



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

NAIRA CUARELI DE MOURA

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES OLEAGINOSAS DE INVERNO
EM DIFERENTES REGIÕES FISIAGRÁFICAS DO PARANÁ
PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

NAIRA CUARELI DE MOURA

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES OLEAGINOSAS DE INVERNO
EM DIFERENTES REGIÕES FISIAGRÁFICAS DO PARANÁ
PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Bioenergia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título Mestre em Bioenergia.

Orientadora: Profa Dra. Maria de Fátima Guimarães

Londrina
2012

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M929a Moura, Naira Cuareli de.

Avaliação de espécies oleaginosas de inverno em diferentes regiões
fisiográficas do Paraná para produção de biodiesel / Naira Cuareli de
Moura. – Londrina, 2012. 62 f. : Il.

Orientador: Maria de Fátima Guimarães
Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em
Bioenergia, 2012.

Inclui bibliografia

1. Plantas oleaginosas – Plantio – Teses. 2. Biodiesel – Teses. 3. Cultivos
agrícolas de inverno – Teses. 4. Rotação de cultivos – Teses. 5. Plantas
oleaginosas na produção de biodiesel – Teses I. Guimarães, Maria de Fátima.
II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa
de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Universidade Estadual de Maringá. IV.
Universidade Estadual de Ponta Grossa. V. Universidade Estadual do Centro
Oeste. VI. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. VII. Universidade
Federal do Paraná. VIII. Título.

CDU 665.3

NAIRA CUARELI DE MOURA

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES OLEAGINOSAS DE INVERNO EM
DIFERENTES REGIÕES FISIAGRÁFICAS DO PARANÁ PARA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Bioenergia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título Mestre em Bioenergia.

Orientadora: Profa Dra. Maria de Fátima
Guimarães

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria de Fátima Guimarães
UEL – Londrina – PR

Dr. Pedro Mário de Araújo
IAPAR – Londrina – PR

Prof.Dr. Cássio Egídio Cavenaghi Prete
UEL – Londrina – PR

Londrina, 15 fevereiro de 2012

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho deve-se a ajuda de muitas pessoas, as quais expresso a minha gratidão:

À Profa. Dra. Maria de Fátima Guimarães pela orientação, amizade e apoio representada na Universidade Estadual de Londrina- Uel.

Ao Dr. Pedro Mário de Araújo, pelos conhecimentos compartilhados, pelo harmonioso convívio, pela compreensão e pela amizade.

Aos demais pesquisadores, técnicos e estagiários da Área de Melhoramento e Genética Vegetal do Iapar, pela amizade e pelos conhecimentos compartilhados.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná - Iapar, pela oportunidade e pela estrutura.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo durante o desenvolvimento do trabalho.

A meus pais Adriana Aparecida Degan Cuareli e Nilmar Carlos de Moura e meu irmão, Lucas Cuareli de Moura, que sempre me apoiaram, e que fazem parte e estão presentes em todas as minhas conquistas.

Enfim, a todos de que alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

MOURA, Naira Cuareli de. **Avaliação de espécies oleaginosas de inverno em diferentes regiões fisiográficas do Paraná para a produção de biodiesel.** Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

RESUMO

O Paraná se destaca como um dos grandes produtores de soja e milho, porém, no inverno boa parte da área ocupada, principalmente nas regiões com clima mais ameno do estado, permanece ociosa. Com o objetivo de se avaliar o potencial de espécies adaptadas a essa condição de clima, o presente trabalho que faz parte do Projeto "Viabilização de matérias primas vegetais para produção e uso de biodiesel no Paraná", integrante do Programa de Agroenergia do IAPAR, (Instituto Agrônômico do Paraná), foi conduzido nas safras de outono/inverno de 2007, 2008 e 2009 um experimento com quatro espécies de oleaginosas de inverno: Canola(*Brassica napus L*), Crambe (*Crambe abyssinica*), Cartamo (*Carthamus tinctorius L*), e Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus L*). Os ensaios foram conduzidos em oito regiões fisiográficas do estado do Paraná. Os atributos estudados foram: produção de grãos, teor de óleo e ciclo das cultivares. Os dados indicam que praticamente todas as espécies apresentam potencial para a produção de óleo quando cultivadas na safra de outono/inverno. No entanto, todas apresentam alguma restrição quanto ao ciclo, produção de grãos, manejo e colheita, ou disponibilidade de sementes. Isto é um indicativo de que a pesquisa tem muito a contribuir para que esses ajustes sejam realizados para que essas alternativas se tornem uma opção rentável para o agricultor e também mantendo o fluxo de matéria prima para a indústria de óleo.

Palavras- chave: Canola. Crambe. Cártamo. Nabo-forrageiro. Rotação de culturas. Alternativas de inverno.

MOURA, Naira Cuareli de. **Evaluation of oilseed cultivars at different times and places in the state of Paraná for the production of biodiesel.** (Master's Degree Dissertation) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

ABSTRACT

The Paraná stands as a major producer of soybeans and corn, but in winter most of the occupied area, especially in regions with warmer climate of the state, remains idle. In order to evaluate the potential of species adapted to this condition of climate, the present study is part of the project "Feasibility of raw materials for vegetable production and use of biodiesel in Paraná", part of program Agroenergy IAPAR (Agronomic Institute of Paraná), was conducted during the harvest of autumn/ winter 2007, 2008 and 2009 an experiment species of winter oilseeds: canola (*Brassica napus L*), Crambe (*Crambe abyssinica*), Safflower (*Carthamus tinctorius L*) and wild radish (*Raphanus sativus L*). The tests were conducted in eight geographical regions of state of Paraná. The attributes studied were: grain yield, oil content and cycle of cultivars. The data indicate that virtually all species have potential for oil production when grown in the harvest of autumn / winter. However, all have some restriction on the cycle, grain production management and harvesting, or availability of seeds. This is an indication that the research has much to contribute to these adjustments to be made for these alternatives become a profitable option for the farmer and also maintaining the flow of raw material for the oil industry.

Keywords: Canola. Crambe. Safflower. Forage turnip. Croprotation. Alternative winter.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Gráfico das médias de precipitação (mm), para os meses de março à setembro, nos anos agrícolas de 2007, 2008 e 200928

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Cultivares avaliadas nos anos agrícolas de 2007, 2008 e 2009.....	27
Tabela 3.2 – Altitude (m) e granulometria dos solos dos locais de avaliações (Kg/g).....	28
Tabela 3.3 – Análise de variância individual e esperança dos quadrados médios, considerando-se um único local	29
Tabela 3.4 – Modelo estatístico, para análise conjunta, segundo modelo misto, onde o tratamento é fixo e local aleatório	30
Tabela 4.1 – Médias de produção para massa de grão em Kg/ha dos genótipos safra 2007, 2008 e 2009	31
Tabela 4.2 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável produção de grãos safra 2007	35
Tabela 4.3 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável produção de grãos safra 2008	35
Tabela 4.4 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável produção de grãos safra 2009	36
Tabela 4.5 – Quadrados médios da análise conjunta para a variável Massa de grãos (MG) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Campo Mourão, Guarapuava, Cascavel e Cambará, safra 2007	38
Tabela 4.6 – Quadrados médios da análise conjunta para a variável massa de grãos(MG) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Campo Mourão, Guarapuava, Palotina, Cascavel e Cambará, safra 2008.....	38
Tabela 4.7 – Quadrados médios da análise conjunta para a variável massa de grãos(MG) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Campo Mourão, Guarapuava, Palotina, Cascavel e Cambará, safra 2009.....	39
Tabela 4.8 – Quadrados médios da análise conjunta entre os anos agrícolas 2007, 2008 e 2009 para a variável massa de grãos (MG).....	40

Tabela 4.9	–	Teste de Scott-knott para produção de grãos, levando em consideração o desdobramento Local X Ano, safra 2007	43
Tabela 4.10	–	Teste de Scott-knott para produção de grãos, levando em consideração o desdobramento Local X Ano, safra 2008	43
Tabela 4.11	–	Teste de Scott-knott para produção de grãos, levando em consideração o desdobramento Local X Ano, safra 2009	44
Tabelas 4.12	–	Médias de produção de extrato etéreo dos genótipos avaliados em Kg/ha, safra 2007	46
Tabelas 4.13	–	Médias de produção de extrato etéreo dos genótipos avaliados em Kg/ha, safra 2009	46
Tabela 4.14	–	Quadrados médios da análise de variância individual para a variável extrato etéreo (EE) safra 2007	50
Tabela 4.15	–	Quadrados médios da análise de variância individual para a variável Matéria Seca (MS), safra 2007	51
Tabela 4.16	–	Quadrados médios da análise de variância individual para a variável extrato etéreo (EE) safra 2009	52
Tabela 4.17	–	Quadrados médios da análise de variância individual para a variável matéria seca (MS), safra 2009	52
Tabela 4.18	–	Quadrados médios da análise conjunta para a variável extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Guarapuava, Palotina, safra 2007	53
Tabela 4.19	–	Quadrados médios da análise conjunta para a variável extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Guarapuava, Palotina, safra 2009	54
Tabela 4.20	–	Quadrados médios da análise conjunta entre os anos agrícolas 2007, 2008 e 2009 para a variável extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS)	55
Tabela 4.21	–	Teste de Scott-knott para médias de produção de matéria seca (MS), em quatro locais de avaliação, safra 2007 e 2009 ...	57
Tabela 4.22	–	Teste de Scott-knott para médias de extrato etéreo (EE), em quatro locais de avaliação, safra 2007 e 2009	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 BIODIESEL: DEFINIÇÃO	14
2.2 BIODIESEL NO BRASIL	15
2.3 CULTURAS COM POTENCIAL PARA UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	16
2.4 OPÇÕES DE CULTIVO DE INVERNO	17
2.4.1 Canola (<i>Brassica napus L</i>)	17
2.4.2 Nabo Forrageiro(<i>Raphanus sativus L</i>).....	19
2.4.3 Crambe (<i>Crambe abyssinica</i>).....	20
2.4.4 Cártamo (<i>Carthamus tinctorius L</i>)	21
2.5 PRINCIPAIS MATÉRIAS PRIMAS DE BIODIESEL ATUALMENTE.....	22
2.6 Co - PRODUTOS GERADOS NA CADEIA DO BIODIESEL.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 IMPLANTAÇÃO DOS ENSAIOS	26
3.2 DETERMINAÇÃO DO EXTRATO ETÉREO	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 PRODUÇÃO DE GRÃOS: CANOLA, CRAMBE, CÁRTAMO E NABO - FORRAGEIRO, EM OITO REGIÕES FISIográfICAS DO PARANÁ	31
4.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	33
4.2.1 Análise de Variância Individual por Local	33
4.2.2 Análise de Variância Conjunta Dentro dos Anos.....	37
4.2.3 Análise de Variância Conjunta entre os Anos	40
4.2.4 Teste de Scott-Knott.....	41
4.3 PRODUÇÃO DE GRÃOS E EXTRATO ETÉREO EM QUATRO LOCAIS DO PARANÁ: LONDRINA, GUARAPUAVA SANTA HELENA E PATO BRANCO	45
4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	50
4.4.1 Análise de Variância Individual por Local	50
4.4.2 Análise de Variância Conjunta Dentro dos Anos.....	52
4.4.3 Análise de Variância Conjunta entre os Anos	54

4.4.4 Teste de Scott-Knott.....	55
5 CONCLUSÕES	59
6 REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Biodiesel é uma denominação genérica para combustíveis biodegradáveis derivados de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação. Pode ser produzido a partir de gorduras animais ou de óleos vegetais, existindo dezenas de espécies vegetais no Brasil que podem ser utilizadas, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso, soja, dentre outras.

Pode substituir total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclodiesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc). Pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções. A mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo é chamada de B2 e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100.

A transesterificação é o processo mais utilizado atualmente para a produção de biodiesel. Consiste em uma reação química dos óleos vegetais ou gorduras animais com o álcool comum (etanol) ou o metanol, estimulada por um catalisador, da qual também se extrai a glicerina, produto com aplicações diversas na indústria química. Além da glicerina, a cadeia produtiva do biodiesel gera uma série de outros co-produtos (torta, farelo etc.), que podem agregar valor e se constituir em outras fontes de renda importantes para os produtores.

O Brasil pela sua imensa extensão territorial associada às condições edafo-climáticas é considerado um país privilegiado para a produção de biomassa para fins alimentares, químicos e energéticos. Estudos divulgados pelo órgão encarregado da implementação do biodiesel nos Estados Unidos afirmam que o Brasil tem condições de liderar a produção mundial, promovendo a substituição de pelo menos 60% do óleo diesel consumido no mundo.

A emissão de gases poluentes na atmosfera é outra questão que pode ser abordada, quando a discussão é a fonte de energias renováveis. Se comparado com o óleo derivado do petróleo, o biodiesel pode reduzir muito as emissões líquidas de gás carbônico, principal causador do efeito estufa, sem contar que ele permite também a redução de emissão de fumaça, conseqüentemente diminui o teor de óxido de enxofre.

Atualmente no Brasil a soja tem sido a principal oleaginosa utilizada para a produção de biodiesel. Sendo esta uma cultura de verão, faz-se necessário a identificação de culturas de inverno também produtoras de óleo, o que permitiria o melhor uso do solo pelo agricultor e a manutenção do fluxo de matéria prima para a produção de biodiesel. Considerando-se os estados da região sul do Brasil, serão estudadas com maior ênfase as culturas de Canola (*Brassica napus L*), Crambe (*Crambe abyssinica*), Cártamo (*Carthamus tinctorius L*), e Nabo-Forageiro (*Raphanus sativus L*).

Considerando essas evidências, e que as matérias primas e os processos para a produção de biodiesel dependem da região considerada, o nabo forrageiro vem despertando interesse em virtude de sua rusticidade e boa adaptabilidade em climas distintos, aliado ao seu menor custo de produção. Já a canola é uma oleaginosa conhecida e muito utilizada na produção de óleos nobres principalmente na Europa. Ela servirá principalmente de parâmetro para comparação dos resultados obtidos com outras culturas oleaginosas de inverno.

Introduzido no Brasil na década de '80 como fonte de matéria orgânica para cobertura do solo e alimentação animal, o nabo forrageiro se tornou uma das principais espécies para a utilização como adubo verde. Segundo Derpsch e Calegari (1992), o nabo forrageiro é uma das mais antigas espécies anuais utilizadas como fonte de óleo. É cultivada principalmente na Ásia Oriental e em países europeus como Romênia e Espanha. Diante desse fato o Brasil vislumbra a possibilidade do uso do nabo-forrageiro como alternativa para a produção de biodiesel, obtido a partir do óleo contido no grão dessa espécie.

A canola é do gênero *Brassica*, cujos grãos possuem de 40 a 46% de óleo. No Brasil se cultiva apenas canola de primavera, da espécie *Brassica napus L*. variedade oleífera que foi desenvolvida por melhoramento genético convencional da colza. É uma alternativa para a diversificação e geração de renda no inverno, nos sistemas de rotação de culturas das regiões tritícolas da região sul do Brasil (TOMM, 2000).

Crambe (*Crambe abyssinica*- planta da família das Brassicaceae) surge como planta com grande potencial para a produção de matéria-prima para biodiesel. Tem como vantagem, o ciclo, pois floresce aos 35 dias e pode ser colhida aos 85/90 dias, com maturação uniforme. Assim, a cultura pode se inserir em um

período em que a terra está ociosa, ou também pode ser mais compatível com o plantio posterior da safra de verão que é a cultura principal do produtor.

Com relação ao cártamo, há registros de seu cultivo na Ásia, antes da era Cristã. Atualmente, o cultivo do cártamo é mais difundido na China, Egito, Estados Unidos, Índia e no México. As sementes desta espécie possuem elevados teores de óleo (35 a 40%) de ótima qualidade, tanto para consumo humano, como para uso industrial (GIAYETTO et al,1999). Estudos demonstraram que a composição química do óleo da semente de cártamo possui grande concentração de ácidos graxos insaturados. Apresenta altos teores de ácidos linoléicos (70 a 75%) e oléicos (20%) (VIVAS, 2002), tornando a oleaginosa muito indicada para a produção de biodiesel.

O objetivo específico deste trabalho foi avaliar quatro espécies de plantas oleaginosas visando obter informações quanto ao seu desempenho agrônômico e produção de óleo para as viabilizações de matérias primas vegetais para produção e uso de biodiesel, nas condições de cultivo de outono inverno no estado do Paraná em três anos agrícolas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BIODIESEL: DEFINIÇÃO

Biodiesel por definição é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento a esterificação ou pela transesterificação. Pode ser produzido a partir de gorduras animais ou de óleos vegetais existindo dezenas de espécies vegetais no Brasil que podem ser utilizadas, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras (SEBRAE, 2007). Outra alternativa encontrada em todo território é através da reutilização de óleos e gorduras vegetais residuais (OGR) de processos de fritura de alimentos na medida em que aproveita o óleo vegetal como combustível após a sua utilização na cadeia alimentar, resultando assim num segundo uso, ou mesmo numa destinação alternativa a um resíduo da produção de alimentos (ALMEIDA NETO *apud* ANGGRAIN, 2007).

Os óleos vegetais podem ser encontrados nas sementes das plantas e em algumas polpas de frutos. Os óleos vegetais são constituídos principalmente de glicerídeos, contendo outros lipídeos em pequenas quantidades. Os ácidos graxos que esterificam o glicerol apresentam, muitas vezes, cadeias alifáticas saturadas, mas, freqüentemente, cadeias insaturadas estão presentes. As diferenças funcionais entre os ácidos graxos constituintes dos óleos vegetais determinam as diferenças entre certas propriedades destes óleos tais como: ponto de fusão, calor e pesos específicos, viscosidade, solubilidade, reatividade química e estabilidade térmica (ARAÚJO, et al, 2005).

A definição técnica é: Combustível composto de mono-alkilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais e designados B100. Para que se possa entender essa definição, as misturas entre o biodiesel e o diesel mineral é conhecida pela letra B, o número que corresponde a quantidade de biodiesel na mistura. Hoje, 2012, nos postos em todo o Brasil é vendido o biodiesel B5. Mundialmente passou-se a adotar uma nomenclatura bastante apropriada para identificar a concentração do Biodiesel na mistura. É o Biodiesel BXX, onde XX é a percentagem em volume do Biodiesel à mistura. Por exemplo, o B2, B5, B20 e B100 são combustíveis com uma

concentração de 2%, 5%, 20% e 100% de Biodiesel, respectivamente (BIODIESEL 2003).

A produção de biodiesel no Brasil encontra-se alicerçada em culturas anuais, principalmente de ciclo primavera/verão, faltando alternativas para o outono/inverno que permita dar continuidade à produção de biodiesel, além de realizar rotação de cultura. Para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de rotação de culturas deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas quer em condição solteira, quer em consórcio com culturas comerciais (EMBRAPA SOJA, 2008).

2.2 BIODIESEL NO BRASIL

De acordo com OLIVEIRA & COSTA (2005), a implantação de um programa energético com biodiesel abre oportunidades para grandes benefícios sociais decorrentes do alto índice de geração de empregos por capital investido, culminando com a valorização do campo e a promoção do trabalhador rural, além das demandas por mão de obra qualificada para o processamento e, em muitos casos, beneficiamento do óleo vegetal.

A perspectiva do Brasil de se consolidar como o principal supridor mundial de combustíveis renováveis de elevado conteúdo energético, é viável graças à sua dimensão continental localizada numa área tropical, e por possuir abundantes recursos hídricos (22 a 24% da água doce do planeta), além de imensas áreas não ocupadas. A introdução do biodiesel no mercado representará uma nova dinâmica para a agroindústria, com conseqüente efeito multiplicador em outros segmentos da economia, envolvendo óleos vegetais. O Brasil já dispõe de conhecimento tecnológico suficiente para iniciar e impulsionar a produção de biodiesel em escala comercial, embora deva continuar avançando nas pesquisas e testes sobre esse combustível, como, aliás, se deve avançar em todas as áreas tecnológicas, de forma a ampliar a competitividade do produto (CHIARANDA et al, 2005).

2.3 CULTURAS COM POTENCIAL PARA UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL.

As práticas agrícolas adotadas no cultivo das espécies produtoras de biodiesel são aspectos determinantes das eficiências econômica e energética do processo de obtenção de biodiesel. Devido à diversidade climática e à grande extensão territorial, nove culturas são indicadas para a extração de biodiesel no país, são elas: Dendê, Côco, Babaçu, Girassol, Canola, Amendoim, Soja e Algodão, são essas as espécies consideradas potenciais pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

As espécies com maior potencial produtivo são o dendê e o côco, que ainda têm a vantagem de serem culturas perenes e com colheita contínua durante o ano. Isso diminui os dispêndios energéticos e financeiros para a produção dessas espécies e evita a sazonalidade do fornecimento de matéria-prima, um bônus imenso em relação aos cultivos anuais. Nos estados das regiões Central e Sul do país, as culturas anuais são as mais recomendadas. Das nove culturas, quatro são adaptadas para cultivo no Estado do Rio Grande do Sul: mamona (*Ricinus communis* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill), canola (*Brassica napus* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.).

A adoção de práticas de manejo adequadas, como escolha de cultivares, época de semeadura e adaptação dos sistemas de rotação de culturas, podem amenizar a desvantagem das culturas anuais. Nas décadas de 80 e 90, a cultura do girassol foi amplamente estudada como alternativa para a produção de óleo comestível e para alimentação animal no estado do Rio Grande do Sul, tendo havido expansão de área de cultivo. Diversos estudos foram conduzidos (SILVA, 1981; SILVA, 1985; SILVA, 1988; SILVA, et al., 1992; SILVA & ROCHA, 1994; SILVA & ALMEIDA, 1994; SILVA et al., 1995; SILVA et al., 1997), sendo obtidos resultados que comprovam a aptidão do Estado para a produção de girassol e a integração da cultura em sistemas de rotação com milho, soja e cereais de inverno. SILVA & MUNDSTOK (1988) concluíram que o teor de óleo em grãos de cultivares de girassol varia de 38 a 47%. Em experimento com épocas de semeadura, foi observado que uma mesma cultivar pode variar o teor de óleo de 42 a 36%, diminuindo com o atraso da época de semeadura de agosto-setembro para dezembro.

Dessa forma, a época mais favorável para a semeadura do girassol para um agricultor que deseja produzir biodiesel é nos meses de agosto e setembro. Com ciclo curto, de aproximadamente 100 dias, é uma ótima alternativa para

participar no sistema de rotação de culturas, possibilitando a semeadura do milho ou da soja após sua colheita. É também uma boa opção para regiões onde o déficit hídrico é um problema, por ser uma espécie com boa tolerância.

2.4 OPÇÕES DE CULTIVO DE INVERNO

No Brasil, a principal matéria prima para a produção de óleo é a soja, responsável por mais de 70% do biodiesel produzido no país (Brasil, 2009). Nesse sentido, há uma busca por novas oleaginosas que produzam óleos não comestíveis, para a produção de biodiesel dentro das normas internacionais de qualidade. Culturas pouco conhecidas no Brasil, como o crambe (*Crambe abyssinica*) e ou conhecidas, mas não trabalhadas para a produção de óleo, como o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), despontam como alternativas interessantes para a produção de biodiesel (Wang et al., 2000).

2.4.1 Canola (*Brassica napus* L.)

A canola é uma oleaginosa de inverno desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, pertence à família das crucíferas e ao gênero brassica, e vem tendo sua área de produção ampliada pelo interesse na produção de proteínas e de óleo de qualidade (SOUZA et al., 2008) e que apresenta maior potencial de rendimento quando semeada em meados de abril, nas áreas relativamente quentes do noroeste do Rio Grande do Sul (TOMM, 2007).

Mais recentemente, a canola surge como uma alternativa de inverno para o Estado, onde atualmente apenas a aveia e o trigo têm expressão comercial. A quebra da sucessão de gramíneas no período do inverno com espécies de outras famílias, como a Brassicaceae, facilita o controle de pragas, doenças e plantas daninhas nos sistemas de produção. De ciclo curto, aproximadamente 120 dias, pode ser semeada no mês de maio, permitindo a semeadura de milho ou soja em sucessão. Apesar de trazer vantagens ao sistema agrícola, a produção de canola para uso como biodiesel pode ser considerada incoerente, por utilizar óleos nobres para alimentação humana, que são ricos em ácidos graxos poliinsaturados e benéficos e valorizados para a alimentação (TOMM, 2004).

Dentre as opções de cultivo de inverno a cultura da canola constitui uma lucrativa e vantajosa alternativa de cultivo de inverno no norte do Rio Grande do Sul. Os grãos de canola produzidos no Brasil possuem em torno de 24 a 27% de proteína e 34 a 40% de óleo. O óleo de canola é um dos mais saudáveis, pois possui elevada quantidade de Ômega-3 (reduz triglicerídios e controla arteriosclerose), vitamina E (antioxidante que reduz radicais livres), gorduras mono-insaturadas (reduzem LDL) e o menor teor de gordura saturada (controle do colesterol) de todos os óleos vegetais. Médicos e nutricionistas indicam o óleo de canola como o de melhor composição de ácidos graxos para as pessoas interessadas em dietas saudáveis (TOMM, 2004).

O farelo de canola é um excelente suplemento protéico na formulação de rações para bovinos, suínos, ovinos e aves (EMBRAPA TRIGO, 2005). No entanto a lavoura ainda tem custos elevados, exigindo cuidados especiais no cultivo. Requer solos úmidos, mas não tolera chuvas em excesso. Seu cultivo reduz a ocorrência de doenças, contribuindo para que o trigo semeado no inverno subsequente produza mais e tenha melhor qualidade e menor custo de produção.

As pesquisas sobre o cultivo e colheita estão sendo intensificadas para aumentar a confiabilidade dos agricultores, que a consideram arriscada. Rendimento de grãos superiores a 2.000 kg/ha, obtido por determinados agricultores e em parcelas experimentais evidenciam que o potencial de rendimento de canola nas condições do Sul do Brasil supera a produtividade média obtida no Rio Grande do Sul e no Paraná, entre 700 e 800 kg/ha em 2000 (TOMM, 2000). A canola tem sido muito usada em países da Europa, devido seu óleo apresentar excelente qualidade nutricional (CANOLA, 1992), e é a principal matéria prima para a produção de biodiesel. Na Alemanha, o óleo de canola é utilizado na produção de biodiesel, o qual é distribuído de forma pura, isento de qualquer mistura ou aditivação.

A área cultivada com Canola na safra 2009 é de 30.917 hectares, distribuídas em três estados da federação. A maior área foi no Rio Grande do Sul com 23.000 hectares; Mato Grosso do Sul com 1.850 hectares e Paraná com 6.067 hectares. O período de semeadura foi encerrado no mês de junho, prolongado pela estiagem ocorrida na época de semeadura, (CONAB, 2009).

A previsão de cultivo de área com canola 2011, safra 2011/12, é de 50.700 hectares, superando em 9,5% a área do cultivo anterior e produção de 76,5 mil toneladas. O maior aumento é verificado no Paraná, onde a área cultivada deve

crescer 58,5%. O Rio Grande do Sul poderá ter aumento em sua área plantada pela expansão da cultura em regiões não tradicionais. Uma redução significativa está prevista no Mato do Grosso do Sul, onde o cultivo deve ser de 1.500 hectares, 54,5% menor que na safra anterior. As lavouras até o momento tem desenvolvimento satisfatório, isto significa que o sucesso da produção está encaminhado, (CONAB, 2011).

2.4.2 Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus*)

Também como alternativa de cultura com potencial para produção de óleo se tem o nabo forrageiro (*Raphanus sativus L*), que tem uma produtividade mínima de 500 Kg de semente por hectare (TOMM ET AL., 2002) e apresenta teor de óleo da ordem de 40% a 54%, o que permite a sua produção por mera extração mecânica. É uma crucífera anual de inverno, com planta herbácea, ereta, ramificada e dotada de pelos ásperos (DERPSCH E CALEGARI, 1992). Possui elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e enxofre, o que a torna uma importante espécie para fazer esquemas de rotação de culturas. Pode ser cultivado em climas temperado, continental e tropical, é muito resistente a geadas tardias. Temperatura relativamente baixa durante o crescimento vegetativo favorece a floração, e conseqüentemente o rendimento dos grãos.

Caracteriza-se por possuir maior adaptabilidade do que as culturas da canola, mostarda e outras Brassicaceas. A cultura se adapta bem em solos arenosos, e solos de média fertilidade, porém corrigidos com calcário e fósforo (DERPSCH e CALEGARI,1992; CALEGARI et al.,1993).

O nabo-forrageiro apresenta crescimento inicial extremamente rápido, sendo que aos 60 dias promove a cobertura de 70% do solo, competindo com as invasoras desde o início (CALEGARI, 1990). Resistência a seca é outra característica descrita na literatura com rendimento de 3000 kg/ ha de matéria seca, quando ocorrido chuvas apenas nos primeiros 30 dias após a semeadura, no município de Londrina (DERPSCH; CALEGARI, 1992). Calegari (2001) cita que em anos de seca prolongada, como foi o caso da safra de 1999/2000, inúmeros relatos de produtores do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul informaram ganhos de rendimento de 20 a 50% aonde se conduzia o sistema de plantio direto com resteva de nabo forrageiro.

2.4.3 Crambe (*Crambe abyssinica* – Brassicaceae)

O crambe (*Crambe abyssinica* - Brassicaceae) é uma espécie oleaginosa recomendada para a produção de biodiesel. Apresenta boas possibilidades de cultivo na região centro-sul de Mato Grosso do Sul, sendo também cultivada na região norte/nordeste do Paraná e sul de São Paulo, onde apresenta tolerância à seca, principalmente a partir do seu desenvolvimento vegetativo e a temperaturas amenas, comportando-se como cultura de outono/inverno (Pitol, 2008).

A região centro-sul do estado de Mato Grosso do Sul possui um grande potencial para o estabelecimento de culturas destinadas à produção de biodiesel, dada à expressiva área agrícola ociosa no período de outono-inverno (Pitol, 2007). Além disso, a característica de rusticidade do crambe é uma premissa importante para a produção de sementes dessa cultura no estado. Essa espécie representa matéria-prima alternativa para compor a matriz de produção de óleo para biodiesel, sobretudo na região Centro-Oeste do Brasil.

Atualmente, na produção de biodiesel, empresas e órgãos estaduais e federais vêm priorizando busca por matérias-primas alternativas, contudo sempre avaliando os atributos destas sob aspectos agronômicos e tecnológicos, como: teor de óleo; produtividade; sistema produtivo; ciclo da cultura, etc. Considerando esses aspectos, acredita-se que o *Crambe*, por tratar-se de cultura de inverno, tem grande potencial para constituir-se em matéria-prima para biodiesel, além de atuar na rotação de cultura. Cultivada em maior escala no México e nos Estados Unidos para produção de óleo industrial, o cultivo iniciou-se no Brasil em 1995, na Fundação MS, no município de Maracaju - MS, porém, na época, a planta era estudada somente para fins de rotação de cultura (ECHEVENGUÁ, 2007).

Estudos realizados na estação de pesquisa da Fundação do Mato Grosso do Sul (2007), em Maracajú - MS destacam como vantagens do *Crambe (abyssinica Hochst)*, possui tolerância à seca, à geada depois de estabelecida, elevada precocidade e elevado teor de óleo (34% a 38%). A produtividade em 2007 variou entre 1.000 e 1.500 quilos por hectare, contudo ressalta-se a possibilidade de aumentar a produtividade.

Para o Crambe, segundo Vedana (2009), para o plantio são necessários entre 12 e 15 quilos de sementes por hectare e não exige tratamentos culturais específicos. Para seu cultivo, são necessários apenas a dessecação da

área a ser plantada, a operação de plantio, de colheita e o transporte, com um custo máximo entre R\$ 150,00 e R\$ 200,00 por hectare.

A planta tem despertado interesse dos produtores de soja, porque todo seu cultivo é mecanizado e principalmente, por ser uma cultura de inverno (mais uma alternativa para a safrinha), plantada após a colheita da soja em março/abril e ter baixo custo de produção com percentual de óleo total entre 26% e 38%. A extração do óleo pode ser feita de forma mecânica, com extrusora e prensa. Sua principal característica é a precocidade o que permite que seja incluído em diversos esquemas de rotação e por ser uma cultura mecanizada poderá ser produzida em grande escala e rapidamente, sem grandes investimentos por parte dos produtores rurais, bastando que tenham garantia de venda de sua produção (Vedana, 2009).

2.4.4 Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)

As sementes desta espécie possuem elevados teores de óleo (35 a 40%) de ótima qualidade, tanto para consumo humano, como para uso industrial (GIAYETTO et al,1999). Estudos demonstraram que a composição química do óleo da semente de cártamo possui grande concentração de ácidos graxos insaturados. Apresenta altos teores de ácidos linoléicos (70 a 75%) e oléicos (20%) (VIVAS, 2002), tornando a oleaginosa muito indicada para a produção de biodiesel.

O cártamo é cultivado como planta oleaginosa, em diferentes continentes. Na Europa, seu cultivo também é ornamental, existindo cultivares desenvolvidos especialmente para esse fim. No Brasil ainda não são encontradas informações suficientes para a produção de óleo ou alimento animal, apesar dessa planta já ter sido introduzida no sul do país como ornamental, (ROCHA, 2005; RURAL SEMENTES, 2010).

A planta é anual e pode medir um metro de altura, possui caule ereto e ramificado, folhas serrilhadas e espinhosas. Já os capítulos florais são volumosos, isolados, de coloração amarelo-alaranjada, que surgem de numerosas brácteas. O sistema radicular é bastante desenvolvido e de característica pivotante. Entre as plantas adaptadas ao estresse hídrico, temos o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), espécie de cultivo antigo, que se domesticou, primeiramente, pela cor de suas flores e, mais tarde, pela produção de óleo, tem despertado interesse em diversos países, entre outros fatores, por sua adaptabilidade às diferentes condições ambientais

(GIAYETTO et. al, 1998). Além disso, o cártamo é apreciado pelo seu uso como óleo vegetal, industrial, especiarias e alimentação de pássaros (WEISS, 2000; JOHNSTON et al., 2002).

Os povos antigos, entretanto, cultivavam-na com o objetivo de extrair de suas flores os corantes vermelho e amarelo, utilizados para culinária e tintura de tecidos (OELKE et al., 1992).

2.5 PRINCIPAIS MATÉRIAS PRIMAS DE BIODIESEIS ATUALMENTE EMPREGADAS NO BRASIL.

Os óleos vegetais mais comuns, cuja matéria prima é abundante no Brasil, são: soja, milho, amendoim, algodão, babaçu e palma (PENILDO 1981). A soja, considerada a principal leguminosa, dispõe de uma oferta muito grande do óleo, pois quase 90% da produção de óleo no Brasil provêm dessa leguminosa. A produção mundial de soja da safra 2007/2008 situou-se em 219,72 milhões de toneladas, a produção brasileira de soja em 2007/08 deverá totalizar 59,502 milhões de toneladas, com acréscimo de 1,9% sobre a safra obtida em 2006/07, de 58,391 milhões de toneladas. A projeção fez parte do oitavo levantamento de avaliação de safra da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em Brasília, (CONAB, 2008).

Conforme o Ministério das Minas e Energia, a participação do óleo de soja na produção de biodiesel no país cresceu em 2008 de 78% em janeiro para 85% em novembro (FREITAS, 2008). No entanto, fica claro que o aumento na demanda por óleos para produção de bicompostíveis dificilmente poderá ser atendido pela soja ou outros cereais como milho ou canola, uma vez que demandaria uma larga extensão de terra agriculturável. Uma produtividade melhor é alcançada com o uso de palmáceas, tidas por muitos especialistas em produção agrícola como as únicas viáveis hoje para atender programas de biodiesel em larga escala com baixo impacto na produção de alimentos.

A demanda de soja para a produção de biodiesel chega em um momento em que a “commodity” ganhou novo impulso no mercado mundial, depois de um período de baixa nos últimos anos. A demanda por farelo de soja (utilizado como ração de animais) cresceu, puxada, principalmente, pela expansão da demanda por carnes - cujo consumo mundial deve passar dos atuais 38,2 quilos per

capita para 42,6 quilos em 2020, segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2008).

No Paraná a previsão de produção somente na safra de verão 2009/10 é de 20,84 milhões de toneladas de grãos, volume 25% maior que o mesmo período do ano anterior, quando a safra resultou em 16,54 milhões de toneladas. Conforme a pesquisa, a área ocupada com soja na safra de verão avança de uma área plantada de 4,16 milhões de hectares, na safra 2008/09, para 4,3 milhões de hectares, a maior área plantada no Estado (FAO, 2008).

A produção nacional do milho em grão em 2011, para ambas as safras, segundo o levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre a produção agrícola no Brasil publicada em novembro de 2011, totalizou 56,1 milhões de toneladas mostrando uma variação negativa de 0,2% comparativamente a de novembro. A 1ª safra de milho alcançou 34,2 milhões de toneladas, apresentando um acréscimo de 0,2%, confrontada à estimativa anterior. Este aumento é decorrente, notadamente, da reavaliação positiva de 11,4% no dado final de colheita do Maranhão. A participação na produção nacional, segundo as três maiores regiões produtoras, encontra-se assim distribuída: Sul (45,3%), Sudeste (27,8%) e Nordeste (12,6%).

2.6 CO-PRODUTOS GERADOS NA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL

Estudos sobre o aproveitamento de co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel são bastante incipientes (Neiva Júnior et al., 2007) e merecem investigações de maior profundidade, já que muitas cadeias somente serão viáveis economicamente quando esses resíduos agregarem valor aos sistemas de produção.

Por serem espécies ainda pouco conhecidas e sem uma cadeia produtiva estabelecida no Brasil, são escassas as informações sobre suas tortas e farelos. A caracterização desses co-produtos é de extrema importância na avaliação da viabilidade dessas novas oleaginosas, uma vez que a composição dessas tortas e farelos pode ser decisiva na definição de seus usos potenciais.

No Brasil, grande quantidade de co-produtos da agricultura e da agroindústria tem potencial para uso na alimentação de animais, como os oriundos da cadeia do biodiesel, tortas e farelos, (Van Cleef, 2008), que podem ser

empregados como fontes de nutrientes para animais por serem prontamente degradados no rúmen (Krishna, 1985). No entanto, alguns fatores, como o armazenamento, restringem a utilização desses co-produtos e, em alguns casos, existe a necessidade de tratamentos para a melhoria de seu valor nutritivo (Smith et al., 1988). Deve-se considerar também o seu aproveitamento na nutrição humana, de forma direta ou como fonte para o isolamento de moléculas, como a produção de concentrados protéicos. Outra possível aplicação é o uso como adubos orgânicos, que podem representar significativos aportes de nutrientes ao solo e às plantas cultivadas (Tigere et al., 2006).

As tortas são obtidas após a extração mecânica do óleo das sementes e os farelos após a extração por solventes. Na extração por prensagem, o teor de óleo observado nas tortas depende da espécie processada e das especificações das prensas, e varia entre 15 e 27% para grãos como algodão, girassol, pinhão-manso e nabo-forrageiro (Neiva Júnior, 2007; Van Cleef, 2008).

Os farelos geram um resíduo bastante inferior de óleos, da ordem de 1,5%, o que resulta em maior teor de proteína bruta (Anderson et al., 2000; Rakshit et al., 2008). Deve-se salientar que, apesar de ser menos eficiente na retirada da fração lipídica, a extração por prensa constitui o sistema mais viável em pequena escala, por não depender das exigências de instalações e segurança inerentes ao processamento com uso de solvente.

Geralmente, a torta ou farelo gerado na extração do óleo não passam por processo de agregação de valor porque são desconhecidas as suas potencialidades nutricionais e econômicas, salvo algumas exceções como soja, algodão e girassol. Associado a esse fato, são também desconhecidas as possibilidades de obtenção de receitas advindas do mercado de crédito de carbono, relativas à redução da emissão de gás metano passíveis de ocorrer quando se utilizam rações contendo essas oleaginosas. De acordo com estudos recentes na Austrália e Canadá, para cada 1% de acréscimo de gordura na dieta de ruminantes, pode se reduzir em até 6% a quantidade de metano produzido por Kg de matéria seca consumida (GRAINGER, 2008).

A produção de tortas a partir das oleaginosas, correspondente ao biodiesel a ser produzido em 2008, pode ser estimada em 3.676.566 T (total), sendo a produção de acordo com a oleaginosa de 3.261.316 T de soja, 318.240 T de algodão, 61.200 T de dendê, 23.182 T de mamona e 12.629 T de girassol,

considerando a densidade igual a 1 (um) para o óleo e para as tortas de todas as oleaginosas. O pinhão manso (*Jatropha curcas*) ainda não teve a produção iniciada (STORCK BIODIESEL, 2008; BIODIESELBR.COM; PETROBIO, 2005). A capacidade autorizada para produção de biodiesel é de 2.537.000 m³ (249% maior). Considerando as mesmas proporções, o Brasil poderá estar produzindo cerca de 8,9 bilhões de toneladas de torta.

Atualmente, os principais empregos das tortas, são adubação orgânica, geração de energia e alimentação animal. Considerando a alimentação animal como o elo entre a produção de biodiesel e a pecuária, a utilização deste subproduto na alimentação de ruminantes visa aumentar a produtividade e gerar menor emissão de gases de efeito estufa pelos animais, gerando créditos de carbono e atendendo ao interesse da iniciativa privada.

De acordo com Grainger (2008), estimativas de inclusão extra de 2% de gordura, através da utilização de tortas ou farelos de oleaginosas, na dieta de bovinos de leite da Austrália, levaria a uma redução de 12 % na emissão de metano, o que em termos econômicos em um comércio de abatimento de CO₂, valeria aproximadamente AU\$ 30.5 M para a indústria leiteira.

Um dos pontos críticos da utilização das tortas e farelos na alimentação animal é a infestação pós-colheita pelo fungo *Aspergillus flavus* que produz toxina de alta letalidade (hepatotóxica, cancerígena e teratogênica), a aflatoxina, entretanto cuidados na colheita e armazenagem reduzem consideravelmente os problemas advindos da infestação. Entretanto, alguns desses compostos são termo-lábeis e o desenvolvimento de variedades livres têm favorecido a introdução das tortas e farelos na dieta de ruminantes.

Vários desses subprodutos apresentam fatores antinutricionais ou compostos bioativos específicos, desde agentes goitrogênicos, glucosinolatos, ácido fítico, gossipol, tanino e saponinas, até compostos altamente tóxicos, como no caso do forbol encontrado em tortas de pinhão manso (MAKKAR ET AL., 1998; MAKKAR & BECKER, 1999). Entretanto alguns desses compostos são termo-lábeis e o desenvolvimento de variedades livres têm favorecido a introdução das tortas e farelos na dieta de ruminantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 IMPLANTAÇÃO DOS ENSAIOS

A presente atividade faz parte do Projeto "Viabilização de matérias primas vegetais para produção e uso de biodiesel no Paraná" integrante do Programa de Agroenergia do IAPAR, (Instituto Agrônômico do Paraná). Foram conduzidos oito ensaios avaliando-se quatro espécies de oleaginosas distintas: Canola(*Brassica napus L*), Crambe (*Crambe abyssinica*), Cartamo (*Carthamus tinctorius L*), e Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus L*). As avaliações foram realizadas em oito locais do Paraná: Londrina, Campo Mourão, Cambará, Palotina, Cascavel, Pato Branco, Guarapuava, Santa Helena. Estes ensaios foram conduzidos por três anos agrícolas 2007, 2008 e 2009, com o objetivo de se avaliar a interação de genótipos em diferentes locais e anos, buscando assim, genótipos de maior estabilidade de produção, levando-se em consideração os diferentes climas e tipos de solos. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições por local. A parcela total foi constituída de quatro linhas de cinco metros de comprimento e 0,4 entre linhas, sendo a parcela útil formada pelas duas linhas centrais.

As variáveis analisadas foram: Produção de grãos (MG), Teor de Extrato Etéreo (EE), e Matéria Seca (MS). As análises de extrato etéreo restringiram-se ao material colhido nos anos agrícolas de 2007 e 2009 e a quatro localidades: Londrina, Santa Helena, Pato Branco e Guarapuava, diferentemente da produção de grãos que foram em oito locais como citado anteriormente.

As cultivares respectivas a cada espécie, estão representadas na Tabela 3.1, tanto para massa de grãos, extrato etéreo e matéria seca, acompanhadas dos anos agrícolas em que foram realizada as avaliações. Essas cultivares foram coincidentes para todas as variáveis analisadas, mas não foram coincidentes para os três anos de avaliação.

O destaque das cultivares fez-se necessário, visto que, só é possível realizar análises estatísticas conjuntas para se analisar a interação dos mesmos, durante os anos, entre os anos e locais com os materiais que se repetiram durante os três anos de condução, no caso da avaliação de produção de grãos, e durante os dois anos, no caso para produção de óleo e matéria seca (MS).

Tabela 3.1 – Cultivares avaliadas nos agrícolas de 2007, 2008 e 2009.

Cultivares Avaliados	Ano Agrícola		
	2007	2008	2009
Canola Hyola 43	x		
Canola Hyola 60			x
Canola Hyola 61	x	x	x
Canola Hyola 401	x	x	x
Canola Hyola 420	x		
Canola Hyola 432	x	x	
Cártamo Cipl 04401	x	x	x
Cártamo Cipl 04406	x	x	x
Cártamo Cipl 04407	x	x	x
Nabo Forrageiro IPR 116	x	x	x
Nabo Forrageiro IPR 116C1			x
Nabo Selec NB 0701			x
Nabo Selec NB 0702			x
Nabo AI1000	x	x	x
Nabo Comum	x	x	x
Crambe Fms Brilhante	x	x	x

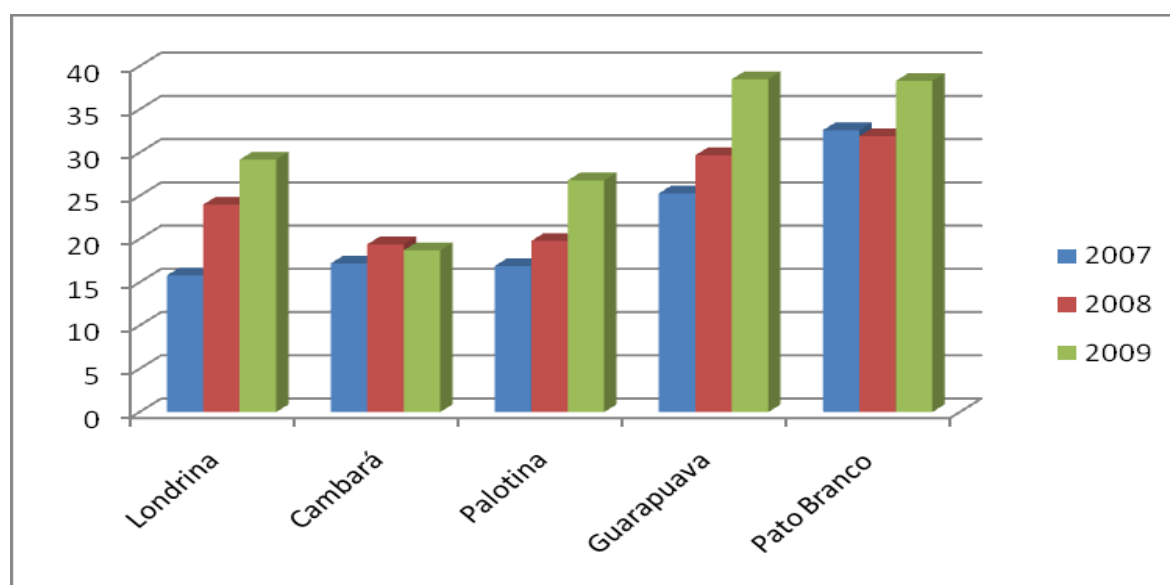
O critério de escolha das localidades, tanto para a para avaliação do extrato etéreo tanto para produção de grãos, foi com base principalmente nas características climáticas inerentes aos mesmos, e também as características solo, sendo assim, Londrina e Santa Helena representam os locais de altitude mais baixa, aptas ao cultivo de milho safrinha e, portanto, com invernos menos rigorosos. Pato Branco e Guarapuava são representativas de terras mais altas, e inverno mais rigoroso, com clima mais semelhante ao Rio Grande do Sul. Para melhor caracterização das localidades segundo o clima e solo segue as tabelas de granulometria do solo (Tabela 3.2), e das médias precipitação nos locais em questão, (Figura 1).

É importante fazer uma observação em relação à Figura 1, onde as localidades de: Cascavel, Santa Helena e Campo Mourão não se encontram listadas, porém fizeram parte da avaliação, só não puderam ser representados, visto que os dados são condizentes com as locações das estações metereológicas do IAPAR, e esses locais citados são ausentes das mesmas, impossibilitando a coleta desses dados.

Tabela 3.2 – Altitude (m) e granulometria dos solos dos locais de avaliações (Kg/g).

LOCAIS	ALTITUDE	ARGILA	SILTE	AREIA
Londrina	585	760	150	90
Pato Branco	700	740	180	80
Guarapuava	1026	660	210	130
Santa Helena	347	790	130	80
Campo Mourão	630	740	120	140
Cascavel	660	720	190	90
Palotina	310	640	140	220
Cambará	450	670	120	210

Fonte: Iapar /simepar

Figura 1 – Gráfico das médias de precipitação (mm), para os meses de março à setembro, nos anos agrícolas de 2007, 2008 e 2009.

Depois da coleta, análise e tabulação dos dados, foram realizadas análises estatísticas individuais em cada ensaio, dentro de cada grupo, em seguida uma análise conjunta anual e por fim conjunta dos anos. As análises de variância individuais e conjuntas foram realizadas segundo o modelo estatístico apresentado nas Tabelas 3.3 e 3.4, respectivamente.

As análises de variância individuais, para se testar a significância, foram realizadas seguindo o modelo de blocos ao acaso (CRUZ e CARNEIRO, 2003), testados pela metodologia de F a 1 e 5% de probabilidade.

Onde:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} : observação da i -ésimo tratamento no j -ésimo bloco

μ : Média geral por local

T_i : efeito do i -ésimo tratamento.

B_j : efeito do bloco j ;

ε_{ij} : erro aleatório.

Tabela 3.3 – Análise de variância individual e esperança dos quadrados médios, considerando-se um único local.

F V	GL	Quadrado Médio (QM)	F
BLOCO	b -1	Q_1	Q_1 / Q_3
TRATAMENTOS	t -1	Q_2	Q_2 / Q_3
ERRO	(b -1) (t -1)	Q_3	-

As análises estatísticas conjuntas dos dados seguirão o modelo fatorial simples, tendo como aleatório os ambientes e fixo os genótipos SISVAR (FERREIRA, 2008).

Onde:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + L_j + (TL)_{ij} + B_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}, \text{ onde}$$

Y_{ijk} : observação do k -ésimo bloco, avaliado no i -ésimo tratamento e j -ésimo ambiente;

μ : média geral do ensaio;

T_i : efeito do Tratamento i ; onde $i = 1, 2, \dots, I$.

L_j : efeito do ambiente j ; onde $j = 1, 2, \dots, J$.

$(TL)_{ij}$: efeito da interação entre o tratamento i e o ambiente j ;

$B_{k(j)}$: efeito de bloco k dentro de cada ambiente j ; onde $k = 1, 2, \dots, k$.

ε_{ijk} : erro aleatório associado a observação ijk .

Tabela 3.4 – Modelo estatístico, para análise conjunta, segundo modelo misto, onde o tratamento é fixo e local aleatório.

FV	GL	QM	F
BLOCO/LOCAL	$J(K-1)$	Q_1	Q_1/Q_5
LOCAL	$J-1$	Q_2	Q_2/Q_1
TRATAMENTO	$I-1$	Q_3	Q_3/Q_4
T x L	$(I-1)(J-1)$	Q_4	Q_4/Q_5
ERRO	$(K-1)(I-1)J$	Q_5	-

3.2 DETERMINAÇÃO DO EXTRATO ETÉREO:

Para a determinação do extrato etéreo: as amostras de sementes, foram finamente trituradas, foi pesada 1g de amostra e acondicionada em cartucho de papel filtro, seca por uma hora em estufa a 105°C e extraída por 16 horas em aparelho tipo Soxhlet, usando éter de petróleo como solvente (MAPA, 1991), a fim de se comparar os rendimentos para possível aplicabilidade.

O teor de óleo foi determinado pela diferença de peso do cartucho antes e depois da extração e os dados corrigidos para 100% de matéria seca, (COMPENDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2005). Para as análises de extrato etéreo foram utilizadas duas repetições, sendo que essas se restringiram ao material colhido nas localidades de Londrina, Santa Helena, Pato Branco e Guarapuava, já os resultados de massa de grãos a serem apresentados foram avaliados nas oito localidades citadas anteriormente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a avaliação e coleta de dados foram realizadas análises da produtividade, ciclo das cultivares, características inerentes à cada cultura. Posteriormente, análises de variância individuais em cada um dos locais avaliados, análises conjuntas dentro de cada ano de avaliação, e por fim, conjunta entre os anos, utilizando o programa estatístico Genes (CRUZ, 2007) e SISVAR (FERREIRA, 2008).

4.1 PRODUÇÃO DE GRÃOS: CANOLA, CRAMBE, CÁRTAMO E NABO- FORRAGEIRO, EM OITO REGIÕES FISIAGRÁFICAS DO PARANÁ.

As médias de produção de grãos, individuais para cada cultura em Kg/ha, nas Safras 2007, 2008 e 2009 estão representadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Médias de produção para massa de grãos em Kg/ha dos genótipos safra 2007, 2008 e 2009.

Genótipos	2007	2008	2009
Canola Hyola 43	1087,71	--	--
Canola Hyola 60	--	--	776,25
Canola Hyola 61	1021,71	1253,17	1053,63
Canola Hyola 401	1322,14	1642,17	924,52
Canola Hyola 420	1036,79	--	--
Canola hyola 432	978,86	1632,8	--
Canola CNI 0801	--	--	721,30
Cártamo Cipl 04401	1477,00	1200,00	579,93
Cártamo Cipl 04406	1672,57	1277,6	597,02
Cártamo Cipl 04407	1423,00	1189,31	540,46
Nabo forrageiro IPR 116	445,64	893,22	450,77
Nabo AI1000	574,07	796,35	277,50
Nabo Comum	350,85	673,43	235,92
Nabo IPR 116 C1	--	--	419,27
Nabo Selec NB 0701	--	1120,25	415,36
Nabo Selec NB 0702	--	--	330,30
Crambe FMS Brilhante	553,92	673,12	475,25

Para a característica massa de grãos, os locais foram: Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Guarapuava, Cascavel, Londrina, Palotina, Cambará. Porém, na safra Outono/Inverno de 2007, os dados referentes à localidade de

Palotina, foram perdidos, sendo assim, as médias de produção apresentadas se restringiram aos outros sete locais nesse ano agrícola. Já nas safras 2008 e 2009 as médias estão representadas para os oito locais.

Como as cultivares não foram coincidentes para os três anos de avaliação, os dados foram analisados e apresentados individualmente pelas médias de produção.

As maiores médias de produção por hectare foram evidenciadas nas safras 2007 e 2008. Houve ocorrência generalizada de seca no estado, o que acarretou grandes perdas de produção. Como existe uma grande diversidade de cultivares e ciclos, a seca atingiu de forma diferenciada esses materiais sendo que em alguns locais, afetou fortemente as cultivares precoces e em outros as cultivares tardias. Isso foi mais acentuado na safra 2007 e 2009 como evidenciam as médias de produção.

Foi verificada a ocorrência de forte estiagem em diversas localidades, principalmente na safra de 2007, o que levou a uma perda significativa dos experimentos principalmente em canola, o potencial de produção da canola foi confirmado, porém ficou muita abaixo do esperado. As cultivares de cártamo, diante da forte estiagem sofrida neste ano, foram as que se destacaram nessas condições, apresentando médias de produção entre 500 e 1700 Kg/ha, (Tabela 4.1)

Além da estiagem, em alguns experimentos, as cultivares de canola foram prejudicadas por atraso na colheita, visto que estas apresentam forte deiscência quando maduras. O ataque de pássaros também contribuiu para perdas na produção, principalmente nas localidades de Pato Branco e Guarapuava que possuem maior incidência dessas aves, (principalmente pintassilgos e canários).

O crambe apresentou problemas fitossanitários em alguns locais, tendo sua produção fortemente reduzida em virtude da ocorrência de *Alternaria* e *Fusarium*. Já as cultivares de nabo apresentaram problemas de trilha do material colhido o que também acarretou perdas. Além da seca, a diversidade de espécies também dificultou a realização dos tratamentos culturais e uma melhor padronização das leituras de campo e mesmo a colheita.

4.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

4.2.1 Análise de Variância Individual por Local.

Inicialmente foram realizadas análises de variância individuais para a característica massa de grãos (MG), em cada um dos ambientes, a fim de se verificar a presença de variabilidade genética entre os genótipos testados, a precisão relativa de cada experimento, bem como a homogeneidade das variâncias residuais, utilizando programa estatístico Genes (CRUZ, 2007).

Nas tabelas 4.2, 4.3 e 4.4 encontram-se os resultados dos quadrados médios das análises de variância individuais das localidades, onde se verificaram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$), entre os tratamentos para a produção de grãos, evidenciando a existência de variabilidade genética nos tratamentos avaliados para essa variável. Demonstrando que pelo menos um tratamento se comportou de maneira diferente nos locais da avaliação. Como citado anteriormente a localidade de Palotina, no ano de 2007 foi perdida.

Em relação à precisão experimental segundo Pimentel Gomes (1976), o coeficiente de variação (CV) dá uma idéia de precisão do experimento. E apesar da classificação para CV's, apresentada pelo mesmo, ser extensivamente utilizada, deve ser salientado que este tipo de classificação não leva em consideração as particularidades da cultura que está sendo estudada e, principalmente, não faz distinção entre a natureza das características avaliadas com relação à magnitude das respostas às variações do ambiente a que está submetida.

Pela inexistência de dados publicados para as culturas estudadas e tendo em vista os coeficientes de variação obtidos em ensaio de campo em milho, essas mesmas relações serão utilizadas como parâmetros na discussão dos dados. Para GOMES, (1976), os coeficientes de variância podem ser considerados baixos quando são inferiores a 10%; médios, entre 10 a 20%; altos entre 20 e 30% e muitos altos quando superiores a 30%; dependendo da variável analisada em questão.

Na safra de Outono/Inverno de 2007, Pato Branco apresentou CV médio, sendo que nesse ano os demais locais apresentaram segundo a classificação, CV's altos e muito altos. O mesmo aconteceu para safra de 2008, onde apenas Cascavel e Cambará, apresentaram CV's médios, e para 2009 foram classificados alto e muito altos. Os CV's para esta variável evidenciaram uma

diferença discrepante no valor de Londrina em relação aos demais locais. Isto pode estar associado à problemas enfrentados durante a condução dos experimentos como: estresse hídrico, pragas, doenças, condições climáticas desfavoráveis, etc.

Tabela 4.2 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável Produção de Grãos safra 2007.

Fonte de variação									
	GL	Londrina QM ¹	Pato Branco QM ¹	Santa Helena QM ¹	Campo mourão QM ¹	Guarapuava QM ¹	Palotina QM ¹	Cascavel QM ¹	Cambara QM ¹
Bloco	2								
Tratamento	11	1010.47**	1221.94**	761.77**	1338.03**	639.59**	----	228.95**	499.81**
Resíduo	22								
Médias		1032.91	1214.58	972.77	615.22	821.25		581.44	655.27
CV(%)		32.18	17.59	23.81	20.44	50.07		35.27	28.26

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

Tabela 4.3 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável Produção de Grãos safra 2008.

Fonte de variação									
	GL	Londrina QM ¹	Pato Branco QM ¹	Santa Helena QM ¹	Campo mourão QM ¹	Guarapuava QM ¹	Palotina QM ¹	Cascavel QM ¹	Cambara QM ¹
Bloco	2								
Tratamento	10	116.70	1046.86	601.63**	745.13**	6302.95**	302.95**	247.54**	2257.21**
Resíduo	20								
Médias		209.42	401.21	1143.33	1152.27	598.33	1133.63	948.93	1465.75
CV(%)		80.67	21.32	41.11	23.39	41.00	21.75	14.97	15.97

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

Tabela 4.4 - Quadrados médios da análise de variância individual para a variável Produção de Grãos safra 2009.

Fonte de variação		Londrina	Pato Branco	Santa Helena	Campo Mourão	Guarapuava	Palotina	Cascavel	Cambara
	GL	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹
Bloco	2								
Tratamento	13	443.88**	273.13**	568.71**	64.98*	129.37**	130.85**	264.88**	61.47*
Resíduo	26								
Médias		391.19	425.35	699.14	303.42	434.76	780.43	334.69	177.73
CV(%)		41.16	39.59	39.22	66.6	23.2	24.34	41.38	61.00

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

As causas das altas variações desses coeficientes podem ser associadas particularmente para cada cultura, através das avaliações à campo, visto que estas culturas analisadas não possuem parâmetros delimitados como por exemplo a cultura do milho, que já se sabe muito à respeito, e as oscilações nas análises quase sempre pode ser interpretadas de maneiras semelhantes. Nessas avaliações poucas características são conhecidas mas se pode, por exemplo, citar algumas particularidades para se explicar esse fato.

Para a canola, é comum o ataque de pássaros, e o atraso na colheita acarreta muitas perdas de produção. O cártamo por possuir um ciclo mais longo, que as demais espécies fica conseqüentemente mais exposto à fatores adversos, que também podem prejudicar a produção, é também, menos tolerante a condições de ambientes úmidos. O crambe é normalmente mais afetado pelo efeito de seca ou geada e doença, já o nabo-forrageiro, apresenta maiores problemas no momento da trilha do material. Portanto, através dessas análises é possível ir enumerando essas particularidades inerentes a essas culturas, visto que esse é um dos desafios deste trabalho.

4.2.2 Análise de Variância Individual por Ano.

Após a análise individual dos locais, foi realizada uma análise conjunta dos locais dentro dos anos agrícolas em questão. Para estas análises, também foi utilizado o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2007).

O efeito significativo para ambientes, segundo Borém (1997) demonstra que os testes foram conduzidos sob condições ambientais divergentes, o que é interessante quando se deseja estudar os efeitos da interação entre os genótipos e o ambiente, bem como avaliar a estabilidade fenotípica dos genótipos. A significância do efeito da interação GXA é explicada pelo fato de que os genótipos tendem a não apresentar resultados semelhantes quando submetidos a condições de ambientes diferentes (CRUZ; Regazzi, 2001).

A tabela 4.5, representa a análise de variância conjunta para safra Outono/Inverno de 2007, onde a localidade de Palotina foi perdida, totalizando, portanto, sete locais de avaliação. Para as safras de 2008 e 2009 todos os dados dos oito locais foram tabulados, como segue a análise de variância (Tabelas 4.6 e 4.7).

Tabela 4.5 – Quadrados médios da análise de variância conjunta para a variável massa de grãos (MG), para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Campo Mourão, Guarapuava, Cascavel e Cambará, Safra 2007.

Fonte de variação	Massa de Grãos	
	GL	QM
Tratamentos	11	2899.4731**
Ambientes	6	2081.9004**
Tratamento x Ambiente	66	466.7831**
Resíduo	154	
Total	251	
Médias		841.924
CV(%)		30.81

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

Tabela 4.6 – Quadrados médios da análise de variância conjunta para a variável massa de grãos (MG) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Campo Mourão, Guarapuava, Palotina, Cascavel e Cambará, Safra 2008.

Fonte de variação	Massa de Grãos	
	GL	QM
Tratamentos	10	1472.0185**
Ambientes	7	6194.0897**
Tratamento X Ambiente	70	527.3493**
Resíduo	160	
Total	263	
Médias		881.61
CV(%)		29.07

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

Tabela 4.7 – Quadrados médios da análise de variância conjunta para a variável massa de grãos (MG) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Campo Mourão, Guarapuava, Palotina, Cascavel e Cambará, Safra 2009.

Fonte de variação	Massa de Grãos	
	GL	QM
Tratamentos	13	883.7960**
Ambientes	7	1704.6341**
Tratamento X Ambiente	91	150.5027**
Resíduo	208	
Total	335	
Médias		443.34
CV(%)		39.68

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

Os valores dos quadrados médios da análise de variância conjunta, dos dados revelaram efeitos altamente significativos ($P < 0,01$) para tratamentos, ambientes e a interação destes, para a variável MG. Detectando, portanto, diversidade entre os ambientes testados, em todos os anos.

As médias de produção nos anos agrícolas de 2007 e 2008 não oscilaram muito, já em 2009 a média de produção foi bem reduzida em relação aos demais, em particular esse ano foi muito prejudicado em função do excesso de chuvas. Em geral todas as espécies foram prejudicadas, porém o nabo-forrageiro e o cártamo sofreram maiores danos e perdas na produção, visto que nessas condições são susceptíveis a infestação de doenças.

O CV da análise conjunta dentro dos anos para a variável MG foi considerado alto para os três anos avaliados, seguindo a classificação citada anteriormente, novamente os resultados obtidos não são os mais desejáveis em relação à precisão experimental, porém deve-se considerar a diversidade de espécies e ambientes.

4.2.3 Análise de Variância Conjunta entre os Anos

Tabela 4.8 – Quadrados médios da análise conjunta entre os anos agrícolas 2007,2008 e 2009 para a variável massa de grãos (MG).

Fonte de Variação	Massa de Grãos	
	GL	QM
Repetição (Genótipos X Local)	126	174.3333*
Ano	2	11089.9288**
Genótipo	8	4702.0330**
Local	6	1499.8480**
Genótipo X Local	48	476.8323**
Genótipo X Ano	16	794.1407**
Local X Ano	12	2870.1544**
Genótipo X Local X Ano	96	386.5317**
Erro	252	55.6848
Total corrigido	566	565.41
CV (%)		34.73
Média Geral		679.43

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

A tabela 4.8, apresenta os valores dos quadrados médios da análise de variância conjunta entre os anos, onde os dados revelaram efeitos altamente significativos ($P < 0,01$) para tratamentos, ambientes e a interação destes, para a variável massa de grãos, evidenciando a existência de grande variabilidade genética entre os materiais e também influencia entre os anos nos tratamentos. Também não se pode deixar de lado as condições adversas citadas anteriormente, como ataque de pássaros, plantio tardio, perdas na colheita, dentre outros.

Portanto, pode-se concluir que os mesmos materiais avaliados em locais diferentes, reagirão com grandes diferenças dentro dos ambientes em questão. Esse resultado era esperado estatisticamente, as condições adversas citadas anteriormente como ataque de pássaros, plantio tardio, perdas na colheita também causam influência nos resultados nessa análise.

4.2.4 Teste de Scott-Knott

Quando é feita a análise de variância de um experimento com apenas dois tratamentos, podemos visualizar apenas pela média qual o melhor tratamento. Porém, quando há mais de dois tratamentos, como é o caso do presente estudo, fazendo apenas o teste de “f” (teste que mostra se existe diferença entre as médias dos tratamentos) não é totalmente seguro indicar qual o melhor tratamento. Após detectar diferenças significativas pelo teste f, é muito interessante se avaliar a magnitude dessas diferenças, isso é possível através de um teste de comparações múltiplas.

O teste de Scott-Knott (1974) aplicado 5% de probabilidade, evidenciou os locais com maiores e menores médias, agrupando os resultados como segue nas tabelas 4.8, 4.9 e 4.10, acusando grande variação entre as mesmas, representados pelas letras minúsculas nas colunas para locais, e diferenças para os genótipos nos locais, quando representados pelas letras maiúsculas na linha, onde foram comparados os genótipos nos diferentes locais de avaliação (Tabela 4.19).

As maiores médias de produção foram para as cultivares de canola e cártamo, que foram comprovadas novamente pelo teste de Scott-Knott, assim como acusava a análise de variância. Entre as cultivares de canola a que mais se destacou foi a Hyola 401, tanto nos resultados obtidos para anos como para locais. Já para o cártamo as cultivares Cártamo Cpl 04406 e Cpl 04407 apresentam as melhores médias considerando somente ano e depois somente locais.

As cultivares de cártamo, apresentaram bons resultados de produção mesmo submetidas à deficiência hídrica no início do período de germinação e logo após resistiram aos excessos pluviométricos do ano de 2009, que mostraram-se atípicos para o período de julho à setembro, a cultivar de maior destaque foi a Cártamo Cpl 04406. Estas observações estão de acordo com os dados de Landau et al., (2004) que descrevem o cártamo como planta rústica e resistente às adversidades climáticas.

Observa-se grande variação das médias de um ano para outro e também entre as espécies, mesmo quando avaliados dentro dos mesmos locais. Com este teste confirma-se também que a safra outono inverno de 2009 foi a que apresentou menor produção de grãos de um modo geral. Particularmente a cada

cultura nota-se, por exemplo, que após as cultivares de canola em que já eram esperadas as maiores médias de produção.

O crambe apresentou de modo geral em todas as localidades e anos, baixas médias de produção, visto que foi a espécie mais prejudicada em relação ao ataque de doença.

Tabela 4.9 – Teste de Scott-knott para produção de grãos, levando em consideração o desdobramento Local X Ano, safra 2007.

Genótipos	2007													
	Londrina		Pato Branco		Santa Helena		Campo Mourão		Guarapuava		Cascavel		Cambará	
Canola Hyola 61	1073	b B	1701	b A	1446	a A	246	b C	492	c C	615	a C	478	b C
Canola Hyola 401	1216	b C	2413	a A	1691	a B	376	b D	830	c C	518	a D	405	b C
Cártamo Cipl 04401	1736	a A	1380	b B	600	c D	1655	a A	1056	b C	727	a C	1320	a B
Cártamo Cipl 04406	1908	a A	1463	b B	960	b C	1680	a A	1715	a A	738	a C	1370	a A
Cártamo Cipl 04407	1025	b C	1331	b B	745	b C	1808	a A	1381	a B	668	a C	1270	a B
Nabo IPR 116	243	c C	636	c C	518	c C	293	b C	431	c C	241	b C	465	b B
Nabo AL 1000	478	c C	575	c C	601	c C	366	b C	663	c C	313	b C	505	b C
Nabo Comum	190	c C	335	c C	461	c C	176	b C	405	c C	271	b C	328	b C
Crambe Fms Brilhante	501	c B	261	c B	278	c C	195	b C	251	c A	273	b B	258	b C

Tramentos seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e letras maiúsculas na linha, para um mesmo ano, pertencem ao mesmo grupo e não diferem estatisticamente, Teste de Agrupamento de Médias Scott –Knott, NS 5%.

Tabela 4.10 – Teste de Scott-knott para produção de grãos, levando em consideração o desdobramento Local X Ano, safra 2008.

Genótipos	2008													
	Londrina		Pato Branco		Santa Helena		Campo Mourão		Guarapuava		Cascavel		Cambará	
Canola Hyola 61	345	a C	781	a B	1648	a A	1136	b B	518	b C	530	c C	1955	b A
Canola Hyola 401	250	a D	558	a D	1491	a B	1658	a B	1465	a B	953	b C	2701	a A
Cártamo Cipl 04401	173	a C	276	a C	1806	a A	1738	a A	121	c C	750	c B	1633	c A
Cártamo Cipl 04406	250	a D	323	a D	1368	a B	1890	a A	203	c D	660	c C	2223	b A
Cártamo Cipl 04407	160	a C	273	a C	1616	a A	1605	a A	160	c C	776	c B	1956	b A
Nabo IPR 116	173	a C	340	a B	776	b A	743	c A	760	b A	1123	b A	608	d A
Nabo AL 1000	266	a B	241	a B	575	b B	815	b A	691	b A	1046	b A	436	d A
Nabo Comum	130	a B	225	a B	875	b A	560	c A	338	c B	953	b A	631	d B
Crambe Fms Brilhante	198	a C	440	a C	730	b B	188	c C	321	c C	1575	a A	135	e A

Tramentos seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e letras maiúsculas na linha, para um mesmo ano, pertencem ao mesmo grupo e não diferem estatisticamente, Teste de Agrupamento de Médias Scott –Knott, NS 5%.

Tabela 4.11 – Teste de Scott-knott para produção de grãos, levando em consideração o desdobramento Local X Ano, safra 2009.

Genótipos	2009													
	Londrina		Pato Branco		Santa Helena		Campo Mourão		Guarapuava		Cascavel		Cambará	
Canola Hyola 61	1100	a A	961	a A	1326	a A	515	a B	708	a B	991	a A	171	a C
Canola Hyola 401	1191	a A	985	a B	1385	a A	156	a C	745	a B	431	b C	198	a C
Cártamo Cipl 04401	235	b B	365	b B	923	a A	121	a C	316	b B	403	b B	436	a B
Cártamo Cipl 04406	213	b B	125	b B	603	b A	603	a A	125	b B	373	b B	428	a A
Cártamo Cipl 04407	218	b B	130	b B	1187	a A	350	a B	200	b B	321	b B	296	a B
Nabo IPR 116	120	b B	475	b A	525	b A	321	a C	626	a A	125	b C	53	a B
Nabo AL 1000	93	b A	131	b C	221	c C	236	a C	390	b C	71	b C	66	a C
Nabo Comum	71	b A	211	b C	156	c C	218	a C	313	b C	50	b C	25	a C
Crambe Fms Brilhante	268	b C	288	b C	183	c C	466	a C	265	b C	211	b C	151	a C

Tramentos seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e letras maiúsculas na linha, para um mesmo ano, pertencem ao mesmo grupo e não diferem estatisticamente, Teste de Agrupamento de Médias Scott –Knott, NS 5%.

4.3 PRODUÇÃO DE GRÃOS E EXTRATO ETÉREO EM QUATRO LOCAIS DO PARANÁ: LONDRINA, GUARAPUAVA SANTA HELENA E PATO BRANCO.

Essa avaliação se restringiu a quatro localidades e duas safras de Outono/Inverno, a de 2007 e 2009 no Paraná, com o intuito de se analisar a produção de extrato etéreo (EE) e massa de grãos (MG).

Na safra de 2007, houve ocorrência generalizada de seca no estado, o que acarretou grandes perdas de produção. Além da seca, a diversidade de espécies também dificultou a realização dos tratos culturais e uma melhor padronização das leituras de campo e mesmo a colheita, a forte estiagem em diversas localidades, o que levou a uma perda grande de experimentos.

Como existe uma grande diversidade de cultivares e ciclo, a seca atingiu de forma diferenciada esses materiais sendo que em alguns locais, afetou fortemente as cultivares precoces e em outros as cultivares tardias. Assim, para análise do teor de óleo foi utilizado os locais com os resultados mais uniformes e com melhor coeficiente de variação experimental para as análises de óleo.

Os dados apresentados na Tabela 4.12, demonstram uma produção de óleo abaixo do esperado para as cultivares de canola, em virtude de perdas na colheita, ataque de pássaros. Em seguida destaca-se a produção de óleo das cultivares de cártamo, na safra Outono/Inverno os valores da produção de óleo foram muito baixos em função do excesso de chuvas que ocorreu nesse ano, a cultura do cártamo sofre muito com esse excesso, se adapta bem à climas secos.

Neste ano agrícola as cultivares: Canola Hyola 401, Cártamo Cipl 04406 e Nabo IPR 116 foram a que apresentaram maior desempenho para as espécies de canola, cártamo e nabo-forrageiro respectivamente, crambe foi representado apenas pela cultivar Fms Brilhante.

Tabela 4.12 – Médias de produção dos genótipos avaliados em Kg/ha, safra 2007.

Cultivares	MG	% EE	EE Kg/ha
Canola Hyola 43	1114,94	37,82	421,67
Canola hyola 61	1081,25	38,07	411,63
Canola hyola 401	1330,65	39,21	521,74
Canola Hyola 420	1078,75	36,55	394,28
Canola hyola 432	1046,25	37,01	387,21
Cartamo Cipl 04401	1578,75	25,57	403,49
Cartamo Cipl 04406	1756,25	25,44	446,79
Cartamo Cipl 04407	1605,00	25,49	409,11
Nabo forrageiro IPR 116	505,35	33,93	171,46
Nabo AI1000	625,00	34,32	214,50
Nabo Comum	387,20	33,31	128,97
Crambe Fms Brilhante	503,75	31,25	157,42

As cultivares de nabo forrageiro e crambe não obtiveram bons resultados de produção, mais são promissoras pelo fato de apresentarem alta porcentagem de óleo em seus grãos. Na safra 2009 observa-se grande queda na produção de todas as espécies, houve excesso de precipitação, atípico para esta época e ano, (tabela 4.13).

Tabela 4.13 – Médias de produção dos genótipos avaliados em Kg/ha, safra 2009.

Cultivares	MG	% EE	EEKg/ha
Canola Hyola 60	776,25	37,34	289,85
Canola Hyola 61	1053,63	35,45	373,51
Canola Hyola 401	924,52	37,96	350,95
Canola CNI 0801	721,3	36,61	264,07
Cartamo Cipl 04401	579,93	13,39	77,65
Cartamo Cipl 04406	597,02	12,48	74,51
Cartamo Cipl 04407	540,46	13,74	74,26
Nabo IPR 116	450,77	29,74	134,06
Nabo IPR 116 c1	419,27	28,01	117,44
Nabo Selec NB 0701	415,36	26,89	111,69
Nabo Selec NB 0702	330,3	27,62	91,23
Nabo AL 1000	277,5	28,07	77,89
Nabo comum	235,92	29,03	68,49
Crambe FMS Brilhante	475,25	32,01	152,13

Observa-se uma grande queda na produção de óleo de cártamo em relação à safra de 2007, isso pode ser explicado, devido ao excesso de chuvas decorrentes nesse ano, visto que essa espécie sofre muito com excesso de água, acarretando grandes perdas de produção. Em 2009 o nabo- forrageiro mesmo possuindo menores médias de produção de grãos, supera o cartamo em termos de produção de óleo, dado a sua maior porcentagem de óleo nos grãos, esta espécie enfrentou problemas na trilha do material, (Tabela 4.13).

Contrastando-se os dados das duas safras, fica evidente a superioridade na produção de extrato etéreo (EE) das espécies na safra de 2007, mesmo com a ocorrência de seca. Afirma-se aqui também o maior potencial e óleo das cultivares de canola em relação aos demais, com destaque para a cultivar Canola Hyola 401 com 521,74 kg/ha em 2007, se mostrando superior nos dois anos de avaliação. Mesmo produzindo menos em 2009 seu teor de óleo foi superior às demais, seu ciclo foi de 117 dias, mais precoce do que as cultivares Canola Hyola 61 e 420 que apesar do maior ciclo apresentaram produção inferior.

O Cártamo se mostra muito promissor, porém, para esta época do ano, com a limitação de possuir ciclo longo, cerca de 140 dias. No Paraná o cultivo principal é o de primavera/verão e, portanto, para cultivo no outono/inverno deve-se optar por uma cultivar de ciclo o mais curto possível, que não prejudique a época de plantio da cultura de verão. Sua produção oscilou entre 1400 e 2000 Kg/ha de grãos e uma média de 432,26 Kg/ha de óleo (média de 25,50% de óleo). O material mais promissor foi CPL 04406 com 447,67 Kg/ha de óleo em 2007, na safra 2009 não pode-se levar muito em consideração seu desempenho, visto que foi um ano atípico e o cártamo foi muito prejudicado.

O crambe surge como planta com grande potencial para a produção de matéria-prima para biodiesel. As pesquisas realizadas pela Fundação MS de Maracajú – MS apontaram para uma produção entre 1.000 e 1.500 quilos por hectare. A grande tolerância à seca, à geadas e a sua precocidade são as grandes vantagens da planta, que floresce aos 35 dias e pode ser colhida aos 85/90 dias, com maturação uniforme. Seu teor de extrato etéreo no presente ensaio foi em torno de 31,25% para 2007 e 32,01 para 2009, o que corresponde 157,42 e 152,13 Kg/ha de óleo, respectivamente.

Diante desses fatos e se ressaltando que a avaliação se restringiu às oleaginosas de inverno, é possível citar algumas especificidades, vantagens e

limitações destas culturas em questão, o que facilitaria ou limitaria a implantação das mesmas. Portanto isso explica o fato de que na safra outono inverno de 2009, a produção de Nabo forrageiro superou a de cártamo, porém o nabo forrageiro também foi prejudicado com problemas de condução das lavouras e outros efeitos adversos, como excesso de chuva, atraso no plantio, ataque de pássaros, perdas na colheita.

O mesmo não se aplica em relação à canola, já que é uma cultura exigente em cuidados, por não apresentar grande rusticidade, principalmente no momento da colheita, que se não realizada no momento exato pode ser muito comprometida pela fácil debulha dos grãos, e por esse motivo conseqüentemente acarreta muitas perdas na produção e prejuízo ao produtor.

Existe também outra limitação, que é a dificuldade de se encontrar cultivares e sementes dessa oleaginosa disponíveis no mercado. Em contrapartida seu óleo é considerado nobre, o que agrega a ele um valor superior aos demais óleos. Seu teor de óleo é superior ao do nabo, existem variações no valor da porcentagem nas diferentes literaturas, mas sempre a canola apresentando valores superiores.

Estes fatores implicaram em altos valores de coeficiente de variação, o que justificava a eliminação dos resultados mais discrepantes. Assim, os resultados apresentados, indicam a necessidade de ajustes na condução dos experimentos. No entanto, estes se apresentam em conformidade com resultados já obtidos em outros ensaios conduzidos com um número mais reduzido de espécies. No momento, estas matérias continuam em fase de testes, não só para produção de grãos, mas também para épocas de plantio, espaçamento e densidade nas diferentes regiões do estado.

O nabo-forrageiro possui características agronômicas favoráveis, pelo fato de ser um cultivo pouco exigente e que permite inclusive uma melhoria das propriedades físicas do solo. Atualmente, o Instituto agrônomo do Paraná – IAPAR, já dispõe de material genético em fase de testes e que apresenta produção de grãos 70% superior aos avaliados neste ensaio.

Outro propósito deste estudo é a destinação dos farelos gerados por essas espécies. A maioria das tortas ou farelos das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para produção de biodiesel no Brasil é passível de utilização na alimentação animal, porém, cada uma com suas particularidades no que diz respeito

a cuidados antes de serem fornecidas aos animais devido a alguns fatores tóxicos ou anti-nutricionais que possuem, quantidades máximas dentro da formulação das dietas dos animais e práticas de armazenamento.

Geralmente, a torta ou farelo gerado na extração do óleo não passam por processo de agregação de valor porque são desconhecidas as suas potencialidades nutricionais e econômicas, salvo algumas exceções como soja, algodão e girassol. A torta gerada das culturas de nabo-forrageiro e crambe, ainda apresentam algumas restrições para a alimentação animal, pelo fato de apresentar glucosinolatos em sua composição, mais estudos já avaliam possibilidade da extração destes, portanto, uma possível viabilidade do uso deste subproduto.

Associado a esse fato, são também desconhecidas as possibilidades de obtenção de receitas advindas do mercado de crédito de carbono, relativas à redução da emissão de gás metano passíveis de ocorrer quando se utilizam rações contendo essas oleaginosas. De acordo com estudos recentes na Austrália e Canadá, para cada 1% de acréscimo de gordura na dieta de ruminantes, pode se reduzir em até 6% a quantidade de metano produzido por Kg de matéria seca consumida (GRAINGER, 2008).

As tortas e farelos oriundos da produção de biodiesel apresentam características nutricionais adequadas para inclusão na dieta de ruminantes, entretanto cuidados devem ser observados quanto a possíveis efeitos deletérios devido à presença de metabólitos bioativos em alguns materiais. Recomenda-se o estudo criterioso para a introdução segura destes subprodutos na cadeia produtiva.

A introdução de tortas com elevado teor de gordura nas dietas de ruminantes pode auxiliar na mitigação de metano entérico, e a produção de algumas oleaginosas pode contribuir com o seqüestro de carbono pelos solos de Cerrado na recuperação de pastagens, reduzindo a necessidade de desmatamento.

Van Cleef (2008) em ensaio *in vitro* comparando a adição de tortas de pinhão manso ou de nabo forrageiro em silagem de capim elefante, demonstrou uma redução na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), verificada conforme a adição em níveis crescentes das tortas na silagem, sendo que para o pinhão manso, a redução foi mais acentuada. As silagens com nabo forrageiro apresentaram melhor qualidade e digestibilidade.

A torta de cártamo é um co-produto da indústria de óleo e possui cerca de 35% de proteína, podendo ser usada na alimentação de ruminantes e

monogástricos, pois não possui fatores antinutritivos. A produção média de sementes por hectare situa-se em torno de uma a três toneladas, de acordo com a tecnologia empregada, e a produção de matéria seca/ha também pode variar de 4 a 6 t/ha (RURAL SEMENTES, 2010; LANDAU et al., 2004; POSSENTI et al., 2010).

4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

4.4.1 Análise de Variância Individual por Local

As análises de extrato etéreo (EE) foram realizadas nas safras outono inverno de 2007 e 2009. Os resultados dos quadrados médios das análises de variância individuais em Pato Branco, Santa Helena e Londrina, para as variáveis EE e revelaram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$), entre os tratamentos para a variável EE, para os dois anos de avaliação, evidenciando a existência de variabilidade genética nos tratamentos avaliados, demonstrando que pelo menos um tratamento se comportou de maneira diferente nos locais da avaliação, (Tabelas 4.14 e 4.16).

Tabela 4.14 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável extrato etéreo (EE), safra 2007.

Fonte de Variação	Londrina		Guarapuava	Santa Helena	Pato Branco
	GL	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹
Bloco	1				
Tratamento	11	179.99**	117.0293**	66.5714**	171.03**
Resíduo	11				
Médias		30.54	33.22	34.79	34.09
CV (%)		4.76	2.28	6.04	3.17

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10^{-3}

Tabela 4.15 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável extrato etéreo (EE), safra 2009.

Fonte de Variação	Londrina		Guarapuava	Santa Helena	Pato Branco
	GL	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹
Bloco	1				
Tratamento	13	179.9951**	165.7407**	130.2004**	171.0365**
Resíduo	13				
Médias		28.61	29.47	27.42	25.54
CV (%)		6.42	6.63	8.57	5.94

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

As diferenças altamente significativas em todos os locais para EE, já eram esperadas, dado a grande diversidade de espécies e que apresentam diferentes níveis tanto de produção de grãos como teor de óleo.

Os CV's foram considerados baixos, o que confere uma melhor precisão dos dados aqui obtidos, pois quanto mais baixo for o coeficiente de variação maior é a precisão experimental. Na safra de outono inverno de 2009 os valores médios de Extrato Etéreo (EE) foram menores em relação a 2007.

Na safra 2009 Pato Branco apresentou os menores valores para teor de óleo, também motivado por seca no início de floração das cultivares de canola que foram as mais prejudicadas nesse aspecto. E posteriormente de uma forma geral todas as espécies foram prejudicadas em função do excesso de chuvas.

Os resultados dos quadrados médios da análise de variância individual, em Pato Branco, Santa Helena, Londrina e Guarapuava apresentaram diferenças significativas para a variável MS, os efeitos dos tratamentos foram significativos ($P < 0,01$), apenas para as localidades de Londrina e Guarapuava, no ano de 2007, (Tabela 4.16).

Já na safra 2009 revelaram diferenças significativas ($P < 0,05$) para os tratamentos, das localidades de Guarapuava e Pato Branco para a variável MS, demonstrando que pelo menos um tratamento se comportou de maneira diferente nos locais da avaliação, (Tabela 4.17).

Tabela 4.16 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável matéria seca (MS), safra 2007.

Fonte de Variação	Londrina		Guarapuava	Santa Helena	Pato Branco
	GL	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹
Bloco	1				
Tratamento	11	1.9769**	0.2907**	6.78945	0.2690
Resíduo	11				
Médias		90.90	91.25	91.52	91.55
CV (%)		0.18	0.19	0.54	0.24

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

Tabela 4.17 – Quadrados médios da análise de variância individual para a variável matéria seca (MS), safra 2009.

Fonte de Variação	Londrina		Guarapuava	Santa Helena	Pato Branco
	GL	QM ¹	QM ¹	QM ¹	QM ¹
Bloco	1				
Tratamento	13	1.22957	3.5488*	6.7894	4.1663*
Resíduo	13				
Médias		93.12	93.61	93.86	93.15
CV (%)		1.02	1.20	1.99	1.23

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

Os coeficientes de variação (CV's) segundo a classificação de GOMES (1976) foram considerados baixos, para a variável EE e MS, o que confere maior confiabilidade dos resultados, e foram bem mais homogêneos em relação aos coeficientes de variação da produção de grãos, visto que o teor de óleo sofre menor influência de condições adversas citadas anteriormente na produção de grãos como: como estresse hídrico, ataque pássaros, altas precipitações, temperaturas, dentre outras.

4.4.2 Análise de Variância Conjunta dentro dos Anos

A tabela 4.18, apresenta os valores dos quadrados médios da análise de variância conjunta, onde os dados revelaram efeitos altamente

significativos ($P < 0,01$) para tratamentos, ambientes e a interação destes, para a variável MS. Para EE, revelaram efeitos significativos ($P < 0,01$) para ambientes, Tratamentos e a interação dos mesmos. Isso indica que os materiais utilizados apresentaram comportamento diferente nos três locais avaliados para essa característica.

Os efeitos de ambiente não foram significativos para MS, mas a interação destes com os efeitos de tratamento apresentaram significância, demonstrando que os tratamentos respondem diferentemente nos ambientes testados, já para a variável EE, houve significância para todos os efeitos e suas interações, sendo aconselhável um estudo de possíveis Interações existentes entre os genótipos e os ambientes.

Tabela 4.18 – Quadrados médios da análise de variância conjunta para a variável extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Guarapuava, Palotina, safra 2007.

Fonte de variação	EE		MS
	GL	QM	QM
Tratamentos	11	211.0594**	0.4133
Ambientes	3	82.8965**	2.2285
Trat x Amb	33	37.7752**	0.7986**
Resíduo	44	2.1122	0.0879
Total	95	3918.4638	41.9268
Médias		33.1647	91.30
CV(%)		4.3822	0.3247

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10^{-3}

Com isso pode-se concluir que os mesmos materiais avaliados em locais diferentes, reagirão com grandes diferenças dentro dos ambientes em questão, para a variável MS, os valores dos quadrados médios não revelaram significância, o que indica que os materiais avaliados em locais diferentes reagirão de maneiras semelhantes.

Já na safra 2009 revelaram diferenças significativas ($P < 0,05$) para tratamentos e interação tratamento X ambientes. O CV's das análises conjuntas para as variáveis EE e MS, foram considerados baixos, seguindo a classificação citada anteriormente, os resultados obtidos são os desejáveis em relação à precisão experimental, (Tabelas 4.18 e 4.19).

Tabela 4.19 – Quadrados médios da análise de variância conjunta para a variável extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) para Londrina, Pato Branco, Santa Helena, Guarapuava, Palotina, safra 2009.

Fonte de variação	EE		MS
	GL	QM ¹	QM ¹
Tratamentos	13	612.3815**	6.2996*
Ambientes	3	81.1708	3.73
Trat x Amb	39	11.53038**	3.1668*
Resíduo	52	3.75	1.7512
Total	111	8995.9388	322.295
Médias		27.7591	93.4379
CV(%)		6.9789	1.4162

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹: valores multiplicados por 10⁻³

4.4.3 Análise de Variância Conjunta entre os Anos

A tabela 4.20 apresenta os valores dos quadrados médios da análise de variância conjunta, onde os dados revelaram efeitos altamente significativos ($P < 0,01$) para tratamentos, ano e para a interação destes, para variável MS. Já para EE, revelaram efeitos significativos ($P < 0,01$) para: ano, tratamento, local e todas suas interações, novamente evidenciando alta variabilidade nos materiais avaliados. Com isso pode-se concluir que os mesmos materiais avaliados em locais diferentes, reagiram com grandes diferenças dentro dos ambientes em questão.

Tabela 4.20 – Quadrados médios da análise de variância conjunta entre os anos agrícolas 2007,2008 e 2009 para a variável extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS).

Fonte de variação	MS		EE
	GL	QM	QM
Repetição (Genótipo X Local)	36	1.3549	3.7565
Ano	1	182.8354**	1232.9461**
Genótipo	8	9.8991**	845.1397**
Local	3	1.8537	26.0804**
Genótipo X Local	24	1.8027	25.8285**
Genótipo X Ano	8	10.8939**	96.2246**
Local X Ano	3	3.0326	34.0778**
Genótipo X Local X Ano	24	1.9802	12.9704**
Erro	36	17.224	4.0399
Total corrigido	143	565.41	10156.18
CV (%)		1.42	6.99
Média Geral		92.51	28.74

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.4.4 Teste de Scott- Knott

Quando aplicado o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade, houve a formação de dois grupos para MS e quatro grupos para EE, representados pelas letras minúsculas nas colunas para locais, e não diferiu estaticamente para os genótipos nos locais, quando representados pelas letras maiúsculas na linha, onde foram comparados os genótipos nos diferentes locais de avaliação para MS, (Tabela 4.21).

Para o teor de extrato etéreo, o teste apresentou quatro grupos para letras minúsculas nas colunas e três grupos representados pelas letras maiúsculas na linha, demonstrando maior variação das médias de produção para teor de óleo, ou seja, as médias foram mais influenciadas pelos diferentes locais e anos de avaliação para esta variável, (Tabela 4.22).

A cultivar Canola Hyola 401, apresentou maiores médias de produção em relação às outras canolas, confirmando a superioridade. O potencial de produção de óleo das canolas foi confirmado.

Em relação às cultivares de cártamo, nota-se que no ano agrícola de 2009 os valores foram muito inferiores ao de 2007, mais provavelmente isso ocorreu devido ao um erro de amostragem e não devido as outros fatores.

O crambe aparece como planta promissora em relação ao teor de óleo, principalmente nas localidades de Londrina e Guarapuava, e também por apresentar um ciclo curto em relação às demais espécies, visto que esta é uma característica agrônômica desejada, já que o intuito é implantação das culturas na entre safra da soja.

Quanto à experimentação, em geral, foram detectadas muitas dificuldades pela diversidade de espécies e principalmente nos tratos culturais que precisam de maior conhecimento, para uma melhor padronização dos mesmos. As doenças detectadas ainda necessitam de estudos mais aprofundados para maior eficiência no controle.

Esses problemas verificados como as doenças no crambe e cártamo, problemas na deiscências das plantas de canola e problemas na trilha do nabo-forrageiro, servem de estímulo para possíveis estudos futuros que possam a vir contribuir para melhores resultados em relação aos resultados aqui já obtidos, e também para abrir novas linhas de pesquisa nesse campo.

Tabela 4.21 – Teste de Scott-knott para médias de produção matéria seca (MS), quatro locais de avaliação, safra 2007 e 2009.

Genótipos	2007								2009							
	Londrina		Guarapuava		Pato Branco		Santa Helena		Londrina		Guarapuava		Pato Branco		Santa Helena	
Canola Hyola 61	90.18	a A	91.27	a A	90.98	a A	90.98	a A	94.00	a A	93.50	a A	96.00	a A	94.00	b A
Canola Hyola 401	90.39	a A	91.76	a A	91.62	a A	91.62	a A	93.00	a A	95.00	a A	93.50	a A	93.00	b A
Cártamo Cipl 04401	91.84	a A	91.36	a A	91.41	a A	91.41	a A	92.00	a A	92.50	b A	91.50	b A	92.00	b A
Cártamo Cipl 04406	91.80	a A	90.44	a A	91.50	a A	91.50	a A	93.00	a A	92.00	b A	90.00	b A	93.00	b A
Cártamo Cipl 04407	92.29	a A	90.61	a A	91.61	a A	91.61	a A	93.00	a A	95.50	b A	92.00	b A	93.00	b A
Nabo IPR 116	90.50	a A	91.62	a A	92.23	a A	92.23	a A	93.00	a A	91.00	b A	94.00	a A	93.00	b A
Nabo AL 1000	91.20	a A	91.57	a A	92.15	a A	92.15	a A	98.5	b A	95.00	a A	93.50	b A	98.50	a A
Nabo Comum	90.99	a A	91.33	a A	91.53	a A	91.53	a A	97.00	b A	95.00	a A	94.50	a A	97.00	a A
Crambe Fms Brilhante	92.31	a A	91.32	a A	91.09	a A	91.09	a A	93.00	a A	94.00	a A	92.50	b A	93.00	b A

Tramentos seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e letras maiúsculas na linha, para um mesmo ano, pertencem ao mesmo grupo e não diferem estatisticamente, Teste de Agrupamento de médias Scott –Knott, NS 5%.

Tabela 4.22 – Teste de Scott-knott para médias de extrato etéreo (EE), quatro locais de avaliação, safra 2007 e 2009.

Genótipos	2007								2009							
	Londrina		Guarapuava		Pato Branco		Santa Helena		Londrina		Guarapuava		Pato Branco		Santa Helena	
Canola Hyola 61	31.24	b B	38.41	a A	40.43	a A	42.17	a A	36.50	a A	35.50	a A	33.00	a A	36.50	a A
Canola Hyola 401	33.25	a B	40.18	a A	41.34	a A	35.85	b B	39.00	a A	38.00	a A	35.50	a A	39.00	a A
Cártamo Cipl 04401	28.69	b A	21.34	c B	21.86	c B	30.40	d A	14.50	c B	13.50	b B	10.50	c B	14.50	c B
Cártamo Cipl 04406	28.45	b A	20.23	c C	24.56	c B	28.50	d A	15.50	c A	13.00	b A	9.50	c B	15.50	c A
Cártamo Cipl 04407	28.43	b A	22.67	c B	23.33	c B	27.54	d A	18.00	c A	13.00	b B	9.00	c B	18.00	c A
Nabo IPR 116	29.68	b B	36.61	a A	35.75	b A	33.66	c A	29.50	b A	34.00	a B	29.00	b A	29.50	b A
Nabo AL 1000	31.86	b B	36.72	a A	36.17	b A	32.53	c B	26.50	b B	32.00	a A	26.00	b B	26.50	b B
Nabo Comum	33.58	a A	32.78	b A	34.07	b A	32.81	c A	27.00	b B	33.50	a A	28.50	b A	27.00	b B
Crambe Fms Brilhante	37.51	a A	31.22	b B	27.72	c B	28.53	d B	30.23	b B	35.00	a A	29.00	c B	30.00	b B

Tramentos seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e letras maiúsculas na linha, para um mesmo ano, pertencem ao mesmo grupo e não diferem estatisticamente, Teste de Agrupamento de médias Scott –Knott, NS 5%.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos:

Confirma-se o potencial de produção da canola, tanto para grãos como óleo. Contudo, com restrições devidas a pouca disponibilidade de sementes e cultivares, além de problemas de perdas na colheita provocados principalmente pela deiscência das síliquas. Cultivar de destaque: Canola Hyola 401.

O nabo-forrageiro destacou-se pela sua rusticidade e fácil condução. No entanto, quanto a produção de grãos, visando a extração de óleo, as cultivares atuais ainda necessitam de investimento em pesquisa.

As cultivares de cártamo tem potencial para produção. Porém, possuem ciclo muito longo, cerca de 157 dias em média, o que impossibilitaria sua utilização como opção de inverno na entressafra das culturas de verão. Cultivar de destaque: Cártamo Cipl 04406.

O crambe destaca-se pela sua precocidade, ciclo máximo de 100 dias. Mas, apresenta restrições quanto a produção de grãos e óleo, e problemas fitossanitários ainda pouco estudados.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, J.A., NASCIMENTO, J. C., SAMPAIO, L. A. G. *et al.* **Projeto Bio-Combustível: processamento de óleos e gorduras vegetais in natura e residuais em combustíveis tipo diesel.** *In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL*, 3., 2007, Campinas.

ANDERSON, V.L.; CATON, J.S.; KIRSCH, J.D.; REDMER, D.A. Effect of crambe meal on performance, reproduction, and thyroid hormone levels in gestating and lactating beef cows. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2269-2274, 2000.

ARAÚJO, K.M. *et al.* **Estudo Comparativo Técnico e Econômico de Diferentes Óleos Vegetais Brasileiros para Produção de Biocombustível, 2005.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte Departamento de Engenharia Química – Centro de Tecnológica Grupo de Pesquisa em Engenharia de Custos e Processos. Disponível em < www.ufrngpec.hpg.com.br >. Acesso em: 30 setembro 2010.

CALEGARI, A. **Sustentabilidade sim.** *In: Encontro de Plantio Direto no Cerrado*, 5, 2001, Dourados. Anais. Dourados: UFMS/ Embrapa Agropecuária Oeste, 2001, p. 23-28.

CALEGARI, A *et al.* **Nabo forrageiro.** *In: Adubação verde no sul do Brasil*, 1993. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Assessoria e serviços a projetos em agricultura alternativa, 1993. p. 203-204.

CALEGARI, A.; **Plantas para a adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná.** Boletim Técnico Instituto Agrônomo do Paraná, n.35, p. 1-36, 1990.

CANOLA: Novidade no Campo. **Manchete Rural**, Rio de Janeiro, p.23-24, set.1992.

CANOLA COUNCIL CANADA. **Canola.** Wnnipeg, 1999. 23p.

CARVALHO, H.W.L. de; PACHECO, CAP.; SANTOS, M.X. dos; GAMA, E.E.G.; MANGNAVACA, R. Potencial genético da população de milho (*Zea mays* L. 'CMS 33') para fins de melhoramento no nordeste brasileiro. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n.1, p.37-42, 1995.

CATEN, C. S. **Método de otimização de produtos e processos medidos por múltiplas características de qualidade.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 1995.

COMPENDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL.2005. **Manual de procedimentos analíticos. Nacional da Indústria de Alimentação Animal - Sindrirações.** São Paulo 2005. 204 p.

CONAB, Companhi Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> . Acesso em: 24 Setembro 2011.

CULTURA DO NABO FORRAGEIRO. Circular técnico da Cati; 1;2003. Disponível em: < <http://www.cati.gov.sp.br> >. Acesso em: 01 Setembro 2010.

CHIARANDA, M. Junior, A. M. A., OLIVEIRA, G. T. **A produção de biodiesel no Brasil e aspectos do PNPB grupo de estudos e extensão em desenvolvimento econômico e social**. Universidade De São Paulo. 2005. Disponível em: <<http://www.economia.esalq.usp.br>>. Acesso em: 22 outubro 2011.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2, Viçosa: Editora UFV, 2003. 585 p.

CRUZ, C.D.; **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. **Circular. Instituto. Agrônomo do Paraná**, n.73. p. 1-78, 1992.

ECHEVENGUÁ, A. **Crambe surge como nova opção para produzir biodiesel**. 2007. Disponível em: <www.ecoeacao.com.br>. Acesso em: 9 maio 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA TRIGO. **Definição de canola**. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/canola/definicao.htm> >. Acesso em: 13 junho 2011.

EMBRAPA SOJA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção da soja**: rotação de culturas. Londrina, 2004. Disponível em: <www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/rotacao.htm>. Acesso em: 15 maio 2011.

FAEP, **Federação do estado da agricultura do Paraná**, disponível em: <http://www2.faep.com.br/noticias/exibe_noticia.php?id=1397>. Acesso em: 22 outubro 2011.

FAO **organização das nações unidas para agricultura e alimentação**. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 10 julho 2011.

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

FUNDAÇÃO DO MATO GROSSO DO SUL. **Culturas para biodiesel, Crambe**: Maracajú, 2007. Disponível em: <www.fundacaoms.com.br>. Acesso em: 15 maio 2009.

FREITAS, R. C.; **Biodieselbr** 2008, 7, 52.

GIAYETTO, O.; et. al. Comportamento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la region de Rio Cuarto, Cordoba (Argentina). **Revista Investigación Agraria – Producción y Protección Vegetales**, v.14, n. 1-2: 203-215, 1999.

GRAINGER, C. GIA. **Methane**: increasing fat can reduce methane emissions. GIA Newsletter. Department of Primary Industries, march 2008.

HIGGS, D.A., McBRIDE, J.R., MARKERT, J.R. et al. 1982. **Evaluation of Tower and Candle rapeseed (canola) meal and Bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplements in practical dry diets for juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*)**. *Aquaculture*, 29(1):1-31.

IBGE. **Produção agrícola 2005**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=740>. Acesso em: 9 outubro de 2011.

KRISHNA, G. Nylon bag dry matter digestibility in agro-industrial by-products and wastes of the topics. **Agricultural Wastes**, v.13, p.155-158, 1985.

LANDAU, S.; et al. The value of safflower (*Carthamus tinctorius*) hay and silage grow under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. **Livestock Production Science**, v.88, p. 263-271, 2004.

LIMA, C.R. **Biodiesel**: um novo combustível para o Brasil Disponível em: <http://www2.camara.gov.br/publicacoes/estnottec/tema3/2005_177.pdf>. Acesso em: 01 fevereiro 20011.

MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds - **Review**. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.12, p.467-480, 1999.

MAKKAR, H.P.S.; ADERIBIGBE, A.O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, v.62, p.207-215, 1998.

MAPA: **Métodos oficiais de análise**. Método nº 10 p.23. Portaria 108 de 1991.

NEIVA JÚNIOR, A.P.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; PARDO, R.M.P.; SILVA FILHO, J.C.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A.C. Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel, 2., 2007, Brasília. **Anais**. Brasília: MCT/ABIPTI, 2007.

OLIVEIRA, L.B.; COSTA, A.O. da. **Biodiesel**: uma experiência de desenvolvimento sustentável. 2005. Disponível em: <<http://www.biodieselecooleo.com.br/biodiesel/estudos>>. Acesso em: 25 julho 2010.

OELKE, E.A.; et al 1992. **Alternative field crops manual**. Universidade of Minnesota Safflower. Acesso: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower.html>. Acesso em: 10 março 2011.

PENILDO, P. F.; **O álcool combustível**: obtenção e aplicação nos motores, Ed. Nobel: São Paulo, 1981.

PITOL, C. Biodiesel: culturas, sistemas de produção e rotação de culturas. In: **Tecnologia e produção - culturas**: safrinha e inverno 2007. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/page.php?21>>. Acesso em: 22/12/2011

PITOL, C. Cultura do crambe. In: **Tecnologia e produção**: milho safrinha e culturas de inverno. Fundação MS, p.85-88, 2008.

ROCHA, E.K. **Fenologia e qualidade de *Carthamus tinctorius* L. em diferentes populações e épocas de cultivo**, 2005, 59 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

RURAL SEMENTES, acesso em 20 de outubro de 2010 www.ruralbioenergia.com.br

RURAL SEMENTES: Cartámo Usos Industriais. Disponível em: [:<http://www.ruralsementes.com.br/produtos/cártamo](http://www.ruralsementes.com.br/produtos/cártamo) 04/09/2011.

SEBRAE. **Esta cartilha Biodiesel do Sebrae** – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em: [<http://www.biodiesel.gov.br/>](http://www.biodiesel.gov.br/). Acesso em: 15 agosto 2008.

SILVA, P.R.F. da. Introdução e avaliação de cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) na Depressão Central. In: REUNIÃO TÉCNICA DO GIRASSOL, 1981, Porto Alegre, RS. **Palestras e trabalhos técnicos...** Porto Alegre: UFRGS, 1981. p.1-2.

SILVA, P.R.F. da. Sucessão e rotação de culturas. In: UFRGS, Faculdade de Agronomia. **Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Departamento de Fitotecnia, UFRGS, 1985. p. 45-46.

SILVA, P.R.F. da. Establishment of intercropped sunflower and cassava systems at different planting dates and sequence order. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 12., 1988, Novi Sad. **Proceedings...** Novi Sad: International Sunflowers Association, 1988. p. 378.

SILVA, P.R.F. da et al. Manejo do solo e adubação na cultura do girassol em sucessão a aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.6, p.641-647, 1997.

SILVA, P.R.F. da; MUNDSTOCK, C.M. Época de semeadura. **Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS: 1988. p.13-17.

SILVA, P.R.F. da; ROCHA, A.B. Exigências térmicas e características agronômicas de cultivares comerciais experimentais de girassol na depressão central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.24, n.1, p.55-58, 1994.

SILVA, P.R.F. da; ALMEIDA, M.L. de. Resposta de girassol a densidade em duas épocas de semeadura e dois níveis de adubação. II Características de planta associadas a colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1365-1271, 1994.

SILVA, P.R.F. da et al. Densidade e arranjo de plantas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.6, p.797-810, 1995.

SORREL, E.R., SHURSON, G.C. 1992. **Use of canola and canola meal in swine diets reviewed**. *Feedstuffs*, 62(14):13-16.

SOUZA, T. A. F.; RAPOSO, R. W. C.; TOMM, G. O.; OLIVEIRA, J. T. L.; SILVA NETO, C. P. Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no município de Areia – PB. In: **Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, 5. Lavras: EMBRAPA AGROENERGIA: CNPq: TECBIO: BIOMINAS: SEBRAE, 2008.

TESKEREDIZIC, Z., HIGGS, D.A., DOSANJH, B.S. et al. 1995. **Assessment of undephytinized and dephytinized rapeseed protein concentrate as sources of dietary protein for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**. *Aquaculture*, 131(2):261-277.

TIGERE, T.A.; GATSI, T.C.; MUDITA, I.I.; CHIKUVIRE, T.J.; THAMANGANI, S.; MAVUNGANIDZE, Z. Potential of *Jatropha curcas* in improving smallholder farmers' livelihoods in Zimbabwe: an exploratory study of Makosa ward, Mutoko district. **Journal of Sustainable Development in Africa**, v.8, p.1-9, 2006.

TOMM, G.O.; Santos, H.P.; FONTANELI, R.S. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões planalto e missões do Rio Grande do Sul**.

Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/livros/forrageiras/index.htm>> Acesso em agosto de 2008.

TOMM, G.O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p.html. 4 ilustr. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 58). Disponível em: <[cnpt.embrapa.br/livros/canola/index.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/livros/canola/index.htm)>. Acesso em: 24 de janeiro de 2007.

TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. II Reunião Brasileira de Canola. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, em 7 de dezembro de 2000.

TOMM, G. O. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola em Três de Maio, RS** - Circular técnica 17. EMBRAPA TRIGO, Passo Fundo/RS, 2004.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para a produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2007. 68p. (Sistema de Produção nº 4).

VEDANA, U. **Crambe (*Crambe abyssinica*) promissora planta para Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: 2 Outubro 2010.

VAN CLEEF, E.H.C.B. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras

VIVAS, M. J. 2002. **Culturas Alternativas – Cártamo, Sésamo e Camelina**. Melhoramento, 38: 183-192.

WANG, Y.P.; TANG, J.S.; CHU, C.Q.; TIAN, J. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products**, v.12, p.47-52, 2000.

WEC (1994) / World Energy Conference - **Estatística Brasileira de Energia** - Boletim Anual do Comitê Brasileiro do Conselho Mundial de Energia - No. 40, ano XXX, 1994.

WEISS, E.A. **Oilseed Crops**. Blackwell Publishing Limited, London, UK, 2000.

YAMAOKA, R. S.; OLIVEIRA, D, COSTA, A, COLASANTE, L.O. **Ação regionalizada na produção de oleaginosas**: avanços da pesquisa e perspectivas futuras.

Disponível em:

<http://www.iapar.br/arquivos/File/biodiesel/seminario270508/regionalizacao.pdf> Acesso em: 20 Outubro 2009.