

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**EDMAR VINÍCIUS DE CARVALHO**  
**ENGENHEIRO AGRÔNOMO**

Avaliação do potencial produtivo de grãos e massa verde de genótipos de milho no  
Estado do Tocantins

**GURUPI-TO**  
**JULHO DE 2012**

**EDMAR VINÍCIUS DE CARVALHO**

Avaliação do potencial produtivo de grãos e massa verde de genótipos de milho no  
Estado do Tocantins

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Tocantins como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. Área de Concentração: Melhoramento Genético Vegetal.

**Orientador:** Prof. Dr. Flávio Sérgio Afféri

**GURUPI-TO**

**JULHO DE 2012**

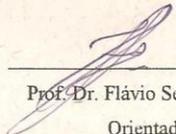
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

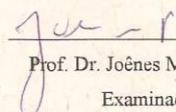
EDMAR VINÍCIUS DE CARVALHO  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

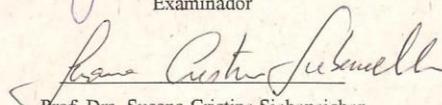
Avaliação do potencial produtivo de grãos e massa verde de genótipos de milho no

Estado do Tocantins

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Tocantins como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. Área de Concentração: Melhoramento Genético Vegetal.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Flávio Sérgio Affêri  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Joênes Muci Peluzio  
Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Susana Cristine Siebeneicher  
Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Tarcisio Castro Alves de Barros Leal  
Examinador

Data de Realização: 02 de julho de 2012

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, a meus pais (Edson e Marisete), a minha irmã (Andrieli) e a Jacqueline Dourado Schneider.

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Sérgio Afféri pelo todo o apoio e ajuda durante o Mestrado, tanto profissionalmente quanto na vida pessoal.

A toda equipe do grupo de pesquisa, que auxiliaram na condução dos trabalhos.

Aos professores Dr. Joênes, Dr. Tarcísio e Dra. Susana pelos anos de aprendizado e pelos conselhos.

Aos meus amigos e família, mesmo que distantes, que me deram forças para que continuasse e terminasse o Mestrado.

E a todos os outros que aqui não foram lembrados, mas que tiveram grande importância para a conclusão do Mestrado.

## DEDICATÓRIA

Dedico a DEUS, aos meus pais, a minha  
irmã e, a Jacqueline Dourado Schneider.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
1 RESUMO.....	08
2 ABSTRACT.....	09
3 INTRODUÇÃO.....	10
3.1 Avaliação da produção de grãos e massa verde de genótipos de milho no Tocantins.....	12
3.2 Adaptabilidade na produção de massa verde e grãos de genótipos de milho no Tocantins.....	14
3.3 Objetivos.....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Avaliação da produção de grãos e massa verde de genótipos de milho no Tocantins.....	21
5.1.1 Produção de grãos.....	22
5.1.2 Produção de massa verde total da planta.....	25
5.2 Adaptabilidade na produção de massa verde e grãos de genótipos de milho no Tocantins.....	29
5.2.1 Adaptabilidade e Estabilidade.....	29
5.2.1.1 Produção de grãos.....	29
5.2.1.2 Produção de massa verde total da planta.....	30
5.2.2 Tendência da Finalidade Produtiva.....	31
6 CONCLUSÕES.....	35
6.1 Avaliação da produção de grãos e massa verde de genótipos de milho no Tocantins.....	35
6.2 Adaptabilidade na produção de massa verde e grãos de genótipos de milho no Tocantins.....	35
6.2.1 Adaptabilidade e Estabilidade.....	35
6.2.2 Tendência da finalidade produtiva.....	36
7 REFERÊNCIAS.....	37

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 01.</b> Descrição de oito ambientes na avaliação de 16 genótipos de milho na região Centro-Sul do Estado do Tocantins no ano de 2010.....	17
<b>Tabela 02.</b> Resumo da Análise de Variância de 16 genótipos de milho avaliados em oito ambientes, na região Centro-Sul no Estado do Tocantins no ano de 2010....	21
<b>Tabela 03.</b> Produção de grãos (g planta <sup>-1</sup> ) de 16 genótipos de milho em oito ambientes na região Centro-Sul no Estado do Tocantins no ano de 2010.....	23
<b>Tabela 04.</b> Produção de massa verde total da planta (g planta <sup>-1</sup> ) de 16 genótipos de milho em oito ambientes na região Centro-Sul no Estado do Tocantins no ano de 2010.....	27
<b>Tabela 05.</b> Adaptabilidade ( $\beta$ ) e Estabilidade (Desv. Reg.) de 16 genótipos de milho em oito ambientes na região Centro-Sul do Estado do Tocantins no ano de 2010.....	30

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Área colhida (hectares), produção (toneladas) e produtividade de milho (t ha <sup>-1</sup> ) no mundo nos últimos 23 anos. Fonte: USDA (2011).....	10
<b>Figura 02.</b> Produção e Consumo mundial de milho nos últimos cinco anos. Fonte: USDA (2011).....	11
<b>Figura 03.</b> Produção de milho nos EUA, China, Brasil, México e Argentina ao longo de 48 anos. Fonte: FAO (2011).....	12
<b>Figura 04.</b> Produtividade da cultura do milho nos EUA, Argentina, China, África do Sul e Brasil nos últimos nove anos. Fonte: USDA (2011).....	12
<b>Figura 05.</b> Precipitação (mm), Insolação diária (h/dia) e Temperaturas máximas e mínimas (° C) de junho de 2010 a junho de 2011 nos municípios de Palmas-TO (A) e Gurupi-TO (B). Fonte: Inmet (2012).....	18
<b>Figura 06.</b> Tendência da finalidade produtiva de genótipos de milho para produção de massa verde total da planta (Massa Verde) ou de grãos (Gráfico ‘a’), Coeficiente de Regressão Linear (Gráficos ‘d’ e ‘e’) e produto deste com a Produção Relativa (Gráficos ‘b’ e ‘c’) de Grãos e Massa Verde, em 16 genótipos de milho avaliados em oitos ambientes na região Centro-Sul do Tocantins no ano de 2010.....	33

## 1 RESUMO

Avaliações agronômicas em diversos locais podem gerar dados para análise de adaptabilidade e estabilidade, que minimiza o efeito da interação genótipo x ambiente na escolha do genótipo. Os objetivos do trabalho foram: avaliar a produção de grãos e massa verde total da planta de 16 genótipos de milho, na entressafra e safra verão, na região centro-sul do Estado do Tocantins; estudar adaptabilidade e estabilidade e; classificá-los, quanto à tendência da finalidade produtiva. Foram realizados oito experimentos em 2010, seis no município de Gurupi-TO e dois no de Palmas-TO, considerados como ambientes distintos, diferenciados pela adubação de semeadura e cobertura e, safra. Foi avaliada a produção de massa verde total da planta (Massa Verde) e a de grãos, utilizadas na análise de adaptabilidade e estabilidade e, na classificação da tendência da finalidade produtiva. Ambas as características foram influenciadas significativamente pela interação genótipo vs. ambiente. No ambiente caracterizado pelo cultivo na entressafra com adubação orgânica de semeadura mais a de cobertura nitrogenada, os genótipos apresentaram maior produção de grãos ( $140 \text{ g planta}^{-1}$ ) e, maior Massa Verde ( $960 \text{ g planta}^{-1}$ ). Na produção de grãos, três ambientes foram considerados favoráveis pela metodologia de adaptabilidade e estabilidade e, na Massa Verde, cinco. A distinção dos genótipos foi mais visível através da produção de grãos do que pela Massa Verde. O genótipo H01, quanto à produção de grãos, foi adaptado a ambientes favoráveis e apresentou tendência da finalidade produtiva para esta característica. Os genótipos P06 e P02 foram adaptados a ambos ambientes e a ambientes favoráveis, respectivamente, quanto à Massa Verde e, tiveram tendência da finalidade produtiva para esta característica.

**Palavras-chave:** Adaptabilidade; Estabilidade; Interação genótipo x ambiente.

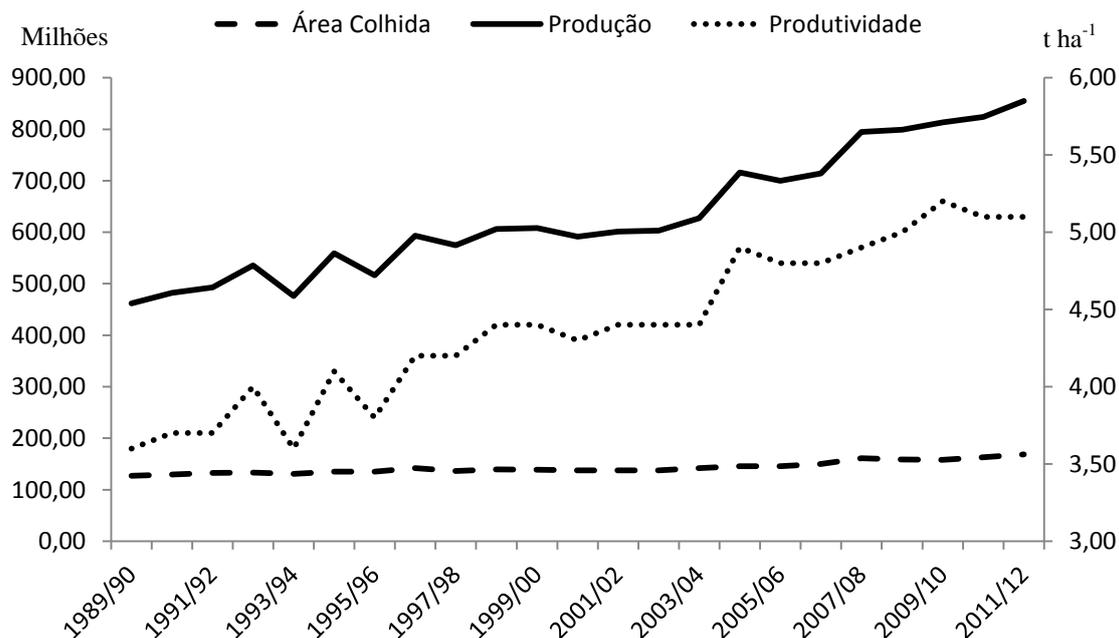
## 2 ABSTRACT

The agronomic evaluated at different locals may be produced data for the analysis of adaptability and stability, that minimize the effect this interaction for the choice of the genotypes. This work aim: to evaluate the grain yield and green weight of the 16 corn genotypes, in the intercrop and crop, at the Center-South of Tocantins State; to study the adaptability and stability; and classify them, about the tendency of the productive purpose: grain or green weight. The eight experiments were conducted in 2010, six at Gurupi-TO and two at Palmas-TO, when each one was a different environment, and they were distinguished for the fertilization of seeding and coverage and, season. They were evaluated: green weight of plant and the grain yield ( $\text{g plant}^{-1}$ ). After this, it has done through the analysis of the adaptability and stability, and the classification of the genotype tendency of the productive purpose. The boot characteristics were significantly influenced by the interaction genotype x environment. In the environment with organic fertilization (seeding) plus nitrogen fertilization (covered) at intercrop, the genotypes had shown de highest grain yield ( $140 \text{ g planta}^{-1}$ ) and green weight ( $960 \text{ g planta}^{-1}$ ). At the grain yield, three environments were classified like a favorable by the adaptability and stability methodology and, at the green weight, were five. The genotype H01, in grain yield, was adapted for favorable environment and has shown tendency of the productive purpose for this characteristic. The genotype P08 and P02 were adapted for both environments and favorable environments, respectively, in green weight of plant and, had shown tendency of the productive purpose for this characteristic.

**Keywords:** Adaptability; Stability; Interaction genotype x environment.

### 3 INTRODUÇÃO

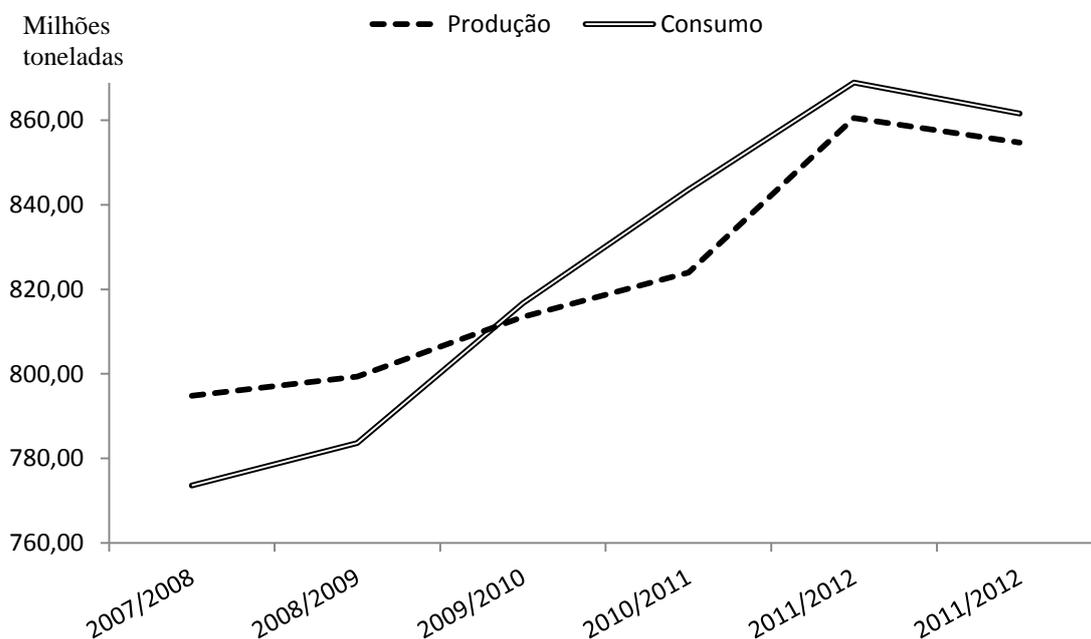
No mundo, a produção de milho saltou de aproximadamente 461 milhões de toneladas, na safra 1989/1990, para mais de 820 milhões de toneladas, na safra 2010/2011(USDA, 2011). Isto representa um aumento de aproximadamente 77%, com expansão de somente 28% da área colhida e aumento de produtividade de mais de 40%, passando de 3,6 para 5,1 t ha<sup>-1</sup> (Figura 01) (USDA, 2011). Aumento de produtividade na cultura que pode estar associado a diversos fatores, como por exemplo, o melhoramento genético de plantas através do uso do vigor híbrido (Paterniani et al., 2006) e a maior utilização de fertilizantes no cultivo, em destaque o nitrogênio (Hirel et al., 2001).



**Figura 01.** Área colhida (hectares), produção (toneladas) e produtividade de milho (t ha<sup>-1</sup>) no mundo nos últimos 23 anos. Fonte: USDA (2011).

Nas safras 2009/2010 e 2010/2011 o consumo de milho no mundo foi superior a produção mundial (Figura 02) (USDA, 2011), mantendo esse padrão nas estimativas da safra 2011/2012, mostrando que os aumentos de produtividade observados ao longo dos últimos/próximos anos não foram/serão capazes de suprir a demanda mundial, o que

evidencia a necessidade constante de melhorias no sistema produtivo, frente ao aumento da população mundial e, conseqüentemente, da demanda por alimentos.

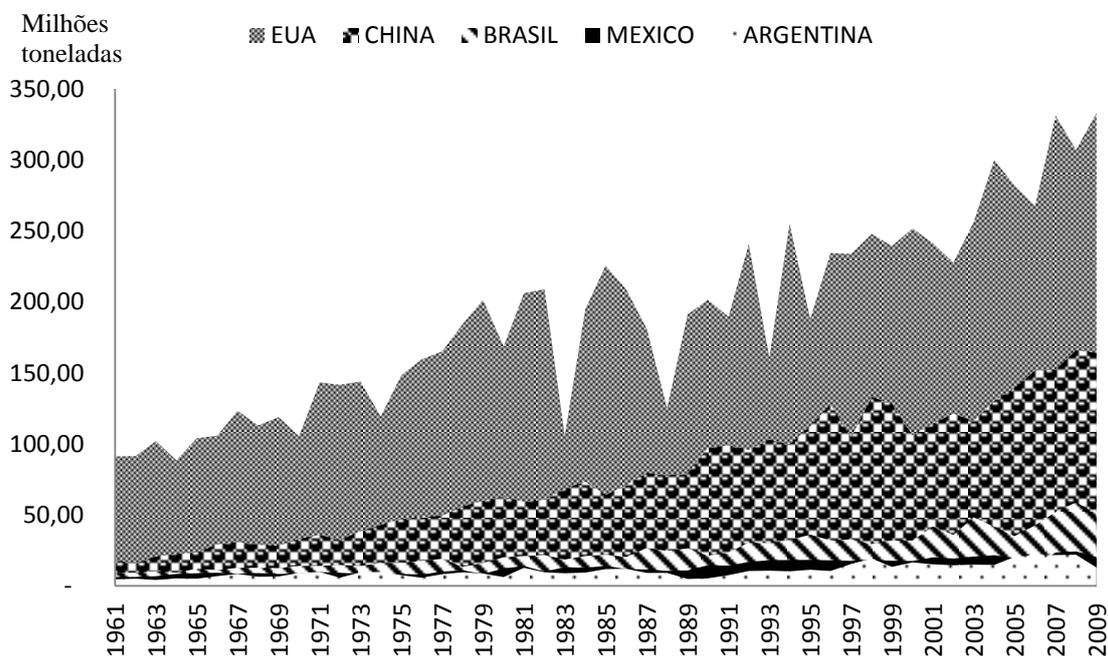


**Figura 02.** Produção e Consumo mundial de milho nos últimos cinco anos. Fonte: USDA (2011).

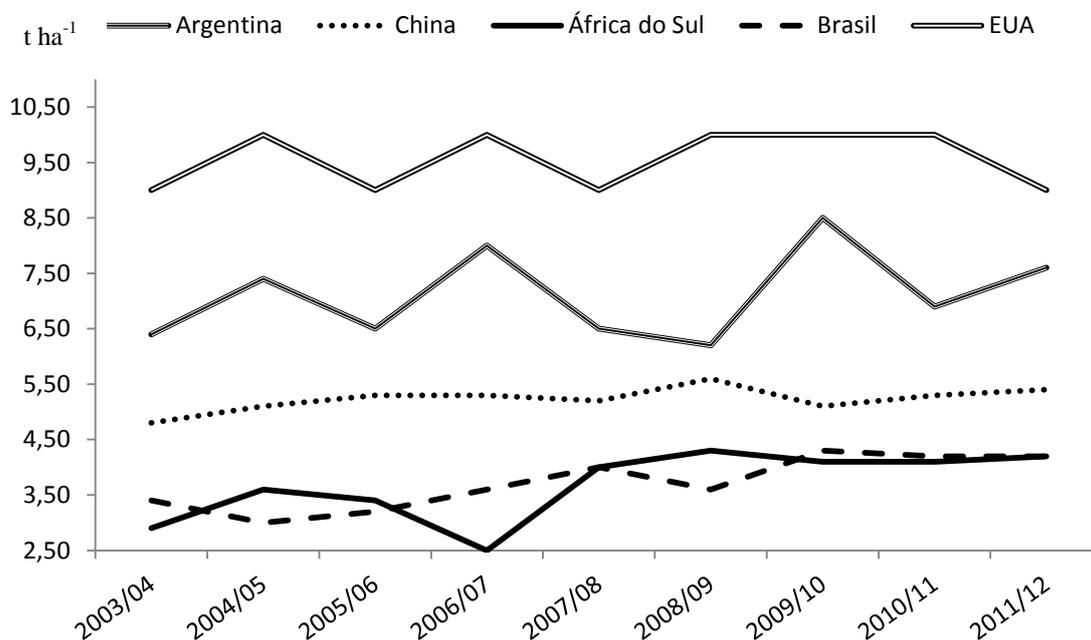
Na Figura 03 estão representados os dados de produção de milho dos EUA, China, Brasil, México e Argentina, ao longo de 48 anos (FAO, 2011). Em todos os países foi observado aumento da produção de milho, com destaque aos EUA, China e Brasil, que são os maiores produtores de milho no mundo, nessa ordem (FAO, 2011). Como os dados mundiais mostram pequeno aumento da expansão da área cultivada, pode-se sugerir que mesmo o Brasil sendo o terceiro maior produtor de milho no mundo, a produtividade média neste país, está aquém dos dois principais produtores mundiais, EUA e China, como visualizado na Figura 04.

Contundo, no Brasil há vasta gama de produtores de milho, desde os que trabalham com baixo ao alto nível tecnológico de produção, sendo que estes últimos conseguem índices de produtividade próximos aos obtidos por produtores americanos. Assim, se faz necessário pesquisas voltadas aqueles produtores que trabalham com

baixo nível de tecnologia, que tais informações cheguem aos produtores, diminuindo a grande disparidade na produtividade existente no Brasil.



**Figura 03.** Produção de milho nos EUA, China, Brasil, México e Argentina ao longo de 48 anos. Fonte: FAO (2011).



**Figura 04.** Produtividade da cultura do milho nos EUA, Argentina, China, África do Sul e Brasil nos últimos nove anos. Fonte: USDA (2011).

### 3.1 Avaliação da produção de grãos e massa verde de genótipos de milho no Tocantins

Dentre as pesquisas sobre a cultura do milho citam-se aquelas envolvendo: os benefícios de adubação orgânica frente à adubação mineral em algumas condições (Nyiraneza et al., 2009), como por exemplo, na melhoria das propriedades do solo, no fornecimento adequado de nutrientes ao desenvolvimento da cultura do milho (Eghball et al., 2004), e no aumento de produtividade de grãos (Silva et al., 2004); a utilização racional do nitrogênio, como por exemplo, a utilização de doses menores que trazem os mesmos resultados de produtividade (Cui et al., 2009); e as realizadas na entressafra com utilização de irrigação, devido aos melhores preços do produto nesta época (Silva et al., 2003) e de condições favoráveis proporcionadas ao desenvolvimento da cultura (Silva et al., 2004).

Em geral, duas características são avaliadas inicialmente: a produção de grãos e a produção de massa verde total da planta (Massa Verde), conforme foi observado em mais dos 50% dos trabalhos utilizados na pesquisa deste trabalho, onde desse total, pesquisas com resultados de: ambas as características foi de 44%; produção de grãos, 87% e; Massa Verde, 57%.

Estas avaliações não são feitas somente em único local, safra ou condição, e sim, em vários ambientes, pois o genótipo superior numa determinada condição ambiental poderá não ser superior em outra situação (Rios et al., 2009), tornando a recomendação mais específica, como por exemplo, Cui et al. (2009) demonstraram que genótipos com potencial produtivo, sob doses elevadas de nitrogênio, não apresentaram o mesmo desempenho em condições de estresse desse nutriente..

Com relação à realidade brasileira, a especificidade poderia estar relacionada a público-alvo, onde pequenos produtores (em geral aqueles com baixa tecnologia) optam muitas vezes por variedades de polinização aberta, frente ao alto custo das sementes de

híbridos (Balestre et al., 2009), sendo estes genótipos, os que podem ser estudados com a finalidade de aumentar a rentabilidade destes produtores.

### **3.2 Adaptabilidade na produção de massa verde e grãos de genótipos de milho no Tocantins**

Conceito primordial no melhoramento genético de plantas, a interação entre genótipo e ambiente é de suma importância para os melhoristas, pois sua interpretação é de que cada genótipo pode responder de forma diferente com a mudança do ambiente (Scapim et al., 2010). Como ambientes distintos, podem-se considerar as diferentes condições de: solo e clima; local; safra; nível de tecnologia (Scapim et al., 2000); adubação de semeadura e cobertura (Rios et al., 2009); dentre outros fatores.

Para amenizar o efeito desta interação são feitas análises de adaptabilidade e estabilidade (Silva e Duarte, 2006; Faria et al., 2010), que auxiliam na escolha dos genótipos adaptados a cada condição (Silva e Duarte, 2006). Dentre as inúmeras metodologias destas análises, merece destaque a proposta por Eberhart e Russel (1966), que se baseia na regressão linear simples, considerando genótipo ideal aquele que apresenta alta previsibilidade, aumento de produtividade com a melhora da condição ambiental e alto potencial produtivo (Eberhart e Russel, 1966), tendo a simplicidade de interpretação dos parâmetros gerados grande importância na sua ampla utilização pelos melhoristas (Oliveira et al., 2006).

Na cultura do milho são inúmeros os trabalhos encontrados com relação a estes estudos na produção de grãos, como os de Carvalho et al. (2001), Cargnelutti Filho (2005) e Scapim et al. (2010), no entanto, com relação a Massa Verde, o trabalho mais

próximo encontrado foi o de Oliveira et al. (1999) avaliando a massa seca digestível no rúmen.

Outra informação na escolha do genótipo é a finalidade de produção, onde no Brasil, entre os genótipos de milho disponíveis menos de 1% são indicados especificamente para a produção de silagem de planta inteira ou milho verde, 58% somente para a produção de grãos e 40% para a produção de grãos ou silagem (Embrapa Milho e Sorgo, 2011), condicionando o produtor que pretende produzir silagem de milho (oriunda da Massa Verde colhida do milho), optar por genótipo de dupla aptidão. Isto pode causar a seguinte situação: semeadura de área de milho objetivando produção de silagem e colheita de grãos, implicando, no aumento dos custos de produção ou na redução de produtividade, os quais segundo Pariz et al. (2009) podem ser evitados através do conhecimento minucioso da atividade desenvolvida, ou ainda, através do desenvolvimento de genótipos específicos para cada situação (Schaefer et al., 2011), finalidade de uso (Moreno-Gonzalez et al., 2000) ou público-alvo (Sandoya et al., 2010).

No caso em questão é necessário ressaltar as diferenças entre a condução da lavoura de milho para grãos e silagem, onde no segundo caso são necessárias aumento da adubação (Valente, 1991) que eleva os custos da produção e, da utilização de densidade populacional maior, em torno de 60.000 plantas  $ha^{-1}$ , para aumentar a produção de massa (Silva, 1991), ressaltando que densidades acima desta, podem em alguns casos (densidades de 80.000 plantas  $ha^{-1}$ ) promover redução da produção em virtude do aumento de plantas acamadas (Echezona, 2007).

Além de que os genótipos voltados para a produção de silagem devem apresentar Massa Verde acima de 30 t  $ha^{-1}$  para serem economicamente viáveis nesta finalidade (Valente et al., 1991), e acima de 50 t  $ha^{-1}$  para serem considerados como os de boa

produção (Bates et al., 2009), aliada a boa relação entre Massa Verde/grãos, qualidade da silagem (Silva, 1991) e, ainda segundo Nussio (1991), apresentar a seguinte composição na massa seca total da planta: 16% de folhas; 20-23% de colmos; 64-65% de espigas (divida em, 14-17% de sabugo, 7-10% de palha e, 74-75% de grãos).

### **3.3 Objetivos**

Avaliar genótipos de milho na região centro-sul do Estado do Tocantins na entressafra e safra verão, quanto à produção de grãos e de massa verde total da planta.

Estudar adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho na região centro-sul do Estado do Tocantins, e classificá-los, quanto à tendência da finalidade produtiva: grãos ou massa verde total da planta.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos oito experimentos na região Centro-Sul do Estado do Tocantins no ano 2010, com cada um sendo considerado um ambiente distinto, os quais estão descritos na Tabela 01.

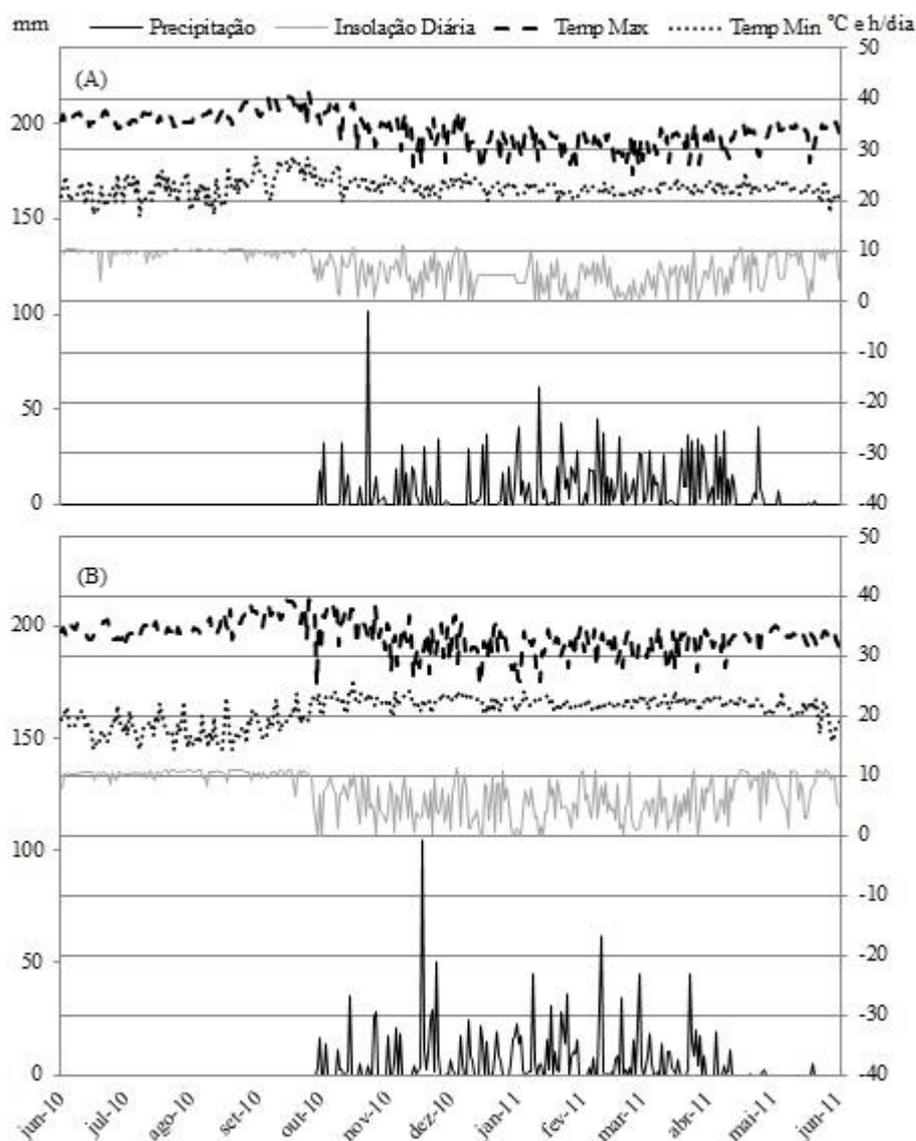
**Tabela 01.** Descrição de oito ambientes na avaliação de 16 genótipos de milho na região Centro-Sul do Estado do Tocantins no ano de 2010

Ambiente	Município	Safra	Adubação de Semeadura	Adubação de Cobertura
E NPK 0	Gurupi	Entressafra	500 kg/ha 05-25-15 (NPK)	0 kg/ha N
E NPK 125	Gurupi	Entressafra	500 kg/ha 05-25-15 (NPK)	125 kg/ha N
E ORG 0	Gurupi	Entressafra	40 t/ha (Esterco Bovino)	0 kg/ha N
E ORG 125	Gurupi	Entressafra	40 t/ha (Esterco Bovino)	125 kg/ha N
V NPK 100	Gurupi	Verão	40 t/ha (Esterco Bovino)	100 kg/ha N
V NPK 0	Gurupi	Verão	40 t/ha (Esterco Bovino)	0 kg/ha N
V ORG 125	Palmas	Verão	500 kg/ha 05-25-15 (NPK)	125 kg/ha N
V ORG 0	Palmas	Verão	500 kg/ha 05-25-15 (NPK)	0 kg/ha N

E = entressafra; V = verão; NPK = adubação mineral de semeadura; ORG = adubação orgânica de semeadura; 0, 100, 125 = doses em kg ha<sup>-1</sup> da adubação de cobertura nitrogenada.

Os municípios apresentam as seguintes características: 1) Gurupi-TO, 11°43'S, 49°15'W, altitude de 287 m, em um Latossolo Vermelho-Amarelo com textura arenosa distrófico, com as seguintes características físico-químicas: Matéria Orgânica (MO) = 0,4%; pH (H<sub>2</sub>O) = 5,6; P (Mel) = 4,8 ppm; K<sup>+</sup>; Ca<sup>2+</sup>; Mg<sup>2+</sup> e H+Al = 0,1; 1,2; 1,3; 3,4 cmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente; V = 42,2%; 2) Palmas-TO, 10°10'S, 48°21'W, altitude de 212 m, em um Latosso Vermelho-Amarelo com textura arenosa distrófico, com as seguintes características físico-químicas: MO = 0,6%; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,9; P (Mel) = 6 ppm; K<sup>+</sup>; Ca<sup>2+</sup>; Mg<sup>2+</sup> e H+Al = 0,09; 1,04; 0,43; 3,13 cmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente; V = 33,3%;

O clima da região Centro-Sul do Tocantins é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica, segundo a classificação de Köppen, e durante a condução dos experimentos apresentou os seguintes dados meteorológicos:



**Figura 05.** Precipitação (mm), Insolação diária (h/dia) e Temperaturas máximas e mínimas ( $^{\circ}\text{C}$ ) de junho de 2010 a junho de 2011 nos municípios de Palmas-TO (A) e Gurupi-TO (B). Fonte: Inmet (2012).

O esterco bovino utilizado como adubação de semeadura foi aplicado 15 dias antes no sulco de plantio na entressafra, e 06 dias antes na safra verão, sempre com a dose de  $40\text{ t ha}^{-1}$ , com as seguintes características: MO = 10,8%; pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) = 7,3; P (Mel) = 720 ppm;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$  e H+Al = 24,9; 7,9; 8,2; 2,0  $\text{cmol dm}^{-3}$ , respectivamente; V = 91,5%.

Nos ambientes que receberam nitrogênio em cobertura, a adubação foi realizada quando as plantas estavam no estágio de quatro a seis folhas, utilizando Uréia como fonte nitrogenada, na dose de  $125\text{ kg ha}^{-1}$  de N, exceto no ambiente V NPK 100,

em que foi utilizada a dose de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. A irrigação foi utilizada somente na entressafra. Os tratos culturais foram efetuados a medida que se fizeram necessários, segundo Fancelli e Dourado Neto (2000).

Em cada ambiente, foram avaliados dezesseis genótipos de milho, sendo doze populações experimentais desenvolvidas por *top crosses* de linhagens com testador base genética ampla, dois híbridos simples experimentais obtidos por meio de cruzamentos de linhagens S<sub>5</sub> e duas testemunhas comerciais, sendo, um híbrido duplo e uma variedade.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso com 16 tratamentos e duas repetições, com parcela experimental constituída por duas fileiras de quatro metros de comprimento, espaçadas por 1,0 m, com estande ideal de 20 plantas por fileira, utilizada na avaliação produção da massa verde total da planta (Massa Verde) e de grãos.

As coletas de dados aconteceram em duas fases: a primeira no ponto de grãos farináceos, onde foi avaliada Massa Verde dos genótipos, colhendo-se três plantas por parcela, com os valores expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ ; e a segunda, na mesma parcela, após a maturação fisiológica, onde foi avaliada a produção de grãos dos genótipos, colhendo-se em média cinco espigas por parcela, as quais foram colocadas para secar antes da debulha. Os valores de produção de grãos foram expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ , corrigidos pela umidade (13%).

Os dados coletados apresentaram distribuição normal, sendo então submetidos a uma análise de variância por experimento, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso, e uma análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais, e posteriormente ao teste de médias Scott-Knott (1974) a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

Foi realizada a análise de adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de Eberhart e Russel (1966), com auxílio do programa estatístico ESTABILIDADE - versão 3.0 (Ferreira, 1998), em cada característica. Esta metodologia usa na avaliação individual dos genótipos, a produtividade média do genótipo, o seu coeficiente de regressão ( $\beta$ ) e a variância dos desvios dessa regressão.

Ainda, foram calculadas: a Produção Relativa dos Genótipos (PR), (Equação 1) como forma de obtenção de um valor que represente o desempenho do genótipos em relação aos demais; e por fim, a Tendência da Finalidade Produtiva (TFP) pela Equação 2, na busca de um parâmetro que indique, simultaneamente, em ambientes distintos, o potencial relativo de maior ênfase, entre produção de grãos ou Massa Verde:

$$PR = PG_n / PG_M \quad (1)$$

em que:  $PG_n$  = produção média do genótipo “n” em todos os ambientes;  $PG_M$ , = produção média de todos os genótipos.

$$TFP = (\beta_{GR} * PR_{GR}) / (\beta_{MV} * PR_{MV}) \quad (2)$$

em que:  $\beta_{GR}$  = coeficiente de regressão linear para produção de grãos;  $PR_{GR}$  = produção relativa para produção de grãos;  $\beta_{MV}$  = coeficiente de regressão linear para Massa Verde e;  $PR_{MV}$  = produção relativa para Massa Verde.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Avaliação da produção de grãos e massa verde de genótipos de milho no Tocantins

Em todas as fontes de variação, nas duas características avaliadas, foram constatadas diferenças significativas pelo teste F a 1% e 5% de significância (Tabela 02), concordando com o preceito de que o desempenho de um cultivar está ligado aos efeitos do genótipo, do ambiente e, da interação entre estes dois fatores.

**Tabela 02.** Resumo da análise de variância de 16 genótipos de milho avaliados em oito ambientes, na Região Centro Sul no Estado do Tocantins no ano de 2010

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Grãos	Massa Verde
Genótipo	15	4632,43**	43631**
Ambiente	7	5025,86**	832019**
Genótipo*Ambiente	105	645,41*	31761**
Repetição/(Ambiente)	8	804,11	91194
Resíduo	120	460,11	19435
Coeficiente de Variação (%)		18,18	18,41
Média geral:		117,96	757,30

\*\*, \* Significância a 1 e 5% pelo Teste F. Grãos = Produção de Grãos em g planta<sup>-1</sup>; Massa Verde = Produção de Massa Verde Total da Planta em g planta<sup>-1</sup>;

Assim, a identificação de genótipos superiores numa região alvo (por exemplo, a região Centro Sul do Estado do Tocantins), deverá ser feita através de ensaios regionais (ou locais) e não de maneira ampla, isto significa que para determinado problema numa certa região, poderá haver um programa de melhoramento específico para esta situação (Sandoya et al., 2010), se houver a visualização das diferenças entre genótipos nos ambientes distintos, e respectivas interações, como observado na Tabela 02. Pois, por meio disso, os possíveis ganhos através do melhoramento poderão ser maiores (Almeida et al., 2011), pela sintetização de genótipos superiores (Wietholter et al., 2008).

### 5.1.1 Produção de grãos

Na entressafra, o ambiente em que os genótipos apresentaram, em média, produção de grãos estatisticamente superior (139,88 g planta<sup>-1</sup>) foi o que recebeu adubação orgânica de semeadura mais a de cobertura nitrogenada (E ORG 125), e na safra verão, foram os ambientes que receberam adubação mineral ou orgânica de semeadura mais a de cobertura nitrogenada (122,57; 129,94 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 03). Isso evidencia a resposta da produção de grãos em função da adubação nitrogenada em cobertura, o que pode ser explicado pelo fato do nutriente em questão desempenhar importante função metabolismo vegetal, e que na sua ausência há a diminuição da fotossíntese, do transporte de açúcares e absorção de nutrientes (Taiz e Zeiger, 2009).

A produção de grãos em média obtida pelos genótipos no ambiente E ORG 125 foi superior estatisticamente às observadas nos demais ambientes (Tabela 03), o que pode ser explicado em parte pela combinação de diversos fatores, como por exemplo, condições climáticas da entressafra, adução orgânica de semeadura e nitrogenada de cobertura e utilização de irrigação.

As condições climáticas da entressafra (Figura 05) mostram maior insolação diária (horas de sol por dia), temperaturas maiores durante o dia e menores durante a noite em comparação ao período de safra verão, o que potencializa o desenvolvimento da cultura do milho em função de ser planta C4 (Taiz e Zeiger, 2009; Martinotto et al., 2006). O uso de irrigação e do nitrogênio em cobertura também promoveu efeito positivo da produção, em função da existência de estreita ligação entre a disponibilidade de água e nitrogênio no solo, pelo melhor aproveitamento do nutriente sem déficit hídrico conforme relatado por Di Paolo e Rinaldi (2008).

**Tabela 03.** Produção de grãos (g planta<sup>-1</sup>) de 16 genótipos de milho em oito ambientes na região Centro-Sul do Estado do Tocantins em 2010

Genótipos	Entressafra				Safraverão				Média
	NPK 0	NPK 125	ORG 0	ORG 125	ORG 100	ORG 0	NPK 125	NPK 0	
T02	191,74 Aa	140,14 Ab	189,74 Aa	180,52 Aa	148,36 Aa	143,76 Ab	176,00 Aa	153,00 Ab	165,41 A
H01	151,36 Bb	124,56 Ac	156,63 Ab	198,02 Aa	148,12 Ab	100,76 Ac	150,00 Ab	110,99 Bc	142,43 B
H02	76,95 Cb	131,52 Aa	136,23 Ba	151,85 Aa	139,18 Aa	104,29 Ab	155,10 Aa	148,89 Aa	130,49 C
P11	104,26 Cb	143,21 Aa	108,97 Bb	137,35 Ba	125,55 Aa	89,38 Bb	157,50 Aa	131,59 Aa	124,71 C
P02	143,52 Ba	108,55 Ba	109,19 Ba	149,75 Aa	131,59 Aa	109,05 Aa	126,00 Ba	114,29 Ba	123,98 C
P08	84,53 Cb	138,76 Aa	111,62 Ba	155,94 Aa	121,71 Aa	123,37 Aa	123,00 Ba	82,99 Bb	117,62 C
P06	95,44 Cb	84,53 Bb	91,85 Bb	119,92 Ba	138,89 Aa	111,66 Ab	149,50 Aa	138,59 Aa	116,29 C
P10	92,92 Cb	95,50 Bb	97,64 Bb	151,67 Aa	134,44 Aa	111,30 Bb	124,00 Ba	102,59 Bb	113,75 D
P12	134,33 Ba	73,92 Bb	121,24 Ba	139,51 Ba	135,98 Aa	68,34 Ab	123,50 Ba	111,59 Ba	113,54 D
P01	107,05 Ca	83,57 Ba	105,79 Ba	112,79 Ba	114,27 Ba	124,11 Aa	126,50 Ba	115,59 Ba	111,20 D
P04	81,48 Ca	98,53 Ba	103,19 Ba	130,98 Ba	118,20 Aa	118,07 Aa	121,90 Ba	98,99 Ba	108,79 D
P03	112,70 Ca	98,77 Ba	125,19 Ba	129,78 Ba	127,51 Aa	82,75 Ba	86,50 Ba	99,59 Ba	107,84 D
P09	96,37 Ca	81,78 Ba	100,26 Ba	111,18 Ba	104,88 Ba	94,30 Ba	136,50 Aa	124,99 Aa	106,16 D
P07	118,85 Ca	117,13 Aa	117,00 Ba	127,95 Ba	101,06 Ba	82,14 Ba	89,00 Ba	88,99 Ba	105,14 D
P05	113,36 Ca	97,58 Ba	106,31 Ba	117,22 Ba	96,70 Ba	84,18 Ba	128,00 Ba	89,99 Ba	104,04 D
T01	118,20 Ca	89,93 Ba	105,07 Ba	123,72 Ba	74,65 Ba	80,07 Ba	106,00 Ba	70,99 Ba	95,95 D
Média	113,94 c	106,75 d	117,87 c	139,88 a	122,57 b	101,72 d	129,94 b	111,99 c	

Mesmas letras maiúsculas na coluna, e minúsculas na linha, não apresentam diferença estatística pelo teste Scott-knott a 5%. NPK = adubação de semeadura mineral de 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK; ORG = adubação orgânica de semeadura de 40 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino; 0, 100, 125 = doses em kg ha<sup>-1</sup> da adubação de cobertura nitrogenada.

Com relação à adubação orgânica de semeadura, Silva et al. (2004) usando doses de 0 a 40 t ha<sup>-1</sup> encontraram aumento linear da produção de grãos e, Kozen e Alvarenga (2002) recomendam a dose de 40 t ha<sup>-1</sup> para altas produtividades de milho, além de serem encontrados melhorias a nível físico, químico e biológico no solo com uso deste adubo (Silva et al., 2004). Destaca-se ainda, a mineralização do esterco bovino, que geralmente é lenta no início e aumenta gradativamente com o tempo (Beauchamp, 1986), que pode ser acelerada por condições de tempo seco e solo úmido (próxima as da entressafra), aumentando assim, a disponibilidade dos nutrientes logo num primeiro cultivo (Silva et al., 2006).

Na média da produção de grãos, o genótipo T02 apresentou o maior valor (165,41 g planta<sup>-1</sup>), diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 03), acontecendo o mesmo o Ambiente E NPK 0. Nos demais ambientes houve mais de um genótipo no grupo estatístico superior, sendo no E NPK 125, seis genótipos (P11, P08, P07, H02, H01, T02). No E ORG 0, foram dois (T02, H01). No E ORG 125, seis (H01, P08, P02, P10, H02, T02). No V ORG 100, onze (T02, P08, P03, P02, P11, P06, P04, P12, P10, H02, H01). No V ORG 0, nove (T02, P08, P02, P06, P04, P10, P01, H02, H01). No V NPK 125, seis (T02, P09, P11, P06, H02, H01). No V NPK 0, cinco (T02, P09, P11, P06, H02).

Resultados que podem demonstrar direcionamento de genótipos para determinadas situações, por exemplo, os genótipos H02, P11, P08 apresentaram produção de grãos no grupo estatístico superior quando receberam nitrogênio em cobertura, no mínimo em três dos quatro ambientes caracterizados por este manejo e, o mesmo aconteceu com o genótipo P02 com relação à adubação orgânica de semeadura; os genótipos P12 e P04 em ambientes com adubação orgânica de semeadura na safra verão e; o genótipo P10 com adubação orgânica de semeadura com nitrogênio em

cobertura. Isto se relaciona ao fato citado por Mandal et al. (2010) e Rios et al. (2009), que genótipos adaptados a determinadas condições ambientais podem não responder da mesma maneira em outras situações.

Com exceção ao Ambiente E NPK 0, nos demais houve um híbrido experimental ou os dois no grupo estatístico superior de produção de grãos, o que pode demonstrar a possibilidade de sintetização de híbridos de milho com bom potencial produtivo em algumas condições do Estado do Tocantins. Os resultados de Cui et al. (2009) mostram que o uso de híbridos voltados a uma determinada situação, podem trazer redução do uso de fertilizantes, sem perdas de produtividade, em relação a genótipos comuns.

Os genótipos P09, P03, P07, P02, P05, P04, P01 e T01 foram aqueles que não tiveram a produção de grãos afetada significativamente pelas condições experimentais (Tabela 03), podendo ser a produção desses genótipos estável em relação às mudanças do ambiente. No entanto, Becker e León (1988) ressaltam que se deve procurar simultaneamente por genótipos estáveis e produtivos, o que poderia ser o caso dos genótipos P02 que foi classificado no grupo estatístico superior em três ambientes, P04 e P09 em dois e, P01, P03 e P07 em um (Tabela 03).

### 5.1.2 Produção de massa verde total da planta

Na safra verão, a produção de massa verde total da planta (Massa Verde) dos genótipos foi significativamente maior nos ambientes com adubação nitrogenada em cobertura, como também ocorreu na produção de grãos. Já na entressafra, destaca-se que entre os ambientes com adubação orgânica de semeadura, a Massa Verde dos genótipos não apresentou diferença estatística (Tabela 04), diferente do encontrado na

produção de grãos, em que houve redução significativa da mesma sem a utilização do nitrogênio em cobertura (Tabela 03).

Di Paolo e Rinaldi (2008) encontraram maior redução da produção de grãos (35%) do que na produção de biomassa da planta (27%) com diminuição da dose de nitrogênio de 300 para 0 kg ha<sup>-1</sup> e, Eghball et al. (2004), encontram na fase de pendoamento, biomassa da planta sem diferença significativa entre o tratamento com aplicação bianual de esterco bovino e da testemunha (sem nenhuma aplicação) e, produção de grãos maior no primeiro tratamento frente ao segundo.

Assim, isto pode demonstrar que a diminuição da disponibilidade de nitrogênio pode afetar primeiramente a produção de grãos do que a Massa Verde, quando ocorre em condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura do milho, como as da entressafra, por exemplo, temperaturas noturnas menores, maior insolação diária (Figura 05), utilização de irrigação e de adubação orgânica de semeadura. Ainda, menor disponibilidade de nitrogênio além de reduzir a sua absorção, pode reduzir o período de enchimento de grãos (Coque e Gallais, 2007), reduzindo assim, a produção de grãos.

Na média de todos os Ambientes, na produção de grãos os genótipos foram classificados em quatro grupos estatísticos, e na Massa Verde, em dois. Cabrales et al. (2007) também encontraram maior quantidade de grupos estatísticos na produção de grãos do que na de massa verde ou seca. Oyekale et al. (2008) observaram o mesmo em condições de estresse hídrico, e ainda encontraram maior diferença percentual entre os híbridos na produção de grãos do que na de massa verde em condições normais. Por fim, no trabalho de Mendes et al. (2008), analisando somente os resultados de híbridos comerciais, pode-se observar maior variação de produção de grãos do que de matéria seca total. Desse modo, diferenças entre genótipos podem ser visualizadas primeiramente por meio da produção de grãos do que na Massa Verde.

**Tabela 04.** Produção de massa verde total da planta (g/planta) de 16 genótipos de milho em oito ambientes na região Centro-Sul do Estado do Tocantins em 2010

Genótipos	Entressafra				Safravêrão				Média
	NPK 0	NPK 125	ORG 0	ORG 125	ORG 100	ORG 0	NPK 125	NPK 0	
P08	771,33 Ab	973,67 Aa	1008,34 Ba	906,00 Ba	1026,67 Aa	720,00 Ab	711,67 Ab	525,84 Ab	830,44 A
P05	749,34 Ac	690,00 Bc	1238,00 Aa	929,67 Bb	927,67 Ab	714,00 Ac	711,67 Ac	590,67 Ac	818,88 A
H01	622,67 Bc	948,33 Ab	1296,00 Aa	847,34 Bb	961,67 Ab	653,34 Ac	540,00 Ac	603,33 Ac	809,08 A
T02	842,67 Aa	537,50 Bb	1100,34 Aa	928,67 Ba	929,00 Aa	817,00 Aa	716,67 Ab	536,67 Ab	801,06 A
P06	882,00 Ab	692,67 Bc	810,67 Bc	1215,34 Aa	913,67 Ab	683,00 Ac	673,33 Ac	492,83 Ac	795,44 A
P02	888,67 Aa	944,67 Aa	955,00 Ba	1177,34 Aa	825,67 Aa	601,67 Ab	501,50 Ab	416,67 Ab	788,90 A
P09	785,17 Aa	635,00 Ba	858,34 Ba	959,34 Ba	910,00 Aa	601,00 Aa	789,17 Aa	683,34 Aa	777,67 A
P11	851,00 Aa	969,34 Aa	776,34 Ba	895,34 Ba	829,00 Aa	710,67 Aa	597,50 Ab	476,67 Ab	763,23 A
P01	586,00 Bb	1130,33 Aa	883,67 Ba	1077,34 Aa	758,67 Bb	521,67 Ab	582,50 Ab	455,83 Ab	749,50 B
P10	930,50 Aa	712,67 Bb	817,67 Ba	1132,34 Aa	669,00 Bb	545,67 Ab	635,00 Ab	521,67 Ab	745,56 B
P03	537,34 Bb	780,00 Bb	1010,33 Ba	1101,33 Aa	729,00 Bb	511,67 Ab	650,67 Ab	585,84 Ab	738,27 B
P12	909,34 Aa	637,33 Bb	914,67 Ba	982,34 Ba	788,67 Aa	552,00 Ab	584,17 Ab	489,17 Ab	732,21 B
H02	543,67 Bb	913,34 Aa	972,00 Ba	725,00 Bb	814,67 Aa	591,67 Ab	693,34 Ab	597,50 Ab	731,40 B
T01	957,50 Aa	744,00 Ba	881,34 Ba	934,00 Ba	607,33 Bb	537,00 Ab	563,34 Ab	438,33 Ab	707,85 B
P04	749,00 Ab	625,33 Bb	1087,00 Aa	911,67 Ba	589,67 Bb	652,33 Ab	505,00 Ab	467,50 Ab	698,44 B
P07	698,34 Ba	560,00 Ba	712,34 Ba	897,67 Ba	574,67 Ba	575,00 Aa	580,00 Aa	433,00 Aa	628,88 B
Média	769,03 b	780,89 b	957,63 a	976,29 a	803,44 b	624,23 c	627,22 c	519,68 d	

Mesmas letras maiúsculas na coluna, e minúsculas na linha, não apresentam diferença estatística pelo teste Scott-knott a 5%. NPK = adubação de semente mineral de 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK; ORG = adubação orgânica de semente de 40 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino; 0, 100, 125 = doses em kg ha<sup>-1</sup> da adubação de cobertura nitrogenada.

Com relação à classificação dos genótipos em cada Ambiente na Massa Verde, no E NPK 0, os genótipos P08, P05, T02, P06, P02, P09, P11, P10, P12, T01 e P04 apresentaram os maiores valores. No E NPK 125, foram seis genótipos classificados no grupo estatístico superior (P01, P08, P02, P11, H02, H01). No E ORG 0, foram quatro (H01, P05, P04, T02). No E ORG 125, cinco (P06, P03, P02, P10, P01). No V ORG 100, dez (P08, P09, P02, P11, P05, P06, P12, H02, H01, T02). Na média dos Ambientes, oito (P08, P05, P02, P11, P05, P06, H01, T02).

Estes resultados demonstram maior participação das populações no grupo estatístico superior nesta característica em relação à produção de grãos, como por exemplo, no Ambiente E ORG 125, em que os genótipos classificados no grupo superior foram somente populações, fato não observado em Grãos. Schaefer et al. (2011) encontraram menor produção de grãos de populações em relação a híbridos, justificando, primeiro pela condição genética (ser uma população), e segunda pela população utilizada por estes autores ter um ciclo de maturação menor em relação aos híbridos utilizados. Assim, pode existir tendência de populações apresentarem menor produção de grãos frente a híbridos, porém, com Massa Verde maior ou similar.

Os genótipos P09 e P07 foram aqueles que não sofreram influência significativa do ambiente, com relação a Massa Verde, como também foi encontrado na produção grãos. Como Becker e León (1988) ressaltam que se deve procurar simultaneamente por genótipos estáveis e produtivos, o genótipo P09 pode estar dentro deste critério, pois, foi classificado no grupo estatístico superior em cinco dos oito ambientes e, na média geral (Tabela 04), destacando ainda, que resultado similar foi encontrado neste genótipo na produção de grãos (Tabela 03).

## **5.2 Adaptabilidade na produção de massa verde e grãos de genótipos de milho no Tocantins**

### 5.2.1 Adaptabilidade e Estabilidade

Na produção de grãos e Massa Verde foram constatados efeitos significativos da interação entre genótipo e ambiente (Tabela 02), demonstrando a resposta diferencial dos genótipos nos ambientes estudados (Scapim et al., 2010), justificando assim, a determinação da adaptabilidade e estabilidade (Peluzio et al., 2005), para ambas as características.

Pelo método de Eberhart e Russel (1966) os ambientes são classificados como favoráveis (índice ambiental positivo) e desfavoráveis (índice ambiental negativo), em que, na produção de grãos os ambientes E ORG 125, V NPK 100 e V ORG 125 foram classificados como favoráveis e, os demais como desfavoráveis. Na Massa Verde, os ambientes favoráveis foram os quatro da entressafra mais o ambiente V NPK 100.

O parâmetro utilizado na avaliação da adaptabilidade dos genótipos pela metodologia de Eberhart e Russell (1966) é o coeficiente de regressão ( $\beta$ ) e, o parâmetro de estabilidade, o desvio da regressão (Desv. Reg.), que indica a previsibilidade dos genótipos em relação a mudança do ambiente (Rios et al., 2009).

#### 5.2.1.1 Produção de grãos

O genótipo H01 apresentou coeficiente de regressão superior à unidade ( $\beta > 1$ ) e desvio da regressão não significativo, o que demonstra a sua adaptação a ambientes favoráveis e previsibilidade de comportamento (Scapim et al., 2010), apresentando,

ainda, produção de grãos acima da média, aproximadamente 142 g planta<sup>-1</sup> (Tabela 05). Assim, de acordo com Silva e Duarte (2006), que relatam que o objetivo destas análises é identificar genótipos que sejam adaptados, estáveis e produtivos, este genótipo foi o mais adequado nos ambientes favoráveis na produção de grãos.

Os demais genótipos apresentaram coeficiente de regressão igual à unidade ( $\beta = 1$ ), indicando adaptação a ambientes favoráveis e desfavoráveis (Scapim et al., 2010) e, entre eles, os genótipos P02, P11 e T02 foram os que apresentaram desvio da regressão não significativo com produção de grãos acima da média (124,00; 124,70; 165,40 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 05), sendo os mais adequados para ambos os ambientes.

**Tabela 05** - Adaptabilidade ( $\beta$ ) e Estabilidade (Desv. Reg.) de 16 genótipos de milho em oito ambientes na região Centro-Sul do Estado do Tocantins no ano de 2010

Genótipo	Grãos			Massa Verde		
	$\beta$	Desv. Reg.	Média	$\beta$	Desv. Reg.	Média
P08	0,886 <sup>ns</sup>	358,3*	117,6	0,915 <sup>ns</sup>	1404,8 <sup>ns</sup>	830,4
P09	0,772 <sup>ns</sup>	15,9 <sup>ns</sup>	106,2	0,567 <sup>ns</sup>	142,1 <sup>ns</sup>	777,7
P03	0,784 <sup>ns</sup>	62,3 <sup>ns</sup>	107,8	1,154 <sup>ns</sup>	4955,2 <sup>ns</sup>	738,3
P07	0,537 <sup>ns</sup>	66,0 <sup>ns</sup>	105,1	0,727 <sup>ns</sup>	-3193 <sup>ns</sup>	628,9
P02	0,937 <sup>ns</sup>	-77,1 <sup>ns</sup>	124,0	1,514*	-911,9 <sup>ns</sup>	788,9
P11	0,979 <sup>ns</sup>	184 <sup>ns</sup>	124,7	0,753 <sup>ns</sup>	3809,9 <sup>ns</sup>	763,2
P05	0,913 <sup>ns</sup>	-123,5 <sup>ns</sup>	104,0	1,052 <sup>ns</sup>	5993,2 <sup>ns</sup>	818,9
P06	0,859 <sup>ns</sup>	331,9*	116,3	1,109 <sup>ns</sup>	7606,5 <sup>ns</sup>	795,4
P04	0,761 <sup>ns</sup>	-29,8 <sup>ns</sup>	108,8	1,124 <sup>ns</sup>	3473,3 <sup>ns</sup>	698,4
P12	1,729 <sup>ns</sup>	120,2 <sup>ns</sup>	113,5	1,070 <sup>ns</sup>	-2306,6 <sup>ns</sup>	732,2
P10	1,326 <sup>ns</sup>	-30,3 <sup>ns</sup>	113,8	1,051 <sup>ns</sup>	6517,1 <sup>ns</sup>	745,6
P01	0,291 <sup>ns</sup>	-38,6 <sup>ns</sup>	111,2	1,253 <sup>ns</sup>	19914,2**	749,5
H02	1,186 <sup>ns</sup>	355,4*	130,5	0,594 <sup>ns</sup>	8268,7 <sup>ns</sup>	731,4
H01	2,184*	-9,3 <sup>ns</sup>	142,4	1,202 <sup>ns</sup>	22321,4**	809,1
T02	0,903 <sup>ns</sup>	150,2 <sup>ns</sup>	165,4	0,878 <sup>ns</sup>	12027,1 <sup>ns</sup>	801,1
T01	0,952 <sup>ns</sup>	81,5 <sup>ns</sup>	95,95	1,038 <sup>ns</sup>	3853,6 <sup>ns</sup>	707,9
Média	-	-	117,96	-	-	757,30

\*\*, \* Significância pelo teste T a 1 e 5%, respectivamente. Grãos = Produção de grãos, em g planta<sup>-1</sup>; Massa Verde = Produção de massa verde total de planta, em g planta<sup>-1</sup>

### 5.2.1.2 Produção de massa verde total da planta

Na Massa Verde, o genótipo P02 apresentou coeficiente de regressão superior à unidade ( $\beta > 1$ ), desvio da regressão não significativo e produção acima da média (788,90 g planta<sup>-1</sup>) (Tabela 05), o que demonstra adaptação aos ambientes favoráveis, previsibilidade de comportamento (Scapim et al., 2010) e preferência de escolha em ambientes favoráveis (Silva e Durate, 2006). Cabe ressaltar, que na produção de grãos o genótipo P02 foi adequado tanto para ambientes favoráveis e desfavoráveis, o que pode representar que este genótipo apresentou maior resposta a melhoria do ambiente na Massa Verde.

Os outros genótipos avaliados apresentaram coeficiente de regressão linear igual à unidade ( $\beta = 1$ ), indicando a adaptação em ambos os ambientes (Scapim et al., 2010), com os genótipos P08, P09, P11, P05, P06 e T02 apresentando desvio da regressão não significativo com Massa Verde acima de média (830,4; 777,0; 763,0; 818,0; 795,0; 801,1 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente), os quais podem ter preferência de escolha quando não se dispõe de genótipos específicos para cada situação, visando a produção de massa verde. Os genótipos P11 e T02 apresentaram os mesmos resultados na produção de grãos, indicando que estes foram adaptados, previsíveis e produtivos em ambas as características.

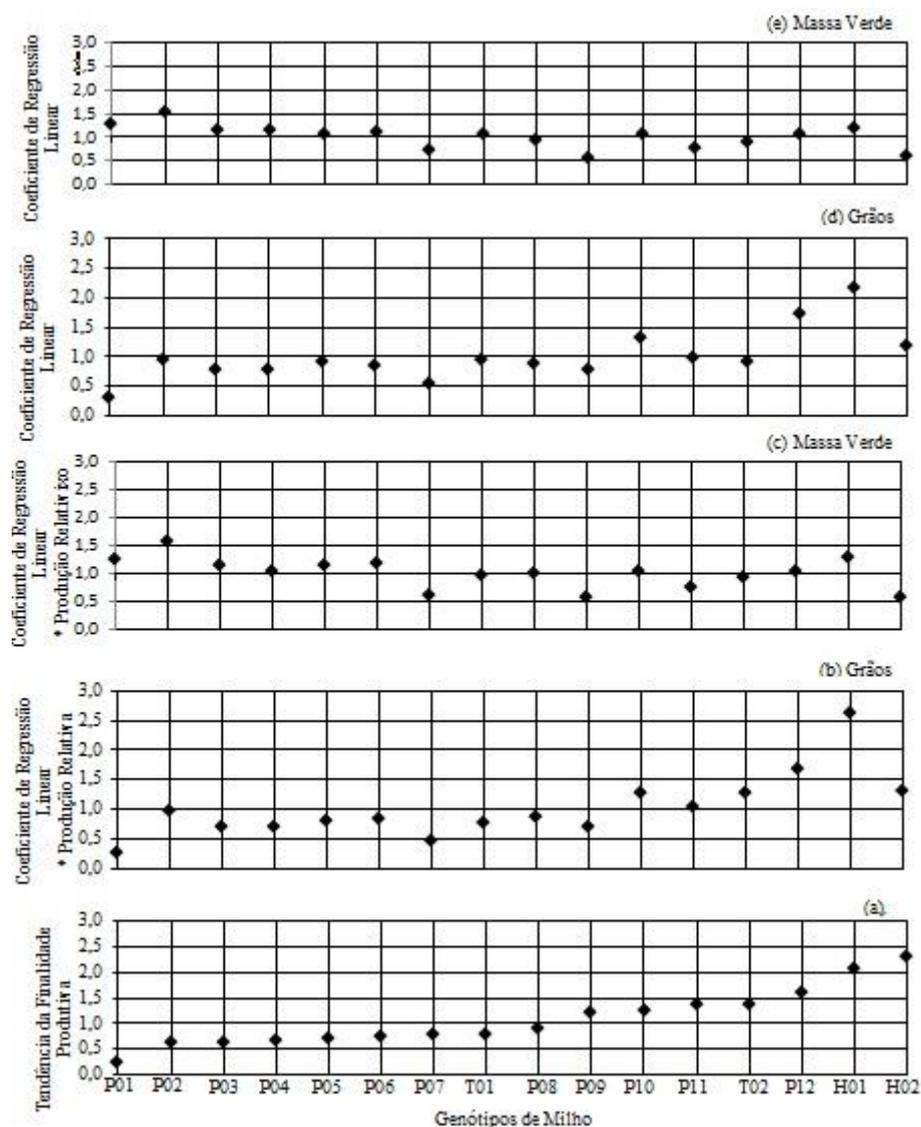
Estes dados, ainda, podem indicar tendência de maior adaptação e previsibilidade das populações avaliadas na Massa Verde em relação a produção de grãos frente os híbridos avaliados, pois, na análise desta última característica somente duas populações foram consideradas como adequadas, a ambos os ambientes, enquanto que, na produção de massa verde, foram seis, uma para ambientes favoráveis e, cinco para ambos os ambientes.

### 5.2.2 Tendência da Finalidade Produtiva

Importante ressaltar que com relação à caracterização do genótipo voltado para silagem, a Massa Verde juntamente produção de grãos satisfatória são características iniciais de um genótipos (Jaremtchuk et al., 2005; Mendes et al., 2008; Cabrales et al., 2007; Santos et al., 2010), o qual preferencialmente, ainda, deve apresentar maior proporção de folhas e menor de caule, porte alto (Cabrales et al., 2007), boa digestibilidade (Mendes et al., 2008), alto teor e produção de matéria seca (Ferrari Jr. et al., 2005).

Como a maioria dos genótipos disponíveis no Brasil é voltada para a produção de grãos (Embrapa Milho e Sorgo, 2011), a distinção da tendência da finalidade produtiva (TFP) entre grãos e Massa Verde, visualizada na Figura 06, pode trazer benefícios ao sistema produtivo, visto que o desenvolvimento de materiais específicos quanto à finalidade pode diminuir riscos na produção (Moreno-Gonzalez et al., 2000), e também que a mesma (a TFP presente na Figura 06) tenta aliar no genótipo para Massa Verde, a produção de grãos.

Para esta distinção da TFP, primeiramente os genótipos são divididos em dois grupos, abaixo e acima da unidade no gráfico 6a (Figura 06), em que no primeiro caso pode indicar preferência pela Massa Verde e, no segundo, produção de grãos. Posteriormente, as respostas dos genótipos nos gráficos 6b, 6c, 6d e 6e (Figura 06) confirmam a TFP do genótipo, em que para Massa Verde são aqueles que, apresentam valores do gráfico 6b maiores ou iguais aos do gráfico 6d (gráficos relacionados as respostas dos genótipos quanto a produção de grãos - Figura 06) e também, valores do gráfico 6c maiores aos do gráfico 6e (gráficos relacionados as respostas do genótipos quanto a Massa Verde – Figura 06); e para a produção grãos, apresentar aumento do valor entre os gráficos 6d e 6b (Figura 06).



**Figura 06** – Tendência da finalidade produtiva de genótipos de milho para produção de massa verde total da planta (Massa Verde) ou de grãos (Gráfico ‘a’), Coeficiente de Regressão Linear (Gráficos ‘d’ e ‘e’) e produto deste com a Produção Relativa (Gráficos ‘b’ e ‘c’) de Grãos e Massa Verde, em 16 genótipos de milho avaliados em oito ambientes na região Centro-Sul do Tocantins no ano de 2010.

Os genótipos P02, P06 e P07 foram os que apresentaram TFP para Massa Verde (Figura 06), com valores dos gráficos 6d/6b de 0,93/0,98 (P02), 0,85/0,85 (P06), 0,88/0,88 (P07) e, dos gráficos 6e/6c de 1,51/1,57 (P02), 1,10/1,16 (P06) e 0,91/1,03 (P07). Cabe lembrar que estes genótipos, na densidade de plantio dos experimentos, apresentaram produção estimada em  $40 \text{ t ha}^{-1}$  de Massa Verde (Tabela 05), estando numa posição intermediária entre os valores de produção com viabilidade econômica

(30 t ha<sup>-1</sup>, segundo Valente et al. 1991) e do considerado como ótimo (50 t ha<sup>-1</sup>, segundo Bates et al. 2009).

Os genótipos P11, T02, H02 e H01 foram os que apresentaram TFP para grãos, com valores dos gráficos 6d/6b de 0,97/1,03 (P11), 0,90/1,26 (T02), 1,18/1,31 (H02) e 2,18/2,63 (H01). O genótipo T02 correspondeu a sua recomendação de dupla finalidade, apresentando aumento dos valores tanto entre os gráficos 6d/6b e 6e/6c, no entanto, como a sua resposta para grãos foi superior a Massa Verde (Gráfico 6a), a sua TFP seria preferencialmente para grãos, em função da utilização de genótipos de milho com dupla aptidão, que pode acarretar em várias situações, por exemplo, produção de silagem visando fornecimento de alimento para produção pecuária que não é realizada, elevando os custos de produção ou redução de produtividade pecuária.

## **6 CONCLUSÕES**

### **6.1 Avaliação da produção de grãos e massa verde de genótipos de milho no Tocantins**

Os híbridos experimentais apresentaram valores de produção de grãos semelhantes a da testemunha comercial e, as populações, produção de massa verde total da planta superior ou igual a dos híbridos avaliados.

Os ambientes com adubação orgânica de semeadura na entressafra foram os que propiciaram aos genótipos melhores condições para a produção de massa verde total da planta, enquanto, que na produção grãos, somente o ambiente com nitrogênio em cobertura nestas condições.

A distinção dos genótipos foi mais visível na produção de grãos do que na produção de massa verde total da planta, onde a primeira característica (grãos), em condições favoráveis, foi mais afetada pelo falta do nitrogênio que a segunda.

O genótipo P09 obteve produção de grãos e massa verde total de planta sem influência significativa dos ambientes e, ainda, foi classificado no grupo estatístico superior em alguns ambientes.

### **6.2 Adaptabilidade na produção de massa verde e grãos de genótipos de milho no Tocantins**

#### **6.2.1 Adaptabilidade e estabilidade**

O genótipo H01 foi adequado em ambientes favoráveis e, os genótipos P02, P11 e T02 em ambos os ambientes, na produção de grãos.

Os genótipos P08, P09, P11, P05, P06 e T02 foram adequados em ambos ambientes quanto à produção de massa verde total da planta, o genótipo P02, para ambientes favoráveis.

#### 6.2.2 Tendência da finalidade produtiva

Os genótipos P02, P06 e P07 apresentaram tendência da finalidade produtiva para produção de massa verde total da planta e, os genótipos P11, T02, H02 e H01 para produção de grãos.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.; AMORIN, E. P.; BARBOSA NETO, J. F.; CARDOSO FILHO, J. A.; SERENO M. J. M. Genetic variability in populations of sweet corn, common corn and teosinte. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.11, 2011.
- BALESTRE, M.; SOUZA, J. C.; VON PINHO, R. G.; OLIVEIRA, R. L.; PAES, J. M. V. Yield stability and adaptability of maize hybrids based on GGE biplot analysis characteristics. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.9, 2009.
- BATES, G. **Corn Silage**. Agricultural Extension Service – University of Tennessee. 2009. Disponível em: <http://extension.missouri.edu/p/G4590>
- BEAUCHAMP, E. G. Availability of nitrogen from three manures to corn in the field. **Canadian Journal Soil Science**, v.66, 1986.
- BECKER, H. C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, v.101, 1988.
- CABRALES, R.; MONTOYA, R.; RIVERA, J. Evaluación agronómica de 25 genótipos de maíz (*Zea mays*) con fines forrajeros en el valle del sinú medio. **Revista MVZ Córdoba**, v.12, n.2, 2007.
- CARGNELUTTI FILHO, A. Interferência dos métodos de correção da produtividade de milho nos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, n.8, 2005.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; CARVALHO, B. C. L.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares e híbridos de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998, **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.36, n.4, 2001.
- COQUE, M.; GALLAIS, A. Genetic variation among European maize varieties for nitrogen use efficiency under low and high nitrogen fertilization. **Maydica**, v.52, 2007.
- CUI, Z.; ZHANG, F.; MI, G.; CHEN, F. LI, F.; CHEN, X.; LI, J.; SHI, L. Interaction between genotypic difference and nitrogen management strategy in determining nitrogen use efficiency of summer maize. **Plant Soil**, v.317, 2009.
- DI PAOLO, E.; RINALDI, M. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. **Field Crops Research**, v.105, 2008.
- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6. p.36-40, 1966.
- ECHEZONA, B. C. Corn-stalk lodging and borer damage as influenced by varying corn densities and planting geometry with soybean (*Glycine max.* L. Merrill). **Institute of agrophysics**, v.21, 2007.

EGHBALL, B.; GINTING, D.; GILLEY, J. E. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. **Agronomy Journal**, v.96, 2004.

EMBRAPA MILHO E SORGO [homepage da internet]. **Milho – Cultivares para safra 2011/2012**. Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Setembro 2011. [acesso em 01 out 2011]. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>

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

FAO [homepage da internet]. **FAOSTAT: Production**. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Setembro 2011. [acesso em 01 out 2011]. Disponível em: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=en&country=21>

FARIA, V. R.; VIANA, J. M. S.; MUNDIN, G. B.; SILVA, A. C.; CÂMARA, T. M. M. Adaptabilidade e estabilidade de populações de milho-pipoca relacionadas por ciclos de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, 2010.

FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; LIMA, M. L. P.; NOGUEIRA, J. R.; ANDRADE, J. B. Características agronômicas, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim da Indústria Animal**, v.62, 2005.

FERREIRA, D. F. **Estabilidade, Versão 3.0 para Windows**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium (Lavras)**, v. 6, p. 36-41, 2008.

HIREL, B.; BERTIN, P.; QUILELERÉ, I.; BOURDONCLE, W.; ATTAGNANT, C.; DELLAY, C.; GOUY, A.; CADIOU, S.; RETAILLIAU, C.; FALQUE, M.; GALLAIS, A. Towards a better understanding of the genetic and physiological basis for nitrogen use efficiency in maize. **Plant physiology**, v.125, 2001.

INMET [homepage da internet]. **BDMEP – Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Instituto Nacional de Meteorologia. Julho 2012. [acesso em 03 julho 2012]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M. T.; KOZLOWSKI, L. A.; COSTA, C.; MADEIRA, H. M. F. Características agrônômica e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.2, 2005.

KOZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Cultivo do milho: adubação orgânica**. Sete Lagoas, EMBRAPA – CNPMS, 2002. (Comunicados Técnico, 54).

MANDAL, N. P.; SINHA, P. K.; VARIAR, M.; SHUKLA, V. D.; PERRAJU, P.; MEHTA, A.; PATHAK, A. R.; DWIVEDI, J. L.; RATHI, S. P. S.; BHANDARKAR, S.; SINGH, B. N.; SINGH, D. N.; PANDA, S.; MISCHRA, N. C.; SINGH, Y. V.;

PANDYA, R.; SINGH, M. K.; SANGER, R. B. S.; BHATT, J. C.; SHARMA, R. K.; RAMAN, A.; KUMAR, A.; ATLIN, G. Implications of genotype x input interactions in breeding superior genotypes for favorable and unfavorable rainfed upland environments. **Field Crops Research**, v.118, 2010.

MARTINOTTO, C. OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, R. O balanço de carbono nas plantas. In: PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. Lavras, 2006, v.1, p.50-70.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, M. N.; FARIA FILHO, E. M.; SOUZA FILHO, A. X. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade de matéria seca. **Bragantia**, v.67, n.2, 2008.

MORENO-GONZÁLEZ, J.; MARTÍNEZ, I.; BRICHETTE, I.; LÓPEZ, A.; CASTRO, P. Breeding potential of european flint and U.S. corn belt dent maize populations for forage use. **Crop Science**, v.40, 2000.

NYIRANEZA, J.; CHANTIGNY, M. H.; N'DAYEGAMIYE, A.; LAVERDIÈRE, M. R. Dairy cattle manure improves soil productivity in low residue rotation systems. **Agronomy Journal**, v.101, n.1, 2009.

NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, 1991. **Anais...Piracicaba: ESALQ**, 1991. 302 p.

OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. V.; LOPES, F. C. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para silagem em relação à produção de matéria seca degradável no rúmen. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.2, 1999.

OLIVEIRA, G. V.; CARNEIRO, P. C. S.; CARNEIRO, J. E. S.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n.2, 2006.

OYEKALE, K. O.; DANIEL, I. O.; KAMARA, A. Y.; AKINTOBI, D. C. A.; ADEGBITE, A. E.; AJALA, M. O. Evaluation of tropical maize hybrids under drought stress. **Journal of Food, Agriculture e Environment**, v.6, n.2, 2008.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária tropical**, v.39, n.4, 2009.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; LÜDERS, R. R.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; SAWAZAKI, E. Desempenho de híbridos de milho obtido de top crosses em três locais do estado de São Paulo. **Bragantia**, v.65, n.4, 2006.

PELUZIO, J. M.; ALMEIDA JÚNIOR, D.; FRANCISCO, E. R.; FIDELIS, R. R.; RICHTER, L. H. M.; RICHTER, C. A. M.; BARBOSA, V. S. Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.21, n.3, 2005.

RIOS, S. A.; PAES, M. C. D.; BORÉM, A. CRUZ, C. D.; GUIMARÃES, P. E. O.; SCHAFFER, R. E.; CARDOSO, W. S.; PACHECO, C. A. P. Adaptability and stability of caretenoids in maize cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n.9, 2009.

SANDOYA, G.; MALVAR, R. A.; SANTIAGO, R.; ALVAREZ, A.; REVILLA, P.; BUTRÓN, A. Effects of selection for resistance to *Sesamia nonagrioides* on maize yield, performance and stability under infestation with *Sesamia nonagrioides* and *Ostrinia nubilalis* in Spain. **Annals of Applied Biology**, v.156, 2010.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVÊDO, A. G.; MORAES, S. A.; COSTA, C. T. F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v.32, n.4, 2010.

SCAPIM, C. A.; OLIVEIRA, V. R.; BRACCINI, A. L.; CRUZ, C. D.; ANDRADE, C. A. B.; VIDGAL, M. C. C. Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, 2000.

SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIEIRA, R. A.; PINTO, R. J. B.; CONRADO, T. V. Correlations between the stability and adaptability statistics of popcorn cultivars. **Euphytica**, v.174, 2010.

SCHAEFER, C. M.; SHEAFFER, C. C.; BERNADO, R. Breeding potential of semidwarf corn for grain and forage in the northern U.S. corn belt. **Crop Science**, v.51, 2011.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, A. F. Manejo Cultural do Milho Forrageiro. In: Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas, EMBRAPA – CNPMS, 1991. p.9-27. (Circular Técnica, 14).

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, 2003.

SILVA, J.; LIMA E SILVA, P. S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA E SILVA, K. M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, 2004.

SILVA, P. S. L.; SILVA, J.; OLIVEIRA, F. H. T.; SOUSA, A. K. F.; DUDA, G.P. Residual effect of cattle manure application on green ear yield and corn grain yield. **Horticultura Brasileira**, v.24, 2006.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, 2006.

USDA [homepage da internet]. **Grain: World Markets and Trade**. Circular Series FG0911. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Setembro 2011. [acesso em 01 out 2011]. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/grain/circular/2011/09-11/grainfull09-11.pdf>

VALENTE, J. O. Introdução. In: Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas, EMBRAPA – CNPMS, 1991. p.5-7. (Circular Técnica, 14).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.

WIETHOLTER, P.; SERENO, M. J. C. M.; TERRA, T. F.; SILVA, S. D. A.; BARBOSA NETO, J. F. Genetic variability in corn landraces from southern Brazil. **Maydica**, v.53, 2008