

OCORRÊNCIA DE AFLATOXINAS EM FARELO DE
ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) NA
SAFRA DE 1986

C.M.R. GONÇALVES¹
H. FONSECA²

RESUMO: A ocorrência e o nível de contaminação, com aflatoxinas, foram determinadas em 169 amostras de farelo de algodão. As amostras foram fornecidas por indústrias de óleo localizadas nas regiões de Araraquara, Campinas, Bauru, Paraguaçu Paulista, Guararapes, Londrina e Maringá, coletadas nos meses de abril a novembro da safra de 1986. A determinação das aflatoxinas foi feita por cromatografia em camada delgada. Dos resultados pôde-se concluir que: 1) 114 amostras estavam contaminadas com aflatoxina, representando 67,45% do total; 2) o nível de contaminação foi baixo, com valores variando de menos de 10 até 40 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb), sendo que as amostras com 40 ppb representaram apenas 12,30% do total contaminado; 3) houve diferença significativa ($\alpha = 0,05$) entre as regiões estudadas, tendo a de Maringá apresentado a maior incidência e os teores mais elevados de aflatoxina B₁; 4) as regiões de menor incidência e menor teor de aflatoxina B₁ fo-

¹ Curso de Pós-Graduação de Tecnologia de Alimentos da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - 13400 - PIRACICABA-SP. Endereço atual: Departamento de Nutrição da Fundação Universidade Federal do Piauí-64000 - TERESINA-PI.

² Departamento de Ciência Tecnologia Agroindustrial da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo -13400 - PIRACICABA-SP.

ram Araraquara, Campinas e Bauru; 5) não houve predominância da incidência de aflatoxina B₁ em qualquer época de toda a safra; 6) em todas as amostras investigadas, a única aflatoxina encontrada foi a B₁.

Termos para indexação: farelo de algodão, aflatoxinas.

**OCCURRENCE OF AFLATOXINS IN COTTONSEED
(*Gossypium hirsutum* L.) MEALS
IN THE 1986 CROP.**

SUMMARY: The occurrence and the level of aflatoxin contamination in 169 samples of cottonseed meals were investigated. The samples were furnished by oil processing plants located in the regions of Araraquara, Campinas, Bauru, Paraguaçu Paulista, Guararapes, Londrina and Maringá in the States of São Paulo and Paraná, Brazil, from April to November, 1986. Aflatoxin was determined by thin layer chromatography. From the results the following conclusions could be drawn: (1) 114 samples, representing 67.45%, were contaminated with aflatoxin; (2) the level of contamination was considered low with values ranging from less than 10 to 40 µg/kg. The latter value held only 12.30% of the total positive samples; (3) there was a significant difference (alfa = 0.05) among the regions studied, Maringá showing higher incidence and level of contamination, while Araraquara, Campinas and Bauru lower values; (4) there was no predominance of the aflatoxin incidence any time during the whole processing season; (5) in all investigated samples, B₁ was the sole aflatoxin found.

Index terms: cottonseed meal, aflatoxins.

INTRODUÇÃO

O farelo de algodão, por conter uma grande quantidade de proteínas (45-48%) (ABRAHÃO et alii, s.d.; TANGO, 1966 e 1973), tem sido utilizado como complemento protéico no balanceamento de rações animais, podendo ainda ser aproveitado como farinha para consumo humano.

Entretanto, muitas vezes a ocorrência de fungos toxigênicos em sementes, tortas e farelos torna-os impróprios ao preparo de rações destinadas à alimentação animal ou humana. O consumo de alimentos, contendo essas toxinas, tem provocado danos à saúde e algumas mortes. Algumas dessas toxinas são ainda cancerígenas e mutagênicas para muitas espécies de animais.

Um dos fungos produtores de toxinas cancerígenas é o *Aspergillus flavus*. Este, em regiões de clima quente e úmido, encontra as condições mais favoráveis ao seu completo desenvolvimento e produção de um conjunto de substâncias tóxicas denominadas aflatoxinas. Dentre estas, a que vem despertando maior atenção dos pesquisadores é a aflatoxina B₁, porque tem maior potencial cancerígeno que as demais (CLIFFORD & REES, 1965; WOGAN, 1966 e 1968).

LOOSMORE et alii (1964) estudaram farelos de algodão, onde encontraram níveis considerados tóxicos de aflatoxina B₁. Em estudo realizado por SINNHUBER et alii (1965) foi observado o aparecimento de hepatomas em trutas alimentadas com farelo de algodão. MALLOZZI (1984) e FARAG et alii (1986) também encontraram cepas aflatoxigênicas em sementes e farelos de algodão, entre outros produtos.

SCHNEIDER et alii (1972) analisando 99 amostras de sementes de algodão, verificaram a presença de aflatoxinas em 4 amostras, sendo que a toxina B₁ foi encontrada em todas as amostras contaminadas, a B₂ em 2 amostras e a G₁ em apenas uma amostra. De acordo com MAYNE

et alii (1966) e PONS JR. et alii (1968 e 1980) as toxinas que ocorrem com maior frequência neste produto são as aflatoxinas B₁ e B₂.

O principal problema da contaminação da cultura do algodão resulta da infecção das sementes que ocorre no campo (ASHWORTH JR. & McMEANS, 1966). Entretanto, se a contaminação pelo *Aspergillus flavus*, e a subsequente produção de toxinas, não ocorrer no campo ela poderá se dar no período pós-colheita, durante o armazenamento, no transporte ou processamento (HAMSA & AYRES, 1977).

A invasão da semente pelo fungo pode acontecer em decorrência de condições adequadas de temperatura e umidade, de danos mecânicos que ocorrem na casca da semente durante a secagem e/ou desfibramento, e de orifícios ocasionados por insetos. A lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*), uma das principais pragas do algodoeiro, é responsabilizada como um agente que facilita a entrada do fungo pelo seu orifício de penetração na superfície do capulho (HAMSA & AYRES, 1977). Desta forma, as lesões provocadas nos capulhos devem ser evitadas e a secagem adequada deve seguir-se à colheita, a fim de proteger o produto da contaminação fúngica.

Na maioria das regiões brasileiras ocorre chuvas nos meses de janeiro e fevereiro, quando as temperaturas são altas e a umidade do ar elevada. A partir de março, há um decréscimo na temperatura e na precipitação pluviométrica, mas eventualmente há chuvas. Se a colheita do algodão coincidir com o período chuvoso, a abertura do capulho será lenta e as sementes necessitarão de mais tempo para secagem no campo. Nestas condições, a umidade do ambiente e do capulho é elevada ficando propício ao desenvolvimento do fungo e à produção de aflatoxinas (ABRAHÃO). O farelo de algodão, a ser empregado na alimentação humana, deve ser produzido por meio de processos tecnológicos

especiais para que a remoção e/ou inativação do gossipol ocorra com eficiência (FONSECA, s.d.). Esta substância é um alcalóide, e como tal é tóxico para o homem e para certas espécies de animais.

Este problema se acentua diante da constatação de que a ocorrência de aflatoxinas em farelo de algodão não é monitorada no país. Além disso, ele tem sido utilizado na alimentação animal e poderá ser empregado na alimentação humana. Cabe, portanto, um estudo a fim de avaliar os níveis de contaminação com aflatoxinas neste produto, e que risco isto representa à saúde humana e animal.

Com base nestes antecedentes, este trabalho teve os seguintes objetivos:

- 1) Determinar a ocorrência e o nível de contaminação, com aflatoxinas, do farelo de algodão procedente de indústrias de óleo localizadas em diferentes regiões produtoras, durante a safra de 1986;

- 2) Investigar se haveria variação na incidência e no teor de aflatoxinas ao longo da safra, bem como, se haveria diferença entre as regiões.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/ USP, no ano agrícola de 1986.

As amostras de farelo de algodão foram fornecidas por empresas, que possuem unidades de extração de óleo situadas nas regiões de Paraguaçu Paulista, Guararapes, Campinas, Bauru e Araraquara, no Estado de São Paulo e Maringá e Londrina no Estado do Paraná.

Semanalmente, em cada indústria, foi formada uma amostra de aproximadamente 1,5 kg e enviada à ESALQ. Essa amostra era composta

de sub-amostras de 200 a 300 g, retiradas diariamente durante toda a semana. As amostras foram coletadas durante toda a safra (abril a novembro) e o número de amostras enviadas variou de uma indústria para outra. O total de amostras analisadas foi de 169.

Para determinação da aflatoxina foi utilizado o método de PONS JR. et alii (1966) seguido de determinação quantitativa por cromatografia em camada delgada pelo método de COOMES & FEUELL (1965).

Para a interpretação dos resultados das análises foi utilizada a estatística não paramétrica de Kruskal-Wallis e de comparações múltiplas (CAMPOS, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de aflatoxina são apresentados nas Tabelas 1 e 2, e os resultados das análises estatísticas encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

As análises revelaram que a B₁ foi a única aflatoxina encontrada.

Observa-se na Tabela 1 que os níveis da referida toxina, encontrados nas amostras contaminadas, variaram de menos de 10 a 40 ug/kg (ppb). Conforme pode-se verificar na Tabela 2, o número de amostras contaminadas atingiu a 114, representando 67,45% do total. Os resultados também mostram que houve variação na ocorrência e no nível de contaminação do material estudado entre as fábricas ou regiões.

Os procedimentos não paramétricos de Kruskal-Wallis e de Comparações Múltiplas foram aplicados para verificar a existência de diferença significativa entre a ocorrência e os teores de aflatoxina B₁, conforme as regiões. Foi encontrado o valor H1 = 52,03, evidenciando-se, nas Tabelas 3 e 4, que as regiões diferem entre si quanto ao teor de aflatoxina B₁ ao

Tabela 1. Teor de aflatoxina B₁ (em µg/kg) em farelo de algodão, nas amostras semanais, provenientes das empresas A, B, C, D e E, na safra de 1986.

	Emp. "A"			Emp. "B"	Emp. "C"		Emp. "D"	Emp. "E"
	A.	PP.	L.	M.	B.	M.	C.	G.
07.04 a 13.04	-	-	-	40	-	-	-	-
14.04 a 18.04	-	-	-	40	-	-	-	-
15.04 a 19.04	-	-	-	-	-	40	-	-
20.04 a 26.04	-	-	-	-	40	40	-	-
21.04 a 27.04	-	-	-	40	-	-	13	-
27.04 a 05.05	-	-	-	-	20	27	-	-
28.04 a 04.05	ND	10	-	20	-	-	-	-
28.04 a 07.05	-	-	-	-	-	-	ND	-
05.05 a 09.05	-	-	-	20	-	-	-	-
05.05 a 11.05	ND	10	-	-	-	-	-	-
06.05 a 12.05	-	-	-	-	-	20	-	-
08.05 a 19.05	-	-	-	-	-	-	20	-
12.05 a 18.05	13	40	-	20	-	-	-	10
13.05 a 18.05	-	-	-	-	20	40	-	-
19.05 a 24.05	-	-	-	20	-	-	-	-
19.05 a 25.05	13	40	-	-	-	-	-	10
19.05 a 26.05	-	-	-	-	10	20	-	-
20.05 a 04.06	-	-	-	-	-	-	ND	-
26.05 a 01.06	ND	20	-	-	-	-	-	10
27.05 a 31.05	-	-	-	40	-	-	-	-
27.05 a 01.06	-	-	-	-	10	<10	-	-
02.06 a 07.06	-	-	-	20	-	-	-	-
02.06 a 08.06	13	10	-	-	10	<10	-	10
05.06 a 24.06	-	-	-	-	-	-	ND	-
09.06 a 14.06	-	-	-	10	-	-	-	ND
09.06 a 15.06	<10	10	-	-	<10	<10	-	-
16.06 a 22.06	<10	20	10	-	ND	10	-	<10
17.06 a 22.06	-	-	-	10	-	-	-	-
23.06 a 28.06	-	-	-	20	-	-	-	-
23.06 a 29.06	<10	16	10	-	11	27	-	10
25.06 a 24.07	-	-	-	-	-	-	<10	-
29.06 a 02.07	-	-	-	40	-	-	-	-
30.06 a 06.07	ND	20	27	-	16	20	-	ND
07.07 a 13.07	20	27	27	-	20	27	-	13
14.07 a 20.07	ND	40	27	-	13	10	-	ND
21.07 a 26.07	ND	<10	10	-	-	-	-	-
21.07 a 27.07	-	-	-	-	<10	ND	-	ND
25.07 a 25.08	-	-	-	-	-	-	ND	-
27.07 a 03.08	ND	ND	10	-	-	-	-	-
28.07 a 04.08	-	-	-	-	ND	ND	-	-
04.08 a 10.08	ND	ND	ND	-	-	-	-	-
05.08 a 11.08	-	-	-	-	ND	40	-	-
11.08 a 17.08	<10	<10	40	-	-	-	-	<10
12.08 a 17.08	-	-	-	-	13	<10	-	-
18.08 a 24.08	ND	<10	20	-	ND	ND	-	ND
25.08 a 31.08	ND	13	20	-	-	-	-	<10
25.08 a 01.09	-	-	-	-	ND	<10	-	-

26.08 a 21.09	-	-	-	-	-	-	-	ND	-
01.09 a 06.09	ND	<10	13	-	-	-	-	-	-
01.09 a 07.09	-	-	-	-	-	-	-	-	ND
02.09 a 07.09	-	-	-	-	-	ND	ND	-	-
07.09 a 13.09	ND	10	ND	-	-	-	-	-	-
08.09 a 14.09	-	-	-	-	-	ND	ND	-	ND
14.09 a 20.09	<10	10	10	-	-	-	-	-	-
15.09 a 21.09	-	-	-	-	-	ND	10	-	ND
22.09 a 28.09	<10	<10	20	-	-	ND	10	-	-
22.09 a 29.09	-	-	-	-	-	-	-	-	ND
22.09 a 30.09	-	-	-	-	-	-	-	ND	-
29.09 a 05.10	ND	<10	10	-	-	ND	-	-	-
30.09 a 05.10	-	-	-	-	-	-	-	-	ND
01.10 a 14.10	-	-	-	-	-	-	-	10	-
06.10 a 11.10	ND	10	10	-	-	-	-	-	-
06.10 a 12.10	-	-	-	-	-	ND	-	-	10
12.10 a 18.10	ND	<10	10	-	-	-	-	-	-
12.10 a 19.10	-	-	-	-	-	ND	-	-	-
13.10 a 19.10	-	-	-	-	-	-	-	-	10
19.10 a 23.10	ND	-	-	-	-	-	-	-	-
20.10 a 26.10	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
24.10 a 01.11	ND	-	-	-	-	-	-	-	-
27.10 a 01.11	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
02.11 a 09.11	10	-	-	-	-	-	-	-	-
10.11 a 16.11	10	-	-	-	-	-	-	-	-
17.11 a 24.11	ND	-	-	-	-	-	-	-	-
25.11 a 01.12	<10	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL AMOSTRAS	13	23	16	13	13	19	04	13	
CONTAMINADAS (%)									

ND = não detectada

(-) = amostras não enviadas pelas indústrias.

OBS.- Os períodos semanais variaram de empresa para empresa e de local para local.

A = ARARAQUARA

C = CAMPINAS

L = LONDRINA

PP = PARAGUAÇU PAULISTA

B = BAURU

G = GUARARAPES

M = MARINGÁ

Tabela 2. Número de amostras de farelo de algodão, analisadas e contaminadas, provenientes das diversas regiões e distribuídas por mes, no ano de 1986.

Meses	Regiões																	
	A		PP		L		M(1)		B		M(2)		C		G		TOTAL	
	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
Abril	01	00	01	01	-	-	04	04	02	02	03	03	02	01	03	03	31	13
Mai	04	02	04	04	-	-	04	04	03	03	04	04	02	01	05	03	25	23
Junho	05	04	05	05	03	03	05	05	05	04	05	05	02	01	03	01	18	16
Julho	04	01	04	03	04	04	-	-	04	03	04	02	01	00	03	02	13	13
Ago.	04	01	04	03	04	03	-	-	04	01	04	03	01	00	05	00	25	13
Set.	05	02	05	05	05	04	-	-	05	00	04	02	01	00	04	04	24	19
Out.	04	00	02	02	02	02	-	-	02	00	-	-	01	01	-	-	10	04
Nov.	04	03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	13
TOTAL	31	13	25	23	18	16	13	13	24	19	10	4	10	4	23	13	169	114

A = nº de amostras analisadas
 C = nº de amostras contaminadas
 (1) = empresa "B"
 (2) = empresa "C"
 (-) = amostras não enviadas pelas indústrias

A = ARARAQUARA
 C = CAMPINAS
 L = LONDRINA
 PP = PARAGUAÇU PAULISTA
 B = BAURU
 G = GUARARAPES
 M = MARINGÁ

Tabela 3. Ocorrência de aflatoxina B₁ (em µg/kg) em farelo de algodão, proveniente de 5 empresas, com 8 indústrias localizadas em 7 regiões e os dados (ordens) apropriados a aplicação do teste de Kruskal-Vallis, no ano de 1986.

Empresa "A"			Empresa "B"		Empresa "C"		Empresa "D"	Empresa "E"	
A.	PP.	L.	M.	B.	M.	C.	G.		
ND (28)	10 (99)	10 (99)	40 (162,5)	40 (162,5)	40 (162,5)	13 (121)	10 (99)		
ND (28)	10 (99)	10 (99)	40 (162,5)	20 (138)	40 (162,5)	ND (28)	10 (28)		
13(121)	40(162,5)	17(152)	40 (162,5)	20 (138)	27 (138)	20 (138)	10 (99)		
13(121)	40(162,5)	27(152)	20 (138)	10 (99)	20 (138)	ND (28)	10 (99)		
ND (28)	20(138)	27(152)	20 (138)	10 (99)	40 (162,5)	ND (28)	ND (28)		
13(121)	10 (99)	10 (99)	20 (138)	10 (99)	20 (138)	<10 (69)	<10 (69)		
<10(69)	10 (99)	10 (99)	20 (138)	<10 (69)	<10 (69)	ND (28)	10 (99)		
<10(69)	10(138)	ND (28)	40 (162,5)	ND (28)	<10 (69)	ND (28)	ND (28)		
<10(69)	16(162,5)	40(172,5)	20 (138)	11 (116)	<10 (69)	ND (28)	13 (121)		
ND (28)	20(138)	20(138)	10 (99)	16 (126,5)	10 (99)	10 (99)	ND (28)		
20(138)	27(152)	20(138)	10 (99)	20 (138)	27 (152)		ND (28)		
ND(28)	40(162,5)	13(121)	20 (138)	13 (121)	20 (138)		<10 (69)		
ND(28)	<10 (69)	ND (28)	40 (162,5)	<10 (69)	27 (152)		ND (28)		
ND (28)	ND (28)	10 (99)		ND (28)	10 (99)		<10 (69)		
ND (28)	ND (28)	20 (138)		ND (28)	ND (28)		ND (28)		
<10(69)	<10 (69)	10 (99)		13 (121)	ND (28)		ND (28)		
ND (28)	10 (69)	10 (99)		ND (28)	40 (162,5)		ND (28)		
ND (28)	13 (121)	20 (138)		ND (28)	<10 (69)		ND (28)		
ND (28)	<10 (69)			ND (28)	ND (28)		ND (28)		
ND (28)	10 (99)			ND (28)	<10 (69)		10 (99)		
<10 (69)	<10 (69)			ND (28)	ND (28)		<10 (69)		
ND (28)	<10 (69)			ND (28)	10 (99)		<10 (69)		
ND (28)	10 (99)			ND (28)	10 (99)				
ND (28)	<10 (69)			ND (28)					
ND (28)									
10 (99)									
10 (99)									
ND (28)									
<10 (69)									
R1 = 1686	R2 = 2533	R3 = 2040,5	R4 = 1838,5	R5 = 1832					
R6 = 2401	R7 = 595								

OBSERVAÇÃO:

Os números entre parêntesis representam as ordens na classificação conjunta

R1. R8 = soma das ordens de cada indústria

ND = não detectada

A = ARARAQUARA

B = BAURU

C = CAMPINAS

G = GUARARAPES

L = LONDRINA

M = MARINGÁ

PP = PARAGUAÇU PAULISTA

Tabela 4. Diferenças $|R_i - R_j|$ em valores absolutos entre pares de médias das somas das ordens atribuídas às indústrias na classificação conjunta das 169 amostras de ocorrência de aflatoxina B₁ (em µg/kg) em farelo de algodão, no ano de 1986.

Indústrias	$ R_i - R_j $	d.m.s. (*)
Araraquara, Paraguaçu Paulista	46,93	41,17
Araraquara, Londrina	58,97	45,38
Araraquara, Maringá(1)	87,03	50,60
Araraquara, Bauru	18,89	41,64
Araraquara, Maringá(2)	45,65	41,64
Araraquara, Campinas	5,11	55,70
Araraquara, Guararapes	8,17	42,15
Paraguaçu Paulista, Londrina	12,04	47,34
Paraguaçu Paulista, Maringá(1)	40,10	52,37
Paraguaçu Paulista, Bauru	28,04	43,32
Paraguaçu Paulista, Maringá(2)	1,28	43,77
Paraguaçu Paulista, Campinas	41,82	57,30
Paraguaçu Paulista, Guararapes	38,76	44,25
Londrina, Maringá(1)	28,06	55,74
Londrina, Bauru	40,08	47,34
Londrina, Maringá(2)	13,32	47,75
Londrina, Campinas	53,86	50,40
Londrina, Guararapes	50,80	48,20
Maringá(1), Bauru	68,14	52,37
Maringá(1), Maringá(2)	41,38	52,74
Maringá(1), Campinas	81,92	64,42
Maringá(1), Guararapes	78,86	53,14
Bauru, Maringá(2)	26,76	43,77
Bauru, Campinas	13,78	57,30
Bauru, Guararapes	10,72	44,25
Maringá(2), Campinas	40,54	57,64
Maringá(2), Guararapes	37,48	44,69
Campinas, Guararapes	3,06	58,01

(*) d.m.s. = diferença mínima significativa a uma "taxa de erro experimental" alfa = 0,05, pelo teste de comparações múltiplas.

(1) = empresa "B".

(2) = empresa "C".

nível de 0,01 de probabilidade.

Pelos dados da Tabela 1 constata-se que a menor ocorrência e os mais baixos teores de aflatoxina B₁ foram encontrados em Araraquara, diferindo significativamente (alfa = 0,05) de outras regiões como Paraguaçu Paulista, Londrina e Maringá. Por outro lado, observa-se que Maringá foi a região que apresentou maior ocorrência e os teores mais elevados de aflatoxina B₁, diferindo significativamente (alfa = 0,05) de Bauru, Campinas e Guararapes (Tabelas 1 e 4). Observa-se ainda, das Tabelas 1 e 4 que na região de Londrina a ocorrência e os teores de aflatoxina B₁ foram significativamente maiores (alfa = 0,05) do que nas regiões de Campinas e Guararapes.

Pode-se também constatar, nas Tabelas 1 e 4, que entre as regiões de Bauru e Maringá não houve diferença significativa quanto ao teor de aflatoxina B₁. Este mesmo resultado foi também verificado entre as indústrias localizadas em Maringá (Tabela 1). Analisando-se os resultados da Tabela 2, verifica-se que não houve predominância da ocorrência da aflatoxina em qualquer época durante toda a safra.

Dentre os fatores que podem ter contribuído para a diferença de contaminação do farelo de algodão entre as regiões, o climático deve ter sido preponderante. O teor de umidade da matéria-prima, ao chegar nas fábricas, a temperatura e o teor de umidade relativa do ar, as condições e o tempo de armazenamento, também podem ter tido influência na incidência de contaminação, assim como, o ataque de insetos tanto no campo como no armazém, como resultante da diferença de controle de pragas pelos agricultores e maquinistas.

Entretanto, mesmo sabendo-se que muitos fatores possam ter influenciado as variações que ocorreram no teor de aflatoxina entre as regiões, é difícil indicar com precisão qual a causa específica da maior incidência de afla-

toxina em Maringá.

Segundo as normas brasileiras, o limite de 30 ppb de aflatoxina (somadas $B_1 + G_1$) é o máximo permitido em alimentos para consumo humano. Isto significa que, dentro desta categoria, as amostras com 40 ppb de aflatoxina B_1 , que representam 12,30% do total contaminado, não devem ser utilizadas. O restante, 87,70% contêm teores de aflatoxina B_1 variando de menos de 10 a 27 ppb que podem ser aproveitados com esta finalidade. O seu uso na composição de rações, vai depender da sua percentagem de inclusão, da espécie, idade e sexo do animal (possibilidade de passagem para o leite) etc.

Neste trabalho a aflatoxina B_1 foi a única do grupo encontrada em todas as amostras de farelo de algodão. Estes resultados diferem dos dados citados por MAYNE et alii (1966) e PONS JR. et alii (1968 e 1980) onde foi verificada, com maior frequência, as aflatoxinas B_1 e B_2 .

Todavia, SCHNEIDER et alii (1972), trabalhando com amostras da Guatemala, Nicaragua e de El Salvador, demonstraram que em todas as regiões pesquisadas a aflatoxina B_1 foi encontrada em todas as amostras contaminadas, enquanto que a B_2 e a G_1 em duas e uma amostra, respectivamente.

CONCLUSÕES

Face aos resultados obtidos, concluiu-se que:

- 1) das 169 amostras de farelo de algodão da safra de 1986, 114 estavam contaminadas com aflatoxina, o que corresponde a 67,45% do total;

2) o nível de contaminação foi baixo, pois, o teor máximo encontrado foi de 40 ppb. As amostras que apresentaram este valor representaram apenas 12,30% de todo o material contaminado;

3) há evidências, de que houve diferença entre as regiões estudadas, tendo Araraquara (SP), Campinas (SP) e Bauru (SP) apresentado a menor ocorrência e os teores mais baixos de aflatoxina B₁, enquanto que Maringá (PR) apresentou a maior ocorrência e os mais elevados teores.

4) não houve predominância da incidência de aflatoxina B₁ em qualquer época durante toda a safra;

5) a B₁ foi a única aflatoxina encontrada em todas amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAÃO, J. T. M.; D'ARCE, M. A. B. R.; FONSECA, H. Algodão - produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, s.d., 96 p. (Série Extensão Agroindustrial, 2).

ASHWORTH JR., L. J. & McMEANS, J. L. Association of *Aspergillus flavus* and aflatoxins with a greenish yellow fluorescence of cotton seed. Phytopathology, St. Paul, 56 (9):1104-5, 1966.

CAMPOS, H. Estatística experimental não paramétrica. 4 ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1983. 349 p.

- CLIFFORD, J. I. & REES, K. R. The action of aflatoxin B₁ on the rat liver. The Biochemical Journal, London, 102 (1): 65-75, 1965.
- COOMES, T. J. & FEUELL, A. J. Recommended procedures for the detection of aflatoxin B₁ in groundnuts and groundnut materials. London, Tropical Products Institute, 1965. 24 p. (TPI Report, G13).
- FARAG, R.S.; EL-LEYTHY, M.A.; BASYONY, A.E.; DAN, Z.Y. Effects of varied substrates on aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. Journal of the American Oil Chemists' Society, Chicago, 63(8): 1024-6, 1986.
- FONSECA, H. Tecnologia de Transformação. In: ABRAHÃO, J.T.M.; D'ARCE, M.A.B.R.; FONSECA, H. Algodão - produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, s.d. p.57-96. (Série Extensão Agroindustrial, 2).
- HAMSA, T. A. P. & AYRES, J. C. Factors affecting aflatoxin contamination of cottonseed. I. Contamination of cottonseed with *Aspergillus flavus* at harvest and during storage. Journal of the American Oil Chemists' Society, Chicago, 54 (6):219-24, 1977.
- LOOSMORE, R. M.; ALLCROFT, R.; TUTTON, E. A.; CARNAGHAN, R. B. A. The presence of aflatoxin in a sample of cottonseed cake. The Veterinary Record, London, 76 (2): 64-5, 1964.

- MALLOZZI, M. A. B. Detecção de aflatoxina em rações animais. Síntese, Rio de Janeiro, 6: 20-30, 1984.
- MAYNE, R.I.; PONS JR., W.A.; FRANZ JR., A.O.; GOLDBLATT, L.A. Elaboration of aflatoxin on cottonseed products by *Aspergillus flavus*. Journal of the American Oil Chemist's Society, Chicago, 43 (4): 251-3, 1966.
- PONS JR., W. A.; CUCULLU, A. F.; LEE, L. S.; ROBERTSON, J.A.; FRANZ JR., A.O.; GOLDBLATT, L.A. Aflatoxins - determination of aflatoxins in agricultural products: use of aqueous acetone for extraction. Journal of the American Oil Chemist's Society, Chicago, 49 (3): 554-62, 1966.
- PONS, JR., W.A.; CUCULLU, A.F.; FRANZ JR., A. O.; GOLDBLATT, L.A. Improved objective fluorodensitometric determination of aflatoxins in cottonseed products. Journal of the American Oil Chemist's Society, Chicago, 45 (10): 694-9, 1968.
- PONS JR., W. A.; LEE, L. S., & STOLOFF, L. Revised method for aflatoxins in cottonseed products and comparison of thin layer chromatography and high performance liquid chromatography determinative steps: collaborative study. Journal of the Association of Official Analytical Chemist's Society, Washington, 63 (4):889-906, 1980.

- SCHNEIDER, S.; LEDN, R. de; GARCIA-PRENDES, M.; POLZ, C. Determination of aflatoxin and aflatoxin-producing cultures in recently ginned cottonseed in Central America. Journal of the American Oil Chemist's Society, Chicago, 49 (28): 700-1, 1972.
- SINNHUBER, R.O.; WALES, J.H.; ENGELBRECHT, R. H.; AMEND, D.E.; AYRES, J.L.; ASHTON, W. F.; KRAY, W. Aflatoxins in cottonseed meal and hepatoma in rainbow trout. Federation Proceedings, Washington, 24: 267, 1965.
- TANGO, J.S. Gossipol. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 34: 1-31, 1973.
- TANGO, J.S. Industrialização do caroço de algodão e dos seus produtos. Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 4: 1-19, 1965.
- WOGAN, G.N. Aflatoxin risks and control measures. Federation Proceedings, Bethesda, 27 (8): 932-8, 1968.
- WOGAN, G.N. Chemical nature and biological effects of the aflatoxins. Bacteriological Reviews, Washington, 30(2):460-70, 1966.