

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS
EXATAS E TECNOLÓGICAS
MESTRADO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**USO DE COMPOSTAGEM DE AGUAPÉ (*Eichhornia crassipes*) NA
PRODUÇÃO DE MILHO VERDE**

LUIZ ALBERTO GONÇALVES PEREIRA

Anápolis -GO
Outubro - 2012

**USO DE COMPOSTAGEM DE AGUAPÉ (*Eichhornia crassipes*) NA
PRODUÇÃO DE MILHO VERDE**

LUIZ ALBERTO GONÇALVES PEREIRA

ORIENTADORA: PROF^A. DR^A. ANAMARIA ACHTSCHIN FERREIRA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, para obtenção do título de MESTRE.

Anápolis
Goiás
2012

USO DE COMPOSTAGEM DE AGUAPÉ (*Eichhornia crassipes*) NA PRODUÇÃO DE MILHO VERDE

Por

Luiz Alberto Gonçalves Pereira

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovada em: ____/____/____

Prof. Dr^a. Anamaria Achtschin Ferreira
Orientador – UNUCET/UEG

Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira
UNUCET/UEG

Prof. Dr. Wilson Leandro Mozena
EA/UFG

*Aos meus amados pais, irmãos, à minha querida filha Heloísa e esposa Andreia.
Aos meus queridos co-orientador e orientadora,
pelo apoio e incentivo ao longo do projeto.*

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui minha gratidão a todos que me deram apoio até a obtenção deste título.

A Deus, por ter me concedido mais essa graça.

Aos meus pais, Iracema Rodrigues e Sebastião, pelo seu apoio incondicional e de estarem ao meu lado desde os primeiros anos de vida. Obrigado por tudo!

A minha orientadora Prof^a Dr^a Anamaria, pelo apoio e contribuições durante a execução e conclusão do trabalho. Obrigado!

A minha filha Heloisa, pelo companheirismo, carinho e pela tranquilidade.

Aos irmãos, pelo apoio, pelo carinho e conselhos.

Aos servidores da UEG, professores e funcionários, com atenção especial a Eliete, pelo apoio, por terem me recebido de forma tão fraterna e pronto a ajudar mesmo com tão pouco recurso.

Aos amigos do mestrado: João Feijão, Ananda, Patrícia, André, Benício, Fernanda, Suzana, Ana e todos os outros pelo apoio, pela força e pelo companheirismo.

Aos funcionários do Laboratório da UEG e da Biblioteca da EMBRAPA que me receberam com muita presteza, atenção e cordialidade.

Aos amigos Júlio, Renato e Senhor Antônio, pela ajuda e pelo conhecimento empírico transmitido.

Aos professores, Sebastião e André Ferreira, pela valiosa colaboração para a produção do projeto de pesquisa.

À Corumbá Concessões que gentilmente nos doou o composto de aguapé (*Eichhornia crassipes*).

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. GERAL.....	14
2.2. ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. SANEAMENTO AMBIENTAL	15
3.2. MACRÓFITA AGUAPÉ (<i>EICHHORNIA CRASSIPES</i>).....	17
3.3. PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	18
3.4. A CULTURA DO MILHO VERDE	20
3.4.1. Identificação dos estádios de desenvolvimento do milho	22
3.4.2. Nutrição mineral e adubação do milho	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO	26
4.1.1. Compostagem de Aguapé (<i>Eichhornia crassipes</i>)	27
4.2. IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	30
4.2.1. Preparo e correção do solo.....	30
4.2.2. Delineamento experimental	31
4.2.3. Irrigação	34
4.2.4. Plantio e espaçamento do milho verde.....	35
4.2.5. Cultivar de milho verde utilizado	35
4.2.6. Coleta das plantas e das espigas e características agronômicas.....	35
4.2.7. Preparo das amostras.....	36
4.2.8. Análises estatísticas	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38

5.1. ANÁLISE FOLIAR.....	38
5.1.1. Nitrogênio (N)	38
5.1.2. Potássio (K)	39
5.1.3. Fósforo (P)	40
5.1.4. Cálcio e Magnésio	40
5.1.5. Micronutrientes	41
5.1.5.1. Manganês e Cobre	41
5.1.5.2. Ferro e Zinco	42
5.2. ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA (AIE), ALTURA DE PLANTA (AP), MASSA DE ESPIGA COM PALHA (MEP), MASSA DE ESPIGA SEM PALHA (MESP) E ACAMAMENTO	43
5.3. MASSA SECA	44
5.4. ASPECTOS ECONÔMICOS	44
6.CONCLUSÕES.....	47
7. REFERÊNCIAS	48

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Represa de Guarapiranga totalmente tomada pelo aguapé.....	16
FIGURA 2. Macrófita aguapé (e. crassipes).....	18
FIGURA 3. Processo de compostagem no galpão da Corumbá concessões.....	28
FIGURA 4. Processo de compostagem no galpão da Corumbá concessões.....	29
FIGURA 5. Processo de compostagem no galpão da Corumbá concessões.....	29
FIGURA 6. Processo de compostagem no galpão da Corumbá concessões.....	29
FIGURA 7. Sistema de irrigação e condução do experimento em Pirenópolis - 2011.....	30
FIGURA 8. Sistema de irrigação e condução do experimento em Pirenópolis – 2011.....	30
FIGURA 9. Esquema dos tratamentos em campo (Pirenópolis, 2011).....	33
FIGURA 10. Tensiômetro utilizado no experimento em Pirenópolis – 2011.....	34
FIGURA 11. Tensímetro utilizado no experimento em Pirenópolis – 2011.....	35

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura para que o composto orgânico possa ser comercializado.....	19
TABELA 2. Concentrações máximas permissíveis de metais no biossólido para uso agrícola, em vários países.....	20
TABELA 3. Valores aproximados do consumo de água pela cultura do milho, por fase do ciclo fenológico e total, em função da demanda evaporativa (valores previstos para consumo total e adaptados de Allen et al. (1998) para consumo por fase, segundo a demanda evaporativa).....	21
TABELA 4. Estádios vegetativos e reprodutivos de uma planta de milho.....	23
TABELA 5. Variação do ciclo da cultura de milho em função da época de plantio para a produção de milho verde.....	23
TABELA 6. Critérios de interpretação para análises de solo para região do Cerrado destinadas à cultura do milho (<i>Zeamays</i>).....	25
TABELA 7. Análise química de solo realizada na região Morro Grande - Pirenópolis-GO- 2011.....	26
TABELA 8. Análise química do composto de aguapé (<i>Eichhornia crassipes</i>) realizada pelo laboratório do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em abril de 2011.....	28
TABELA 9. Valores médios das quantidades de macro e micronutrientes encontrados nas folhas de milho verde nos quatro tratamentos utilizados neste experimento aos 80 DAP, Pirenópolis-GO- 2011.....	39
TABELA 10. Teores de micronutrientes adequados para a cultura do milho.....	42
TABELA 11. Médias características agrônômicas da cultura do milho verde (<i>Zeamays L.</i>) utilizando composto de aguapé (<i>Eichhornia crassipes</i>) com e sem cobertura 130kg de N.ha ¹ e fórmula NPK 04-14-08 com cobertura de ureia (130Kg de N.ha ⁻¹) em plantio convencional com irrigação por aspersão no município de Anápolis-GO – 2011.....	43
TABELA 12. Componentes do custo direto (R\$.ha ⁻¹) para implantação dos sistemas de produção de milho com adubação convencional e composto de aguapé com e sem cobertura - Pirenópolis – GO, junho de 2011.....	45

LISTA DE QUADROS

Página

QUADRO 1. Tratamentos utilizados na pesquisa.....	32
---	----

RESUMO

A compostagem de Aguapé (*Eichornia crassipes*) é um adubo orgânico rico em macro e micro nutrientes. Possui um grande potencial para substituir adubos químicos na produção do milho verde, atendendo a demanda nutricional das plantas. O estudo foi conduzido no ano agrícola de 2011, nos meses de junho, julho, agosto e setembro, em condições de irrigação por aspersão, em um Latossolo Vermelho distrófico (LV) no município de Pirenópolis, GO. Com o objetivo de se avaliar os efeitos das dosagens de nitrogênio ($130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N) aplicadas em forma de compostagem de aguapé (*Eichornia crassipes*) com e sem cobertura e em uma fórmula NPK 04-14-08 com cobertura de ureia. Isto foi feito sobre algumas características da cultura do milho, cultivar híbrido AG1051. Utilizou-se também o delineamento experimental de blocos ao acaso, mais um tratamento adicional (zero de N) com cinco repetições. Cada tratamento foi dividido em cinco repetições com uma parcela em cada bloco. A tensão de água no solo foi monitorada através de tensiômetros para se fazer o manejo da irrigação. Foram avaliados os dados referentes às variáveis: massa de espiga com palha e despilhada, produtividade da cultura, altura da planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE) massa seca da planta (MP) e quantidade de macro e micro nutrientes nas plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de significância a 5%, utilizando o programa Sisvar 5.1. O rendimento da cultura respondeu positivamente ao N na dosagem de $130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ em três tratamentos, menos no tratamento sem adubação (testemunha). A partir dos dados coletados e das observações feitas, foi possível constatar que a compostagem de Aguapé (*Eichhornia crassipes*) pode ser utilizada como fonte de nutrientes na produção de milho verde e aumentar sua produtividade. Em todos os tratamentos, as plantas tiveram o teor de nutrientes acima do nível adequado. No tratamento em que a compostagem foi aplicada de uma só vez propiciou uma maior produtividade do milho verde em dados absolutos.

Palavras-chave: Adubação orgânica; *Eichornia crassipes*; Produtividade; Nitrogênio.

ABSTRACT

Water hyacinth (*Eichornia crassipes*) composting is an organic fertilizer rich in macro and micro nutrients. It possesses a great potential to replace chemical fertilizers in the production of corn to meet the nutritional demand of the plant. The study was conducted during the growing season of 2011 in the months of June, July, August and September, in conditions of sprinkler irrigation in an Oxisol (LV) in the municipality of Pirenópolis, GO. The objective was to evaluate the effects of increasing doses of nitrogen ($130 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$) applied in form of water hyacinth compost (*Eichornia crassipes*) with and without cover and a formula NPK 04-14-08 with urea coverage. This was done on some characteristics of corn, the hybrids AG1051. We used the experimental design of randomized blocks, an additional treatment (zero N) with five repetitions. Each treatment was divided into five replicates with a plot in each block. The tension of water in the soil was monitored by using tensiometers to do the irrigation management. We evaluated data on the variables: Mass of corn with straw and dehusked, crop yield, plant height (PH), ear insertion height (IEA) plant dry matter (PM) and amount of macro and micro nutrients in plants. The data was subjected to analysis of variance using the F test and comparison test of means (Tukey) at a significance level of 5%, using the Sisvar 5.1. program. The grain yield responded positively to N at a dose of 130 kg ha^{-1} in three treatments less the treatment without fertilization. From the collected data and the done observations it was found that the composting of Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) can be used as a nutrient source in the corn production to increase their productivity. In all treatments the plants had nutrient concentrations above the appropriate level. In the treatment where the compost was applied at one time it led to higher productivity of corn in absolute data.

Keywords: Organic manure; *Eichornia crassipes*; Productivity; Nitrogen.

INTRODUÇÃO

No contexto da agricultura brasileira, o cultivo do milho representa importante papel socioeconômico, principalmente na alimentação das populações de baixa renda, cujo consumo atinge a ordem de 33 kg *per capita* por ano (VIOLA, 1980).

Já no estado de Goiás, a área cultivada com milho é de aproximadamente 860041 hectares, com produtividade média de 5450 kg.ha¹ (IBGE, 2010). Contudo, vários fatores, dentre os quais a irregularidade pluvial, os sistemas tradicionais de cultivo, o manejo cultural e a ausência de uma adubação balanceada, principalmente a nitrogenada e a fosfatada, concorrem para o insucesso agrícola na região. Esses fatores, associados ao uso e ao manejo do solo, contribuem para que haja resposta do milho à adubação nitrogenada (MUZILLI et al., 1989). Segundo França et al (1986), o nitrogênio e o fósforo são os dois nutrientes, em condições naturais, que mais limitam a produção de grãos no Brasil, especialmente a das gramíneas.

Em virtude da quantidade cada vez maior de resíduos orgânicos gerados pelas atividades agroindustriais, o uso agrônômico desses resíduos, como fonte de nutrientes para as plantas e como condicionadores dos solos, tem se constituído em alternativa interessante na diminuição dos custos de produção e na preservação da qualidade ambiental (MELLO; VITTI, 2002).

De acordo com Figueiredo et al (2007), em função da eutrofização, muitos reservatórios e lagos no mundo já perderam sua capacidade de abastecimento de populações, de manutenção da vida aquática e de recreação. Devido à eutrofização, que consiste no acúmulo de matéria orgânica nos corpos d'água, estes estão cada vez mais poluídos e produzindo uma quantidade excessiva de plantas aquáticas.

Segundo Pitelli (1998 apud MARCONDES et al., 2003), no Brasil, as plantas aquáticas representam grandes problemas em três ambientes alterados pelo homem: lagos e reservatórios eutrofizados próximos a centros urbanos; represas rurais e canais de irrigação e de drenagem; e grandes reservatórios de usinas hidrelétricas.

Quanto aos promotores da eutrofização de rios e córregos, segundo Braga (2006), o fósforo é considerado um dos principais elementos. Já o crescimento rápido do aguapé pode ser devido à alta concentração de nitrogênio no efluente, sendo este um importante

constituente de proteínas que está relacionado diretamente à promoção de um aumento na produção primária de macrófitas aquáticas (THOMAZ et al., 2006)

O crescimento demográfico, a exploração e/ou utilização indiscriminada da água promovem aumento no volume de água residuária, que, sob falta de planejamento, preconiza o processo de deterioração e, muitas vezes, por excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, gera a eutrofização de recursos hídricos. Este merece destaque, pois, uma vez que consiste em excesso de nutrientes nos leitos de rios e lagos, promove o crescimento desordenado de algas e plantas aquáticas, gerando ainda altos índices de mortalidade de peixes (HUSSAR; BASTOS, 2008).

Por conseguinte, como forma de diminuir o impacto ambiental devido ao excesso de macrófitas aguapé no lago de Corumbá 4 e considerando a necessidade de oferecer ao pequeno produtor brasileiro e ao consumidor ecologicamente correto uma nova tecnologia capaz de transformar um problema ambiental em solução, foi avaliado, no presente trabalho, o desempenho do composto de aguapé comparado com adubação mineral NPK e tratamento testemunha sem adubação. O experimento foi desenvolvido em condições de campo, em sistema de irrigação por aspersão, sobre o desenvolvimento e rendimento da cultura do milho (*Zeamays L.*) cultivar AG1051.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Comparar o efeito da adubação orgânica (composto de aguapé) com e sem cobertura e adubação mineral NPK 04-14-08 com cobertura de ureia na dosagem de 134,3kg de nitrogênio, sobre o desenvolvimento e rendimento da cultura do milho verde (*Zeamays L.*), cultivar AG 1051 em plantio com irrigação por aspersão.

2.2. ESPECÍFICOS

- Avaliar a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas nos diferentes tratamentos.
- Avaliar o desempenho da adubação orgânica por compostagem de aguapé na produção de milho verde irrigado.
- Avaliar a produtividade, altura das plantas, altura de inserção de espigas, massa de espigas com palha e sem palha na cultura de milho verde sob efeito de quatro tratamentos diferentes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. SANEAMENTO AMBIENTAL

O saneamento básico é definido pela Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), como toda estrutura requerida para garantir o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e das águas pluviais urbanas. A finalidade dessa estrutura é possibilitar a tomada de ações com o propósito de melhorar as condições de vida da comunidade urbana e rural pela evolução positiva dos níveis de salubridade ambiental (IBGE, 2007).

Entretanto, Tundisi et al (2003; 2008) e Hespanhol (2003) destacam que, no amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os principais problemas e processos que envolvem a crise da água são:

- Intensa urbanização, que promove o aumento da demanda pela água, ampliando a descarga de recursos hídricos contaminados;
- Expansão da agricultura e do setor industrial, tendo em vista o elevado consumo da atividade, gerando degradação do meio ambiente;
- Problemas de estresse e escassez de água em razão de mudanças climáticas (chuvas intensas e períodos intensos de seca), aumentando a vulnerabilidade da população e comprometendo a segurança alimentar;
- Problemas na falta de articulação e falta de ações consistentes na gestão de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental.

Sendo assim, esses problemas contribuem para o aumento das fontes de contaminação, alteração das fontes de mananciais, aumento da vulnerabilidade da população em razão de contaminação e dificuldade de acesso à água de boa qualidade (potável e tratada). Esse conjunto de problemas está relacionado à qualidade e quantidade da água, e, em resposta a essas causas, há interferências na saúde humana e saúde pública, com deterioração da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico, social e ambiental (HESPANHOL, 2003).

Alguns desses problemas são encontrados também na bacia do rio Areia e rio Corumbá, onde se encontra o lago de Corumbá Quatro. Essa bacia localiza-se nos municípios de Alexânia-GO e Santo Antônio do Descoberto-GO e apresenta uma série de problemas

oriundos da ocupação muito anterior à data da sua criação. Já é possível identificar, na bacia desses dois rios, ainda mais rural do que urbana, problemas de erosão e de assoreamento e de eutrofização devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais da cidade de Santo Antônio do Descoberto (Observação pessoal).

No Brasil, lagos e rios são importantes para fornecer água e dar suporte a sistemas de produção agrícola e industrial, para consumo humano, recreação, navegação, irrigação, pesca e geração de energia elétrica. O carregamento de parte dos fertilizantes utilizados em culturas agrícolas e a grande carga de esgotos residenciais e industriais têm levado cursos e reservatórios de água, naturais ou artificiais, a uma condição de desequilíbrio, caracterizados pela grande disponibilidade de nutrientes, que normalmente acelera o crescimento de vegetação aquática indesejável, tendo como consequência um elevado custo de manejo desta vegetação (CARVALHO et al., 2003; CAVENAGHI, 2003; MARTINS et al., 2003). A ocorrência de plantas aquáticas em reservatórios brasileiros tem merecido destaque nos últimos anos, principalmente pelo potencial prejuízo que representa para a geração de energia (CAVENAGHI et al., 2005). Na Light, o custo anual com controle mecânico de macrófitas é da ordem de R\$ 3.000.000,00 (VELINI, 1998 apud MARTINS et al., 2003).

Por outro lado, com o desenvolvimento das cidades e a falta de saneamento básico quanto ao tratamento dos seus efluentes, as macrófitas existentes nesses ambientes têm crescido a uma taxa de até 0,5% ao dia. É o que ocorre na lagoa de Guarapiranga-SP (Figura 1). Essa taxa é determinada pela quantidade de nutrientes presentes nesses efluentes despejados sem nenhum tipo de tratamento (ESTEVES, 1998).



FIGURA 1 - Represa de Guarapiranga totalmente tomada pelo Aguapé.

3.2. MACRÓFITA AGUAPÉ (*EICHHORNIA CRASSIPES*)

As plantas aquáticas são também chamadas de macrófitas aquáticas. Este termo foi mencionado pela primeira vez por Weaver e Clements (1938), definindo-as como plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos por água ou em solos saturados com água. Sculthorpe (1967) denominou as macrófitas de hidrófilas vasculares, contudo este termo excluía algas macroscópicas e as briófitas. Segundo o *International Biological Programme* (IBP), o termo macrófitas aquáticas constitui uma designação geral para os vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos, sendo esta terminologia baseada no contexto ecológico, independentemente, em primeira instância, de aspectos taxonômicos (ESTEVES, 1998).

As macrófitas aquáticas constituem, em sua grande maioria, vegetais superiores que retornaram ao ambiente aquático. Dessa forma, apresentam ainda algumas características de vegetais terrestres e grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes (ESTEVES, 1998). Dada a sua heterogeneidade filogenética, elas são classificadas segundo seu biótipo no ambiente aquático em cinco grupos ecológicos (ESTEVES, 1998).

- Emersas: enraizadas, porém com folhas fora d'água;
- Com folhas flutuantes: enraizadas e com folhas flutuando na superfície da água;
- Submersas enraizadas: enraizadas, crescendo totalmente submersas na água;
- Submersas livres: permanecem flutuando submergidas na água;
- Flutuantes: flutuam na superfície da água.

As macrófitas aquáticas flutuantes *Eichhornia crassipes* (Figura 2), por exemplo, apresentam ampla distribuição geográfica, sendo consideradas daninhas por proliferarem de forma indesejada em diversos ecossistemas aquáticos. Esses vegetais podem acarretar problemas aos usos múltiplos de rios, lagos e represas, dificultando a navegação e a captação de água, prejudicando a geração de energia elétrica e comprometendo as atividades de lazer (CAMARGO et al., 2003; MARTINS et al., 2003).

Em virtude da quantidade cada vez maior de resíduos orgânicos gerados pelas atividades agroindustriais, o uso agrônômico deles, como fonte de nutrientes para as plantas e como condicionadores dos solos, tem se constituído em alternativa interessante na diminuição dos custos de produção e na preservação da qualidade ambiental (MELLO; VITTI, 2002).

Além de possuírem matéria orgânica, que pode melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, os materiais orgânicos contêm nutrientes que contribuem para o suprimento de nutrientes pelos vegetais (MALAVOLTA, 1975).



FIGURA 2 - Macrófita Aguapé (*E. crassipes*).

3.3. PROCESSO DE COMPOSTAGEM

A compostagem pode ser definida como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO₂, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (KIEHL, 1998).

Sendo um processo biológico, os fatores mais importantes que influem na degradação da matéria orgânica são a aeração, os nutrientes e a umidade. A temperatura também é um fator importante, principalmente no que diz respeito à rapidez do processo de biodegradação e à eliminação de patógenos, porém é resultado da atividade biológica e variação da temperatura ambiente. Os nutrientes, principalmente carbono e nitrogênio, são fundamentais ao crescimento bacteriano. O carbono é a principal fonte de energia e o nitrogênio é necessário para a síntese celular. Os microrganismos têm necessidade dos mesmos micronutrientes requeridos pelas plantas: Cu, Ni, Mo, Fe, Mg, Zn e Na são utilizados nas reações enzimáticas, mas os detalhes desse processo são pouco conhecidos (KIEHL, 1998).

No processo de compostagem, existem duas fases distintas: a primeira conhecida como biooxidação, que dura em média 30 a 40 dias, e a segunda fase conhecida como maturação, que será aproximadamente de mais 30 dias (KIEHL, 1998).

Estas duas fases distintas do processo de compostagem são bastante diferentes entre si. Na fase de degradação rápida, também chamada de bioestabilização, há intensa atividade microbiológica e rápida transformação da matéria orgânica. Portanto, há grande consumo de O₂ pelos microrganismos, elevação da temperatura e mudanças visíveis na massa de resíduos em compostagem, pois ela se torna escura e não apresenta odor agressivo. Mesmo com tantos sinais de transformação, o composto não está pronto para ser utilizado. Ele só estará apto a ser disposto no solo após a fase seguinte, chamada de maturação. Nesta fase, a atividade biológica é pequena, portanto a necessidade de aeração também diminui. O processo ocorre à temperatura ambiente e com predominância de transformações de ordem química: polimerização de moléculas orgânicas estáveis no processo conhecido como humificação ou mineralização da matéria orgânica. Por isso nessa segunda etapa é possível armazenar o composto em sacos abertos e aerados (KIEHL, 1998).

No Brasil, o composto orgânico produzido deve atender a valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2004) para que possa ser comercializado, conforme a Tabela 1.

TABELA 1 - Valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura para que o composto orgânico possa ser comercializado.

ITEM	VALOR	TOLERÂNCIA
Matéria orgânica total	Mínimo - 40 %	Menor 10 %
Nitrogênio	Mínimo - 1,0 %	Até 10 %
Umidade	Máximo - 40 %	Até 10 %
Relação C/N	Máximo - 18/1	Proporção de 21/1
Índice de pH	Mínimo - 6,0 %	Menor - 10 %

Fonte: www.agricultura.gov.br.

A quantidade máxima permissível de metais nocivos que podem ser encontrados em biocompostos para uso agrícola também é um fator importante a ser considerado. Os valores máximos, em vários países, podem ser observados na Tabela 2.

TABELA 2 - Concentrações máximas permissíveis de metais no bio-sólido para uso agrícola, em vários países

PAÍS	CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE METAIS, mg/kg (BASE SECA)										
	Arsênio	Cádmio	Cobalto	Cromo	Cobre	Mercúrio	Molibdênio	Níquel	Chumbo	Selênio	Zinco
Comunidade Europeia	-	20/40	-	-	1000/1750	16/25	-	300/400	750/1200	-	2500/4000
Bélgica	-	10	20	500	500	10	-	100	300	25	2000
Dinamarca	-	8	-	-	-	6	-	50	400	-	-
Inglaterra	-	-	-	-	-	-	-	-	1000	-	-
Alemanha	-	20	-	1200	1200	25	-	200	1200	-	3000
França	-	20	-	2000	1000	10	-	200	800	100	3000
Grécia	-	40	-	-	1750	25	-	400	1200	-	4000
Itália	-	10	-	750	1000	10	-	200	500	-	3000
Holanda	10	5	-	500	600	5	-	100	500	-	2000
Finlândia	-	30	100	1000	3000	25	-	500	1200	-	5000
Noruega	-	10	20	200	1500	7	-	100	300	-	3000
Suécia	-	4	-	150	600	5	-	100	200	-	1500
Escócia	150	20	-	800	1000	7,5	25	250	800	40	2500
Suíça	-	30	100	1000	1000	10	20	200	1000	-	1000
Áustria	-	10	100	500	500	10	20	100	500	-	2000
Canadá	75	20	150	-	-	5	20	180	500	14	1850
Estados Unidos	75	85	-	-	4300	57	75	420	840	100	7500
Brasil (São Paulo)	75	85	-	-	4300	57	75	420	840	100	7500

Fonte: Tsutiya (1999).

3.4. A CULTURA DO MILHO VERDE

O milho (*Zeamayz* L.) é uma espécie pertencente à família das gramíneas, descoberto na região da América Central, compreendida entre o norte do Panamá até o México (FORNASIERI, 1998). Ele é utilizado na alimentação humana na forma de grãos secos ou verdes. Sendo assim, o milho verde pode ser consumido simplesmente cozido ou assado ou ainda na forma de curau, de suco e também como ingrediente na fabricação de bolos, biscoitos, sorvetes, pamonhas e de outros alimentos. Ainda é rico em carboidratos e fibras, sendo assim um alimento energético e rico em vitaminas B1, B2 e E (ABIMILHO, 2007). Contudo, o cultivo do milho verde é uma atividade praticamente exclusiva de pequenos e médios agricultores (MARQUELLI, 2001).

O milho de variedade de ciclo médio, cultivado para a produção de grãos secos, consome de 380 a 550mm de água em seu ciclo completo, dependendo das condições climáticas. Em termos de lâmina bruta de água aplicada, esses valores podem aumentar sobremaneira em função da baixa eficiência do sistema de irrigação. O período de máxima exigência de água pelo milho é na fase do embonecamento (Tabela 3)

ou um pouco depois dele, por isso déficits de água que ocorrem nesse período são os que provocam maiores reduções de produtividade. Déficit anterior ao embonecamento reduz a produtividade em 20 a 30%; no embonecamento em 40 a 50% e após em 10 a 20%. A extensão do período de déficit também é importante (ALLEN et al., 1998).

TABELA 3 - Valores aproximados do consumo de água pela cultura do milho, por fase do ciclo fenológico e total, em função da demanda evaporativa (valores previstos para consumo total e adaptados de allen et al. (1998) para consumo por fase, segundo a demanda evaporativa).

Demanda evaporativa	Consumo (mm)				
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Total
Baixa	70	130	175	75	450
Moderada	65	140	210	85	500
Alta	60	150	240	100	550
Muito Alta	60	165	260	115	600

Fonte: Adaptados de Allen et al. (1998).

As cultivares de milho destinado ao consumo em estado verde devem ter as seguintes características: grãos dentados amarelos, espigas grandes e cilíndricas, bem empalhadas, sabugo branco, boa granação e pericarpo fino com longo período de colheita. Deve apresentar também boa resistência às pragas que atacam as espigas (ALBUQUERQUE, 2005).

O milho (*Zeamays* L.) é largamente cultivado e consumido em todos os continentes, com produção de cerca de 600 milhões de toneladas, inferior apenas às do trigo e do arroz. Os Estados Unidos, a China e o Brasil são os maiores produtores mundiais (OLIVEIRA et al., 1990). No caso da produtividade brasileira, esta tem crescido sistematicamente, passando de 1.665 kg ha⁻¹, em 1980, para 3.600 kg ha⁻¹, em 2009 (CONAB, 2010).

O milho é considerado como uma cultura que demanda muita água, mas também é uma das mais eficientes no uso da água, isto é, produz uma grande quantidade de matéria seca por unidade de água absorvida. Dependendo da produtividade (kg/ha) alcançada pela cultura, a “produtividade” da água do milho, ou seja, a quantidade de água aplicada e/ou consumida que é “transformada” em peso de grãos pode atingir patamares mínimos de até 250 litros de água por kg de grãos secos (ALLEN et al., 1998).

No milho verde, o grão é a parte consumida diretamente e utilizada na elaboração de pratos tradicionais na culinária. O consumidor dá preferência a espigas de maior comprimento e, por esse motivo, esse atributo é considerado na comercialização do milho para consumo in natura ou para a indústria de enlatados (PINHO et al., 2008).

O milho verde deve ser colhido, estando os grãos no estado leitoso e apresentando de 70% a 80% de umidade. Esse ponto de colheita é muito variável por depender das condições climáticas resultantes de diferentes épocas de semeadura ou da região onde a lavoura foi instalada. De um modo geral, verifica-se que, nos plantios de verão, quando a lavoura se desenvolve sob temperaturas mais elevadas, a colheita é realizada de 70 a 90 dias após o plantio (20 a 25 dias após a floração), enquanto que, em plantios realizados nos meses mais frios, o ciclo prolonga-se e a colheita pode ser retardada por até 120 dias (EMBRAPA, 2011).

No Brasil o milho verde é cultivado em todas as unidades da federação, sendo o terceiro maior produtor mundial após os Estados Unidos e China (AGRIANUAL, 2009). Mas somente 15% da produção nacional são consumidos pela população humana e o restante é para produção de ração animal e indústria de óleos.

3.4.1. Identificação dos estádios de desenvolvimento do milho

A classificação dos cultivares quanto à duração do ciclo de maturação é fundamental no acúmulo de graus de temperatura até o florescimento. O conceito de graus-dia (GD) baseia-se em observações de que o crescimento e o desenvolvimento das plantas em diversos ecossistemas estão mais relacionados com o acúmulo de temperatura acima de certo valor base (10°C para o milho) do que apenas com o tempo. A diferença entre a temperatura média e a temperatura mínima ou temperatura base (10°C) nos fornece o valor diário de graus-dia. Quando a temperatura máxima for maior que 30°C, considera-se este valor (POTAFOS, 2003):

- Milhos Hiperprecoces < 790 GD;
- Milhos Precoces > 790 e < 830 GD;
- Milhos Precoces / Intermediários > 830 e < 889 GD;
- Milhos Semiprecoces / Tardios > 890 GD.

Todas as plantas de milho desenvolvem de 20-21 folhas totais, florescem em cerca de 65-70 dias após a emergência e atinge a maturidade fisiológica cerca de 120 dias após a emergência, porém os intervalos de tempo específicos entre os estádios e os números totais de folhas desenvolvidas podem variar entre os diferentes híbridos, estações do ano, datas de plantio e locais (POTAFOS, 2003).

A taxa de desenvolvimento da planta para qualquer híbrido está diretamente relacionada com a temperatura, de tal forma que o período de tempo entre os diferentes

estádios variará de acordo com a temperatura, tanto dentro de uma safra, quanto entre as safras. Os estresses ambientais, tais como deficiência de nutrientes ou de umidade, podem ampliar o tempo entre os estádios vegetativos, mas encurtando o tempo entre os estádios reprodutivos. O número de grãos que se desenvolvem, o tamanho final dos grãos, a taxa de incremento no peso dos grãos e a duração do período de crescimento reprodutivo variarão entre diferentes híbridos e condições ambientais (POTAFOS, 2003).

O sistema de desenvolvimento de estádios divide o desenvolvimento da planta em estádios vegetativos (V) e reprodutivos (R), conforme Tabela 4. Este sistema identifica com precisão os estádios de uma planta de milho. Entretanto, todas as plantas de uma determinada plantação não estarão no mesmo estágio ao mesmo tempo (Tabela 5). Quando se estiver estabelecendo o estágio de desenvolvimento de uma plantação de milho, cada estágio específico de V ou R é definido somente quando 50% ou mais das plantas no campo estiverem naquele estágio ou além dele (POTAFOS, 2003).

TABELA 4 - Estádios vegetativos e reprodutivos de uma planta de milho

Estádios Vegetativos	Estádios Reprodutivos
VE – Emergência R1 -	Florescimento
V1 – Primeira folha R2 -	Grão Leitoso
V2 – Segunda folha R3 -	Grão pastoso
V3 – Terceira folha R4 -	Grão farináceo
V6 – Sexta folha R5 -	Grão farináceo-duro
V9 – Nona folha R6 -	
V12 – Décima segunda folha	
V15 – Décima quinta folha	Maturidade
V18 – Décima oitava folha	
VT - Pendoamento	

Fonte: Potafos (2003).

TABELA 5 - Variação do ciclo da cultura de milho em função da época de plantio para a produção de milho verde.

Época de semeadura	Cultivar		
	Normal	Precoce	Super precoce
05 de fevereiro	124	117	108
05 de março	134	129	127
06 de abril	145	140	138
05 de maio	139	138	137

“...continua...”

“TABELA 5, Cont.”

08 de junho	138	133	131
09 de junho	146	134	125
12 de agosto	124	119	118
08 de setembro	125	118	115
07 de outubro	115	112	106
08 de novembro	116	112	107
09 de dezembro	115	115	112

Fonte: Pereira Filho e Cruz (1993).

3.4.2. Nutrição mineral e adubação do milho

As plantas necessitam de 17 elementos considerados essenciais. Pode-se começar pela necessidade de água e dos diferentes compostos orgânicos para a sua sobrevivência. Nesses compostos, encontram-se H, C e O, que são incorporados aos tecidos vegetais a partir da absorção de H₂O pelas raízes e da incorporação de CO₂ pelos processos fotossintéticos. Normalmente, o tecido vegetal possui 43% de C, 44% de O₂ e 6% de H. Além desses três elementos, outros seis como N, P, K, S, Ca e Mg, chamados macronutrientes, são absorvidos em quantidades (Kg ha⁻¹) com percentuais elevados. Os nutrientes exigidos em menores quantidades (mg. ha⁻¹) são: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl e Ni, denominados micronutrientes (MARSCHNER, 1995).

Segundo Bull (1986), as necessidades nutricionais do milho, assim como qualquer planta, são determinadas pelas quantidades totais de nutrientes absorvidos. O conhecimento dessas quantidades permite estimar as proporções que serão exportadas através da colheita dos grãos e as que poderão ser restituídas ao solo através de restos culturais.

As quantidades de nutrientes exportadas estão na dependência do fim a que se destina a cultura. No caso de se visar unicamente à produção de grãos, a exportação de nutrientes será menor do que quando a cultura se destinar à silagem. Isso em razão de que, no primeiro caso, há reposição parcial dos nutrientes extraídos através dos resíduos remanescentes da colheita. De acordo com Muzilli e Oliveira (1989), a prática de incorporação de restos culturais pode representar uma restituição de, aproximadamente, 42% do nitrogênio, 45% do fósforo e 81% do potássio extraídos pela cultura de milho.

Para o cultivo de milho-doce, em solos de baixa fertilidade, principalmente no cerrado, Pitta et al (1992) sugerem pH entre 6,0 e 7,0, alegando que isso favorece o aumento da disponibilidade de nutrientes da solução do solo às plantas e a redução da fitotoxicidade de alumínio.

Com relação à nutrição e adubação, autores como Fornasieri Filho (1988) sugeriram doses e épocas de aplicação de fertilizante, conforme Tabela 6. Entretanto, na literatura científica encontram-se poucas informações que possam validar tais recomendações. Em consequência disso, verifica-se que, quando se objetivar a produção comercial do milho-doce colhido em estado de grão leitoso, são utilizadas recomendações indicadas para a produção do milho verde ou para a produção de grãos secos (FERREIRA, 1993).

TABELA 6 - Critérios de interpretação para análises de solo para região do Cerrado destinadas à cultura do milho (*Zeamays*).

Variável	Classe de Interpretação		
	Baixo	Adequado	Alto
Cálcio (cmolcdm-3)	<1,5	1,5-7,0	>7,0
CTC (capacidade de troca catiônica)	<8,0	8,1-15	>15
Magnésio (cmolcdm-3)	<05	0,5-2,2	>2,2
Potássio (mg dm-3)	<31,0	31-100	>100
Fósforo (mg dm-3)	<10,0	10,0- 14,0	>14
Boro (mg dm-3)	<0,20	<0,25> 0,5	>0,5
Fósforo (mg dm-3)	<8,1	8,1-12	>12
Zinco (mg dm-3)	<1,0	1,1- 1,6	>-1,6
Ferro (mg dm-3)	<4,0	4,1- 12	>12
Manganês (mg dm-3)	<2,0	2,0 e 5,0	>5

Fonte: Adaptação de Fanceli (2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO

O local da implantação do experimento em campo com o cultivo do milho foi numa área distante cerca de 2,5 km da cidade de Pirenópolis-GO, localizado na saída para cachoeira Usina Velha na região do Morro Grande.

A região apresenta clima mesotérmico e úmido, classificado como provável clima tropical de altitude, temperatura média anual de 23°C, com baixas temperaturas em junho e julho e média mínima de 14°C. O período chuvoso ocorre entre novembro e março, com precipitação média de 1450mm. O município situa-se na altitude de 770m, latitude de 15°51'09" Sul e longitude de 48° 57' 33" Oeste. As temperaturas médias estão entre 18°C (inverno) e 30° (verão) com uma média anual de 23°C (IBGE, 2010).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) A, moderado, textura média, fase cerrado, relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999). Antes da instalação do experimento foi realizada amostragem do solo, nas camadas de 0–20 cm, para caracterização química, estando os dados apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 - Análise química de solo realizada na região Morro Grande - Pirenópolis-GO-2011

Características	Valores obtidos
P (MELICH) mg dm ⁻³	17,5
MO g dm ⁻³	18
pH CaCl ₂	4,5
H + Al mmol _c dm ⁻³	4,2
K ⁺ mmol _c dm ⁻³	0,25
Ca ²⁺ mmol _c dm ⁻³	2,9
Mg ²⁺ mmol _c dm ⁻³	0,5
CTC mmol _c dm ⁻³	36,94
SB mmoldm ⁻³	46,5
Zn mg dm ⁻³	3,5

Fonte: Laboratório Solocria (GOIÂNIA, 2011).

A análise da propriedade física do solo feita a partir de amostra composta de toda a área experimental resultou na seguinte composição de textura na camada de 0,00 - 0,20m:

Argila 37%, Silte 9%, Areia 54%. Essa análise foi realizada na data de 02 de fevereiro de 2011 pelo Laboratório Solocria (GOIÂNIA, 2011). O desenvolvimento do experimento ocorreu entre os meses de junho a setembro de 2011.

Para a correção da acidez do solo, no dia 03 de fevereiro de 2011 foi realizada a calagem (incorporação de calcário ao solo) na quantidade de duas toneladas ha⁻¹, seguindo a recomendação descrita em Rajj et al (1979), calculada pela fórmula:

$$NC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = CTC (V2 - V1) / 10 \text{ PRNT (do calcário)}$$

NC = Necessidade de Calcário

CTC = Capacidade de troca catiônica

V2 = Saturação por bases final

V1 = Saturação por bases inicial (Análise de solo)

PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total do Calcário

As análises quantitativas do milho verde, de massa seca e foliar, foram feitas nos Laboratórios de Engenharia Agrícola da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas – UnUCET, Campus Henrique Santillo, da Universidade Estadual de Goiás – UEG e Laboratório de Solos e Análise Foliar da Universidade Federal de Goiás (UFG).

4.1.1. Compostagem de Aguapé (*Eichhornia crassipes*)

A compostagem do aguapé foi realizada em um galpão da empresa Corumbá Concessões que fica localizado às margens do lago da UHE-Corumbá 4 e da rodovia BR 060, no município de Alexânia-GO (FIGURA 12 A, B, C e D). As plantas foram retiradas do lago no mês fevereiro de 2011 com a ajuda de canoas e uma máquina pá-carregadeira de esteira com garras adaptadas. Logo após, as plantas foram levadas até o galpão e trituradas em uma ensiladeira de marca Nogueira, colocadas em leiras de sete metros de comprimento por dois metros de largura e dois metros de altura. Foram deixadas em pousio por 60 dias observando temperatura, pH e umidade. Quando a umidade estava abaixo de 60%, eram regadas com água e ou percolado das mesmas plantas. Após todo o processo de compostagem, foi coletada uma amostra da mesma, acondicionada em embalagem plástica e enviada para análise no laboratório do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Os resultados podem ser observados na Tabela 8.

TABELA 8 - Análise química do composto de aguapé (*Eichhornia crassipes*) realizada pelo laboratório do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) em abril de 2011.

Parâmetro	Unidade	Valores
pH (em água 1:10)	-----	8,6
Umidade, a 60-65°C	% (m/m)	59,8
Nitrogênio Kjeldahl	g de N/kg	12,6
Cádmio	mg de Cd/kg	<1,0
Chumbo	mgde Pb/kg	4,4
Cromo	mgde Cr/kg	22,04
Fósforo	g de P/kg	2,5
Potássio	mg de K/kg	9885
CTC	mmol/kg	393
Zinco	mg de Zn/kg	32,5
Enxofre	g de S/kg	1,9
Selênio	mg de Se/kg	< 1,0
Níquel	mg de Ni/kg	8,2
Mercúrio	mg de Hg/kg	< 1,0
Manganês	mg de Mn/kg	972
Magnésio	g de Mg/kg	1,5
Ferro	mg de Fe/kg	19570

Fonte: Laboratório IAC (2011).



FIGURA 3 - Processo de compostagem no galpão da Corumbá Concessões.



FIGURA 4 - Processo de compostagem no galpão da Corumbá Concessões.



FIGURA 5 - Processo de compostagem no galpão da Corumbá Concessões.



FIGURA 6 - Processo de compostagem no galpão da Corumbá Concessões.

4.2. IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Na área experimental foi implantado um sistema de cultivo de milho em fileiras, espaçadas 0,90m entre linhas e 0,20m entre plantas, totalizando 55.000 plantas por hectare (Figura 13 A e B), com um sistema de irrigação móvel no meio das parcelas,



FIGURA 7 - Sistema de irrigação e condução do experimento - Pirenópolis 2011.



FIGURA 8 - Sistema de irrigação e condução do experimento - Pirenópolis 2011.

4.2.1. Preparo e correção do solo

O preparo do solo para a implantação do experimento de campo consistiu de gradagem e subsolagem. Simultaneamente, realizou-se a amostragem do solo na profundidade de 0,00 - 0,20m, para análise química, visando à necessidade de correção antes do plantio.

A amostragem para caracterização química do solo foi feita coletando-se 20 amostras simples no caminhar em zigue-zague, que posteriormente foram transformadas em uma amostra composta. Para a coleta das amostras, utilizaram-se enxada, balde e sacos plásticos.

A análise foi realizada pelo Laboratório SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, localizado em Goiânia-GO, seguindo os métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo descrito em Silva (2006).

A quantificação dos teores de pH, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al), Hidrogênio e Alumínio (H+Al), Potássio (K), Fósforo (P), Matéria Orgânica (M.O.), Enxofre (S), Sódio (Na), Cobalto (Co), Zinco (Zn), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Saturação por Bases são apresentados na Tabela 7.

A calagem foi feita considerando a saturação de bases e a adubação pré-plantio de acordo com a análise do solo e exigências da cultura, seguindo as recomendações de adubação estabelecida pela Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais - 5ª aproximação (FILGUEIRA et al., 1999). Assim foi distribuída a lancha 2,0t ha⁻¹ de calcário dolomítico.

O preparo do solo foi efetuado por meio da passagem de uma grade pesada e duas gradagens leves, para nivelar o terreno e eliminar plantas daninhas. A semeadura do milho foi realizada manualmente, utilizando-se o híbrido AG1051, de ciclo precoce, distribuindo-se 10 sementes por metro de sulco, com posterior desbaste, deixando-se uma planta a cada 20cm, visando a um estande de 55.500 plantas por hectare. A adubação de semeadura foi aplicada em um sulco abaixo e ao lado das sementes. Foi aplicado o herbicida atrazine + metolachlor (Primestra 500SC) na dose de 2.500 g.ha⁻¹ de i.a, por meio de um pulverizador costal. O controle de plantas daninhas de folhas largas e estreitas foi realizado mediante aplicação de herbicida em pós-emergência Nicosulfuron, na dose de 60 g.ha⁻¹ do ingrediente ativo, em um volume de calda de 200 L.ha⁻¹ com pulverizador costal.

4.2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições, a saber:

Tratamento 1 - Testemunha - Sem adubação.

Tratamento 2 - Aplicação de 25kg de N.ha⁻¹ no plantio (semeadura) na fórmula 04-14-08 e 110kg de N em cobertura na forma de ureia no estádio (V2) oito folhas.

Tratamento 3 – Aplicação de 135kg de N.ha⁻¹ na forma de composto de aguapé incorporado no plantio (semeadura).

Tratamento 4 – Aplicação de 25kg de N ha⁻¹ no plantio e 110kg de N ha⁻¹ em cobertura no estádio (V2) de oito folhas expandidas na forma de composto de aguapé, conforme recomendação de Filgueira et al (1999).

O experimento foi dividido em 20 parcelas onde cada parcela teve dimensões de 2,7m x 6m, com espaçamento entre plantas de 0,2m e entre linhas de 0,9m (Quadro 1 e Figura 15). Foram avaliadas como parcelas úteis somente as duas linhas centrais minimizando o efeito bordadura. Segue, no Quadro 1, o esquema dos tratamentos realizados. Os cálculos foram feitos de acordo com a indicação da dose de Nitrogênio recomendada para produção de milho verde para o estado de Minas Gerais, ou seja, de 25kg de N ha⁻¹ para o plantio e 110kg de N ha⁻¹ para cobertura, segundo Filgueira et al (1999).

QUADRO 1 - Tratamentos utilizados na pesquisa. Fonte: Distribuição dos Tratamentos em campo (Pirenópolis, 2011).

TRATAMENTOS		Plantio	Cobertura	N total aplicado
T1	Testemunha sem adubação. Dose de Nitrogênio = 0 kg	0 kg de N	0 kg de N	Testemunha sem adubação. Dose de Nitrogênio = 0 kg
T2	Plantio: Adubação mineral 607,1 NPK fórmula 04-14-08 ha ⁻¹ e Cobertura estádio V2 adubação com ureia.	25 kg de N (mineral) na fórmula 04-14-08	110kg de N ha ⁻¹ na forma de ureia	134,3Kg ha ⁻¹
T3	Adubação com o composto de aguapé utilizando 10714 Kg ha ⁻¹ de composto de aguapé para o plantio. Sem cobertura de adubação.	134,3 kg de N ha ⁻¹	0 kg de N	134,3 kg ha ⁻¹
T4	Adubação orgânica 1984,12 kg/ha com composto de aguapé no plantio e na cobertura 8730 kg ha ⁻¹ de composto em cobertura no estádio V2 .	24,3 kg de N ha ⁻¹ na forma de composto de aguapé	110kg de N ha ⁻¹ na forma de composto de aguapé.	134,3 kg ha ⁻¹

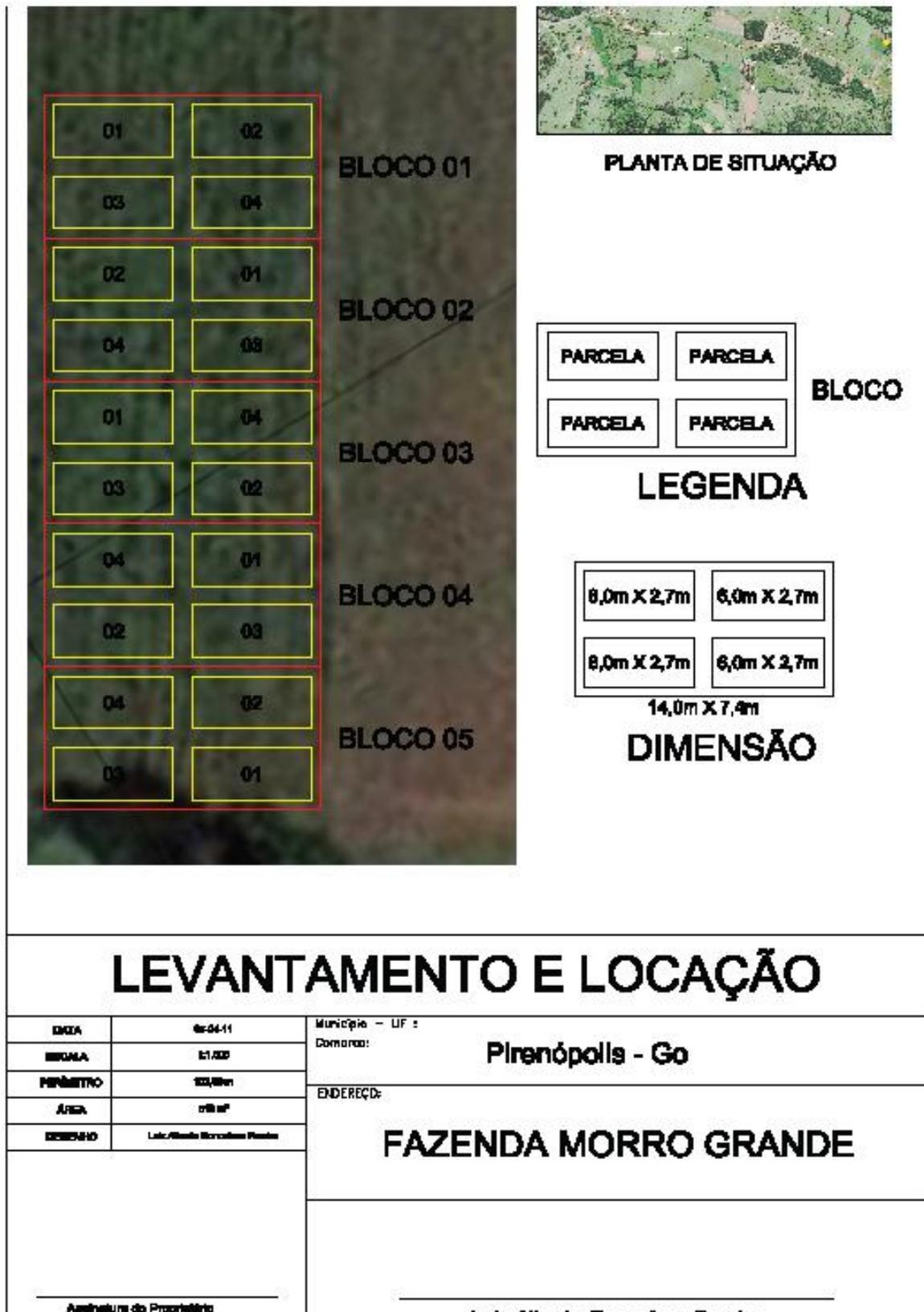


FIGURA 9 - Esquema dos tratamentos em campo (Pirenópolis, 2011).

4.2.3. Irrigação

Na montagem do sistema, foram utilizados tubos para irrigação de 50mm de diâmetro nominal e espaçamento entre emissores de 6,0m. Os aspersores utilizados foram da marca Amanco. A mudança da água de irrigação de cada tratamento foi realizada por meio de registros de esfera, nas tubulações de sucção e recalque, na linha destinada à passagem de água proveniente do córrego Morro Grande.

O controle da vazão e pressão também foi realizado por um “bypass” localizado após o início da linha de recalque. A pressão do sistema foi controlada com a abertura ou fechamento desse dispositivo, através de uma tomada de pressão para manômetro de agulha instalada na tubulação de recalque.

Assim, a quantidade de água disponível no solo foi estimada a partir de uma bateria de tensiômetros (Figura 10), distribuídos dois em cada parcela, sendo um a 0,15m e o outro a 0,30m de profundidade. Foram instalados três tensiômetros em três blocos para se ter três repetições, totalizando nove aparelhos. A leitura da tensão foi feita com o uso de um tensímetro digital de punção (Figura 11).



FIGURA 10 - Tensiômetro utilizado no experimento em Pirenópolis – 2011.



FIGURA 11 - Tensímetro utilizado no experimento em Pirenópolis – 2011.

4.2.4. Plantio e espaçamento do milho verde

A escolha do espaçamento foi feita de acordo com a recomendação para o referido híbrido. O plantio foi efetuado com plantadeira manual (tipo saraquá) no dia 10 de junho de 2011. O espaçamento utilizado foi de 0,9m entre linhas e 0,20m entre plantas, resultando em uma população de 55.000 plantas.ha⁻¹. Após quinze dias de plantio, foi realizado um desbaste para atingir a população recomendada.

4.2.5. Cultivar de milho verde utilizado

A escolha do híbrido “AG1051” se deu em função de ser um material novo lançado no mercado brasileiro pela Agrocere e geneticamente adaptado às condições de clima tropical. Além disso, havia interesse muito grande de produtores de milho verde e fabricantes de pamonhas para que se fizessem estudos com essa cultivar. O híbrido “AG1051” tem como característica boa adaptação às condições de plantio nas diferentes regiões produtoras no Brasil, alto potencial produtivo, resistência às principais doenças, além de coloração de grão amarelo-claro, pericarpo fino, precoce e é um híbrido simples (AGROCERES LTDA, 2010).

4.2.6. Coleta das plantas e das espigas e características agronômicas

As coletas das plantas foram realizadas aos 80 dias após o plantio (DAP). Foram

delimitadas quatro parcelas de 6m de comprimento com duas linhas em cada parcela. As plantas foram coletadas de forma aleatória procurando-se amostrar plantas normais e representativas de cada parcela. Cada amostra era composta por uma planta. As amostras foram coletadas de acordo com os estádios de floração final R1b, logo após foram enviadas ao laboratório de análise foliar da UFG para que se fosse feita a quantificação de nutrientes nas folhas.

As espigas foram colhidas no estágio de grão leitoso R2b, sendo coletadas 10 espigas aleatoriamente em cada tratamento. Posteriormente, foram medidas suas massas com palha e despalhadas.

4.2.7. Preparo das amostras

Após a coleta, as plantas foram separadas. Em seguida, foram pesadas para quantificar a massa úmida. Depois as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado mantendo-se a temperatura na faixa de 65°C–70°C. O tempo de secagem foi determinado por pesagens das amostras até atingir peso constante. Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica para estimativa da massa seca acumulada em cada parte vegetal. Em seguida, as amostras foram moídas e submetidas a análises químicas no Laboratório de Análise de Solo e Foliar (LASF), da Escola de Agronomia da UFG, segundo o procedimento descrito por Silva et al (1999). Foram avaliados os teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn por métodos analíticos em uso nesse laboratório. Foram medidas as massas das espigas com palha e sem palha, no laboratório de Engenharia Agrícola da UEG/UNUCET de Anápolis.

As características agronômicas analisadas foram as seguintes:

a) altura da planta (AP) e de inserção da espiga (AE) - medida em dez plantas tomadas ao acaso na área útil de cada parcela. Como AP, consideraram a distância do nível do solo ao ponto de inserção da lâmina foliar mais alta. A AE foi medida como a distância do nível do solo ao ponto de inserção da espiga mais elevada;

b) produção de milho verde – avaliada em uma das fileiras (tomadas ao acaso) da área útil de cada parcela, através da contagem e pesagem de 10 espigas empalhadas, do total de espigas empalhadas comercializáveis, e do total de espigas despalhadas comercializáveis. Como espigas empalhadas comercializáveis, foram consideradas as de boa aparência e

tamanho superior a 22cm. Como espigas despalhadas comercializáveis, foram consideradas as de sanidade e granação adequadas à comercialização e com comprimento superior a 17cm;

c) produção de espigas - a produção de espigas depois de medida em massa em uma balança de precisão. Foi calculada para a quantidade em ha e transformada em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para se obter sua produtividade.

d) massa seca - por ocasião do florescimento pleno, foram coletadas duas plantas ao acaso, a 0,30m de linha, em dois pontos na área útil das parcelas. Posteriormente, foram levadas para o laboratório, acondicionadas em sacos de papel e deixadas para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 60-70°C durante três dias. Posteriormente, medidas suas massas em balança de precisão.

e) teores de macronutrientes – foram utilizadas as duas plantas coletadas para determinação da massa seca. Após a secagem em estufa de ventilação forçada, o material foi submetido à moagem em moinho do tipo Willey e, posteriormente, sofreu digestões sulfúrica e nitroperclórica (SARRUGE; HAAG, 1974).

f) grau de acamamento – foi obtido por meio de observações visuais, na fase de maturação, utilizando-se a seguinte escala de notas:

- 0: sem acamamento;
- 1: até 5% de plantas acamadas;
- 2: 5 a 25%;
- 3: 25 a 50%;
- 4: 50 a 75%, e
- 5: 75 a 100% de plantas acamadas.

4.2.8. Análises estatísticas

Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada parcela experimental continha quatro linhas de seis metros lineares cada, considerando-se duas linhas de cada lado da parcela como linhas de bordadura.

Os dados foram analisados pelo programa computacional Sisvar®, através da análise de variância e teste de comparação de médias (análise de variância e teste de Tukey), adotando um nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das características agronômicas avaliadas nos tratamentos quanto ao tipo de adubações realizadas, assim como o seu coeficiente de variação (CV) e valor de (p), estão apresentados nos tópicos abaixo.

5.1. ANÁLISE FOLIAR

A análise foliar foi realizada nos laboratórios de Solo e Foliar da Universidade Federal de Goiás. O conhecimento dos padrões normais de acúmulo de nutrientes por uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados à nutrição e, conseqüentemente, da adubação.

5.1.1. Nitrogênio (N)

As exigências de nitrogênio variam consideravelmente com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos (ARNON, 1975). Não houve diferença estatística nos teores de nitrogênio foliar entre os tratamentos pesquisados ($p=0,9510$) (Tabela 9). A produção de 5 t.ha^{-1} de grãos de milho requer aproximadamente 140 kg.ha^{-1} de N (HIROCE et al., 1989). A grande exigência de nitrogênio torna essa cultura altamente responsiva à adubação nitrogenada, como indicam os levantamentos realizados por Malavolta e Romero (1975), Lantmann et al (1986), Cantarela e Raij (1986), França et al (1986). Esses autores mostram que, em geral, de 70 a 90% dos ensaios de adubação com milhos realizados a campo no Brasil respondem à aplicação de nitrogênio.

Resultados de experimentos conduzidos por Raij et al (1981), no estado de São Paulo, ilustram como as respostas do milho a nitrogênio variam com a produtividade. O conteúdo percentual de nitrogênio de plantas jovens de milho é maior que nas outras fases do ciclo de crescimento, embora seja maior a necessidade do nutriente em razão do pequeno porte das plantas (ANDRADE et al., 1975a). Entretanto, uma deficiência de nitrogênio, quando a planta

se apresenta com uma altura em torno de 20cm, acarretará uma redução do número de grãos nos primórdios da espiga, tendo como consequência uma redução na produção final de grãos (SCHRIBER et al., 1988). A redução na quantidade de nitrogênio acumulada nos estádios finais da cultura pode ter como causa, segundo Arlen et al (1988), perdas de nutrientes por volatilização. De acordo com Farquhar et al (1979), ocorrem perdas gasosas de NH₃ através das folhas pelo aumento da proteólise durante a senescência. O acúmulo de N na planta inteira, nos órgãos vegetativos e reprodutivos, encontra-se na Tabela 9.

O nitrogênio na cultura do milho é absorvido em todo o seu ciclo, sendo sua absorção pequena nos primeiros 30 dias, aumentando de maneira considerável a partir desse ponto. Dessa forma, pode-se observar que o teor máximo de nitrogênio na planta inteira foi de 2020 mg/kg.planta⁻¹, sendo um valor muito acima dos teores foliares de macronutrientes adequados para a cultura do milho que, segundo Fancelli (2000), seria de 30-40 mg/kg.planta⁻¹.

TABELA 9 - Valores médios das quantidades de macro e micronutrientes encontrados nas folhas de milho verde nos quatro tratamentos utilizados neste experimento aos 80 DAP, Pirenópolis-GO- 2011.

Macro e Micronutrientes pesquisados em análise foliar										
Trat.	Nutrientes	N dag/kg	P dag/kg	K dag/kg	Ca dag/kg	Mg dag/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
T1	Testemunha sem adubação	1,96a	0,35a	1,36a	0,56a	0,28 ^a	6,0a	388,8a	122,6a	18,2 ^a
T2	04-14-08 C/COB ureia	1,94a	0,39a	1,48a	0,38a	0,30 ^a	6,6a	408,4a	120,2a	17,68 ^a
T3	Compostagem c/ cobertura	2,02a	0,38a	1,28a	0,48a	0,28 ^a	6,4a	374,4a	124,0a	18,4 ^a
T4	Compostagem s/ cobertura	2,02a	0,36a	1,26a	0,34a	0,22 ^a	5,8a	467,2a	122,8a	17,04a
Coeficiente de variação (CV)		14,37	14,79	10,86	29,85	29,67	18,33	12,79	20,17	9,73

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Foliar da UFG.

5.1.2. Potássio (K)

O potássio (K) no solo encontra-se nas mais diferentes formas, das quais umas são disponíveis em curto prazo para as plantas e outras não (SILVA, 2006). Este nutriente é requerido em grandes quantidades, similares ao nitrogênio, pelas plantas, e está ligado principalmente a funções de ativações enzimáticas nas plantas (MEURER; INDA JR., 2004).

O potássio é o segundo elemento mais absorvido em maiores quantidades pela cultura do milho aos 80 DAP, só não foi superior ao nitrogênio, conforme dados da Tabela 9. De

acordo com Arnon (1975) e Gamboa (1980), a elevada taxa de acúmulo de potássio nos primeiros 30-40 dias de desenvolvimento, com um ritmo de absorção, inclusive superior ao do nitrogênio, sugere uma maior necessidade de potássio em relação ao nitrogênio e ao fósforo, como um elemento de arranque. O presente trabalho não corroborou esta situação, quando comparado com o nitrogênio devido ao alto teor de potássio no composto de aguapé (*E. crassipes*). Nos trabalhos desenvolvidos por Andrade et al (1975a), no final do ciclo de desenvolvimento as plantas se apresentam com apenas a metade da quantidade máxima de potássio extraído, indicando perda do nutriente devido, provavelmente, à lavagem do íon e à degenerescência de células e tecidos, conforme Loué (1963).

O teor foliar encontrado nas plantas foi, em média, de $148\text{mg/kg.planta}^{-1}$ bem superior aos 20-40mg que são os teores foliares adequados de acordo com Fancelli (2000). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($p= 0,1201$).

5.1.3. Fósforo (P)

Conforme Andrade et al (1975b), a absorção de fósforo é semelhante à do nitrogênio, ocorrendo praticamente paralela ao acúmulo de matéria seca durante a maior parte do desenvolvimento vegetativo da planta, com o ponto de exigência máxima situando-se próximo da época de pendoamento, ao redor de 60 dias após a germinação. Neste mesmo trabalho, o pico no acúmulo de fósforo deu-se de 80 a 100 dias, com uma quantidade de 30 kg/ha de P. Porém, tanto a quantidade acumulada como a composição porcentual dos tecidos são bem menores para o fósforo em relação ao nitrogênio.

O teor máximo de fósforo foi de $39,0\text{mg kg.planta}^{-1}$ (transformado de dag para mg.kg.planta^{-1}) aos 80 DAP na planta inteira, conforme Tabela 9, acima dos $4,0\text{ mg.kg.planta}^{-1}$ exigidos como adequados, segundo Fancelli (2000). Não houve diferenças significativas entre os teores de fósforo nos tratamentos utilizados ($p= 0,5042$).

5.1.4. Cálcio e Magnésio

No trabalho de Andrade et al (1975a), os períodos de exigência máxima dos dois macronutrientes secundários ocorrem de 40 a 60 dias após a emergência para cálcio e magnésio. Ainda segundo este autor, nas curvas de acúmulo de cálcio, magnésio, nota-se um

acentuado paralelismo entre cálcio e enxofre, com um pico de acúmulo para ambos os nutrientes, situando-se entre 80 e 90 dias após a emergência.

O cálcio na planta é responsável pela alongação celular e pela absorção de outros nutrientes, entre outros processos (BISSANI; ANGHINONI, 2004). Estes mesmos autores comentam que, na maioria dos solos, o Ca, depois do ferro (Fe), é o nutriente mineral encontrado em maior concentração. Entretanto, salientam que, em solos arenosos e com baixa CTC, o teor de Ca é muito reduzido devido às perdas por lixiviação.

O magnésio, essencial para a fotossíntese, é um dos componentes da clorofila e auxilia na absorção de fósforo. Como sintomas de deficiência, as folhas inferiores ficam com listras esbranquiçadas (clorose) nas nervuras e têm o crescimento reduzido (FANCELLI, 2000).

O acúmulo máximo de cálcio foi de 560,00mg/kg no tratamento 1, pois em todos os tratamentos foram feitos a calagem, maior do que os 3 a 8 mg/kg-1 tido como adequados por Fancelli (2000). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos conforme Tabela 9.

Quanto aos teores de magnésio encontrados, a média maior foi de 30,00 mg.kg⁻¹ maiores que os teores foliares adequados para cultura do milho verde que são de 1,7 a 5,0 mg.kg⁻¹, segundo Fancelli (2000). Magnésio em presença de fósforo aumenta consideravelmente a translocação e absorção (CRÓCOMO et al., 1965).

Não houve diferenças significativas nem para o Cálcio (p=0,0813), nem para o Magnésio (p=0,4539).

5.1.5. Micronutrientes

A necessidade de micronutrientes na cultura do milho deverá ser fundamentada nos resultados de análise foliar e no histórico da área. Assim se mostra totalmente desaconselhável a aplicação de micronutrientes de forma generalizada e indiscriminada, pois tal procedimento poderá resultar na redução do rendimento da cultura, por provocar o desequilíbrio de nutrientes na planta, bem como por configurar fitotoxicidade (FANCELLI, 2000).

5.1.5.1. Manganês e Cobre

O manganês apresenta acentuada contribuição para a síntese da lignina, por parte da

planta, mediante a formação de estruturas denominadas lignotubos, além de participar da síntese de fenóis solúveis, inibição da aminopeptidase, inibição da pectinamethylesterase e fotossíntese (FANCELLI, 2000).

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para os teores foliares, tanto de manganês ($p=0,9959$) quanto de cobre ($p=0,6790$).

De acordo com recomendação de Raij et al (1997) e Fancelli (2000), todos os tratamentos apresentaram altos teores de cobre e manganês (Tabela 9).

5.1.5.2. Ferro e Zinco

Entre os problemas com micronutrientes, destaca-se o Zn, que tem surgido em decorrência do esgotamento gradativo de alguns solos em áreas de cultivo tradicional do milho, onde não tem sido feita a reposição desse micronutriente e também em face da incorporação no processo produtivo de áreas de baixa fertilidade. Em solo de cerrado, a falta de zinco na cultura do milho doce resultou um decréscimo de produção de 9,3 para 5,3 t.ha⁻¹, em média (FREITAS et al., 1972).

Pode-se observar, na Tabela 9, que a concentração de ferro ($p=0,0712$) não variou entre os tratamentos. Mas, de forma geral, os tratamentos apresentaram teores superiores ao recomendado por Raij et al (1997) e Fancelli (2000), conforme Tabela 10, fato ocorrido devido à grande concentração de ferro presente em solos de cerrado. Pode-se observar, na Tabela 9, que a concentração de zinco também não variou entre os tratamentos ($p= 0,6192$), que pode ser explicado pelo fato de a área ser uma área de produção antiga e já bastante adubada.

TABELA 10 - Teores de micronutrientes adequados para a cultura do milho.

Citação	B	Cu	Fe	Zn	Mn	Mo
1	15-20	6-20	50-250	15-50	42-150	0,15-0,20
2	7-25	6-20	21-250	15-100	20-200	0,15-0,20
3	15-30	10-25	50-250	20-100	70-150	0,15-0,20

Fonte: Bull (1993); Raij e Cantarella (1996); Fancelli (2000).

5.2. ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA (AIE), ALTURA DE PLANTA (AP), MASSA DE ESPIGA COM PALHA (MEP), MASSA DE ESPIGA SEM PALHA (MESP) E ACAMAMENTO

Na altura de inserção da espiga, todos os tratamentos tiveram efeito significativo em relação ao controle, os tratamentos 3 e 4 são tão eficientes quanto o tratamento 2 ($p = 0.0259$), conforme Tabela 11. Nas médias da altura da inserção de espigas, os tratamentos (T3) e (T4) diferiram dos demais, pois as médias da altura de inserção da espiga foram de 1,074 e 1,082cm, respectivamente com o valor de ($p= 0,0006$). A aplicação do nitrogênio por ocasião do plantio e em cobertura parece ser importante na determinação da altura de inserção da espiga que pode ser observado na diferença entre os tratamentos e o controle. Apesar dos efeitos dos tratamentos sobre a altura de inserção da espiga, não se verificou acamamento de plantas, nem foram alterados os procedimentos de colheita feitos na região manualmente.

A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos em que, por meio da comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, foi possível constatar que houve diferenciação no efeito do nitrogênio sobre os resultados de altura de planta (AP) e massa de espiga despilhada (MESP) com ($p=0,0005$) e ou com palha e somente no tratamento e controle sem adubação. O tratamento 4 pode dar um resultado melhor em escala comercial para o produtor.

Já os resultados obtidos para massa de espiga com palha houve diferença significativa ($p= 0,0350$), sobressaindo o tratamento 4 com 25694,71 kg.ha⁻¹ e podendo apresentar uma diferença em valores absolutos para o produtor.

Tabela 11 - Médias características agrônomicas da cultura do milho verde (*Zeamays L.*) utilizando composto de aguapé (*Eichhornia crassipes*) com e sem cobertura 130kg de N.ha⁻¹ e fórmula NPK 04-14-08 com cobertura de ureia (130Kg de N.ha⁻¹) em plantio convencional com irrigação por aspersão no município de Anápolis-GO – 2011.

Tratamentos	Características				
	Massa de espiga despilhada kg.ha ⁻¹	Massa de espiga com palha kg.ha ⁻¹	Massa seca da planta g/planta	Altura de inserção de espiga m	Altura da planta
1 Testemunha	6630,4670 a1	14395,5116 a1	166,2020a1	0,794000 a1	1,4900a1
2NPK 04-14-08 c/ COB	13392,0327 a2	24784,9299a1a2	310,7020 a2	0,974000a1a2	1,8040a2
3Compostagem c/COB	13443,2211 a2	20169,7650a1a2	303,3620a2	1,074000 a2	1,9020a2
4Compostagem s/COB	13925,2496 a2	25694,7103a2	346,0860 a2	1,082000 a2	1,8540a2
CV%	8,89	27,21	16,35	14,53	6,72

(Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade)

5.3. MASSA SECA

Andrade et al (1975a), em cinco cultivares de milho tipo grãos, encontraram o ponto de inflexão, isto é, a idade em que, teoricamente, a taxa de acúmulo de matéria seca é máxima entre 100 e 106 DAP, valores que variam de 327 a 381 g.planta⁻¹, de acordo com a cultivar. Os dados no presente trabalho encontram-se entre 303 a 346 g.planta⁻¹, bem como o potencial do híbrido em questão. Furlanietal. (1977), em estudo com duas variedades de milho e duas populações, encontraram aos 83 DAP na variedade H1227 massa seca de 7.941 kg.ha⁻¹ e na variedade HS 7777 massa seca de 8.491,0 kg.ha⁻¹, enquanto que no experimento atual foi encontrado uma média 16000,0kg.ha⁻¹ [transformado a partir de g.planta em kg.planta.ha⁻¹(produtividade)] .

O acúmulo de massa seca pela cultura do milho, conforme Hanway (1962), sofre grande influência do nível de fertilidade do solo. A maior taxa de crescimento das plantas de milho foi obtida quando elas foram cultivadas sob condições adequadas de suprimentos de nutrientes, com uma produção diária de matéria seca da ordem de 245 kg.ha⁻¹. Para plantas cultivadas sob condições de deficiência de fósforo ou potássio, estes valores foram respectivamente de 204 e 200 kg.ha⁻¹, enquanto que para condições de extrema deficiência de nitrogênio a taxa de crescimento foi muito menor, com uma produção diária de matéria seca de 82 kg ha⁻¹. O acúmulo máximo de massa seca na parte vegetativa foi de 346,87 g.planta⁻¹, conforme Tabela 11.

Não houve diferenças entre os três tratamentos, embora os mesmos apresentassem diferenças significativas em relação ao controle (p= 0,002). Os tratamentos com aguapé nos tratamentos 3 e 4 são tão eficientes quanto a adubação convencional, apesar de que o tratamento 4, onde o composto é incorporado de uma só vez, pode apresentar diferença em valores absolutos para o produtor.

5.4. ASPECTOS ECONÔMICOS

É comum ouvir dos agricultores que, nas últimas décadas, cada vez mais vem encolhendo as margens líquidas, provenientes de suas atividades agropecuárias (Observação pessoal). Estas condições estão atreladas, principalmente, ao aumento dos custos diretos, puxados pelos insumos, bem como pela redução, estagnação ou baixos reajustes aos preços recebidos pelos produtos comercializados pelos agricultores. Essas flutuações de preços são

comandadas pelo mercado (MONTROYA; GUILHOTO, 2001). Face a este panorama, é de grande importância que os agricultores familiares produzam parte de seus alimentos e de seus insumos, de modo a ficarem mais protegidos dessas flutuações, garantindo, dessa maneira, sua segurança alimentar e econômica. Uma alternativa, por exemplo, é a produção com irrigação no período de entressafra e utilizando insumos alternativos, como foi feito neste trabalho.

As pesquisas têm papel importante neste contexto, principalmente ao estudar manejos que visem aumentar a eficiência e diminuir os custos dos sistemas produtivos, sem comprometer a qualidade do alimento e/ou produto e mantendo ou melhorando as condições do solo, plantas e meio ambiente.

A Tabela 12 apresenta os custos diretos dos sistemas produtivos propostos. Na época de aquisição dos insumos (maio de 2011), os fertilizantes, em especial o fertilizante mineral, estavam com os preços inflacionados (R\$ 1840,00, R\$ 575,00 e R\$ 1980,00 para fertilizantes orgânico, mineral e ureia, respectivamente). Isto fez com que se elevassem os custos dos sistemas produtivos estudados e, associados à alta produção, impulsionasse o alto valor econômico dos mesmos, resultando num balanço econômico positivo (Tabela 12).

TABELA 12 - Componentes do custo direto (R\$.ha⁻¹) para implantação dos sistemas de produção de milho com adubação convencional e composto de aguapé com e sem cobertura - Pirenópolis – GO, junho de 2011.

Tratamentos	Custos Diretos					Total
	<i>Calcário</i>	<i>Fertilizante</i>	<i>Sementes</i>	<i>Herbicida</i>	<i>Inseticida</i>	
T1 testemunha	55,00	00,00	160,00	100,00	24,00	339,00
T2 NPK 04-14-08 c/COB de ureia	55,00	750,00	160,00	100,00	24,00	1089,00
T3 Compostagem s/ COB	55,00	500,00	160,00	100,00	24,00	839,00
T4 Compostagem c/ cobertura	55,00	500,00	160,00	100,00	24,00	839,00

A descapitalização e as dificuldades de acesso a linhas de crédito que subsidiam programas de recuperação do solo, entre outros fatores, pelos agricultores, fazem com que estes tendam a adotar sistemas produtivos com pouco aporte tecnológico, devido aos seus custos menores. No entanto, esses sistemas geralmente apresentam baixos índices produtivos. Na propriedade onde foi realizado o experimento, segundo relatos do proprietário, o cultivo do milho não é a principal atividade econômica da mesma, sendo esse destinado ao consumo

da propriedade com ensilagem para tratar o gado leiteiro e espigas para vender na feira local ao preço de R\$ 0,70 a espiga, no período da seca. As áreas e as sementeiras foram distribuídas em quatro tratamentos e o sistema de cultivo até então realizado foi baseado na mobilização do solo, com sementeira, geralmente em cultivo solteiro. A produtividade do milho verde foi maior com o uso de compostagem de aguapé sem o uso de cobertura (T3) como pode ser observado na Tabela 9.

Conforme observado nos resultados, de modo geral não houve diferenças significativas entre os tratamentos T2, T3 e T4, embora estes tenham diferido em relação ao controle, indicando que todos eles trouxeram acréscimos em relação aos parâmetros analisados. Podemos então observar que o tratamento 2 apresenta um maior custo (R\$ 1089,00) em relação aos tratamentos T3 e T4 (R\$ 839,00). Considerando que os custos desses últimos representam apenas 77% em relação ao T2, a utilização da compostagem com ou sem cobertura indica redução de custos para o produtor, aumentando sua margem de lucro.

A Corumbá Concessões, permissionária da Usina Hidrelétrica (UHE) Corumbá IV, possui um projeto que retira o excesso de macrófitas do reservatório e transforma os mesmos em composto para ser utilizado como adubação de áreas degradadas na região de APPs do lago, ou seja, na faixa de 100 metros às margens deste. Para se manter esse projeto além dos gastos com mão de obra, ainda temos vários outros gastos operacionais e, devido aos vários problemas ambientais já descritos acima, não se pode parar com esse programa porque o problema seria tão grande que a empresa não teria como continuar suas operações.

6. CONCLUSÕES

A partir dos dados coletados e das observações feitas durante o presente experimento, foi possível constatar que a compostagem de aguapé (*Eichhornia crassipes*) pode ser utilizada como fonte de nutrientes na produção de milho verde, aumentando sua produtividade.

A análise foliar mostrou os teores dos nutrientes das plantas na seguinte ordem decrescente: N>K>P.Ca>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu, não sendo observadas diferenças estatísticas significativas entre as formas de adubação para esses atributos. E todas as plantas estavam com teores foliares de nutrientes acima do nível adequado.

Pela análise econômica com o preço da tonelada do composto de aguapé (*Eichhornia crassipes*), ele pode ser uma alternativa para a produção de milho verde pelo produtor local, visto que a produtividade é aumentada estatisticamente com a utilização de compostagem de aguapé, sem a cobertura e sim totalmente incorporado ao solo. Isto porque as aplicações de 130kg ha⁻¹ de nitrogênio com compostagem de aguapé (*Eichhornia crassipes*) propiciam maior ganho para o produtor.

7. REFERÊNCIAS

ABIMILHO. Associação Brasileira dos Produtores de Milho. O cereal que enriquece a alimentação humana. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br.htm>>. Acesso em: 26 jun. 2010.

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP, 2009. 497 p.

AGROCERES. Disponível em: <www.sementesagrocere.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2010.

ALBUQUERQUE, C. J.B. **Desempenho de híbridos de milho verde na região sul de Minas Gerais**. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 279 p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56).

ANA - Agência Nacional de Águas. **Água: fatos e tendências. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS)**. 2. ed. Brasília: ANA, 2009. 29 p.

ANDRADE, A. G.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zeamays L.*). I. Acumulação de macronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 32, p. 115-149, 1975.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS P. L. et al. Correção do solo e adubação em sistema de plantio direto nos cerrados. **Embrapa solos**, Rio de Janeiro-RJ, n. 46, 2003.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: UFV, 1995. 625 p.

BISSANI, C. A.; ANGHINONI, I. Enxofre, cálcio e magnésio. In: et al.(Eds). **Fertilidades dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 207–220.

BRAGA, E. A. S. **Determinação dos compostos inorgânicos nitrogenados (Amônia, nitrito e nitrato) e fósforo total, na água do açude Gavião e sua contribuição para a eutrofização**. 2006. 29 f. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

BRASIL - Lei Federal 11.445, Lei de Saneamento, Senado Federal, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.15 de 22 dez. 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 2004b. Seção 1. p. 8.

BULL, L. T. **Influência da relação K (Ca+Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramíneas e leguminosas forrageiras**. 107 f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, Piracicaba, 1986.

CAMARGO, A. F. M.; HENRY-SILVA, G. G.; PEZZATO, M. M. Crescimento e produção primária de macrófitas aquáticas em zonas litorâneas. In: HENRY, R. (Ed.) **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: Fundibio/Rima, 2003. p. 213-232.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Van. Adubação nitrogenada Estado de São Paulo. In: SANTANA, M. B. M. (Coord.). **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus, CEPLAC, Sociedade de Ciência do Solo, 1986. p. 47-49.

CARVALHO, F. T., GALO, M. L. B. T., VELINI, E. D.; MARTINS, D. **Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 21, p.15-19. Edição Especial. 2003.

CAVENAGHI, A. L. **Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da Bacia do rio Tietê**. 2003. Tese Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Botucatu, 2003.

CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D., NEGRISOLI, E., CARVALHO, F. T.; GALO, M. L. B. T.; TRINDADE, M. L. B., CORRÊA, M. R.; SANTOS, S. C. A. **Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-Guaçu**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 225-231, 2005.

CENTRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA/Ceagesp. **Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura: normas para classificação do milho verde**. Centro de Qualidade em Horticultura. São Paulo 2003. (CGH – Documento 26).

CONAB - (Companhia Nacional do Abastecimento). **Série histórica. Comparativo de área, produção e produtividade**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 31 mar. 2011.

CRÓCOMO, O. J.; NEPTUNE, A. M. L.; REYES ZUMEK, H. **Absorción de iones por las plantas**. Universidad del Zulia, Maracanbo. 1965. p. 141-165.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção. Ano 1999.

ESTEVES, F. A. **Comunidade de macrófitas aquáticas: fundamentos de liminologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FANCELLI, A L.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia de produção e manejo da água e Nutrientes na cultura de milho de alta produtividade**. Piracicaba, POTAFOS (Associação

Brasileira para pesquisa de Potássio e Fósforo), Departamento de Agricultura/ESALQ/USP, 1996. p. 1-29.

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

FARQUHAR, G. D.; WETSELAAR, R.; FIRTH, P. M. Ammonia volatilization from senescing leaves of maize. **Science**, v. 1, 1979. p. 257-258.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema para análise de variância**. Lavras: Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2000. (CD-ROM).

FERREIRA, M. E. Seleção de extratos químicos para a avaliação da disponibilidade de zinco em solos do estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 293-304, 1993.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização**. Revista Engenharia Sanitária e ambiental. v. 12, n. 4, Rio de Janeiro, out./dez. 2007.

FILGUEIRA, F. A. R.; CARRIJO, I. V.; AVELAR FILHO, J. A. **Sugestões de adubação para as diferentes culturas em Minas Gerais**. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais –5. aproximação. Editores: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; V. ALVAREZ, V. H. Viçosa-MG, 1999. 359 p.

FORNASIERI FILHO, D. ; CASTELLANI, P. D. ; CIPOLLI, J. R. Efeito de cultivares e épocas de semeadura na produção de milho verde. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n, p. 22-24, 1988.

FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. **Adubação nitrogenada no estado de Minas Gerais**. In: SANTANA, M.B. M. (Coord.) Adubação nitrogenada no Brasil. Ilhéus, CEPLAC, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p. 107-124.

FURLANI, P. R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. **Acúmulo de macronutrientes, desilício e de matéria seca por dois híbridos simples de milho**. *Bragantia*, Campinas, 36:223-9, 1977.

GAMBOA, A. **La fertilización del maíz**. Berna, Instituto Internacional de la Potassa, 1980. 72 p. (Boletim IIP, 5).

HENRY-SILVA, G. G. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura em Águas Continentais) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

- HANWAY, J. J. Corn growth and composition in relation to soil fertility. II. Uptake of N, P and K and their distribution in different plant parts during the growing season. **Agronomy Journal**, v. 54, p. 217-222, 1962b.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 2, Viçosa/MG, 2008.
- HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de reuso de água no Brasil: Agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. São Paulo: Manole, 2003. p. 37-95.
- HIROCE, R.; FURLANI, A. M. C.; LIMA, M. **Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho**. Campinas: Instituto Agronômico, 1989. 24 p. (Boletim Científico, 17).
- HUSSAR, G. J.; BASTOS, M. C. Tratamento de efluente de piscicultura com macrófitas aquáticas flutuantes. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 5, n. 3, 2008. p. 274-285.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2007**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jan. 2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Estadual 2010**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 jul. 2011.
- KARLEN, D. L.; FLANENRY, R. L.; SALDER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, v. 80, n. 2, , 1988. p. 232-242.
- LANTMANN, A. F.; OLIVEIRA, E. L.; CHAVES, J. C. D.; PAVAN, M. A. Adubação nitrogenada no estado do Paraná. In: SANTANA, M. B. M. (Coord.) **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus, CEPLAC, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1986.
- LOUÉ, A. Estudo comparativo das exigências minerais de algumas variedades de milho híbrido. **Fertilité**, Paris, **20**:22-32, 1963.
- KIEHL, E. J. Manual de **Compostagem**: maturação e qualidade do composto. Editado pelo autor. Piracicaba, 1998.
- MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P. **Manual da Adubação**. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1975. 346 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARCONDES, D. A. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; TANAKA, R. H.; CARVALHO, F.T.; CAVENAGHI, A. L.; BRONHARA, A. A. Eficiência de fluridone no controle de plantas aquáticas submersas no reservatório de Jupuíá. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 21, Edição Especial, 2003. p. 69-77.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças**: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 111 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O. A. **Tensiômetro para manejo de irrigação em hortaliças**. Embrapa Hortaliças, 1998.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINS, D.; VELINI, E. D.; PITELI, R. A.; TOMAZELLA, M, S.; NEGRISOLI, E. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Light-RJ. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 21, Edição Especial, 2003. p.105-108.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas propriedades químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, 2002, p. 452-458.

MEURER, E. J.; INDA JR., A. V. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C. A. et al. (Eds). **Fertilidades dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 139–153.

Milho doce. In: EMPRESA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. **A cultura do milho doce**. Sete Lagoas, 1992. (Circular Técnica, 18). p. 5-34.

MONTOYA, M. A.; GUILHOTO, J. J. M. Mudança estrutural no agronegócio brasileiro e suas implicações na agricultura familiar. In: TEÓFILO, E. et al. (Org). **A economia da reforma agrária**: evidências internacionais. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2001. p. 179-222.

MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L. de; CALEGARI, A. **Adubação do milho**. Campinas: Cargill, v. 4, 1989. 28 p.

OLIVEIRA, F. A. et al. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 04, n. 03, 2009. p. 238-244.

PIETERSE, A. H.; MURPHY, K. **Aquatic weeds and management of nuisance aquatic vegetation**. New York: Oxford University Press, 1990. 593 p.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Milho comum. Sete Lagoas: EMBRAPA- CNPS, 1993. Disponível em : <<http://www.cnps.embrapa.br>>. Acesso em: 7 out. 2010. (Circular técnica n. 15).

PINHO, L. et al. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 07, n. 03, 2008. p. 279-290.

PITTA, G. V.; FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. Calagem e adubação. In: **A cultura do milho-doce**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 1992. 34 p. (Circular técnica, n.18).

POTAFOS. **Informações Agronômicas**, n. 103, setembro de 2003.

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 2001. 170 p.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. rev.atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. (Boletim técnico,100).

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56 p.

SCHREIBER, H. A.; SATANBERRY, C. O.; TUCKER, H. **Irrigation and nitrogen effects on sweet corn row numbers at various growth stages**. *Science*, v. 135, 1988. p. 135-136.

SCULTHORPE, C. D. **The biology of aquatic vascular plants**. London: Belhaven Press, 1967.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SILVA, M. A. S. da. et al. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um argissolo vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, 2006. p. 329-337.

THOMAZ, S. M.; PAGIORO, T. A.; BINI, L. M.; MURPHY, K. J. **Effects of reservoir drawdown on biomass of aquatic macrophytes in a large sub-tropical reservoir (Itaipu, Brazil)**. *Hydrobiologia*, v. 570, 2006. p. 53-59.

TSUTIYA, M. T. Metais pesados: O principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro-RJ, 1999.

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. RIMA/IIIE, 2003. 247 p.

TUNDISI, J. G. et al. **Conservação e uso sustentável de recursos hídricos**. In: BARBOSA, F. A. (Org.). **Ângulos da água: desafios da integração**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. p.157-183.

VASCONCELOS, C. A. Importância da adubação na qualidade do milho e do sorgo. Ilha Solteira, 1989. **Anais**, Ilha Solteira, FEIS, 1989. p. 1-20.

VIOLA, E. A. Considerações sobre a cultura do milho. In: Instituto de Pesquisa Agronômica. **IPAGRO**, Porto Alegre, n. 23, 1980. p. 3-8.

WEAVER, J. E.; CLEMENTS, F. F. **Plant ecology**. New York, Mc GRAW Hill Book Co., 1938. 601 p.