

Recebido em 23 de Outubro de 1973

Evolução do teor em matéria orgânica de barros castanho-avermelhados sujeitos a um sistema de mobilização mínima. II. Azoto total *

por

ARIO LOBO AZEVEDO e MARIA LEONOR VIZEU FERNANDES **
(Cadeira de Agricultura Geral e Máquinas Agrícolas)

1. INTRODUÇÃO

Tendo sido decidido ser posto em prática um sistema de mobilização mínima na exploração agrícola da Tapada da Ajuda foi este implantado numa primeira versão no quadriénio 1966/67-1969/70 a que se lhe sucedeu forma um pouco mais complexa e avançada em 1970/71 que se prevê ser executada durante um quadriénio também.

Reconhecida a necessidade de se utilizarem outros aferidores que acompanhassem a evolução dos resultados que iam sendo obtidos que não apenas os níveis da produtividade física, assentou-se, face às pouco eficientes instalações laboratoriais e ao reduzido pessoal

* Trabalho realizado na Secção de Agricultura Geral, Máquinas Agrícolas, Cultura Mecânica e Culturas Arvenses, integrado no projecto de investigação TLA/2 — Estudo de planos de explorações agrícolas, subsidiado pelo Instituto de Alta Cultura.

** Respectivamente, professor catedrático e investigador do Instituto Superior de Agronomia.

especializado disponível, proceder simplesmente à determinação do carbono orgânico e do azoto total e à do azoto mineral sob as formas amoniacal, de nitratos e de nitritos.

Em trabalho já publicado (2) apresentou-se a caracterização do local onde se realizaram os ensaios bem como o planeamento destes, e dá-se notícia dos aspectos referentes ao comportamento do carbono orgânico. No presente estudo apreciam-se os dados respeitantes ao azoto total.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Já foram minuciosamente referidos (2) os critérios seguidos para a colheita da amostragem inicial e das amostras mensais.

Nas amostras secas ao ar, a terra é crivada através de um crivo de 2 mm e o azoto total determinado pelo método de Kjeldahl segundo o processo descrito em (3).

Lançados os valores do azoto total doseado em amostras de terra colhidas nas camadas superficiais (0 a 15 cm de profundidade), em percentagem (Quadro I), sobre os centros geométricos das malhas onde foram colhidas as amostras, traçaram-se as isopletas marcando as variações do azoto total na área em estudo (Fig. 1). São de salientar as pequenas diferenças que se notam entre os valores dos teores em azoto total doseado em amostras de terra colhidas nas camadas superficiais de perfis descritos em 1965 na Terra Grande [Anexo I de (2)] e os valores que três anos depois se obtêm a partir da carta de isopletas (Fig. 1) para os locais onde aqueles perfis foram examinados: os teores em azoto total doseado nas amostras colhidas em 1965 ou estão compreendidos entre os das duas isopletas que envolvem os locais de colheita ou não se afastam significativamente destes.

3. A EVOLUÇÃO DO TEOR EM AZOTO TOTAL

Os valores do azoto total doseado nas amostras colhidas no período que decorre de Agosto de 1968 a Outubro de 1972 reuniram-se nos Quadros II, III e IV respeitantes respectivamente à 1.^a, 2.^a e 3.^a folhas.

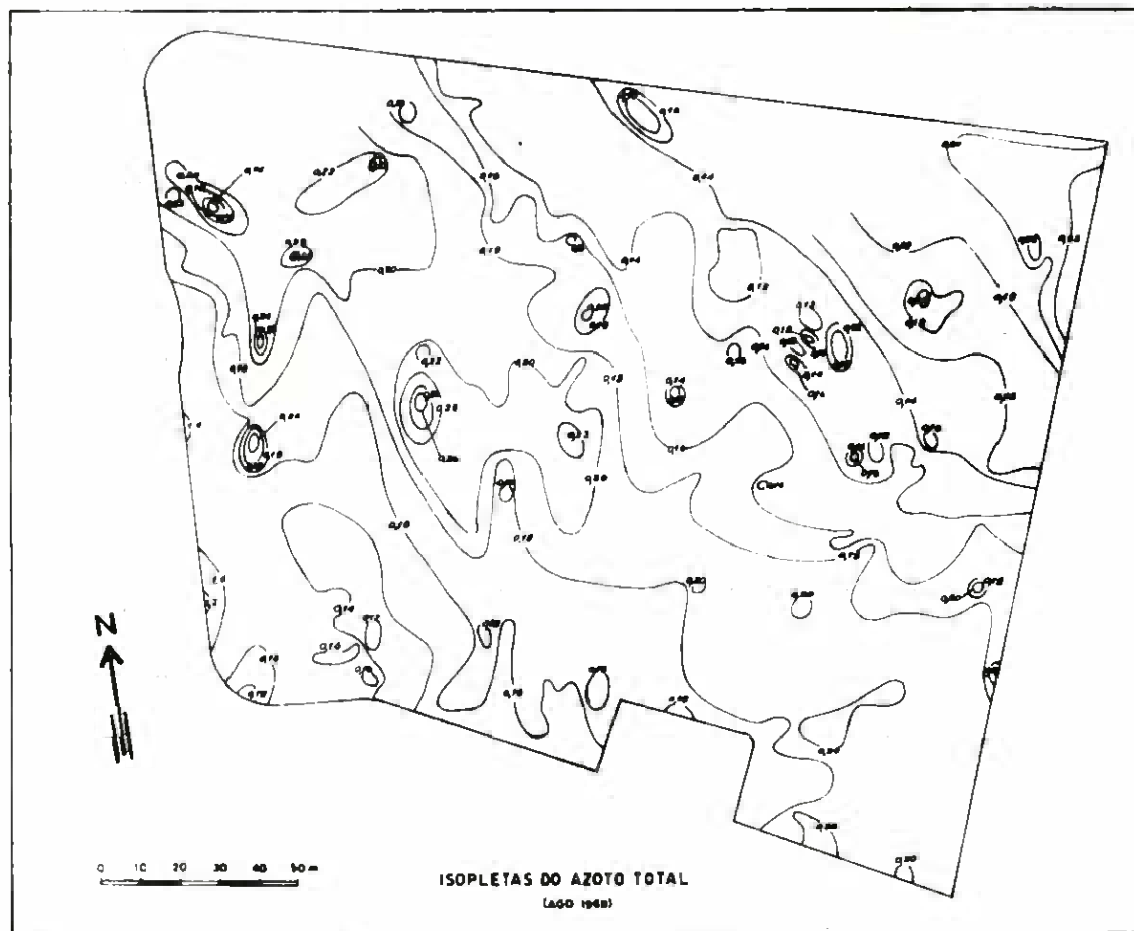


Fig. 1 — Carta de isopletas do teor do solo em azoto total (em percentagem) na camada de 0 a 15 cm (Agosto de 1968)

QUADRO I

1.ª FOLHA			2.ª FOLHA			3.ª FOLHA			4.ª FOLHA	
malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm
Série 1			Série 1			Série 1			Série 1	
12	0,194	0,168	7	0,168	—	7	0,164	0,154	7	0,193
13	0,199	0,151	25	0,170	—	10	0,144	0,142	8	0,159
24	0,194	0,176	42	0,183	0,202	15	0,152	0,145	9	0,152
35	0,185	0,165	51	0,151	0,160	16	0,159	0,127	25	0,164
38	0,195	0,142	52	0,166	—	34	0,166	0,147	30	0,150
39	0,189	0,131	54	0,165	0,175	38	0,158	0,124	33	0,135
51	0,196	0,168	62	0,167	0,164	42	0,161	—	49	0,155
64	0,185	0,166	66	0,187	—	46	0,155	0,152	55	0,166
69	0,182	0,197	70	0,176	—	85	0,161	0,148	63	0,148
73	0,191	0,156	75	0,171	0,192	86	0,157	0,152	66	0,127
94	0,187	0,182	77	0,173	0,183	89	0,191	0,119	78	0,155
108	0,189	0,164	88	0,194	—	102	0,159	0,109	79	0,159
115	0,178	0,188	99	0,186	0,201	104	0,161	0,128	97	0,158
117	0,179	0,171	111	0,177	—	123	0,181	—	98	0,105
120	0,187	0,194	126	0,182	—	126	0,140	0,133	103	0,137
122	0,183	0,200	160	0,182	0,205	130	0,164	—	104	0,147
133	—	0,170	167	0,169	0,176	131	0,175	0,150	112	0,139
138	0,184	0,198	193	0,188	0,201	133	0,160	—	119	0,122
150	0,202	0,194	202	0,190	—	143	0,153	0,123	132	0,123
163	0,207	0,186	217	0,178	0,193	144	0,149	0,150	137	0,125
169	0,183	0,182	218	0,196	0,209	150	0,164	—	146	0,140
192	0,182	0,179	227	0,201	—	163	0,153	0,150	147	0,160
198	0,189	0,202	229	0,186	—	164	0,178	0,134	150	0,182
208	0,194	0,187	233	0,190	—	166	0,164	0,150	152	0,148
213	0,178	0,197	253	0,189	—	167	0,158	0,121	161	0,146
214	0,203	0,189	299	0,175	—	216	0,173	—	173	0,144
233	0,205	0,192	317	0,184	—	225	0,167	0,160	192	0,152
291	0,164	0,166	330	0,170	—	237	0,168	—	252	0,140
308	0,184	0,175	338	0,183	—	248	0,179	0,145	256	0,133
314	0,182	0,169	346	0,171	—	271	0,188	—	276	0,140
330	0,183	0,185	352	—	—	278	0,171	0,160	296	0,154
334	0,181	0,175	356	0,147	—	282	0,200	—	338	0,159
336	0,176	—	Série 2			283	0,176	—	352	0,155
364	0,170	0,173				306	0,202	0,192	363	0,151
Série 2						319	0,182	0,158	367	0,172
			32	0,137	—	352	0,152	0,162	382	0,136
			42	0,164	—	355	0,197	0,147	387	0,268
5	0,175	0,163	66	0,171	—	356	0,207	0,206	408	0,162
11	0,196	0,157	94	0,173	—	385	0,179	0,162	428	0,179
26	0,170	0,162	97	0,151	—	388	0,186	—	442	0,247

QUADRO I (Continuação)

1.ª FOLHA			2.ª FOLHA			3.ª FOLHA			4.ª FOLHA	
malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm
Série 2			Série 2			Série 1			Série 1	
33	0,148	0,141	104	0,122	—	390	0,206	0,175	457	0,155
36	0,180	0,124	110	0,162	—	410	0,200	0,173	479	0,161
51	0,157	0,145	124	0,149	—	420	0,206	0,154	484	0,273
54	0,149	0,139	131	0,137	—	426	0,221	0,160	519	0,170
73	0,153	0,152	139	0,147	—	442	0,233	0,176	531	0,178
90	0,145	0,139	156	0,145	—	462	0,210	0,201	532	0,180
92	0,149	0,106	159	0,148	—	482	0,192	0,161	533	—
95	0,156	0,153	176	0,159	—	490	0,197	0,154	534	0,249
97	0,146	0,135	181	0,165	—	500	0,193	0,170	535	0,196
106	0,117	0,141	184	0,146	—	Série 2			543	0,187
152	0,164	0,125	198	0,100	—				544	0,188
155	0,127	0,097	202	0,093	—				565	0,187
157	0,137	0,203	210	0,132	—	8	0,204	0,199	566	0,183
158	0,144	0,136	216	0,195	—	11	0,203	—	568	0,226
170	0,117	0,107	218	0,093	—	13	0,168	—	579	0,192
171	0,135	0,114	224	0,128	—	16	0,196	—	589	0,190
173	0,137	0,126	233	0,121	—	17	0,203	—	593	0,155
176	0,134	0,123	239	0,148	—	20	0,189	—	605	0,185
180	0,168	0,146	264	0,125	—	22	0,169	—	623	0,183
193	0,172	—	273	0,109	—	46	0,177	—	635	0,184
232	0,167	—	276	0,113	—	47	0,202	—	648	0,211
245	0,153	0,125	281	0,145	—	60	0,172	—	654	0,185
266	0,154	—	283	0,133	—	62	0,170	—	658	0,170
Série 7			298	0,152	—	76	0,182	—	668	0,198
			302	0,123	—	81	0,196	—	672	0,204
			304	0,120	—	84	0,182	—	687	0,213
21	0,150	0,167	309	0,132	—	85	0,151	—	690	0,323
51	—	0,162	310	0,138	—	109	0,192	—	701	0,200
59	0,182	0,101				120	0,180	—	707	0,190
65	0,183	—				131	0,181	0,172	731	0,160
68	0,176	0,175				139	0,173	—	733	0,174
80	0,173	0,168				151	0,168	—	741	0,214
97	0,203	—				159	0,134	—	748	0,134
98	0,164	0,193				160	0,134	—	754	0,209
99	0,192	—				173	0,176	—	758	0,206
124	0,178	0,178				184	0,164	—	762	0,227
130	0,190	0,188				189	0,154	—	764	0,175
134	0,191	0,191				201	0,188	0,186	773	0,234
						205	0,171	—	793	0,190
						207	0,134	—		

QUADRO I (Conclusão)

1.ª FOLHA			2.ª FOLHA			3.ª FOLHA			4.ª FOLHA	
malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm	15-30 cm	malha	0-15 cm
Série 11						Série 2			Série 2	
8	0,219	0,210				209	0,139	—	21	0,200
13	0,203	0,190				211	0,130	—	32	0,211
45	—	0,189				213	0,107	—	48	0,237
51	0,180	0,196				231	0,125	—	51	0,205
57	0,234	—				274	0,141	—	61	0,186
58	0,200	—				275	0,167	—	64	0,190
65	0,191	—				280	0,134	—	71	0,189
70	—	0,201				326	0,128	—	78	0,145
101	—	0,190				344	0,141	—	86	0,156
142	0,221	0,186				345	0,132	—	90	0,138
149	0,206	—				358	0,180	—		
156	—	0,201				375	0,178	—		
160	0,219	0,197								
194	0,204	0,182								
195	0,204	0,176								

QUADRO II

1.ª Folha

Data da colheita	1968						1969				
	/08						04/08	02/09	01/10	07/11	05/12
malha											
SÉRIE 1	122 - 15 cm	0,183					0,174	0,187	0,263	0,149	0,155
	169 - 15 cm	0,183					0,147	0,181	0,150	0,146	0,146
	233 - 15 cm	0,205					0,163	0,176	0,254	0,178	—
SÉRIE 2	92 - 15 cm	0,149					0,126	0,185	0,138	0,139	0,134
	173 - 15 cm	0,137					0,124	0,118	0,146	0,139	0,167
	176 - 15 cm	0,134					0,140	0,132	0,109	0,130	0,130

QUADRO II (cont.)

1.ª Folha

Data da colheita		1970											
		/01	/02	02/03	06/04	06/05	01/06	07/07	06/08	05/09	08/10	04/11	10/12
malha													
SÉRIE 1	122 - 15 cm			0,146	0,164	0,166	0,185	0,171	0,162	0,174	0,214	0,213	0,177
	169 - 15 cm			0,160	0,190	0,182	0,138	0,164	0,184	0,209	0,262	0,211	0,149
	233 - 15 cm			0,178	0,169	0,186	0,202	0,159	0,188	0,196	0,178	0,188	0,184
SÉRIE 2	92 - 15 cm			0,140	0,188	0,149	0,153	0,133	0,152	0,161	0,151	0,141	0,143
	173 - 15 cm			0,119	0,131	0,130	0,152	0,162	0,135	0,261	0,176	0,149	0,144
	176 - 15 cm			0,130	0,153	0,144	0,154	0,133	0,147	0,197	0,167	0,152	0,131

Data da colheita		1971											
		14/01	05/02	08/03	01/04	10/05	18/06	05/07	04/08	09/09	07/10	04/11	06/12
malha													
SÉRIE 1	122 - 15 cm	0,155	0,179	0,168	0,173	0,186	0,154	0,189	0,187	0,201	0,169	0,176	0,170
	169 - 15 cm	0,171	0,156	0,165	0,181	0,173	0,198	0,166	0,194	0,201	0,150	0,215	0,189
	233 - 15 cm	0,184	0,165	0,169	0,160	0,169	0,199	0,164	0,190	0,200	0,201	0,216	0,209
SÉRIE 2	92 - 15 cm	0,141	0,167	0,127	0,159	0,148	0,166	0,157	0,151	0,187	0,167	0,156	0,158
	173 - 15 cm	0,138	0,136	0,135	0,148	0,156	0,140	0,149	0,153	0,138	0,139	0,179	0,157
	176 - 15 cm	0,152	0,147	0,141	0,147	0,161	0,167	0,159	0,167	0,171	0,165	0,165	0,148

Data da colheita		1972										
		07/01	08/02	02/03	03/04	02/05	05/06	03/07	01/08	31/08	03/10	
malha												
SÉRIE 1	122 - 15 cm	0,176	0,178	0,190	0,187	0,166	0,151	0,161	0,141	0,180	0,198	
	169 - 15 cm	0,204	0,189	0,212	0,182	0,186	0,188	0,183	0,160	0,177	0,189	
	233 - 15 cm	0,218	0,191	0,237	0,204	0,216	0,189	0,187	0,189	0,196	0,161	
SÉRIE 2	92 - 15 cm	0,194	0,165	0,173	0,161	0,177	0,150	0,160	0,161	0,154	0,194	
	173 - 15 cm	0,158	0,160	0,175	0,173	0,170	0,156	0,165	0,165	0,171	0,181	
	176 - 15 cm	0,178	0,167	0,144	0,155	0,175	0,145	0,161	0,144	0,147	0,179	

QUADRO III

2.ª Folha

Data da colheita		1968						1969					
		/08						04/08	02/09	03/10	05/11	04/12	
malha													
SERIE 1	160 - 15 cm	0,181						0,168	0,168	0,165	0,187	0,203	
	160 - 30 cm	0,265						—	—	0,164	0,166	0,118	
	202 - 15 cm	0,190						0,166	0,162	0,182	0,160	0,161	
	202 - 30 cm	—						—	—	0,151	0,152	0,126	
	253 - 15 cm	0,189						0,185	0,176	0,194	0,193	0,144	
	253 - 30 cm	—						—	—	0,148	0,164	0,141	
SERIE 2	131 - 15 cm	0,137						0,124	0,122	0,160	0,134	0,120	
	131 - 30 cm	—						—	—	0,125	0,137	0,088	
	159 - 15 cm	0,148						0,131	0,134	0,147	0,138	0,128	
	159 - 30 cm	—						—	—	0,099	0,130	0,048	
	210 - 15 cm	0,132						0,116	0,120	0,140	0,151	0,109	
	210 - 30 cm	—						—	—	0,118	0,117	0,094	

Data da colheita		1970											
		/01	/02	03/03	07/04	07/05	02/06	05/07	07/05	06/09	09/10	05/11	12/12
malha													
SERIE 1	160 - 15 cm			0,170	0,172	0,187	0,169	0,161	0,161	0,186	0,186	0,177	0,197
	160 - 30 cm			0,155	0,158	0,177	0,159	0,167	0,177	0,181	0,176	0,172	0,149
	202 - 15 cm			0,172	0,168	0,194	0,224	0,161	0,204	0,226	—	0,191	0,190
	202 - 30 cm			0,170	0,171	0,182	0,153	0,173	0,186	0,184	0,172	0,199	0,132
	253 - 15 cm			0,187	0,205	0,218	0,205	0,197	0,221	0,221	0,209	0,181	0,186
	253 - 30 cm			0,170	0,171	0,202	0,186	0,206	0,221	0,206	0,217	0,169	0,148
SERIE 2	131 - 15 cm			0,127	0,150	0,158	0,150	0,115	0,161	0,160	0,130	0,167	0,145
	131 - 30 cm			0,134	0,135	0,123	0,128	0,136	0,142	0,150	0,116	0,146	0,082
	159 - 15 cm			0,142	0,143	0,160	0,132	0,139	0,145	0,132	0,145	0,145	0,152
	159 - 30 cm			0,139	0,127	0,129	0,130	0,123	0,138	0,143	0,130	0,142	0,104
	210 - 15 cm			0,122	0,122	0,156	0,134	0,138	0,129	0,140	0,120	0,144	0,115
	210 - 30 cm			0,125	0,076	0,150	0,117	0,116	0,125	0,125	0,124	0,153	0,106

QUADRO III (cont.)

2.ª Folha

Data da colheita		1971											
		15/01	09/02	09/03	02/04	11/05	20/06	06/07	05/08	10/09	06/10	05/11	07/12
malha													
SÉRIE 1	160 - 15 cm	0,192	0,202	0,167	0,183	0,188	0,198	0,192	0,184	0,192	0,198	0,221	0,197
	160 - 30 cm	0,166	0,153	0,227	0,152	0,159	0,180	0,182	0,166	0,155	0,189	0,192	0,205
	202 - 15 cm	0,197	0,198	0,155	0,188	0,226	0,211	0,166	0,200	0,161	0,195	0,184	0,185
	202 - 30 cm	0,155	0,148	0,232	0,167	0,181	0,167	0,175	0,182	0,188	0,193	0,173	0,175
	253 - 15 cm	0,187	0,188	0,213	0,172	0,183	0,166	0,183	0,196	0,207	0,229	0,228	0,166
	253 - 30 cm	0,157	0,152	0,269	0,158	0,145	0,147	0,209	0,162	0,191	0,197	0,211	0,171
SÉRIE 2	131 - 15 cm	0,219	0,143	0,173	0,177	0,160	0,115	0,139	0,153	0,130	0,160	0,162	0,167
	131 - 30 cm	0,121	0,128	0,139	0,132	0,133	0,151	0,137	0,122	0,146	0,160	0,126	0,162
	159 - 15 cm	0,158	0,137	0,139	0,144	0,128	0,122	0,126	0,125	0,141	0,162	0,161	0,150
	159 - 30 cm	0,123	0,115	0,107	0,117	0,139	0,112	0,129	0,117	0,131	0,132	0,123	0,140
	210 - 15 cm	0,116	0,143	0,139	0,130	0,127	0,114	0,131	0,171	0,136	0,176	0,141	0,161
		210 - 30 cm	0,100	0,111	0,120	0,135	0,126	0,125	0,134	0,145	0,145	0,149	0,148

Data da colheita		1972											
		07/01	08/02	02/03	04/04	01/05	06/06	04/07	02/08	01/09	04/10		
malha													
SÉRIE 1	160 - 15 cm	0,213	0,177	0,170	0,201	0,191	0,185	0,186	0,179	0,176	0,146		
	160 - 30 cm	0,174	0,189	0,189	0,180	0,190	0,151	0,178	0,190	0,154	0,151		
	202 - 15 cm	0,200	0,183	0,165	0,180	0,224	0,197	0,219	0,192	0,179	0,217		
	202 - 30 cm	0,166	0,157	0,197	0,168	0,195	0,179	0,233	0,197	0,189	0,178		
	253 - 15 cm	0,210	0,200	0,191	0,179	0,198	0,191	0,187	0,189	0,187	0,194		
	253 - 30 cm	0,195	0,182	0,202	0,156	0,186	0,169	0,168	0,193	0,196	0,183		
SÉRIE 2	131 - 15 cm	0,136	0,149	0,145	0,147	0,155	0,141	0,144	0,154	0,137	0,177		
	131 - 30 cm	0,123	0,128	0,137	0,138	0,140	0,126	0,148	0,141	0,134	0,172		
	159 - 15 cm	0,152	0,160	0,146	0,134	0,174	0,144	0,147	0,127	0,126	0,163		
	159 - 30 cm	0,119	0,117	0,132	0,121	0,127	0,108	0,118	0,147	0,152	0,139		
	210 - 15 cm	0,174	0,129	0,148	0,140	0,143	0,139	0,164	0,160	0,132	0,157		
		210 - 30 cm	0,136	0,120	0,120	0,126	0,144	0,133	0,120	0,146	0,159	0,153	

QUADRO IV

3.ª Folha

Data da colheita	1968						1969				
	/08						05/08	04/09	01/10	07/11	05/12
malha											
SÉRIE 1											
319 - 15 cm	0,182						0,149	0,159	0,165	0,158	0,148
390 - 15 cm	0,206						0,174	0,170	0,186	0,165	0,196
420 - 15 cm	0,206						0,164	0,180	0,191	0,168	0,172
SÉRIE 2											
207 - 15 cm							0,148	0,141	0,152	0,141	—
211 - 15 cm							0,120	0,142	0,136	0,135	—
280 - 15 cm							0,116	0,111	0,123	0,114	0,126

Data da colheita	1970											
	/01	/02	02/03	06/04	06/05	01/06	07/07	06/08	05/09	08/10	04/11	10/12
malha												
SÉRIE 1												
319 - 15 cm			0,167	0,161	0,179	0,187	0,151	0,146	0,164	0,176	0,172	0,162
390 - 15 cm			0,182	0,175	0,177	0,187	0,162	0,161	0,166	0,161	0,171	0,175
420 - 15 cm			0,157	0,171	0,177	0,158	0,132	0,123	0,175	0,166	0,168	0,182
SÉRIE 2												
207 - 15 cm			0,150	0,109	0,105	0,101	0,119	0,145	0,159	0,139	0,164	0,167
211 - 15 cm			0,126	0,135	0,121	0,132	0,162	0,129	0,132	0,161	0,149	0,149
280 - 15 cm			0,103	0,145	0,137	0,141	0,134	0,134	0,165	0,134	0,133	0,136

Data da colheita	1971											
	14/01	05/02	08/03	01/04	10/05	18/06	05/07	04/08	09/09	07/10	04/11	06/12
malha												
SÉRIE 1												
319 - 15 cm	0,161	0,162	0,172	0,171	0,178	0,212	0,188	0,174	0,159	0,192	0,183	0,194
390 - 15 cm	0,183	0,168	0,164	0,185	0,189	0,221	0,184	0,175	0,176	0,239	0,173	0,177
420 - 15 cm	0,171	0,165	0,158	0,161	0,207	0,180	0,181	0,171	0,176	0,171	0,164	0,186
SÉRIE 2												
207 - 15 cm	0,154	0,158	0,148	0,165	0,177	0,159	0,168	0,184	0,169	0,157	0,155	0,161
211 - 15 cm	0,146	0,140	0,128	0,148	0,130	0,142	0,141	0,136	0,137	0,161	0,131	0,138
280 - 15 cm	0,122	0,116	0,118	0,134	0,158	0,181	0,141	0,136	0,179	0,130	0,140	0,129

QUADRO IV (cont.)

3.ª Folha

Data da colheita		1972									
		07/01	08/02	02/03	03/04	02/05	05/06	03/07	01/08	31/08	03/10
malha											
SÉRIE 1	319 - 15 cm	0,201	0,189	0,183	0,182	0,172	0,153	0,161	0,163	0,160	0,196
	390 - 15 cm	0,190	0,194	0,197	0,172	0,188	0,216	0,193	0,175	0,177	0,201
	420 - 15 cm	0,151	0,170	0,178	0,187	0,176	0,159	0,173	0,182	0,140	0,180
SÉRIE 2	207 - 15 cm	0,178	0,176	0,158	0,149	0,170	0,153	0,157	0,194	0,170	0,153
	211 - 15 cm	0,163	0,147	0,143	0,127	0,156	0,128	0,165	0,133	0,173	0,209
	280 - 15 cm	0,148	0,147	0,158	0,162	0,145	0,149	0,156	0,152	0,167	0,180

A carta de isopletas da distribuição do teor em azoto total da camada superficial em Agosto de 1968 (Fig. 1) apresenta um delineamento geral que não se afasta muito do da carta de isopletas da distribuição do teor em carbono orgânico [Fig. 2 de (2)] e do mesmo modo esta mostra-nos a existência de uma área, a que corresponde a lomba do terreno onde se situam solos da Série 2, mais pobre em matéria orgânica, e outra de terrenos mais ricos acompanhando uma depressão onde predominam solos da Série 1.

A distribuição das isopletas apresenta-se assim de forma mais ou menos regular. Tal como acontece com a distribuição de carbono orgânico, acidentalmente notam-se anomalias mas não tão acentuadas como naquele caso.

Os dados reunidos nos Quadros II, III e IV mostram oscilações razoáveis dos teores em azoto total quando os tentamos seguir mês a mês mas em todo o caso estes mostram uma certa tendência, mais regular nuns casos que noutros, para aumentar com o tempo.

A tentativa de correlacionar linearmente o teor em azoto total y (em permilagem) com o tempo x (em meses) mostrou que, para o caso da origem dos tempos $t = 0$ em Agosto de 1968, os coeficientes de correlação não eram significativos em 9 casos, eram significativos ao nível de 10 % em 2 casos, ao nível de 5 % em 2 casos e ao nível de 1 % em 6 casos; para o caso de $t = 0$ em Agosto de 1969

(em Outubro de 1969 para as amostras colhidas à profundidade de 15-30 cm na folha 2) os coeficientes de correlação não são significativos em 8 casos, eram significativos ao nível de 10 % em 3 casos, ao nível de 5 % em 5 casos e ao nível de 1 % em 8 casos.

Tal como se verificou com os dados referentes ao carbono orgânico o modo como os valores se dispõem levaram a procurar o ajustamento de equações de regressão do tipo

$$y = a e^{bx} ,$$

em que y e x tem o significado já atrás referido.

Para o caso da origem dos tempos $t = 0$ em Agosto de 1968, os valores dos parâmetros das equações de regressão obtidas, bem como dos coeficientes de correlação, encontram-se reunidos no Quadro V.

Nas 16 regressões assim estabelecidas, 9 casos têm coeficientes de correlação correspondendo a um nível de significação superior a 10 %, em 2 casos o coeficiente é significativo ao nível de 10 %, em 1 caso ao nível de 5 % e em 4 casos ao nível de 1 %.

Os dados apresentam comportamento semelhante em todos os casos, verificando-se tendência consistente no sentido de um aumento do teor em azoto total ao longo do período do ensaio.

Para a origem dos tempos $t = 0$ em Agosto de 1969 (em Outubro de 1969 para as amostras colhidas à profundidade de 15-30 cm na folha 2), os valores dos parâmetros das equações de regressão obtidas, bem como dos coeficientes de correlação, encontram-se reunidos no Quadro VI.

Nos 24 conjuntos analisados 7 casos apresentam coeficientes de correlação correspondendo a um nível de significação superior a 10 %, em 3 casos o coeficiente é significativo ao nível de 10 %, em 4 casos ao nível de 5 % e em 10 casos ao nível de 1 %.

O comportamento dos dados é semelhante ao da situação anteriormente analisada, notando-se no entanto uma melhoria do grau de ajustamento quando a origem dos tempos $t = 0$ passa de Agosto de 1968 para Agosto de 1969.

Apesar de não ser muito provável a existência de autocorrelação, foram feitos os necessários testes para a sua verificação, e os resultados permitem aceitar a não-existência de autocorrelação.

QUADRO V

Folha	Solo	Malha	a	b	R
1	Série 1 (0 - 15 cm)	122	1,72	0,0006	0,059 +
		169	1,60	0,0035	0,315 *
		233	1,62	0,0040	0,244 +
	Série 2 (0 - 15 cm)	92	1,32	0,0052	0,580 ***
		173	1,28	0,0054	0,453 ***
		176	1,30	0,0052	0,474 ***
2	Série 1 (0 - 15 cm)	160	1,75	0,0014	0,197 +
		202	1,72	0,0028	0,312 *
		253	1,89	0,0006	0,080 +
	Série 1 (15 - 30 cm)	160	1,63	0,0015	0,146 +
	Série 2 (0 - 15 cm)	131	1,34	0,0029	0,268 +
		159	1,37	0,0012	0,162 +
210		1,19	0,0047	0,465 ***	
3	Série 1 (0 - 15 cm)	319	1,58	0,0025	0,337 **
		390	1,72	0,0019	0,251 +
		420	1,67	0,0004	0,050 +

Níveis de significância: *** 1%; ** 5%; * 10%; + > 10%.

QUADRO VI

Folha	Solo	Malha	a	b	R
1	Série 1 (0 - 15 cm)	122	1,73	0,0004	0,035 +
		169	1,63	0,0044	0,363 **
		233	1,64	0,0057	0,312 *
	Série 2 (0 - 15 cm)	92	1,37	0,0060	0,616 ***
		173	1,36	0,0058	0,448 ***
		176	1,38	0,0054	0,454 ***
2	Série 1 (0 - 15 cm)	160	1,77	0,0016	0,207 +
		202	1,75	0,0035	0,355 **
		253	1,91	0,0006	0,070 +
	Série 1 (15 - 30 cm)	160	1,58	0,0035	0,314 *
		202	1,54	0,0058	0,478 ***
		253	1,72	0,0021	0,154 +
	Série 2 (0 - 15 cm)	131	1,39	0,0030	0,254 +
		159	1,38	0,0017	0,214 +
210		1,24	0,0054	0,489 ***	
Série 2 (15 - 30 cm)	131	1,20	0,0050	0,401 **	
	159	1,09	0,0056	0,308 *	
	210	1,08	0,0081	0,537 ***	
3	Série 1 (0 - 15 cm)	319	1,60	0,0035	0,426 ***
		390	1,72	0,0031	0,389 **
		420	1,66	0,0008	0,096 +
	Série 2 (0 - 15 cm)	207	1,24	0,0095	0,556 ***
		211	1,22	0,0069	0,469 ***
		280	1,19	0,0081	0,662 ***

Níveis de significância: *** 1%; ** 5%; * 10%; + > 10%.

A comparação dos elementos reunidos nos Quadros V e VI mostra além disso que os valores iniciais são na grande maioria dos casos mais elevados e se nota tendência para os valores dos parâmetros b aumentarem quando se passa das equações estabelecidas para $t = 0$ em Agosto de 1968 para as respeitantes a $t = 0$ em Agosto de 1969.

As explicações que podem encontrar-se para justificar as asserções que acabam de ser feitas são idênticas às aduzidas no caso da evolução do teor em carbono orgânico (2) e apresentam-se resumidamente a seguir.

O melhor ajustamento pode ser consequência por um lado, de um aperfeiçoamento das técnicas de amostragem e laboratoriais e, por outro, devido ao facto do processo de enriquecimento em matéria orgânica ser lento a instalar-se, explicação esta que é aliás corroborada pelo facto de os valores dos teores do azoto total para $t = 0$ em Agosto de 1968 serem praticamente os mesmos que os teores em azoto total determinados em amostras colhidas em 1965. Os maiores valores do parâmetro b parecem reflectir uma aceleração do processo de enriquecimento do solo em matéria orgânica, mas não deve esquecer-se que os valores reunidos no Quadro VI dizem respeito a uma população em que um pouco mais de dois terços dos elementos foram colhidos na rotação de $R = 200$ enquanto que os valores do Quadro V são respeitantes a uma população em que metade dos elementos foi colhida na rotação de $R = 150$, não sendo pois de desprezar as diferenças na intensificação cultural e nas quantidades de adubos minerais empregados em cada uma das rotações.

Quando se comparam os parâmetros b referentes às equações de regressão que exprimem a evolução no tempo do teor de carbono orgânico [Quadros VIII e IX de (2)] com os referentes às equações respeitantes à evolução do teor em azoto total (Quadros V e VI deste trabalho) nota-se uma tendência marcada para as taxas de aumento serem consistentemente (apenas duas excepções) mais elevadas no caso da evolução do carbono orgânico do que no caso do azoto. Verifica-se além disso serem como regra bastante mais elevadas as diferenças em solos da Série 1 do que em solos da Série 2, e dentro de malhas observadas em solos da mesma Série maiores as diferenças nas camadas superficiais (0-15 cm) do que nas subsuperficiais (15-30 cm).

É ainda de sublinhar o facto de apesar de se terem reduzido e mesmo eliminado por completo trabalhos de mobilização que afectem

o perfil cultural abaixo de 15 cm de profundidade, também os valores do azoto total doseado nas amostras de terra colhidas na camada de 15-30 cm de profundidade acusaram, tal como aconteceu com o carbono orgânico aumentos substanciais e mais do que isso as taxas serem mais elevadas que as verificadas nas camadas superficiais.

Para cada uma das folhas de cultura foram escolhidas duas malhas (uma em cada série de solos) e nas Figuras 2, 3 e 4 apresentam-se sob forma gráfica os resultados referentes respectivamente à 1.^a, 2.^a e 3.^a folhas.

4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Tal como aconteceu com a evolução do teor em carbono orgânico (2), a evolução do teor em azoto total dos solos das parcelas da Terra Grande onde foi instalado o sistema de mobilização mínima parece confirmar certas hipóteses de trabalho admitidas ao pôr-se em prática tal sistema, entre elas a de ser possível manter (e até aumentar) o potencial produtivo de um solo reduzindo drasticamente os trabalhos de mobilização que é usual dizer-se ser necessário utilizar.

Dum modo geral nos estudos sobre a evolução do teor em matéria orgânica de solos sujeitos a exploração agrícola é mais frequente verificar-se tendência para abaixamento do teor em matéria orgânica quando se passa de solos não sujeitos a cultura para solos cultivados do que aumento desse teor (10) (11) (15) (17) (18) (23). Em todo o caso há evidência suficiente que permite verificar também tendência no sentido de se registar aumento do teor em matéria orgânica devido a adequada escolha do sistema de culturas (11) (18) (19) (20) (21) (22).

Tais diferenças de comportamento não são difíceis de aceitar, muito especialmente quando é possível analisá-las segundo os modelos considerados por Jenny (9) e Hénin (6) (7) que nos dizem que: a) o teor em matéria orgânica de um solo, em situação de equilíbrio, num ecossistema natural (ou num ecossistema de substituição desde que este se tenha mantido durante período de tempo suficientemente longo) está fortemente relacionado com as condições climáticas (8) e b) o sentido da evolução do teor em matéria orgânica de um solo depende do sinal de $k_2/k_1 - A_0$, (onde A_0 é o valor inicial da matéria

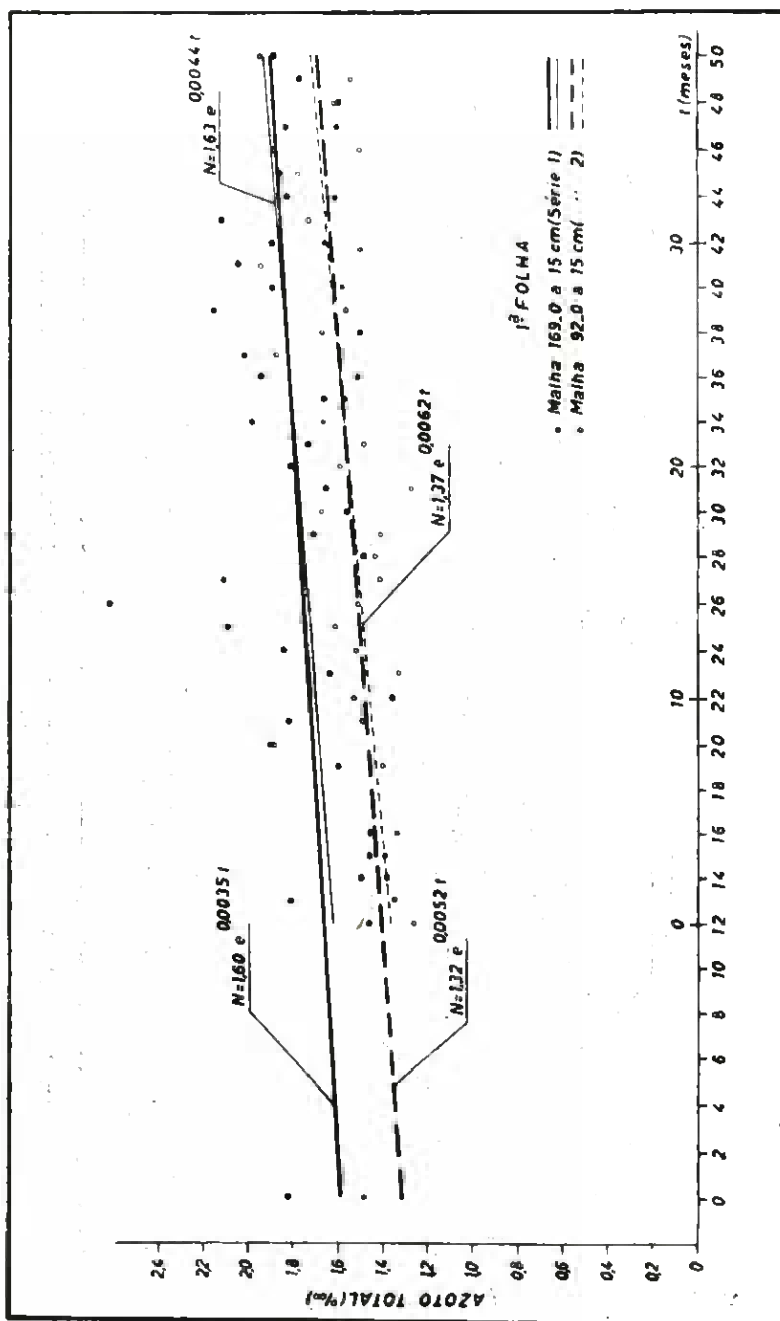


Fig. 2 — Evolução no tempo do teor em azoto total doseado em amostras de terra colhidas em duas malhas da 1.ª folha

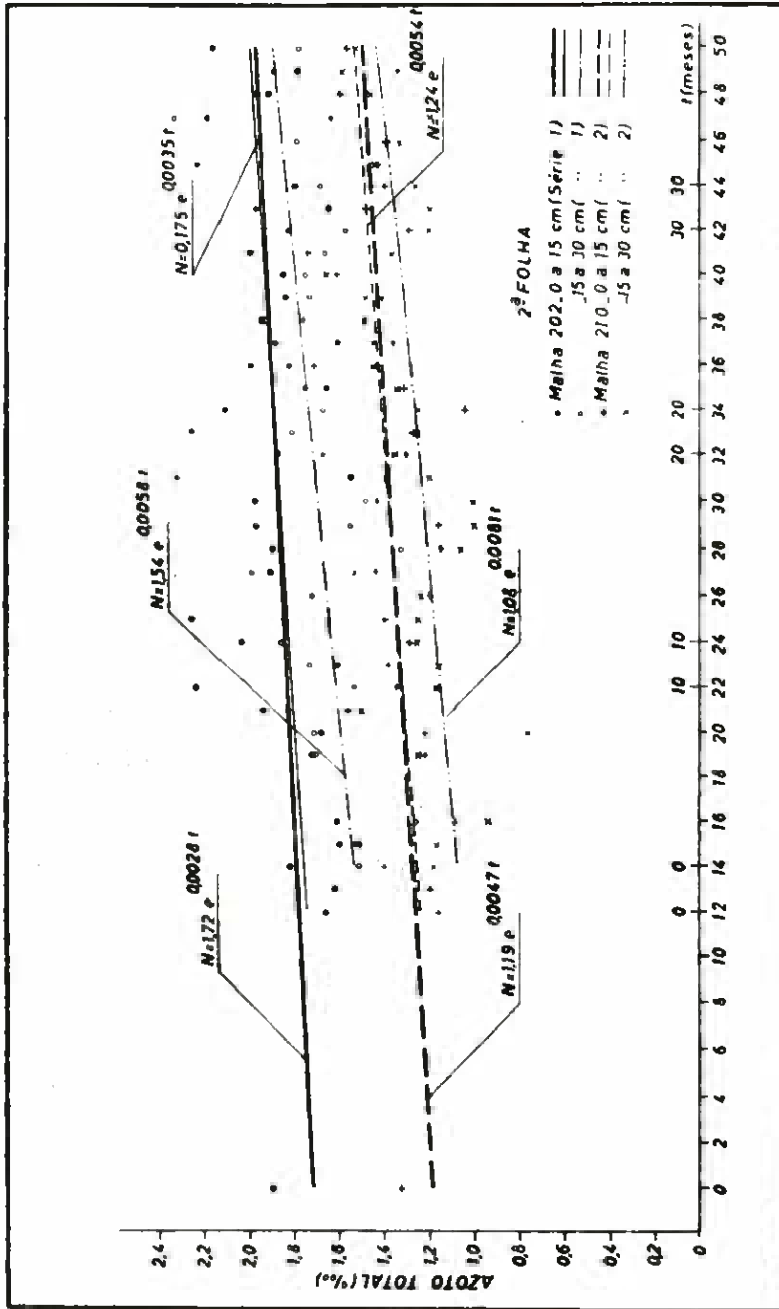


Fig. 3 — Evolução no tempo do teor em azoto total dosado em amostras de terra colhidas em duas malhas da 2.ª folha

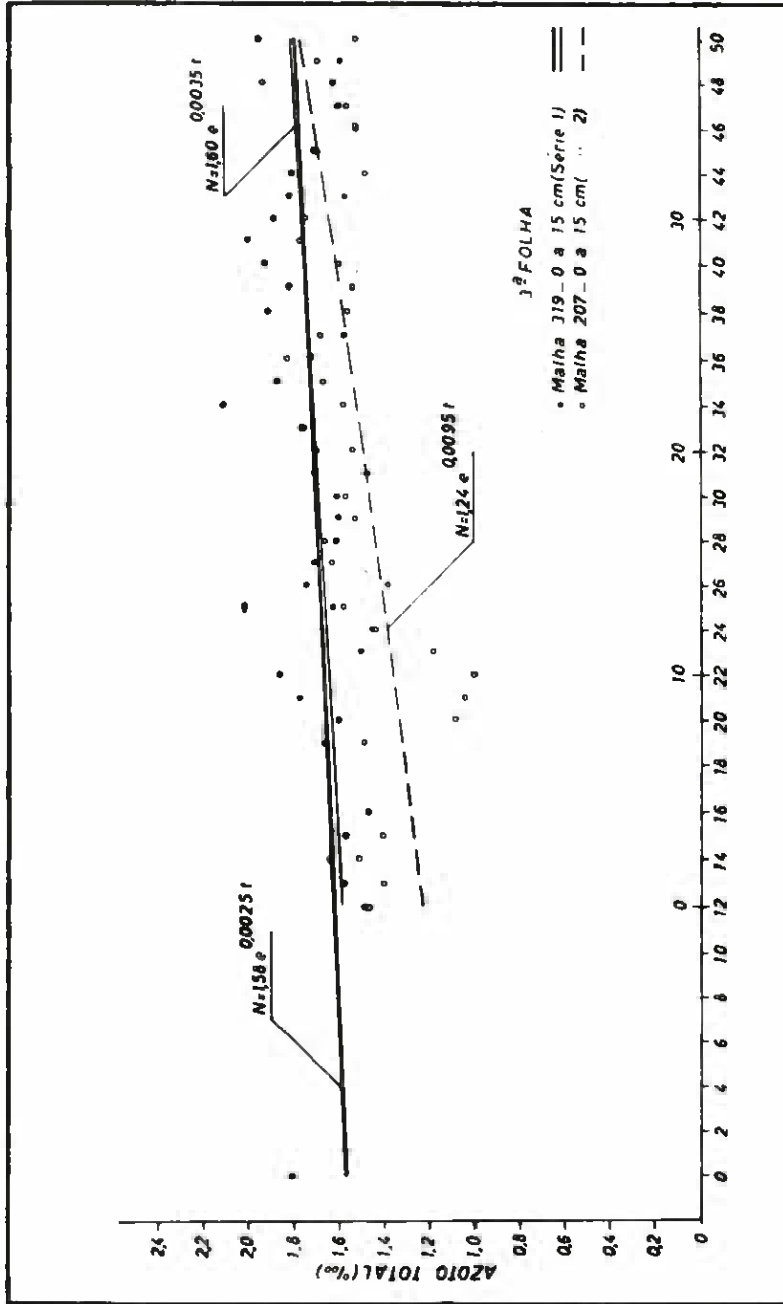


Fig. 4 — Evolução no tempo do teor em azoto total doseado em amostras de terra colhidas em duas malhas da 3.ª folha

orgânica, k_2 a quantidade de matéria orgânica alógena que entra no sistema e k_1 a taxa de mineralização *).

Nos casos em que é referida tendência para um aumento de matéria orgânica, umas vezes admite-se paralelismo na evolução do teor de carbono orgânico e do azoto total (5) (16), noutros mostra-se que frequentemente na fase de enriquecimento do solo em matéria orgânica se verifica um mais rápido aumento do teor em carbono orgânico do que do teor em azoto total (12) (14) (21, p. 560), ou, o que é o mesmo, verifica-se nessa fase tendência para o aumento da razão C/N.

Se bem que a evolução da razão C/N ao longo do período em que decorreu este ensaio seja objecto de outra parte deste trabalho a publicar posteriormente, e onde serão estes problemas analisados com mais pormenor, pode talvez admitir-se no caso vertente, e de acordo com os estudos de Monnier (14), que esse aumento da razão C/N se deva a uma mais rápida acumulação de matéria orgânica livre (e portanto que a taxa de mineralização da matéria orgânica lábil não é 1,00, como geralmente se admite para o caso dos solos cultivados, mas sim levemente inferior à unidade), matéria orgânica esta que tem uma razão C/N muito mais elevada que a matéria orgânica ligada.

E este enriquecimento do solo em carbono orgânico, mesmo não acompanhado por enriquecimento paralelo do azoto total, é capaz de contribuir para uma melhoria da produtividade do solo (12) muito possivelmente, de acordo com Monnier (13) e Graffin (4), através de mecanismos ligados à decomposição da matéria orgânica adicionada de elevada razão C/N e ao papel que os produtos de tal decomposição possam desempenhar em questões de estabilidade estrutural. Se bem que não tenha sido até agora possível acompanhar as mudanças de estabilidade estrutural dos solos em ensaio, a apreciação macroscópica da estrutura e a informação dos operadores de máquinas que têm trabalhado os terrenos são concordantes no sentido de indicarem melhoria não só da estrutura como das condições de operabilidade desde o momento em que o sistema de mobilização mínima foi instalado.

* Uma exposição mais pormenorizada acerca desta questão encontra-se em (1) e a simbologia e a nomenclatura agora empregadas são as mesmas que as ali utilizadas e não as dos autores americanos e franceses atrás citados.

RESUMO

Em 1965/66 foi posto em prática um sistema de mobilização mínima na exploração agrícola da Tapada da Ajuda, tendo-se procedido a partir de Agosto de 1968 a uma colheita de amostras de terra para acompanhamento analítico da evolução do potencial produtivo do solo. Neste trabalho apresentam-se os resultados respeitantes ao azoto total.

A caracterizar os terrenos onde tal amostragem sistemática foi feita, bem como o sistema cultural seguido, foram já objecto de minuciosa descrição na notícia onde se analisa a evolução do carbono orgânico [vide ref. (2) da Bibliografia]. Nesta nota apresentam-se os valores do azoto total nas amostras colhidas em 1968 e a sua distribuição no campo.

A partir de Agosto de 1969 os valores do azoto total doseado nas amostras colhidas mensalmente apresentam marcada tendência para aumentarem, tendo sido possível o ajustamento de exponenciais aos dados obtidos, sendo os graus de ajustamento como regra bons, principalmente quando se toma como origem dos tempos ($t = 0$) a data agora referida.

O aumento do teor em azoto total verifica-se não só nas camadas superficiais, onde ainda se procede ocasionalmente a trabalhos de mobilização, como também nas camadas subsuperficiais já não afectadas por aqueles trabalhos.

Apresentam-se alguns mecanismos para explicar os fenómenos observados pondo em evidência as práticas utilizadas que permitiram eliminar operações culturais que aceleram a mineralização da matéria orgânica (tais como lavouras, gradagem e sachas) e que são capazes de assegurar combate às infestantes (o emprego de herbicidas, maiores densidades de sementeira e menores compassos, alteração das datas de sementeira de forma a modificar a evolução do coberto e a tirar-se melhor partido da variação do índice da área foliar, o recurso ao empalhamento e à utilização dos restolhos em palha alta visando o sombreamento, etc.).

Conclui-se por se afirmar que tratando-se de um sistema, e exactamente por isso, só através da interacção dos seus componentes e comportamentos é que se podem interpretar os resultados obtidos.

SYNOPSIS

Changes in soil organic matter of heavy clay soils under a minimum tillage system of farming. II — Total nitrogen

In 1965/66 a system of minimum tillage was set up at the experimental farm of the Institute and since 1968 systematic soil sampling has been carried out in order to assess changes of soil potentiality for crop growth.

The soils are reddish-brown heavy clays, derived from basalts, which can be included in the Vertisols of the American classification, and the climate is of the Csa type of Koppen's classification.

Since 1969 the total nitrogen values in samples have shown a marked tendency for a consistent increase and equations of the type $y = a e^{bx}$ (x = time, in months, y = total nitrogen content) have been adjusted to the data, normally with a satisfactory goodness of fit.

The increase in total nitrogen is noticeable not only in surface horizons where some cultivation takes place but also in subsurface horizons not directly affected by tillage operations.

The results so far obtained can be explained by the tillage system employed since all operations favouring soil organic matter mineralization were avoided or drastically reduced (e. g. ploughing, harrowing, inter-row cultivation, etc.) and weeds were controlled by herbicides, higher plant densities and greater plant cover, straw and stubble mulching, etc.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AZEVEDO, A. L. — *Evolução do teor em matéria orgânica de solos sujeitos a diferentes tratamentos*. An. Inst. sup. Agron. (Lisboa), 34:63-114. 1973.
- (2) AZEVEDO, A. L.; FERNANDES, M. L. V. — *Evolução do teor em matéria orgânica de barros castanho-avermelhados sujeitos a um sistema de mobilização mínima. I. Carbono orgânico*. An. Inst. sup. Agron. (Lisboa), 33:181-231. 1972.
- (3) CENTRO DE ESTUDOS DE PEDOLOGIA TROPICAL — *Informação preliminar acerca dos métodos analíticos para caracterização física e química dos solos*. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa. 1967.
- (4) GRAFFIN, P. — *Etude intégrée de la décomposition d'apports organiques dans le sol*. Ann. agron., 22(2):213-239. 1971.

- (5) GREENLAND, D. J.; NYE, P. H. — *Increase in the carbon and nitrogen contents of tropical soils under natural fallows*. J. Soil Sci., 10(2):284-299. 1959.
- (6) HENIN, S.; DUPUIS, M. — *Essais de bilan de la matière organique du sol*. Ann. agron. (Nlle. Série) 15:17-29. 1945.
- (7) HÉNIN, S.; MONNIER, G.; TURC, L. — *Un aspect de la dynamique des matières organiques du sol* C. R. Acad. Sci. (Paris), 248:138-141. 1959.
- (8) JENNY, H. — *A study on the influence of climate upon the nitrogen and organic matter content of the soil*. Mo. Agric. Expt. Sta. Res. Bull. 152. 1930.
- (9) JENNY, H. — *Factors of soil formation. A system of quantitative pedology*. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York. 1941.
- (10) KLEMMER, A. W.; COLEMAN, O. T. — *Evaluating annual changes in soil productivity*. Mo. Agric. Expt. Sta. Bull. 405. 1939.
- (11) LEE, Ching-kwei; BRAY, R. H. — *Organic matter and nitrogen contents of soils as influenced by management*. Soil Sci., 68:203-212. 1949.
- (12) MILLER, M. F. — *Studies in soil nitrogen and organic matter maintenance*. Mo. Agric. Expt. Sta. Res. Bull. 409. 1947.
- (13) MONNIER, G. — *Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. I Partie*. Ann. agron. 16(4):327-402. 1965..
- (14) MONNIER, G. — *Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. II Partie*. Ann. agron. 16(5):471-534. 1965.
- (15) MOREL, R.; RICHER, A.; MASSON, P. — *Étude expérimentale de la variation du taux de matière organique du sol dans le champ d'expériences de la Station Agronomique de Grignon*. Ann. agron., 7(2):183-204. 1956.
- (16) NYE, P. H.; GREENLAND, D. J. — *The soil under shifting cultivation*. Techn. Comm. n.º 51. Commonwealth Bureau of Soils. Harpenden. 1960.
- (17) PEEVY, W. J.; SMITH, F. B.; BROWN, P. E. — *Effects of rotational and manurial treatments for 20 years on the organic matter, nitrogen and phosphorus contents of Clarion and Webster soils*. J. Am. Soc. Agron., 32:739-753. 1940.
- (18) SALTER, R. M.; GREEN, T. C. — *Factores affecting the accumulation and loss of nitrogen and organic matter in cropped soils*. J. Am. Soc. Agron., 25:622-630. 1933.
- (19) THERON, J. J. — *The recuperation of soils under grass pasture*. In *The Grasses and pastures of South Africa*. Central News Agency Ltd. 1955.
- (20) THERON, J. J.; HAYLETT, D. G. — *The regeneration of soil humus under a grass ley*. Empire J. Experim. Agric., 21:86-98. 1953.
- (21) TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. — *Soil Fertility and Fertilizers*. 2nd. Edition. The Macmillan Co. New York. 1966.
- (22) WHEETING, L. C. — *Changes in organic matter in Western Washington soils as a result of cropping*. Soil Sci., 44:139-150. 1937.
- (23) WHITE, J. W.; HOLDEN, F. J.; RICHER, A. C. — *Maintenance level of nitrogen and organic matter in grassland and cultivated soils over periods of 54 and 72 years*. J. Am. Soc. Agron., 37:21-31. 1945.

