

DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DO TEOR DE ÓLEO EM SEMENTES DE SOJA PELOS MÉTODOS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR E SOXHLET

DETERMINATION AND EVALUATION OF OIL CONTENT IN SOYBEAN SEEDS BY NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE METHODS AND SOXHLET

Anaís Kato CAVALCANTE¹; Larissa Barbosa de SOUSA¹;
Oswaldo Toshiyuki HAMAWAKI²;

1. Mestranda em Agronomia, Melhoramento de Plantas/Soja, Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. anaissakato@gmail.com ; larissaufpi@ig.com.br; 2. Professor, Doutor, ICIAG – UFU. hamawaki@umuarama.ufu.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar linhagens de soja de ciclo precoce quanto ao potencial produtivo e teor de óleo para a produção de biodiesel e correlacionar os métodos de ressonância magnética nuclear e Soxhlet na análise de teor de óleo. Dentre as diferentes fontes de biomassa, os óleos vegetais constituem uma potencial fonte de recurso renovável para a produção de combustíveis, transformando-se em uma alternativa viável comparados ao diesel. Foram avaliadas 19 linhagens de ciclo precoce e 5 cultivares em delineamento de blocos casualizados com três repetições. O desempenho de cada linhagem foi avaliado por meio da mensuração das seguintes características: número de dias para a floração (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta (cm) na floração (APF), altura da planta (cm) na maturidade (APM), altura da inserção da primeira vagem (AIV), acamamento (AC), teor de óleo nos grãos expresso em porcentagem (%OL), produtividade de grãos (PG) e produtividade de teor de óleo (PO). A partir dos teores obtidos pelos dois métodos de extração de óleo fez-se a análise de correlação. Os resultados permitiram verificar a superioridade da linhagem UFU-106 quanto ao rendimento e a produtividade de óleo. Embora o teor de óleo da linhagem UFU-101 tenha sido elevado, a produtividade deste genótipo foi abaixo do desempenho desejável. Com relação aos métodos de extração de óleo, os resultados mostraram um coeficiente de correlação negativo, indicando que não houve correlação entre os dois métodos.

PALAVRAS-CHAVE: Soja. Biocombustível. Produtividade. Soxhlet.

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], considerada uma planta milenar, é uma das principais oleaginosas do mundo. Apesar da dificuldade de estabelecer sua origem com precisão, há relatos de que seja originada do continente Asiático na região da antiga Manchúria, atual China. No Brasil, foi inicialmente cultivada na Bahia, espalhando-se, posteriormente, para os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Atualmente, o maior foco de desenvolvimento da soja encontra-se no Centro-Oeste do país (PAIVA et al, 2006).

Destaca-se no cenário mercadológico interno com uma produção estimada de 57,6 milhões de toneladas na safra 2008/2009, consolidando o país como o segundo maior produtor mundial (CONAB, 2009). Para a safra 2009/10, o sexto Levantamento de Safra realizado pela Conab indicou uma produção nacional de soja de 67,6 milhões de toneladas, representando um incremento de 836,7 mil toneladas em relação ao quinto levantamento e 8,8 milhões de toneladas em relação à safra 2008/09 (CONAB, 2009).

A soja é o cultivo anual de grãos mais importante do Brasil, devido à sua relevância como fonte primária de óleo e proteína vegetal, além de alternativas energéticas como a produção de biocombustíveis. Alguns entraves dificultam a obtenção de altas produtividades na cultura, destacando-se: a adversidade climática e a ocorrência de insetos, plantas daninhas e doenças (NAVARINI, 2008).

O lipídeo de soja é o líder mundial dos óleos vegetais representando entre 20 e 24% de todos os óleos e gorduras consumidas no mundo. O teor de óleo no grão é em torno de 18%, correspondendo, em média, a 600 Kg de óleo por hectare (ANUÁRIO, 2005).

A soja pode ser utilizada também como fonte de biodiesel, uma alternativa para diminuição da dependência dos derivados de petróleo, abrindo um novo mercado para essa oleaginosa, com excelentes perspectivas econômicas e amplos benefícios ambientais. Estima-se que a soja seja responsável por 70% a 80% do biodiesel produzido no País (BUAINAIN; GARCIA, 2008).

Atualmente, a produção de biodiesel vem crescendo no mundo todo, com destaque para a

União Européia, que lidera a produção mundial, seguida pelos Estados Unidos e pelo Brasil. Para atender à demanda crescente de biodiesel pode-se aumentar a área cultivada (ainda disponível no Brasil) e, também, aumentar a produtividade de óleo (produtividade de grãos x teor de óleo: 100) via melhoramento genético (ARAÚJO, 2006).

A substituição de óleo diesel importado e a necessidade de se utilizar fontes renováveis e sustentáveis, tornam premente a necessidade de se desenvolver novas cultivares produtivas de soja com teores elevados de óleo nos grãos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi de avaliar e selecionar linhagens de soja de ciclo precoce quanto ao potencial produtivo e teor de óleo para a produção de biodiesel; e correlacionar os métodos de ressonância magnética nuclear e Soxhlet na análise de teor de óleo em sementes de soja.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo (camada de 0 a 20 cm) da área experimental.

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
6,69	3,33	4,10	53	2,29	0,57	3,20	3,00	6,20	48,35
acidez média	dag/Kg	-- dm ³ --	mg	-----	cmolc	dm ⁻³ -----			%

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 24 tratamentos: 19 linhagens e 5 cultivares (Msoy 6101, Emgopa 316, Conquista, Msoy 8008 e Msoy 8000) e 3 repetições. A parcela constituiu-se de 4 fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas a 0,45 m. A parcela útil foi constituída pelas duas fileiras centrais da parcela, desprezando 0,50 m de cada extremidade (4,00 m²). A produtividade foi dada pelo valor de massa de grãos obtidos em cada parcela útil em kg por 4 m² e foram transformados para kg ha⁻¹ corrigidos a 13% de umidade.

O experimento foi conduzido de acordo com os procedimentos técnicos necessários a fim de mantê-lo livre da interferência de plantas daninhas e pragas. A partir da avaliação e identificação dos materiais potencialmente produtivos, avaliou-se o teor de óleo, por meio de análises químicas dos grãos, realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da FAZU.

Com base na área útil da parcela, o desempenho agrônomo dos genótipos de soja foi baseado nas seguintes características:

NDF: Número de dias para a floração, definido como o período compreendido da emergência ao estádio R1-R2, ou seja, com 50% das flores abertas na parcela;

NDM: Número de dias para a maturidade, definido como o período entre a emergência e a data em que

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos utilizados neste estudo foram provenientes do ensaio de competição de genótipos conduzidos na Fazenda Escola da FAZU, em Uberaba- MG, situada na longitude 47° 57'27''WGR, latitude 19° 44' 13''S e altitude de 780m, em solo tipo latossolo vermelho distrófico; com médias anuais de precipitação e temperatura são 1.474 mm e 22,6° C, respectivamente. A semeadura foi realizada no dia 17 de novembro de 2007 e a colheita ocorreu no mês de março de 2008. O solo é do tipo latossolo vermelho distrófico, textura arenosa, com 74 % de areia, 21% argila e 5% de silte, e sua análise química encontra-se na Tabela 1.

aproximadamente 95% das vagens apresentarem-se maduras (estádio R8);

APM: Altura da planta (cm) na floração e na maturidade, medida desde o colo da planta até o ápice da haste principal em 10 plantas da área útil;

AIV: altura de inserção da primeira vagem, definida como a distância, em cm, medida a partir da superfície do solo à primeira vagem, obtida na época de maturação, em 10 plantas da área útil;

AC: Acamamento, avaliado na maturidade [estádio R₈, FEHR (1977)], através de uma escala de notas visuais, quais sejam: 1- todas as plantas eretas até 10%; 2-todas as plantas levemente inclinadas 11% a 19%; 3 - todas as plantas moderadamente inclinadas 20% a 29%; 4- todas as plantas acentuadamente inclinadas 30% a 39%; 5 - todas as plantas fortemente inclinadas acima de 40%.

PG (g): Produção de grãos, em gramas, obtida fazendo-se a pesagem de cada parcela;

PO (kg ha⁻¹): Produtividade de óleo obtida pela expressão produtividade de grãos x teor de óleo: 100.

Os dados obtidos foram analisados pelo Programa Estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias comparadas pelo teste de Teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. Quando observadas diferenças significativas para efeito de tratamento, realizou-se ainda, o teste de agrupamento de médias.

Análise do teor de óleo

Extração do óleo com uso de Soxhlet

Após a colheita manual, os grãos de soja foram separados das vagens secas, homogeneizados em processador e procedeu-se com a metodologia de extração no Laboratório de Nutrição Animal da FAZU.

A extração do óleo foi realizada com o solvente éter de petróleo em um extrator Soxhlet, sob condições de obtenção comercial de óleo, segundo a metodologia da AOCS, método Ac.3.11 (AOCS,1997), cujas etapas são:

1 - As amostras coletadas em triplicata com 1 g de grãos de soja homogeneizados foram pesados em papel filtro, dobrado de maneira a não ocorrer perda da amostra e colocado no interior de um cartucho;

2 - O cartucho foi introduzido no extrator Soxhlet de tal forma que o mesmo ficasse totalmente submerso em éter de petróleo durante a extração;

3 - Foram adicionados 150 mL de éter de petróleo, mantendo-se volume constante durante a extração, evitando a perda significativa do solvente, devido à evaporação;

4 - Concluído o período de extração de 12 horas e após o resfriamento, o balão de fundo chato (tarado e pesado previamente em balança semianalítica de duas casas decimais antes da extração), contendo óleo éter de petróleo, foi levado ao rotavapor e mantido a 40 °C até *secura*. Leve fluxo de ar comprimido foi usado para facilitar a remoção de qualquer solvente remanescente. Para não comprometer a pesagem do óleo, as transferências do balão foram feitas com auxílio de papel toalha ou luvas de látex impedindo-se a contaminação deste pela gordura da mão;

5 - O balão foi levado até a estufa (80 °C) pelo período de 2 horas e depois transferido para dessecador com sílica gel até seu resfriamento à temperatura ambiente e, finalmente, pesado em balança.

Ao subtrair o peso do balão do valor obtido (peso do balão + óleo), chegou-se ao peso do óleo. A percentagem do óleo na soja foi calculada multiplicando-se a massa do óleo por 100 e o resultado dividido pela massa do grão. O teor de óleo nos grãos expresso em porcentagem (%OL), produtividade de óleo em kg ha⁻¹ (PO).

Teor de óleo por ressonância magnética nuclear (RMN)

As amostras das sementes das linhagens de soja foram realizadas na Universidade Federal de

Uberlândia-UFU pelo método de Ressonância Nuclear Magnética (RMN).

Para a análise do teor de óleo por RNM, foi avaliada uma amostra de 100g de sementes em média, retiradas ao acaso do total de sementes produzidas em uma parcela. Os dados das amostras de cada um dos genótipos, após as análises de teor de óleo, foram arquivados em software e posteriormente, feita a calibração utilizando-se espectrofotômetro de reflectância no infravermelho proximal (NIR), marca Perstorp Analytical, modelo 5000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que houve diferenças significativas entre os genótipos para todas as características agrônômicas (Tabela 2).

O teor médio de óleo nos grãos foi de 16,75%, sendo o maior teor médio encontrado na linhagem UFU-101 (21,59%), que não diferiu estatisticamente das linhagens UFU-106, UFU-115, UFU-118, UFU-117 e das cultivares MSOY 8008 e MSOY 8000. Por outro lado, o menor teor médio foi encontrado na linhagem UFU-109 (13,51%). Esses dados foram semelhantes àqueles obtidos por Finoto et al (2008) durante a avaliação de 15 genótipos de soja, cuja a média de teor de óleo de 16,01%, variando de 13,01% a 20,12%. Moraes et al. (2006) ao caracterizar bioquimicamente duas linhagens de soja com alto teor de proteína, oriundas do Programa de Melhoramento Genético do Bioagro/UFV, observaram uma variação no teor de óleo de 18,56% a 24,03%. Além disso, constataram que à medida que se aumenta o teor de proteína, o de óleo é reduzido.

As linhagens UFU-106, UFU-115, UFU-118, UFU-117 e UFU-101 e as cultivares MSOY 8008 e MSOY 8000 foram superiores quanto ao teor de óleo, diferindo estatisticamente dos demais genótipos.

Quanto às médias de produtividade, foram observados dois grupos, sendo que no grupo de maior média as linhagens que mais se destacaram foram UFU-102 UFU-104 UFU-105 UFU-106, UFU-108, UFU-111, UFU-112 UFU-115, UFU-116, UFU-117 e as cultivares Conquista e M-SOY 8008. Neste grupo, a linhagem UFU-106 se destacou com a maior média de produtividade e alcançou um valor de 4.285 kg.ha⁻¹. No outro grupo, UFU-110, UFU-114 e UFU-118 e a cultivar EMGOPA 316 (testemunha) obtiveram as menores médias.

Em trabalho semelhante realizado por Rezende e Carvalho (2007), na região de Lavras – MG a cultivar Conquista atingiu menor patamar de

produtividade produzindo 2897 kg.ha⁻¹. Por outro lado, a cultivar Msoy 8008 apresentou melhor desempenho que aquele obtido em trabalho

realizado pelo CAT-Uberlândia (2006) na Fazenda Pinusplan localizada na cidade de Uberlândia – MG, cuja média foi de 2.922 kg.ha⁻¹.

Tabela 2. Resultados médios de teor de óleo extraídos pelo método sohxlet, produtividade, índice de acamamento, dias para floração e maturação, altura da planta na floração e na maturação e altura de inserção da primeira vagem obtida no ensaio de competição de genótipos de ciclo precoce. Ano agrícola 2007/08, Uberaba- MG*.

Linhagens	Teor de óleo (%)	Prod. (kg.ha ⁻¹)	Acamamento	Dias		Altura (cm)		I ^a vagem
				Floração	Maturação	Floração	Maturação	
UFU-101	21,59b	2272,05a	1,67a	55,33b	108,67a	88,30f	95,50b	12,56c
UFU-102	15,34a	3142,27b	2,67b	50,00a	140,00b	85,00e	107,50c	9,30b
UFU-103	15,12a	2420,18a	2,00a	54,67b	112,00a	87,90f	106,40c	11,90c
UFU-104	16,28a	3118,64b	2,67b	57,33b	100,00a	83,00e	98,73b	14,50d
UFU-105	14,28a	3247,12b	1,33a	65,00c	140,00b	95,67g	96,40b	7,95 ^a
UFU-106	18,10b	4285,95b	1,33a	66,00c	140,00b	97,67g	110,20d	14,70d
UFU-107	15,97a	2747,13a	1,33a	52,00b	108,67a	67,06c	101,22b	10,80c
UFU-108	15,34a	3691,42b	2,33b	54,33b	132,67b	72,30c	92,05a	9,75b
UFU-109	13,51a	2815,26a	3,33c	57,00b	120,67b	70,00c	97,16b	11,55c
UFU-110	15,90a	1817,70a	2,67b	52,33b	125,67b	64,30c	83,33a	13,50d
UFU-111	16,14a	3036,84b	3,67c	42,33a	111,00a	54,73b	115,7d	17,60e
UFU-112	15,35a	3575,6b	2,67b	45,00a	117,00a	64,80c	90,33a	7,47a
UFU-113	16,34a	2319,99a	1,67a	53,33b	112,00a	63,93c	94,2b	10,00b
UFU-114	16,68a	2226,21a	2,67b	48,33a	99,33a	64,13c	88,40a	9,40b
UFU-115	19,52b	3179,07b	1,67a	54,33b	108,67a	60,20c	91,00a	10,00b
UFU-116	15,98a	3188,18b	1,33a	57,00b	126,33b	79,13d	117,60d	6,60a
UFU-117	18,45b	3221,39b	2,67b	61,67c	112,00a	75,10d	95,72b	12,00c
UFU-118	19,96b	2101,53a	2,00a	55,33b	100,00a	74,13d	93,86b	13,20d
UFU-119	15,62a	2296,89a	2,33b	53,67b	140,00b	66,60c	101,7b	7,80a
Msoy 6101	15,22a	2700,76a	3,33c	43,33a	109,33a	68,06c	111,47d	18,80e
EMGOPA 316	17,08a	2292,51a	2,33b	46,33a	124,00b	44,80a	103,26c	12,06c
CONQUIST A	16,67a	3456,18b	1,67a	49,00a	138,00b	58,33b	87,73a	8,03b
Msoy 8008	18,51b	3477,41b	2,00a	44,33a	122,33b	49,67a	111,56d	16,10d
Msoy 8000	19,01b	2633,73a	2,00a	42,33a	111,00a	56,80b	114,13d	20,45f
Média	16,75	2890,12	2,2	52,51	119,15	70,48	100,21	11,91
C.V. (%)	8,44	16,08	23,74	7,65	10,07	6,09	5,16	10,56

*Médias seguidas de letras diferentes entre si apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade.

Segundo Guimarães et al. (2008) o acamamento é uma característica muito influenciada pelo tipo de solo e pelas condições de desenvolvimento da planta. Observa-se que, de maneira geral, os genótipos apresentaram leve acamamento, sendo as linhagens UFU-111, UFU-109 e a cultivar Msoy 6101 as que apresentaram acamamento mais acentuado.

Para a característica número de dias para floração, as linhagens UFU-102, UFU-111, UFU-112 e UFU-114 foram as mais precoces e não

apresentaram diferenças significativas em relação às testemunhas. As linhagens mais tardias foram UFU-105, UFU-106 e UFU-11 com, respectivamente, 65, 66 e 61,67 dias para o florescimento. Na característica dias para a maturação houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo as cultivares Msoy 6101 e Msoy 8000 as que apresentaram ciclo mais precoce, juntamente com as linhagens UFU-101, UFU-103, UFU-104, UFU-107 UFU-111 UFU-112 UFU-113 UFU-114 UFU-115 UFU-117 UFU-118, dentre as linhagens UFU-114,

UFU-104 e UFU-118 destacaram-se pela precocidade de 99 e 100 dias. Segundo Hamer (2006) as cultivares precoces são mais procuradas por ficarem menos expostas à doença fúngica, ferrugem asiática. Por possuírem um ciclo menor, as variedades demandam ainda menor número de aplicações de fungicidas, o que reduz os custos de produção da lavoura.

A altura de planta é característica fundamental na determinação da cultivar a ser introduzida em determinada região. No presente trabalho, a altura de planta na floração variou de 97,67 a 44,80 cm, respectivamente, UFU-6 e Emgopa 31. Cinco linhagens apresentaram as menores alturas de planta na maturação: UFU- 108, UFU- 110, UFU- 112, UFU- UFU- 114, UFU- 115, estas linhagens não diferiram estatisticamente da cultivar Conquista. Sedyama et al. (2009) afirmam que a colheita mecanizada, em solos relativamente planos e bem preparados pode-se efetuar uma boa colheita de plantas com 50 cm a 60 cm de altura. Plantas muito acima de 100 cm tendem ao acamamento e, além de dificultarem a eficiência das colhedoras, tendem a produzir menos, e com a disseminação de diversas doenças, principalmente fúngicas, como é o caso da ferrugem asiática, é desejável que as plantas apresentem porte reduzido.

Quanto à altura de inserção da primeira vagem foi observada diferença significativa entre os tratamentos, com valores variando entre 6,6cm a 20,45 cm para as linhagens UFU-116 e MSOY8000, respectivamente. De acordo com Marcos Filho (1986), a variedade escolhida para cultivo numa determinada localidade deve apresentar uma altura de inserção de primeiro legume de pelo menos 10 a 12 cm para a colheita mecânica, afim de evitar perdas devido as vagens não colhidas. Observa-se que as linhagens UFU-103, UFU-107, UFU-109, UFU-113, UFU-115, UFU-117 apresentaram médias dentro da faixa aceitável para a colheita mecanizada.

Ao comparar o índice relativo de produção de óleo, verifica-se que a linhagem UFU-106 e a cultivar Conquista destacaram-se em relação às demais. A correlação entre rendimento de grãos de soja e teor de óleo, dependendo dos genótipos avaliados, pode ser elevada e positiva, pequena e variar de positiva a negativa ou ausente (Figura 1). Cruz et al. (2009) ao avaliarem o efeito de quatro épocas de semeadura nos teores de óleo, proteína e produtividade de grãos, observaram que com o atraso da semeadura da soja ocorreu a diminuição no teor de óleo e na produtividade de grão e o aumento no teor de proteína.

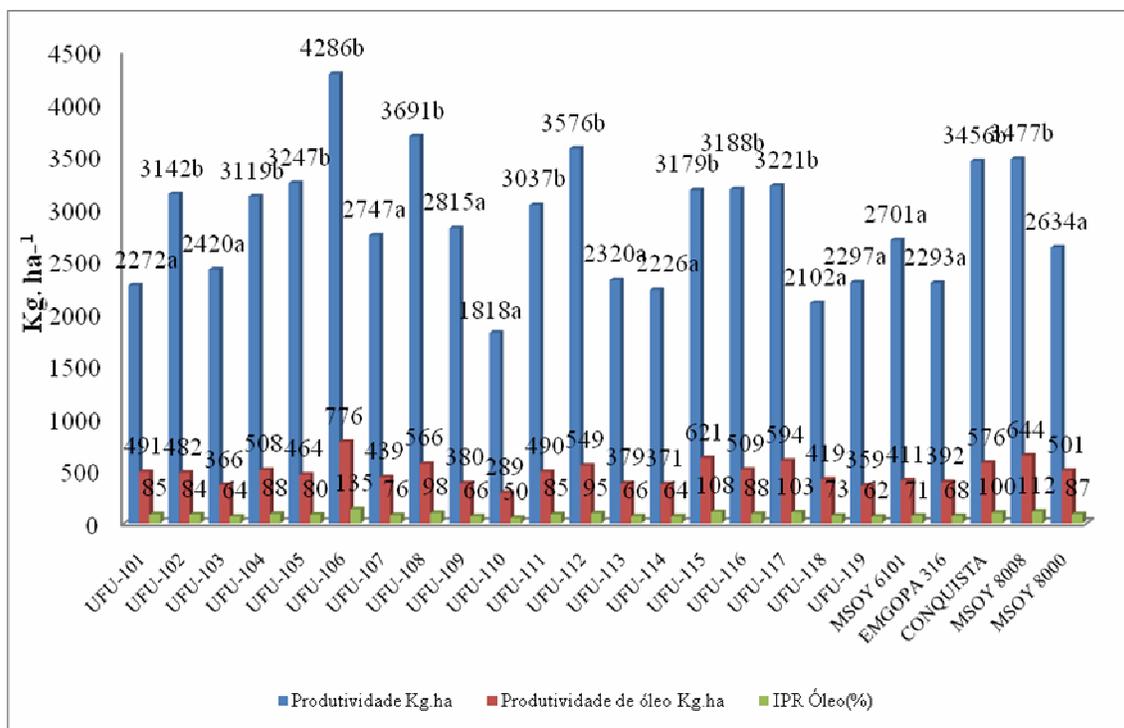


Figura 1. Produtividade de óleo, de grãos de genótipos de soja e o índice relativo de produção de óleo na safra 2007/2008 no município de Uberaba-MG.

Análise de correlação dos métodos de extração de óleo

A Figura 2 mostra a equação de regressão linear e o coeficiente de correlação obtidos a partir do pareamento dos valores do teor de óleo pelos métodos RMN e Soxhlet. O valor do coeficiente de correlação ($r = -0,28$) foi negativo, ou seja, não houve correlação entre os dois métodos de extração.

As médias apresentadas pelo método RMN foram superiores ao método Soxhlet. Isso, provavelmente, se deve às diferenças entre os diversos genótipos amostrados. Além disso, deve-se considerar que o óleo determinado pelo Soxhlet é

expresso na matéria seca das sementes e o do RMN, na matéria original. O mesmo comportamento de média dos teores de óleo foi observado por Ungaro et al. (1992) e Gupta et al. (1985), em diversas sementes oleaginosas. Esse resultado foi atribuído à extração incompleta e perda de óleo no processo de moagem da amostra antes da determinação por solvente (Soxhlet). Por outro lado, Godoy et al. (1986), ao compararem os dois métodos em sementes individuais de amendoim observaram que o método Soxhlet produziu valores ligeiramente acima dos obtidos pelo RMN.

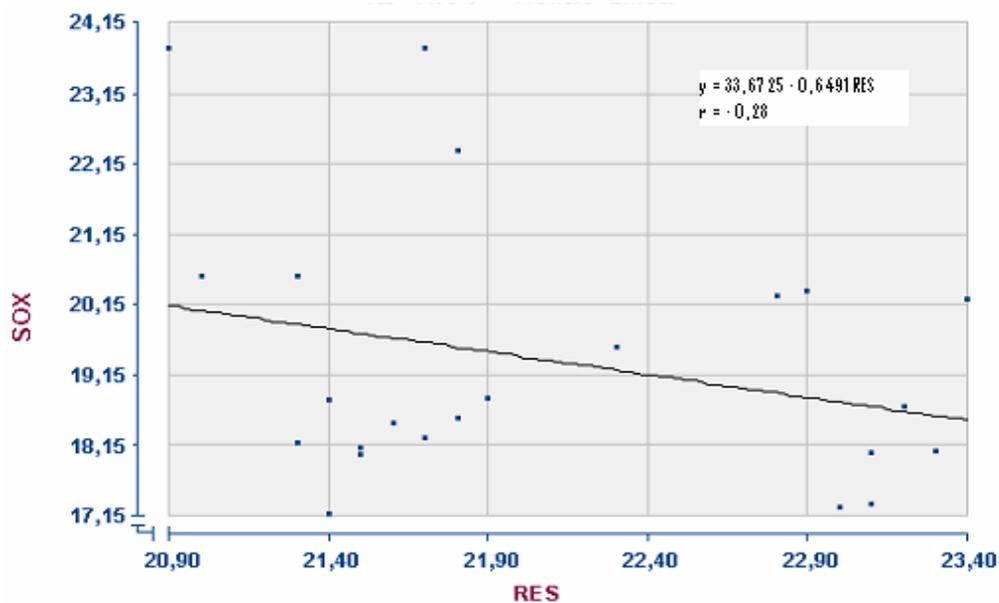


Figura 2. Relação entre os teores de óleo em sementes de soja determinados pelo método de ressonância magnética nuclear (RES) e os teores na matéria seca obtidos pelo método extração Soxhlet.

Embora as médias absolutas dos teores de óleo, obtidas por meio do método de RMN, tenham sido superiores às do Soxhlet, a correlação não significativa mostra que os dois métodos são equivalentes.

Diversos trabalhos tem mostrado o espectroscópio de ressonância nuclear magnética (RMN) como uma técnica eficaz para medir o teor de óleo na seleção (CONWAY; EARLE, 1963; COLLINS et al., 1967; FEHR et al. 1968). O método de RMN por ser rápido, preciso e não-destrutivo, possibilita a utilização das sementes analisadas para o próximo ciclo de seleção, garantindo que as características genotípicas sejam mantidas nas populações seguintes. Apesar de o custo ser elevado, a RNM agrega mais segurança na seleção.

CONCLUSÕES

A linhagem UFU- 106 destacou-se quanto ao rendimento e a produtividade de óleo;

Embora o teor de óleo da linhagem UFU-101 tenha sido elevado, a produtividade deste genótipo foi aquém do desejável;

Os métodos de avaliação de teor de óleo foram equivalentes, ficando a cargo do programa de melhoramento optar.

AGRADECIMENTOS

À Fundagri (Fundação Educacional para o Desenvolvimento das Ciências Agrárias) pelo financiamento desse trabalho e ao ICIAG/UFU pelo apoio no desenvolvimento do mesmo.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate and select lineages of early soybeans on the yield potential and oil content for the production of biodiesel and correlate the nuclear magnetic resonance and Soxhlet methods in the analysis of oil content. Among the different sources of biomass, vegetal oils are a potential source of renewable resource for fuel production, turning into a viable alternative compared to diesel. It was evaluated 19 early maturity lineages in randomized blocks with 3 replicates and compared with 5 cultivars. The performance of each lineage was assessed by measurement of the following features: number of days to flowering (NDF), number of days to maturity (NDM), plant height (cm) at flowering (APF), plant height (cm) at maturity (APM), height of insertion of first pod (AIV), lodging (AC), oil content in grain expressed in percentage (%OL), grain yield (PG) and oil content yield (PO). From the levels obtained by two methods of extracting of oil it was done the analysis of correlation. The results showed the superiority of lineage UFU-106 on the yield and productivity of oil. Although the oil content of lineage UFU-101 has been high, the yield of this genotype was below the desirable performance. Concerning to the methods of extraction of oil, the results showed a negative correlation coefficient, indicating that there was no correlation between the two methods.

KEYWORDS: *Glycine max.* Biofuel. Productivity. Soxhlet.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURA BRASILEIRA EM NÚMEROS – ANUÁRIO. Brasília: MAPA, (2004). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 19, 2005.
- AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY – AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 5.ed. Champaign, IL: AOCS, v. 1, 1997.
- ARAUJO, M. M. de. Melhoramento de plantas visando à produção de biodiesel. In: **SEMINÁRIOS EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS**, Piracicaba - SP: Esalq, v. 1, p. 1- 2, 2006.
- BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. **CISOja: Biodiesel sem a agricultura familiar** . Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=artigo&idA=87>>. Acesso em 01 de set.de 2008.
- CAT – Uberlândia. **Avaliação de diferentes cultivares de soja, safra 2005/2006**. Disponível em: <<http://www.catuberlandia.com.br/experimentos0506/soja/AvaliacaodediferentescultivaresdesojaFAZ.%20FLORESTA%20DO%20LOBO.pdf> >. Acesso em: 6 Abr. 2010.
- COLLINS, F. I.; ALEXANDER, D. E.; RODGERS, R. C.; SIVELA, S. L. Analysis of oil content of soybeans by wide line NMR. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 49, p. 708-710, 1967.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grão, Sexto levantamento**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/6graos_09.03.10.pdf . Acesso em: 10 Mar. 2010.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grão, Sexto levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/6graos_08.09.pdf>. Acesso em: 6 Mar. 2009.
- CONWAY, T. F.; EARLE, F. R. Nuclear magnetic resonance for determining oil content of seeds. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 40, p. 265-268, 1963.
- CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Goiânia-GO. **Anais...** Ambiente e manejo da cultura. Londrina: Embrapa Soja, 2009. v. 17, p. 1-3.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p.
- FEHR, W. R.; COLLINS, F. I.; WEBER, C. R. Evaluation of methods for protein and oil determination in soybean seed. **Crop Science**, Madison, v. 8, p. 47-49, 1968.

FINOTO, E. L.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D. Teores de óleo e de proteína de genótipos de soja em duas épocas de plantio e dois tipos de solo em Frutal-MG. In: **XXX REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, Rio Verde. 2008, p. 53 - 55.

GODOY, I. J. De; TEIXEIRA, J. P. F.; NAGAI, V.; RETTORI, C. Determinação do teor de óleo. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 45, n. 1, p. 161-169, 1986.

GUIMARÃES, F. S. de; REZENDE, P. M. de; CASTRO, E. M. de; CARVALHO, E. A.; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, E. R. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, 2008.

GUPTA, S. K.; DHAWAN, K.; YADAVA, T. P. Estimation of oil content by side-line NMR. **Oil Crop Newsletter**, Addis Ababa, v. 2, p. 17-21, 1985.

HAMER, E. **Demanda por semente precoce de soja aumenta 150% em Mato Grosso**: Portal do Agronegócio. 2006. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=6344>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MORAES, R. M. A.; JOSE, I. C.; RAMOS, F. G.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, n. 5, v. 41, p. 715-729. 2006.

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria- RS, 2008. Cap. 1.

PAIVA, B. M. de; ALVES, R. M.; HELENO, N. M. Aspectos socioeconômicos da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 27, n. 230, p. 7-14, jan./fev. 2006.

RESENDE, P. M.; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* Merrill) para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1616-1623, nov./dez., 2007.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. de; BARROS, H. B. Princípios de tecnologia de Alimentos: Métodos de conservação de Alimentos. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina- Paraná: Mecenas, 2009. Cap. 8, p. 77-92.

SISVAR/UFLA- **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Versão 4.0: Universidade Federal de Lavras- UFLA, 2007. Disponível em <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 20 de mar. 2009.

UNGARO, M. R. G.; TOLEDO, N. M. P. de; TEIXEIRA, J. P. F.; SUASSUNA Filho, J. Determinação do teor de óleo em sementes. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 51, n. 1, p. 1- 5, 1992.