



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Agronomía

**Determinación de la biodegradación de paja de trigo y su
posterior incorporación a dos suelos de la Décima Región**

Tesis presentada como parte
de los requisitos para optar
al grado de Licenciado en
Agronomía.

Ricardo Alfonso Cabeza Pérez

Valdivia Chile 2002

Profesor Patrocinante:

Eduardo Valenzuela F.

Lic. Cs., M. Sc. Dr. Cs.

Profesor Copatrocinante:

Dante Pinochet T.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

Profesor Informante:

Roberto MacDonald H.

Ing. Agr., M. Sc.

INSTITUTO DE INGENIERIA AGRARIA Y SUELOS

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Composición Química de los residuos vegetales	3
2.1.1	Celulosa	3
2.1.2	Lignina	3
2.1.3	Otros componentes	4
2.2	Descomposición de residuos vegetales	5
2.2.1	Presencia de compuestos carbonados del residuo	5
2.2.1.1	Material descomponible	6
2.2.1.2	Material estructural	6
2.2.1.3	Material resistente	6
2.2.2	Importancia de la relación C/N en la descomposición	7
2.2.2.1	Relación C/N del residuo y de la biomasa	8
2.2.2.2	Contenido de nitrógeno del residuo	8
2.2.3	Otros factores del residuo que influyen en su degradación	8
2.3	Factores abióticos que afectan la tasa de descomposición	9
2.3.1	Temperatura del suelo	9
2.3.2	Humedad del suelo	9
2.3.3	pH del suelo	10
2.4	Evaluación del efecto de la degradación de residuos por microorganismos	10
2.4.1	Respiración del suelo	10
2.4.2	Metodología para la estimación de la respiración	12

Capítulo	Página
2.4.3 Liberación de nutrientes provenientes de la descomposición	12
2.5 Hongos degradadores de residuos vegetales	13
3 MATERIAL Y METODO	15
3.1 Materiales	15
3.1.1 Biológico	15
3.1.2 Reactivos	15
3.1.3 Equipos	16
3.1.4 Otros	16
3.2 Métodos	16
3.2.1 Masificación de cepas fúngicas	16
3.2.2 Inoculación de la paja de trigo	17
3.2.2.1 Preparación de la paja de trigo	17
3.2.2.2 Inoculación de la paja de trigo	17
3.2.3 Determinación cuantitativa de la capacidad biodegradativa de las cepas seleccionadas para degradar la paja de trigo	18
3.2.3.1 Determinación del porcentaje de extraíbles	18
3.2.3.2 Determinación del porcentaje de hidrosolubles en agua caliente	19
3.2.3.3 Determinación del porcentaje de lignina ácido - soluble	19
3.2.3.4 Determinación de celulosa	19
3.2.3.5 Determinación del contenido de cenizas	20
3.2.4 Determinación cuantitativa de parámetros químicos inorgánicos de la paja de trigo	20
3.2.4.1 Determinación de nitrógeno total	20
3.2.4.2 Determinación del contenido de fósforo	21
3.2.4.3 Determinación del contenido de carbono total	21

Capítulo	Página
3.2.4.4 Determinación del pH	21
3.2.5 Incorporación de paja de trigo pretratada con cepas fúngicas al suelo	21
3.2.6 Determinación de parámetros químicos del suelo	22
3.2.6.1 Fósforo disponible	22
3.2.6.2 Determinación de nitrógeno disponible ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$)	22
3.2.6.3 Materia orgánica	23
3.2.6.4 Determinación del pH	23
3.2.6.5 Determinación del CO_2 actual del suelo	23
3.3 Diseño experimental y análisis estadístico	24
4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	28
4.1 Determinación de la capacidad de las cepas fúngicas seleccionadas para degradar paja de trigo	28
4.1.1 Parámetros orgánicos	28
4.1.2 Capacidad biodegradativa de las cepas fúngicas medida a través de parámetros químicos inorgánicos, pH y cenizas	36
4.2 Determinación de la actividad biológica en suelos adicionados de paja de trigo previamente degradada	41
4.2.1 Actividad biológica en suelo trumao	42
4.2.2 Actividad biológica en suelo rojo arcilloso	46
4.2.3 Determinación de nitrógeno ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$), como parámetro de la actividad biológica, en suelo trumao y rojo arcilloso	51
4.2.4 Determinación del P-Olsen, como parámetro de la actividad biológica, en suelo trumao y rojo arcilloso	53
4.2.5 Determinación de la materia orgánica de los suelos	55
4.2.6 Determinación del pH de los suelos	56

Capítulo		Página
5	CONCLUSIONES	59
6	RESUMEN	61
	SUMMARY	63
7	BIBLIOGRAFIA	65
	ANEXOS	74

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Constituyentes orgánicos de la paja de trigo	4
2	Constituyentes químicos inorgánicos encontrados en paja de trigo, avena y cebada	5
3	Relación C/N de las fracciones en residuos vegetales	6
4	Relación C/N de distintos residuos vegetales y componentes microbiales	7
5	Diseño del ensayo de biodegradación de paja de trigo adicionada con NH_4NO_3 con cepas fúngicas seleccionadas	25
6	Diseño del ensayo para la medición de parámetros químicos del suelo con adición de paja de trigo pretratada con cepas fúngicas	26
7	Diseño del ensayo para la determinación de la respiración actual en muestras de suelo adicionadas de paja de trigo pre - tratadas con cepas fúngicas	27
8	Concentración de fósforo total en planta de trigo	39
9	Determinación del nitrógeno disponible ($\text{ppm NO}_3 + \text{NH}_4$) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao	52
10	Determinación del nitrógeno disponible ($\text{ppm NO}_3 + \text{NH}_4$) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso	52
11	Determinación de fósforo (ppm de P-Olsen) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao	54

Cuadro		Página
12	Determinación de fósforo (ppm de P-Olsen) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso	54
13	Determinación de la materia orgánica a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao	56
14	Determinación de la materia orgánica a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso	56
15	Determinación del pH a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao	58
16	Determinación del pH a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso	58

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Determinación de los constituyentes de la paja de trigo sometida a biodegradación durante 60 días. a) Celulosa; b) lignina; c) extraíbles en etanol; d) extraíbles en etanol-tolueno; e) extraíbles en agua caliente y f) extraíbles totales	29
2	Determinación de los constituyentes químicos inorgánicos de la paja de trigo sometida a degradación durante 60 días. a) Nitrógeno total; b) fósforo total; c) carbono total; d) pH y e) cenizas	37
3	Respiración actual en suelo trumao sometido a incorporación de paja de trigo degradada con cepas fúngicas seleccionadas. A) Respiración actual para suelo control, suelo control esterilizado, suelo con PT y suelo con PT y NH ₄ NO ₃ ; B) Respiración actual para suelo control, suelo con PT tratada con <i>T. versicolor</i> , suelo con PT tratada con <i>W. multispora</i> y suelo con PT tratada con <i>T. pseudokoningii</i> . *PT= paja de trigo	43
4	Respiración actual en suelo rojo arcilloso sometido a incorporación de paja de trigo degradada con cepas fúngicas seleccionadas. A) Respiración actual para suelo control, suelo control esterilizado, suelo con PT y suelo con PT y NH ₄ NO ₃ ; B) Respiración actual para suelo control, suelo con PT tratada con <i>T. versicolor</i> , suelo con PT tratada con <i>W. multispora</i> y suelo con PT tratada con <i>T. pseudokoningii</i> . *PT= paja de trigo	48

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Parámetros químicos orgánicos medidos en paja sometida a degradación durante 60 días	75
2	Parámetros químicos inorgánicos y pH medidos en paja sometida a degradación durante 60 días	76
3	Respiración actual en suelos adicionados de paja tratada con cepas fúngicas	77
4	Parámetros químicos orgánicos determinados en paja sometida a biodegradación	78
5	Parámetros químicos inorgánicos determinados en paja sometida a biodegradación	80
6	Respiración actual en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	82
7	Respiración actual en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	84
8	Nitrógeno disponible en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	86
9	Nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	88
10	Fósforo disponible (ppm P-Olsen) en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	90
11	Fósforo disponible (ppm P-Olsen) en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	92
12	Materia orgánica en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	94

Anexo		Página
13	Materia orgánica en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	96
14	pH medido en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	98
15	pH medido en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas	100
16	Precipitación y temperatura media diaria correspondiente al transcurso de las mediciones de la respiración actual en suelos adicionados de paja de trigo degradada con cepas fúngicas	102
17	Andeva del contenido de celulosa para el tratamiento control entre el día 0 y 60	103
18	Andeva del contenido de celulosa del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	103
19	Andeva del contenido de celulosa del tratamiento con la cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	103
20	Andeva del contenido de celulosa del tratamiento con la cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	103
21	Andeva del contenido de celulosa del tratamiento con la cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	104
22	Andeva del contenido de lignina del tratamiento control entre el día 0 y 60	104
23	Andeva del contenido de lignina del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	104
24	Andeva del contenido de lignina del tratamiento con la cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	104
25	Andeva del contenido de lignina del tratamiento con la cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	105

Anexo		Página
26	Andeva del contenido de lignina del tratamiento con la cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	105
27	Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento control entre el día 0 y 60	105
28	Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	105
29	Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	106
30	Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	106
31	Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	106
32	Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento control entre el día 0 y 60	107
33	Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	107
34	Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	107
35	Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	108
36	Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	108

Anexo		Página
37	Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento control entre el día 0 y 60	108
38	Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	109
39	Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	109
40	Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	109
41	Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	110
42	Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento control entre el día 0 y 60	110
43	Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	110
44	Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	110
45	Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	111
46	Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	111
47	Andeva del contenido de N del tratamiento control entre el día 0 y 60	111
48	Andeva del contenido de N del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	112

Anexo		Página
49	Andeva del contenido de N del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	112
50	Andeva del contenido de N del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	112
51	Andeva del contenido de N del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	112
52	Andeva del contenido de P del tratamiento control entre el día 0 y 60	113
53	Andeva del contenido de P del tratamiento control adicionado de NH ₄ NO ₃ entre el día 0 y 60	113
54	Andeva del contenido de P del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	113
55	Andeva del contenido de P del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	114
56	Andeva del contenido de P del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	114
57	Andeva del contenido de C del tratamiento control entre el día 0 y 60	114
58	Andeva del contenido de C del tratamiento control adicionado de NH ₄ NO ₃ entre el día 0 y 60	114
59	Andeva del contenido de C del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	115
60	Andeva del contenido de C del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	115
61	Andeva del contenido de C del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	115
62	Andeva del contenido de cenizas del tratamiento control entre el día 0 y 60	115

Anexo		Página
63	Andeva del contenido de cenizas del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	116
64	Andeva del contenido de cenizas del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	116
65	Andeva del contenido de cenizas del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	116
66	Andeva del contenido de cenizas del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	116
67	Andeva del pH del tratamiento control entre el día 0 y 60.	117
68	Andeva del pH del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60	117
69	Andeva del pH del tratamiento cepa control <i>Trametes versicolor</i> entre el día 0 y 60	117
70	Andeva del pH del tratamiento cepa seleccionada <i>Trichoderma pseudokoningii</i> entre el día 0 y 60	117
71	Andeva del pH del tratamiento cepa seleccionada <i>Westerdykella multispora</i> entre el día 0 y 60	118
72	Evaluación del contenido de celulosa al día cero entre tratamientos	118
73	Andeva del contenido de celulosa después de 60 días entre tratamientos	118
74	Andeva del contenido de lignina al día cero entre tratamientos	118
75	Andeva del contenido de lignina después de 60 días entre tratamientos	119
76	Andeva del contenido de extraíbles en etanol al día cero entre tratamientos	119
77	Andeva del contenido de extraíbles en etanol después de 60 días entre tratamientos	119

Anexo		Página
78	Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno al día cero entre tratamientos	119
79	Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno después de 60 días entre tratamientos	120
80	Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles al día cero entre tratamientos	120
81	Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles después de 60 días entre tratamientos	120
82	Andeva del contenido de extraíbles totales al día cero entre tratamientos	120
83	Andeva del contenido de extraíbles totales después de 60 días entre tratamientos	121
84	Andeva del contenido de N al día cero entre tratamientos	121
85	Andeva del contenido de N después de 60 días entre tratamientos	121
86	Andeva del contenido de P al día cero entre tratamientos	121
87	Andeva del contenido de P después de 60 días entre tratamientos	122
88	Andeva del contenido de C al día cero entre tratamientos	122
89	Andeva del contenido de C después de 60 días entre tratamientos	122
90	Andeva del contenido de cenizas al día cero entre tratamientos	122
91	Andeva del contenido de cenizas después de 60 días entre tratamientos	123
92	Andeva del pH al día cero entre tratamientos	123
93	Andeva del pH después de 60 días entre tratamientos	123
94	Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo	124

Anexo		Página
95	Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	124
96	Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	124
97	Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	124
98	Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	125
99	Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	125
100	Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	125
101	Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 0	126
102	Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 7	126
103	Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 15	126
104	Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 30	126
105	Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 60	127
106	Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 90	127

Anexo		Página
107	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo	127
108	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	127
109	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	128
110	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	128
111	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	128
112	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	129
113	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	129
114	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0	129
115	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 7	130
116	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15	130
117	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30	130
118	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60	130

Anexo		Página
119	Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90	131
120	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo	131
121	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	131
122	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	132
123	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	132
124	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	132
125	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	133
126	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	133
127	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao por tratamientos al día 0	133
128	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 15	134
129	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 30	134
130	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 60	134

Anexo		Página
131	Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 90	134
132	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo	135
133	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	135
134	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	135
135	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	136
136	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	136
137	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	136
138	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	137
139	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0	137
140	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15	137
141	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30	137
142	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60	138

Anexo		Página
143	Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90	138
144	Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo	138
145	Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	138
146	Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	139
147	Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	139
148	Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	139
149	Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	140
150	Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	140
151	Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día 0	140
152	Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día 15	141
153	Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día 30	141
154	Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día 60	141

Anexo		Página
155	Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día 90	141
156	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo	142
157	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	142
158	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	142
159	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	142
160	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	143
161	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	143
162	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	143
163	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0	144
164	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15	144
165	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30	144
166	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60	144

Anexo		Página
167	Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90	145
168	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo	145
169	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	145
170	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	145
171	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	146
172	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	146
173	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	146
174	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	147
175	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 0	147
176	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 15	147
177	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 30	147
178	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 60	148

Anexo		Página
179	Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 90	148
180	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo	148
181	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	148
182	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	149
183	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	149
184	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	149
185	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	150
186	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	150
187	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0	150
188	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15	151
189	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30	151
190	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60	151

Anexo		Página
191	Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90	151
192	Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo	152
193	Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	152
194	Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	152
195	Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	152
196	Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	153
197	Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	153
198	Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	153
199	Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 0	154
200	Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 15	154
201	Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 30	154
202	Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 60	154
203	Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 90	155
204	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo	155
205	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo	155

Anexo		Página
206	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo	155
207	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo	156
208	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. versicolor</i> a través del tiempo	156
209	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>W. multispora</i> a través del tiempo	156
210	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con <i>T. pseudokoningii</i> a través del tiempo	157
211	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0	157
212	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15	157
213	Andeva de pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30	157
214	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60	158
215	Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90	158

1. INTRODUCCION

La producción de trigo se concentra en la zona centro sur del país, dejando una cantidad considerable de residuos de cosecha. Como forma de deshacerse de los residuos se utiliza normalmente la quema de rastrojos; sin embargo, esta alternativa tradicional posee limitantes, como la polución que genera en el medio ambiente, afectando el ciclo del carbono y la vida del suelo y acelerando la pérdida de CO₂, que normalmente posee un suelo sometido a cultivo.

De esta forma, se hace necesario una alternativa a la quema de rastrojos, como una respuesta a la necesidad de una agricultura más conservacionista, asegurando el uso sostenible del recurso suelo y una disminución en la polución.

Este trabajo es la tercera parte de una investigación para biodegradar paja de trigo. En una primera etapa se determinó la capacidad de cepas fúngicas aisladas de un suelo trumao para degradar paja en condiciones de laboratorio. En una segunda etapa, se determinó la capacidad de incrementar la degradación de paja adicionando glucosa o nitrato de amonio, también en condiciones de laboratorio.

El objetivo del presente trabajo es determinar la capacidad degradativa de dos cepas fúngicas aisladas de un suelo trumao del sur de Chile (*Westerdykella multispora* (Saito & Minoura) Cejp & Milco, y *Trichoderma pseudokoningii* Rifai), sobre paja de trigo en condiciones semicontroladas, y

evaluar los efectos de la incorporación de paja predegradada, producidos sobre la fertilidad de dos tipos de suelos de la Décima Región.

Las hipótesis a evaluar son:

Al menos una de las cepas de hongos seleccionadas (*Westerdykella multispora* y *Trichoderma pseudokoningii*) presenta una alta capacidad para degradar paja de trigo, tratada con una fuente nitrogenada, en comparación a *Trametes versicolor* y; que la incorporación de paja de trigo, previamente degradada por cepas fúngicas seleccionadas incrementa la actividad biológica del suelo.

Para rechazar o aceptar las hipótesis se plantean como objetivos específicos:

- Inocular paja de trigo en presencia de NH_4NO_3 con dos cepas fúngicas seleccionadas: *Westerdykella multispora* y *Trichoderma pseudokoningii*.
- Determinar las fracciones de carbono extraíbles, hidrosolubles, celulosa y lignina de la paja después de la biodegradación.
- Determinar los parámetros químicos inorgánicos N P C totales, cenizas y el pH de la paja, como indicadores de la biodegradación.
- Evaluar la actividad biológica a través de la producción de CO_2 y la variación del contenido de P-Olsen, N ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$), materia orgánica y el pH de los suelos adicionados de paja de trigo pre-tratada con cepas fúngicas.
- Relacionar la capacidad degradativa de las cepas fúngicas con los parámetros químicos orgánicos e inorgánicos y la actividad biológica de los suelos ensayados.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Composición química de los residuos vegetales.

En la mayoría de los residuos vegetales, la mayor cantidad de carbono se presenta como carbohidratos complejos, tales como polisacáridos estructurales (WAGNER y WOLF, 1999). FLAIG *et al.* (1977) indican que la celulosa, lignina y proteínas son los mayores constituyentes de la materia orgánica muerta de residuos vegetales que ingresan al suelo.

2.1.1 Celulosa. La celulosa es el mayor polisacárido estructural de las plantas FLAIG *et al.* (1977), HOSENEY (1986) y WAGNER y WOLF (1999), y la más abundante macromolécula presente sobre la tierra (FOGARTY y KELLY, 1990). La celulosa es el mayor componente de pajas y forrajes; y puede constituir sobre el 40-50% de estas (HOSENEY, 1986). La celulosa contenida en el material vegetal generalmente se incrementa a medida que la planta madura; y puede ser bajo, 15% base materia seca en plantas jóvenes, pero puede llegar hasta 50%, en maderas, pajas y hojas (WAGNER y WOLF, 1999). La hemicelulosa es el segundo mayor carbohidrato constituyente de los residuos vegetales. La hemicelulosa constituye un diverso grupo de polisacáridos estructurales, los cuales generalmente se incluyen dentro de la celulosa (holocelulosas) (SYLVIA *et al.*, 1999).

2.1.2 Lignina. La lignina es un polímero heterogéneo formado por grupos fenilpropano sustituidos que derivan básicamente del coniferol, sinapol y cumarol (KIRK, 1971; WILD, 1992 y HAMMEL, 1997). La lignina es generalmente el tercer componente más común en los residuos de plantas. Este es

especialmente abundante en los tejidos leñosos, el cual es importante en los residuos vegetales de los sistemas forestales (D´SOUZA *et al.*, 1999 y WAGNER y WOLF, 1999). La lignina es un componente estructural presente en las paredes de las células vegetales, y su contenido se va incrementando con la edad. La lignina contenida en plantas jóvenes, es a menudo menor que un 5% de la masa; en cuanto en plantas maduras puede contener un 15% y en los tejidos leñosos y en la madera de los árboles puede tener niveles cercanos al 35% (WAGNER y WOLF, 1999).

En los residuos vegetales como la paja de trigo, los constituyentes orgánicos, tales como, celulosa y lignina son variables. En el Cuadro 1, se muestran los constituyentes orgánicos para paja de trigo.

CUADRO 1. Constituyentes orgánicos de la paja de trigo.

Componente	g/100 g materia seca
Celulosa	36,1- 50,0
Lignina	14,1-21,0
Componentes solubles	28,8

FUENTE: Adaptado de HOSENEY (1986); PAUL y CLARK (1996); y WAGNER y WOLF (1999).

2.1.3 Otros componentes. Bajo el nombre de extraíbles, también se encuentran otras moléculas de tipo orgánico, tales como almidón, pectinas, proteínas, taninos, y otros compuestos (FENGEL y WEGENER, 1983). Además, se debe considerar la presencia de constituyentes químicos inorgánicos en la paja, los cuales pueden variar dependiendo de la fertilidad de los suelos y se expresan en el contenido de cenizas (Cuadro 2).

CUADRO 2. Constituyentes químicos inorgánicos encontrados en paja de trigo, avena y cebada.

Contenido aproximado (g/kg)			
Componente	Trigo	Avena	Cebada
Nitrógeno	0,69-0,77	0,59	0,46
Fósforo	0,08	0,06	0,04
Carbono	41,4-42,7	-	-
Cenizas	10,7	-	-

FUENTE: Adaptado de COLLINS *et al.* (1990a) y KUMAR y GOH (2000).

2.2 Descomposición de residuos vegetales.

La descomposición es un proceso prolongado y complejo, en donde las tasas de degradación varían con la naturaleza del sustrato y las características del medio ambiente (SINGH y GUPTA, 1977).

2.2.1 Presencia de compuestos carbonados del residuo. Los residuos vegetales constan de tres fracciones principales, cada una de ellas con una resistencia a la descomposición biológica (Veen y Paul 1981, citado por VERBERNE *et al.*, 1990). Estas fracciones corresponden a:

- Material descomponible (carbohidratos y proteínas)
- material estructural (celulosa y hemicelulosa)
- material resistente (lignina).

Cada una de estas fracciones posee una relación C/N relativamente constante (VERBERNE *et al.*, 1990). Las relaciones C/N para estas fracciones se pueden ver en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Relación C/N de las fracciones en residuos vegetales.

Componente	Relación C/N
Material descomponible	6
Material estructural	150
Material resistente	100

FUENTE: Adaptado de VERBERNE *et al.* (1990).

2.2.1.1 Material descomponible. La fracción descomponible del material vegetal es considerada como una fracción de fácil descomposición por parte de los microorganismos, debido principalmente a su baja relación C/N (Cuadro 3) (VERBERNE *et al.*, 1990). Esta fracción es rápidamente incorporada a la biomasa microbial.

2.2.1.2 Material estructural. El material estructural también está considerado como una fracción descomponible por los microorganismos (celulosa y hemicelulosa). Su relación C/N es de 150, por lo tanto su tasa de descomposición será más lenta que el material de fácil descomposición (proteínas y carbohidratos) (VERBERNE *et al.*, 1990).

2.2.1.3 Material resistente. El contenido de lignina es uno de los factores que más relevancia posee en las tasas de degradación de los residuos vegetales (KUMAR y GOH, 2000). Los residuos con alto contenido de lignina y otros polifenoles son más resistentes a la degradación que los materiales que poseen menor cantidad (WILD, 1992; WAGNER y WOLF, 1999).

La lignina es conocida por ser una sustancia recalcitrante, altamente resistente a la descomposición microbial (BLANCHETTE, 1991; KUMAR y GOH, 2000). Sólo unos pocos microorganismos, exclusivamente aerobios pueden degradarla (Jenkinson 1988, citado por KUMAR y GOH, 2000).

KUMAR y GOH (2000) indican que el incremento de la concentración de lignina, reduce la tasa de descomposición y liberación de nutrientes desde los residuos de las plantas y también aumenta la inmovilización de nutrientes, especialmente nitrógeno. Después de una pérdida inicial de varios compuestos, la tasa de descomposición decrece y la materia orgánica se torna más resistente a la degradación, debido a una acumulación de polifenoles condensados que poseen tasas muy lentas de descomposición (WILLIAMS y GRAY, 1974; SINGH y GUPTA, 1977; PAUL y CLARK, 1996). Como los microorganismos no pueden utilizar la lignina como fuente de energía, deben recurrir a otros compuestos más accesibles tales como la celulosa (STEVENSON y COLE, 1999).

2.2.2 Importancia de la relación C/N en la descomposición. La relación C/N cobra importancia cuando los residuos poseen una baja cantidad de nitrógeno, lo que influye en una lenta descomposición del residuo y un aumento de la inmovilización del elemento por los microorganismos. URBANO (1989) indica, que las necesidades de nitrógeno son elevadas cuando la relación C/N del residuo es alta, aumentando intensamente la actividad microbial.

CUADRO 4. Relación C/N de distintos residuos vegetales y componentes microbiales.

Material	Relación C/N	Componente	Relación C/N
Paja de trigo	70-80	Biomasa microbial	8
Paja de arroz	100	Metabólico microbial	3-12
Forraje fresco de trébol	20-30	Estructural microbial	30
Estiércol	15-30		

FUENTE: Adaptado de McHILL *et al.* (1981); URBANO (1989); y VERBERNE *et al.* (1990).

2.2.2.1 Relación C/N del residuo y de la biomasa. Es generalmente aceptado que residuos con una alta relación C/N se descompongan más lentamente que residuos que poseen una relación C/N más baja. Residuos con baja relación C/N reducen la competencia de los microorganismos por el nitrógeno y aumentan la descomposición (KUMAR y GOH, 2000). La relación C/N de la biomasa es de aproximadamente 8 (VERBERNE *et al.*, 1990), por lo tanto residuos con baja relación C/N, serán degradados más rápidamente que residuos con una alta relación C/N.

2.2.2.2 Contenido de nitrógeno del residuo. Durante la descomposición el carbono es usado como fuente de energía por los microorganismos y el nitrógeno es asimilado para formar proteínas y otros compuestos (WILLIAMS y GRAY, 1974; SINGH y GUPTA, 1977; ALEXANDER, 1980). El nitrógeno es comúnmente uno de los factores limitantes en la degradación de residuos, determinando el desarrollo de microorganismos y mineralización del carbono (HEAL *et al.*, 1997). Una correlación positiva se ha encontrado en muchos trabajos, respecto del contenido de nitrógeno y las tasas de descomposición del residuo, indicando que altos contenidos de nitrógeno favorecen la degradación y posterior liberación de nutrientes (SINGH y GUPTA, 1977; KUMAR y GOH, 2000). Sin embargo, se ha observado que al comienzo de la descomposición, los residuos que poseen bajo contenido de nitrógeno, cuando no existe adición de nitrógeno mineral, muestran un incremento en el nitrógeno orgánico, ello debido probablemente a una inmovilización neta, el cual sirve como nitrógeno disponible posteriormente, para los microorganismos de la sucesión (WILLIAMS y GRAY, 1974).

2.2.3 Otros factores del residuo que influyen en su degradación. KUMAR y GOH (2000), mencionan también como factores que influyen en la degradación

de los residuos: tamaño de las partículas, edad, desecación y resistencia mecánica del residuo. Los factores mencionados anteriormente están relacionados con la facilidad del ataque microbial a los residuos.

2.3 Factores abióticos que afectan la tasa de descomposición. La degradación de residuos incorporados al suelo dejados por los cultivos está dominado por factores ambientales (KUMAR y GOH, 2000). La temperatura, humedad y pH son los principales factores que afectan la degradación de residuos (ALEXANDER, 1980), además de las características del sustrato mencionadas anteriormente.

2.3.1 Temperatura del suelo. El efecto de la temperatura del suelo es uno de los factores abióticos que influyen sobre la tasa de descomposición de residuos (SINGH y GUPTA, 1977). STOTZKY (1974), menciona que la temperatura gobierna la actividad de sistemas biológicos en distintos grados, no sólo interviniendo en las tasas de reacción fisiológica de los microorganismos, sino que también en las características físico-químicas del medio ambiente (volumen, presión, potenciales de óxido-reducción, difusión, movimiento browniano, viscosidad, tensión superficial). McHILL *et al.* (1981) indican que los microorganismos tienen tasas de crecimientos óptimas entre los 20-45°C, y que bajo lo 5°C poseen una actividad baja. La mayoría de los microorganismos del suelo son mesófilos con un óptimo de desarrollo entre los 25-37°C y un mínimo de actividad a los 5°C (DICKINSON, 1974 y ALEXANDER, 1999).

2.3.2 Humedad del suelo. La humedad del suelo influye en el desarrollo de los microorganismos, la cual produce significantes efectos sobre la descomposición de residuos (KUMAR y GOH, 2000), ya que el agua afecta una variedad de reacciones químicas y procesos biológicos, tales como los enzimáticos (HARTEL, 1999). McHILL *et al.* (1981), indica que los hongos son resistentes a bajos potenciales de humedad, además mencionan que el agua afecta en forma

distinta a los microorganismos que a las plantas, argumentando que los microorganismos necesitan estar tan sólo en contacto con películas de agua, es decir unos cuantos μm^3 . Sin embargo, el agua del suelo es necesaria como medio para la diseminación y propagación de los microorganismos, así como para su desarrollo, produciendo efectos significativos sobre la descomposición de residuos vegetales (KUMAR y GOH, 2000). CURTIN *et al.* (2000) indican que a capacidad de campo se produciría la mayor actividad biológica en los suelos.

2.3.3 pH del suelo. El pH es uno de los factores que influyen en la degradación de residuos. Este afecta el tamaño y tipo de población de microorganismos, así como a las enzimas que producen, lo cual incide en la descomposición (WAGNER y WOLF, 1999; KUMAR y GOH, 2000). A medida que el pH del suelo disminuye, las poblaciones microbianas varían de bacterias a hongos (KUMAR y GOH, 2000). Lo anterior concuerda con STOTZKY (1974), quien señala que en suelos ácidos ($\text{pH} < 5,5$) predominan hongos, y en suelos cercanos al pH neutro y alcalino (entre pH 6 y 8), predominan bacterias y actinomicetes, esto debido probablemente a la baja tolerancia a las concentraciones altas de H^+ . El efecto del pH es en sus rangos extremos, o muy ácido o muy alcalino, pero en el rango usual en suelos (entre 5 y 8), el pH es de una importancia menor.

2.4 Evaluación del efecto de la degradación de residuos por microorganismos. Una forma de evaluar la degradación de residuos vegetales incorporados al suelo, es midiendo la respiración actual, así como también, la liberación de nutrientes provenientes de la mineralización.

2.4.1 Respiración del suelo. La respiración del suelo representa la suma total de todas las funciones metabólicas del suelo, la cual considera la respiración microbial, de las raíces y de la fauna (SINGH y GUPTA, 1977).

Los microorganismos heterotróficos del suelo, degradan residuos vegetales y otros residuos orgánicos para obtener energía, para su desarrollo y su mantención (ALEXANDER, 1980). Durante la degradación aeróbica los productos finales son CO₂ y agua. Como consecuencia, la evolución del CO₂ puede ser usada como una medida de la actividad microbial y de las cantidades de sustrato descompuesto, aunque parte de los compuestos también son usados en la síntesis microbial (WAGNER, 1975; ALEXANDER, 1980; MARSTORP, 1997). Por otro lado STOTZKY (1974), indica que, si bien la respiración del suelo es un indicador de actividad metabólica de los microorganismos, existe CO₂ que puede tener origen no biológico. ALEXANDER (1980), indica que la liberación de CO₂ del suelo indica dos mecanismos importantes, por un lado se encuentra la liberación del CO₂ que representa la degradación de la materia orgánica nativa, y en segundo lugar la descomposición de sustratos adicionados al suelo. En estudios donde se ha incorporado materia orgánica al suelo, se ha incrementado la actividad microbial, representada en un aumento del CO₂. Es así como ROCHETTE *et al.* (1999), evaluaron mediante la medición de la respiración la tasa de descomposición de residuos de maíz en condiciones no alteradas de campo, y determinaron valores de 2–3 g C m⁻² d⁻¹ en la estación de verano, y valores menores a 0,5 g C m⁻² d⁻¹ al comienzo y final del experimento, coincidiendo con disminuciones de temperatura del suelo. CARPENTER-BOGGS *et al.* (2000) encontraron que la actividad de los microorganismos del suelo se incrementó cuando utilizaron materia orgánica compostada y que el nivel de actividad de los suelos tratados fue mayor que los suelos que no fueron adicionados de materia orgánica compostada. CURTIN *et al.* (1998) indican que las incorporaciones de paja de trigo incrementan la respiración del suelo, demostrando que las tasas de respiración más altas se presentan en tratamientos que incorporan totalmente la paja al suelo, y las menores tasas se presentan en los residuos dejados sin incorporar. Los mismos autores

mencionan que existe un aumento de la respiración al poco tiempo de incorporada la paja de trigo, luego disminuye la respiración.

2.4.2 Metodología para la estimación de la respiración. La metodología ha pasado desde mediciones con cámaras o campanas de respiración en forma estática y dinámica con soluciones alcalinas, a mediciones continuas con sensores infra rojo, teniendo este último como ventaja, que a partir de mediciones de cortos períodos de tiempo (hasta 2 minutos) se puede estimar la producción de CO_2 simulando la respiración producida en campo (KUMAR y GOH, 2000). Los mismos autores señalan que el mejor método para estimar la evolución del CO_2 son las cámaras estáticas de respiración o campanas de respiración, y su limitante es que no pueden medir altas concentraciones de CO_2 , debido a una saturación de la solución alcalina.

2.4.3 Liberación de nutrientes provenientes de la descomposición. El N que se encuentra en la materia orgánica de los suelos comprende un amplio número de compuestos, en general, se encuentran proteínas, amino ácidos, ácidos nucleicos, amino azúcares, paredes celulares de microorganismos y una gama de N la cual posee una composición no conocida (MYROLD, 1999). La mayoría de las enzimas extracelulares producidas por microorganismos depolimerizan proteínas, amino polisacáridos (paredes celulares de microorganismos) y ácidos nucleicos, e hidrolizan urea, en el proceso llamado globalmente amonificación (MYROLD, 1999; STEVENSON y COLE, 1999). Una vez que se ha realizado la amonificación, continua el proceso de nitrificación, en un proceso continuo y paralelo, en donde las bacterias nitrificantes (*Nitrosomonas* y *Nitrobacter*) convierten el NH_3 (NH_4^+) a NO_2^- y NO_3^- respectivamente (STEVENSON y COLE, 1999). Cuando la relación C/N de los residuos incorporados al suelo son altos (>80), como en el caso de la paja de trigo se producirá una inmovilización de N, para poder sustentar la

biomasa microbial que crece (STEVENSON y COLE, 1999). Según MATUS (1994), los microorganismos degradan con facilidad residuos de trébol con baja relación C/N (10-17), más que residuos de trigo que poseen una alta cantidad de materiales estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina). Indica, además, que la diferencia en la descomposición se explica más por la cantidad de materiales estructurales, que por la inmovilización de N por la biomasa microbial, o la competencia de N entre microorganismos de la rizósfera y la planta.

Respecto al P, la actividad microbial es descrita como un ciclo que rota simultáneamente consumiendo y liberando P desde la solución del suelo (Stewart 1981, citado por STEVENSON y COLE, 1999). El P es el segundo constituyente de la biomasa microbial, después del N, y debido a esta razón es el segundo nutriente más abundante en la materia orgánica del suelo. La mineralización del P es un proceso enzimático, en donde las fosfatasas catalizan una serie de reacciones que liberan fosfatos desde compuestos fosforados orgánicos a la solución del suelo (MULLEN, 1999). Estas fosfatasas son liberadas por microorganismos extracelularmente. Aquí, al igual que con la relación C/N, la relación C/P determina las velocidades de degradación de los residuos ingresados al suelo, en general residuos con relaciones $<200/1$ desencadenan una mineralización del P, y residuos con una relación $>300/1$ originan una inmovilización del P lábil (MULLEN, 1999). Se ha demostrado que el P en sistemas de mínima y cero labranza aumenta, debido probablemente a una estratificación del P en el suelo, presentando una mayor cantidad en el estrato superior, que no está íntimamente en contacto con el suelo y disminuye la pérdida por fijación (Blevins *et al.* 1983, citados por KUMAR y GOH, 2000).

2.5 Hongos degradadores de residuos vegetales. Muchas de las reacciones para la transformación de las materias orgánicas, tales como los residuos de las plantas post-cosecha son causados por la actividad microbial (FLAIG *et al.*,

1977). Según DEACON (1988), existe una sucesión de hongos asociados a la degradación de los restos vegetales, el cual comienza con los “hongos saprófitos de los azúcares primarios”, el término “azúcares primarios” denota que existe una degradación de compuestos simples y poseen una capacidad reducida de utilizar polímeros mayores; como ejemplo, se pueden mencionar miembros de los *Zygomycota*: *Mucor* y *Rhizopus*. Los organismos responsables de la descomposición del complejo lignocelulósico son hongos aeróbios filamentosos y los más hábiles corresponden al grupo de los *Basidiomycetes* (HAMMEL, 1997; HOFRICHTER *et al.*, 1999). Los hongos que degradan la celulosa, en el proceso de colonización, corresponden a especies de los géneros *Chaetomiun*, *Fusarium*, *Stachibotris* y *Trichoderma*, que se encuentran comúnmente en materiales celulósicos como la paja de cereales (DEACON, 1988). PANKHURST *et al.* (1997) hacen mención de los hongos *Fusarium* sp. y *Trichoderma* sp. como degradadores de paja de cereales. Una amplia gama de microorganismos pueden atacar la celulosa. Los hongos *Trichoderma*, probablemente son en los cuales se han estudiado sistemas de celulasas (PAUL y CLARK, 1996). Según los mismos autores, los hongos *Penicillium*, *Fusarium* y *Agaricus* poseen sistemas de celulasas. Los hongos blancos de la pudrición (“White-rot fungi”), son los microorganismos más activos en la descomposición de la lignina y los más estudiados (HAMMEL, 1997; D’SOUZA *et al.*, 1999; y PARADA *et al.*, 2000), debido a que poseen un complejo enzimático extra celular compuesto por enzimas como lacasa, lignina peroxidasa (LiP) y manganeso peroxidasa (MnP) (D’SOUZA *et al.*, 1999 y HOFRICHTER *et al.*, 1999) Estos hongos comprenden las especies de *Basidiomycetes* y unos pocos *Ascomycetes*. Los *Basidiomycetes* más estudiados son *Phanerochaete chrysosporium*, también *Pleurotus ostreatus*, *Lintinula edodes* (ocupados en la alimentación humana), además de *Coriolus versicolor* (PAUL y CLARK, 1996).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Materiales.

Los materiales que se ocuparon en la realización del estudio se describen a continuación:

3.1.1 Biológico. Se usaron 2 cepas de hongos *Trichoderma pseudokoningii* (Rifai) y *Westerdykella multispora* (Saito & Minoura) Cejp & Milco, que fueron aisladas por OLAVARRIA (2000), a partir de un suelo trumao serie Pelchuquín. Además se uso una cepa control, *Trametes versicolor* (L. Ex Fr), del Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS) de Baarn, Holanda.

3.1.2 Reactivos. Los reactivos que se utilizaron en la fase experimental se presentan en orden alfabético y entre paréntesis las siglas que se utilizarán en el texto: ácido ascórbico, ácido bórico (HBO_3), ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N, ácido nítrico (HNO_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 72% y 96%, agar extracto de malta (AEM) al 2%, agua destilada, agua oxigenada (H_2O_2), alcohol 96%, aleación de varda en polvo, bicarbonato de sodio (NaHCO_3) 0,5 M a pH 8,5, carbón activado libre de fósforo, cloruro de potasio (KCl) 2N, dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 1N, etanol, fenofaleina, hidróxido de sodio (NaOH) 50%, hidróxido de potasio (KOH) 0,5 N, mezcla etanol-tolueno 2:1, molibdato de amonio, naranja de metilo, nitrato de amonio (NH_4NO_3), ortofenantrolina, óxido de magnesio (MgO), rojo de metilo, solución de vanadomolibdato, sulfato de hierro (Fe_2SO_4) 0,5 N y 0,05N, tartrato de antimonio y potasio, verde bromocresol.

3.1.3 Equipos. Autoclave Orsa, agitador de golpe y orbital Karl Kolbe, balanzas BB 300 y Sartorius 1104, balanza de gancho de 10 kg, baño maría, batería de digestión con sistema de extracción de humus LABCONCO, cámara de cultivo Kötterman GMBH Type S430, cámara de secado, centrífuga IEC Centra MP4, cuchara volumétrica, desecador al vacío, destilador LABCONCO rapid still II, destilador Kjeldhal, estufa de secado de suelo Heraeus Type KTFU, espectrofotómetro de absorción atómica UV/ VIS 916 GBC, pHmetro Cole Parmer model 05669-20, horno mufla, horno Pasteur Orthmann, plato calefactor, plato digestor (200 °C), rotavapor, Vortex manual model K-550 GE.

3.1.4 Otros. Aguja de siembra, algodón, balón de gas 15 kg, balón de extracción, bolsas de nylon transparentes (40 x 60 cm), bolsas de nylon oscuras (70 x 50 cm), bolsas de papel(40 x 20 cm), buretas de 10, 20 y 50 mL, cinta adhesiva, cocinilla a gas, filtro de vidrio fritado, frascos de vidrio de 50 x 80 mm, espátulas, harnero, lápiz marcador, maceteros plásticos de 12 L, manga de nylon 2 x 4 m color negro, matraces Erlenmeyer de 100, 125 y 500 mL, matraces aforados de 50, 100, 500, 1000 y 2000 mL, matraces Kjeldhal, olla de 40 L, paja de trigo (del año), pala, papel filtro, pinzas, placas Petri de 90 mm de diámetro, pipetas de 1, 5 y 10mL, envases de plástico 1 L, probeta de 20 mL, refrigerante, sacabocado, Soxhlet de 1000 mL, suelo trumao y suelo rojo arcilloso, tijeras, tijeras de césped, tubos de ensayo (1,5 cm), tubos de centrífuga de 20 mL, tubos de vidrio de 5 mm de diámetro, vasos precipitados de 50, 100, 500 y 1000 mL.

3.2 Métodos. Los métodos utilizados para la determinación de la biodegradación por cepas fúngicas seleccionadas se describen en los puntos siguientes.

3.2.1 Masificación de cepas fúngicas. Las cepas utilizadas fueron mantenidas en cepario, cada una de las cepas se cultivó en forma

independiente, para lo cual se extrajo una pequeña cantidad del inóculo respectivo y se depositó en la parte central de una placa Petri que contenía AEM al 2%. Una vez sembradas las placas se incubaron a 23°C durante 7 a 14 días, en una cámara de cultivo.

3.2.2 Inoculación de la paja de trigo. En los siguientes puntos se describe la metodología utilizada para inocular la paja de trigo.

3.2.2.1 Preparación de la paja de trigo. La paja de trigo fue cortada a un largo aproximado de 10 cm , con el objeto de aumentar la superficie específica de colonización del micelio fúngico. Se peso 1 kg de paja por tratamiento y repetición, fue ebulida por 10 minutos en un contenedor de 40 L, con el objeto de disminuir la carga bacteriana. Luego se dejó estilar hasta humedad de retención. A continuación, se procedió a homogeneizar la paja y se aplicó NH_4NO_3 , (50,6 g/kg de paja) para disminuir la relación C/N a un óptimo de 20/1. Por último, en bolsas de nylon transparentes se depositó el kilogramo de paja respectivo, y se procedió a la inoculación con la cepa fúngica respectiva.

3.2.2.2 Inoculación de la paja de trigo. Una vez masificadas las cepas fúngicas (ver punto 3.2.1) con ayuda de un sacabocado de 1,5 cm de diámetro, se obtuvieron discos de agar con micelio. Estos fueron sembrados (21discos/bolsa) en forma equidistante en las bolsas que contenían la paja de trigo tratada como se indicó en el punto 3.2.2.1. Además, la paja de trigo, depositada en la bolsa respectiva, fue tratada con una aplicación atomizada de suspensión de esporas y micelios de la cepa fúngica respectiva (116 cc de suspensión/bolsa).

Las bolsas sembradas con las cepas fúngicas fueron llevadas al invernadero del Centro Experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile, donde se mantuvieron durante 60 días protegidas de la lluvia.

De cada una de las muestras de paja tratadas con las cepas fúngicas respectivas, se recolectaron 50 g por triplicado y se realizaron los análisis químicos correspondientes al tiempo cero del ensayo.

3.2.3 Determinación cuantitativa de la capacidad biodegradativa de las cepas seleccionadas para degradar la paja de trigo. Una vez terminado el período de incubación de las partidas de paja (60 días), se procedió a determinar la biodegradación de ellas en forma individual y por triplicado, para lo cual la muestra de paja respectiva fue secada a 70 °C por 24 horas. Luego fue molida y tamizada entre 40-60 mesh.

3.2.3.1 Determinación del porcentaje de extraíbles. El proceso de determinación de extraíbles se realizó de acuerdo a la norma TAPPI (1988). Se depositaron 5 g de muestra anhidra en un crisol, el que posteriormente se depositó en un soxhlet, al que se le agregó una mezcla de etanol tolueno en proporción 2:1; el soxhlet se acopló a un refrigerante y en su base a un tubo de extracción. Luego este montaje se colocó sobre un plato calefactor manteniéndose a una temperatura de 80 ± 2 °C por 6 horas, de manera que el promedio de descarga del soxhlet fuera de aproximadamente cuatro veces por hora. Una vez terminado el tiempo de extracción, se retiraron los crisoles del interior del soxhlet, dejándose secar por 24 h a 103 ± 2 °C, obteniendo un peso constante, y por diferencia de peso se obtienen los gramos de extraíbles en etanol - tolueno de cada muestra. Luego de ésta cuantificación, los crisoles fueron sometidos a una segunda extracción de 6 horas; esta vez, sólo con etanol, determinándose los gramos de extraíbles en etanol.

En el proceso se pueden extraer ceras, lípidos, algunas resinas, y posiblemente algunas porciones de gomas del residuo.

3.2.3.2 Determinación del porcentaje de hidrosolubles en agua caliente. El contenido total de los crisoles del proceso anterior (libre de extraíbles), se depositó individualmente en matraces de 500 mL agregándose 400 mL de agua destilada caliente; luego cada matraz se llevó a baño maría a 70°C por una hora. Al cabo de éste tiempo, la fracción sólida fue separada de la líquida, filtrando con ayuda de un kitasato y se redepósito en los crisoles previamente pesados, el residuo se secó a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta que alcanzó un peso constante (24 horas aproximadamente), y por diferencia de peso se cuantificaron los gramos de hidrosolubles en agua caliente.

3.2.3.3 Determinación del porcentaje de lignina ácido - soluble. La determinación de la lignina ácido-soluble se realizó de acuerdo a lo establecido en la norma TAPPI (1988). Cada muestra se trató en forma independiente: 1 g de muestra libre de extraíbles e hidrosolubles se depositó en un vaso precipitado de 50 mL, lentamente se le añadieron 15 mL de H_2SO_4 al 72%, esta mezcla se mantuvo a 20°C por 2 horas, durante este tiempo se agitó en forma regular con una varilla de vidrio, para que se homogeneice. Transcurrido el tiempo se traspasó el contenido a un matraz de 1000 mL al que se le agregaron 560 mL de agua destilada hirviendo, con el objetivo de bajar la concentración del ácido a 3%; luego el matraz se colocó sobre un plato calefactor, y se unió a un refrigerante y se dejó hervir por 4 horas, a reflujo, para terminar el hidrolizado de todos aquellos compuestos que no sean lignina. Luego, se dejó sedimentar el material insoluble (lignina) y se separó a través de un filtro de vidrio previamente pesado; la filtración se realizó con ayuda de una bomba al vacío. Finalmente se secó la muestra en una estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta alcanzar un peso constante, luego se pesó para obtener los gramos de lignina la cual fue expresada como porcentaje.

3.2.3.4 Determinación de celulosa. 1 g de muestra libre de extraíbles e hidrosolubles se depositó en un matraz Enlenmeyer, al cual se le agregaron 20

mL de etanol 96% y 5 mL de HNO₃ concentrado. La mezcla se puso a hervir a 100°C en un baño maría por 30 minutos. Se decantó la solución sobre un crisol tarado, desechándose el filtrado y lo que quedó retenido en el crisol fue devuelto al matraz. Éste, se sometió nuevamente a baño maría por 30 minutos, dejándose decantar nuevamente en el mismo crisol tarado y se procedió posteriormente, a una tercera digestión con 100 mL de agua destilada durante una hora. Cumplido este tiempo se extrajeron los matraces desde el baño maría y su contenido se filtró en el crisol, el interior del matraz fue lavado con agua destilada para extraer los residuos adheridos a las paredes. Por último, la muestra se secó a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta alcanzar un peso constante; luego se enfrió en un desecador, pesándose posteriormente, y por diferencia de peso se determinó la cantidad de celulosa.

3.2.3.5 Determinación del contenido de cenizas. Se colocaron aproximadamente 2 g de muestra húmeda de paja en crisoles de porcelana previamente tarados, los crisoles conteniendo las muestras se secan a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas, volviéndose a pesar, obteniéndose así los gramos de muestra anhidra, luego las muestras se acenizan en el horno mufla a $550 \pm 25^\circ\text{C}$ por 4 horas y por diferencia de peso se obtuvo la cantidad de cenizas.

3.2.4 Determinación cuantitativa de parámetros químicos inorgánicos de la paja de trigo. A las muestras de paja de trigo se les determinó antes y posterior al tratamiento el N, P y C totales, además del pH.

3.2.4.1 Determinación de nitrógeno total. La determinación del contenido de nitrógeno total se obtuvo mediante el método de Kjeldhal (SAAVEDRA, 1975). Para esto se pesó 0,1 g de muestra a la cual se le agregó 3 mL de H₂SO₄, digiriéndose 30 minutos, se dejó enfriar y se le agregaron 2 mL de H₂O₂ digiriéndose 30 minutos más, finalmente, una vez fría se agregó 1 g de mezcla catalizadora con la cual se digirió 1 hora. Se dejó enfriar y se destiló en el

destilador Kjeldhal. Para la destilación se agregaron 15 mL de NaOH al 50% y el destilado se tituló con H₂SO₄ al 0,05 N.

3.2.4.2 Determinación del contenido de fósforo. La determinación del contenido de fósforo total se obtuvo mediante colorimetría, utilizando el método del metavanadato de amonio (SAAVEDRA, 1975). Se tomaron 10 mL del extracto mineralizado y se le agregaron 10 mL de solución de vanadomolibdato, se esperaron 20 minutos para que se desarrollará color y luego se diluyó a 50 mL con agua destilada, posteriormente se leyó en un espectrofotómetro de absorción atómica (420nm).

3.2.4.3 Determinación del contenido de carbono total. Se realizó por medio del método de titulación (SAAVEDRA, 1975). Se pesaron 0,0625 g de muestra, a la cual se le agregan 10 mL de K₂CrO₇ y 20 mL de H₂SO₄ concentrado. Se dejó enfriar por 30 minutos y se le agregaron 200 mL de agua destilada y 5 gotas de indicador. Posteriormente se tituló con FeSO₄ al 0,05 N.

3.2.4.4 Determinación de pH. El pH de las muestras de paja se determinó por el método de pH en agua destilada. Se usaron 2 g de paja tratada, molida y tamizada entre 40 y 60 mesh, y 20 mL de agua destilada (relación 1:10). Luego se depositaron en un agitador de vaivén por 4 horas, se dejó reposar 1 hora y se leyó el pH con un pHmetro digital.

3.2.5 Incorporación de paja de trigo pretratada con cepas fúngicas al suelo. Una vez terminado el tiempo de degradación establecido para las partidas de paja tratadas con las cepas fúngicas, se procedió a su incorporación a muestras de suelos de la Décima Región, (trumao serie Valdivia y un rojo arcilloso serie Correltue). A 10 kg de suelo trumao se le adicionaron 54 g de paja de trigo, y al suelo rojo arcilloso se le agregó 38 g de paja por 10 kg de suelo, luego las mezclas obtenidas se depositaron en maceteros de 12 L y

fueron mantenidas en condiciones naturales hasta por 90 días. La incorporación se realizó simulando una incorporación en terreno, manteniendo las proporciones de producción, basándose en el hecho de que una superficie de 1 ha, es capaz de producir 55 qqm de grano de trigo, y por tanto 7600 kg de materia seca en forma de paja. De esta manera 1 m² es capaz de producir 760 g de materia seca. Un suelo trumao con densidad aparente modal de 0,7 g/cm³, en 20 cm de profundidad y en un 1 m², pesa 140 kg, por lo tanto si un m² produce 760 g de materia seca y ésta se incorpora a 20 cm de profundidad, cada kg de suelo recibe 5,4 g de materia seca. Del mismo modo un suelo rojo arcilloso con densidad aparente modal de 1,0 g/cm³, recibirá 3,8 g por cada kg de suelo (todo en base materia seca y suelo seco).

3.2.6 Determinación de parámetros químicos del suelo. Para analizar las variaciones de los nutrientes en el suelo, luego de la incorporación de la paja de trigo parcialmente degradada con *Westerdykella multisporum* y *Trichoderma pseudokoningii*, y a fin de medir la actividad biológica en el suelo, se analizaron los siguientes parámetros, a los tiempos 0-15-30-60-90 días, como sigue:

3.2.6.1 Fósforo disponible. El fósforo fue extractado mediante el método Olsen o del NaHCO₃, descrito por BLACK *et al.* (1965). Se pesó 2,5 g de suelo en un frasco de vidrio ámbar y se le agregaron 50 mL de solución extractora, se agitó por 30 minutos en agitador circular. Luego se filtró la solución y fue leída en un espectrofotómetro UV a 880 nm.

3.2.6.2 Determinación de nitrógeno disponible (NO₃+NH₄). La determinación del nitrógeno disponible se realizó mediante destilación (BLACK, 1965). Se pesaron 5 g de suelo en un frasco plástico, se agregaron 50 mL de KCl 2N, se puso a agitar durante 1 hora, y luego fue filtrado. A continuación se extrajeron 10 mL del extracto y se depositaron en un matraz kjeldahl de 100 mL, se agregaron 200 mg de MgO y devarda. Luego se conectó el matraz en el

sistema de destilación, se recibió el destilado en un matraz de erlenmeyer de 50 mL con 5 mL de solución indicadora (Bromocresol más rojo de metilo en ácido bórico y etanol), la destilación debe durar un máximo de 40 minutos. Se tituló con H_2SO_4 0,005 N.

3.2.6.3 Materia orgánica. Se realizó por medio del método de digestión ácida en presencia de dicromato de potasio y posterior titulación (SAAVEDRA, 1975). Se pesaron 0,25 g de muestra, a la cual se le agregaron 10 mL de K_2CrO_7 y 20 mL de H_2SO_4 concentrado. Se dejó enfriar por 30 minutos y se le agregaron 200 mL de agua destilada y 5 gotas de indicador. Posteriormente se titula con FeSO_4 al 0,05 N.

3.2.6.4 Determinación del pH. El pH del suelo se determinó al agua en relación 1:2,5 con lectura en pHmetro.

3.2.6.5 Determinación del CO_2 actual del suelo. La determinación de CO_2 actual, se realizó mediante el método denominado “campanas de respiración” (ZAMORANO, 2000). El método se basa en la hipótesis de que es posible recoger CO_2 liberado desde una superficie de suelo con la ayuda de un envase colector invertido y una solución reactiva. En frascos de vidrio (50 mm x 80 mm) se depositaron 10 mL de KOH 0,5 N, en cada macetero (ver punto 3.2.5) se depositó uno de estos frascos, y se cubrió con un pote invertido de 1 L de capacidad, para permitir la medición del CO_2 . Se mantuvo por 24 h. Transcurrido el tiempo se tituló con HCl 0,1 N, con indicador de fenoftaleina, y posteriormente una nueva titulación con HCl 0,1 N e indicador para medio ácido de naranja de metilo.

3.3 Diseño experimental y análisis estadístico.

Se diseñó un experimento para estudiar la degradación de partidas de paja de trigo adicionadas de NH_4NO_3 y 2 cepas fúngicas seleccionadas: *Westerdikella multispora*, *Trichoderma pseudokoningii*, más la cepa control *Trametes versicolor* y controles con y sin NH_4NO_3 .

Este estudio tuvo dos fases:

- Degradación inicial de la paja de trigo en condiciones semicontroladas.
- Incorporación de la paja tratada a dos tipos de suelo.

En la primera fase, los tratamientos fueron mantenidos en invernadero durante 60 días (con mediciones al tiempo 0 y 60 días). Cada tratamiento se inoculó por triplicado, obteniendo 18 repeticiones de 5 tratamientos. Además se evaluó la caracterización inicial de la paja de trigo para la determinación de la relación C/N antes de comenzar los experimentos.

Para evaluar la biodegradación, en cada tratamiento en estudio se cuantificó el contenido de los constituyentes químicos orgánicos principales (celulosa y lignina), de los extraíbles totales (extraíbles en etanol-tolueno, extraíbles en etanol y extraíbles en agua caliente o hidrosolubles) y constituyentes químicos inorgánicos como N total, P total y C total, considerados como una fracción dentro del contenido total de cenizas.

Los valores obtenidos para los componentes químicos orgánicos y químicos inorgánicos fueron evaluados mediante un análisis de varianza. Las diferencias entre medias se evaluaron con el test de Tukey al 5% de significancia. Usando el programa estadístico Statgraphics Plus versión 2.0.

En el Cuadro 5, se presenta el diseño del ensayo de biodegradación de paja de trigo con cepas fúngicas seleccionadas *W. multispora* y *T. pseudokoningii* y sus tratamientos controles.

CUADRO 5. Diseño del ensayo de biodegradación de paja de trigo adicionada con NH_4NO_3 con cepas fúngicas seleccionadas.

Controles	Tiempo (días)	total de muestras
Paja de trigo	0-60	12
Paja de trigo + NH_4NO_3	0-60	12
Paja de trigo + <i>T. versicolor</i> + NH_4NO_3	0-60	12
Tratamientos		
Paja de trigo + <i>W. multispora</i> + NH_4NO_3	0-60	12
Paja de trigo + <i>T. Pseudokoningii</i> + NH_4NO_3	0-60	12

En la segunda fase del experimento, se evaluó la incorporación de paja de trigo parcialmente degradada a dos tipos de suelo, los cuales fueron mantenidos en condiciones no controladas a intemperie. El efecto de la incorporación de la paja de trigo, se evaluó por medio de la cuantificación de la variación de los constituyentes químicos del suelo: N disponible (NO_3+NH_4), P-Olsen, materia orgánica, pH y respiración actual.

En esta etapa, se incorporó un sexto tratamiento con suelo estéril, para evaluar la incidencia de los microorganismos del suelo.

Los resultados fueron analizados a través de un análisis de varianza. Las combinaciones para realizar el análisis fueron: (a) tratamiento a través del tiempo y (b) entre tratamientos para el mismo tiempo. Las diferencias entre las

medias se evaluaron mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Usando el programa estadístico Statgraphics Plus versión 2.0.

En el Cuadro 6, se presenta el diseño de la segunda etapa de estudio correspondiente a la incorporación de paja de trigo previamente degradada con cepas fúngicas, a dos tipos de suelo.

CUADRO 6. Diseño del ensayo para la medición de parámetros químicos del suelo con adición de paja de trigo pretratada con cepas fúngicas.

Controles	Tiempo (días)	Total de muestras
Suelo	0-15-30-60-90	13 x 2* = 26
Suelo estéril	15-30-60-90	12 x 2* = 24
Suelo + Paja de trigo	15-30-60-90	12 x 2* = 24
Suelo + Paja de trigo + NH ₄ NO ₃	15-30-60-90	12 x 2* = 24
Suelo + Paja de trigo + <i>T. versicolor</i> + NH ₄ NO ₃	15-30-60-90	12 x 2* = 24
Tratamientos		
Suelo + Paja de trigo + <i>W. multispora</i> + NH ₄ NO ₃	15-30-60-90	12 x 2* = 24
Suelo + Paja de trigo + <i>T. Pseudokoningii</i> + NH ₄ NO ₃	15-30-60-90	12 x 2* = 24

2* = dos tipos de suelo a ensayar (Trumao y Rojo arcilloso).

Dado que la respiración actual se mide *In situ* se incluyeron dos mediciones extras, a los días 0 y 7, después de la incubación.

Los valores obtenidos en la respiración actual fueron evaluados mediante un análisis de varianza. Las diferencias entre las medias se evaluaron mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia.

CUADRO 7. Diseño del ensayo para la determinación de la respiración actual en muestras de suelo adicionadas de paja de trigo pre-tratadas con cepas fúngicas.

Controles	Tiempo (días)	total muestras
Suelo	0-7-15-30-60-90	15 x 2 [*] =30
Suelo estéril	0-7-15-30-60-90	15 x 2 [*] =30
Suelo + Paja de trigo	0-7-15-30-60-90	15 x 2 [*] =30
Suelo + Paja de trigo + NH ₄ NO ₃	0-7-15-30-60-90	15 x 2 [*] =30
Suelo + Paja de trigo + <i>T. versicolor</i> + NH ₄ NO ₃	0-7-15-30-60-90	15 x 2 [*] =30
Tratamientos		
Suelo + Paja de trigo + <i>W. multispora</i> + NH ₄ NO ₃	0-7-15-30-60-90	15 x 2 [*] =30
Suelo + Paja de trigo + <i>T. Pseudokoningii</i> + NH ₄ NO ₃	0-7-15-30-60-90	15 x 2 [*] =30

2^{*} = dos tipos de suelo a ensayar (Trumao y Rojo arcilloso).

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Determinación de la capacidad de las cepas fúngicas seleccionadas para degradar paja de trigo. Para determinar la capacidad degradativa de las cepas fúngicas se procedió a la medición de parámetros químicos orgánicos lignina, celulosa y extraíbles totales (formados por extraíbles en etanol-tolueno, en etanol y en agua caliente), e inorgánicos (N P C totales, cenizas y pH) al comienzo y final del estudio (tiempo 0 y 60 días).

4.1.1 Parámetros orgánicos. En la Figura 1, se indican la variación a través del tiempo para los constituyentes químicos orgánicos lignina, celulosa, extraíbles en etanol, extraíbles en etanol-tolueno y extraíbles en agua caliente (hidrosolubles).

Las barras para el tiempo cero indican la composición de la paja de trigo previo a la biodegradación por parte de las cepas fúngicas, y están conformadas por un promedio de 3 repeticiones. Del mismo modo las barras para el tiempo 60 días de incubación representan los constituyentes de la paja de trigo en su porción relativa y están conformadas por un promedio de 3 muestras, las cuales a su vez fueron medidas en triplicado. Las barras de error representan la desviación estándar.

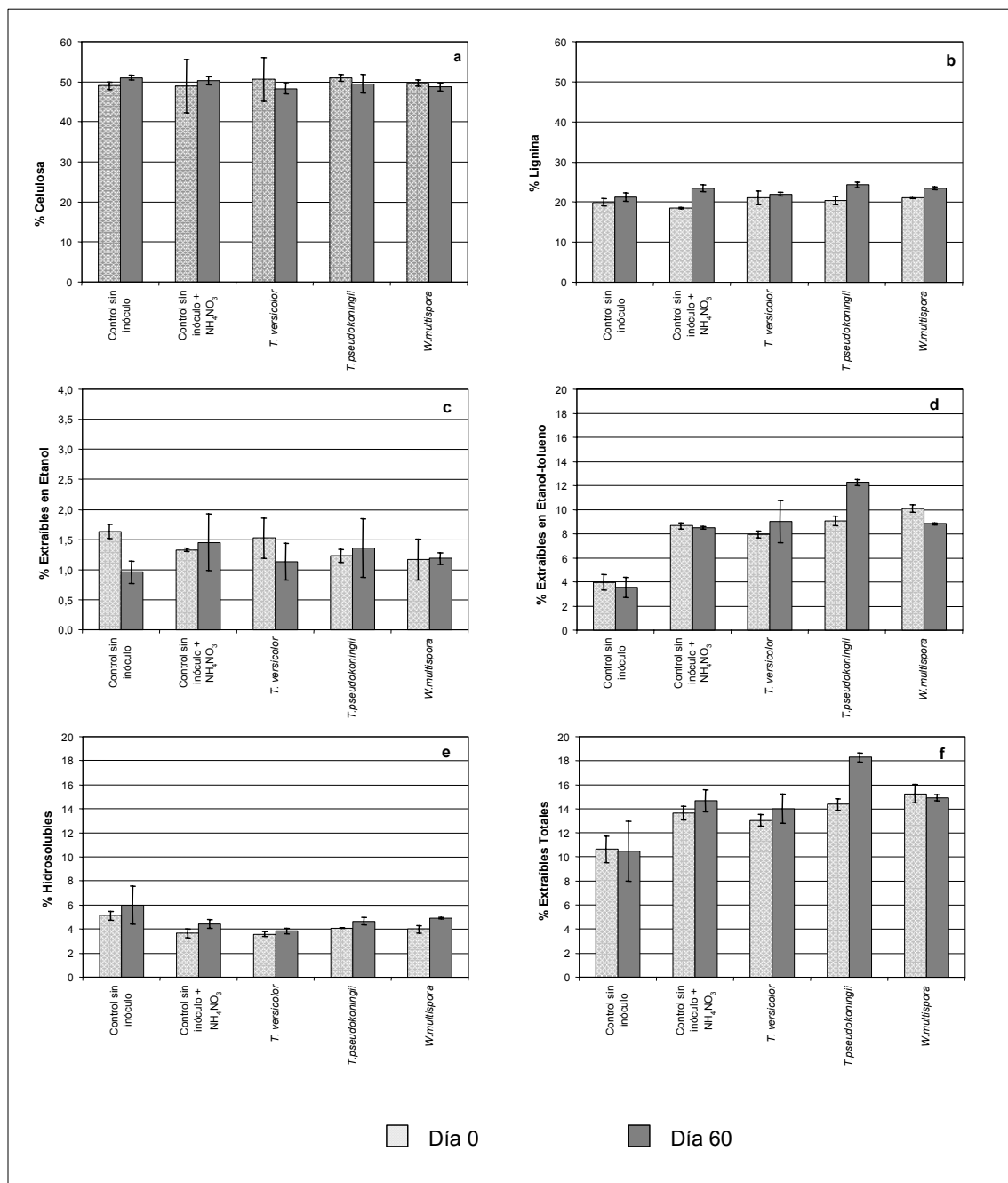


FIGURA 1. Determinación de los constituyentes de la paja de trigo sometida a biodegradación durante 60 días. a) Celulosa; b) lignina; c) extraíbles en etanol; d) extraíbles en etanol-tolueno; e) extraíbles en agua caliente y f) extraíbles totales.

Como se observa en la Figura 1a, el mayor constituyente que conforma la paja de trigo es la celulosa con valores que van de 48,90% a 51,02% para los tratamientos al tiempo cero (Anexo 1). Este resultado es coincidente con los obtenidos por otros autores, los cuales indican que la celulosa representa entre un 40-50% del peso seco de la paja de trigo (BUTTERWORTH, 1985; HOSENEY, 1986; SYLVIA *et al.*, 1999). Como segundo constituyente estructural de la paja de trigo se encuentra la lignina con valores que van de un 18,50% a 21,06% para el tiempo cero, lo cual es semejante a los resultados obtenidos por OLAVARRIA (2000), y PAUL y CLARK (1996), que indican porcentajes promedio de 21,48% y de 18% a 21% respectivamente para paja de trigo, y coincide con los rangos planteados por SYLVIA *et al.* (1999), que indican un rango entre 15 y 30%, para distintas plantas.

En lo que respecta al contenido de extraíbles, los valores concuerdan con los expresados por NAVARRO (1970) de 1% para extraíbles en etanol (Figura 1c), y alrededor de 10% para extraíbles totales, en relación a los 10,62% presentado por el control sin inóculo, aunque varía con respecto a los tratamientos adicionados con NH_4NO_3 que representa el 14,08% en promedio (Anexo 1). Nótese que el contenido de extraíbles en etanol-tolueno (Figura 1d), es mayor en todos los tratamientos respecto al control sin inóculo, probablemente debido a la acción del NH_4NO_3 aplicado como fuente nitrogenada, que actuaría como un solubilizador de los componentes extraíbles por una disminución del pH en la paja de trigo.

En la Figura 1a, se observa los contenidos de celulosa antes y después de que la paja de trigo fuera sometida a biodegradación con microorganismos. En el tiempo cero del ensayo, no existe una variación significativa entre los

distintos tratamientos ($p > 5\%$), lo que implica una homogeneidad en la distribución de la celulosa para las distintas partidas de paja (Anexo 1).

La variación del contenido de celulosa de las partidas de paja de cada tratamiento después de ser sometida a una degradación con cepas seleccionadas durante 60 días en un invernadero (Figura 1a) muestra que la paja control sin inóculo y la paja control sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 poseen una tendencia a aumentar el contenido de celulosa y el control sin inóculo presenta una variación significativa al 5% (Anexo 1). En los tratamientos en los cuales la paja fue adicionada con NH_4NO_3 e inoculada con *T. versicolor*, *T. pseudokoningii* y *W. multispora* la celulosa tiende a disminuir, aunque su disminución no fue significativa respecto del tratamiento control (Anexo 1). En el mismo anexo se puede observar que no existe una variación en el tiempo 60 respecto del contenido relativo de celulosa, comparándolo con el control paja de trigo sin inóculo y el control paja de trigo sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 . Según OLAVARRIA (2000), la celulosa de la paja de trigo es degradada por estas 3 cepas fúngicas en un período de 60 días en condiciones *in vitro*, en donde la celulosa disminuye entre un 26,56%; 10,09% y un 16,01% para *T. versicolor*, *T. pseudokoningii* y *W. multispora*, respectivamente.

La degradación de la celulosa corresponde a una disminución absoluta en su contenido, por lo tanto, su disminución no será percibida por un cambio porcentual, sino por el aumento relativo de los demás constituyentes de la paja de trigo.

En la Figura 1b, se observan los contenidos relativos del constituyente lignina. Este se presenta como el segundo componente en importancia en la

paja de trigo. Se observa que al tiempo cero de incubación no existe variación de la lignina, lo que indicaría la homogeneidad del residuo (Anexo 1). También se observa una variación relativa de la lignina después de la incubación. El control paja de trigo sin inóculo no muestra variación, el tratamiento control paja de trigo sin inóculo y adicionado de NH_4NO_3 presenta un aumento del contenido de lignina en forma significativa. Ello indicaría una actividad degradadora. En los tratamientos de paja de trigo adicionado de NH_4NO_3 y cepas fúngicas se observa una tendencia de la lignina a ir en aumento, sólo con significancia estadística para el tratamiento paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii* y *W. multispora*, manteniendo la tendencia la paja tratada con la cepa control (*T. versicolor*) aunque no fue significativa. Esto reafirmaría los postulados de una acumulación de las sustancias recalcitrantes e inhibidoras, debido a una disminución absoluta del contenido de celulosa. FENGEL y WEGENER (1983) indican que una disminución en el contenido de celulosa trae consigo un aumento relativo del contenido de lignina. Este incremento resultó ser mayor para la paja tratada con *T. pseudokoningii*, seguido por la paja tratada con *W. multispora*, control paja de trigo sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 , paja de trigo tratada con la cepa control *T. versicolor* y por último la paja control sin inóculo. Se puede ver que el control sin inóculo adicionado con NH_4NO_3 presenta un aumento significativo del constituyente lignina.

Los resultados de este estudio, implican que la degradación de la paja de trigo corresponde a un decremento en la cantidad absoluta de celulosa para todos los tratamientos que incluyen alguna cepa de hongo, dado que se produce un aumento en los tratamientos para el contenido relativo de lignina. Este aumento en los tratamientos con *T. pseudokoningii* y *W. multispora* son significativos. Esto sería un indicador de consumo de carbono en base a celulosa y no a lignina. Estos resultados son similares a los obtenidos por FENGEL y WEGENER (1983). Este consumo se realiza para sostener el

crecimiento de los microorganismos, proporcionando energía y carbono para formar los nuevos constituyentes celulares OLAVARRIA (2000), liberando CO₂ y H₂O (ALEXANDER , 1980 y PAUL y CLARK, 1996).

Según OLAVARRIA (2000), en su estudio de caracterización enzimática, reconoció enzimas presentes en las cepas fúngicas *T. pseudokoninngii* y *W. multispora*, donde la primera tuvo respuestas positivas muy marcadas para amilasa, celulasa, lacasa y positiva para pectinasa y *W. multispora* presentó respuestas positivas muy marcadas para lacasa y proteasa, y positivas para celulasa y pectinasas. Según PAUL y CLARK (1996), la presencia de enzimas como peroxidasas, proteasas y lacasas son necesarias para una óptima degradación de la lignina. Por tanto, la limitación de la actividad degradadora en este estudio no pasa por la falta de enzimas extracelulares presentes en las cepas. Debido a lo anteriormente mencionado se hace hincapié en que la temperatura es un factor desencadenante de las velocidades de reacción, debido a que el ensayo se llevó a cabo en condiciones no controladas, y la temperatura osciló entre 7 y 15 °C. Según BOHN *et al.* (1993), las reacciones biológicas se incrementan en aproximadamente tres veces por cada 10 °C que aumente la temperatura ($Q_{10}=3$), hasta que alcanza una temperatura óptima. Además, señalan que la mayoría de los microorganismos del suelo (como *T. pseudokoninngii* y *W. multispora*), son mesófilos, cuyas temperaturas óptimas son de 30 a 37°C. Dada la falta de condiciones óptimas de temperatura es probable que los microorganismos no hayan degradado la paja de trigo a una tasa lo suficientemente alta para que los efectos fueran mayores en este estudio.

Respecto a los extraíbles en etanol, como se muestra en la Figura 1c, no existe una diferencia significativa entre los tratamientos al tiempo cero de incubación, indicando que el efecto de la adición de NH₄NO₃ para este

parámetro no tuvo incidencia. Los valores van desde 1,17% a 1,64% para los tratamientos al tiempo cero, coincidiendo con los valores obtenidos por OLAVARRIA (2000), que en promedio para el tiempo cero obtuvo 1,42% y tendiera a mantenerse en forma constante durante el ensayo de biodegradación, y sólo varía significativamente para el tratamiento paja control sin inóculo. En el cual el contenido de extraíbles en etanol varía entre 1,64% y 0,96%, con significancia estadística.

En relación a los extraíbles en etanol-tolueno (Figura 1d), existe una variación en el tiempo cero para este parámetro (Anexo 1). Existe un efecto de la adición de NH_4NO_3 , único factor que varía entre la paja control sin inóculo y los demás tratamientos al tiempo cero. Aquí se observa un grupo formado por la paja control sin inóculo adicionada de NH_4NO_3 (8,65%), el tratamiento paja de trigo inoculada con la cepa control *T. versicolor* (7,94%), paja de trigo inoculada con *T. pseudokoningii* (9,05%) y por último paja de trigo inoculada con *W. multispora* (10,09%), distanciándose todos del control paja de trigo sin inóculo (3,97%). Luego de la incubación por 60 días no existe una variación significativa para los controles paja de trigo sin inóculo y sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 , así como tampoco para el tratamiento paja de trigo inoculada con la cepa control *T. versicolor*. Sólo se observó una variación significativa para los tratamientos paja de trigo inoculada con *T. pseudokoningii* y paja de trigo inoculada con *W. multispora*. La primera con un aumento de los extraíbles y la segunda con una disminución de los extraíbles. Después de 60 días de incubación, se determinó que existía una diferencia estadística para el tratamiento que incorporó la cepa *T. pseudokoningii* respecto de los demás tratamientos con cepas fúngicas y el tratamiento sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 . Además, todos los tratamientos fueron distintos del control sin inóculo (Anexo 1). El tratamiento paja de trigo tratada con la cepa *T. pseudokoningii*, presentó un aumento en el nivel de extraíbles en forma significativa. Según

POBLETE *et al.* (1991), estos resultados indicarían que estos compuestos no son utilizados como fuente carbonada debido a su toxicidad y que en ciertos casos actuarían como biocidas, aumentando su extracción y disminuyendo su utilización.

En la Figura 1e, se muestran los extraíbles hidrosolubles. Se observa que los constituyentes hidrosolubles son homogéneos al tiempo cero del ensayo, sólo diferenciándose el control sin inóculo con un 5,02%, de los demás tratamientos que presentaron valores de 3,67%; 3,59%; 4,09% y 3,98% para la paja control sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 , paja tratada con la cepa control *T. versicolor*, paja tratada con *T. pseudokoningii* y paja tratada con *W. multispora*, respectivamente. Estos disminuyeron presumiblemente debido al aumento de los extractables en etanol-tolueno. Después de 60 días de incubación se observa un aumento para los tratamientos de paja de trigo con las cepas *T. pseudokoningii* y *W. multispora*, manteniéndose constante para los demás tratamientos. Entre los tratamientos, no se observa una tendencia clara sólo se aprecia que los tratamientos control sin inóculo y paja de trigo con cepa control *T. versicolor* son menores y diferentes significativamente de los demás tratamientos (Anexo 1).

Respecto de los extraíbles totales (Figura 1f), estos son el resultado de la suma de los extraíbles en etanol, etanol-tolueno e hidrosolubles. Los extraíbles totales en el tiempo cero del ensayo son dispares, producto de lo heterogéneo de los extraíbles del material y de la aplicación de NH_4NO_3 . Sólo se observa un aumento en el tratamiento de la paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii*, respecto de todos los demás tratamientos (Anexo 1). El efecto del aumento de los extraíbles totales para el tratamiento paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii*, coincide con ser el que obtuvo el mayor aumento del componente lignina (Figura 1b). Estos resultados coinciden con HOSENEY

(1986) y FLAIG *et al.* (1977) quienes indican que son los compuestos que se acumularían en la degradación, pues no son ocupados como fuente de carbono, debido a su constitución la cual podría actuar como biocida y material inhibidor respectivamente.

4.1.2 Capacidad biodegradativa de las cepas fúngicas medida a través de parámetros químicos inorgánicos, pH y cenizas. Los parámetros químicos inorgánicos medidos al inicio y al término del ensayo fueron: nitrógeno, fósforo y carbono totales, además de pH y cenizas.

En la Figura 2, se indican la variación a través del tiempo para los constituyentes químicos inorgánicos nitrógeno, fósforo y carbono totales, además del pH y cenizas. Las barras para el tiempo cero indican la composición química inorgánica de la paja de trigo previo a la biodegradación por parte de las cepas fúngicas, y están conformadas por un promedio de 3 repeticiones. Del mismo modo las barras para el tiempo 60 días representan los constituyentes de la paja de trigo en su porción relativa y están conformadas por un promedio de 3 muestras las cuales fueron medidas en triplicado. Las barras de error indican la desviación estándar.

Como se observa en la Figura 2a, se presentan los promedios de los tratamientos para el constituyente inorgánico nitrógeno total en el inicio de la incubación y al término de esta (tiempo 0 y tiempo 60 días, respectivamente). El tratamiento paja control sin inóculo presenta un promedio de 0,27% que coincide con los porcentajes obtenidos por OLAVARRIA (2000), que están en el orden de 0,3%. Estos resultados concuerdan con los expresados por SZEGI (1988), quien determinó un 0,24% para paja de centeno, y BEARE *et al.* (2002), 0,4% para paja de cebada, las variaciones se deben principalmente a los estados nutricionales de las plantas y las condiciones de desarrollo del cultivo.

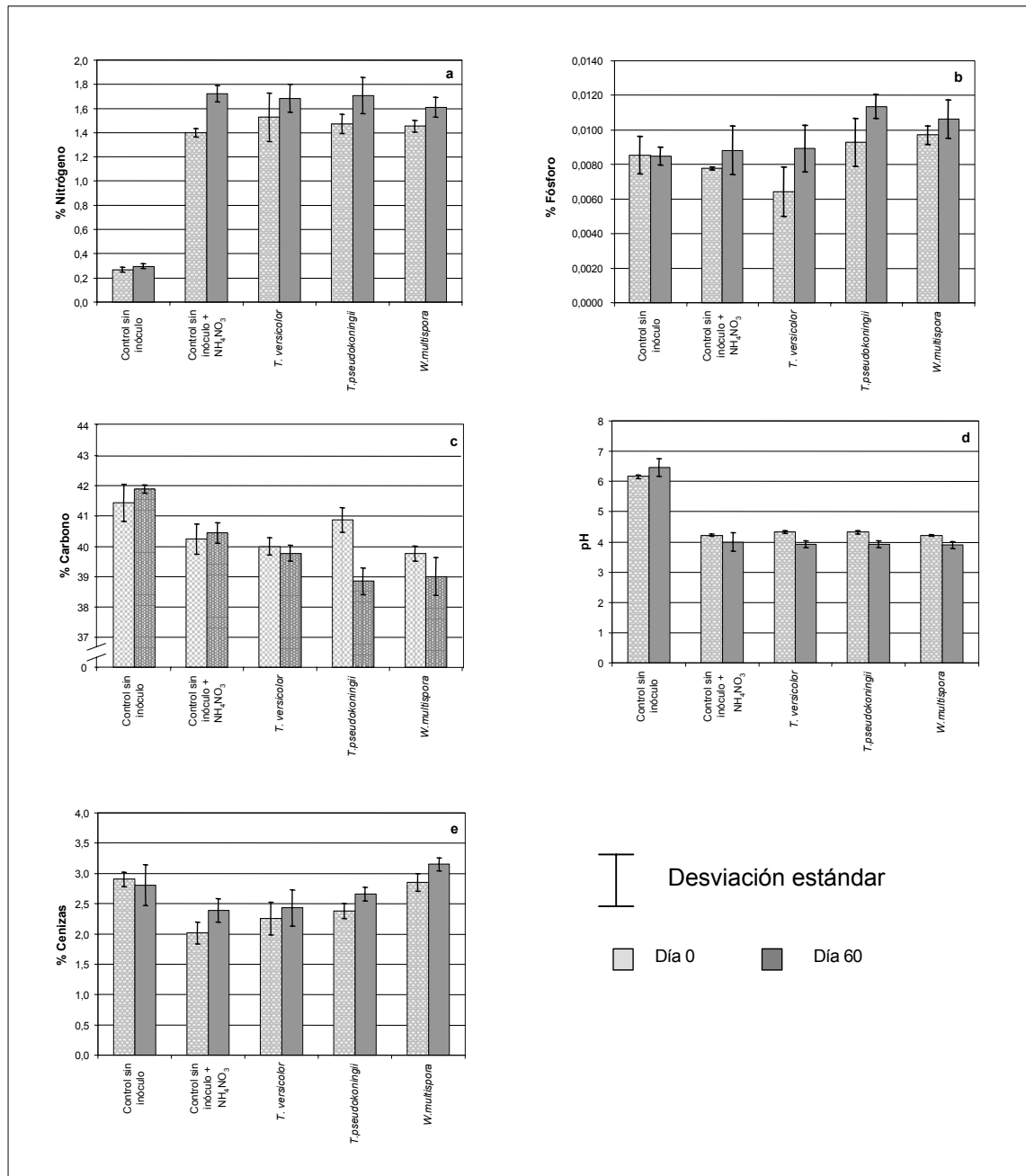


FIGURA 2. Determinación de los constituyentes químicos inorgánicos de la paja de trigo sometida a degradación durante 60 días. a) Nitrógeno total; b) fósforo total; c) carbono total; d) pH y e) cenizas.

Los resultados para los tratamientos que incluyeron cepas fúngicas y el tratamiento control sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 presentan una cantidad relativa mayor para nitrógeno debido a la adición de NH_4NO_3 , variando entre 1,40% y 1,53% para los distintos tratamientos en el tiempo cero (Anexo 2).

Como se observa en la Figura 2a, sólo el tratamiento paja control sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 y el tratamiento con la cepa *W. multispora* presentaron un aumento significativo de nitrógeno entre el tiempo cero y los 60 días de incubación. Los tratamientos paja de trigo tratada con la cepa control *T. versicolor* y paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii* presentan aumento del contenido de nitrógeno, pero sin significancia estadística (Anexo 2). El aumento de nitrógeno indicaría que podría existir degradación según lo observado por OLAVARRIA (2000). Por su parte, VERANO y BURGÉS (1989) indican que si existe pérdida de celulosa existiría un aumento de nitrógeno, coincidiendo también MERRILL y COWLING (1966), quienes indican que una pérdida de peso en madera trae un incremento de nitrógeno. La paja de trigo tratada con *W. multispora*, fue el único tratamiento donde existió aumento de nitrógeno con significancia estadística, coincidiendo con un aumento significativo de lignina.

En la Figura 2b se observa la variación del fósforo total para los tratamientos sometidos a degradación, los valores obtenidos van desde un 0,0064 a un 0,0097%. Estos valores relativamente bajos se explican debido a que el material utilizado era esencialmente tallos, los cuales poseen menor concentración de fósforo que las hojas y estos resultados fueron menores a los obtenidos por OLAVARRIA (2000). Con el propósito de respaldar estos resultados, se procedió a realizar un análisis paralelo con plantas de trigo provenientes de un experimento de fertilización fosforada a las cuales se les determinó fósforo total para espiga, hojas y tallos (Cuadro 8). Según lo que se observa en el cuadro, la causa de la baja cantidad de fósforo estaría dado por la utilización exclusiva de tallos en el presente ensayo.

CUADRO 8. Concentración de fósforo total en planta de trigo.

Concentración de fósforo	Partes de la planta de trigo		
	Espigas	Hojas	Tallos
% P	0,13	0,021	0,006

Para el fósforo se observa una tendencia general de los tratamientos a aumentar, sin embargo, en ninguno de ellos se presentan diferencias estadísticas significativas (Anexo 2). En el mismo anexo se puede observar que para el tiempo cero existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que indica una distribución heterogénea del fósforo, para el tiempo 60 días existe una diferencia significativa entre los tratamientos, destacándose el tratamiento paja de trigo tratada con la cepa *T. pseudokoningii*, lo que según OLAVARRIA (2000), indicaría degradación de la paja de trigo desde el punto de vista del fósforo. OLAVARRIA (2000) encontró que a medida que la biomasa disminuía el contenido de fósforo aumentaba, de forma similar a lo ocurrido para nitrógeno.

En la Figura 2c, se puede observar las concentraciones relativas de carbono para paja de trigo sometida a biodegradación durante 60 días. Los valores oscilan entre un 41,44% para el tratamiento paja control sin inóculo y un 39,77% para el tratamiento que incluye la cepa *W. multispora*, existiendo diferencias significativas en el tiempo cero, distanciándose el tratamiento paja control sin inóculo de los otros tratamientos (Anexo 2). Los valores coinciden con OLAVARRIA (2000), quien determinó una concentración de 40,64% para la paja de trigo al tiempo inicial de su degradación, y coincide con COLLINS *et al.* (1990a y 1990b) con un 41,4 y 42,7% para paja de trigo. De acuerdo a lo que se observa en la Figura 2c, sólo el tratamiento que incluye la cepa *T. pseudokoningii* exhibe una disminución significativa respecto del tiempo cero, lo que indica que desde el punto de vista del carbono existe degradación de la

paja de trigo inoculada con *T. pseudokoningii*. A los 60 días de incubación existe un comportamiento que presenta a los tratamientos paja de trigo tratada con *T.pseudokoningii* y paja de trigo tratada con *W. multispora* distanciándose del tratamiento paja control sin inóculo y de la paja control sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 en forma significativa (Anexo 2). Estas disminuciones coinciden con lo expuesto por otros autores que indican una disminución del contenido total del carbono, cuando existe degradación. Esto se explicaría ya que los microorganismos utilizarían el carbono como fuente de energía y existiría pérdida por la respiración expresada como CO_2 (COLLINS *et al.*, 1990a y 1990b; MADHULIKA *et al.*, 1996; OLAVARRIA, 2000). También estos resultados coinciden con FOGARTY y KELLY (1990), quienes postulan que fracciones de celulosa son utilizados como fuente de energía y transformados a CO_2 por microorganismos aerobios como bacterias y hongos.

Con respecto a los tratamientos que incluyeron paja de trigo inoculada con la cepa control *T. versicolor* y paja de trigo tratada con *W. multispora* en su variación entre los dos tiempos, existió disminución pero esta no fue significativa.

Además de los parámetros químicos inorgánicos, se midieron la variación del pH de la paja de trigo y la cantidad de cenizas.

En la Figura 2d, se aprecia la variación del pH para los tratamientos sometidos a degradación durante 60 días. Para el tiempo cero del ensayo se observa una disminución significativa del pH en los tratamientos de partidas de paja adicionada de NH_4NO_3 (control sin inóculo adicionado de NH_4NO_3 , control *T. versicolor*, *T. pseudokoningii* y *W. multispora*), respecto del control sin inóculo, esta disminución se debe a la adición de NH_4NO_3 , el cual posee una reacción ácida (Anexo 2). Como se puede observar en la Figura 2d, el pH de la paja (control sin inóculo) es mas bien neutra (6,16), el cual coincide con los

resultados obtenidos por OLAVARRIA (2000). Además, se observa que todos los tratamientos que incluye alguna cepa fúngica presentan una disminución del pH entre el tiempo cero y 60 días de incubación en forma significativa. Según OLAVARRIA (2000), los hongos de importancia lignocelulósica prefieren ambientes ácidos, por lo tanto el pH que presenta el sustrato adicionado de NH_4NO_3 sería óptimo. El mismo autor señala que los hongos producto de su propio metabolismo acidificarían el medio, por lo tanto lo observado en el presente estudio para el parámetro pH, coincide con antecedentes previos. KISHAN *et al.* (1993) indican que de un pH inicial en paja de trigo, de 9,82 disminuyó a 9,62-9,7, debido presumiblemente por la descomposición de productos linocelulósicos. ZIBILSKE (1999) indica que la disminución del pH del medio se debería a la producción de ácidos orgánicos durante la descomposición de carbohidratos y lípidos.

En la Figura 2e, se puede observar los contenidos relativos de cenizas para paja de trigo antes y después de ser sometidas a descomposición por microorganismos. Los valores obtenidos son similares a los obtenidos por OLAVARRIA (2000), alrededor de 3,9% y son casi la mitad del contenido de cenizas obtenidos por COLLINS *et al.* (1990a y 1990b) para tallos de trigo con un 6,3%. Estas diferencias se pueden deber a condiciones de suelo y estado nutricional del cultivo, lo que incidiría en el contenido de minerales absorbidos (Anexo 2).

4.2 Determinación de la actividad biológica en suelos adicionados de paja de trigo previamente degradada. Para determinar la actividad biológica en suelos adicionados de paja de trigo predegradada se procedió a evaluar la respiración actual de los suelos mediante el método de campanas de respiración (STEUBING *et al.*, 2002).

En las Figuras 3 y 4 se aprecia la respiración para 2 suelos de la Décima Región (trumao y rojo arcilloso), y sus respectivos tratamientos para los tiempos 0, 7, 15, 30, 60 y 90 días. Cada tiempo está representado por el promedio de 3 repeticiones, las barras de error representan la desviación estándar. Se observa en las Figuras 3A y 4A que el tratamiento suelo control esterilizado no presenta medición al tiempo cero debido a que se procedió a esterilizarlo posterior a la primera medición.

4.2.1 Actividad biológica en suelo trumao. Según SINGH y GUPTA (1977), la respiración del suelo está gobernada por dos factores principales, la humedad del suelo y la temperatura, además del estado nutricional del suelo y prácticas culturales. En la Figura 3A y 3B se muestra la respiración actual del suelo trumao al cual se le incorporó paja de trigo previamente degradada, proveniente de los tratamientos mencionados en el punto 4.1.

Las concentraciones de CO₂ presentadas en la Figura 3A, muestran la respiración actual (*in situ*) para el suelo control. Se puede ver que las concentraciones varían entre 190,3 y 341,7 mg CO₂ m⁻² h⁻¹, estos valores coinciden con los rangos planteados por SINGH y GUPTA (1977), los cuales observaron que la respiración actual para sistemas pratenses del sur de Dakota medidos por absorción alcalina pueden llegar a 540 mg CO₂ m⁻² h⁻¹. Además indican que muchas de las mediciones en praderas de clima templado poseen concentraciones por bajo los 500 mg CO₂ m⁻² h⁻¹.

Lo observado en la Figura 3, muestra un aumento de la respiración después de 7 días de incorporada la paja de trigo al suelo, en donde los microorganismos responden en forma positiva a la incorporación. Luego la tendencia de la respiración es a disminuir, donde hubo oscilaciones en las cantidades de CO₂ medidas a través del tiempo.

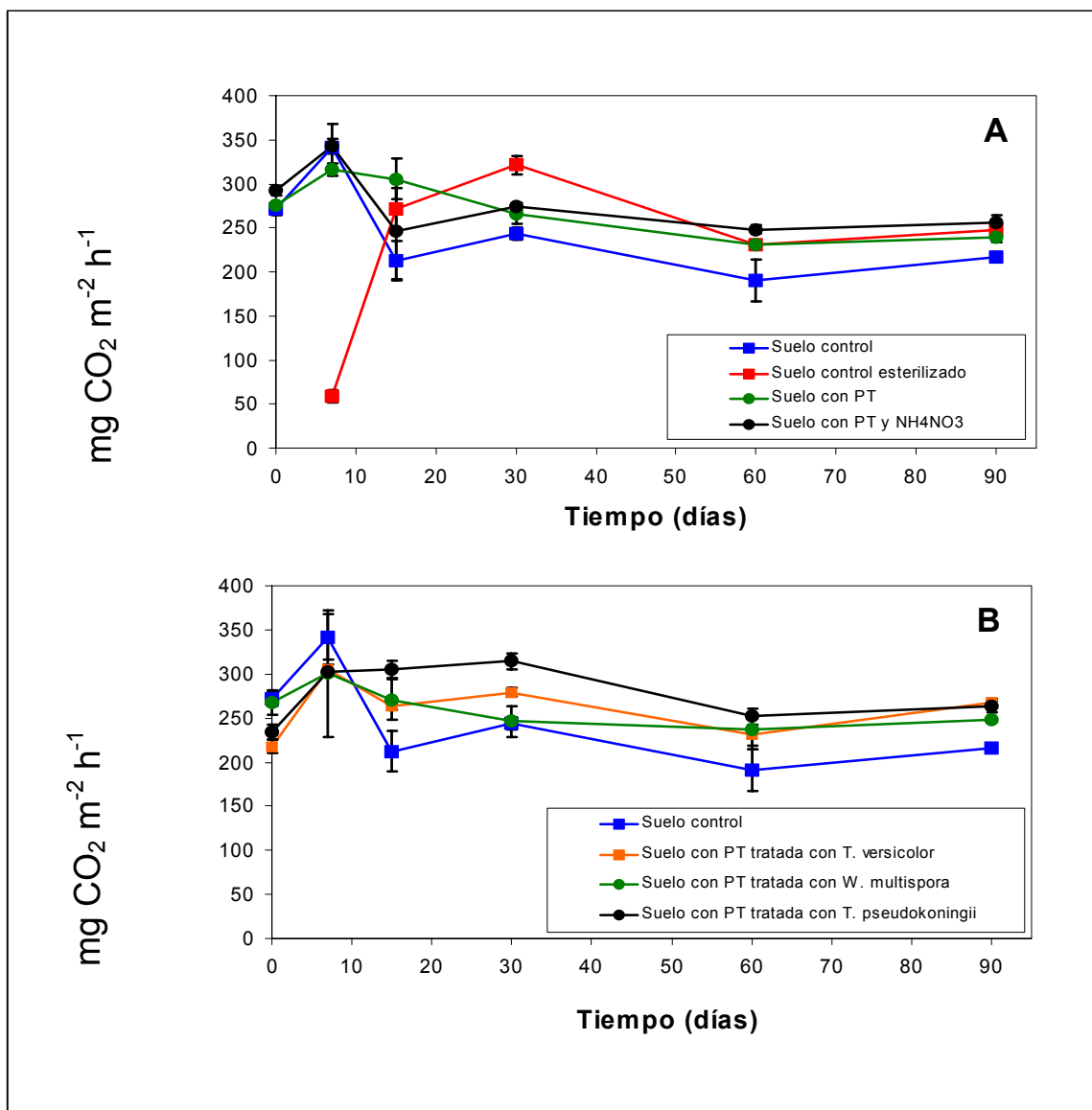


FIGURA 3. Respiración actual en suelo trumao sometido a incorporación de paja de trigo degradada con cepas fúngicas seleccionadas. A) Respiración actual para suelo control, suelo control esterilizado, suelo con PT y suelo con PT y NH₄NO₃; B) Respiración actual para suelo control, suelo con PT tratada con *T. versicolor*, suelo con PT tratada con *W. multispora* y suelo con PT tratada con *T. pseudokoningii*. *PT= paja de trigo.

La respiración actual en los tratamientos para el tiempo cero muestran un aumento significativo para el suelo adicionado con paja de trigo tratada con NH_4NO_3 , (Figura 3A) con un valor de $292,6 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (Anexo 3). Respecto a los tratamientos que incluyen paja degradada con cepas fúngicas (Figura 3B), para el tiempo cero son menores que el suelo control en forma significativa. Destacando sólo el suelo adicionado de paja tratada con *W. multispora*, el cual presentó una respiración estadísticamente igual al suelo control (Figura 3B). Estas diferencias se pueden deber al movimiento del suelo provocado en la incorporación de paja de trigo, lo cual provocaría flujos de CO_2 diferente en los tratamientos.

Al cabo de 7 días existe un aumento de la respiración actual del suelo para todos los tratamientos, pero no superando al suelo control, siendo todos estadísticamente iguales (Figura 3A y 3B). CURTIN *et al.* (1998) observaron que la respiración del suelo responde rápidamente a la incorporación de paja de trigo (primeros 2 días) y en forma positiva, además, hacen mención que la paja incorporada al suelo aumenta la respiración del suelo más que la paja que es dejada en la superficie. Sin embargo no señalan que factores influyen en el aumento de la respiración. El aumento de la respiración al día 7 se debería probablemente, a la utilización de los componentes citoplasmáticos que existen en los residuos, que en su mayoría son de bajo peso molecular, los cuales presentan una baja relación C/N (≈ 5), y son de fácil utilización, dejando componentes estructurales tales como celulosa, ligninas y polisacáridos estructurales, los cuales se caracterizan por falta de N, resistencia química y algún grado de inhibición enzimática (McHILL *et al.*, 1981). Además el aumento en las concentraciones de CO_2 al día 7 correspondería a la etapa de adaptación al nuevo sustrato.

Al tiempo 7 días se incluyó el tratamiento suelo esterilizado (Figura 3A), en la figura se aprecia una baja respiración para este tratamiento ($58,9 \text{ mg CO}_2$

$\text{m}^{-2} \text{h}^{-1}$), indicando una disminución a causa de la muerte casi total de los microorganismos presentes en el suelo.

Por otra parte, el aumento de la temperatura media diaria registrada en el presente estudio, incidirían en el aumento de la respiración. SINGH y GUPTA (1977), indican que en bosques la respiración se incrementa en forma exponencial con un Q_{10} de 3,2 para temperaturas entre 5 y 15°C. KUMAR y GOH (2000), señalan que la influencia de la temperatura en la descomposición de residuos incorporados al suelo presentan un Q_{10} de aproximadamente 2. Además del aumento en la temperatura, la medición del día 7 coincide con precipitaciones, lo cual incidiría en el desplazamiento de la fase gaseosa del suelo y provocaría un aumento en la respiración (Anexo 16). SINGH y GUPTA (1977), hacen mención al desplazamiento del aire del suelo causado por el agua proveniente de la lluvia.

A los 15 días se observó una disminución en todos los tratamientos excepto para el suelo adicionado con paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii* (Figura 3B), el cual aumentó la respiración respecto a la medición anterior pero no diferenciándose estadísticamente. El tratamiento con adición de paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii*, no se diferenció del tratamiento suelo adicionado con paja (Figura 3A y 3B).

A los 30 días la respiración actual del suelo presenta una tendencia clara al aumento, respecto a la medición anterior. Sólo los tratamientos de suelo adicionado de paja y el suelo adicionado de paja tratada con *W. multispora*, presentan una disminución respecto a la medición anterior. El tratamiento que incluyó paja tratada con *T. pseudokoningii* presentó una mantención en la respiración, igualándolo sólo el suelo esterilizado. El suelo esterilizado presenta un aumento estadístico significativo respecto a su medición anterior y demás tratamientos. Según MCGILL *et al.* (1981) el más

rápido retorno a la actividad de ciertos microorganismos, es debido, a que la acción de esterilizar o fumigar el suelo afecta más a los organismos predadores; debido a esto, los organismos tienen la posibilidad de desarrollarse antes de ser alcanzados por sus competidores, luego de un tiempo la actividad disminuye. STEVENSON y COLE (1999), indican que el aumento que se presenta luego de una fumigación o esterilización, se debe probablemente a la degradación de las células microbiales muertas en el tratamiento y que posteriormente son utilizadas por los nuevos microorganismos colonizadores.

Al día 60 existe una disminución de la respiración en todos los tratamientos (Figura 3A y 3B). Se mantiene la mayor respiración por parte del suelo incorporado con paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii*. La disminución de la respiración después del aumento del día 7, coincide con lo planteado por CURTIN *et al.* (1998) quienes señalan que los flujos de CO₂ decrecen con el tiempo, después de haber experimentado un aumento en la respiración.

En la misma figura se puede apreciar que para el tiempo 90 días existe una diferenciación clara de todos los suelos donde se incorporó paja de trigo en relación al suelo control, sin embargo sólo el suelo con paja tratada con *T. versicolor* y suelo con paja tratada con *T. pseudokoningii* se diferenciaron para el mismo tiempo de los controles suelo y suelo esterilizado (Anexo 3). CURTIN *et al.* (1998) indican que el flujo de CO₂ se mantiene constante después de experimentar una disminución, y que al final del experimento pueden existir aumentos de la respiración.

4.2.2 Actividad biológica en suelo rojo arcilloso. En la Figura 4A y 4B se observa la respiración actual del suelo rojo arcilloso al cual se le incorporó paja de trigo previamente degradada, proveniente de los tratamientos mencionados en el punto 4.1.

Las concentraciones de CO₂ que se indican en la Figura 4A y 4B corresponden a la respiración actual (*in situ*). Para el suelo control, se puede apreciar que los valores van desde 121,7 a 249,9 mg CO₂ m⁻² h⁻¹, estos valores visiblemente más bajos (en comparación al suelo trumao), corresponden a un suelo rojo arcilloso que se encontraba degradado química y físicamente.

SINGH y GUPTA (1977), señalan que existe una relación lineal entre la tasa de difusión del CO₂ y la porosidad del suelo. Además indican que la estructura del suelo afecta la diseminación de los propágulos y su desarrollo, así como el crecimiento de hongos y bacterias.

Lo observado en la Figura 4, muestra que, en general, los microorganismos responden en forma positiva a la incorporación de paja de trigo, presentando un aumento en la respiración a los 7 días después de haber incorporado paja. Luego la tendencia de la respiración es a la disminución y a mantener estas magnitudes con cierta variación a través del tiempo, experimentando un aumento al final del experimento respecto a la medición anterior.

En la Figura 4B, se observa el tratamiento de suelo con paja de trigo tratada con la cepa *W. multispora*, el cual al día cero se separa significativamente de los demás tratamientos, esto se debería probablemente al movimiento y disturbación del suelo en la aplicación de la paja. La respiración más baja se presenta en el tratamiento de suelo adicionado de paja de trigo tratada con *T. pseudokoningii*, (Figura 4B). Los demás tratamientos mostraron concentraciones estadísticamente iguales.

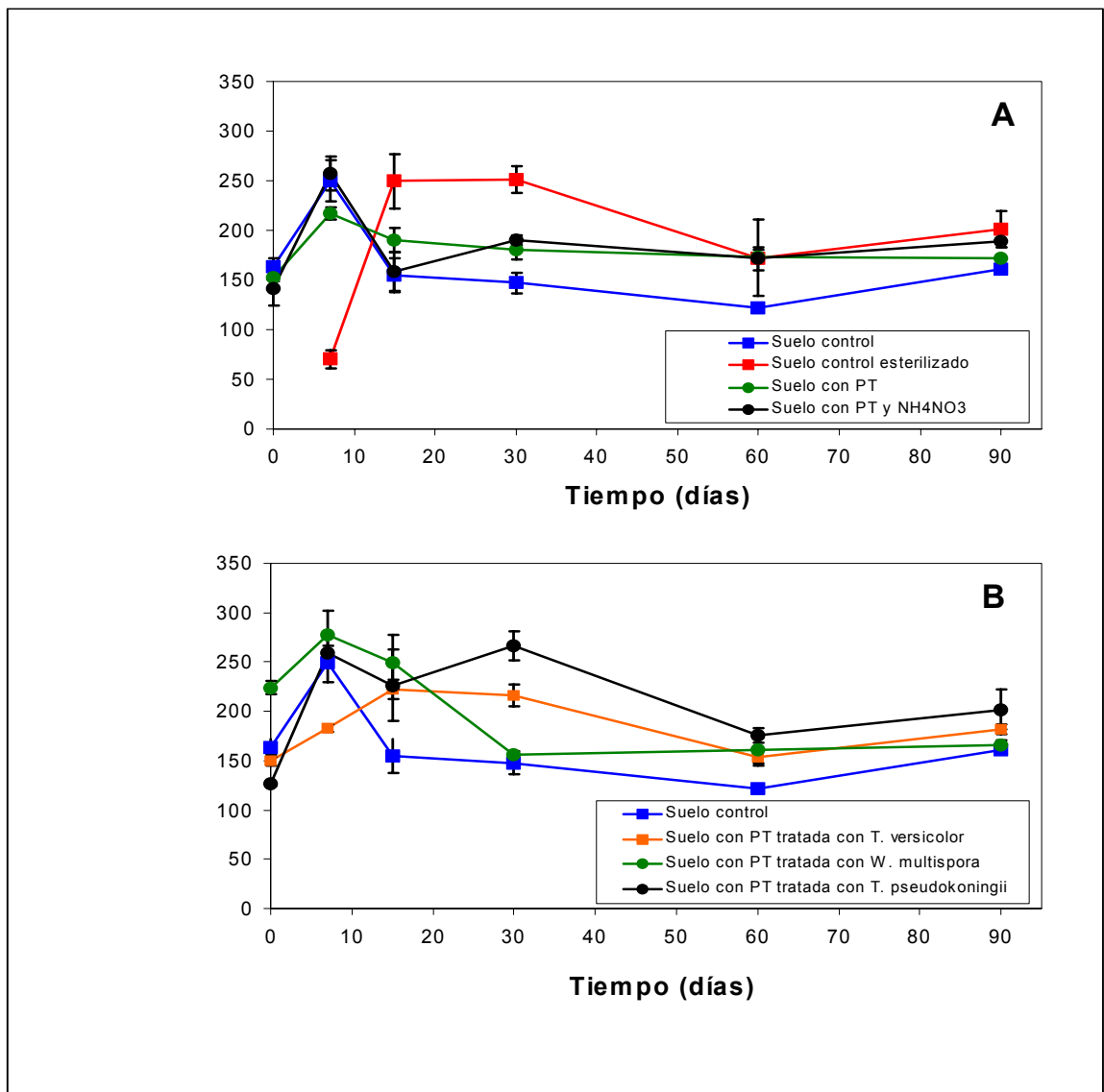


FIGURA 4. Respiración actual en suelo rojo arcilloso sometido a incorporación de paja de trigo degradada con cepas fúngicas seleccionadas. A) Respiración actual para suelo control, suelo control esterilizado, suelo con PT y suelo con PT y NH₄NO₃; B) Respiración actual para suelo control, suelo con PT tratada con *T. versicolor*, suelo con PT tratada con *W. multisporea* y suelo con PT tratada con *T. pseudokoningii*. *PT= paja de trigo.

La respiración medida para el día 7, presenta un aumento respecto de la medición del día cero y significativa para todos los tratamientos respecto de su medición anterior (Anexo 3). Este aumento, al igual que lo señalado para el suelo trumao sería la respuesta a la disponibilidad de sustancias de bajo peso molecular, en su mayoría constituyentes metabólicos de los residuos (McGILL *et al.*, 1981). Además, las mediciones coinciden con un alza de las temperaturas medias diarias de los días anteriores y precipitación, lo que probablemente incidiría en el aumento de la respiración del suelo (Anexo 16). Respecto a lo expuesto anteriormente CURTIN *et al* (2000), indica que altos valores en la respiración de suelos sometidos a incorporación de paja, se deben a altas precipitaciones anteriores a la medición.

Entre los tratamientos para el día 7, ninguno se separa estadísticamente del control, excepto el suelo adicionado con paja tratada con la cepa control *T. versicolor* y el suelo control esterilizado. Respecto al suelo estéril la respiración es baja ($70,3 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) debido a la muerte casi total de los microorganismos.

En el día 15 existió una disminución en los tratamientos suelo control, suelo adicionado con paja control y suelo adicionado de paja control tratado con NH_4NO_3 , en relación a la medición anterior. Por otro lado, los suelos adicionados de paja de trigo tratados con cepas fúngicas se mantuvieron iguales estadísticamente o aumentaron (Figura 4A y 4B). En relación al control suelo esterilizado se produce un aumento de la respiración producto de una mayor disponibilidad de nutrientes. Al igual que en el suelo trumao, los argumentos presentados por McGILL *et al.* (1981) y STEVENSON y COLE (1999) sirven para explicar el aumento de la respiración en un suelo previamente esterilizado. En la Figura 4A, se observa que existe un aumento de la actividad biológica en el suelo esterilizado y que esta se mantiene hasta el día 30, luego decae, esta situación no se presentó en el suelo trumao (Figura

3A), probablemente por las distintas poblaciones microbianas que presentan ambos suelos.

En el día 30 no existe mayor variación de los tratamientos con respecto a la medición anterior, la respiración se mantiene constante, sólo el tratamiento suelo adicionado de paja tratada con la cepa *W. multispora* presenta una disminución en la cantidad de CO₂ medido. Entre los tratamientos existe un aumento respecto del suelo control, sólo el suelo adicionado de paja tratada con la cepa *W. multispora* es igual estadísticamente al suelo control. Los tratamientos se diferencian del control suelo esterilizado, presentando niveles de CO₂ más bajos, siendo estadísticamente igual la respiración del tratamiento suelo adicionado de paja tratada con *T. pseudokoningii* (Figura 4A y 4B; Anexo 3).

Para el día 60 se presenta una disminución de la respiración en relación de la medición anterior para el control suelo esterilizado, suelo adicionado de paja tratada con la cepa control *T. versicolor* y para el suelo adicionado de paja de trigo tratada con la cepa *T. pseudokoningii*. Esta disminución en la respiración es coincidente con CURTIN *et al.* (2000) quienes indican que el flujo de CO₂ del suelo recobra sus niveles normales luego de transcurrido un cierto tiempo.

Las mediciones para el día 90, indican una tendencia a la mantención de la respiración, presentando aumentos respecto a la medición anterior en los tratamientos que fueron incorporados de paja y también el suelo control. Esta tendencia es similar a lo obtenido por CURTIN *et al.* (1998) quienes encontraron que el flujo de CO₂, luego de un aumento inicial, presenta una disminución que se mantiene constante a través del tiempo, experimentando un aumento al final del ensayo.

4.2.3 Determinación de nitrógeno ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$), como parámetro de la actividad biológica, en suelo trumao y rojo arcilloso. La cantidad de nitrógeno contenido en las partidas de paja adicionadas a los suelos no proporcionan una fuente rica de este elemento como para esperar un aumento o un cambio atribuible al ingreso de residuos en cortos períodos. En los Cuadros 9 y 10 se aprecian las cantidades determinadas de nitrógeno disponible ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$), en ambos suelos se aprecia una tendencia general a disminuir a través del tiempo, sin embargo no se puede atribuir a la actividad microbial en forma certera, debido a las pérdidas que se producen por lixiviación de nitratos, respecto a este fenómeno URBANO (1989), indica que las formas nítricas se encuentran libres en la solución del suelo, estando disponibles tanto para plantas como para microorganismos, pero también susceptibles a ser arrastrados del perfil del suelo por las lluvias. En los períodos de medición existió precipitación que pudo afectar las cantidades medidas (Anexo 16). Se sabe que mientras el nitrógeno no salga de la profundidad enraizable este puede ser recuperado, sin embargo el presente estudio no considero la siembra de ningún tipo de plantas, y el suelo permaneció desnudo, facilitando la pérdida de nitratos por lixiviación. No obstante lo anterior la alta relación C/N que posee la paja incorporada al suelo, es el principal problema en la mineralización de sus componentes, y la neoproteínización por lo tanto suele ser baja en condiciones de pH ácido y bajas temperaturas (URBANO, 1989). Debido a lo planteado no se puede asegurar que los cambios presentados para nitrógeno sean atribuibles a una inmovilización alta por parte de microorganismos.

CUADRO 9. Determinación de nitrógeno disponible (ppm NO₃ + NH₄) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao.

Tiempo y tratamiento	Días				
	0	15	30	60	90
	ppm NO ₃ + NH ₄				
SC	25,1 (a)ab	26,0 (a)b	25,7 (a)b	24,7 (a)ab	22,3 (a)a
SCE	25,1 (a)a	24,5 (a)a	24,8 (a)a	24,8 (a)a	24,6 (a)a
S+PT	25,1 (a)a	24,0 (a)a	25,3 (a)a	24,6 (a)a	23,8 (a)a
S+PT+N	25,1 (a)a	25,8 (a)a	24,4 (a)a	25,1 (a)a	23,9 (a)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	25,1 (a)a	25,4 (a)a	25,1 (a)a	25,6 (a)a	24,1 (a)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	25,1 (a)a	25,8 (a)a	24,8 (a)a	25,3 (a)a	24,5 (a)a
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	25,1 (a)a	25,3 (a)a	24,9 (a)a	24,4 (a)a	23,6 (a)a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila (P<0.05).

SC = Suelo Control

S+PT+N= Suelo más paja tratada conNH₄NO₃

SCE = Suelo control esterilizado

S+PT+ *T. versicolor* = Suelo más paja tratada conNH₄NO₃ y la cepa indicada (lo mismo ocurre para las cepas seleccionadas

S+PT = Suelo más paja

W. multispora y *T. pseudokoningii*).

CUADRO 10. Determinación de nitrógeno disponible (ppm NO₃ + NH₄) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso.

Tiempo y tratamiento	Días				
	0	15	30	60	90
	ppm NO ₃ + NH ₄				
SC	9,4 (a)a	8,9 (a)a	8,6 (a)a	8,1 (a)a	8,0 (a)a
SCE	9,4 (a)a	9,0 (a)a	8,8 (a)a	8,3 (a)a	7,3 (a)a
S+PT	9,4 (a)a	9,3 (a)a	8,5 (a)a	8,4 (a)a	7,4 (a)a
S+PT+N	9,4 (a)b	9,9 (a)b	8,5 (a)ab	8,6 (a)ab	7,7 (a)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	9,4 (a)b	10,0 (a)b	8,8 (a)ab	9,0 (a)ab	7,8 (a)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	9,4 (a)bc	10,2 (a)c	9,1 (a)abc	8,2 (a)ab	8,1 (a)a
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	9,4 (a)ab	10,1 (a)b	9,3 (a)ab	9,3 (a)ab	8,3 (a)a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila (P<0.05).

4.2.4 Determinación del P-Olsen como parámetro de la actividad biológica, en suelo trumao y rojo arcilloso. El ciclo del P es un sistema dinámico que envuelve al suelo, plantas y microorganismos (STEVENSON Y COLE, 1999). El P se encuentra formando parte de una fracción pasiva y otra activa, en donde la fracción pasiva es el resultado de reacciones de adsorción en el que el P queda retenido dentro de las arcillas y de óxidos de Fe y Al, reacciones de precipitación y reacciones con materia orgánica muy estabilizada del suelo (RODRIGUEZ *et al.*, 2001). Los suelos derivados de cenizas volcánicas, principalmente los Andisols, presentan condiciones mineralógicas y químicas que los predisponen a presentar una elevada capacidad de retención de fósforo, debido principalmente a su alto contenido de arcillas alofánicas (EPPLE, 2000). Según lo anteriormente expuesto, es lógico que no existan diferencias significativas en los tratamientos adicionados de paja de trigo (Cuadro 11 y 12), debido principalmente a las bajas cantidades encontradas en la paja (0,006-0,01 g/100g), lo que equivale a 0,456-0,76 kg de P/ha, incorporando residuos de una producción de 55 qqm/ha de trigo. Para aclarar porque no existe un aumento de P se puede explicar mediante un ejemplo sencillo; para elevar en 1 ppm de P-Olsen la fertilidad de un suelo trumao se necesitan 12 kg P/ha (RODRIGUEZ *et al.*, 2001). Por lo tanto, la aplicación de paja de trigo no elevaría el nivel de P del suelo determinado mediante el método Olsen (NaHCO_3 , pH 8,5). Esto implicaría incorporar una cantidad tal de paja para elevar en 1 ppm de P-Olsen que excedería con creces la capacidad técnica en una labor de campo. En los Cuadros 11 y 12, se aprecian las cantidades de P-Olsen determinadas para ambos suelos en tratamiento.

CUADRO 11. Determinación de fósforo (ppm de P-Olsen) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao.

Tiempo y tratamiento	Días									
	0		15		30		60		90	
ppm de P-Olsen										
SC	27,9	(a)a	28,0	(a)a	28,3	(a)a	28,2	(a)a	28,1	(a)a
SCE	27,9	(a)a	27,9	(a)a	26,4	(a)a	27,3	(a)a	27,7	(a)a
S+PT	27,9	(a)a	27,5	(a)a	27,7	(a)a	27,3	(a)a	27,6	(a)a
S+PT+N	27,9	(a)a	27,7	(a)a	28,1	(a)a	27,3	(a)a	27,8	(a)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	27,9	(a)a	27,1	(a)a	28,7	(a)a	26,1	(a)a	26,8	(a)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	27,9	(a)a	27,5	(a)a	28,3	(a)a	27,1	(a)a	27,7	(a)a
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	27,9	(a)a	27,5	(a)a	29,0	(a)a	27,8	(a)a	28,4	(a)a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila ($P < 0.05$).

CUADRO 12. Determinación de fósforo (ppm de P-Olsen) a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso.

Tiempo y tratamiento	Días									
	0		15		30		60		90	
ppm de P-Olsen										
SC	1,4	(a)a	1,4	(a)a	1,6	(a)a	1,7	(a)a	2,0	(a)a
SCE	1,4	(a)a	1,4	(a)a	1,3	(a)a	1,4	(a)a	1,5	(a)a
S+PT	1,4	(a)a	1,7	(a)a	1,5	(a)a	1,3	(a)a	1,8	(a)a
S+PT+N	1,4	(a)a	1,5	(a)a	1,4	(a)a	1,6	(a)a	1,9	(a)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	1,4	(a)a	1,5	(a)a	1,2	(a)a	1,4	(a)a	1,7	(a)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	1,4	(a)a	1,4	(a)a	1,3	(a)a	1,5	(a)a	1,7	(a)a
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	1,4	(a)a	1,7	(a)a	1,7	(a)a	1,3	(a)a	1,7	(a)a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila ($P < 0.05$).

4.2.5 Determinación de la materia orgánica de los suelos. La variación de la materia orgánica del suelo es un proceso prolongado. Respecto a esta afirmación, WILD (1992), indica que fertilizaciones nitrogenadas durante 130 años hicieron variar levemente la materia orgánica del suelo respecto de las parcelas que no fueron fertilizadas, esto indicaría que el proceso de estabilización de la materia orgánica del suelo es un proceso lento. El autor citado anteriormente indica que praderas fertilizadas desde 1856 incrementaron el porcentaje de C en 0,3% respecto de una pradera sin fertilizar. Lo anteriormente expuesto indicaría que suelos adicionados de paja tratada con hongos degradadores durante un período de tiempo de 3 meses, no tendría un efecto sobre el aumento de la materia orgánica del suelo. Sin embargo autores indican que la materia orgánica del suelo esta formada por residuos frescos recién ingresados al suelo (animales y vegetales), y materia orgánica estabilizada WILD (1992), PRASAD y POWER (1997) y STEVENSON y COLE (1999). Esta materia orgánica fresca no sufrió un alto grado de degradación, y si colaboró con la materia orgánica del suelo no fue percibida por el método de determinación, tal vez con fraccionamiento del carbono del suelo o la determinación de carbonos solubles, se hubiese apreciado un cambio significativo. En los Cuadros 13 y 14 se aprecian los resultados para materia orgánica en los dos suelos adicionados de paja de trigo con y sin degradación por cepas fúngicas seleccionadas.

CUADRO 13. Determinación de la materia orgánica a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao.

Tiempo y tratamiento	Días				
	0	15	30	60	90
	% materia orgánica				
SC	15,2 (a)ab	15,3 (a)ab	15,1 (a)ab	15,5 (a)b	14,9 (a)a
SCE	15,2 (a)a	15,2 (a)a	15,1 (a)a	15,2 (a)a	14,9 (a)a
S+PT	15,2 (a)a	15,4 (a)a	15,6 (a)a	15,8 (a)a	15,4 (a)a
S+PT+N	15,2 (a)a	15,6 (a)a	15,7 (a)a	15,7 (a)a	15,3 (a)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	15,2 (a)a	15,2 (a)a	15,4 (a)a	15,2 (a)a	15,1 (a)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	15,2 (a)a	15,1 (a)a	15,0 (a)a	15,0 (a)a	14,9 (a)a
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	15,2 (a)a	15,2 (a)a	14,9 (a)a	15,4 (a)a	15,2 (a)a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila ($P < 0.05$).

CUADRO 14. Determinación de la materia orgánica a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso.

Tiempo y tratamiento	Días				
	0	15	30	60	90
	% materia orgánica				
SC	6,7 (a)a	6,3 (ab)a	6,1 (a)a	6,4 (a)a	6,5 (a)a
SCE	6,7 (a)a	6,5 (ab)a	6,4 (a)a	6,1 (a)a	6,1 (a)a
S+PT	6,7 (a)a	6,1 (ab)a	6,1 (a)a	6,3 (a)a	6,3 (a)a
S+PT+N	6,7 (a)a	6,1 (ab)a	6,1 (a)a	6,3 (a)a	6,3 (a)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	6,7 (a)a	6,0 (ab)a	6,7 (a)a	6,6 (a)a	6,3 (a)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	6,7 (a)a	6,9 (a)a	6,8 (a)a	6,9 (a)a	7,1 (a)a
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	6,7 (a)a	6,3 (b)a	6,1 (a)a	6,4 (a)a	6,5 (a)a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila ($P < 0.05$).

4.2.6 Determinación del pH de los suelos. Respecto del pH, en los Cuadros 15 y 16 se aprecian los valores para este parámetro en los dos suelos que

fueron incorporados con paja. En ellos se puede ver que los valores del pH para los tratamientos se mantienen a través del tiempo. En el suelo trumao hubo variación en el tratamiento de suelo que fue adicionado de paja tratada con el hongo *W. multispora*, presentado un aumento al tiempo 90 días respecto del tiempo 60 días (Cuadro 15). En el cuadro se aprecia también una variación entre los tratamientos para el día 30, aquí existe una variación significativa entre el suelo adicionado de paja control y el adicionado con paja tratada con *W. multispora*, también existe una diferencia en el día 90, entre el suelo esterilizado y los suelos con paja control con y sin nitrógeno.

Para el suelo rojo arcilloso también se presentaron ciertas variaciones (cuadro 16). El tratamiento que incorporó paja tratada con *W. multispora* mostró una variación al tiempo 60 días respecto del tiempo 0. El tratamiento con paja tratada con *T. pseudokoningii* también presenta un variación, esta ocurre al tiempo 30 días respecto del tiempo 0. Ambas variaciones corresponden a una disminución respecto del día 0. Al tiempo 30 días existe una disminución entre los tratamientos para *T. pseudokoningii*, respecto de los demás tratamientos.

Respecto del pH, WILD (1992) indica que valores bajos inciden en una baja descomposición de la materia orgánica fresca, no así en suelos con valores de pH >5,0, en donde la degradación es mayor.

CUADRO 15. Determinación del pH a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo trumao.

Tiempo y tratamiento	Días				
	0	15	30	60	90
	pH				
SC	4,7 (a)a	4,7 (a)a	4,7 (ab)a	4,6 (a)a	4,8 (ab)a
SCE	4,7 (a)a	4,7 (a)a	4,8 (ab)a	4,6 (a)a	4,6 (a)a
S+PT	4,7 (a)a	4,7 (a)a	4,7 (a)a	4,8 (a)a	4,9 (b)a
S+PT+N	4,7 (a)a	4,7 (a)a	4,6 (ab)a	4,7 (a)a	4,8 (b)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	4,7 (a)a	4,6 (a)a	4,6 (ab)a	4,6 (a)a	4,7 (ab)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	4,7 (a)ab	4,6 (a)ab	4,6 (a)ab	4,5 (a)a	4,7 (ab)ab
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	4,7 (a)a	4,6 (a)a	4,7 (ab)a	4,6 (a)a	4,8 (ab)a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila ($P < 0.05$).

CUADRO 16. Determinación del pH a través del tiempo para los tratamientos de suelo adicionados de paja y controles en suelo rojo arcilloso.

Tiempo y tratamiento	Días				
	0	15	30	60	90
	pH				
SC	5,6 (a)a	5,6 (a)a	5,6 (b)a	5,6 (a)a	5,5 (a)a
SCE	5,6 (a)a	5,4 (a)a	5,6 (b)a	5,5 (a)a	5,4 (a)a
S+PT	5,6 (a)a	5,5 (a)a	5,6 (b)a	5,5 (a)a	5,6 (a)a
S+PT+N	5,6 (a)a	5,5 (a)a	5,6 (b)a	5,5 (a)a	5,5 (a)a
S+PT+ <i>T.versicolor</i>	5,6 (a)a	5,5 (a)a	5,5 (ab)ab	5,5 (a)a	5,6 (a)a
S+PT+ <i>W.multispora</i>	5,6 (a)b	5,5 (a)ab	5,6 (ab)ab	5,3 (a)a	5,5 (a)ab
S+PT+ <i>T.pseudokoningii</i>	5,6 (a)b	5,4 (a)ab	5,4 (a)a	5,4 (a)ab	5,4 (a)ab

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila ($P < 0.05$).

5. CONCLUSIONES

Después de 60 días de incubación la paja de trigo tratada con nitrógeno fue parcialmente degradada por las cepas *T. pseudokoningii* y *W. multispora* lo que se reflejó en un aumento en el contenido relativo de lignina y en un aumento relativo de los extraíbles totales solo para la cepa *T. pseudokoningii*. No se observó un aumento en los contenidos relativos de celulosa, lo que indicaría una degradación de la celulosa en forma proporcional a su contenido.

La cepa *T. pseudokoningii* fue superior a la cepa control en la degradación de la paja de trigo ya que presentó una disminución en el contenido relativo de carbono después de la incubación, en conjunto a un aumento en los contenidos de lignina y extraíbles totales.

Las cepas seleccionadas cepas *T. pseudokoningii* y *W. multispora* tuvieron una mayor actividad biológica sobre la paja de trigo que la cepa control *T. versicolor* lo que se observó en disminución en el pH del sustrato y un aumento en el contenido de cenizas.

La paja tratada con la cepa *T. pseudokoningii* aumentó la actividad biológica de ambos suelos lo que se reflejó en una mayor evolución de CO₂ desde ambos suelos en comparación al suelo control.

Las concentraciones de CO₂ evolucionado desde los suelos evaluados fueron siempre mayores en el suelo trumao que en el suelo rojo arcilloso, probablemente debido a la mayor fertilidad fosforada y al mayor contenido de materia orgánica del suelo trumao.

La paja tratada con las cepas aplicadas como tratamiento no afectaron agronómicamente el contenido de N disponible, P-Olsen, materia orgánica ni el pH de los suelos.

En base a los antecedentes presentados anteriormente se aceptan las hipótesis de trabajo que señalan: “Al menos una de las cepas de hongos seleccionadas (*Westerdykella multispora* y *Trichoderma pseudokoningii*) presenta una alta capacidad para degradar paja de trigo, tratada con una fuente nitrogenada, en comparación a *Trametes versicolor*, y; que la incorporación de paja de trigo, previamente degradada por cepas fúngicas seleccionadas incrementa la actividad biológica del suelo”.

6. RESUMEN

Se evaluó la capacidad degradativa de dos cepas fúngicas seleccionadas desde suelos derivados de cenizas volcánicas: *Trichoderma pseudokoningii* y *Westerdikella multispora* y una cepa control *Trametes versicolor*, sobre paja de trigo previamente sometida a pasteurización y con adición de NH_4NO_3 . Como controles fueron incluidos paja de trigo y paja de trigo más NH_4NO_3 , ambas sin inóculo fúngico. Todos los tratamientos fueron realizados en triplicado y mantenidos durante 60 días en un invernadero. Al inicio y al final de las incubaciones se determinó los contenidos de celulosa, lignina, extraíbles totales, N, P, C totales, cenizas y pH. Las pajas tratadas con las cepas fúngicas presentaron una disminución no significativa del contenido de celulosa pero un aumento significativo del contenido de lignina. El contenido de extraíbles totales sólo en la paja tratada con *T. pseudokoningii* aumentó significativamente, la cual además presentó una disminución significativa del contenido de C. Por su parte, solo en las pajas tratadas con *W. multispora* se determinó un aumento significativo del N. Para el contenido de P total no se determinaron aumentos significativos. En todos los tratamientos con cepas fúngicas el pH disminuyó y las cenizas presentaron un aumento significativo en los tratamientos que incluyeron solo las cepas seleccionadas.

Cumplido el período de incubación de la paja, se procedió a incorporarla en dos suelos del sur de Chile (trumao y rojo arcilloso), con el propósito de evaluar la actividad biológica durante un período de 90 días. Se midieron las concentraciones de CO_2 , nitrógeno disponible, P-Olsen, materia orgánica y el pH. Las mediciones se realizaron al tiempo 0, 15, 30, 60 y 90

días, además de una medición de la concentración de CO₂ al día 7. Las concentraciones de CO₂ presentaron un aumento para el día 7 en todos los tratamientos, seguido de una disminución que se mantuvo hasta el final del ensayo. En el suelo trumao el tratamiento suelo adicionado de paja tratada con *T. pseudokoningii* presentó las mayores concentraciones de CO₂ entre los tratamientos con cepas fúngicas. Para el suelo rojo arcilloso, existió una actividad similar al suelo trumao pero con concentraciones de CO₂ menores. Los tratamientos que incorporaron paja de trigo sin inóculo fúngico presentaron, en general, concentraciones de CO₂ mayores que el suelo control. No se presentaron variaciones en los contenidos de nitrógeno disponible, P-Olsen, materia orgánica ni variación del pH, que pudieran ser atribuidas a la incorporación de paja.

SUMMARY

The wheat straw decay ability of two selected fungi strains *Trichoderma pseudokoningii* and *Westerdikella multisporea*, from soils derived from volcanic ashes, and *Trametes versicolor* CBS as a reference strain, were evaluated over a previously pasteurised straw treated with NH_4NO_3 addition. As controls wheat straw, wheat straw plus NH_4NO_3 addition, both without fungi inoculation were used. All treatments were in three replicates and lasted for 60 days at a greenhouse. At the beginning and the end of the incubation period the cellulose, lignin, total extractable, total N, total P, total C, ashes content and pH were determined. The treated straw with fungi strains presents a non significant decrease on the relative cellulose content but a significant increase on the lignin content. The soluble C content increases and the total C content decreases on straw treated with *T. pseudokoningii*. Only on straw treated with *W. multisporea* it was detected a significant increase on N content. The total P content was not increase significantly on any of the treatments. All treatments with fungi strains the pH decreased and the ashes showed an increase in comparison with the selected strains.

After the incubation period, the straw was incorporated in two soils of south of Chile (Hapludand and Palehumult), with the aim of evaluating the biologic activity during a 90 days period. The CO_2 evolution, available N, P-Olsen, organic matter and pH was measured, at 0, 15, 30, 60 and 90 days after straw addition. Additionally CO_2 evolution was recorded at day 7 after straw addition. The CO_2 values showed an increase at day 7 in all treatments, followed by a decrease until the end of the period of evaluation. On the Hapludand treated with straw and *T. pseudokoningii* showed the higher CO_2

evolution of the fungi strains treatments. The Palehumult showed a similar activity, but the CO₂ evolution was lower than that observed on the Hapludand. Treatments with wheat straw without inoculated fungi strains showed a CO₂ evolution greater than the control. There were not changes on the content of available N, P-Olsen, organic matter and pH.

7. BIBLIOGRAFIA

ALEXANDER, D. 1999. Bacteria and archaea. In: Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. pp: 44-71.

ALEXANDER, M. 1980. Introducción a la Microbiología de suelo. AGT. México. 491 p.

BEARE, M., WILSON, P., FRASER, P. y BUTLER, R. 2002. Management effects on barley straw decomposition, nitrogen release, and crop production. Soil Science Society of American Journal. 66 : 848-856.

BLACK, C., CLARK, F., ENSMINGER, L., EVANS, D. y WHITE, J. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. N° 9 Series Agronomy. American Society of Agronomy. Inc. Madison, Wisconsin. pp: 1191-1206; 1324-1345.

BLANCHETTE, R. 1991. Delignification by wood-decay fungi. Annual Review Phytopathology. 29: 381-398.

BOHN, H., McNEAL, B. y O'CONNOR, G. 1993. Cinética. In: Química del suelo. Limusa. México. pp: 72-81.

BUTTERWORTH, B. 1985. The straw manual: a practical guide to cost-effective straw utilization and disposal. E.&F.N. Spon. London, England. 212 p.

CARPENTER-BOGGS, L., KENNEDY, A y REGANOLD, J. 2000. Organic and biodynamic management. Soil Science Society of American Journal. 64 : 1651-1659.

COLLINS, H., ELLIOT, L., RICKMAN, R., BEZDICEK, D. y PAPENDICK, R. 1990a. Decomposition and interactions among wheat residue components. Soil Science Society of American Journal. 54 : 780-785.

COLLINS, H., ELLIOT, L., y PAPENDICK, R. 1990b. Wheat straw decomposition and changes in decomposability during field exposure. Soil Science Society of American Journal. 54 : 1013-1016.

CURTIN, D., WANG, H., SELLES, F., McCONKEY, B. y CAMPBELL, C. 2000. Tillage effects on carbon fluxes in continuous wheat and fallow – wheat rotations. Soil Science Society of American Journal. 64 : 2080-2086.

CURTIN, D., SELLES, F., WANG, H., CAMPBELL, C y BIEDERBECK, V. 1998. Carbon dioxide emissions and transformation of soil carbon and nitrogen during wheat straw decomposition. Soil Science Society of American Journal. 62 : 1035-1041.

- DEACON, J. 1988. Introducción a la micología moderna. Limusa S.A de C.V. México. 350 p.
- DICKINSON, C. 1974. Decomposition of litter in soil. In: Biology of plant litter decomposition. Volumen 2. Academic Press. London. pp: 633-658.
- D´SOUZA, T., MERRITT, C. y REDDY, C. 1999. Lignin-modifying enzymes of the white rot basidiomycete *Ganoderma lucidum*. Applied and Environmental Microbiology. 65 (12): 5307-5313.
- EPPLÉ, G. 2000. Fraccionamiento del fósforo en suelos sometidos a distintos manejos agrícolas. Tesis de Lic. en Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 144 p.
- FENGEL, D y WEGENER, G. 1983. Wood chemistry ultrastructure reactions. Walter Gruyter & Co. Berlín, Alemania. 613 p.
- FLAIG, W., NAGAR, B., SÖCHTING, H. y TIETJEN, C. 1977. Organic materials and soil productivity. Food and Agriculture Organization of the United States. Roma, Italia. Bull 35. 119 p.
- FOGARTY, W. y KELLY, C. 1990. Microbial enzymes and biotechnology. Department of Industrial Microbiology. London, England. 472 p.
- HAMMEL, K. 1997. Fungal degradation of lignin. In: Driven by nature: plant litter quality and decomposition. CABI. London, England. pp: 33-45.

- HARTEL, P. 1999. The soil habitat. In: Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. pp: 21-43.
- HEAL, O., ANDERSON, J. y SWIFT, M. 1997. Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In: Driven by nature: plant litter quality and decomposition. CABI. London, England. pp: 3-30.
- HOFRICHTER, M., VARES, T., KALSI, M., GALKIN, S., SCHEIBNER, K., FRITSCHKE, W., y HATAKKA, A. 1999. Production of manganese peroxidase and organic acids and mineralization of ¹⁴C-labelled lignin (¹⁴C-DHP) during solid-state fermentation of wheat straw with the white rot fungus *Nematoloma frowardii*. Applied and Environmental Microbiology. 65 (5): 1864-1870.
- HOSENEY, R. 1986. Principles of cereal. Science and technology. American association of Cereal Chemists. Minnesota, USA. 327 p.
- KIRK, T. 1971. Effects of microorganisms on lignin. Annual Review Phytopathology. 9: 185-210.
- KISHAN, S., SINGH, G. y GUPTA, B. 1993. Effect of *Phanerochaete crysosporium* inoculation on in vitro digestibility and chemical composition of wheat straw. Indian Journal of Dairy Science. 46(4): 177-179. (Original no consultado). Compendiado en: CAB abstracts. AN 931463173.

- KUMAR, K y GOH, M. 2000. Crop residues and management practices: Effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. *Advances in Agronomy*. 68: 197-319.
- MADHULIKA., SINGH, D. y MALIK, R. 1996. Effect of carbon sources on degradation of wheat straw by lignocellulolytic fungi. *Environment and Ecology*. 14 (3): 612-614. (Original no consultado). Compendiado en: CAB abstracts. AN 971906051.
- MARSTORP, H. 1997. Kinetically defined litter fractions based on respiration measurements. In: *Driven by nature: plant litter quality and decomposition*. CABI. London, England. 95-104 p.
- MATUS, J. 1994. Crop residue decomposition, residual soil organic matter and nitrogen mineralization in arable soils with contrasting textures. *Instituut voor Agrobiologisch*. 140 p.
- McGILL, W., HUNT, H., WOODMANSE, R. y REUSS, J. 1981. Phoenix, a model of the dynamics of carbon and nitrogen in grassland soils. Clark, F. y Rosswall, T. Editions. *Terrestrial Nitrogen Cycles*. *Ecology Bulletin*. Stockholm. 33: 49-115.
- MERRILL, W. y COWLING, E. 1966. Role of nitrogen in wood deterioration. IV. Relationship of natural variation in nitrogen content of wood to its susceptibility to decay. *Phytopatology*. 56: 1324-1325.

MYROLD, D. 1999. Transformations of nitrogen. In: Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. pp: 259-294.

MULLEN, M. 1999. Transformations of other elements. In: Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. pp: 369-386.

NAVARRO, J. 1970. Temas de la fabricación de papel. Marfíl S.A. Barcelona, España. 98 p.

OLAVARRIA, G. 2000. Caracterización enzimática cualitativa de cepas fúngicas de un suelo trumao y determinación mediante parámetros químicos de su capacidad para biodegradar paja de trigo. Tesis de Lic. en Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 118 p.

PANKHURST, C., DOUBE, B. y GUPTA, V. 1997. Biological indicators of soil health. CAB International. Nueva York, USA. 451 p.

PARADA, M., ARIAS, H. y VIDAL, G. 2000. Aislamiento y selección de basidiomycetes nativos con capacidad lignilolítica. Boletín Micológico. 15: 23-29.

- PAUL, E. y CLARK, F. 1996. Soil microbiology and biochemistry. 2° ed. Academic Press. San Diego, CA., USA. 340 p.
- POBLETE, H., RODRIGUEZ, S. y ZARATE, M. 1991. Extraíbles de la madera, sus características y efectos sobre la utilización de la materia prima. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Serie docente N° 34. 51 p.
- PRASAD, R. y POWER, J. 1997. Soil fertility management for sustainable agriculture. CRC Press, Lewis Publishers. Boca Raton, NY, USA. .356 p.
- ROCHETTE, P., ANGERS, D. y FLANAGAN, L. 1999. Maize Residue Decomposition Measurement Using Soil Surface Carbon Dioxide Fluxes and Natural Abundance of Carbon-13. Soil Science Society of American Journal. 63: 1385-1396.
- RODRÍGUEZ, J. PINOCHET, D. y MATUS, F. 2001. Fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago, Chile. 117 p.
- SAAVEDRA, N. 1975. Manual de análisis de plantas. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Publicación número 17. pp: 17-36.
- SINGH, J. y GUPTA, S. 1977. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. The Botanical Review. 43 (4): 449-528.

- STEUBING, L., GODOY, R. y ALBERDI, M. 2002. Métodos de ecología vegetal. Universitaria. Santiago, Chile. 345 p.
- STEVENSON, F. y COLE, M. 1999. Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. 2^a ed. Wiley. New York, USA. 427 p.
- STOTZKY, G. 1974. Activity, ecology, and population dynamics of microorganisms in soil. In: Microbial ecology. C.R.C. Press. Cleveland, Ohio, USA. pp: 57-135.
- SYLVIA, D., FUHRMANN, J., HARTEL, P. y ZUBERER, D. 1999. Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. 550 p.
- SZEIGI, J. 1988. Cellulose decomposition and soil fertility. Akadémiai Kiadó. Budapest, Hungary. 165 p.
- TAPPI. 1988. Test methods technology. Park, Atlanta, USA. Vol. I.
- URBANO, P. 1989. Tratado de fitotecnia general. Mundi Prensa. Madrid, España. 836 p.
- VERANO, A. y BURGESS, L. 1989. Decomposition and composition chemistry of cereal straw. Applied Microbiology and Biotechnology. 21 (4): 551-559.

- VERBERNE, E., HASSINK, J., DE WILLIGEN, P., GROOT, J. y VAN VEEN, J. 1990. Modeling organic matter dynamics in different soils. Netherlands Journals of Agricultural Science. 38: 221-238.
- WAGNER, G. 1975. Microbial growth and carbon turnover. In: Soil biochemistry. Volúmen 3. Marcel Dekker. New York, USA. pp: 269-305.
- WAGNER, G. y WOLF, D. 1999. Carbon transformations and soil organic matter formation. In: Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. pp: 218-258.
- WILD, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Mundi Prensa. Madrid, España. 1045 p.
- WILLIAMS, S. y GRAY, T. 1974. Decomposition of litter on the soil surface. In: Biology of plant litter decomposition. Volumen 2. Academic Press. London. pp: 611-632.
- ZAMORANO, J. 2000. Actividad biológica aeróbica del suelo en un bosque de *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst. Parque Nacional Puyehue. Tesis de Lic. Forest. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 60 p.
- ZIBILSKÉ, L. 1999. Composting of organic wastes. In: Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. pp: 482-497.

ANEXOS

ANEXO 1. Parámetros químicos orgánicos medidos en paja sometida a degradación durante 60 días.

Días desde la incubación	Paja control sin inóculo	Paja control sin inóculo + NH ₄ NO ₃	Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. versicolor</i>	Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. pseudokoningii</i> **	Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>W. Multispora</i> *
Contenido de celulosa (g/100g)					
0	49,01 (a) a	48,90 (a) a	50,70 (a) a	51,02 (a) a	49,65 (a) a
60	51,03 (b) a	50,34 (a) a	48,32 (a) a	49,50 (a) a	48,79 (a) a
Contenido de lignina (g/100g)					
0	19,94 (a) a	18,50 (a) a	21,06 (a) a	20,43 (a) a	21,00 (a) a
60	21,28 (a) a	23,44 (b) bc	21,97 (a) ab	24,30 (b) c	23,47 (b) bc
Contenido de extraíbles en etanol (g/100g)					
0	1,64 (b) a	1,33 (a) a	1,53 (a) a	1,23 (a) a	1,17 (a) a
60	0,96 (a) a	1,46 (a) a	1,14 (a) a	1,36 (a) a	1,19 (a) a
Contenido de extraíbles en etanol – tolueno (g/100g)					
0	3,97 (a) a	8,65 (a) bc	7,94 (a) b	9,05 (a) cd	10,09 (b) d
60	3,54 (a) a	8,52 (a) b	9,02 (a) b	12,26 (b) c	8,82 (a) b
Contenido de hidrosolubles (g/100g)					
0	5,02 (a) b	3,67 (a) a	3,59 (a) a	4,09 (a) a	3,98 (a) a
60	5,99 (a) b	4,43 (a) ab	3,86 (a) a	4,66 (b) ab	4,92 (b) ab
Contenido de extraíbles totales (g/100g)					
0	10,62 (a) a	13,65 (a) bc	13,06 (a) b	14,37 (a) bc	15,25 (a) c
60	10,48 (a) a	14,68 (a) b	14,02 (a) b	18,28 (b) c	14,93 (a) bc

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna para el parámetro medido y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila (P<0,05).

*Cepa control y **Cepas seleccionadas.

ANEXO 2. Parámetros químicos inorgánicos y pH medidos en paja sometida a degradación durante 60 días.

Días desde la incubación	Paja control sin inóculo	Paja control sin inóculo + NH ₄ NO ₃	Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. versicolor</i> *	Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. pseudokoningii</i> **	Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>W. Multispora</i> **
Contenido de nitrógeno (g/100g)					
0	0,27 (a) a	1,40 (a) b	1,53 (a) b	1,47 (a) b	1,45 (a) b
60	0,30 (a) a	1,72 (b) b	1,68 (a) b	1,71 (a) b	1,61 (b) b
Contenido de fósforo (g/100g)					
0	0,0085 (a) ab	0,0078 (a) ab	0,0064 (a) a	0,0093 (a) b	0,0097 (a) b
60	0,0085 (a) a	0,0088 (a) ab	0,0089 (a) ab	0,0113 (a) b	0,0106 (a) ab
Contenido de carbono (g/100g)					
0	41,44 (a) b	40,24 (a) a	40,00 (a) a	40,87 (a) ab	39,77 (a) a
60	41,89 (a) a	40,44 (a) b	39,77 (a) bc	38,85 (b) c	39,00 (a) c
Contenido de cenizas (g/100g)					
0	2,90 (a) c	2,02 (a) a	2,25 (a) a	2,38 (a) ab	2,85 (a) bc
60	2,81 (a) ab	2,39 (a) a	2,43 (a) a	2,66 (b) ab	3,15 (b) b
pH					
0	6,16 (a) b	4,22 (a) a	4,33 (b) a	4,32 (b) a	4,22 (b) a
60	6,45 (a) b	4,00 (a) a	3,92 (a) a	3,92 (a) a	3,89 (a) a

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna para el parámetro medido y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila (P<0,05).

*Cepa control y **Cepas seleccionadas.

ANEXO 3. Respiración actual en suelos adicionados de paja tratada con cepas fúngicas.

Tiempo (días)	0	7	15	30	60	90
Tratamientos	Respiración actual suelo trumao (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹)					
Suelo control	272,0 (bc) c	341,7 (b) d	212,5 (a) ab	243,9 (a) bc	190,3 (a) a	216,3 (a) ab
Suelo control esterilizado	-	58,9 (a) a	270,9 (ab) c	321,2 (c) d	230,3 (ab) b	247,6 (b) bc
Suelo + paja	275,3 (bc) ab	315,8 (b) b	305,6 (b) b	265,5 (a) ab	230,9 (ab) a	239,6 (b) a
Suelo + paja + NH ₄ NO ₃	292,6 (c) ab	342,9 (b) b	245,5 (ab) a	274,2 (a) a	247,7 (b) a	255,3 (bc) a
<i>T. versicolor</i> **	217,9 (a) a	305,6 (b) c	262,8 (ab) b	279,1 (ab) b	232,0 (ab) a	267,2 (c) b
<i>W. multispora</i> **	267,7 (b) a	300,7 (b) a	270,9 (ab) a	246,1 (a) a	236,3 (ab) a	247,7 (b) a
<i>T. pseudokoningii</i> **	234,2 (a) a	302,9 (b) c	305,6 (b) c	314,7 (bc) c	252,0 (b) ab	263,9 (c) b
Tratamientos	Respiración actual suelo rojo arcilloso (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹)					
Suelo control	163,9 (b) b	249,9 (cd) c	155,2 (a) ab	147,1 (a) ab	121,7 (a) a	160,6 (a) b
Suelo control esterilizado	-	70,3 (a) a	249,9 (c) c	250,9 (e) c	172,5 (b) b	201,2 (b) bc
Suelo + paja	152,5 (b) a	216,9 (bc) c	190,4 (abc) b	180,1 (bc) b	173,6 (b) b	171,4 (ab) ab
Suelo + paja + NH ₄ NO ₃	141,7 (ab) a	256,9 (cd) c	158,5 (ab) ab	190,4 (cd) b	171,4 (b) ab	189,3 (ab) b
<i>T. versicolor</i> **	149,3 (ab) a	182,8 (b) b	222,3 (bc) c	216,3 (d) c	153,6 (ab) a	182,3 (ab) b
<i>W. multispora</i> **	223,9 (c) b	278,0 (d) c	249,9 (c) bc	156,3 (ab) a	160,6 (ab) a	166,0 (a) a
<i>T. pseudokoningii</i> **	126,0 (a) a	259,0 (d) c	226,1 (c) bc	266,1 (e) c	175,8 (b) ab	201,7 (b) b

Letras distintas entre paréntesis difieren significativamente a través de la columna y letras distintas sin paréntesis difieren significativamente en la fila (P<0,05).

** Suelo adicionado con paja tratada con las cepas mencionadas.

ANEXO 4. Parámetros químicos orgánicos determinados en paja sometida a biodegradación.

Repetición	Paja control sin inóculo		Paja control sin inóculo + NH ₄ NO ₃		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. versicolor</i>		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. pseudokoningii</i> **		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>W. Multispora</i>	
	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60
Tiempo (días)										
Contenido de celulosa (g/100g)										
I	48,80	50,43	51,36	51,22	54,91	47,35	51,54	46,90	50,47	48,05
II	48,22	51,55	53,92	49,18	44,54	49,82	50,07	50,63	48,96	48,35
III	50,01	51,12	41,43	50,60	52,65	47,80	51,45	50,98	49,52	49,95
Contenido de lignina (g/100g)										
I	20,26	20,29	18,52	24,15	19,32	22,33	20,58	23,58	20,92	23,82
II	18,91	21,18	18,36	22,49	21,06	21,54	19,33	24,78	20,95	23,25
III	20,63	22,37	18,63	23,69	22,79	22,05	21,39	24,54	21,13	23,35
Contenido de extraíbles en etanol (g/100g)										
I	1,74	0,75	1,30	1,21	1,24	0,94	1,31	1,92	1,37	1,30
II	1,51	1,02	1,36	2,00	1,45	0,98	1,11	1,05	1,36	1,14
III	1,66	1,11	1,33	1,16	1,89	1,49	1,28	1,10	0,78	1,12
Contenido de extraíbles en etanol – tolueno (g/100g)										
I	4,62	3,28	8,69	8,65	7,75	10,00	9,51	11,97	10,41	8,87
II	3,37	2,85	8,91	8,44	7,82	10,02	8,84	12,33	9,81	8,85
III	3,92	4,49	8,37	8,47	8,26	7,03	8,81	12,49	10,07	8,74

*Cepa control y **Cepas seleccionadas.

(Continúa)

Continuación Anexo 4.

Repetición	Paja control sin inóculo		Paja control sin inóculo + NH ₄ NO ₃		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. versicolor</i>		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. pseudokoningii</i> **		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>W. Multispora</i> **	
	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60
	Tiempo (días)									
	Contenido de extraíbles hidrosolubles (g/100g)									
I	5,38	4,57	4,04	4,73	3,82	3,82	4,09	4,75	4,22	5,01
II	4,68	5,70	3,67	4,51	3,45	3,66	4,07	4,92	4,09	4,88
III	4,99	7,69	3,30	4,05	3,49	4,10	4,10	4,31	3,63	4,86
	Contenido de extraíbles totales (g/100g)									
I	11,73	8,60	14,02	15,41	12,81	14,77	14,91	18,64	16,00	15,18
II	9,56	9,56	13,94	14,94	12,72	14,66	14,01	18,30	15,26	14,88
III	10,58	13,29	13,00	13,68	13,64	12,62	14,19	17,90	14,48	14,72

*Cepa control y **Cepas seleccionadas.

ANEXO 5. Parámetros químicos inorgánicos determinados en paja sometida a biodegradación.

Repetición	Paja control sin inóculo		Paja control sin inóculo + NH ₄ NO ₃		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. versicolor</i>		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. pseudokoningii</i> **		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>W. Multispora</i> **	
	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60
	Tiempo (días)									
	Contenido de nitrógeno (g/100g)									
I	0,25	0,32	1,37	1,66	1,30	1,76	1,50	1,86	1,50	1,52
II	0,28	0,29	1,40	1,72	1,65	1,74	1,44	1,55	1,46	1,65
III	0,28	0,28	1,44	1,80	1,65	1,55	1,48	1,72	1,40	1,67
	Contenido de fósforo (g/100g)									
I	0,0095	0,0080	0,0077	0,0104	0,0052	0,0076	0,0086	0,0113	0,0093	0,0105
II	0,0074	0,0084	0,0078	0,0085	0,0060	0,0103	0,0109	0,0116	0,0103	0,0118
III	0,0087	0,0090	0,0079	0,0076	0,0080	0,0088	0,0084	0,0112	0,0095	0,0096
	Contenido de carbono (g/100g)									
I	41,52	42,02	40,08	40,73	39,84	40,05	40,80	38,82	39,50	38,34
II	42,00	41,90	39,84	40,50	40,32	39,52	41,30	39,31	40,00	39,58
III	40,80	41,75	40,80	40,07	39,84	39,73	40,50	38,43	39,80	39,08

*Cepa control y **Cepas seleccionadas.

(Continúa)

Continuación **Anexo 5.**

Repetición	Paja control sin inóculo		Paja control sin inóculo + NH ₄ NO ₃		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. versicolor</i>		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>T. pseudokoningii</i> **		Paja + NH ₄ NO ₃ + <i>W. Multispora</i> **	
	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60
	Tiempo (días)									
	Contenido de cenizas (g/100g)									
I	3,03	2,47	2,21	2,59	2,15	2,13	2,27	2,61	2,68	3,03
II	2,80	2,82	2,00	2,21	2,55	2,73	2,51	2,58	2,94	3,25
III	2,88	3,14	1,85	2,38	2,04	2,42	2,35	2,79	2,92	3,17
	pH									
I	6,11	6,11	4,22	3,84	4,31	3,82	4,25	3,91	4,20	3,94
II	6,22	6,60	4,19	3,82	4,38	3,90	4,37	4,04	4,22	3,97
III	6,15	6,64	4,26	4,34	4,31	4,04	4,34	3,80	4,25	3,76

*Cepa control y **Cepas seleccionadas.

ANEXO 6. Respiración actual en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo						
Repetición	0	7	15	30	60	90
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo control						
I	262,83	312,05	210,37	235,79	163,32	211,46
II	275,81	352,61	236,33	247,15	207,13	219,57
III	277,43	360,72	190,90	248,77	200,64	217,94
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo control esterilizado						
I		50,84	259,05	321,78	236,33	247,15
II		63,82	255,80	331,51	226,60	242,28
III		62,19	297,98	310,42	228,22	253,64
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja						
I	272,6	344,5	314,2	242,3	203,9	234,2
II	275,8	313,7	294,7	291,0	236,3	243,9
III	277,4	289,3	307,7	263,4	252,6	240,7
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃						
I	298,5	334,8	182,8	271,5	242,8	253,6
II	292,0	342,9	281,8	279,6	247,7	265,0
III	287,2	351,0	272,0	271,5	252,6	247,1

(Continúa)

Continuación **Anexo 6.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo						
Repetición	0	7	15	30	60	90
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i>						
I	217,4	312,0	259,0	276,4	246,1	269,9
II	210,9	302,3	265,5	284,5	238,0	265,0
III	225,5	302,3	263,9	276,4	212,0	266,6
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multisporea</i>						
I	275,8	344,5	259,0	266,6	254,2	250,4
II	275,8	339,6	255,8	234,2	234,7	245,5
III	251,5	217,9	298,0	237,4	220,1	247,1
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i>						
I	241,7	303,9	314,2	305,6	260,7	255,3
II	235,3	303,9	294,7	315,3	252,6	269,9
III	225,5	300,7	307,7	323,4	242,8	266,6

ANEXO 7. Respiración actual en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo						
Repetición	0	7	15	30	60	90
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo control						
I	168,73	253,64	174,68	154,67	116,27	162,78
II	154,13	268,24	148,72	151,43	122,76	161,16
III	168,73	227,68	142,23	135,20	126,01	157,92
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo control esterilizado						
I		80,04	262,29	258,51	138,99	213,08
II		68,68	268,78	235,79	164,95	180,63
III		62,19	218,49	258,51	213,62	209,83
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja						
I	149,3	209,8	200,6	175,8	168,2	170,9
II	152,5	219,6	194,1	190,4	171,4	170,9
III	155,8	221,2	176,3	174,1	181,2	172,5
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃						
I	150,9	243,9	169,8	190,4	161,7	196,9
II	121,7	250,4	135,7	185,5	168,2	187,1
III	152,5	276,4	169,8	195,2	184,4	183,9

(Continúa)

Continuación **Anexo 7.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo						
Repetición	0	7	15	30	60	90
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i>						
I	152,5	185,5	225,0	214,7	161,7	177,4
II	150,9	179,0	229,8	206,6	145,5	187,1
III	144,4	183,9	212,0	227,7	153,6	182,3
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i>						
I	217,4	294,2	262,3	157,9	148,7	169,3
II	230,4	250,4	268,8	153,0	158,5	167,6
III	223,9	289,3	218,5	157,9	174,7	161,2
Respiración actual (mg CO ₂ m ⁻² día ⁻¹) Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i>						
I	124,9	263,4	184,4	282,8	169,8	179,0
II	124,9	250,4	249,3	258,5	184,4	208,2
III	128,2	263,4	244,4	256,9	173,1	217,9

ANEXO 8. Nitrógeno disponible en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo control (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	26,1	26,7	27,5	26,1	21,1
II	24,2	25,2	25,1	24,1	22,8
III	25,0	26,1	24,4	23,8	23,0
Suelo control esterilizado (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	26,1	25,2	25,6	23,8	24,2
II	24,2	24,5	25,0	24,9	25,3
III	25,0	23,8	23,8	25,8	24,5
Suelo + paja (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	26,1	25,3	24,9	25,3	21,9
II	24,2	23,1	26,5	23,8	24,3
III	25,0	23,5	24,5	24,8	25,1
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	26,1	25,8	24,5	26,6	25,2
II	24,2	25,3	23,9	24,3	22,6
III	25,0	26,5	24,7	24,6	23,8

(Continúa)

Continuación **Anexo 8.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	26,1	25,6	26,2	25,3	23,1
II	24,2	24,8	24,3	26,1	24,9
III	25,0	25,8	24,9	25,5	24,2
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	26,1	25,8	24,2	25,7	25,3
II	24,2	26,5	25,0	25,2	24,5
III	25,0	25,2	25,2	24,9	23,8
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningi</i> (ppm NO ₃ + NH ₄)i					
I	26,1	24,5	24,9	23,8	22,7
II	24,2	25,0	25,7	23,5	23,0
III	25,0	26,5	24,0	25,8	25,1

ANEXO 9. Nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo control (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	10,1	8,9	8,8	8,7	8,5
II	8,7	9,6	8,9	8,3	8,1
III	9,3	8,2	8,2	7,2	7,5
Suelo control esterilizado (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	10,1	10,5	8,5	8,9	7,0
II	8,7	8,8	8,3	7,7	7,5
III	9,3	7,6	9,6	8,4	7,5
Suelo + paja (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	10,1	7,9	8,2	7,9	6,6
II	8,7	10,1	9,4	8,8	7,4
III	9,3	9,8	7,9	8,4	8,2
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	10,1	10,4	9,2	8,8	7,1
II	8,7	10,1	7,8	8,5	7,5
III	9,3	9,3	8,5	8,5	8,4

(Continúa)

Continuación **Anexo 9.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	10,1	9,4	9,1	8,9	8,0
II	8,7	10,5	9,2	9,7	7,9
III	9,3	10,2	8,2	8,5	7,6
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	10,1	10,3	9,0	8,8	8,3
II	8,7	10,2	9,3	8,1	7,8
III	9,3	10,0	9,0	7,8	8,0
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i> (ppm NO ₃ + NH ₄)					
I	10,1	10,4	9,5	9,0	7,5
II	8,7	10,1	9,5	9,0	8,8
III	9,3	9,9	8,9	9,8	8,7

ANEXO 10. Fósforo disponible (ppm P-Olsen) en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Repetición	Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo				
	0	15	30	60	90
Suelo control (ppm P-Olsen)					
I	26,59	28,43	28,50	27,50	27,85
II	28,56	27,69	28,52	28,56	28,79
III	28,45	27,99	27,94	28,49	27,56
Suelo control esterilizado (ppm P-Olsen)					
I	26,59	27,45	27,37	25,68	28,18
II	28,56	26,58	27,59	27,84	28,6
III	28,45	29,64	24,22	28,46	26,4
Suelo + paja (ppm P-Olsen)					
I	26,59	27,45	27,96	25,25	27,59
II	28,56	26,69	27,92	28,65	26,79
III	28,45	28,45	27,14	27,89	28,45
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (ppm P-Olsen)					
I	26,59	26,88	27,38	28,54	26,74
II	28,56	27,56	29,10	25,75	28,06
III	28,45	28,61	27,95	27,69	28,62

(Continúa)

Continuación **Anexo 10.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (ppm P-Olsen)					
I	26,59	28,56	29,06	26,58	28,24
II	28,56	25,78	29,32	24,47	25,56
III	28,45	26,93	27,85	27,22	26,48
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (ppm P-Olsen)					
I	26,59	27,58	26,46	28,56	28,89
II	28,56	26,42	29,51	26,70	27,49
III	28,45	28,46	28,83	25,97	26,58
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i> (ppm P-Olsen)					
I	26,59	26,84	30,90	25,30	29,67
II	28,56	27,85	27,15	29,47	28,97
III	28,45	27,94	28,81	28,56	26,48

ANEXO 11. Fósforo disponible (ppm P-Olsen) en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo control (ppm P-Olsen)					
I	1,25	1,26	1,65	1,33	2,41
II	1,36	1,54	1,28	2,12	1,88
III	1,64	1,48	1,89	1,67	1,64
Suelo control esterilizado (ppm P-Olsen)					
I	1,25	1,16	1,05	1,61	1,72
II	1,36	1,28	1,75	1,59	1,34
III	1,64	1,79	1,01	1,06	1,46
Suelo + paja (ppm P-Olsen)					
I	1,25	1,48	1,36	1,15	2,13
II	1,36	2,06	1,33	1,15	1,75
III	1,64	1,56	1,79	1,50	1,54
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (ppm P-Olsen)					
I	1,25	1,45	1,68	1,37	2,26
II	1,36	1,28	1,32	1,79	1,93
III	1,64	1,79	1,34	1,59	1,45

(Continúa)

Continuación **Anexo 11.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (ppm P-Olsen)					
I	1,25	1,49	1,23	1,58	2,18
II	1,36	1,78	1,24	1,30	1,56
III	1,64	1,36	1,10	1,41	1,26
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (ppm P-Olsen)					
I	1,25	1,89	1,15	1,52	1,85
II	1,36	1,06	1,05	1,77	1,77
III	1,64	1,38	1,63	1,24	1,5
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i> (ppm P-Olsen)					
I	1,25	2,12	1,89	1,25	1,94
II	1,36	1,56	2,11	1,64	1,85
III	1,64	1,46	1,17	1,06	1,45

ANEXO 12. Materia orgánica en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo control (% materia orgánica)					
I	15,0	15,6	14,9	15,2	15,0
II	15,3	15,2	15,2	15,7	14,8
III	15,2	15,2	15,2	15,6	14,9
Suelo control esterilizado (% materia orgánica)					
I	15,0	15,4	15,2	15,0	14,9
II	15,3	15,2	14,8	14,9	14,9
III	15,2	14,9	15,3	15,6	14,8
Suelo + paja (% materia orgánica)					
I	15,0	15,6	15,9	15,6	15,7
II	15,3	15,0	15,6	15,6	15,2
III	15,2	15,4	15,4	16,3	15,3
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (% materia orgánica)					
I	15,0	15,6	16,0	15,6	15,6
II	15,3	16,0	16,0	15,9	15,4
III	15,2	15,3	15,0	15,6	14,9

(Continúa)

Continuación **Anexo 12.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (% materia orgánica)					
I	15,0	15,4	15,2	14,8	15,2
II	15,3	15,3	15,6	15,4	14,9
III	15,2	14,8	15,4	15,3	15,3
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (% materia orgánica)					
I	15,0	15,3	14,6	14,6	15,0
II	15,3	15,2	15,0	15,2	14,9
III	15,2	14,9	15,4	15,3	14,8
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i> (% materia orgánica)					
I	15,0	15,4	14,8	15,2	15,3
II	15,3	15,2	14,6	15,4	15,3
III	15,2	14,9	15,4	15,7	15,0

ANEXO 13. Materia orgánica en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo control (% materia orgánica)					
I	6,6	6,2	6,1	6,1	6,9
II	6,8	6,3	6,5	6,9	6,5
III	6,8	6,2	5,8	6,3	6,1
Suelo control esterilizado (% materia orgánica)					
I	6,6	6,2	6,2	6,3	5,9
II	6,8	6,9	6,1	5,5	5,9
III	6,8	6,3	6,9	6,3	6,3
Suelo + paja (% materia orgánica)					
I	6,6	6,3	6,1	5,8	5,8
II	6,8	6,1	6,3	6,6	6,8
III	6,8	5,9	5,9	6,6	6,2
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (% materia orgánica)					
I	6,6	6,2	6,2	6,1	8,1
II	6,8	6,3	6,2	6,6	6,3
III	6,8	6,5	6,3	6,8	7,2

(Continúa)

Continuación **Anexo 13.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (% materia orgánica)					
I	6,6	6,3	6,1	5,8	5,8
II	6,8	6,1	6,3	6,6	6,8
III	6,8	5,9	5,9	6,6	6,2
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (% materia orgánica)					
I	6,6	5,5	7,4	6,1	6,1
II	6,8	6,2	6,6	6,8	6,6
III	6,8	6,2	6,1	6,9	6,3
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i> (% materia orgánica)					
I	6,6	6,9	6,5	6,6	6,8
II	6,8	6,5	7,2	7,4	7,6
III	6,8	7,2	6,6	6,6	6,9

ANEXO 14. pH medido en suelo trumao adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo control (pH)					
I	4,58	4,67	4,57	4,61	4,75
II	4,76	4,74	4,75	4,67	4,80
III	4,66	4,80	4,66	4,62	4,74
Suelo control esterilizado (pH)					
I	4,58	4,80	4,75	4,56	4,59
II	4,76	4,56	4,99	4,52	4,56
III	4,66	4,65	4,60	4,71	4,74
Suelo + paja (pH)					
I	4,58	4,70	4,70	4,79	4,81
II	4,76	4,65	4,61	4,64	4,86
III	4,66	4,68	4,75	4,85	4,91
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (pH)					
I	4,58	4,75	4,60	4,64	4,89
II	4,76	4,68	4,70	4,70	4,78
III	4,66	4,6	4,44	4,87	4,82

(Continúa)

Continuación **Anexo 14.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (pH)					
I	4,58	4,65	4,59	4,61	4,72
II	4,76	4,58	4,63	4,62	4,72
III	4,66	4,59	4,54	4,64	4,71
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (pH)					
I	4,58	4,64	4,63	4,48	4,71
II	4,76	4,59	4,60	4,58	4,79
III	4,66	4,68	4,64	4,56	4,72
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i> (pH)					
I	4,58	4,62	4,60	4,68	4,73
II	4,76	4,59	4,65	4,57	4,67
III	4,66	4,70	4,70	4,64	4,87

ANEXO 15. pH medido en suelo rojo arcilloso adicionado de paja pretratada con cepas fúngicas.

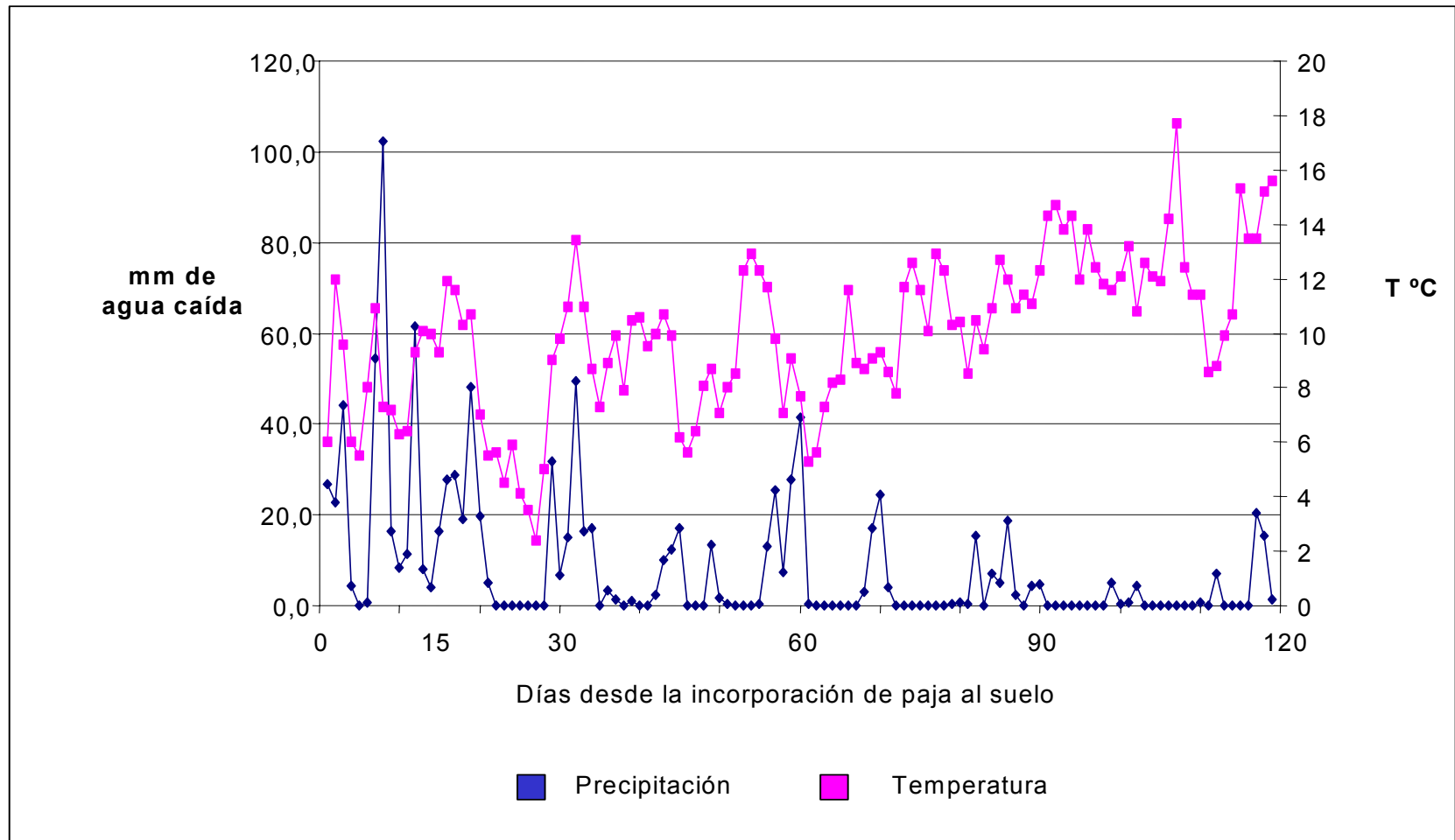
Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo control (pH)					
I	5,68	5,65	5,69	5,57	5,60
II	5,59	5,60	5,65	5,56	5,49
III	5,49	5,53	5,59	5,60	5,53
Suelo control esterilizado (pH)					
I	5,68	5,50	5,66	5,59	5,37
II	5,59	5,44	5,61	5,50	5,44
III	5,49	5,38	5,52	5,32	5,36
Suelo + paja (pH)					
I	5,68	5,58	5,61	5,54	5,57
II	5,59	5,55	5,50	5,46	5,58
III	5,49	5,50	5,57	5,59	5,55
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ (pH)					
I	5,68	5,56	5,55	5,59	5,59
II	5,59	5,45	5,55	5,65	5,44
III	5,49	5,39	5,57	5,37	5,50

(Continúa)

Continuación **Anexo 15.**

Días desde la incorporación de paja pretratada al suelo					
Repetición	0	15	30	60	90
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. versicolor</i> (pH)					
I	5,68	5,48	5,48	5,54	5,52
II	5,59	5,53	5,50	5,48	5,49
III	5,49	5,49	5,51	5,53	5,65
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>W. multispora</i> (pH)					
I	5,68	5,50	5,51	5,41	5,59
II	5,59	5,41	5,65	5,30	5,59
III	5,49	5,59	5,50	5,27	5,40
Suelo + paja adicionada de NH ₄ NO ₃ y tratada con <i>T. pseudokoningii</i> (pH)					
I	5,68	5,43	5,43	5,47	5,33
II	5,59	5,49	5,33	5,29	5,47
III	5,49	5,35	5,33	5,49	5,42

ANEXO 16. Precipitación y temperatura media diaria correspondiente al transcurso de las mediciones de la respiración actual en suelos adicionados de paja de trigo degradada con cepas fúngicas.



ANEXO 17. Andeva del contenido de celulosa para el tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	6,14082	1	6,14082	10,65	0,0310
Dentro grupo	2,30667	4	0,57666		
Total	8,44748	5			

ANEXO 18. Andeva del contenido de celulosa del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	3,06735	1	3,06735	0,14	0,7296
Dentro grupo	89,2403	4	22,3101		
Total	92,3077	5			

ANEXO 19. Andeva del contenido de celulosa del tratamiento con la cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	8,47282	1	8,47282	0,54	0,5037
Dentro grupo	62,9335	4	15,7334		
Total	71,4063	5			

ANEXO 20. Andeva del contenido de celulosa del tratamiento con la cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	3,45042	1	3,45042	1,19	0,3364
Dentro grupo	11,5851	4	2,89627		
Total	15,0355	5			

ANEXO 21. Andeva del contenido de celulosa del tratamiento con la cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,12667	1	1,12667	1,39	0,3044
Dentro grupo	3,25207	4	0,81301		
Total	4,37873	5			

ANEXO 22. Andeva del contenido de lignina del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	2,72027	1	2,72027	2,85	0,1666
Dentro grupo	3,81747	4	0,95436		
Total	6,53773	5			

ANEXO 23. Andeva del contenido de lignina del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	36,6054	1	36,6054	97,23	0,0006
Dentro grupo	1,50593	4	0,37648		
Total	38,1113	5			

ANEXO 24. Andeva del contenido de lignina del tratamiento con la cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,26042	1	1,26042	0,80	0,4230
Dentro grupo	6,34133	4	1,58533		
Total	7,60175	5			

ANEXO 25. Andeva del contenido de lignina del tratamiento con la cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	22,4267	1	22,4267	30,30	0,0053
Dentro grupo	2,96047	4	0,74011		
Total	25,3871	5			

ANEXO 26. Andeva del contenido de lignina del tratamiento con la cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	9,17607	1	9,17607	173,90	0,0002
Dentro grupo	0,21106	4	0,05276		
Total	9,38713	5			

ANEXO 27. Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,686817	1	0,686817	28,19	0,0060
Dentro grupo	0,097466	4	0,024366		
Total	0,784283	5			

ANEXO 28. Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,02406	1	0,024066	0,22	0,6663
Dentro grupo	0,44586	4	0,111467		
Total	0,46993	5			

ANEXO 29. Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,22815	1	0,22815	2,24	0,2091
Dentro grupo	0,40813	4	0,10203		
Total	0,63628	5			

ANEXO 30. Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,02281	1	0,022816	0,18	0,6914
Dentro grupo	0,50053	4	0,125133		
Total	0,52335	5			

ANEXO 31. Andeva del contenido de extraíbles en etanol del tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,000416	1	0,0004166	0,01	0,9386
Dentro grupo	0,247667	4	0,0619167		
Total	0,248083	5			

ANEXO 32. Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,2774	1	0,2774	0,50	0,5196
Dentro grupo	2,2312	4	0,5578		
Total	2,5085	5			

ANEXO 33. Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,028016	1	0,0280167	0,65	0,4663
Dentro grupo	0,173267	4	0,0433167		
Total	0,201283	5			

ANEXO 34. Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,7281	1	1,72807	1,14	0,3462
Dentro grupo	6,0733	4	1,51833		
Total	7,8014	5			

ANEXO 35. Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	15,4562	1	15,4562	135,84	0,0003
Dentro grupo	0,45513	4	0,11378		
Total	15,9113	5			

ANEXO 36. Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno del tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	2,44482	1	2,44482	51,24	0,0020
Dentro grupo	0,19086	4	0,047716		
Total	2,63568	5			

ANEXO 37. Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,41135	1	1,41135	1,08	0,3578
Dentro grupo	5,23653	4	1,30913		
Total	6,64788	5			

ANEXO 38. Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,8664	1	0,8664	6,73	0,0604
Dentro grupo	0,5146	4	0,1286		
Total	1,381	5			

ANEXO 39. Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,112067	1	0,112067	2,47	0,1913
Dentro grupo	0,181667	4	0,045416		
Total	0,293733	5			

ANEXO 40. Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,493067	1	0,493067	9,93	0,0345
Dentro grupo	0,198667	4	0,049666		
Total	0,691733	5			

ANEXO 41. Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles del tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,31602	1	1,31602	25,62	0,0072
Dentro grupo	0,20546	4	0,05136		
Total	1,52148	5			

ANEXO 42. Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0294	1	0,0294	0,01	0,9329
Dentro grupo	14,6341	4	3,6585		
Total	14,6635	5			

ANEXO 43. Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,57082	1	1,57082	2,80	0,1696
Dentro grupo	2,24393	4	0,56098		
Total	3,81475	5			

ANEXO 44. Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,3824	1	1,3824	1,60	0,2740
Dentro grupo	3,44653	4	0,8616		
Total	4,82893	5			

ANEXO 45. Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	22,9321	1	22,932	126,00	0,0004
Dentro grupo	0,728	4	0,182		
Total	23,6601	5			

ANEXO 46. Andeva del contenido de extraíbles totales en el tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,1536	1	0,1536	0,49	0,5242
Dentro grupo	1,26453	4	0,3161		
Total	1,41813	5			

ANEXO 47. Andeva del contenido de N del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,001066	1	0,00106667	2,91	0,1633
Dentro grupo	0,001466	4	0,00036666		
Total	0,002533	5			

ANEXO 48. Andeva del contenido de N del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,15682	1	0,156817	50,86	0,0020
Dentro grupo	0,01233	4	0,003083		
Total	0,16915	5			

ANEXO 49. Andeva del contenido de N del tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,03375	1	0,03375	1,24	0,3272
Dentro grupo	0,10853	4	0,02713		
Total	0,14228	5			

ANEXO 50. Andeva del contenido de N del tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,084016	1	0,0840167	6,71	0,0606
Dentro grupo	0,050066	4	0,0125167		
Total	0,134083	5			

ANEXO 51. Andeva del contenido de N del tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0384	1	0,0384	8,38	0,0444
Dentro grupo	0,018333	4	0,00458		
Total	0,056733	5			

ANEXO 52. Andeva del contenido de P del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	6,667E-9	1	6,66667E-9	0,01	0,9263
Dentro grupo	0,000002	4	6,88333E-7		
Total		5			

ANEXO 53. Andeva del contenido de P del tratamiento control adicionado de NH₄NO₃ entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,000001	1	0,00000160	1,56	0,2798
Dentro grupo	0,000004	4	0,00000102		
Total	0,000005	5			

ANEXO 54. Andeva del contenido de P del tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,000009	1	0,00000937	4,80	0,0937
Dentro grupo	0,000007	4	0,00000195		
Total	0,000017	5			

ANEXO 55. Andeva del contenido de P del tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,000006	1	0,00000640	6,49	0,0634
Dentro grupo	0,000003	4	9,86667E-7		
Total	0,000010	5			

ANEXO 56. Andeva del contenido de P del tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,000001	1	0,00000130	1,74	0,2578
Dentro grupo	0,000003	4	7,51667E-7		
Total	0,000004	5			

ANEXO 57. Andeva del contenido de C del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,3037	1	0,30375	1,59	0,2764
Dentro grupo	0,7662	4	0,19155		
Total	1,0699	5			

ANEXO 58. Andeva del contenido de C del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,056066	1	0,0560667	0,31	0,6074
Dentro grupo	0,723667	4	0,180917		
Total	0,779733	5			

**ANEXO 59. Andeva del contenido de C del tratamiento cepa control
Trametes versicolor entre el día 0 y 60.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,081666	1	0,0816667	1,10	0,3528
Dentro grupo	0,296067	4	0,0740167		
Total	0,377733	5			

**ANEXO 60. Andeva del contenido de C del tratamiento cepa seleccionada
Trichoderma pseudokoningii entre el día 0 y 60.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	6,08027	1	6,08027	33,99	0,0043
Dentro grupo	0,71553	4	0,17888		
Total	6,7958	5			

**ANEXO 61. Andeva del contenido de C del tratamiento cepa seleccionada
Westerdykella multispora entre el día 0 y 60.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,88166	1	0,881667	3,90	0,1196
Dentro grupo	0,90506	4	0,226267		
Total	1,78673	5			

**ANEXO 62. Andeva del contenido de cenizas del tratamiento control entre
el día 0 y 60.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,013066	1	0,0130667	0,21	0,6724
Dentro grupo	0,251867	4	0,0629667		
Total	0,264933	5			

ANEXO 63. Andeva del contenido de cenizas del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,209067	1	0,209067	6,07	0,0695
Dentro grupo	0,137867	4	0,0344667		
Total	0,346933	5			

ANEXO 64. Andeva del contenido de cenizas del tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0486	1	0,0486	0,60	0,4819
Dentro grupo	0,32413	4	0,08103		
Total	0,37273	5			

ANEXO 65. Andeva del contenido de cenizas del tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,120417	1	0,120417	8,65	0,0423
Dentro grupo	0,055666	4	0,013916		
Total	0,176083	5			

ANEXO 66. Andeva del contenido de cenizas del tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,138017	1	0,138017	8,28	0,0451
Dentro grupo	0,066666	4	0,016666		
Total	0,204683	5			

ANEXO 67. Andeva del pH del tratamiento control entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,12615	1	0,1261	2,80	0,1698
Dentro grupo	0,1804	4	0,0451		
Total	0,30655	5			

ANEXO 68. Andeva del pH del tratamiento control adicionado de NH_4NO_3 entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,074816	1	0,0748167	1,70	0,2623
Dentro grupo	0,176067	4	0,0440167		
Total	0,250883	5			

ANEXO 69. Andeva del pH del tratamiento cepa control *Trametes versicolor* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,256267	1	0,256267	36,52	0,0038
Dentro grupo	0,028066	4	0,007016		
Total	0,284333	5			

ANEXO 70. Andeva del pH del tratamiento cepa seleccionada *Trichoderma pseudokoningii* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,244017	1	0,244017	26,62	0,0067
Dentro grupo	0,036666	4	0,009166		
Total	0,280683	5			

ANEXO 71. Andeva del pH del tratamiento cepa seleccionada *Westerdykella multispora* entre el día 0 y 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,166667	1	0,166667	24,63	0,0077
Dentro grupo	0,027066	4	0,006766		
Total	0,193733	5			

ANEXO 72. Evaluación del contenido de celulosa al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	11,1989	4	2,79972	0,19	0,9405
Dentro grupo	150,716	10	15,0716		
Total	161,915	14			

ANEXO 73. Andeva del contenido de celulosa después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	14,6948	4	3,67371	1,97	0,1745
Dentro grupo	18,6011	10	1,86011		
Total	33,296	14			

ANEXO 74. Andeva del contenido de lignina al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	13,1311	4	3,28278	3,32	0,0562
Dentro grupo	9,87647	10	0,98764		
Total	23,0076	14			

ANEXO 75. Andeva del contenido de lignina después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	18,2006	4	4,55014	9,17	0,0022
Dentro grupo	4,9598	10	0,49598		
Total	23,1604	14			

ANEXO 76. Andeva del contenido de extraíbles en etanol al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,46649	4	0,11662	2,33	0,1268
Dentro grupo	0,5006	10	0,05006		
Total	0,96709	14			

ANEXO 77. Andeva del contenido de extraíbles en etanol después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,45102	4	0,112757	0,94	0,4795
Dentro grupo	1,19907	10	0,119907		
Total	1,65009	14			

ANEXO 78. Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	66,4955	4	16,6239	105,24	0,0000
Dentro grupo	1,57967	10	0,15796		
Total	68,0752	14			

ANEXO 79. Andeva del contenido de extraíbles en etanol-tolueno después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	117,333	4	29,3332	38,88	0,0000
Dentro grupo	7,54413	10	0,754413		
Total	124,877	14			

ANEXO 80. Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	3,89444	4	0,9736	12,25	0,0007
Dentro grupo	0,795	10	0,0795		
Total	4,68944	14			

ANEXO 81. Andeva del contenido de extraíbles hidrosolubles después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	7,37276	4	1,84319	3,33	0,0561
Dentro grupo	5,54193	10	0,55419		
Total	12,9147	14			

ANEXO 82. Andeva del contenido de extraíbles totales al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	36,7275	4	9,18188	17,92	0,0001
Dentro grupo	5,12427	10	0,51242		
Total	41,8518	14			

ANEXO 83. Andeva del contenido de extraíbles totales después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	92,5985	4	23,1496	13,46	0,0005
Dentro grupo	17,1929	10	1,71929		
Total	109,791	14			

ANEXO 84. Andeva del contenido de N al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	3,45807	4	0,864517	94,31	0,0000
Dentro grupo	0,09166	10	0,009166		
Total	3,54973	14			

ANEXO 85. Andeva del contenido de N después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	4,63729	4	1,15932	117,02	0,0000
Dentro grupo	0,09906	10	0,00990		
Total	4,73636	14			

ANEXO 86. Andeva del contenido de P al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,000020	4	0,00000514	4,75	0,0209
Dentro grupo	0,000010	10	0,00000108		
Total	0,000031	14			

ANEXO 87. Andeva del contenido de P después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,000019	4	0,00000490	4,55	0,0237
Dentro grupo	0,000010	10	0,00000107		
Total	0,000030	14			

ANEXO 88. Andeva del contenido de C al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	5,59936	4	1,39984	7,63	0,0044
Dentro grupo	1,83573	10	0,18357		
Total	7,43509	14			

ANEXO 89. Andeva del contenido de C después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	18,385	4	4,59639	29,26	0,0000
Dentro grupo	1,5708	10	0,15708		
Total	19,956	14			

ANEXO 90. Andeva del contenido de cenizas al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,77111	4	0,442777	14,35	0,0004
Dentro grupo	0,30846	10	0,030846		
Total	2,07957	14			

ANEXO 91. Andeva del contenido de cenizas después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,15271	4	0,288177	5,46	0,0135
Dentro grupo	0,52773	10	0,052773		
Total	1,68044	14			

ANEXO 92. Andeva del pH al día cero entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	8,56004	4	2,1400	1019,05	0,0000
Dentro grupo	0,021	10	0,0021		
Total	8,58104	14			

ANEXO 93. Andeva del pH después de 60 días entre tratamientos.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	15,2411	4	3,81028	89,18	0,0000
Dentro grupo	0,42726	10	0,04272		
Total	15,6684	14			

ANEXO 94. Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	44851,3	5	8970,27	28,47	0,0000
Dentro grupo	3781,21	12	315,101		
Total	48632,5	17			

ANEXO 95. Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	118464,0	4	29616,0	191,56	0,0000
Dentro grupo	1546,03	10	154,603		
Total	120010,0	14			

ANEXO 96. Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	17502,1	5	3500,43	9,98	0,0006
Dentro grupo	4210,25	12	350,854		
Total	21712,4	17			

ANEXO 97. Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	20738,7	5	4147,74	7,77	0,0018
Dentro grupo	6402,74	12	533,562		
Total	27141,5	17			

ANEXO 98. Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	15136,7	5	3027,34	41,11	0,0000
Dentro grupo	883,707	12	73,6422		
Total	16020,4	17			

ANEXO 99. Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	8173,03	5	1634,61	1,51	0,2592
Dentro grupo	13020,6	12	1085,05		
Total	21193,6	17			

ANEXO 100. Andeva de la respiración actual en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	16546,3	5	3309,27	51,31	0,0000
Dentro grupo	773,92	12	64,4933		
Total	17320,3	17			

ANEXO 101. Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	11801,7	5	2360,34	33,79	0,0000
Dentro grupo	838,327	12	69,8606		
Total	12640,0	17			

ANEXO 102. Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 7.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	178549,0	6	29758,1	30,90	0,0000
Dentro grupo	13481,0	14	962,929		
Total	192030,0	20			

ANEXO 103. Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	19327,1	6	3221,18	4,69	0,0081
Dentro grupo	9613,96	14	686,711		
Total	28941,0	20			

ANEXO 104. Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	16720,5	6	2786,75	16,26	0,0000
Dentro grupo	2399,71	14	171,408		
Total	19120,2	20			

ANEXO 105. Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	7211,76	6	1201,96	4,39	0,0106
Dentro grupo	3829,38	14	273,527		
Total	11041,1	20			

ANEXO 106. Andeva de la respiración actual en suelo trumao por tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	5240,24	6	873,374	26,81	0,0000
Dentro grupo	456,1	14	32,5786		
Total	5696,34	20			

ANEXO 107. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	28490,9	5	5698,19	36,88	0,0000
Dentro grupo	1854,22	12	154,518		
Total	30345,2	17			

ANEXO 108. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	66151,3	4	16537,8	30,00	0,0000
Dentro grupo	5511,86	10	551,186		
Total	71663,2	14			

ANEXO 109. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	6992,27	5	1398,45	25,13	0,0000
Dentro grupo	667,887	12	55,6572		
Total	7660,16	17			

ANEXO 110. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	23943,2	5	4788,63	24,14	0,0000
Dentro grupo	2380,12	12	198,343		
Total	26323,3	17			

ANEXO 111. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	13931,2	5	2786,23	52,72	0,0000
Dentro grupo	634,247	12	52,8539		
Total	14565,4	17			

ANEXO 112. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	40657,4	5	8131,48	31,17	0,0000
Dentro grupo	3130,63	12	260,886		
Total	43788,1	17			

ANEXO 113. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	42300,3	5	8460,05	24,82	0,0000
Dentro grupo	4090,45	12	340,871		
Total	46390,7	17			

ANEXO 114. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	17275,4	5	3455,08	46,42	0,0000
Dentro grupo	893,08	12	74,4233		
Total	18168,5	17			

ANEXO 115. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 7.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	92529,5	6	15421,6	72,97	0,0000
Dentro grupo	2958,85	14	211,346		
Total	95488,3	20			

ANEXO 116. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	28766,7	6	4794,45	9,00	0,0004
Dentro grupo	7458,72	14	532,766		
Total	36225,4	20			

ANEXO 117. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	37254,8	6	6209,14	60,67	0,0000
Dentro grupo	1432,91	14	102,351		
Total	38687,7	20			

ANEXO 118. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	6649,77	6	1108,3	4,00	0,0152
Dentro grupo	3876,46	14	276,89		
Total	10526,2	20			

ANEXO 119. Andeva de la respiración actual en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	4894,88	6	815,814	6,92	0,0014
Dentro grupo	1649,39	14	117,814		
Total	6544,28	20			

ANEXO 120. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	231,491	4	57,8727	4,73	0,0210
Dentro grupo	122,227	10	12,2227		
Total	353,717	14			

ANEXO 121. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	4,95333	4	1,23833	0,20	0,9332
Dentro grupo	62,24	10	6,224		
Total	67,1933	14			

ANEXO 122. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	48,0827	4	12,0207	1,02	0,4430
Dentro grupo	117,973	10	11,7973		
Total	166,056	14			

ANEXO 123. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	62,5173	4	15,6293	1,83	0,1992
Dentro grupo	85,28	10	8,528		
Total	147,797	14			

ANEXO 124. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	38,024	4	9,506	1,66	0,2357
Dentro grupo	57,4	10	5,74		
Total	95,424	14			

ANEXO 125. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	26,9973	4	6,74933	1,57	0,2560
Dentro grupo	42,98	10	4,298		
Total	69,9773	14			

ANEXO 126. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	49,6627	4	12,4157	1,17	0,3815
Dentro grupo	106,353	10	10,6353		
Total	156,016	14			

ANEXO 127. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao por tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,00	1,0000
Dentro grupo	115,127	14	8,22333		
Total	115,127	20			

ANEXO 128. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	94,3029	6	15,7171	2,74	0,0565
Dentro grupo	80,38	14	5,74143		
Total	174,683	20			

ANEXO 129. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	28,0895	6	4,68159	0,53	0,7736
Dentro grupo	122,653	14	8,76095		
Total	150,743	20			

ANEXO 130. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	30,7867	6	5,13111	0,61	0,7178
Dentro grupo	117,473	14	8,39095		
Total	148,26	20			

ANEXO 131. Andeva para nitrógeno disponible en suelo trumao para tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	97,5895	6	16,2649	1,43	0,2700
Dentro grupo	158,82	14	11,3443		
Total	256,41	20			

ANEXO 132. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	35,6107	4	8,90267	2,46	0,1130
Dentro grupo	36,1667	10	3,61667		
Total	71,7773	14			

ANEXO 133. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	65,1227	4	16,2807	2,57	0,1026
Dentro grupo	63,2267	10	6,32267		
Total	128,349	14			

ANEXO 134. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	68,256	4	17,064	2,68	0,0942
Dentro grupo	63,7533	10	6,37533		
Total	132,009	14			

ANEXO 135. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	81,2627	4	20,3157	6,29	0,0085
Dentro grupo	32,2733	10	3,22733		
Total	113,536	14			

ANEXO 136. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	69,0293	4	17,2573	6,17	0,0091
Dentro grupo	27,9867	10	2,79867		
Total	97,016	14			

ANEXO 137. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	79,7693	4	19,9423	12,05	0,0008
Dentro grupo	16,5467	10	1,65467		
Total	96,316	14			

ANEXO 138. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	43,9893	4	10,9973	4,22	0,0296
Dentro grupo	26,0867	10	2,60867		
Total	70,076	14			

ANEXO 139. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,00	1,0000
Dentro grupo	68,5067	14	4,89333		
Total	68,5067	20			

ANEXO 140. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	50,7133	6	8,45222	1,37	0,2910
Dentro grupo	86,1067	14	6,15048		
Total	136,82	20			

ANEXO 141. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	14,8857	6	2,48095	0,90	0,5186
Dentro grupo	38,38	14	2,74143		
Total	53,2657	20			

ANEXO 142. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	31,4714	6	5,24524	2,01	0,1317
Dentro grupo	36,48	14	2,60571		
Total	67,9514	20			

ANEXO 143. Andeva para nitrógeno disponible en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	21,5914	6	3,59857	1,38	0,2897
Dentro grupo	36,5667	14	2,6119		
Total	58,1581	20			

ANEXO 144. Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,344307	4	0,0860767	0,19	0,9369
Dentro grupo	4,47447	10	0,447447		
Total	4,81877	14			

ANEXO 145. Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	4,72523	4	1,18131	0,55	0,7043
Dentro grupo	21,5201	10	2,15201		
Total	26,2453	14			

ANEXO 146. Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,582573	4	0,145643	0,12	0,9724
Dentro grupo	12,1842	10	1,21842		
Total	12,7668	14			

ANEXO 147. Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,06204	4	0,26551	0,23	0,9143
Dentro grupo	11,4589	10	1,14589		
Total	12,521	14			

ANEXO 148. Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	12,6109	4	3,15272	2,04	0,1640
Dentro grupo	15,4345	10	1,54345		
Total	28,0454	14			

ANEXO 149. Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	2,34187	4	0,585467	0,37	0,8267
Dentro grupo	15,9469	10	1,59469		
Total	18,2888	14			

ANEXO 150. Andeva para P-olsen en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	3,81516	4	0,95379	0,37	0,8220
Dentro grupo	25,4959	10	2,54959		
Total	29,3111	14			

ANEXO 151. Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,00	1,0000
Dentro grupo	17,1561	14	1,22543		
Total	17,1561	20			

**ANEXO 152. Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día
15.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,68679	6	0,281132	0,26	0,9461
Dentro grupo	15,0695	14	1,07639		
Total	16,7563	20			

**ANEXO 153. Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día
30.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	12,9263	6	2,15438	1,33	0,3083
Dentro grupo	22,709	14	1,62207		
Total	35,6353	20			

**ANEXO 154. Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día
60.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	7,57132	6	1,26189	0,54	0,7699
Dentro grupo	32,7446	14	2,3389		
Total	40,3159	20			

**ANEXO 155. Andeva para P-olsen en suelo trumao para tratamientos al día
90.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	4,47736	6	0,746227	0,55	0,7590
Dentro grupo	18,8359	14	1,34542		
Total	23,3133	20			

ANEXO 156. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,6402	4	0,16005	1,71	0,2245
Dentro grupo	0,937733	10	0,0937733		
Total	1,57793	14			

ANEXO 157. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,08684	4	0,02171	0,24	0,9119
Dentro grupo	0,921133	10	0,0921133		
Total	1,00797	14			

ANEXO 158. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,566267	4	0,141567	2,11	0,1545
Dentro grupo	0,671467	10	0,0671467		
Total	1,23773	14			

ANEXO 159. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,416867	4	0,104217	1,45	0,2874
Dentro grupo	0,717667	10	0,0717667		
Total	1,13453	14			

ANEXO 160. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,374293	4	0,0935733	1,41	0,3008
Dentro grupo	0,6656	10	0,06656		
Total	1,03989	14			

ANEXO 161. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,295627	4	0,0739067	0,89	0,5050
Dentro grupo	0,831467	10	0,0831467		
Total	1,12709	14			

ANEXO 162. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,4862	4	0,12155	1,08	0,4177
Dentro grupo	1,12833	10	0,112833		
Total	1,61453	14			

ANEXO 163. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,0	1,0000
Dentro grupo	0,566067	14	0,0404333		
Total	0,566067	20			

ANEXO 164. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,28699	6	0,0478317	0,52	0,7862
Dentro grupo	1,29573	14	0,0925524		
Total	1,58272	20			

ANEXO 165. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,684762	6	0,114127	1,11	0,4038
Dentro grupo	1,43753	14	0,102681		
Total	2,1223	20			

ANEXO 166. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,416857	6	0,0694762	0,94	0,4970
Dentro grupo	1,03387	14	0,0738476		
Total	1,45072	20			

ANEXO 167. Andeva para P-olsen en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,417914	6	0,0696524	0,63	0,7022
Dentro grupo	1,5402	14	0,110014		
Total	1,95811	20			

ANEXO 168. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,626667	4	0,156667	4,20	0,0300
Dentro grupo	0,373333	10	0,0373333		
Total	1,0	14			

ANEXO 169. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,202667	4	0,0506667	0,84	0,5330
Dentro grupo	0,606667	10	0,0606667		
Total	0,809333	14			

ANEXO 170. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,822667	4	0,205667	2,49	0,1105
Dentro grupo	0,826667	10	0,0826667		
Total	1,64933	14			

ANEXO 171. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,709333	4	0,177333	1,39	0,3069
Dentro grupo	1,28	10	0,128		
Total	1,98933	14			

ANEXO 172. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,142667	4	0,0356667	0,57	0,6911
Dentro grupo	0,626667	10	0,0626667		
Total	0,769333	14			

ANEXO 173. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,137333	4	0,0343333	0,45	0,7693
Dentro grupo	0,76	10	0,076		
Total	0,897333	14			

ANEXO 174. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,377333	4	0,0943333	1,33	0,3227
Dentro grupo	0,706667	10	0,0706667		
Total	1,084	14			

ANEXO 175. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,0	1,0000
Dentro grupo	0,326667	14	0,0233333		
Total	0,326667	20			

ANEXO 176. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,571429	6	0,0952381	1,23	0,3499
Dentro grupo	1,08667	14	0,077619		
Total	1,6581	20			

ANEXO 177. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,64952	6	0,274921	2,21	0,1037
Dentro grupo	1,74	14	0,124286		
Total	3,38952	20			

ANEXO 178. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,59619	6	0,266032	2,60	0,0661
Dentro grupo	1,43333	14	0,102381		
Total	3,02952	20			

ANEXO 179. Andeva para materia orgánica en suelo trumao para tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,826667	6	0,137778	3,25	0,0324
Dentro grupo	0,593333	14	0,042381		
Total	1,42	20			

ANEXO 180. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,662667	4	0,165667	1,75	0,2154
Dentro grupo	0,946667	10	0,0946667		
Total	1,60933	14			

ANEXO 181. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,08667	4	0,271667	2,21	0,1404
Dentro grupo	1,22667	10	0,122667		
Total	2,31333	14			

ANEXO 182. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,809333	4	0,202333	1,81	0,2042
Dentro grupo	1,12	10	0,112		
Total	1,92933	14			

ANEXO 183. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,78	4	0,445	2,27	0,1336
Dentro grupo	1,96	10	0,196		
Total	3,74	14			

ANEXO 184. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,809333	4	0,202333	1,81	0,2042
Dentro grupo	1,12	10	0,112		
Total	1,92933	14			

ANEXO 185. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,23333	4	0,308333	1,79	0,2069
Dentro grupo	1,72	10	0,172		
Total	2,95333	14			

ANEXO 186. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,246667	4	0,0616667	0,45	0,7697
Dentro grupo	1,36667	10	0,136667		
Total	1,61333	14			

ANEXO 187. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,0	1,0000
Dentro grupo	0,186667	14	0,0133333		
Total	0,186667	20			

ANEXO 188. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,63619	6	0,272698	3,56	0,0236
Dentro grupo	1,07333	14	0,0766667		
Total	2,70952	20			

ANEXO 189. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,45238	6	0,242063	1,75	0,1826
Dentro grupo	1,94	14	0,138571		
Total	3,39238	20			

ANEXO 190. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	1,1981	6	0,199683	1,04	0,4420
Dentro grupo	2,69333	14	0,192381		
Total	3,89143	20			

ANEXO 191. Andeva para materia orgánica en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	3,59619	6	0,599365	2,35	0,0878
Dentro grupo	3,56667	14	0,254762		
Total	7,16286	20			

ANEXO 192. Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0365733	4	0,00914333	2,03	0,1661
Dentro grupo	0,0450667	10	0,00450667		
Total	0,08164	14			

ANEXO 193. Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,05724	4	0,01431	0,88	0,5071
Dentro grupo	0,161733	10	0,0161733		
Total	0,218973	14			

ANEXO 194. Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0796	4	0,0199	3,55	0,0473
Dentro grupo	0,056	10	0,0056		
Total	0,1356	14			

ANEXO 195. Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,10284	4	0,02571	2,66	0,0954
Dentro grupo	0,0966	10	0,00966		
Total	0,19944	14			

ANEXO 196. Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0324667	4	0,00811667	3,42	0,0522
Dentro grupo	0,0237333	10	0,00237333		
Total	0,0562	14			

ANEXO 197. Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0629733	4	0,0157433	5,14	0,0163
Dentro grupo	0,0306	10	0,00306		
Total	0,0935733	14			

ANEXO 198. Andeva del pH en suelo trumao para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,03184	4	0,00796	1,45	0,2887
Dentro grupo	0,055	10	0,0055		
Total	0,08684	14			

ANEXO 199. Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,0	
Dentro grupo	0,113867	14	0,00813333		
Total	0,113867	20			

ANEXO 200. Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0312286	6	0,00520476	1,14	0,3888
Dentro grupo	0,0638	14	0,00455714		
Total	0,0950286	20			

ANEXO 201. Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,083781	6	0,0139635	1,32	0,3111
Dentro grupo	0,148	14	0,0105714		
Total	0,231781	20			

ANEXO 202. Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 60.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,107448	6	0,0179079	2,91	0,0469
Dentro grupo	0,0862667	14	0,0061619		
Total	0,193714	20			

ANEXO 203. Andeva del pH en suelo trumao para tratamientos al día 90.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,102067	6	0,0170111	4,19	0,0127
Dentro grupo	0,0568	14	0,00405714		
Total	0,158867	20			

ANEXO 204. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0165733	4	0,00414333	1,11	0,4058
Dentro grupo	0,0374667	10	0,00374667		
Total	0,05404	14			

ANEXO 205. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo control esterilizado a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,1002	4	0,02505	3,26	0,0592
Dentro grupo	0,0769333	10	0,00769333		
Total	0,177133	14			

ANEXO 206. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,00569333	4	0,001423	0,39	0,8120
Dentro grupo	0,0366	10	0,00366		
Total	0,0422933	14			

ANEXO 207. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0251067	4	0,00627667	0,71	0,6018
Dentro grupo	0,0880667	10	0,00880667		
Total	0,113173	14			

ANEXO 208. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. versicolor* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0178267	4	0,00445667	1,22	0,3611
Dentro grupo	0,0364667	10	0,00364667		
Total	0,0542933	14			

ANEXO 209. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *W. multispora* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,123307	4	0,0308267	3,70	0,0424
Dentro grupo	0,0832667	10	0,00832667		
Total	0,206573	14			

ANEXO 210. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para el tratamiento suelo incorporado de paja adicionada de NH_4NO_3 tratada con *T. pseudokoningii* a través del tiempo.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,08796	4	0,02199	3,19	0,0623
Dentro grupo	0,0689333	10	0,00689333		
Total	0,156893	14			

ANEXO 211. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 0.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0	6	0,0	0,0	1,0000
Dentro grupo	0,126467	14	0,00903333		
Total	0,126467	20			

ANEXO 212. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 15.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0630571	6	0,0105095	2,45	0,0785
Dentro grupo	0,0600667	14	0,00429048		
Total	0,123124	20			

ANEXO 213. Andeva de pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día 30.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,143457	6	0,0239095	7,82	0,0008
Dentro grupo	0,0428	14	0,00305714		
Total	0,186257	20			

**ANEXO 214. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día
60.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,13199	6	0,0219984	2,41	0,0824
Dentro grupo	0,127933	14	0,0091381		
Total	0,259924	20			

**ANEXO 215. Andeva del pH en suelo rojo arcilloso para tratamientos al día
90.**

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal.	P. valor
Entre grupos	0,0915143	6	0,0152524	3,03	0,0410
Dentro grupo	0,0704667	14	0,00503333		
Total	0,161981	20			