



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

PAULO ROBSON MARTA DA SILVA

DIVERGÊNCIA GENÉTICA VISANDO RENDIMENTOS DE ÓLEO E PROTEÍNA DE MILHO

**Palmas-TO
2014**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

PAULO ROBSON MARTA DA SILVA

DIVERGÊNCIA GENÉTICA VISANDO RENDIMENTOS DE ÓLEO E PROTEÍNA DE MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agronegócio do Instituto Federal do Tocantins, *Campus Palmas*.

Orientador: Prof. M.Sc Weder Ferreira dos Santos

**Palmas-TO
2014**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



PAULO ROBSON MARTA DA SILVA

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA VISANDO RENDIMENTOS DE ÓLEO E PROTEÍNA DE
MILHO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio pela Coordenação da Área Recursos Natural no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-*Campus* Palmas.

Palmas, 12 setembro de 2014.

Prof.^a Dr. Vanessa David Domingo
Supervisora do Trabalho de Conclusão de Curso

Banca Examinadora:

Prof. M.Sc. Weder Ferreira Dos Santos
Presidente e Orientador

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'ana
Membro de Banca Examinadora

Prof. M.Sc José Eustáquio Canguçu Leal
Membro de Banca Examinadora



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

DEDICATÓRIA

À minha mãe Orlandina Marta de Sousa, por ser uma pessoa na qual eu muito me inspiro, pelo apoio e suporte dado ao longo da minha vida, para tudo o que tenho planejado pudesse se tornar realidade.

Dedico.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele.

Aos meus pais, irmãos, minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao professor Weder Ferreira dos Santos pela paciência na orientação e incentivo que tornou possível a conclusão desta monografia.

A todos os professores do curso, que foram importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

RESUMO

Objetivo deste trabalho foi estimar a divergência genética para rendimento de proteína e óleo entre 10 populações de milho, quanto à eficiência e uso de nitrogênio. Foram realizados quatro ensaios de competição de populações de milho, no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas, onde as populações de milho foram semeadas na entressafra de 2010 e safra de 2010/2011, em plantios realizados em 27 de maio de 2010 para o período de entressafra, e 02 de dezembro de 2010 para o período de safra 2010/2011. Cada período de plantio leva em consideração o nível de adubação nitrogenada em cobertura sendo dois experimentos em baixo (0 kg.ha^{-1} de N) e outros dois experimentos em alto (150 kg.ha^{-1} de N). O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos casualizados com três repetições e 10 tratamentos. Foi estudada a característica “rendimento de óleo” (teor de óleo x produtividade kg.ha^{-1}) e determinada a eficiência do uso de nitrogênio pelas populações, através da metodologia adaptada de Fischer (1983). A população POP 19 apresentou a maior média de rendimento de proteína e óleo e mostrou-se eficiente ao uso de nitrogênio, sendo indicada para produção no Tocantins.

Palavras-chave – Adubação nitrogenada. Conteúdo proteico. Melhoramento genético. *Zea may* L



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the genetic divergence for protein and oil yield of 10 maize populations, regarding the efficiency and nitrogen use. Four trials of maize populations competition were held in Agrotechnological Center of the Federal University of Tocantins, Palmas Campus, where populations of maize were sown in the 2010 season and the 2010/2011 harvest in plantations made on 27 May 2010 for the off-season, and December 2, 2010 for the period 2010/2011 season. Each planting period takes into account the level of nitrogen topdressing with two experiments in low ($0 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$) and two other experiments at high ($150 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$). The experimental design used in each trial was a randomized block with three replications and 10 treatments. The characteristic "oil revenue" (oil content x yield kg.ha^{-1}) and determined the efficiency of nitrogen used by the people, through the studied methodology adapted from Fischer (1983). POP 19 population had the highest average yield of protein and oil by the efficient use of nitrogen, and is recommended for production in Tocantins.

Keywords – Breeding. Nutrition nitrogen. Protein content. *Zea mays* L



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui experimental, onde, um total de 2 linhas de 5 metros cada, com distancias de 0,2 m entre plantas e 0,9 m entre linhas.....	12
Figura 2 – Plantas no estágio R6 (maturidade fisiológica).....	13
Figura 3 – Grãos embalados em sacos de papel.	14
Figura 4 – Aparelho de Soxhlet utilizado no experimento.....	14
Figura 5 – Método de Kjeldahl.....	15



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferentes tipos de produtos de milho utilizados na alimentação humana no Brasil, por região e por classe de renda. PNAD 2002/03 (em kg/pessoa/ano).....	8
Tabela 2 – Resumo da análise de variância conjunta de rendimento de óleo e proteína (%), de 10 populações de milho.	17
Tabela 3 – Resumo da análise de variância da eficiência da eficiência de uso de nitrogênio, segundo metodologia de Fischer et al. (1983), rendimento de óleo e proteína, de 10 populações de milho.	18
Tabela 4 – Médias de rendimento de óleo (kg.ha ⁻¹), segundo metodologia Fischer et al. (1983) adaptada para rendimento de óleo, de 10 populações de milho, em alto e baixo nitrogênio.	18
Tabela 5 – Dissimilaridade entre populações de milho em relação a características rendimento de óleo (acima da diagonal) e rendimento de proteína (abaixo da diagonal), com base na distância generalizada de Mahalanobis (D ²).	19
Tabela 6 – Agrupamento pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis de 10 populações de milho, considerando o teor de óleo e proteína nos quatro ensaios.	21
Tabela 7 – Distâncias médias intergrupos estimadas pelo método de Otimização de Tocher, envolvendo 10 populações de milho para rendimento de óleo (abaixo da diagonal) e rendimento proteína (acima da diagonal).	22



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELA.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. TEMA DA PESQUISA.....	2
1.2. PROBLEMA.....	2
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5. JUSTIFICATIVA.....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1. A CULTURA DO MILHO.....	5
2.2. DIFERENÇA ENTRE POPULAÇÃO E HÍBRIDO.....	6
2.3. PRODUÇÃO E CONSUMO DO MILHO.....	6
2.4. CONSUMO HUMANO E ANIMAL NO BRASIL.....	7
2.5. ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	8
2.6. VARIABILIDADE GENÉTICA.....	10
2.7. PROTEÍNA E ÓLEO.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA.....	17
4.2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA EFICIÊNCIA DO USO DO NITROGÊNIO.....	17
4.3. TESTE DE MÉDIA E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA.....	18
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



1. INTRODUÇÃO

Na cultura do milho, cerca de 70% da produção mundial é destinada à alimentação animal. No Brasil esse valor varia de 60 a 80%. Outra aplicabilidade consiste na produção de óleos e, mais recentemente, etanol. Em termos gerais, apenas 15% de toda a produção mundial destina-se ao consumo humano (MAPA, 2006).

Segundo Castiglioni et al. (2004), o Estado do Tocantins desponta no cenário agrícola nacional em consequência do grande potencial para a produção de grãos. Para Pelúzio et al., (2006), este aumento nos últimos anos, ocorre devido à abundância de recursos hídricos, às condições edafoclimáticas favoráveis, à localização estratégica da BR 153 e a implantação da Ferrovia Norte-Sul e da Hidrovia Tocantins-Araguaia.

O peso individual do grão de milho varia, em sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra e 4% de óleo (MAPA, 2006). No Brasil, o milho é um dos cereais mais cultivados e consumidos resultando em benefícios sociais, econômicos, nutricionais e agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000). No Tocantins o milho é cultivado em cerca de 147 mil hectares, com produção de 677,2 mil de toneladas de grãos e produtividade média de 3,785 toneladas por hectare (CONAB, 2014).

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho e, também o mais limitante para a mesma, uma vez que participa da composição dos aminoácidos conexos, proteína, clorofila e muitas enzimas essenciais que estimulam o crescimento e o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular (OKUMURA et al., 2011). O desenvolvimento de cultivares adaptados às condições de estresse nitrogenado apresenta-se como uma opção economicamente viável e ecologicamente sustentável (SOUZA et al., 2008). Neste contexto, índices de Eficiência e Uso do Nitrogênio (EUN) vêm sendo utilizados para classificar as populações quanto à eficiência de uso deste elemento (FISCHER et al., 1983; CANCELLIER et al., 2011).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



Como o desempenho relativo das características agronômicas das populações de milho (produção de grãos, teor de óleo, teor de proteína, dentre outras) pode variar de um ambiente de cultivo para outro, se faz necessário um estudo em que diferentes cultivares sejam testadas em diferentes locais, anos, épocas, tecnologias, etc. (CRUZ et al., 2011).

Para Majerowicz et al., (2002), existem diversos caminhos possíveis para aumentar a EUN, um caminho apontado foi o melhoramento genético, pois permite gerar plantas produtivas para solos pobres em N. Cancellier et al. (2011), sugeriram como uma solução viável o desenvolvimento de programas regionais de melhoramento de milho, onde há baixa utilização de insumos.

1.1. TEMA DA PESQUISA

O estudo da divergência genética é importante para definição de populações superiores com altos rendimentos de proteína e óleo por área. Nas condições do Estado do Tocantins há necessidade de buscar populações com rendimento de proteína e óleo elevados, e eficientes ao uso do nitrogênio.

1.2. PROBLEMA

A ocorrência de estresses abióticos no bioma cerrado pode ser um fator limitante na produtividade na cultura do milho, aliado ao manejo inadequado e falta de capital (principalmente baixa adubação nitrogenada).

Porém, existem diferenças genéticas entre genótipos de milho quanto às características: produtividade, teor de amido, resistência a pragas e doenças, teor de óleo, carotenóides, altura da planta e espigas, diâmetro da espiga, EUN, comprimento de espiga, número de fileiras, número de grãos na fileira.

Fatores abióticos e genéticos influenciam no rendimento de proteína e óleo?

1.3 HIPOTESE / PREMISA

A importância na aplicação em cobertura do N pode ser explicada pelo potencial produtivo de uma planta de milho, o qual em sequência acontece em



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



sucessão na planta, definindo o rendimento de grãos, fenômenos este que são: o número de espigas por plantas, o número de grãos por espiga e por fim a massa de grãos, o qual é definido logo nos seus estádios iniciais de desenvolvimento, ocorrendo quando a planta apresenta de quarto a seis folhas.

Fornecimento adequado de nutrientes a cultura, merece grande destaque neste contexto o N, que é um fator que interferência no desempenho, afetando diversos componentes da planta, sendo a dose exigida do N de acordo com índice de produtividade esperado. O desenvolvimento de genótipos adaptados às condições de estresses nutricionais nitrogenado é uma estratégia adequada para o aumento da produtividade.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Identificar populações de milhos divergentes e eficientes ao uso do nitrogênio no Estado do Tocantins, para produção de proteína e óleo.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar populações com maior rendimento de proteína e de óleo;
- ✓ Identificar as populações eficientes ao uso do nitrogênio;
- ✓ Identificar populações dissimilares através da divergência genética; e
- ✓ Identificar as populações promissoras/hibridação para produção de óleo e proteína.

1.5 JUSTIFICATIVA

Na cultura do milho, o nitrogênio é o nutriente mais importante, pois afeta o crescimento e desenvolvimento da planta (BISSANI, 2008; BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000). Assim, o desenvolvimento de populações adaptadas e



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

eficientes sob condições de baixo nível de nitrogênio, apresenta-se como uma opção economicamente viável e ecologicamente sustentável (SOUZA et al., 2008).

Durante o período de crescimento da planta de milho, variações climáticas tais como precipitação, radiação solar e temperatura, podem ocasionar alterações em diversas características da planta (NOLDIN, 1985; SOUZA, 1989; COSTA, 1994). Além disso, variações no comportamento de populações de milho em diferentes épocas de semeadura, podem representar acréscimo no desenvolvimento das plantas (GERAGE et al., 1984).

Em virtude dos níveis adequados de nutrientes e de populações adaptadas às estas condições, são necessários estudos da interação entre os fatores ambientais (níveis de nitrogênio e épocas de plantio) e os genéticos envolvendo as populações de milho.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie alógama e monóica que apresenta na mesma planta os dois sexos, separados em inflorescências diferentes. As flores masculinas se localizam na panícula terminal, conhecida como ‘flecha’ ou ‘pendão’, e as femininas, em espigas axilares, a espiga é constituída por um eixo ou ráquis, ao longo do qual se desenvolvem centenas de ovários, cada um com um saco embrionário (BORÉM & RIOS, 2011).

O milho é originário da América, provavelmente da região onde hoje se situa o México, tendo sido domesticado num período entre 7.000 e 10.000 anos atrás, como resultado da seleção, tanto artificial, praticada pelo homem, como natural, para adaptação às diferentes condições ecológicas. É cultivado desde a latitude 58°N até 40°S, desenvolvendo se desde o nível do mar até 3.800 m de altitude (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1981).

No Brasil, o milho como grande cultura teve início com a semeadura de variedades, dando um salto de produtividade após o início da utilização dos primeiros híbridos duplos, por volta de 1920 e predominando até 1950, sendo sucessivamente substituídos pelo uso de híbridos triplos e simples (MIRANDA FILHO & VIEGAS, 1987).

Para atender à demanda por sementes de milho, atualmente no Brasil estão disponíveis para comercialização 325 cultivares de milho convencionais, dentre as quais, 49 são novas cultivares (2 variedades, 3 híbridos duplos, 8 híbridos triplos e 36 híbridos simples) que substituíram 26 cultivares (5 híbridos duplos, 8 híbridos triplos e 13 híbridos simples) das quais deixaram de ser comercializadas na safra atual. Nas últimas safras, houve uma consolidação da predominância no número de híbridos simples disponibilizados, que representam hoje 54,26% das opções de mercado (CRUZ & PEREIRA FILHO, 2012).



2.2 DIFERENÇA ENTRE POPULAÇÃO E HÍBRIDO

A variedade é um milho que mantém a qualidade genética de uma geração para outra, se plantada isolada. O híbrido não mantém a qualidade genética de uma geração para outra não sendo, portanto, adequada a reutilização de suas sementes em novas lavouras. Esse fato modifica a forma de tratar e multiplicar esses dois tipos de milho.

No caso do milho, existem, basicamente, quatro tipos de híbridos (GALVÃO e MIRANDA, 2011):

- ✓ **Híbridos intervarietais: (Grifo nosso)** resultado do cruzamento entre duas variedades;
- ✓ **Híbridos simples:** resultado do cruzamento entre duas linhagens. Essas são obtidas por meio de seis cruzamentos artificiais, em seis gerações numa mesma planta.
- ✓ **Híbridos duplos:** resultante do cruzamento de dois híbridos simples.
- ✓ **Híbridos triplos:** resultante do cruzamento de um milho híbrido simples com uma linhagem.

2.3. PRODUÇÃO E CONSUMO DO MILHO

O milho é um dos produtos agrícolas cujo plantio é largamente disseminado no mundo. No ano de 2008 foram produzidos cerca de 820 milhões de toneladas de milho, contra 689 milhões de toneladas de trigo e 685 milhões de toneladas de arroz, sendo esse cereal utilizado para alimentação humana, alimentação animal, produção de combustíveis e usos industriais. Nos Estados Unidos, cerca de um terço da produção de milho é utilizado para produção de etanol (BORÉM e RIOS, 2011).

O mercado mundial de milho em 2009 foi abastecido basicamente por três países: Estados Unidos (47 milhões de toneladas de exportações), Argentina (8,54 milhões de toneladas) e, recentemente, o Brasil (7 milhões de toneladas). Os principais consumidores em 2009 foram: Japão (16,5 milhões de toneladas), México



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



(7,8 milhões de toneladas) e Coréia do Sul (7,2 milhões de toneladas) (FAOSTAT, 2012).

O milho é cultivado no Brasil em praticamente todo o território nacional e tem sido exaustivamente estudado e melhorado nas mais específicas condições de manejo (SANGOI et al., 2002). Cerca de 90% da produção concentra-se nas regiões Sul (40% da produção), Centro-oeste (31%) e Sudeste (19%) e os níveis mais elevados de rendimento agrícola se verificam geralmente nos Estados do Centro-Sul. Os rendimentos agrícolas são geralmente mais baixos, em decorrência principalmente das condições climáticas desfavoráveis e das características de subsistência nas lavouras dos Estados do Norte e Nordeste (CONAB, 2012).

Na região Norte o milho é cultivado em cerca de 0,56 milhões de hectares, com produção de 1,7 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 2,9 toneladas por hectare (CONAB, 2012). Nessa região, a produtividade é baixa, principalmente, em função das altas temperaturas, do baixo nível tecnológico dos produtores e da insuficiência de sementes melhoradas ou de variedades adaptadas às condições de estresses abióticos (CARVALHO e SOUZA, 2007; CANCELLIER et al., 2011).

2.4. CONSUMO HUMANO E ANIMAL NO BRASIL

A Tabela 1 apresenta os diferentes produtos de milho utilizado na alimentação humana no Brasil. Consta que cerca de 4% do total de milho produzido é consumido diretamente como alimento e em torno de 10% desse total é destinado ao processamento nas indústrias alimentícias, que transformam os grãos em diversos produtos consumidos na dieta humana, como amido, fubá, farinhas, canjicas, flocos de milho, farelos, óleos, entre outros (ABIMILHO, 2012).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



Tabela 1 – Diferentes tipos de produtos de milho utilizados na alimentação humana no Brasil, por região e por classe de renda. PNAD 2002/03 (em kg/pessoa/ano)

Região	Tipos de produtos	Total	Classe de renda familiar (reais 2002)					
			Até R\$ 400	Mais de 400 a 600	Mais de 600 a 1.000	Mais 1.000 a 1.600	Mais de 1.600 a 3.000	Mais de 3.000
Brasil	Milho-verde (espiga e conserva)	0,662	0,584	0,696	0,683	0,658	0,743	0,593
	Amido, fubá, creme e flocos	3,887	5,895	4,708	4,525	3,724	2,597	1,863
	Óleo de milho	0,186	0,051	0,048	0,048	0,129	0,242	0,654
Norte	Milho-verde (espiga e conserva)	0,551	0,460	0,697	0,494	0,691	0,421	0,522
	Amido, fubá, creme e flocos	2,011	1,570	2,568	2,466	2,206	1,118	1,355
	Óleo de milho	0,077	0,062	0,032	0,056	0,125	0,101	0,153

Fonte: IBGE, 2012.

A cadeia produtiva do milho converge com a de outros como: leite, ovos, carne bovina, suína e de aves. Mudanças nessas cadeias passam a ser de vital importância, como incentivadoras do processo produtivo do milho. Três grandes derivações ocorrem nesse item: a) a produção de silagem para alimentação de vacas em produção de leite e, mais recentemente, de gado confinado para engorda no período de inverno; b) a industrialização do grão de milho em ração e c) o emprego do grão em mistura com concentrados proteicos, para alimentação de suínos e de aves (BORÉM e RIOS, 2011).

2.5. ADUBAÇÃO NITROGENADA

À medida que a agricultura se intensifica e os novos híbridos de milho são lançados no mercado, o consumo de N tende a aumentar, pois as culturas apresentam cada vez mais exigências. Ressalta-se que a adubação nitrogenada deve ser feita em maiores quantidades e com maior frequência que a dos demais nutrientes (LANGE, 2006).

O N é um nutriente muito importante para o milho por ser integrante dos aminoácidos, bem como da molécula de clorofila, aminas, amidas, enzimas alcalóides, hormônios, dentre outros. O fato de ser constituinte das proteínas torna-o indispensável aos processos vitais da planta, sendo que sua deficiência afetaria a capacidade fotossintética, provocaria o crescimento retardado e prejudicaria a



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



reprodução (BISSANI, 2008). O N exerce função importante nos processos bioquímicos da planta (JAKELAITIS et al., 2005), influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2000).

Além disso, o N é determinante no tamanho da espiga, número de fileiras por espiga, no número de grãos na fileira e no peso do grão (GALVÃO e MIRANDA, 2011). A baixa dose de N é uma das principais causas das baixas produtividades. Ocorre que os produtores pensando em reduzir custos da lavoura, diminuem a adubação com o N.

Galvão e Miranda (2011) reportaram que não é recomendado fazer a adubação em cobertura de uma só vez, devendo-se parcelar a dose em duas aplicações a partir de um mês após a semeadura, considerando a produtividade esperada e a dose de nitrogênio. Faz a primeira aplicação, quando a planta estiver com quatro folhas completamente desenvolvidas, e a outra, quando a planta estiver com oito folhas completamente desenvolvidas. As principais fontes de N para o milho são a uréia (menor custo), o sulfato de amônia e o nitrato de amônia, sendo que, estudos tem demonstrado que a fonte de N não tem afetado as produções, podendo utilizar, desta forma, qualquer uma dessas fontes.

O uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, não somente para aumentar a eficiência de retorno, mas também para aumentar a produtividade (FAGERIA et al., 2007). Populações com alta eficiência ao uso de N (EUN) são desejáveis na agricultura de baixos insumos e também na agricultura capitalizada (ROESCH et al., 2005). O desenvolvimento de cultivares adaptados às condições de estresse nitrogenado apresenta-se como uma opção economicamente viável e ecologicamente sustentável (SOUZA et al., 2008).

Para Majerowicz et al. (2002), um caminho para aumentar a eficiência de uso do nitrogênio (EUN) é o melhoramento genético e assim, sugere o desenvolvimento de programas de melhoramentos regionais como uma solução viável para o aumento da produção em sistemas agrícolas com baixa utilização de insumos.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



2.6. VARIABILIDADE GENÉTICA

No Brasil, o milho é um dos cereais mais cultivados e consumidos resultando em benefícios sociais, econômicos, nutricionais e agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004). Segundo Castiglioni et al. (2004), o Estado do Tocantins desponta no cenário agrícola nacional, por consequência do grande potencial para a produção de grãos. Este aumento nos últimos anos ocorre devido à abundância de recursos hídricos, às condições edafoclimáticas favoráveis, à localização estratégica da BR 153 e a implantação da Ferrovia Norte-Sul e da Hidrovia Tocantins-Araguaia (PELÚZIO et al., 2006).

O Estado do Tocantins apresenta área favorável ao cultivo do milho, com uma particularidade, podendo ser cultivado tanto no período de safra em condições de terras altas, quanto no período de entressafra, em condições de várzea.

Cancellier et al. (2011), sugeriram como uma solução viável o desenvolvimento de programas regionais de melhoramento de milho, onde há baixa utilização de insumos. Como o desempenho relativo das características agronômicas das populações de milho (produção de grãos, teor de óleo, dentre outras) pode variar de um ambiente de cultivo para outro, faz-se necessário um estudo em que diferentes cultivares sejam testadas em diferentes locais, anos, épocas, tecnologias, etc. (CRUZ et al., 2011; BARBOSA et al., 2011).

As análises de divergência visam à identificação de genitores para a formação de populações com variabilidade genética e consequente ganhos genéticos em ciclos sucessivos de seleção. Como a divergência genética pode estar associada à heterose, as análises de divergência genética podem ser úteis para a predição preliminar de cruzamentos que otimizem a heterose (MIRANDA et al., 1987).

Quando os caracteres avaliados são quantitativos, a divergência genética pode ser estimada a partir de medidas de dissimilaridade, destacando-se, entre elas, a distância Euclidiana, a distância generalizada de Mahalanobis, métodos hierárquicos de agrupamento, como UPGMA e o do vizinho mais próximo e o método de otimização de Tocher (CRUZ et al., 2011).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

2.7 PROTEÍNA E ÓLEO

Os grãos do milho são geralmente amarelos ou brancos, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho. Considerado o maior grão entre os demais cereais, o peso individual do grão varia em média de 250 a 300mg e sua composição em base seca é de 61-78% de amido, 6-12% proteínas, 2-4% fibra (a maioria resíduo detergente neutro), 3-6% de óleo e 1-4% minerais, distribuídos de forma heterogênea nas quatro principais estruturas físicas que formam o grão: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta. O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão e concentra 75% da proteína e 98% do total de carboidratos, dos quais 86 a 89% é amido. O gérmen, que representa 10-14% do peso do grão, contém aproximadamente 26% da proteína, 83% dos lipídeos (MAPA, 2006).

Os lipídeos presentes nesse cereal contêm alto teor de ácidos graxos poli-insaturados e são particularmente ricos em ácido linolêico. A quantidade e qualidade dos lipídios presentes no grão de milho são dependentes, principalmente, do genótipo e das condições ambientais durante a maturação (FREEMAN, 1973). Para quantificação do teor de óleo é comumente utilizado o método de extração por Soxhlet (FERRÃO, 2002).



3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados quatro ensaios de competição de populações de milho no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas (220 m de altitude, 10°45' de latitude Sul e 47°14' de latitude Oeste), solo tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, textura arenoso distrófico. Os ensaios foram distribuídos em duas épocas de plantio Safra e entressafra, sendo que em cada época, as populações foram cultivadas sob condições de alto nitrogênio (150 kg.ha^{-1} de N) e baixo nitrogênio (0 kg.ha^{-1} de N).

A semeadura foi realizada em 27 de maio de 2010, para o período de entressafra, e 02 de dezembro de 2010, para o período de safra 2010/2011. No plantio a adubação utilizada foi 300 kg.ha^{-1} de 5-25-15+0,5% Zn de NPK, para entressafra e safra.

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos casualizados com 10 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 10 populações conduzidas isoladamente por 3 e 4 gerações, obtidas do Programa de Melhoramento de Milho da UFT, sendo estas: POP 3, POP 8, POP 9, POP 11, POP 12, POP 13, POP 14, POP 16, POP 18, e POP 19. As parcelas constaram de duas linhas de cinco metros lineares, espaçadas 0,9 m entre linhas (Figura 1), constituindo uma área útil de 9 m^2 .

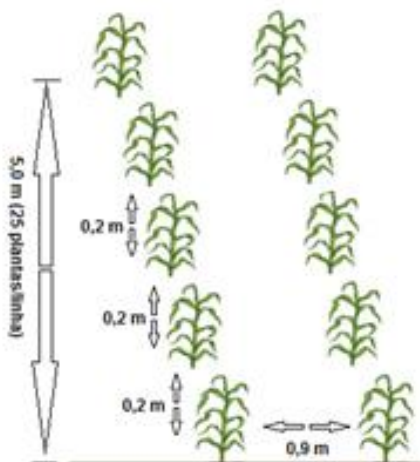


Figura 1 – Croqui experimental, onde, um total de 2 linhas de 5 metros cada, com distancias de 0,2 m entre plantas e 0,9 m entre linhas.



Na instalação dos experimentos, foi utilizado o sistema de preparo de solo tipo convencional, com uma gradagem seguida do nivelamento da área. Adubação de pré-plantio foi realizada manualmente, utilizando 300 kg.ha^{-1} de 5-25-15+0,5% Zn de NPK. A semeadura foi realizada na parcela a fim de obter 55 mil plantas ha de forma a obter 5 plantas por metro linear.

A adubação nitrogenada em cobertura, nos experimentos de safra e entressafra foi de 0 e 150 kg.ha^{-1} , respectivamente, proporcionando totais de 15 e 165 kg.ha^{-1} , para os ambientes de baixo e alto nitrogênio, sendo realizada no estágio V6 (seis folhas completamente abertas), tendo como fonte de nitrogênio a uréia. A adubação no ambiente de baixo e alto nitrogênio corresponde à menor e a maior faixa esperada de produtividade de grãos (RIBEIRO et al., 1999).

Os tratos culturais, como o controle fitossanitário contra doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000). Foi realizada irrigação suplementar para os ensaios conduzidos na entressafra, sempre que necessário.

As coletas dos dados foram realizadas quando as plantas atingiram o estágio R6 (maturidade fisiológica) (Figura 2). Na colheita, com base na área útil da parcela, foi obtida a produtividade de grãos (kg), corrigidos para 13% de umidade e, posteriormente, convertidos os valores para kg.ha^{-1} .



Figura 2 – Plantas no estágio R6 (maturidade fisiológica).



Posteriormente, os grãos foram acondicionados em um único saco de papel (Figura 3), o qual foi identificado por população e ensaio, e transportados para o Laboratório de Pesquisa Agropecuária do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas, onde foi realizada a moagem dos mesmos.



Figura 3 – Grãos embalados em sacos de papel.

Após a moagem dos grãos, foi determinado o teor de óleo nos grãos de milho utilizando o método de Soxhlet (Figura 4) para a extração de lipídeos de um material sólido. Este equipamento utiliza refluxo de solvente em um processo intermitente de acordo com a metodologia proposta pelo IAL (2005).



Figura 4 – Aparelho de Soxhlet utilizado no experimento.



Para a determinação do teor de proteína nos grãos de milho, foi utilizado o método de Kjeldahl (Figura 5), que fundamenta-se na destruição da matéria orgânica com ácido sulfúrico concentrado, em presença de um catalisador e por ação do calor, com posterior destilação e titulação do Nitrogênio proveniente da amostra, para determinação do nitrogênio total com conversão para proteína bruta por meio do fator 6,25. Foram obtidas três amostras por população, cada uma pesando de 2 a 5 gramas.



Figura 5 – Método de Kjeldahl

A partir dos dados de rendimento de grãos ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e dos teores de óleo (%) e de proteína (%) de cada população, foram obtidos, respectivamente, os rendimentos de óleo (rendimento de grãos x teor de óleo) ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e de proteína (rendimento de grãos x teor de proteína) ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Para cada população, foi obtida a eficiência e uso do nitrogênio, segundo metodologia Fischer et al. (1983), a partir do índice de EUN, obtido pela equação 1:

$$\text{EUN} = (\text{Ya}(-\text{N})/\text{Ya}(+\text{N})) \times (\text{Yx}(-\text{N})/\text{Yx}(+\text{N}))$$

Onde,

Ya(-N) é a produção da população “a” sob baixo nitrogênio;

Ya(+N) é a produção da população “a” sob alto nitrogênio;

Yx(-N) é a produção média de todas as populações sob baixo nitrogênio;

Yx(+N) é a produção média de todas as populações sob alto.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



Visando estudar a divergência genética apenas para rendimentos de óleo e proteína nos grãos de milho, foram utilizados os quatro ensaios como variáveis no modelo multivariado, onde cada ensaio representou uma variável distinta no modelo. As medidas de dissimilaridades foram determinadas segundo o modelo de análise multivariada, o que permitiu a obtenção das matrizes de dissimilaridades e de covariâncias residuais e das médias das populações.

Foi aplicado o método de agrupamento de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis (D^2), como medida de dissimilaridade. Foi realizada análise de variância de cada ensaio e, posteriormente a análise conjunta dos ensaios em que o menor quadrado médio residual não diferiu em mais de sete vezes do maior (CRUZ et al., 2004).

As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974), ao nível de 5% de significância. Foi utilizado, ainda, o teste t de “Student”, a 5%, para comparar os índices de eficiência das populações com o índice geral de eficiência, após testar a normalidade dos dados pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2007).



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA

A análise de variância conjunta (Tabela 2) apresentou efeito significativo a 5% de probabilidade para população, ambiente e para interação população x ambiente. Indicando que os efeitos isolados dos fatores populações e ambientes não explicam toda a variação encontrada, assim, foram realizados os desdobramentos. A significância para populações indicou a existência de variabilidade genética e a possibilidade de se obter ganhos genéticos, para rendimento de óleo e proteína. Os coeficientes de variação de 8,04 e 7,3% indicam boa precisão dos experimentos (Scapim et al., 1995).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância conjunta de rendimento de óleo e proteína (%), de 10 populações de milho.

FV	GL	QM	
		RO	RP
Bloco/ambiente	8	290,37 ^{ns}	2112,99467 ^{ns}
População	9	16404,54*	45013,7493*
Ensaio	3	74570,10*	459907,37178*
Populações x Ensaio	27	6948,67*	32576,25702*
Erro	72	299,07	1308,44476
Média		215,18	492
CV %		8,04	7,3

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; RO: Rendimento de óleo (kg.ha⁻¹); RP: Rendimento de proteína (kg.ha⁻¹); CV: Coeficiente de variação; ns: não significativo; * significativo a 5% pelo teste F.

4.2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA EFICIÊNCIA DO USO DO NITROGÊNIO

O resumo da análise de variância da eficiência do uso do nitrogênio pela população, para a característica rendimento de óleo e proteína não foi significativo (Tabela 3). Para população, o rendimento de óleo e proteína, tal fato ocorreu, provavelmente, em virtude da similaridade de comportamento das populações, sob alto e baixo nitrogênio, nos ambientes estudados. O coeficiente de variação indica boa precisão na condução dos experimentos (Scapim et al., 1995).



Tabela 3 – Resumo da análise de variância da eficiência da eficiência de uso de nitrogênio, segundo metodologia de Fischer et al. (1983), rendimento de óleo e proteína, de 10 populações de milho.

FV	GL	QM	
		RO ^{1/}	RP ^{1/}
Bloco	5	0,00059 ^{ns}	0,001106*
População	9	0,01143 ^{ns}	0,01578 ^{ns}
Erro	45	0,01410	0,00781
Média		0,71	0,64
CV %		16,71	13,68

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; RO: Rendimento de óleo (kg.ha⁻¹); RP: Rendimento de proteína (kg.ha⁻¹); CV: Coeficiente de variação; ^{1/} Dados transformados em raiz quadrada de X; ns: não significativo ao nível de 5% pelo teste de Scott & Knott (1974)

4.3. TESTE DE MÉDIA E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA

Para rendimento de óleo, as populações foram alocadas em quatro grupos de médias, variando de POP 19 (288) com a maior média e POP 11 (164) com a menor média (Tabela 4). Para rendimento de proteína, encontrou-se dois grupos de médias, sendo as populações com as melhores médias de rendimento: POP 8, POP 9, POP 16 e POP 19 (Tabela 4). O outro grupo, com menor médias de rendimento com as populações POP3, POP 11, POP 12, POP 13, POP14 e POP 18.

Tabela 4 – Médias de rendimento de óleo (kg.ha⁻¹), segundo metodologia Fischer et al. (1983) adaptada para rendimento de óleo, de 10 populações de milho, em alto e baixo nitrogênio.

População	RO (kg.ha ⁻¹)	Índice	RP (kg.ha ⁻¹)	Índice
POP 3	171 d	0,70 a	475 b	0,63 a
POP 8	215 c	0,75 a	552 a	0,73 a
POP 9	256 b	0,68 a	572 a	0,63 a
POP 11	164 d	0,77 a	433 b	0,69 a
POP 12	199 c	0,69 a	417 b	0,58 a
POP 13	213 c	0,65 a	474 b	0,63 a
POP 14	227 c	0,67 a	438 b	0,66 a
POP 16	219 c	0,78 a	513 a	0,69 a
POP 18	196 c	0,67 a	459 b	0,60 a
POP 19	288 a	0,73 a	590 a	0,65 a
MÉDIA	215	0,71	492	0,65

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% pelo teste de Scott & Knott (1974); *Médias estatisticamente diferentes da média geral, pelo teste t, a 5%.

O índice de Fischer é utilizado para realizar seleções simultâneas em ambientes de baixo e alto nitrogênio Fischer et al., (1983). Segundo a metodologia



de eficiência de uso de nitrogênio proposto por Fischer et al., (1983), não foi possível identificar as populações estatisticamente mais eficientes (Tabela 4), para rendimento de óleo e proteína. O índice para rendimento de óleo a POP 16 (0,78), apresentou-se 109,9% mais eficiente que a média deste índice (0,71). As populações POP 8 (0,75), POP 11 (0,77), POP 19 (0,73), POP 3 (0,70), POP 9 (0,68), POP 12 (0,69), POP 13 (0,65), POP 14 (0,67) e POP 18 (0,67), não apresentando diferença entre as demais populações com relação ao índice de Fischer et al. (1983).

O índice para rendimento de proteína (Tabela 4), em que todas as médias fazem parte do mesmo grupo, as populações POP 8 (0,73), POP 11 (0,69), POP 16 (0,69) e POP 19 (0,65) foram, respectivamente, mais eficientes que a média (0,65), podendo ser consideradas populações eficientes no uso de nitrogênio disponível no solo. Para Cancellier et al. (2011), pode-se obter novas cultivares a partir destas populações, visando o desenvolvimento de genótipos com maior eficiência de uso de nitrogênio para ambientes com e sem estresses do nutriente.

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (Tabela 5), para a característica rendimento de óleo (acima da diagonal), apresentaram uma elevada magnitude (12,68 a 724,43). Para a característica rendimento de proteína (abaixo da diagonal), apresentaram uma elevada magnitude (3,01 a 259,25), indicando a presença de variabilidade genética entre as populações.

Tabela 5 – Dissimilaridade entre populações de milho em relação a características rendimento de óleo (acima da diagonal) e rendimento de proteína (abaixo da diagonal), com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2).

POPUL.	POP 3	POP 8	POP 9	POP 11	POP 12	POP13	POP 14	POP 16	POP 18	POP 19
--------	-------	-------	-------	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

POP 3		127,45	162,06	39,26	69,80	296,52	166,78	98,04	56,58	724,43
POP 8	55,97		36,54	57,59	22,29	329,71	41,54	27,56	135,94	273,63
POP 9	45,99	29,90		76,78	34,31	316,81	35,13	35,60	163,03	265,24
POP 11	52,46	88,26	145,75		14,57	374,28	111,15	71,41	123,73	542,29
POP 12	35,94	131,75	143,50	26,55		298,39	47,41	29,07	108,40	384,24
POP 13	125,93	153,81	180,22	124,86	179,38		171,46	175,76	112,87	540,29
POP 14	34,40	80,45	122,80	3,01	21,29	100,79		12,68	107,13	212,41
POP 16	24,93	12,69	38,86	41,24	71,73	100,15	32,21		58,27	299,28
POP 18	27,93	119,34	88,67	104,59	82,76	76,87	72,28	69,98		573,08
POP 19	124,63	49,28	72,85	130,59	166,22	259,25	133,53	63,49	230,67	

Para a característica rendimento de óleo acima da diagonal, a combinação entre POP 3 e POP 19 foi a mais divergente ($D^2 = 724,43$), seguida pelas combinações POP 18 e POP 19 ($D^2 = 573,08$) e os pares POP 11 e POP 19 ($D^2 = 542,24$) e POP 13 e POP 19 ($D^2 = 540,29$) (Tabela 5). A menor distância foi obtida entre as populações POP 14 e POP 16 ($D^2 = 12,68$), seguido pelos pares POP 11 e POP 12 ($D^2 = 14,57$) e POP 8 e POP 12 ($D^2 = 22,29$). Ressalta-se que entre as maiores distâncias encontradas, a população POP 19 está presente na grande maioria das combinações.

Para a característica rendimento de proteína baixo da diagonal, a combinação entre POP 19 e POP 13 foi a mais divergente ($D^2 = 259,25$), seguida pelas combinações POP 18 e POP 19 ($D^2 = 230,67$) e os pares POP 13 e POP 9 ($D^2 = 180,22$) e POP 13 e POP 12 ($D^2 = 179,38$) (Tabela 5). A menor distância foi obtida entre as populações POP 14 e POP 11 ($D^2 = 3,01$), seguido pelos pares POP 16 e POP 8 ($D^2 = 12,69$) e POP 14 e POP 12 ($D^2 = 21,29$). Ressalta-se que entre as maiores distâncias encontradas, a população POP 13 está presente na grande maioria das combinações.

As combinações com menores distâncias sejam para rendimento de óleo acima da diagonal ou proteína baixo da diagonal (Tabela 5), podem ter sido oriundas da similaridade genética entre os progenitores, uma vez que as mesmas são oriundas de programas de melhoramento da mesma empresa de pesquisa.

A análise da distância genética pode auxiliar na escolha dos genitores para futuros cruzamentos, possibilitando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros em futuros estudos (CRUZ et al., 2004). Contudo, apesar das distâncias terem alta representatividade, as análises de agrupamento tornam-se fundamentais



para a escolha dos progenitores, pois os novos híbridos a serem estabelecidos devem ser baseados nas dissimilaridades observadas.

A variabilidade genética de uma população depende da divergência genética e dos pais envolvidos no cruzamento. Porém, se o objetivo do programa é aumentar a produtividade, deve-se escolher, para cruzamentos, acessos de performance satisfatória que foram mais divergentes entre si ou que complementem alguma característica de um dos genitores. Os acessos para a característica rendimento de proteína abaixo da diagonal, a combinação entre POP 19 e POP 13 foram os que se mostraram mais divergente ($D^2 = 259,25$), segundo a distância generalizada de Mahalanobis, fato confirmado com o resultado do agrupamento de Tocher (Tabela 6), que separou esses dois acessos em grupos distintos.

A análise de agrupamento pelo Método de Tocher resultou na formação de três grupos (Tabela 6). Para rendimento de óleo, o grupo I foi representado por quatro populações (POP 3, POP 9, POP 12 e POP 19), o grupo II por cinco populações (POP 8, POP 11, POP 16, POP 14 e POP 13) e o grupo III apenas pela população POP 18. Para rendimento de proteína, o grupo I foi representado por seis populações (POP 11, POP 14, POP 12, POP 3, POP 16 e POP 18), o grupo II por três populações (POP 8, POP 9 e POP 19) e o grupo III apenas pela população POP 13. Segundo Cruz et al. (2004) grupos formados por apenas um indivíduo apontam na direção de que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais.

A utilização das populações de grupos diferentes como genitores, pode reduzir os cruzamentos a serem feitos e aumentar as chances de sucesso (CRUZ et al., 2004). No entanto é preciso selecionar populações superiores, pois a utilização de somente populações contrastantes não é garantia de sucesso (CARVALHO et al., 2007).

Tabela 6 – Agrupamento pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis de 10 populações de milho, considerando o teor de óleo e proteína nos quatro ensaios.

Grupos	Teor de óleo	% de acessos	Teor de proteína	% de acessos
I	POP 3, POP 9, POP 12 e POP 19	40	POP 11, POP 14, POP 12, POP 3, POP 16 e POP 18	60



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

II	POP 8, POP 11, POP 16, POP 14 e POP 13	50	POP 8, POP 9 e POP 19	30
III	POP 18	10	POP 13	10
Total	10	100	10	100

Em programa de melhoramento genético de plantas com ênfase na obtenção de híbridos, é importante na escolha de genitores para extração de linhagens, que sejam complementares para o maior número possível de características de importância agrônômica. A dissimilaridade intergrupos (Tabela 7), obtida também pelo método de otimização de Tocher, permite distinguir entre os grupos formados, quais são mais divergentes geneticamente.

As maiores distâncias médias intergrupos para rendimento de óleo abaixo da diagonal (Tabela 7), foram observadas entre os grupos III e II (540,29) e entre os grupos III e I (409,33). Por sua vez, rendimento de proteína acima da diagonal, os grupos II e III (197,76) e entre os grupos I e III (118,00). O grupo I, com o maior número de populações, apresentou maior distância média intergrupos em relação ao grupo III (409,33), rendimento de proteína, favorecendo a formação de dois grupos heteróticos contrastantes.

Em contrapartida, a distância média intergrupos envolvendo os grupos I e II (259,48) rendimento de óleo, reforçam o fato destes híbridos terem sido alocados no mesmo grupo.

Tabela 7 – Distâncias médias intergrupos estimadas pelo método de Otimização de Tocher, envolvendo 10 populações de milho para rendimento de óleo (abaixo da diagonal) e rendimento proteína (acima da diagonal).

Grupos	I	II	III
I		106,84 (%P)	118,00 (%P)
II	259,48 (%O)		197,76 (%P)
III	409,33(%O)	540,29 (%O)	



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

5. CONCLUSÃO

1. Foi observada variabilidade genética entre as populações para as características estudadas.
2. A variabilidade genética permitiu a identificação de populações dissimilares e com média elevada para as características rendimento de óleo (POP 19) e proteína (POP 8, POP 9, POP 16 e POP 19), resultando na formação de 3 grupos;
3. As hibridações POP 3 x POP 19, POP 18 x POP 19, POP 11 x POP 19 e POP 13 x POP 19, são promissoras para obtenção de populações segregantes para rendimento de óleo.
4. As hibridações POP 19 x POP 13, POP 18 x POP 19, POP 13 x POP 9 e POP 13 x POP 12, são promissoras para obtenção de populações segregantes para rendimento de proteína.
5. As hibridações POP 18 x POP 19 e POP 13 x POP 19, são promissoras para obtenção de populações segregantes para rendimento de óleo e proteína.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO. **Milho – Brasil: estimativa de consumo por segmento**. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatistica4.htm>>. Acesso em: 01 set. 2014.

BARBOSA, V. S.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRRRI, F. S.; SIQUEIRA, G. B. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. **Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p.742-749, 2011.

BISSANI, C. A. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**, Porto Alegre: Gráfica Metrópole, 2 ed., 2008.

BORÉM, A; RIOS, S. A. **Milho biofortificação**. Visconde do Rio Branco: Suprema, MG, 2011.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

CANCELLIER, L. L.; AFFÉRRRI, F. S.; CARVALHO, E. V.; DOTTO, M. A.; LEÃO, F. F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.01, p.139-148, 2011.

CARVALHO, H. W. L.; SOUZA, E. M. Ciclos de seleção de progênies de meios-irmãos do milho BR 5011 Sertanejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 803-809, 2007.

CASTIGLIONI, V. B. R.; ALVES, R. T.; URCHEI, M. A.; FRÓES, G. R. Soja: um sucesso brasileiro. **Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil, 2005**. Londrina. Embrapa Soja. 2004. 239 p.

Compania Nacional do Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos: Safra 2013/14, Oitavo Levantamento**. 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_08_10_11_00_boletim_graos_maio_2014.pdf>. Acesso em: 12 set. 2014.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



COSTA, A. F. S. **Influência das condições climáticas no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), avaliadas em diferentes épocas de plantio.** Viçosa, 1994. 109p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa.

CRUZ C. D. Programa Genes: **Aplicativo computacional em genética e estatística.** Versão Windows, Viçosa, UFV. 2007.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 3. ed. Viçosa: UFV. 2004. 279 p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Milho – Cultivares para 2009/2010.** Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acessado em: 11 set. 2012.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1029-1034, 2007.

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

FAOSTAT AGRICULTURE. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 11 set. 2012.

FERRÃO, M. A. G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C. D.; CARDOSO, A. A. Genetic divergence on common bean under tropical winter conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.371, p.1089-1098, 2002.

FISCHER, K. S.; JOHNSON, E. C.; EDMEDS, G. O. **Breeding and selection for drought in tropical maize.** Mexico: CIMMYT. 1983.

FREEMAN, J. E. Quality factors affecting value of corn for wet milling, **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v.16, n.4, p.671, 1973.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Curso produção de milho em pequenas propriedades**. Viçosa, MG, CPT, 2011. 300 p.

GERAGE, A. G.; BIANCO, R.; NAZARENO, N. R. X.; GOMES, J.; OLIVEIRA, E. L.; KARAZAVA, M. **Avaliação estadual de cultivares de milho**. Londrina: IAPAR, 1984. 31p. (Informe de Pesquisa, 55).

HALLAUER, A. R. MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames; Iowa State University Press, 1981. 468 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Sistema de Recuperação Automática. **Tabela 2397 – aquisição alimentar domiciliar per capita anual por classes de rendimento monetário e não monetário mensal e grupos, subgrupos e produtos**. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=22&i=P&c=2397>>.

Acesso em: 11 set. 2012.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Monitoramento das Estações Automáticas, Gurupi e Palmas – TO, Dados. 2010/20011**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>. Acesso em: 12 set. 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. IAL São Paulo. São Paulo: IAL v.1. ed IV.; 2005. 317 p.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.1, p.39-46, 2005.

LANGE, A. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura da soja em sistema semeadura direta no cerrado**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências – área de Energia Nuclear na Agricultura) – Universidade De São Paulo – Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba, 2006.

MAJEROWICZ, N.; PEREIRA, J. M. S.; MEDICI, L. O.; BISON, O.; PEREIRA, M. B.; SANTOS JÚNIOR, U. M. Estudo da eficiência de uso do nitrogênio em variedades



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



locais e melhoradas de milho. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.2, p.129-136, 2002.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular técnica 75:** Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. 2006.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. **In:** PARTENIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (eds.). Melhoramento e produção de milho. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 275-340, 1987.

NOLDIN, J. A. **Rendimento de grãos, componentes de rendimento e outras características de planta de três cultivares de milho em duas épocas de semeadura.** Porto Alegre, 1985. 134p. Tese (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OKUMURA, Ricardo Shigueru; MARIANO, Daiane de Cinque; ZACCHEO, Paulo Vicente Contador. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.226-244, 2011.

PELUZIO, J. M., FIDELIS, R. R., ALMEIDA JUNIOR, D., BARBOSA, V. S., RICHTER, H. M., AFERRI, F. S. Desempenho de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura, no sul do Estado de Tocantins. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.22, n.2, p.69-74, 2006.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação / Editores. – Viçosa, MG, 1999.

ROESCH, L. F.; CAMARGO, F. O.; SELBACH, P. A. & SÁ, E. S. Reinoculação de bactérias diazotróficas aumentando o crescimento de plantas de trigo. **Ciência Rural**, v.35, p.1201-1204, 2005.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



SANGOI, L. ALMEIDA, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Base morfológica para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, v.61, n.2, p.101-110, 2002.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.683-686, 1995.

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

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUZA, A. R. R.; MIRANDA, G. V.; PEREIRA, M. G.; SOUZA, L. V.; FERREIRA, P. L. Agronomic performance of white maize landrace in different environmental conditions. **Revista Ceres**, v.55, n.06, p.497-503, 2008.

SOUZA, F. R. S. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras, 64p. 1989.