

EMPREGO DE CLORETO DE CLOROCOLINA (CCC) EM QUATRO CULTIVARES DE TRIGO¹

NEI FERNANDES LOPES², AFFONSO MOTTA DA COSTA³, GUSTAVO LUIZ BRAUNER⁴ e FRANCISCO ELIFALETE XAVIER⁵

SINOPSE.— Testou-se, em condições de campo, em Pelotas, RS, o emprego de três níveis de nitrogênio (60, 90 e 120 kg/ha), combinados com quatro doses de cloreto de clorocolina (0, 2, 3 e 4 kg/ha de ingrediente ativo), em quatro cultivares de trigo (IAS 54, IAS-20-IASSUL, IAS 50-Alvorada e Toropi).

O cloreto de clorocolina (CCC) reduziu a altura das plantas de trigo, tornou os colmos mais grossos e os entrenós mais curtos. Conferiu às plantas maior resistência ao acamamento, quando empregados níveis de nitrogênio elevados. As cultivares testadas não responderam a adubações acima de 60 kg/ha de nitrogênio. O cloreto de clorocolina possibilitou o aumento significativo das produções de grãos.

Termos de indexação: Trigo, cultivares, cloreto de clorocolina, 2-cloroetiltrimetilamônia, CCC, efeito.

INTRODUÇÃO

Respostas positivas a adubações nitrogenadas têm sido obtidas na cultura do trigo no Rio Grande do Sul, dentro de certos limites, em razão de carência de nitrogênio dos solos onde comumente se instalam as lavouras. O emprego de níveis elevados de nitrogênio provoca, normalmente, o acamamento do trigo, com grandes prejuízos à produção. Entretanto, devido à necessidade de ser aumentado o rendimento da cultura, devem elevar-se os níveis de nitrogênio nas adubações.

Para romper este círculo vicioso, foi lembrado o emprego de redutor de crescimento. A aplicação de redutor de crescimento enseja maior resistência ao acamamento, através de plantas mais robustas e com entrenós curtos e engrossados. Também permite o emprego de níveis mais elevados de nitrogênio, com o conseqüente aumento de produção.

Em suas primeiras investigações, Tolbert (1960) observou que o cloreto de 2-cloroetiltrimetilamônio (CCC) e o ácido giberélico produzem efeitos opostos no crescimento das plantas. Kuraishi e Muir (1963) conduziram experimentos com cloreto de 2-cloroetiltrimetilamônio e ácido indolacético (AIA) em plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.), sugerindo que o retardamento no crescimento do caule, produzido pelo cloreto de 2-cloroetiltrimetilamônio, deve-se à falta de AIA, sendo independente das giberelinas.

Stoddart (1964) assinalou que o cloreto de 2-cloroetiltrimetilamônio (CCC) obstrui o sistema metabólico das plantas, pois interrompe eficazmente a assimilação de nutrientes e o crescimento das plantas de *Lolium te-*

mulentum L. Observou, ainda, que a expansão destas plantas se detém com o CCC, enquanto a fotossíntese continua em proporção apreciável. Concluiu, assim, que os açúcares livres, utilizados normalmente para manter o crescimento, são polimerizados em presença do composto, a fim de formar carboidratos de reserva.

Segundo Paleg *et al.* (1965), esta interferência pode resultar de qualquer um dos cinco possíveis modos de ação:

- a) destruir realmente as giberelinas;
- b) bloquear a ação hormonal das giberelinas;
- c) bloquear a resposta fisiológica das plantas às giberelinas;
- d) inibir a biossíntese do composto sobre o qual, ou com o qual, atuam ou reagem;
- e) inibir a biossíntese das giberelinas.

Mayr *et al.* (1962) observaram o acamamento total dos lotes sem tratar, embora ele não ocorresse nos lotes tratados com 4, 6 ou 8 kg/ha de CCC. Observaram, ainda, um ligeiro acamamento com doses de 2 kg/ha de CCC. O rendimento aumentou em 20 a 40%, fato devido quase exclusivamente ao maior número de grãos por espiga.

Segundo Miyamoto (1962), as plantas tratadas com CCC eram mais resistentes às mudanças de pH do que as não tratadas, ocorrendo também menos murchas e danos nas plantas tratadas.

Supniewska (1964) conclui que plantas de trigo tratadas apresentavam maior desenvolvimento radicular, diminuindo porém os pesos do caule e das folhas. O conteúdo de clorofila das folhas era maior e estas apresentavam cor mais intensa nas plantas tratadas com CCC.

O melhor momento para o tratamento com cloreto de clorocolina (CCC), de acordo com Primost (1964), é no início da elongação do colmo, com a altura da planta entre 15 e 20 cm. A dose ótima para evitar ou reduzir marcadamente o acamamento é de 2 kg/ha de ingrediente ativo. A maneira mais eficaz de aplicar o cloreto de clorocolina (CCC) é em combinação com fertilizantes nitrogenados.

Com o objetivo de avaliar os efeitos do redutor de crescimento cloreto de clorocolina (CCC) na cultura

¹ Aceito para publicação em 10 de março de 1975.

² Eng.º Agrônomo, Auxiliar de Ensino do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas, Cx. Postal 767, 96.100, Pelotas, RS.

³ Pesquisador em Agricultura da Seção de Botânica do antigo Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul (IPEAS/EMBRAPA), Cx. Postal E, 96.100, Pelotas, RS, e bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq 2.863/71).

⁴ Eng.º Agrônomo, Chefe da Seção de Climatologia Agrícola do antigo IPEAS.

⁵ Eng.º Agrônomo da Seção de Botânica do antigo IPEAS e Pesquisador Assistente, bolsista, do CNPq (Proc. 11.650/72).

do trigo, foi realizado, na Seção de Botânica do então Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul (IPEAS), em Pelotas, RS, nos anos de 1968 a 1970, um estudo envolvendo a aplicação do referido produto em quatro cultivares de trigo com simultânea adubação nitrogenada, visando eliminar ou minimizar o acamamento e aumentar a produção de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em condições de campo, em solo areno-argiloso no município de Pelotas, RS. Escolheram-se quatro cultivares diferentes, pois as respostas poderiam variar de acordo com a cultivar. O critério para escolha foi o da duração do ciclo vegetativo, de acordo com Mota e Goedert (1969). Foram testados, assim, representantes dos grupos superprecoces (IAS-54), precoces (IAS-20-Iassul), intermediários (IAS-50-Alvorada) e tardios (Toropi). Para cada cultivar realizou-se um experimento, com o esquema experimental de blocos ao acaso. Testaram-se três níveis de nitrogênio (60, 90 e 120 kg/ha), empregando-se, como fonte, o sulfato de amônio, à razão de um terço na base e dois terços em cobertura. Esta ocorreu no mesmo dia da aplicação do redutor de crescimento.

Todas as parcelas experimentais receberam ainda, na base, 100 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O , sob as formas de superfosfato triplo e de cloreto de potássio, respectivamente.

Combinaram-se os três níveis de nitrogênio com três doses do redutor de crescimento cloreto de clorocolina (2, 3 e 4 kg/ha de ingrediente ativo) mais a testemunha sem redutor. A época de aplicação dessas doses ocorreu nas etapas 5 e 6 da escala diferencial de crescimento e desenvolvimento do trigo de Feekes-Large, ou seja, quando as plantas estavam com a altura aproximada de 20 a 25 cm.

Fez-se a avaliação dos efeitos dos tratamentos pelo rendimento de grãos, a altura e o acamamento do trigo. Para determinar a altura média tomou-se uma amostra de vinte plantas por parcela. O acamamento foi determinado, visualmente, obedecendo à seguinte escala: 0, não acamado (0%); 1, pouco acamado (< 25%); 2, muito acamado (25% a 70%); 3, totalmente acamado (> 70%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Salienta-se, inicialmente, que os trigos cultivados no sul do Brasil possuem grande capacidade de resistência às condições adversas do meio, como baixo pH e pobre fertilidade do solo. Apresentam, ainda, baixa capacidade genética para respostas a adubações. O arranjo e o ângulo das folhas das cultivares tradicionalmente cultivadas confere-lhes uma estrutura de alta interceptação de luz no topo das plantas e baixíssimo aproveitamento dessa energia nas folhas inferiores. Isto não lhes permite respostas satisfatórias a níveis elevados de adubações nitrogenadas.

A cultivar IAS-54, entre as testadas, apresenta melhor arquitetura de planta, aproximando-se dos trigos anões, de morfologia mais adequada.

Observando os rendimentos de grãos de trigo no Quadro 1, média de três anos, nota-se que não houve resposta a adubações acima de 60 kg/ha de nitrogênio, fato perfeitamente de acordo com os trabalhos de Paltella (1969).

As produções foram diretamente influenciadas pelo redutor de crescimento cloreto de clorocolina (CCC), em todas as cultivares, conforme mostra o Quadro 1. Tais resultados concordam com as pesquisas iniciais de Jaster (1969) em Curitiba.

Em nenhuma das cultivares testadas houve diferença significativa para os níveis de nitrogênio, mas todas mostraram tal diferença ao nível de 1% (teste de Duncan) entre os tratamentos com CCC e as testemunhas. Entre as doses 2, 3 e 4 kg/ha de ingrediente ativo não houve diferença. Trigos altos e palhudos, como o Toropi, mostraram produções prejudicadas com adubações nitrogenadas elevadas.

As curvas de rendimento de grãos das cultivares testadas, representadas na Fig. 1, mostram a tendência das cultivares de não responderem a adubações nitrogenadas acima de 60 kg/ha de nitrogênio. Nota-se, claramente, que com o emprego de cloreto de clorocolina (CCC) houve uma forte tendência de aumento da produção em todas as cultivares, embora não houvesse diferenças marcantes entre doses do regulador de crescimento.

O comportamento dos trigos testados esteve variável quanto ao acamamento. Verificou-se notadamente que aumentou o grau de acamamento, à medida em que

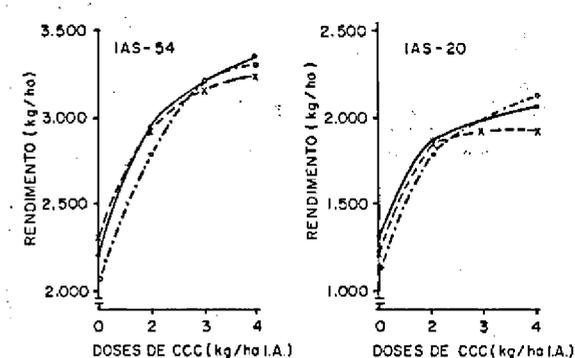
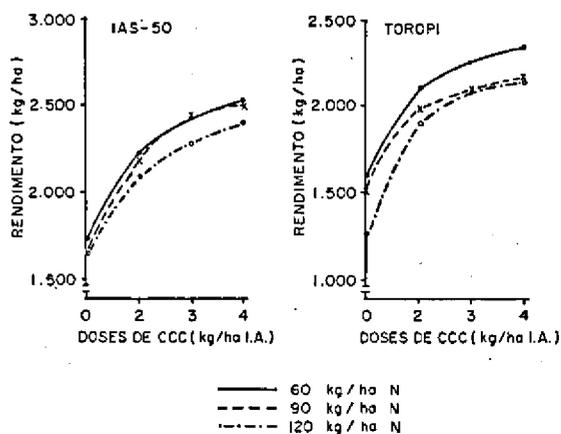


Fig. 1. Tendências dos efeitos de combinações de doses de CCC e N sobre o rendimento do trigo.

QUADRO 1. Efeitos do cloreto de clorocolina em combinação com adubações nitrogenadas sobre o rendimento de trigo

Tratamento	Rendimento de grãos (kg/ha)															
	Cultivar IAS-54				Cultivar IAS-20 ^a				Cultivar IAS-50				Cultivar Toropi			
	1968	1969	1970	Média	1968	1969	1970	Média	1968	1969	1970	Média	1968	1969	1970	Média
60	0	2953	1276	2433	2221	1965	785	1360	2023	1419	1715	1917	1672	1230	1911	1604
2	3934	2103	3146	3061	2313	1419	1866	2805	2805	1790	2133	2243	2449	1374	2549	2124
3	3313	2298	3578	3063	2395	1517	1956	3020	3020	1921	2393	2445	2480	1517	2628	2208
4	3465	2493	3983	3314	2402	1771	2087	2902	2902	2083	2611	2532	2371	1628	3099	2366
90	0	2918	1699	2373	2330	1876	781	1229	1969	1393	1680	1681	1383	1465	1841	1563
2	3594	2207	3048	2950	2332	1341	1837	2617	2617	1927	2061	2202	1887	1719	2423	2110
3	3605	2546	3406	3186	2195	1706	1951	2801	2801	2266	2274	2447	1953	1855	2456	2068
4	3447	2754	3543	3248	2238	1641	1940	2664	2664	2344	2671	2526	2055	1927	2531	2171
120	0	2723	1510	2080	2088	1559	716	1138	1703	1312	1678	1567	1156	944	1620	1240
2	3262	2493	2623	2793	2059	1549	1804	2355	2355	1934	2057	2115	1676	1790	2342	1936
3	3664	2747	3327	3246	2227	1732	1980	2617	2617	1995	2240	2284	1832	1934	2554	2107
4	3430	2988	3517	3312	2449	1803	2126	2293	2293	2421	2590	2435	1098	1927	2548	2124
CV(%)		8,16	11,47	5,60	---	10,94	13,11	---	12,84	9,40	6,01	---	12,62	12,51	7,16	---

^a O experimento de 1970 com a cultivar IAS-20, foi perdido.

QUADRO 2. Avaliação do acamamento do trigo

Tratamentos	Grau de acamamento do trigo ^a															
	Cultivar IAS-54				Cultivar IAS-20 ^b				Cultivar IAS-50				Cultivar Toropi			
	1968	1969	1970	Média	1968	1969	1970	Média	1968	1969	1970	Média	1968	1969	1970	Média
60	0	1	1	0	0,7	0	0	0,5	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0
2	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
3	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
4	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
90	0	2	2	1	1,7	2	3	2,5	2	3	2	2,3	2	2	2	2,0
2	1	1	1	0	0,7	1	1	1,0	1	1	0	0,7	1	1	0	0,7
3	0	1	0	0,3	0,3	0	0	0,0	1	0	0	0,3	0	0	0	0,0
4	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
120	0	3	2	2	2,3	3	3	3,0	3	3	3	3,0	3	3	3	3,0
2	2	2	2	1	1,7	1	1	1,0	1	2	1	1,3	2	2	2	2,0
3	1	1	1	0	0,7	1	1	1,0	1	1	0	0,7	1	2	1	1,3
4	1	0	0	0,3	0,3	1	0	0,5	1	0	0	0,3	1	2	1	1,3

^a Escala de 0 a 3 descrita no texto.

^b O experimento de 1970 com a cultivar IAS-20 foi perdido.

QUADRO 3. Efeito do cloreto de clorocolina em combinação com adubações nitrogenadas, sobre a altura do trigo

Tratamentos	Altura do trigo, média de 20 plantas por parcela (mm)																					
	Cultivar IAS-54					Cultivar IAS-50					Cultivar Toropi											
	Doses de N (kg/ha)	Doses de CCC (kg/ha)	1968	1969	1970	Média	Difer.	1968	1969	1970	Média	Difer.	1968	1969	1970	Média	Difer.					
60	0	0	897	907	881	895	---	1107	1110	1109	1109	---	931	922	927	927	1103	1109	1115	---		
	2	2	813	828	831	824	71	1029	1034	1031	1031	78	839	840	839	838	89	1009	1027	1038	90	
	3	3	774	785	797	785	110	1003	1000	1002	1002	107	801	812	810	808	119	931	997	1004	977	138
	4	4	759	771	773	768	127	902	989	975	975	134	786	806	798	796	131	910	982	963	962	153
90	0	0	929	934	931	931	---	1168	1156	1162	1162	---	973	908	977	973	---	1167	1152	1156	1158	---
	2	2	844	849	837	843	88	1062	1074	1068	1068	94	880	877	883	880	93	1044	1087	1076	1069	89
	3	3	808	818	827	818	113	1036	1041	1039	1039	123	864	862	860	862	111	996	1049	1052	1032	126
	4	4	781	794	802	792	130	1004	1031	1018	1018	144	821	892	836	830	143	943	1042	1047	1011	147
120	0	0	945	942	938	941	---	1186	1183	1185	1185	---	1005	1002	998	1002	---	1258	1229	1236	1241	---
	2	2	868	847	860	855	86	1089	1081	1085	1085	100	901	909	907	906	96	1097	1172	1184	1151	90
	3	3	823	822	824	823	118	1076	1070	1073	112	112	878	885	883	882	120	1049	1150	1154	1118	123
	4	4	799	810	814	808	133	1027	1061	1044	141	141	845	861	859	855	147	1021	1124	1128	1091	130

* O experimento de 1970 com a cultivar IAS-20 foi perdido.

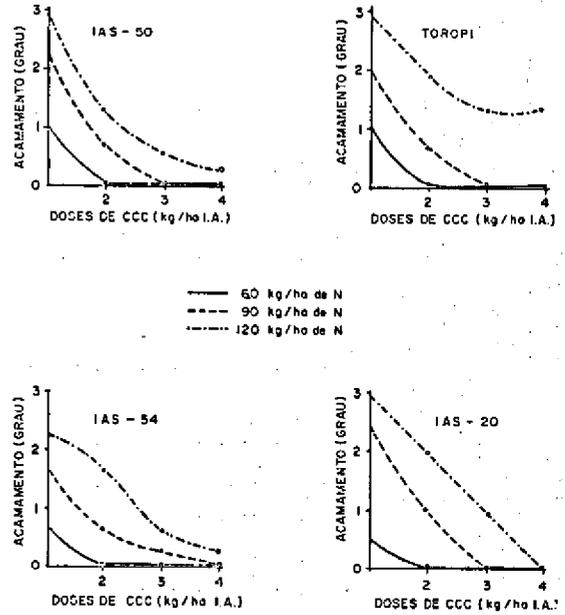


FIG. 2. Tendências dos efeitos de combinações de doses de CCC e N sobre o acamamento do trigo.

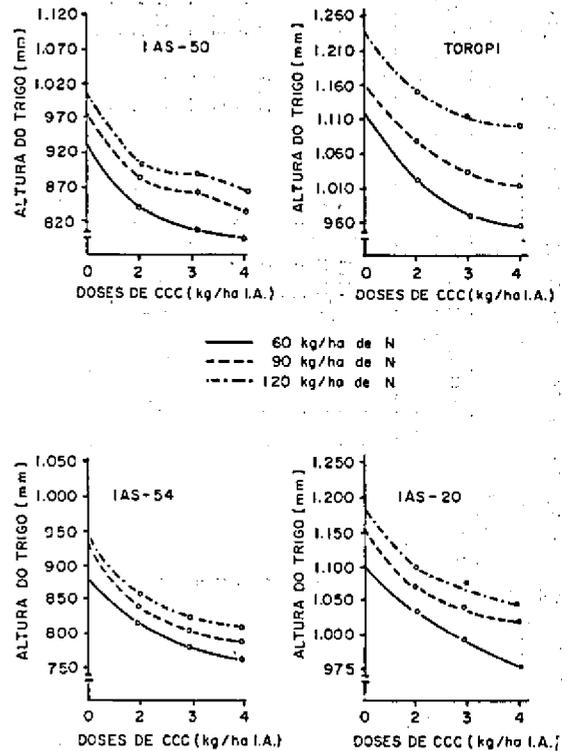


FIG. 3. Tendências dos efeitos de combinações de doses de CCC e N sobre altura do trigo.

foram aumentados os níveis de nitrogênio. Tais resultados mostraram a tendência representada na Fig. 2.

Conforme o Quadro 2, das cultivares testadas, a IAS-54 resistiu mais ao acamamento e a Toropi foi a que menos resistiu. Tal resistência relaciona-se, diretamente, com as suas alturas. Os trigos tratados com cloreto de clorocolina aumentaram a resistência ao acamamento, principalmente nas doses 3 e 4 kg/ha de ingrediente ativo, o que se ajusta, perfeitamente, aos resultados obtidos por Mayr *et al.* (1962). Com adubações de 60 kg/ha de nitrogênio, o CCC, na dose de 2 kg/ha de ingrediente ativo, impediu o acamamento. À medida em que o nitrogênio foi aumentado, entretanto, essa ação diminuiu de eficiência. Com 90 kg/ha de nitrogênio houve um leve acamamento. Quando tal nível aumentou para 120 kg/ha o acamamento tornou-se muito grande com a dose baixa de CCC.

De modo geral, a altura de todas as cultivares ficou reduzida pelo emprego do redutor de crescimento. Conforme os resultados do Quadro 3, o efeito foi maior, à medida em que se aumentaram as doses de CCC empregadas. Estes resultados mostram a tendência representada na Fig. 3.

Observou-se, também, que, nos trigos de maior porte, a redução foi um pouco mais acentuada.

CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, alcançaram-se as seguintes conclusões:

1) os trigos tradicionalmente cultivados no Rio Grande do Sul não respondem a adubações nitrogenadas acima de 60 kg/ha de nitrogênio, mesmo com o emprego de cloreto de clorocolina;

2) o emprego do redutor de crescimento cloreto de clorocolina (CCC) nas cultivares testadas permitiu o aumento significativo do rendimento;

3) o cloreto de clorocolina (CCC) reduziu a altura das plantas e tornou seus colmos mais grossos, o que possibilitou maior resistência ao acamamento;

4) o grau de acamamento mostrou-se diretamente relacionado com a altura; assim, das cultivares testadas, a IAS-54, de porte mais baixo, foi a que mais resistiu ao acamamento; a Toropi, trigo de porte mais elevado, foi a que menos resistiu;

5) à medida em que a dose de CCC foi aumentada diminuiu, sensivelmente, o grau de acamamento do trigo, devido à maior redução da altura;

6) a aplicação de CCC na cultura é benéfica, podendo ser empregadas doses de 2 a 3 kg/ha de ingrediente ativo, combinadas com 60 kg/ha de nitrogênio;

7) nas doses testadas e para as cultivares empregadas, o cloreto de clorocolina não foi fitotóxico e nem mostrou outros efeitos danosos.

REFERÊNCIAS

- Jaster F. 1969. Ensaio da aplicação de redutor de crescimento (CCC) com elevados níveis de nitrogênio em trigo. Trabalho apresentado à Reunião Anual de Trigo, Porto Alegre.
- Kuraishi S. & Muir R.N. 1963. Mode of action of growth retarding chemicals. *Plant Physiol.* 38:19-24.
- Mayr H.H., Primost E. & Rittmeyer G. 1962. Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide I. Feldversuche mit Chlorocholinchlorid in Winterweizen. *Bodenkultur* 13(1):27-45.
- Miyamoto T. 1962. Effects of the seed treatment with (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride on the resistances to high and low values of soils in wheat seedlings. *Naturwissenschaften* 49:377.
- Mota F.S.da & Goedert C.O. 1969. Características dos trigos sul-brasileiros. *Pesq. agropec. bras.* 4:79-87.
- Paleg L., Kende H., Ninnemann H. & Lang A. 1965. Physiological effects to gibberellic acid. III. Growth retardants on barley endosperms. *Plant Physiol.* 40:165-169.
- Patella J.F. 1969. Resultados obtidos com a cultura do trigo no Setor de Solos do IPEAS. Relatório do Setor de Solos do IPEAS, Pelotas. (Não publicado)
- Primost E. 1964. Die Wirkung von Chlorocholinchlorid (CCC) auf die Korn- und Stroherträge von Winterweizen in zwei witterungsmässig extremen Jahren. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 119:211.
- Stoddart J.L. 1964. Chemical changes in *Lolium temulentum* L. after treatment with (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride. Summary of papers presented at the CCC Research Symposium, (Genebra). Cyanamid International, New Jersey 51 - 511.
- Supniewska J.H. 1964. Observation on the action of trimethyl b-chloroethylammonium chloride on plants. II - Wheat, carrot, beet. *Bull. Acad. Polon. Sci. Biol.* 11(3):153-159.
- Tolbert N.E. 1960. (2-chloroethyl)trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. I. Chemical structure and bioassay. *J. Biol. Chem.* 235:475-479.

ABSTRACT.- Lopes, N.F.; Costa, A.M.da.; Brauner, G.L.; Xavier, F.E. [The effect of chlorocholin chloride in four wheat cultivars]. Emprego de cloreto de clorocolina (CCC) em quatro cultivares de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia* (1976) 11, 65-69 [Pt, en] Univ. Fed. Pelotas, Cx. Postal 767, Pelotas, RS, Brazil.

Field experiments were employed investigate the effect of three nitrogen levels (60, 90 and 120 kg/ha of N) in combination with four chlorocholin chloride (CCC) levels (0, 2, 3 and 4 kg/ha of active ingredient) in four different wheat cultivars (IAS 54, IAS 20-Iassul, IAS 50-Alvorada and Toropi). The chlorocholin chloride reduced the wheat plant height, causing stem thickness and inter-node shortness. These effects resulted in a higher resistance to lodging, when higher levels of nitrogen fertilizer were used. The cultivars tested did not increase yields when levels of nitrogen higher than 60 kg/ha were applied. The application of chlorocholin chloride increased the wheat yields of the cultivars studied significantly.

Index terms: Wheat, cultivars, chlorocholin chloride, 2-chloroethyl-trimethyl-amonia, effect.