate e na berinjela, 1,00 g; e no pepino, 0,60 g. O minimilho possui 89,1% de umidade, 0,20% de gordura, 8,20% de carboidratos e 0,60% de cinzas. Cem gramas de minimilho contêm, em média, 86 mg de fósforo, 0,1 mg de ferro, 64 UA de vitamina A, 0,05 mg de tiamina, 0,8 mg de riboflavina, 11,0 mg de ácido ascórbico e 0,3% de niacina.

2.6.1 Umidade

Todos os alimentos, qualquer que seja o método de industrialização a que tenham sido submetidos, contem água em maior ou menor proporção. A água na quantidade, localização e estrutura adequada é essencial para o processo vital, influencia na textura, na aparência, no sabor e na deterioração química e microbiológica de alimentos (RIBEIRO e SEREVALLI, 2007).

Quanto maior for o teor de água de um alimento, maior é sua sensibilidade à deterioração e é por isso que a maioria dos métodos de

conservação de alimentos baseia-se na remoção de água pela secagem, na redução da mobilidade da água por congelamento ou ainda, na adição de solutos como no caso das conservas (RIBEIRO e SEREVALLI, 2007).

2.6.2 Cinzas

Resíduo por incineração ou cinzas é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a 550-570°C. Os elementos minerais se apresentam nas cinzas sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições de incineração e da composição dos alimentos (CECCHI, 2001).

2.6.3 Carboidratos

Os carboidratos são os compostos mais abundantes e amplamente distribuídos entre os alimentos, englobam substâncias com estruturas e propriedades funcionais diversas (CECCHI, 2001).

Os açúcares são os carboidratos existentes nos alimentos e são divididos em: monossacarídeos (glicose, frutose), dissacarídeos (sacarose, lactose, galactose, maltose), polissacarídeos (maltodextrinas, amidos, gomas, pectinas e celulosas). Os carboidratos têm pelo menos duas funções orgânicas (C = O e C – OH) que dá a estes compostos várias opções de transformação (PARK e ANTONIO, 2006).

Entre os polissacarídeos, o amido, composto por cadeias lineares e ramificadas de glicose, representa o principal carboidrato de reserva na maioria dos produtos vegetais (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.6.4 Teor de sólidos solúveis

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), sólidos solúveis totais (SST) são compostos solúveis em água e importante na determinação da qualidade do

produto sendo um indicativo da quantidade de açúcares existentes, designados como °Brix e tem tendência de aumento com a maturação.

2.6.5 Extrato etéreo

Os lipídios são compostos orgânicos altamente energéticos, contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis. São insolúveis em água, solúveis em solventes orgânicos, tais como éter, clorofórmio e acetona, dentre outros. Estes são classificados em: simples (óleos e gorduras), compostos (fosfolipídios, ceras etc.) e derivados (ácidos graxos, esteróis) (BRASIL, 2005).

A determinação de lipídios em alimentos é feita, na maioria dos casos, pela extração com solventes, por exemplo, éter. O resíduo obtido não é constituído apenas por lipídios, mas por todos os compostos (extrato etéreo) que, nas condições da determinação, possam ser extraídos pelo solvente, na qual incluem os ácidos graxos livres, ésteres de ácidos graxos, lecitinas, ceras, carotenóides, clorofila e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídios, vitaminas A e D, óleos essenciais etc., mas em quantidades relativamente pequenas, que não chegam a representar uma diferença significativa na determinação (BRASIL, 2005).

2.6.6 Fibras

Fibra é o resíduo orgânico obtido em certas condições de extração. Inclui, teoricamente, materiais que não são digeríveis pelo organismo humano e animal e são insolúveis em ácidos e bases diluídas em condições específicas. Entre esses materiais estão a celulose, a lignina e pentosanas, que são responsáveis pela estrutura celular das plantas. A fibra bruta não tem valor nutritivo, mas fornece a ferramenta necessária para os movimentos peristálticos do intestino (CECCHI, 2001).

2.6.7 Proteínas

Proteínas são heteropolímeros formados por unidades menores chamadas aminoácidos. Estes estão ligados em seqüência formando uma cadeia polipeptídica, esta cadeia é a base da proteína, sendo denominada estrutura primária. As proteínas são extremamente importantes na nutrição, pois fornecem aminoácidos essenciais ao organismo. Alguns aminoácidos são chamados essenciais, pois o organismo não é capaz de sintetizá-los, na digestão há a quebra da cadeia de proteínas e os aminoácidos livres são absorvidos e usados na síntese de novas proteínas. São aminoácidos essenciais: valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, triptofano, treonina, lisina, arginina, histidina (BRASIL, 2005).

2.6.8 Acidez

A determinação de acidez é um dado importante para verificar o estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. Os métodos de determinação da acidez podem ser os que avaliam a acidez titulável ou fornecem a concentração de íons de hidrogênio livres, por meio do pH. Nos processos eletrométricos empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (BRASIL, 2005).

2.6.9 Coloração

A cor pode ser utilizada como um índice de transformações naturais de alimentos frescos ou de mudanças ocorridas durante o processamento industrial, sendo assim um importante parâmetro de qualidade. Instrumentalmente, a intensidade da cor é representada por parâmetros de luminosidade (L), variando

de 0% (branco) a 100% (preto) e tendências às cores verde (a-), vermelho (a+), azul (b-) amarela (b+) e cromaticidade (C) (SATO e CUNHA, 2005).

2.6.10 Textura

A textura é um dos atributos mais importantes entre aqueles que afetam a preferência e a aceitação por parte dos consumidores. Para cada alimento, existe uma série de fatores básicos de qualidade e uma série de características de textura que são apreciados pela maior parte dos consumidores (RODRIGUES, 1999).

A textura é um conceito puramente sensorial, cuja percepção pode se distinguir entre características: mecânicas, geométricas, de composição química, acústicas, visuais e térmicas. No entanto, pode-se afirmar que o estímulo na percepção da textura é principalmente mecânico e, conseqüentemente, quase todos os métodos instrumentais de avaliação de textura são ensaios mecânicos. Os ensaios mecânicos medem as relações entre pressão e deformação dos materiais e através deles, por ensaios instrumentais, determinam-se parâmetros como dureza e coesividade, por exemplo (RODRIGUES, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Fase de Campo

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi – FEI no município de Maringá, região Noroeste do Paraná, coordenadas geográficas de 23° 25' S e 51° 57' O, e 550 metros de altitude. O clima da região é do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen (IAPAR, 2009). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999).

O período experimental correspondeu as duas safras, verão e inverno do ano agrícola 2010/2011. Os dados de temperatura máxima e mínima, umidade e precipitação pluvial referentes aos períodos de duração do experimento no campo, em Iguatemi, Distrito de Maringá-PR, no ano agrícola de 2010/2011, estão apresentados na Tabela 2, sendo dispostos pelas médias mensais.

Tabela 2. Dados de temperatura máxima e mínima, umidade e precipitação pluvial em Iguatemi, distrito do município de Maringá, no período de outubro/2010 a maio /2011.

| Meses | T ^a Máxima °C | T ^a Mínima °C | Umidade % | Precipitação (mm mês ⁻¹) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| Safrá Verão | | | | |
| Outubro/2010 | 27,2 | 16,2 | 69,4 | 208,6 |
| Novembro/2010 | 28,9 | 17,1 | 64,7 | 96,0 |
| Dezembro/2010 | 28,0 | 19,2 | 82,1 | 192,2 |
| Janeiro/2011 | 29,7 | 20,4 | 80,5 | 189,7 |
| Safrá Inverno | | | | |
| Fevereiro/2011 | 29,9 | 20,3 | 82,5 | 260,2 |
| Março/2011 | 28,1 | 19,3 | 76,0 | 129,5 |
| Abril/2011 | 27,4 | 17,8 | 76,9 | 111,1 |
| Maió/2011 | 25,1 | 13,7 | 71,5 | 7,5 |

Fonte: Estação Climatológica Principal da Universidade Estadual de Maringá.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados no esquema fatorial 4x4, sendo 4 níveis de nitrogênio (0, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹) e 4 níveis de potássio (0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹), aplicados 50% na sementeira e 50% em cobertura no estágio V6 de desenvolvimento.

O material vegetal utilizado foi um híbrido simples de milho pipoca do programa de melhoramento da UEM.

A adubação fosfatada foi realizada de acordo com a interpretação da análise de solo e recomendação descrita em Coelho et al. (1992). As parcelas experimentais foram compostas por 6 linhas espaçadas 0,9 m entre si e 5,0 m de comprimento, totalizando 27 m², para a coleta dos dados foram descartadas as 2 linhas laterais e 1 m de cada lado no sentido do comprimento da mesma, totalizando 10,8 m² de área útil.

A sementeira da safra verão foi realizada no dia 28 de outubro de 2010 e safra de inverno dia 23 de fevereiro de 2011. Ambas realizadas manualmente em uma densidade de 15 plantas m⁻¹, totalizando 166.666 plantas ha⁻¹.

Os tratos culturais (controle de plantas daninhas, insetos e doenças) foram conduzidos conforme a necessidade da cultura e recomendações para o milho comum.

Aproximadamente 60 dias após o plantio, iniciou-se o período de colheita, totalizando 7 colheita. A cada três dias, o material era colhido, avaliado quanto ao rendimento, diâmetro, comprimento e peso das espiguetas comerciais.

O rendimento foi obtido pela contagem de todas as espiguetas desempalhadas que apresentaram diâmetro variando entre 0,8 a 1,8 cm e comprimento de 4 a 12 cm, cor variando de branco pérola a amarelo claro, formato cilíndrico e espiguetas não fertilizadas, na área útil da parcela. Os dados referentes ao número de espiguetas comerciais desempalhadas foram transformados para número de espiguetas comerciais desempalhadas ha⁻¹.

Para diâmetro da espiguetas, foi considerado o diâmetro médio de dez espiguetas comerciais desempalhadas de cada parcela, medidos em centímetros a partir de três centímetros da base da espiguetas com auxílio de paquímetro.

Já para o comprimento da espiguetas considerou-se o comprimento médio de dez espiguetas comerciais desempalhadas por parcela, medidos em centímetros, com o auxílio de uma régua graduada.

As espiguetas comerciais foram pesadas a cada colheita e em seguida realizou-se a soma dos pesos das espiguetas de todas as colheitas e calculado a produtividade ha^{-1} .

3.2 Fase Pós Colheita

3.2.1 Produção da conserva

Para produção da conserva utilizou-se a metodologia de Krolow (2006). A colheita do minimilho foi realizada nas primeiras horas da manhã e o material foi transportado para o laboratório utilizando caixa de isopor. Em seguida, para evitar perda de água e degradação do produto, o minimilho foi mantido sob refrigeração em temperatura, aproximadamente de 5°C, até o momento do processamento.

A pré-lavagem das espigas foram realizadas em água potável corrente visando a remoção das sujidades providas do campo. Em seguida, as espigas foram submersas em solução de água com 100 ppm de cloro livre (50 ml de hipoclorito de sódio a 2% para 10 L de água) por 15 minutos.

As embalagens utilizadas foram frascos de vidro de 300 mL, lavados em água potável e detergente neutro, enxaguados em água corrente e esterilizados em água potável fervente (cobrindo totalmente os frascos) por 20 minutos (tempo contado após início da fervura da água). As tampas foram higienizadas com água potável e detergente neutro e submetidas a fervura por 5 minutos.

3.2.1.1 Branqueamento

As espigas foram colocadas em água fervente, em quantidade suficiente para cobri-las, por 3 minutos, em seguida foram retiradas e mergulhadas em água fria também por 3 minutos.

Os minimilhos, após o branqueamento, foram acondicionados uniformemente nos frascos de vidro, e em seguida adicionou-se a solução de cobertura.

Visando garantir o pH de equilíbrio no produto final inferior a 4,5, ou seja, pH necessário para impedir a proliferação de patógenos formadores de esporos, como o *Clostridium botulinum* (RAUPP, 2008), a solução de cobertura foi preparada com 50% de água potável, 50% de vinagre de álcool e 3% de sal refinado.

3.2.1.2 Pasteurização

Com o objetivo de eliminar microrganismos que causam alterações nos alimentos, os vidros contendo os minimilhos foram colocados no pasteurizador com altura suficiente para que ficassem totalmente submersos em água e permaneceram em ebulição por 30 minutos, contados a partir do momento em que a água começou a ferver.

3.2.1.3 Resfriamento e armazenamento

Imediatamente após a pasteurização foi realizado o resfriamento, deixando escorrer água fria lentamente pelas bordas internas do recipiente que continham os vidros com os materiais, até baixar a temperatura para 40°C. Em seguida, retirou-se as embalagens da água e após secas, os vidros foram armazenados em local escuro, limpo, seco, com boa ventilação por aproximadamente 4 meses.

3.2.2 Análises químicas, físicas e centesimal

Os dados referentes à produtividade foram compilados e em seguida foram selecionados os 4 tratamentos mais produtivos de cada safra assim como a testemunha e após aproximadamente 4 meses da preparação das conservas, os materiais foram encaminhadas para o Laboratório de Bioquímica de Alimentos

da Universidade Estadual de Maringá, onde foram triturados em processador doméstico e a massa resultante foi submetida as análises, realizadas em triplicata (exceto coloração e textura) descritas a seguir.

3.2.2.1 Umidade dos grãos

Cerca de 5,00 g de minimilhos foram pesados e submetidos à secagem em estufa com circulação de ar, a 60°C até “peso constante” e calculado a porcentagem da umidade (BRASIL, 2005).

3.2.2.2 Acidez

A acidez foi determinada pela leitura direta em peagâmetro.

3.2.2.3 Determinação de proteínas

Para a avaliação dos teores de proteínas utilizou-se o método de Kjeldahl, avaliando a porcentagem de nitrogênio total na amostra, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para o cálculo da conversão de nitrogênio em proteínas foi utilizado o fator 6,25 (GIUNTINI et al., 2006).

3.2.2.4 Determinação de extrato etéreo

O extrato etéreo foi determinado pela extração direta com aparelho de Soxlet, utilizando 5,00 g da amostra e usando éter de petróleo como solvente com refluxo de duas horas. Os resultados foram expressos em porcentagem de extrato etéreo extraído, determinado por diferença de pesagem (BRASIL, 2005).

3.2.2.5 Determinação de fibras

Para determinação das fibras utilizou-se material previamente desengordurado na determinação de extrato etéreo. A determinação foi realizada com 2,00 g da amostra, fazendo uma hidrólise ácida com 200 mL de H₂SO₄ a 0,255 M por 30 minutos e, na seqüência, uma hidrólise alcalina com 200 mL de NaOH a 0,313 M, também por 30 minutos. Posteriormente o material foi submetido a secagem em estufa a 105°C e incinerado em forno mufla, por duas horas a 500°C. A quantificação foi realizada por diferença de peso inicial e final (BRASIL, 2005).

3.2.2.6 Determinação do teor de cinzas

A determinação do teor de cinzas foi realizada em forno Mufla a 550°C, utilizando 2,00 g da amostra (BRASIL, 2005).

3.2.2.7 Determinação de carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100% a soma dos resultados obtidos nas análises de extrato etéreo, fibras, proteínas, cinzas e umidade, conforme metodologia utilizada por Queiroz (2011), citada em Cecchi (2001) e Giuntini et al. (2006).

3.2.2.8 Determinação de textura

A determinação de textura foi realizada por meio de resistência ao corte pelo texturômetro, utilizando software Texture Exponent 3.2 com modo e operação de força de compressão, velocidade de pré-teste 2 mm s⁻¹, velocidade de teste 1 mm s⁻¹ e velocidade de pos-test 10 mm s⁻¹. A análise foi realizada em 15 sub amostras de cada repetição. O corpo de prova (probe) utilizado foi Blade set e os resultados foram expressos em gf (grama força).

3.2.2.9 Determinação de coloração

Avaliou-se a cor com colorímetro por reflectância marca Konica Minolta. Foram realizadas leituras de 4 pontos das amostras, sendo a análise realizada em triplicata, totalizando 12 pontos observados por tratamento. Os valores de L, a, b e C foram lidos diretamente do visor do colorímetro.

3.2.2.10 Teor de sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis foram determinados por meio de refratometria, utilizando refratômetro digital e os resultados expressos em °Brix.

3.3 Análises Estatísticas

Os resultados obtidos foram analisados por meio da análise de variância, com probabilidade em nível de 5% de significância pelo teste F, no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Student-Newman-Keuls, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às condições climáticas, a precipitação acumulada durante o período de realização do trabalho foi de 686,5 mm na safra verão e 508,3 mm na safra de inverno. Tais condições, segundo Fancelli (2008) são consideradas favoráveis para o desenvolvimento da cultura do milho, visto que a cultura exige um mínimo de 400 - 600 mm de precipitação pluvial para que possa manifestar seu potencial produtivo.

Na Tabela 3 encontram-se os valores de produtividade em kg ha^{-1} de espiguetas comerciais desempalhadas dos 16 tratamentos da safra verão e inverno, cultivados em Iguatemi, distrito de Maringá - PR, no ano agrícola 2010/2011.

Tabela 3. Produtividade dos tratamentos da safra verão e inverno 2010/2011

| Tratamentos Safra Verão | Produtividade* | Tratamentos Safra Inverno | Produtividade* |
|----------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| 100N-40K | 1178,97 ** | 75N-40K | 660,50** |
| 50N-00K | 1112,78** | 50N-40K | 620,25** |
| 75N-00K | 1099,35** | 50N-60K | 581,67** |
| 75N-60K | 1071,54** | 75N-00K | 571,72** |
| 75N-20K | 1060,83 | 75N-20K | 566,09 |
| 75N-40K | 1055,15 | 100N-60K | 562,94 |
| 50N-20K | 1054,63 | 100N-40K | 539,04 |
| 100N-00K | 1048,51 | 100N-20K | 525,95 |
| 50N-60K | 1045,57 | 50N-20K | 513,88 |
| 100N-20K | 1016,85 | 75N-60K | 506,88 |
| 50N-40K | 937,46 | 50N-00K | 486,13 |
| 100N-60K | 907,80 | 100N-00K | 439,06 |
| 00N-60K | 880,23 | 00N-40K | 339,83 |
| 00N-00K | 773,69 | 00N-60K | 305,77 |
| 00N-20K | 772,69 | 00N-20K | 269,09 |
| 00N-40K | 754,26 | 00N-00K | 257,10 |

*Espigas comerciais despalhadas kg ha⁻¹

**Tratamentos mais produtivos

Os quatro tratamentos mais produtivos na safra verão foram 100N-40K; 50N-00K; 75N-00K e 75N-60K. Na safra inverno as doses 75N-40K; 50N-40K; 50N-60K e 75N-00K apresentaram os melhores rendimentos. Comparando os quatro tratamentos mais produtivos das duas safras apenas a dose 75N-00K se destacou nas duas épocas de cultivo.

O cultivo na safra verão (semeadura em outubro) resultou em produtividades superiores se comparado ao cultivo realizado no inverno. Confirmando, estudos realizados por Carvalho et al., (2002), indicam que a produção de minimilho despalhado foi superior quando semeado nos meses de outubro a dezembro. No sul do Brasil, do ponto de vista de otimização da radiação solar a época mais adequada para a semeadura da cultura do milho está

compreendida entre meados de setembro e final de outubro (SANGOI et al., 2007).

Na Tabela 4 encontram-se os resultados de número, diâmetro, comprimento e peso das espiguetas comerciais desempalhadas dos 4 tratamentos mais produtivos e testemunha da safra verão e inverno, cultivados em Iguatemi, distrito de Maringá - PR, no ano agrícola 2010/2011.

Tabela 4. Resultado das médias de diâmetro, comprimento, número e produtividade das espiguetas comerciais desempalhadas da safra verão e inverno 2010/2011

| Safra verão 2010/2011 | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Tratamento | Diâmetro de espiguetas (cm) | Comprimento de espiguetas (cm) | Número de espiguetas ha ⁻¹ | Produtividade kg ha ⁻¹ |
| 100N-40K | 1,18 a | 9,52 a | 152.592,59 a | 1178,97 |
| 50N-00K | 1,13 a | 9,13 a | 148.888,88 a | 1112,78 |
| 75N-00K | 1,21 a | 9,50 a | 146.666,66 a | 1099,35 |
| 75N-60K | 1,17 a | 9,34 a | 140.555,55 a | 1071,54 |
| 00N-00K | 1,10 a | 8,52 a | 117.407,41 a | 773,69 |
| CV% | 6,67 | 5,98 | 16,75 | 15,52 |
| Média geral | 1,16 | 9,20 | 141.222,22 | 1047,66 |
| Safra Inverno 2010/2011 | | | | |
| 75N-40K | 1,16 a | 8,66 a | 128.333,33 a | 660,50 a |
| 50N-40K | 1,13 a | 8,17 a | 116.666,66 a | 620,25 a |
| 50N-60K | 1,13 a | 8,28 a | 116.296,29 a | 581,66 a |
| 75N-00K | 1,14 a | 8,31 a | 112.407,41 a | 571,72 a |
| 00N-00K | 1,16 a | 7,95 a | 57.962,96 b | 257,10 b |
| CV% | 4,33 | 5,10 | 18,05 | 18,44 |
| Média geral | 1,14 | 8,27 | 106.333,33 | 538,24 |

Médias nas colunas seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls, ao nível de 5% probabilidade.

Na safra verão e inverno para as variáveis: diâmetro e comprimento espiguetas, não houve diferença significativa. Os valores encontrados foram compatíveis com os estabelecidos como padrões comerciais, os quais exigem um formato cilíndrico, diâmetro de 1,0 a 1,8 cm e 4,0 a 12,0 cm de comprimento (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2001).

Estas características são consideradas bons indicadores fitotécnicos de qualidade do minimilho, visto que maiores diâmetros de espiga relacionam-se diretamente em maior desenvolvimento do sabugo, tendo conseqüentemente um maior acúmulo de matéria seca, maior resistência ao corte e redução da palatabilidade, assim como, diâmetros inferiores resultam em perdas pela fragilidade da matéria prima, que se rompe facilmente, depreciação da qualidade visual do produto e redução do rendimento final de minimilho (SANDOVAL JUNIOR et al., 2009).

Os valores obtidos foram próximos aos encontrados por Emygdio et al. (2009), em estudo com diferentes tipos de cultivares para produção de minimilho em solos hidromórficos, os valores de comprimento de espigas sem palha variaram de 4,6 a 5,6 cm e diâmetro de espigas sem palha entre 0,8 a 1,0 cm nos materiais estudados. Também, Rodrigues et al. (2004) estudando famílias prolíficas para produção de minimilho encontraram valores de comprimento das espigas sem palha entre 6,4 e 8,5 cm e o diâmetro de espigas sem palha de 1,11cm e 1,32 cm.

Em trabalho realizado por Sandoval Junior et al. (2009) avaliando híbridos de milho pipoca, observaram-se variações de comprimento de espiga sem palha de 8,41 a 12,08 cm, para a característica diâmetro das espigas, o menor diâmetro médio observado foi 1,09 cm e o maior 1,52 cm.

Em relação ao número de espiguetas ha^{-1} , na safra verão, não houve diferença, já na safra de inverno, a testemunha obteve o menor número de espiguetas.

No que diz respeito à produtividade em ambas as safras, apenas a testemunha apresentou valores significativos inferiores comparados aos demais tratamentos. Tal resultado é justificado pelo fato do minimilho ter um tempo de exploração do solo e dependência da sua fertilidade e da adubação menor que o da cultura do milho para grãos, neste aspecto grandes aportes de fertilizantes não são traduzidos em produtividades e lucros.

Entre 60 a 80 dias após a emergência, as espiguetas são colhidas e preparadas para o consumo. Neste período, apenas o K estaria com sua exigência

total quase completa, já o N estaria com aproximadamente 50%. Portanto apenas parte da nutrição da planta estará completa (VASCONCELLOS et al., 2001).

Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Pereira Filho (2002), que estudando o manejo de adubação em diferentes cultivares de milho para produção de minimilho, concluíram que as produções total e comercial de minimilho não foram influenciadas pelos níveis de potássio (50 e de 100 kg ha⁻¹) no plantio e níveis de nitrogênio (60 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura, mas sim pelas cultivares estudadas.

Em relação ao nitrogênio, Vasconcellos et al. (2001), acrescentaram que a curva que decresce a dependência da planta com os nutrientes e o tempo, apresenta o formato de um S, ou seja, o crescimento é lento inicialmente, seguido de uma fase de rápido crescimento entre os 35-50 dias após a germinação, e um período de estabilização sem ganhos ou perdas.

Estudando o efeito de densidade de semeadura, níveis de nitrogênio e despendoamento sobre a produção de minimilho, Pereira Filho e Karan (2008) concluíram com os resultados obtidos em dois anos de trabalho, que o peso de minimilho, com e sem palha, foram iguais nos diferentes níveis de nitrogênio. Os autores ainda citam que o nitrogênio em cobertura, para o cultivo do minimilho, deve ficar entre 60 e 95 kg ha⁻¹, sendo a metade no plantio e o restante, entre 25 e 30 dias após a emergência das plantas.

Os dados referentes ao pH da salmoura, pH do minimilho e teor de sólidos solúveis estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores das médias de pH de salmoura, pH do minimilho, e sólidos solúveis dos tratamentos nas safras de verão e inverno 2010/2011.

| Safrã Verão 2010/2011 | | | |
|-------------------------|-------------|----------|-------------------|
| Tratamento | pH Salmoura | pH Milho | ⁰ Brix |
| 100N-40K | 3,57 a | 3,58 a | 5,32 a |
| 50N-00K | 3,60 a | 3,63 a | 5,56 a |
| 75N-00K | 3,53 a | 3,52 a | 4,99 a |
| 75N-60K | 3,62 a | 3,65 a | 4,11 a |
| 00N-00K | 3,19 b | 3,17 b | 3,68 a |
| CV% | 4,21 | 4,65 | 18,58 |
| Média Geral | 3,50 | 3,51 | 4,73 |
| Safrã Inverno 2010/2011 | | | |
| 75N-40K | 3,36 a | 3,36 a | 3,70 ab |
| 50N-40K | 3,48 a | 3,47 a | 4,00 ab |
| 50N-60K | 3,57 a | 3,57 a | 3,72 ab |
| 75N-00K | 3,54 a | 3,42 a | 3,35 a |
| 00N-00K | 3,07 b | 3,08 b | 3,45 a |
| CV% | 5,42 | 3,61 | 7,08 |
| Média Geral | 3,40 | 3,38 | 3,64 |

Médias nas colunas seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Student-Newma-Keuls, ao nível de 5% probabilidade.

Após o armazenamento pode-se observar que o pH da salmoura e das espiguetas, dentro de um mesmo tratamento, apresentaram-se em equilíbrio. O tratamento 00N-00K (testemunha) de ambas as safras se diferiram apresentando as menores médias.

O procedimento de acidificação aplicado pode ser considerado como bem sucedido, pois resultou em pH no produto abaixo ou igual a 4,5, valor este que é o recomendado pelas boas práticas de fabricação para produtos de conservas acidificadas submetidas a pasteurização, de modo a não danificar a textura agradável do produto e, ainda assim, resultar em conserva segura ao consumo (RAUPP, 2004).

Para o teor de sólidos solúveis totais não houve diferença significativa e os valores obtidos foram próximos aos encontrados por Emygdio et al. (2009) os quais identificaram teores de 6,0.

Os resultados da composição centesimal dos materiais das duas safras (verão e inverno), após aproximadamente 4 meses da preparação da conserva estão dispostos na Tabela 6, expressos em porcentagens.

Tabela 6. Resultado das médias da composição centesimal do minimilho em conserva das safras verão e inverno 2010/2011

| Safrã Verão 2010/2011 | | | | | | |
|-------------------------|---------|--------|--------|----------|-----------|--------------|
| kg ha ⁻¹ | % | | | | | |
| Tratamento | Umidade | Cinzas | Fibras | Lipídeos | Proteínas | Carboidratos |
| 100N-40K | 92,75 a | 0,69 a | 0,60 a | 0,64 a | 1,38 c | 3,92 a |
| 50N-00K | 92,20 a | 0,77 a | 0,57 a | 0,62 a | 1,49 b | 4,34 a |
| 75N-00K | 93,35 a | 0,59 a | 0,65 a | 0,54 a | 1,27 d | 3,57 a |
| 75N-60K | 91,28 a | 0,99 a | 0,72 a | 0,71 a | 1,63 a | 4,65 a |
| 00N-00K | 93,10 a | 1,14 a | 0,71 a | 0,43 a | 1,46 b | 3,14 a |
| CV% | 1,22 | 30,10 | 17,08 | 41,24 | 3,50 | 26,74 |
| Média Geral | 92,50 | 0,83 | 0,65 | 0,59 | 1,45 | 3,92 |
| Safrã Inverno 2010/2011 | | | | | | |
| 75N-40K | 93,51 a | 1,10 a | 0,54 b | 0,15 ab | 1,13 b | 3,55 b |
| 50N-40K | 92,20 b | 1,04 a | 0,65 b | 0,27 a | 1,28 a | 4,54 a |
| 50N-60K | 92,30 b | 1,14 a | 0,85 a | 0,08 b | 1,35 a | 4,18 ab |
| 75N-00K | 92,08 b | 1,54 b | 0,63 b | 0,28 a | 1,32 a | 4,13 ab |
| 00N-00K | 93,97 a | 1,00 a | 1,00 a | 0,28 a | 1,07 b | 2,66 c |
| CV% | 0,59 | 16,10 | 13,45 | 41,58 | 4,44 | 11,55 |
| Média Geral | 92,83 | 1,16 | 0,73 | 0,21 | 1,23 | 3,81 |

Médias nas colunas seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls, ao nível de 5% probabilidade.

Na safrã verão, os valores de umidade não se diferiram estatisticamente. No cultivo de inverno, os tratamentos 75N-40K e a testemunha se diferenciaram das demais com valores de 93,51 e 93,97%, respectivamente. Essa variação pode, em parte, ser atribuída ao processo de preparação da conserva, pela relação entre o volume da salmoura e a massa de espiguetas presentes no vidro de conserva.

Esses valores corroboram com Von Pinho et al. (2003) avaliando as características físicas e químicas de cultivares de milho para a produção de minimilho, encontraram valores que variaram entre 90,2 a 94,5%. Em estudo semelhante, Raupp et al. (2008) encontram variações de 90,3 e 90,8 % de água.

Quanto ao teor de cinzas, não houve diferença na safra verão, e os resultados estão de acordo com os de Tomé et al. (2001) cujo autores encontraram valores de 0,9% de cinzas. Na safra de inverno, o tratamento que se diferiu foi 75N-00K com 1,54%.

Em produtos envazados com salmoura as variações nos valores de cinzas em parte podem ser explicadas pela exposição do produto ao sal da salmoura (RAUPP et al., 2008).

Os valores de fibra não diferiram na safra verão. Na safra de inverno, os tratamentos 50N-60K e a testemunha foram significativamente superiores com valores 0,85 e 1,00%, respectivamente. Tais valores foram próximos dos encontrados por Tomé et al. (2001) correspondendo a 0,8% de fibras.

Em relação ao teor de lipídeos, não houve diferença entre os tratamentos na safra verão. Na safra de inverno a dose 50N-60K foi inferior as doses 50N-40K, 75N-00K e testemunha com valores de 0,08, 0,27, 0,28 e 0,28% respectivamente. As concentrações encontradas na safra inverno estão de acordo com aquelas encontradas por Raupp et al. (2008) e Queiroz e Pereira Filho (2010) onde ambos identificaram valores de lipídeos entre 0,23 a 0,28%.

Para proteínas, o maior valor foi obtido no tratamento 75N-60K com 1,63%, sendo significativamente superior aos demais na safra verão. Na safra de inverno os tratamentos 50N-60K, 75N-00K e 50N-40K se diferiram dos demais com 1,35; 1,32 e 1,28% respectivamente. No entanto, todos os valores estão próximos dos encontrados literatura, como os de Raupp et al. (2008) com 1,2 a 1,56%; Tomé et al. (2001), em média 1,9%; Queiroz et al. (2010), 1,68 a 1,85% e Von Pinho et al. (2003), 0,86 a 1,53%.

No minimilho, os valores de proteína são baixos porque antes da fertilização a taxa de translocação de nutrientes para a espiga ainda é muito reduzida, quando comparada com uma espiga cujos óvulos já foram fertilizados (VON PINHO et al., 2003).

Comparando com o milho doce, por exemplo, aos 25 dias após a fertilização os valores variam de 10,36 a 12,88% (KWIATKOWSKI e CLEMENTE, 2008).

Analisando os dados de carboidratos, não houve diferença na safra verão. Na safra inverno o tratamento com menor resultado foi à testemunha com 2,66% de carboidratos totais. Os valores foram próximos aos encontrados por Von Pinho et al. (2003), 4,12 a 7,23%, justificando que os açúcares são muito importantes para o sabor do minimilho e variam de acordo com a cultivar e condições ambientais.

Na Tabela 7, estão apresentados os valores de coloração e textura das safras verão e inverno preparados em conserva.

Tabela 7. Resultados das médias de Coloração (a, b C, H e L) e textura de minimilho em conserva das safras verão e inverno 2010/2011

| Safrã verãõ 2010/2011 | | | | | | |
|-------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------------|
| Tratamento | a | b | C | H | L | Textura (gf*) |
| 100N-40K | -1,78 a | +30,62 a | 30,68 a | 93,54 a | 71,67 a | 1,45 a |
| 50N-00K | -1,16 a | +32,00 a | 32,03 a | 92,11 a | 72,29 a | 1,44 a |
| 75N-00K | -1,66 a | +29,27 a | 29,35 a | 93,45 a | 71,91 a | 1,48 a |
| 75N-60K | -1,49 a | +32,04 a | 32,07 a | 92,60 a | 73,55 a | 1,42 a |
| 00N-00K | -1,84 a | +12,91 b | 26,54 a | 61,25 a | 80,54 a | 1,01 b |
| CV % | 28,47 | 23,26 | 13,81 | 18,80 | 6,84 | 11,81 |
| Média Geral | 1,59 | 27,37 | 30,13 | 86,59 | 73,99 | 1,36 |
| Safrã Inverno 2010/2011 | | | | | | |
| 75N-40K | -1,97 a | +31,11 a | 31,13 a | 93,52 a | 65,87 b | 1,20 a |
| 50N-40K | -2,03 a | +34,10 a | 34,48 a | 93,44 a | 73,29 a | 1,15 a |
| 50N-60K | -1,68 a | +34,68 a | 34,75 a | 92,88 a | 72,98 a | 1,26 a |
| 75N-00K | -2,19 a | +31,51 a | 31,51 a | 94,06 a | 71,27 a | 1,21 a |
| 00N-00K | -1,72 a | +30,61 a | 30,69 a | 93,31 a | 71,97 a | ----- |
| CV% | 29,06 | 6,69 | 6,53 | 1,13 | 2,08 | 20,21 |
| Média Geral | 1,92 | 32,40 | 32,51 | 93,44 | 71,08 | 1,21 |

Médias nas colunas seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls, ao nível de 5% probabilidade.

* grama força

Em relação à coloração, na safra verão a testemunha apresentou diferença mínima significativa em b, cujo parâmetro é o mais representativo no

minimilho (tonalidade amarela), indicando assim a dose 00N-00K propiciou uma coloração amarelo mais claro que os demais. Já na safra de inverno, apenas o tratamento 75N-40K apresentou diferença com a menor média para luminosidade. Os valores encontrados estão dentro dos determinados pelos padrões comerciais que exigem coloração de branco-pérola a amarelo-claro.

Os valores de L estão de acordo com os de Reis et al. (2005) que encontraram valores médios para luminosidade de 72,57 e também com o estudo feito por Teles e Nascimento (2010), cujos valores de L variaram de 61,1 a 71,9.

No que diz respeito à variável textura, na safra verão apenas a testemunha obteve resultado significativamente diferente dos demais. Na safra de inverno, não foi realizado o teste na testemunha por problemas de volume de amostragem. Entre os tratamentos analisados não houve diferença significativa.

Com o intuito de comparar os dados de textura obtidos neste estudo, foram analisadas duas marcas comercializadas no Brasil, aqui denominadas de “Marca 1” e “Marca 2”. As análises foram realizadas nas mesmas condições daqueles materiais provindos do experimento de campo. Os resultados das médias foram de 1,73 e 2,26 (gf) respectivamente.

Em estudo de comparação de cultivares de milho doce para a produção de minimilho, Teles e Nascimento (2010), identificaram valores (gf) entre 1,87 a 2,98, vale ressaltar que os autores utilizaram o penetrômetro para realização do teste.

Os resultados de coloração e textura indicam que os tratamentos de branqueamento e acidificação foram bem sucedidos, não afetando assim as características sensoriais e visuais além da textura e coloração. E ainda todos os valores encontrados estão de acordo com os padrões para comercialização de conserva.

5. CONCLUSÃO

As maiores produtividades foram obtidas na safra verão.

Nos tratamentos analisados, apenas a testemunha (00N-00K) apresentou produtividade kg ha^{-1} significativamente inferior as demais, em ambas as safras, indicando assim que para haver incremento na produtividade não são necessárias elevadas doses de fertilizantes (N e K).

Em relação às características pós colheita, algumas variáveis apresentaram diferenças mínimas significativas, porém todos os valores encontrados foram compatíveis com os encontrados na literatura e não representaram ganho nutricional diferenciado afim de que se possa recomendar algum tratamento (dose de adubação) em função dos atributos pós colheita.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, G.R.F. **Cultivares de milho a diferentes doses de zinco para produção de minimilho em Vitória da Conquista - BA.** 2009. 54p..
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unidade da Universidade, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Vitória da Conquista, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos/Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Brasília: Ministério da Saúde, 2005. cap.IV. p.116-141 (Série A: Normas Técnicas e Manuais Técnicos).

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do Milho: Fatores que Afetam a Produtividade.** Piracicaba: POTAFOS (Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato), 1993. p. 63-145.

CARMELLO, Q.A.C. **Curso de nutrição/fertirrigação na irrigação localizada.** Piracicaba, Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 59p. (Apostila). 1999.

CARVALHO, G.S.; PINHO, R.G.V.; PEREIRA FILHO, I.A. Efeito do tipo de cultivar, despendoamento das plantas e da época de semeadura na produção de minimilho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 1 (3): 47-58, 2002.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas: UNICAMP, 2001. 213p.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA, 2005. 783p.

COELHO, A.M. **Nutrição e Adubação de Milho.** Sete Lagoas, MG: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. p.1-10.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G. E. de; BAHIA FILHO, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p. 61-67, 1992.

CONECHIO FILHO, V. **Principais Culturas II.** Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas: IAC, 1971.

DEMARCHI, M. **Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2010/2011**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. 2010. Disponível em:

<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/seda_2010_11.pdf>. Acesso em: 10. mar. 2010.

DUARTE, J.O et al.,. Sistema de **Produção do Milho**. Disponível em:

<<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.htm>>. Acesso em: 05. fev. 2010.

DWYER, L.M.; STEWART, D.W.; HAMILTON, R.I.; HOUWING, L. Ear Position and vertical distribution of leaf area in corn. **Agronomy Journal**, 84:430-438, 1992.

DYCK, R. **Doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e formas de localização na semeadura do milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto**. 2008. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa-PR. 2008. Ponta Grossa: UEPG, 2008.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412p.

EMYGDIO, B.M. et al. Rede Embrapa Sul de híbridos de milho na região de clima temperado - safra 2008/09. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 54.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 37., 2009. Veranópolis. **Atas e resumos...** Veranópolis: Fepagro; Emater-RS, 2009. 1 CD-ROM.

FANCELLI, A.L. **Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento**. Departamento de Produção Vegetal. ESALQ/USP. 2008.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Milho: Fatores Determinantes da Produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2007. 219 p.

FAQUIM, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2005. 100f. Textos acadêmicos – Curso de Pós Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a distância Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas do Agronegócio - UFLA/FAEPE, Lavras - MG, 2005.

FEI. ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE MARINGÁ.
Universidade

Estadual de Maringá – UEM. Maringá-PR. Dados Climáticos. 2010/2011. Disponível em: <<http://WWW.uem.br/fei>>. Acesso em: 05. set. 2011.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio dos SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA

SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos.
Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FISCHER, K.S.; PALMER, F.E. Tropical maize. In: Goldsworthy, P.R.; Fisher, N.M. (ed.). **The physiology of tropical field crops**. Wiley. p. 231-248. 1984.

FOODMARKETEXCHANGE. **Babycorn production**. Disponível em:
<http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/vegetables/babycorn/detail/dc_pi_ft_babycorn0502.htm>. Acesso em 22. fev. 2010.

GIUNTINI, E.B.; LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Composição de alimentos: um pouco de história. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Sociedade**. vol. 56, n. 3, Venezuela, 2006.

HARDOIM, P.R.; SANDRI, E.; MALUF, W.R. **Como fazer minimilho para aumentar a renda no meio rural**. Lavras: UFLA, 2002. p.1-4.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 2008. 533p.

INSTITUTO AGRONÔMICO PARANAENSE / IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. 2009. Disponível em:
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS / IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. 2009. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm> >. Acesso em: 10 jul. 2011.

KROLOW, A.C.R. **Hortaliças em Conserva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica 2006. 40 p.; 16 x 22 cm. - (Agroindústria Familiar).

KRUG, C.A.; CONAGIN, A.; JUNQUEIRA, A.A.B. **Cultura e adubação do milho**. Ed 1. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potássio, 1966.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. 1(2):93-103, 2008.

LOPES, W.A.R.; MEDEIROS, J.F.; DUTRA, I. Influência do tamanho do fruto na qualidade de melão Pele de Sapo fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio. In: 47 ° Congresso Brasileiro de Olericultura, Horticultura Brasileira. **Anais...**, Porto Seguro, v.25. 2007.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. São Paulo, ANDA, 1992, 60p. (Boletim Técnico, 5).

LUZ, M.J.S.; FERREIRA; G.B.; BEZERRA, J.R.C.; **Como aplicar os fertilizantes recomendados em sua lavoura**. Campina Grande: Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Documento 110, novembro/2003. 23p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Fisiologia da produção de milho. **Circular Técnica 76**. EMBRAPA Milho e Sorgo, 10p. 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 631p.

MEDEIROS, D.C. **Produção e qualidade de melancia fertirrigada com nitrogênio e potássio** / Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi Arido. Mossoró, 2008.

MILES, C.A.; ZENS, L..Baby corn. In: **Farming West of the Cascades**. Washington, D.C.: Washington State University. 8pp. Disponível em: <<http://cru.cahe.wsu.edu/cepublications/pnw0532/pnw0532.pdf>>. Acesso em: 22. jan, 2007.

PADILHA, W.A. Curso internacional de fertirrigacion en cultivos protegidos. Quito: Ecuador, 120p. 1998.

PARK, K.J.; ANTONIO, G.C., **Analises de materiais biológicos**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. Apostila. 21 p.. 2006.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. **Manejo cultural do minimilho**. 1ª ed. Sete Lagoas-MG: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 2001. 4p.

PEREIRA FILHO, I.A.; GAMA, E.E.G; FURTADO, L.A.A. **Produção do minimilho**. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.1-6.

PEREIRA FILHO, I.R.; KARAM, D. **Minimilho – Coleção Plantar**. 1ª ed. Brasília: Embrapa, 2008. 65 p.

PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **Minimilho: cultivo e processamento**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 244 p.

PINHO, R.G.V.; CARVALHO, G.S.; RODRIGUES, V.N.; PEREIRA, J. Características físicas e químicas de cultivares de milho para produção de minimilho. **Ciência Agrotecnologia**, 27 (6): 1419-1425, 2003.

POTAFÓS. Potássio. É uma realidade – o potássio é essencial para todas as plantas. **Arquivo do Agrônomo n° 10**, 1996.

QUEIROZ, V.A.V. **Brasil não precisa mais importar minimilho**. 2010. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa>>. Acesso em: 10. mar. 2011.

QUEIROZ, V.A.V.; PEREIRA FILHO, I.A. Processo de produção de conserva caseira de minimilho. Circular técnica 140. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

RAUPP, D.S. Higiene e sanidade do produto palmito. In.: **Documentos – Embrapa Florestas**, 105: 59-66, 2004.

RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.R.; MORENO, L.R.; HOFFMAN, J.P.; MATIELLO, R.R.; BORSATO, A.V. Minimilho em conserva: avaliação de híbridos. **Acta Amazonica**, 38(3):509-516, 2008.

REIS, K.C.; PEREIRA, J.; LIMA, L.C.O.; PINHO, R.G.V.; MORAIS, A.R. Aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de minimilho minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, 29(2): 338-345, 2005.

REETZ, H.F. Seja Doutor do seu Milho. Associação Brasileira par pesquisa da potassa e do fósforo. **Informações Agronômicas**, n. 63, 1993.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E. A. **Química de Alimentos**. 2ª ed., São Paulo: Edgard Blucher, 2007, 104p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Inf. Agron., n.103, 2003.p.20

RODRIGUES, A.C.C. **Influência dos aditivos na obtenção de mamão desidratado osmoticamente**. 1999. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas – UNICAMP, Campinas, 1999.

RODRIGUES, L.R.F.; SILVA, N.A.M.; SEIZO, E. Avaliação de sete famílias S₂ prolíficas de minimilho para a produção de híbridos. **Bragantia**, 63(1): 31-38, 2004.

SANDOVAL JUNIOR, G.B.; PAULI, D.A.; SANTOS, F.S.; FERREIRA, F.R.A. Avaliação de híbridos de milho-pipoca para produção de minimilho. In. Encontro

Internacional de Produção Científica, 6, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: CESUMAR, 2009.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Bases morfofisiológicas para a maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, 61(2):101-110, 2002.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 6:263-271, 2007.

SATO, A.C.K.; CUNHA, R.L. Avaliação da Cor, Textura e Transferência de Massa Durante o Processamento de Goiabas em Calda. **Brazilian Journal of Food Technology**, 8(2):149-156, 2005.

TELES, D.A.A.; NASCIMENTO, W.M. Competição de cultivares de milho-doce para produção de minimilho. **Horticultura Brasileira**, 28:S2562-S2568, 2010.

TERUEL, A.M. **Caracterização arquitetural do sistema radicular da soja**. 1999, 106p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnologia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 1999.

TOMÉ, P.H.F. et al. **Processamento mínimo de minimilho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2001. (Comunicado Técnico, 32).

UNIVERSITY OF KENTUCKY. **Baby Corn**. Disponível em: <<http://www.uky.edu/Ag/NewCrops/introsheets/babycorn.pdf>>. Acesso em: 22. fev. 2010.

VASCONCELOS, C.A. et al. Nutrição e Adubação do Milho Visando a Obtenção do Minimilho. **Comunicado Técnico-EMBRAPA**, n.º. 9, 2001. 10p.

VIANA, G.F. **Milhos especiais garantem renda extra**. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2008/marco/2a-semana/milhos-especiaisgarantem-renda-extra/>>. Acesso em: 22. fev. 2010. 2010a.

VIANA, G.F. **Minimilho e novas cultivares no Show Rural Coopavel**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/janeiro/3a-semana/minimilho-e-novascultivares-no-show-rural-coopavel/>>. Acesso em: 22. fev. 2010. 2010b.

VON PINHO, R.G. et al. Características físicas e químicas de cultivares de milho para a produção de minimilho. **Ciência e Agrotecnologia**, 27(6):1419-1425, 2003.

YAMADA, T.; E ABDALLA, S.R.S. Como melhorar a eficiência da adubação do milho?. **Informações Agronômicas, Piracicaba, Potafós, n.9**, p.1-5, 2000.