

# CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE GENÓTIPOS BRASILEIROS DE AVEIA (*Avena sativa* L.)

Rosane Costa Beber<sup>1</sup>, Alicia de Francisco<sup>1</sup>, Antonio Carlos Alves<sup>2</sup>, Roberta Marins de Sá<sup>1</sup>, Paulo Ogliari<sup>3</sup>

Laboratório CERES - Ciência e Tecnologia de Cereais,

<http://www.cca.ufsc.br/dcal/labs/ceres/ceres.html>

Dep. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.

Rodovia Ademar Gonzaga, 1346. Florianópolis, Brasil.

e-mail [Rosane@th.com.br](mailto:Rosane@th.com.br) / [alicia@mbox1.ufsc.br](mailto:alicia@mbox1.ufsc.br)

<sup>2</sup>Dep. Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Catarina.

Rodovia Ademar Gonzaga, 1346. Florianópolis, Brasil. Fone:

e-mail [alves@cca.ufsc.br](mailto:alves@cca.ufsc.br)

<sup>3</sup>Dep. Estatística Universidade Federal de Santa Catarina.

Campus Universitário, Trindade, Florianópolis. Brasil. Fone

e-mail [ogliari@inf.ufsc.br](mailto:ogliari@inf.ufsc.br)

Recibido: 06/03/01; Revisado: 24/05/01; Aceptado: 19/02/02

**RESUMEN:** La composición química de la avena ha sido poco estudiada en el Brasil. Por consiguiente, este trabajo fue desarrollado con el objetivo de investigar los principales constituyentes químicos de la avena Brasileira. Este estudio es fundamental para la utilización de este cereal en dietas balanceadas, sobre todo para individuos con altos índices de colesterol, donde los  $\beta$ -glucanos contribuyen a su reducción. Los genotipos analizados fueron recomendados por la Comisión Brasileira de Investigación de Avena. Los cultivares estudiados (CTC3, UFRGS7, UFRGS14, UPF7 y UPF16) presentaron altos contenidos de proteína (16,8%), lípidos (6,84%) y  $\beta$ -glucanos (4,89%). El perfil de aminoácidos de estas muestras se mostró limitante solamente para lisina, treonina e isoleucina. Los demás aminoácidos estuvieron dentro de los patrones recomendados por la FAO. Se observó que todas las variables estudiadas sufrieron alteraciones de acuerdo con las interacciones entre el genotipo, lugar y año de cultivo. Los cultivares UFRGS14, UFRGS7 y UPF16 sobresalieron por el alto contenido de proteína, lípidos y  $\beta$ -glucanos, respectivamente. **Palabras clave:** Avena, proteína, aminoácidos, lípidos,  $\beta$ -glucanos.

## CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BRAZILIAN OAT GENOTYPES

**ABSTRACT:** The chemical composition of oats has been poorly studied in Brazil. Therefore, the objective of this study was to characterize the main chemical constituents of Brazilian oat cultivars. This knowledge is essential for the utilization of this cereal in balanced diets, specially for individuals with high blood cholesterol, where the  $\beta$ -glucans contribute to its reduction. The analyzed genotypes were recommended by the Brazilian Oat Research Commission. The cultivars studied (CTC3, UFRGS7, UFRGS14, UPF7 and UPF16) showed high levels of protein (16,8%), lipids (6,84%) and  $\beta$ -glucans (4,89%). The aminoacid profil of these samples was limiting only for lysine, threonine and isoleucine. The other aminoacids had similar values to those recommended by the FAO. It was observed that all the studied variables suffered changes according to the interactions between genotype, locality and year of production. Cultivars UFRGS14, UFRGS7 and UPF16 were differentiated for their high contents of protein, lipids and  $\beta$ -glucans, respectively. **Key Words:** Oats, protein, aminoacids, lipids,  $\beta$ -glucans.

## INTRODUÇÃO

A produção brasileira de aveia em 2000 foi de 287.761 t. Apesar de baixa, quando comparada à de outros cereais como o trigo (2.438.197 t.) ou arroz (11.782.662 t.), tem sofrido um aumento significativo na sua produção nos últimos anos segundo dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística<sup>18</sup>. Isto se deve ao desenvolvimento de cultivares com maior rendimento, adaptadas às condições brasileiras de clima e solo.

Essa cultura é uma boa alternativa para cultivo de inverno e apresenta alta produtividade em solos pobres, suprimindo a necessidade de diversificação para a rotação de cultura.

A composição química e estrutural do grão de aveia é única dentre todos os cereais. Destaca-se pelos altos te-

ores de proteína, com perfil de aminoácidos equilibrado e pela alta digestibilidade. Os lípidos possuem capacidade antioxidante e quantidades consideráveis de ácido linolênico. A fibra alimentar é caracterizada principalmente pelo teor de fibras solúveis, que tem efeito na redução dos níveis de colesterol sérico<sup>2,23</sup>. Estas características tornam a aveia altamente recomendável para o consumo humano<sup>14,35</sup>.

Tem-se observado também, aumento na produção da aveia destinada ao consumo humano, devido à busca de dietas mais saudáveis e ao surgimento de produtos atraivos e variados utilizando a aveia como base. Isso é possível devido às propriedades ligantes, emulsificantes e espumantes da aveia, tornando-a útil para vários usos industriais<sup>30</sup>.

Além de todas as características funcionais citadas, ou-

## Genótipos brasileiros de aveia

tros fatores de qualidade da aveia são muito relevantes. As fibras solúveis, mais especificamente as (1,3)(1,4) $\beta$ -D-glucanas, que atuam na redução dos níveis de colesterol sanguíneo em indivíduos hipercolesterolêmicos, e na absorção de glicose em diabéticos e como agente protetor ao desenvolvimento de tumores de cólon<sup>2,23</sup>.

A aveia foi o primeiro alimento a ser chamado funcional. Essa denominação foi autorizada em 29 de junho de 1995 pelo FDA dos Estados Unidos, para usar oficialmente uma alegação de saúde relacionando ao consumo, com redução no risco de doenças cardiovasculares. Esta alegação foi corrigida duas vezes desde então<sup>13</sup>. No Brasil, a mesma alegação está sendo estudada para aprovação baseada no relatório científico de de Francisco e de Sá<sup>9</sup>.

Recentemente, estudos em cultivares brasileiras de aveia não detectaram a presença de glúten em sua composição. Isso indica que este material pode se tornar uma nova opção de dieta para portadores de doença celíaca<sup>34</sup>.

Mesmo assim, a composição química da aveia é pouco estudada e conhecida no Brasil. No entanto, esse estudo é fundamental para a recomendação deste cereal em dietas balanceadas. Neste sentido, foi desenvolvido o presente trabalho, com o objetivo de se conhecer os principais constituintes químicos na composição da aveia brasileira.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

Foram analisadas cinco cultivares de aveia (CTC3, UFRGS7, UFRGS14, UPF7 e UPF16) recomendadas pela Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia. Os genótipos foram obtidos de três locais diferentes - Guaíba (RS), Guarapuava (PR) e Campos Novos (SC), em dois anos consecutivos.

A aveia cultivada em Guaíba foi fornecida pelo Departamento de Plantas e Lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. A de Guarapuava pela Cooperativa Agrária Mista Entre Rios LTDA (Guarapuava-Pr). A de Campos Novos pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Todos os materiais foram originários de experimentos de competição entre cultivares realizados nesses locais<sup>31,32</sup>.

### Preparo das Amostras

As amostras de grãos foram armazenadas sob congelamento e posteriormente descascadas por impacto, no descascador específico para aveia (*Imack*). A moagem foi realizada em moinho de martelo, com peneira de 1 mm.

## Métodos

As análises químicas foram realizadas segundo procedimentos recomendados pela AOAC, 1984 e AACC, 1996<sup>1,3</sup>.

**Umidade:** AACC 44-20 (usada para expressar os dados em base seca)

**Proteína:** AACC 46-12 (N  $\times$  6,25)

**Lipídios:** AOAC 10.167;

**Aminoácidos:** AACC 07-01 (estáveis ao ácido)

**Aminoácidos Sulfurados:** AACC 07-11

Análises de aminoácidos foram feitas em todas as cultivares de aveia em estudo, produzidas no segundo ano. Porém, devido a grande variação no teor protéico das amostras de Guaíba, foram analisadas também as amostras deste ambiente do primeiro ano, com o intuito de caracterizar as alterações que este fator poderia acarretar no perfil de aminoácidos.

**$\beta$ -glucanas:** a extração e análise foram executadas na University of Minnesota, St. Paul, USA, utilizando o aparelho de injeção por fluxo, marca Ependorf que analisa a interação do fluorocromo calcofluor com as  $\beta$ -glucanas. Através de fluorescência de acordo com o método sugerido por Peterson<sup>28</sup>.

Para a extração, 50 mg das amostras moídas foram pesadas em tubos de centrífuga de 50 mL com 9,8 mL de água destilada e 600 U (0,2 mL de 2 mg/mL solução) de alfa-amilase termoestável (*Bacillus subtilis*, Calbiochem, USA). Os tubos fechados foram colocados em banho Maria com água fervendo por 1 h, com agitação magnética. Após resfriamento em banho de gelo por 10 min, foram adicionados 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,075 M. Os tubos foram fechados novamente e colocados no banho de água fervendo por exatamente 12 min. Após resfriamento em banho de gelo, alíquotas de 2,1 mL em duplicatas, foram transferidos para micro tubos Eppendorf e centrifugados (8800 g) a temperatura ambiente. O sobrenadante foi decantado em tubos de ensaio para análise.

O teor de  $\beta$ -glucanas foi determinado por injeção por fluxo. Alíquotas de 40 microlitros foram injetadas em uma corrente de tampão glicina 0,2 M, pH 10,0 com intervalos de 50 s. Esta corrente é ligada a um fluxo de 25 mg/L de Calcofluor (Cellufluor, Polysciences, Warrington, USA), que reage com as  $\beta$ -glucanas formando um produto fluorescente. A corrente combinada, passa através de um espectrofotômetro de fluorescência (Shimadzu Scientific Instruments, Columbia, MD, model RF - 535) ajustado a 350 nm de excitação e 420 nm de emissão. Os picos foram medidos automaticamente com um integrador Shimadzu R3A e comparados com a curva padrão derivada de  $\beta$ -glucanas de cevada (Biocom, Lexington, USA). Cada medida foi comparada ao padrão de cevada (32 mg/kg de  $\beta$ -glucanas, Biocom) em triplicata, e os resultados foram normalizados para esse padrão.

**Tabela I:** Concentração protéica média (%) (N × 6,25) de cultivares de aveia nacionais, em três ambientes de cultivo e dois anos.

Cultivar	Guaíba		Guarapuava		Campos Novos		Média
	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	
CTC3	16,02 <sup>b</sup>	21,22 <sup>b</sup>	16,71 <sup>b</sup>	16,49 <sup>b</sup>	14,11 <sup>b</sup>	15,88 <sup>cd</sup>	16,74
UFRGS7	17,78 <sup>a</sup>	19,20 <sup>d</sup>	16,25 <sup>b</sup>	16,70 <sup>b</sup>	15,34 <sup>a</sup>	16,25 <sup>bc</sup>	16,92
UFRGS14	17,98 <sup>a</sup>	22,50 <sup>a</sup>	17,56 <sup>a</sup>	18,28 <sup>a</sup>	12,46 <sup>c</sup>	18,56 <sup>a</sup>	17,82
UPF7	15,48 <sup>b</sup>	21,07 <sup>b</sup>	16,98 <sup>ab</sup>	16,09 <sup>b</sup>	15,15 <sup>b</sup>	16,75 <sup>b</sup>	16,75
UPF16	15,74 <sup>b</sup>	20,24 <sup>c</sup>	14,56 <sup>c</sup>	14,94 <sup>c</sup>	13,65 <sup>b</sup>	15,37 <sup>d</sup>	15,77
Média	16,6	20,85	16,41	16,5	13,94	16,5	16,80
Coef var	3.1	1.81	1.42	1.12	1.9	0.71	

Valores expressos em base seca

Valores com a mesma letra na vertical, não apresentam diferença significativa entre os dados. (Tukey  $\alpha=0,05$ )

#### Delineamento Experimental e Análise Estatística dos Dados

O delineamento experimental, de acordo com Cochran e Cox<sup>6</sup>, foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial  $5 \times 3 \times 2$ , em um modelo misto, onde as cultivares (tratamentos) foram consideradas de efeito fixo e os locais, anos e as interações de efeito aleatório. Procedeu-se a análise de variância conjunta para os dois anos e três locais. Para as variáveis umidade, proteína e lipídios foram utilizadas três repetições, para  $\beta$ -glucanas duas e para o perfil de aminoácidos foi efetuada apenas uma repetição. A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Correlações múltiplas também foram avaliadas. Utilizou-se o programa Statgraphics 7.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Proteína Bruta

A concentração média de proteína bruta, obtida neste estudo, para as cinco cultivares de aveia, em três locais de cultivo e dois anos foi  $16,80\% \pm 0,04$  (Tabela I). Trabalhos realizados no Brasil, incluindo essas cultivares, obtiveram resultados similares que variam de  $15,01\%^{27}$  a  $17,71\%^8$ . Em um trabalho que analisou apenas a cultivar IAC 7, de Sá<sup>10</sup> obteve  $17,76 \pm 0,35\%$  de proteína. As concentrações protéicas relatadas na literatura, para cultivares estrangeiras, variaram de  $8,9\%^{15}$ ,  $11,6\%^{17}$ ,  $16,8\%^{20}$  e  $19,4\%^{19}$ . Deve-se salientar que Flinn e Foot<sup>15</sup> após análise de 2176 amostras de aveia obtiveram média de 8,9%.

A concentração protéica obtida em genótipos de aveia brasileira, com base nos dados da Tabela I, assemelhou-se a das aveias estrangeiras. No entanto, o trabalho revelou que houve interação entre cultivares, locais e anos (Tabela II). Especialmente em Guaíba, houve diferença

Costa Beber, de Francisco, Alves, de Sá, Ogliari

**Tabela II:** Análise de variância para proteína, lipídios e  $\beta$ -glucanas de cinco cultivares brasileiras de aveia, em três ambientes de cultivo e dois anos.

Variável	Fonte de variação	GL	Quadrado		Teste F
			médio		
proteína	Locais × anos	2	10.926233	11.60**	
	Cultivares × locais × anos	8	0.941503	14.81**	
lipídios	locais × anos	2	4.8126690	5.9488*	
	cultivares × locais × anos	8	0.8990118	12.6899**	
$\beta$ -glucanas	anos	1	4.4390533	10.029*	
	cultivares × locais × anos	8	0.1400558	6.3946**	

\*,\*\* Valores significativos a  $P < 0,05$  e  $0,01$ , respectivamente.

**Tabela III:** Produtividade (kg/ha) de cultivares de aveia, produzidas em três ambientes e dois anos.

Cultivar	Guaíba		Guarapuava		Campos Novos		Média
	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	
CTC3	2890	1781	2927	2532	2918	2853	2560
UFRGS7	1486	343	3170	3412	2840	1566	2136
UFRGS14	2130	1460	2823	3503	2565	3233	2619
UPF7	2512	899	3096	3236	2865	1580	2365
UPF16	3550	1672	2590	3586	2987	3087	2912
Média	2514	1231	2921	3254	2835	2464	2536

Fonte: Reunião Da Comissão Sulbrasileira De Pesquisa Da Aveia<sup>31,32</sup>

muito acentuada para proteína entre o primeiro (16,6%) e o segundo ano (20,85%) (Tabela I). Isso se explica pelo efeito da diluição da proteína na massa do grão<sup>4,26</sup>. No segundo ano, nesse local houve déficit hídrico durante o período de floração e todas as cultivares produziram menor quantidade de grãos, por isso a maior concentração de proteína neste ano (Tabela III). Essa observação sugere cuidado quando se faz comparações nos teores de proteína entre trabalhos. Por outro lado, Krishnan et al<sup>19</sup> analisando, 17 cultivares de aveia americana em 7 locais de cultivo, observou efeito unicamente do genótipo na variável proteína. No entanto, esse autor não informou a condição climática do local durante o cultivo.

Em geral, a cultivar UFRGS14 apresentou o maior teor protéico médio (Figs. 1 e 2). Seu baixo conteúdo protéico em Campos Novos, no primeiro ano, está relacionado, provavelmente, à maior síntese de outros componentes, especialmente de lipídios, como pode ser observado na Tabela IV, bem como as influências climáticas. Por outro lado, em Guaíba, no segundo ano, ocorreu

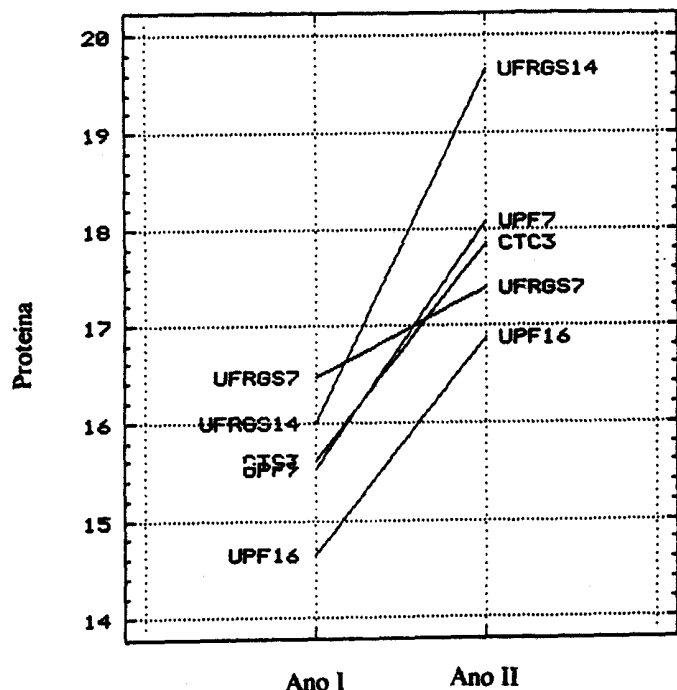


Figura 1. Interação cultivar × ano para proteína. Análise conjunta.

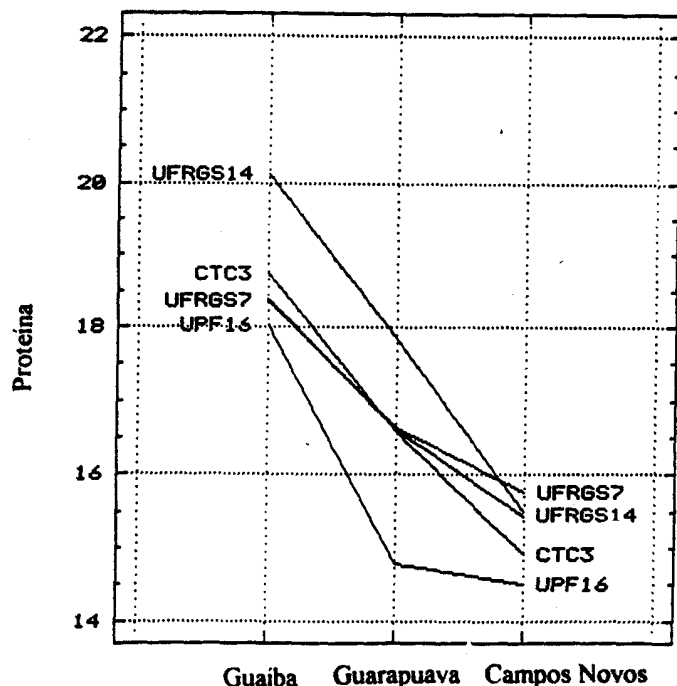


Figura 2. Interação cultivar × local para proteína. Análise conjunta.

Tabela IV: Perfil de aminoácidos essenciais em cinco cultivares de aveia (g.100g<sup>-1</sup> proteína)

	Lys	Thr	Val	Met + Cys	Ile	Leu	Phe + Tyr	Trp
CTC3	3,49 <sup>b</sup>	2,53 <sup>b</sup>	4,29 <sup>a</sup>	14,25 <sup>a</sup>	2,68 <sup>a</sup>	5,14 <sup>b</sup>	9,29 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>
UFRGS7	3,45 <sup>b</sup>	2,69 <sup>b</sup>	4,48 <sup>a</sup>	13,05 <sup>a</sup>	2,04 <sup>b</sup>	6,76 <sup>a</sup>	8,06 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>
UFRGS14	3,49 <sup>b</sup>	2,71 <sup>b</sup>	3,98 <sup>b</sup>	10,89 <sup>a</sup>	1,77 <sup>b</sup>	5,60 <sup>a</sup>	8,30 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>
UPF7	3,11 <sup>b</sup>	2,46 <sup>b</sup>	5,37 <sup>a</sup>	16,82 <sup>a</sup>	2,07 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	7,47 <sup>b</sup>	1,73 <sup>a</sup>
UPF16	3,38 <sup>b</sup>	2,44 <sup>b</sup>	4,93 <sup>a</sup>	16,10 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>	6,49 <sup>a</sup>	8,54 <sup>a</sup>	1,74 <sup>a</sup>
MÉDIA	3,38	2,57	4,61	14,22	2,12	6,07	8,34	1,94
FAO <sup>x</sup>	5,8 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	2,8 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	6,3 <sup>b</sup>	1,1 <sup>b</sup>

Médias expressas em base seca

Médias dentro da mesma coluna com a mesma letra, não apresenta diferença significativa entre os dados ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

<sup>x</sup> Vannuchi et al<sup>33</sup>.

Tabela V: Perfil de Aminoácidos de cinco cultivares brasileiros de aveia (g.100g<sup>-1</sup> proteína)

	Ala	Arg	Asp	Gly	Glu	Pro	His	Ser
CTC3	4,38	5,17	8,16	4,93	22,44	5,82	1,95	5,58
UFRGS7	4,48	5,76	8,03	4,90	21,35	5,37	1,87	5,70
UFRGS14	4,69	6,26	8,84	5,16	22,61	5,47	1,95	5,99
UPF7	4,09	5,35	7,35	4,53	19,65	6,59	1,76	5,34
UPF16	4,19	5,45	7,75	4,77	19,57	5,45	1,81	5,38
MÉDIA	4,37	5,6	8,02	4,86	21,12	5,74	1,87	5,60

Valores expressos em base seca

baixa precipitação na época da floração o que provocou um baixo rendimento (kg/ha) de grãos e, por conseguinte, um aumento no teor protéico<sup>7</sup>. O incremento na porcentagem de proteína requer mais energia e com isso o rendimento em termos dos demais componentes químicos é diminuído. Essas correlações podem explicar a relação negativa freqüentemente observada entre a concentração protéica e o rendimento dos grãos<sup>26,28</sup>.

O teor médio de proteína manteve-se próximo, dentro de cada ambiente de cultivo, com baixo desvio padrão (0,1 a 0,5). Isso indica que em cada local há uma tendência a determinado nível protéico, que é explicado pela produtividade de grãos em cada local (Fig. 2). Outro resultado importante foi obtido pela cultivar UFRGS14 que manteve sempre o maior teor protéico, independente do local de cultivo, com exceção de Campos Novos, no primeiro ano.

Perfil de Aminoácidos

Na análise dos aminoácidos essenciais (Tabela V), foi

desprezado o efeito do local e ano de cultivo e apenas a média dos três locais para cada cultivar foi avaliada estatisticamente. Observou-se que, os principais aminoácidos limitantes e que merecem estudos nos programas de melhoramento são a lisina, treonina e isoleucina. Os demais aminoácidos apresentaram valores iguais ou superiores aos padrões da FAO<sup>12</sup>.

Comparativamente ao perfil de aminoácidos apresentados por Peterson e Brinegar<sup>28</sup> e Lapveteläinen e Aro<sup>20</sup> de cultivares americanas, os valores de cisteína, fenilalanina e metionina, das cultivares de aveia brasileiras, foram superiores. A concentração de lisina foi, semelhante, porém, relativamente baixa em comparação à exigência estipulada pela FAO<sup>12</sup>.

O ácido glutâmico (21,12 g/100g proteína), que é característico na composição da aveia, foi encontrado em altas concentrações nas cultivares avaliadas. Em relativamente altas concentrações também se encontraram os aminoácidos leucina (6,07 g/100g proteína), fenilalanina (5,16 g/100g proteína), arginina (5,60 g/100g proteína), ácido aspártico (8,02 g/100g proteína), cistina (9,99 g/100g proteína), prolina (5,74 g/100g proteína) e serina (5,60 g/100g proteína). Em estudos de Robbins, citado por Lapveteläinen e Aro<sup>20</sup>, as concentrações consideradas altas de ácido glutâmico, ácido aspártico, leucina e arginina, foram semelhantes com os resultados obtidos neste trabalho. Porém, as concentrações de metionina e cisteína, citadas como baixas, foram encontradas em concentrações altas em algumas das cultivares brasileiras (Tabelas IV e V).

O comportamento dos aminoácidos da aveia foi estudado no local Guaíba, por dois anos consecutivos, devido às altas variações nos teores protéicos. Observou-se que o perfil de aminoácidos foi constante, mesmo com grandes variações nas concentrações protéicas das cultivares. O maior decréscimo ocorreu com a fenilalanina (0,41 g/100g proteína). Mesmo assim, mantendo um nível bastante superior ao padrão da FAO<sup>12</sup>. O maior aumento ocorreu com a leucina (0,83 g/100g proteína) (dados não apresentados). Esse comportamento está de acordo com o que foi relatado por Lockhart e Hurt<sup>22</sup>.

**Lipídios**

A concentração de lipídios para as cultivares nacionais de aveia, em três locais de cultivo e dois anos foi de 6,84% ± 0,04 (Tabela VI). Outros trabalhos realizados no Brasil incluindo essas cultivares obtiveram resultados bastante próximos 6,49%<sup>8</sup>. Pedó e Sgarbieri<sup>27</sup> encontraram teores que variaram entre 6,33 a 7,5%. A cultivar IAC 7 apresentou teores superiores (9,07±1,26)<sup>10</sup>. Krishnan et al<sup>19</sup>, avaliando 238 cultivares norte americanas de aveia encontraram teores de lipídios de 6,10% ± 0,98. Valores inferiores (5,70%) foram encontrados nas cultivares da Suécia<sup>17</sup>.

Observou-se que houve efeito significativo da interação

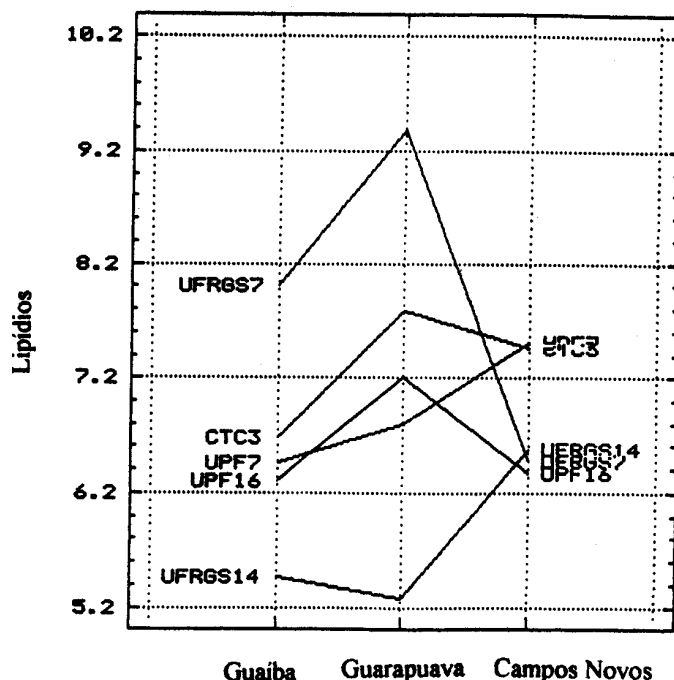


Figura 3. Interação cultivar × local para lipídios. Análise conjunta.

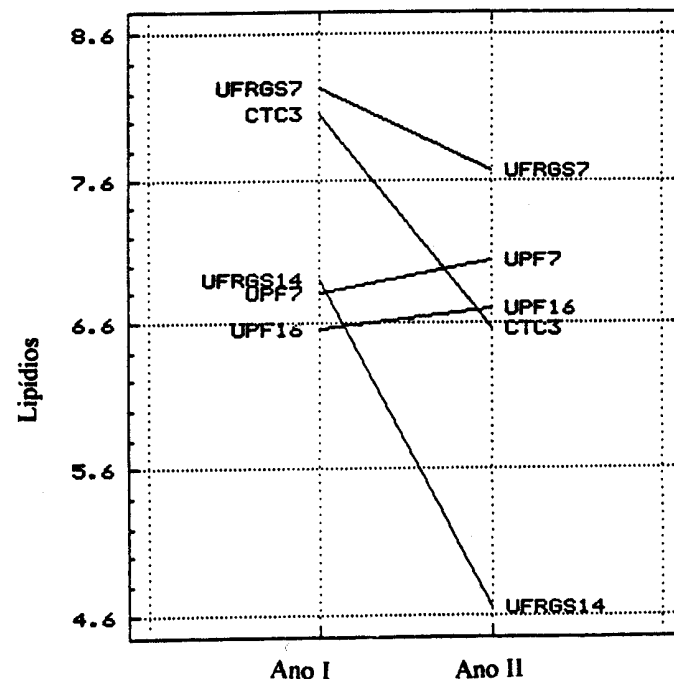


Figura 4. Interação cultivar × ano para lipídios. Análise conjunta.

**Genótipos brasileiros de aveia**

**Tabela VI:** Teores médios de lipídios de cultivares de aveia nacionais, em três ambientes de cultivo em dois anos (g/100g).

Cultivar	Guaíba		Guarapuava		Campos Novos		Médias
	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	
CTC3	7,82 <sup>b</sup>	5,68 <sup>c</sup>	7,33 <sup>b</sup>	8,06 <sup>b</sup>	9,01 <sup>a</sup>	5,93 <sup>b</sup>	7,30
UFRGS7	8,59 <sup>a</sup>	7,54 <sup>a</sup>	8,26 <sup>a</sup>	10,25 <sup>a</sup>	7,87 <sup>b</sup>	5,19 <sup>bc</sup>	7,95
UFRGS14	6,47 <sup>c</sup>	4,46 <sup>d</sup>	5,43 <sup>c</sup>	5,03 <sup>d</sup>	8,79 <sup>a</sup>	4,47 <sup>d</sup>	5,77
UPF7	5,79 <sup>c</sup>	6,96 <sup>ab</sup>	7,38 <sup>b</sup>	6,67 <sup>c</sup>	7,24 <sup>b</sup>	7,48 <sup>a</sup>	6,92
UPF16	5,85 <sup>c</sup>	6,66 <sup>b</sup>	6,76 <sup>b</sup>	7,73 <sup>b</sup>	7,07 <sup>c</sup>	5,67 <sup>bc</sup>	6,62
Médias	6,90	6,26	7,03	7,75	7,99	5,75	6,84

Valores expressos em base seca  
 Valores dentro da mesma coluna com a mesma letra, não apresentam diferença significativa entre os dados.  
 (Tukey  $\alpha=0,05$ )

tríplice (cultivares × locais × anos) no teor de lipídios das cultivares nacionais de aveia (Tabela II). Foram encontrados resultados divergentes em estudos com cultivares americanas de aveia, onde o fator genético foi a única fonte de variação<sup>19</sup>.

Houve variação no teor de lipídios em função do local e ano. Nesse sentido, ocorreu decréscimo acentuado no teor de lipídios em Guaíba e em Campos Novos e aumento em Guarapuava (Tabela VI). A cultivar UFRGS7 atingiu as maiores concentrações de lipídios (média 8,24%/Ano I e 7,66%/Ano II) e em menor escala a CTC3. Essas cultivares foram influenciadas pelo ambiente a uma síntese superior de lipídios (Figs. 3 e 4).

**$\beta$ -Glucanas**

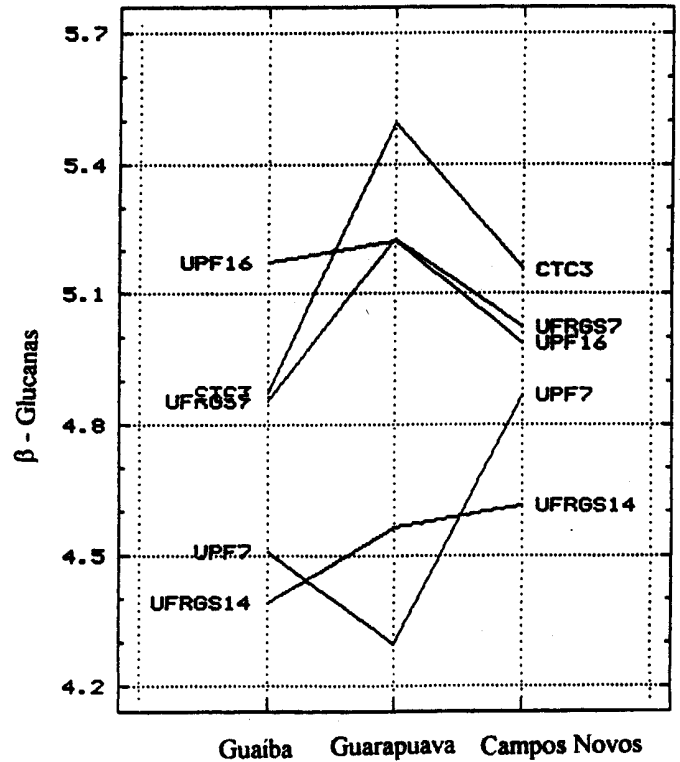
A concentração média de  $\beta$ -glucanas das cultivares nacionais de aveia foi de  $4,89 \pm 0,03$  g/100g e variou de 3,95 a 5,90 (Tabela VII).

As variações nos conteúdos de  $\beta$ -glucanas das cultivares de aveia estudadas foram afetadas pela interação entre o genótipo, local e ano de cultivo, como pode ser observado na Tabela II e nas Figuras 5 e 6.

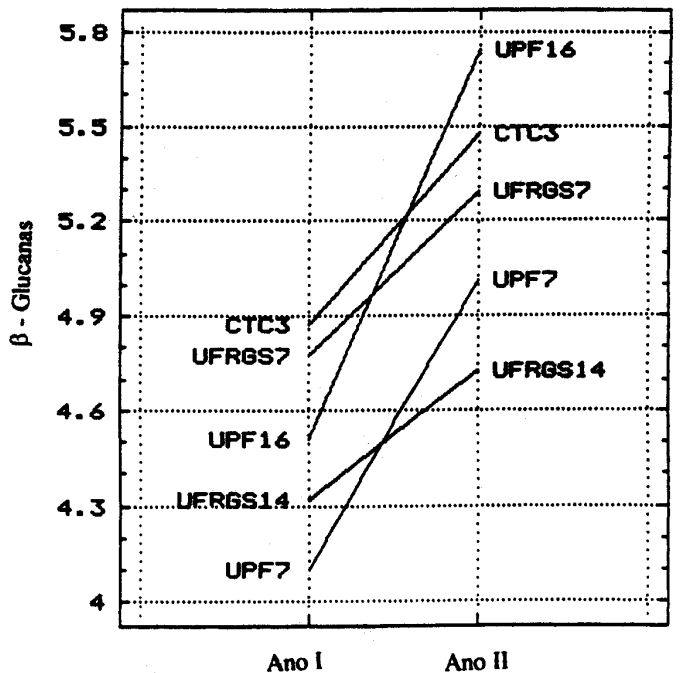
Esses resultados foram similares aos de Peterson<sup>29,30</sup>, Lim et al<sup>21</sup> e divergentes aos de Miller<sup>24</sup>, que atribuiu as variações, principalmente a fatores genéticos.

Após análise de 13 cultivares de aveia por três anos consecutivos, Miller et al<sup>25</sup> observaram que os teores de  $\beta$ -glucanas são afetados de forma mais acentuada por fatores genéticos do que pelas variações no ambiente de cultivo, com interações significativas entre local × ano, e concentrações variando de 51,2 a 55,6 g.kg<sup>-1</sup>. No trabalho citado a diferença entre a maior e menor concentração foi 30%, os demais valores permanecendo dentro da média.

Em média, os valores obtidos com este estudo foram



**Figura 5.** Interação cultivar × local para  $\beta$ -glucanas. Análise conjunta.



**Figura 6.** Interação cultivar × ano para  $\beta$ -glucanas. Análise conjunta.

**Tabela VII:** Teores de  $\beta$ -glucanas em cultivares de aveia nacionais, em três ambientes de cultivo em dois anos consecutivos (g/100g).

Cultivar	Guaíba		Guarapuava		Campos Novos		Médias
	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	Ano I	Ano II	
CTC3	4,70 <sup>a</sup>	5,0 <sup>d</sup>	5,25 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	4,66 <sup>ab</sup>	5,6 <sup>b</sup>	5,17
UFRGS7	4,62 <sup>a</sup>	5,1 <sup>b</sup>	4,80 <sup>b</sup>	5,7 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>	5,1 <sup>e</sup>	5,03
UFRGS14	4,38 <sup>ab</sup>	4,4 <sup>e</sup>	4,72 <sup>b</sup>	4,4 <sup>b</sup>	3,85 <sup>e</sup>	5,4 <sup>d</sup>	4,52
UPF7	3,97 <sup>b</sup>	5,5 <sup>b</sup>	4,08 <sup>e</sup>	4,5 <sup>b</sup>	4,04 <sup>bc</sup>	5,5 <sup>c</sup>	4,56
UPF16	4,48 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	4,77 <sup>b</sup>	5,7 <sup>a</sup>	4,27 <sup>bc</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,12
Médias	4,43	5,09	4,72	5,2	4,39	5,47	4,89

Valores expressos em base seca

Valores dentro da mesma coluna com a mesma letra, não apresentam diferença significativa entre os dados.

(Tukey  $\alpha=0,05$ )

similares aos encontrados na literatura<sup>5,21,24,25</sup>, e inferiores apenas aos de Peterson<sup>28</sup>, que obteve teores de 5,7%. Estudos com 12 cultivares brasileiras mostraram média de

4,7%<sup>8</sup>. Outro estudo com a cultivar IAC 7 foi de 5,05%<sup>10</sup>, o que comprova a qualidade da aveia nacional com relação a esta variável.

Dentre as cultivares estudadas neste trabalho, a diferença média entre o maior e menor teor de  $\beta$ -glucanas foi de 18%. No primeiro ano a CTC3 apresentou a maior concentração seguida da UFRGS7 e a UPF7 a menor. No segundo ano, a UPF16 foi a que apresentou a maior concentração, seguida da CTC3. A UFRGS14 foi a com menor concentração de  $\beta$ -glucanas. Cabe notar que as cultivares UFRGS14 e UPF7 sempre apresentara os menores teores, o que leva a concluir que a característica genética é um fator de diferenciação entre as cultivares. Porém, há influência interativa do local de cultivo e das condições climáticas.

Neste sentido, as cultivares CTC3, UFRGS7 e UPF16 foram as que se destacaram na maior concentração de  $\beta$ -glucanas.

Dentro de cada variável estudada, algumas cultivares salientaram-se, por exemplo, a UFRGS14 em termos protéicos; a UFRGS7 em lipídios; a UPF16 e CTC3 em  $\beta$ -glucanas. A influência genética e do ambiente de cultivo foi grande em todas as variáveis estudadas.

## REFERÊNCIAS

1. American Association of Cereal Chemists - AACC. Approved methods. 9 ed. St. Paul, Minnesota, 1996.
2. **Anderson, J.W., Hamilton, C.C., Horn, J.L., Spencer, D.B., Dillon, D.W. and Zeigler, J.A.** Metabolic effects of insoluble oat fiber on lean men with type II diabetes. *Cereal Chem.* 68:291-294, 1991.
3. Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14 ed. Arlington: 1984. 1141p.
4. **Burrows, V.D.** Breeding oats for food and feed: Conventional and new techniques and materials. In: Webster, F.H. (Ed.). Oats: Chemistry and Technology, St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p. 13- 46. 1986.
5. **Cho, K.C. and White, P.J.** Enzymatic analysis of  $\beta$ -glucan content in different oat genotypes. *Cereal Chem.* 70:539-542, 1993.
6. **Cochran, W.G. y Cox, G.M.** Diseños experimentales. México: Editorial Trillas, 1980.
7. **Costa Beber, R.** Caracterização Física e Química de Genótipos Brasileiros de Avena sativa L. - Influência Genética e Ambiental. Florianópolis 1996. Dissertação em Ciência dos alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina.
8. **de Francisco, A.** Estudo comparativo de Cultivares de Aveia do Sul do Brasil. Relatório do Projeto Funpesquisa, n. 224/1996. Universidade Federal de Santa Catarina.
9. **de Francisco, A. e de Sá, R.** Aveia e seus produtos beta-glucanas e alimentos funcionais. Documento registrado na Fundação Biblioteca Nacional. No. Registro: 197.692; Livro: 340; Folha: 351. Rio de Janeiro, 2000.
10. **de Sá, R.** Fracionamento de Farinha de Aveia (Avena sativa L.) para Concentração de Nutrientes. Florianópolis 1998. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina.
11. **Evans, L.T.** Crop evolution, adaptation, and yield. Cambridge University Press, Cambridge: 1993, pp. 317-364.
12. FAO/OMS/UNU. Informes técnicos, 724. Necesidades de energia y de proteínas. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 1985.
13. FDA Food labeling. Health claims: Oats and coronary disease. *Federal Register* 62(15), 3583-3601, 1997.
14. **Filey, J.W. and Hopkins J.** (Ed.) Digestibility and amino acid availability in cereals and oilseeds. Minnesota, St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985.
15. **Flinn, P.C. and Foot, J.Z.** Variation in the nutritive value of oat grain for ruminantes, and its measurement by near infrared spectroscopy. In: Barr, A.R. (Ed.) The Changing Role of Oats in Human and Animal Nutrition. Adelaide: Proc. 4th Int. Oat Conference. Adelaide, Australia, v.1, p. 69-76. 1992.
16. **Fulcher, R.G.** Morphological and chemical organization of the oat kernel. In: Webster, Francis H. (Ed.). Oats: Chemistry and Technology, St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p. 47-74. 1986.

17. **Graham, H., Aman, P. and Pettersson, D.** Variation in composition of swedish cereal grain. In: Munck, K.L. (Comp.) *Cereal Science and Technology*. Copenhagen, Denmark: p. 87-93. 1987.
18. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agrícola Municipal*. Brasil, 2000.
19. **Krishnan, P.G., Park, W.J., Kephart, K.D., Reeves, D.L. and Yarrow, G.L.** Measurement of protein and oil content of oat cultivars using near-infrared reflectance spectroscopy. *Cereal Foods World* 39:105-108, 1994.
20. **Lapvetäinen, A. and Aro, T.** Protein composition and functionality of high-protein oat flour derived from integrated starch-ethanol process. *Cereal Chem.* 71:133-139, 1994.
21. **Lim, H.S., White, P.J. and Frey, K. J.** Genotypic effects on b-glucan content of oat lines grown in two consecutive years. *Cereal Chem.* 69: 262-265, 1992.
22. **Lockhart, H.B. and Hurt, D.H.** Nutrition of oats. In: Webster, Francis H. (Ed). *Oats: Chemistry and Technology*, St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p. 297-308. 1986.
23. **Mcdonald, A., Shinnick, F. and Ink, S.** Review of the effects of oats on human health. In: Barr, A.R. (Ed.) *The Changing Role of Oats in Human and Animal Nutrition*. Proc. 4th Int. Oat Conference. Adelaide, Australia. v.1, p. 1-8, 1992.
24. **Miller, S.S., Viscent, D., Weisz, J. and Fulcher, R.G.** Oat b-glucans: an evaluation of eastern canadian cultivars and unregistered lines. *Can. J. Plant Sci.* 73:429-436, 1993.
25. **Miller, S.S., Wood, P.J., Pietrzak, N.L. and Fulcher, R.G.** Mixed linkage  $\beta$ -glucan, protein content, and kernel weight in *Avena* species. *Cereal Chem.* 70:231-233, 1993.
26. **Mundstock, C.M.** *Cultivo de Cereais de Estação Fria*. Porto Alegre: NBS Ltda, 1983.
27. **Pedó, I.E. e Sgarbieri V.C.** Caracterização química de cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). *Ciência e Tecnol. Alim.* 17:78-83, 1997.
28. **Peterson, D.M.** Genotype and enviromental effects on beta-glucan concentration. *Crop Sci.* 31:1517-1520, 1991.
29. **Peterson, D.M. and Brinegar, C.A.** Oat storage proteins. In: WEBSTER, Francis H. (ed.). *Oats: Chemistry and Technology*, St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p. 153-156. 1986.
30. **Peterson, D.M.** Oat  $\beta$ -glucans and Tocols. In: Barr, A.R. (ed.) *The Changing Role of Oats in Human and Animal Nutrition*. Proc. 4th Int. Oat Conference. Adelaide, Australia. v.1, p. 19-24, 1992.
31. Reunião Da Comissão Sulbrasileira De Pesquisa Da Aveia (14.: 1994: Porto Alegre). In: *Anais da reunião Sulbrasileira de Pesquisa da aveia*. Porto Alegre: Comissão Sulbrasileira de pesquisa da aveia, 1994.
32. Reunião Da Comissão Sulbrasileira De Pesquisa Da Aveia - Resultados Experimentais (15.: 1995: Guarapuava). In: *Anais da reunião Sulbrasileira de Pesquisa da aveia*. Guarapuava: Fundação Agrícola de Pesquisa Agropecuária - FAPA, 1995.
33. **Vannuchi, H., Menezes, E.W., Campana, A.O. e Lajolo, F.M.** Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de alimentação e nutrição - SBAN, 1990, v.2
34. **Vieira, E.L.** Determinação de Glutem em cultivares brasileiros de aveia e produtos derivados. Florianópolis 2001. *Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos* - Universidade Federal de Santa Catarina.
35. **Webster, F.H.** Oat utilization: past, present, and future. In: *Oats: Chemistry and Technology*, St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1986. p.413-426.