

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA
ARTROPODOFAUNA EN PASTIZALES BAJO EL EFECTO DE UNA
QUEMA CONTROLADA, EN LA SAIS TÚPAC AMARU.**

Presentada por:

LIZ ZAIDA CASTAÑEDA CÓRDOVA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

Lima – Perú

2007

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA
ARTROPODOFAUNA EN PASTIZALES BAJO EL EFECTO DE UNA
QUEMA CONTROLADA, EN LA SAIS TÚPAC AMARU.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

Presentada por:

LIZ ZAIDA CASTAÑEDA CÓRDOVA

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

**Dra. Inés Redolfi de Huiza
Presidente**

**M. Sc. Zulema Quinteros Carlos
Jurado**

**Mg. Sc. Efraín Malpartida
Jurado**

**Mg. Sc. Germán Arellano Cruz
Patrocinador (1)**

**Dr. Edgar Sánchez Infantas
Co-Patrocinador**

Lima - Perú

2007

A mi familia por su cariño
y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento sincero a todas aquellas personas que colaboraron en el desarrollo de mi tesis, en especial:

A mi madre Bárbara y a mi tío Jorge por su aliento y cariño.

A mis hermanos: Raúl por su ayuda y apoyo en la elaboración de la quema prescrita y a Sarita por sus sugerencias en la presentación.

A mi patrocinador Germán Arellano y a mi copatrocinador Edgar Sánchez por sus consejos, paciencia y asesoramiento en la elaboración de mi tesis.

A mis grandes amigas y compañeras en este proyecto Diana Torres y Monica Maldonado.

Al proyecto del CIP en especial a Roberto Quiroz, a Consuelo Arellano por el tiempo dedicado a mis datos y a Carlos Alberto Arnillas por su apoyo con la base de datos en Access.

Al Ing. Arteaga por darnos las facilidades para realizar la investigación en Pachacayo, a la Ing. Cecilia Turín y al Ing. Gamarra por el apoyo y asesoramiento en el muestreo preliminar.

A Alfredo por su amistad, paciencia, ayuda y sugerencias en la realización de mi tesis.

A los miembros del jurado Inés Redolfi, Efraín Malpartida y Zulema Quinteros por sus correcciones y sugerencias.

A todos los estudiantes de biología y a los estudiantes no biólogos que nos apoyaron en la fase de campo en Pachacayo, y a los que me apoyaron en la fase de laboratorio, todos ellos muy buenos amigos, muchas gracias: Daphne Matsufuji, Catherina Bravo, Gabriela González, Katy Yépez, Jorge Achata, Jorge Herrera, Miguel Figueroa, Isabel Vaccari, Vanesa Chippolini, María Sánchez, Slim Díaz, Eduardo Motta, Carlos Llanos, Margie, Cristian Atunka, Guisella Yataco e Yvette Rodríguez. Disculpen si me olvido de alguno de ustedes.

A los comuneros y amigos de la SAIS Túpac Amaru.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	
	2.1.- La quema y su uso en el manejo de pastizales	3
	2.2.- La quema controlada	4
	2.3.- Los pastizales naturales en la SAIS Túpac Amaru y en el Perú	5
	2.4.- La comunidad de la artropodofauna en la puna	6
	2.5.- Los efectos de la quema sobre la artropodofauna	7
	2.6.- Trampas de caída (pitfall), diseño y efectividad	9
	2.7.- Medición de la diversidad de la artropodofauna	10
	2.8.- Medición de la diversidad estructural	12
	2.9.- Variaciones espaciales y temporales en las poblaciones de la artropodofauna	13
	2.10.- Perturbaciones	14
	2.11.- Manejo Adaptativo y panarquía	16

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Ubicación	18
3.2.- Materiales	18
3.3.- Métodos	19
3.3.1.- Establecimiento de parcelas y cronograma	19
3.3.2.- Método de quema	20
3.3.3.- Evaluación de los parámetros físicos	21
3.3.3.1. Precipitación y temperatura	21
3.3.3.2. Características del suelo	22
3.3.4.- Evaluación de la diversidad estructural	24
3.3.4.1.- Evolución de la estratificación de la cobertura y la diversidad estructural	26
3.3.4.2.- La precipitación y su relación con la diversidad estructural	28
3.3.5.- Evaluación de la comunidad de la artropodofauna	29
3.3.5.1. Colocación de trampas pitfall	29
3.3.5.2. Revisión de las muestras	30
3.3.5.3. Determinación de la artropodofauna	30
3.4.- Análisis de los datos	31
3.4.1.- Curvas especies-área.	31
3.4.2.- Cálculo de la diversidad estructural y la artropodofauna	32
3.4.3.- Prueba t para muestras pareadas	33
3.4.4.- Determinación y comparación de los patrones de variación poblacional de Entomobryidae-01	34
3.4.5.- Determinación de las asociaciones espaciales y temporales	35
3.4.6.- Determinación de la similitud entre comunidades	36

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Composición taxonómica de la artropodofauna	37
4.2.- Variación de la diversidad de la artropodofauna	44
4.2.1.- Curvas especies-área	44
4.2.2.- Relación de la artropodofauna con las variables ambientales	50
4.2.2.1. La precipitación y su relación con la diversidad de la artropodofauna	50
4.2.2.2. La temperatura y su relación con la diversidad de la artropodofauna	53

4.2.2.3. La diversidad estructural y su relación con la diversidad de la artropodofauna	56
4.2.3.- Variación temporal de la artropodofauna	58
4.3.- Significación estadística de las diferencias inducidas por la quema	
4.3.1.- Prueba t para muestras pareadas	63
4.4.- Composición de especies y distribución de abundancias en cada muestreo	65
4.4.1.- Macroartrópodos	70
4.4.2.- Microartrópodos	74
4.5.- Patrones de variación poblacional de Entomobryidae-01	77
4.5.1.-Ley de Taylor	77
4.6.- Asociaciones espaciales y temporales	80
4.6.1.- Asociaciones entre estaciones (Espacial)	80
4.6.2.- Asociaciones entre muestreos (Temporal)	88
4.7.- Similitud entre comunidades	
4.7.1.- Similitud temporal de la artropodofauna	91
4.7.2.- Similitud temporal de los macroartrópodos y los microartrópodos	91
4.7.3.- Similitud temporal de los grupos funcionales	93
4.8.- Clasificación trófica de la artropodofauna colectada	94
4.8.1.- Grupos Funcionales	97
4.8.2.- Variación temporal de los grupos funcionales	98
4.8.3.- Evolución de los grupos funcionales en cada muestreo	106
4.8.5.- Discusión General	110
V. CONCLUSIONES	114
VI. RECOMENDACIONES	116
VII. BIBLIOGRAFÍA	117
VIII. ANEXOS	128

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Título	Pág.
1	Porcentaje de Materia orgánica N, P y K en la Zona Quemada y la Zona No Quemada. Pachacayo.	25
2	Conductividad Eléctrica, pH y carbonato de Calcio en la Zona Quemada y la Zona No Quemada. Pachacayo.	25
3	Listado taxonómico de artrópodos terrestres colectados en Pachacayo (Jauja, Junín) durante Agosto de 2001 a Junio de 2002.	38
4	Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la diversidad α de la Artropodofauna antes y después de la quema. Zona Quemada, Champacancha. Pachacayo.	64
5	Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la diversidad α de la Artropodofauna antes y después de la quema. Zona No Quemada, Champacancha. Pachacayo.	64
6	Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la abundancia de la Artropodofauna antes y después de la quema. Zona Quemada, Champacancha. Pachacayo.	64
7	Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la abundancia de la Artropodofauna antes y después de la quema. Zona No Quemada, Champacancha. Pachacayo.	64
8	Tipos de Distribución de las abundancias de las morfoespecies más abundantes en cada muestreo.	66
9	Tipos de Distribución de las abundancias de los macroartrópodos más abundantes en cada muestreo.	70
10	Tipos de Distribución de las abundancias de los microartrópodos más abundantes en cada muestreo.	74
11	Valores de β espacial (β_s)	78
12	Valores de β temporal (β_t)	78
13	Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Spearman para la comparación de Microartrópodos entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita indican el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.	92
14	Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Spearman para la comparación de Macroartrópodos entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita indican el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Título	Pág.
15	Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Pearson para la comparación de grupos funcionales entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.	93
16	Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Pearson para la comparación de grupos funcionales sin Entomobryidae-01 entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita indican el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.	93
17	Categorías tróficas de las familias de los artrópodos terrestres colectados en Pachacayo (Jauja, Junín) durante Agosto 2001 a Junio de 2002.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
1	Contenido de Materia Orgánica en el Suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	22
2	Nitrógeno en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	22
3	Fósforo en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	23
4	Potasio en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	23
5	Conductividad eléctrica en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	24
6	pH en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	24
7	CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	24
8	Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal total. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	26
9	Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal promedio. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	26
10	Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal promedio. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Zona Quemada.	27
11	Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal promedio. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Zona No Quemada.	27
12	Diversidad estructural promedio de La Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	28
13	Diversidad estructural gamma de La Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	28
14	Relación entre la precipitación y la diversidad estructural prom. sin demoras de respuesta. Z.Q.	29
15	Relación entre la precipitación y la diversidad estructural prom. sin demoras de respuesta. Z.N.Q.	29
16	Relación entre la precipitación y la diversidad estructural promedio con demoras de respuesta de 3 meses. Z.Q.Pachacayo.	29
17	Relación entre la precipitación y la diversidad estructural prom. con demoras de respuesta de 3 meses. Z.N.Q.Pachacayo.	29
18	Porcentajes de la Abundancia para las Clases Taxonómicas.	37
19	Porcentajes de la Abundancia para los Ordenes Taxonómicas.	37
20	Porcentajes de la Abundancia para los Familias Taxonómicas	44
21	Curva de especies-área Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	45
22	Curva de especies-área Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	45
23	Curva de especies-área Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	45
24	Curva de especies-área Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	45
25	Curva de especies-área Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	45
26	Curva de especies-área Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
27	Curva de especies-área Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	46
28	Curva de especies-área Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	46
29	Curva de especies-área Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	46
30	Curva de especies-área Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	46
31	Curva de especies-área Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	47
32	Curva de especies-área Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	47
33	Esfuerzo de muestreo Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	47
34	Esfuerzo de muestreo Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	47
35	Esfuerzo de muestreo Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	48
36	Esfuerzo de muestreo Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	48
37	Esfuerzo de muestreo Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	48
38	Esfuerzo de muestreo Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	48
39	Esfuerzo de muestreo Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	48
40	Esfuerzo de muestreo Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	48
41	Esfuerzo de muestreo Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	49
42	Esfuerzo de muestreo Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	49
43	Esfuerzo de muestreo Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	49
44	Esfuerzo de muestreo Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	49
45	Esfuerzo de muestreo Estaciones totales. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	49
46	Esfuerzo de muestreo Estaciones totales. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	49
47	Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Pachacayo. Z.Q.	51
48	Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Pachacayo. Z.N.Q.	51
49	Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.Q.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº	Título	Pág.
50	Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.N.Q.	51
51	Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.Q.	51
52	Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.N.Q.	51
53	Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.Q.	52
54	Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.N.Q.	52
55	Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.Q.	52
56	Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.N.Q.	52
57	Relación entre la precipitación y la diversidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 2 meses. Pachacayo. Z.Q.	52
58	Relación entre la precipitación y la diversidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 2 meses. Pachacayo. Z.N.Q.	52
59	Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Pachacayo. Z.Q.	53
60	Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Pachacayo. Z.N.Q.	53
61	Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Z.Q.	54
62	Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Z.N.Q.	54
63	Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.Q.	54
64	Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.N.Q.	54
65	Relación entre la temperatura media mensual y la diversidad de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Z.Q.	55
66	Relación entre la temperatura media mensual y la diversidad de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Z.N.Q.	55
67	Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Z.Q.	55
68	Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Z.N.Q.	55
69	Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.Q.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
70	Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.N.Q.	55
71	Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Z.Q.	56
72	Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Z.N.Q.	56
73	Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.Q.	56
74	Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.N.Q.	56
75	Relación entre la diversidad estructural prom. y la abundancia de la Artropodofauna. Z.Q.	57
76	Relación entre la diversidad estructural prom. y la abundancia de la Artropodofauna. Z.N.Q.	57
77	Relación entre la diversidad estructural prom. y la diversidad alfa promedio de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.	57
78	Relación entre la diversidad estructural prom. y la diversidad alfa promedio de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.	57
79	Relación entre la diversidad gamma y la abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.	59
80	Relación entre la diversidad gamma y la abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.	59
81	Abundancia de la Artropodofauna Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.	59
82	Abundancia de la Artropodofauna sin Entomobryidae Agosto 2001 a Junio 2002.	59
83	Relación entre la diversidad gamma y la equidad de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.	60
84	Relación entre la diversidad gamma y la equidad de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.	60
85	Equidad de la Artropodofauna Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.	60
86	Riqueza de la Artropodofauna Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.	60
87	Relación entre la diversidad gamma y la riqueza de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.	61
88	Relación entre la diversidad gamma y la riqueza de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.	61
89	Relación entre la diversidad gamma y la diversidad alfa de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
90	Relación entre la diversidad gamma y la diversidad alfa de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.	61
91	Diversidad alfa prom. de la Artropodofauna. Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.	62
92	Diversidad alfa prom. de la Artropodofauna sin Entomobryidae. Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.	62
93	Diversidad gamma de la Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	63
94	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001. Z.Q.	67
95	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001. Z.N.Q.	67
96	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q) Z.Q.	67
97	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q) Z.N.Q.	67
98	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q) Z.Q.	68
99	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q) Z.N.Q.	68
100	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q) Z.Q.	68
101	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q) Z.N.Q.	68
102	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q) Z.Q.	68
103	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q) Z.N.Q.	68
104	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q) Z.Q.	69
105	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Febrero 2002. (d.q) Z.N.Q.	69
106	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.Q.	69
107	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.N.Q.	69
108	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Junio 2002 (d.q) Z.N.Q.	69
109	Porcentajes de abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Junio 2002 (d.q) Z.N.Q.	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
110	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.Q.	71
111	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.N.Q.	71
112	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q) Z.Q.	71
113	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q) Z.N.Q.	71
114	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q) Z.Q.	71
115	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q) Z.N.Q.	71
116	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q) Z.Q.	72
117	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q) Z.N.Q.	72
118	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q) Z.Q.	72
119	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q) Z.N.Q.	72
120	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q) Z.Q.	72
121	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q) Z.N.Q.	72
122	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.Q.	73
123	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.N.Q.	73
124	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Junio 2002 (d.q) Z.Q.	73
125	Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Junio 2002 (d.q) Z.N.Q.	73
126	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.Q.	75
127	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.N.Q.	75
128	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q) Z.Q.	75
129	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q) Z.N.Q.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
130	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q) Z.Q.	75
131	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q) Z.N.Q.	75
132	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q) Z.Q.	76
133	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q) Z.N.Q.	76
134	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q) Z.Q.	76
135	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q) Z.N.Q.	76
136	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q) Z.Q.	76
137	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q) Z.N.Q.	76
138	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.Q.	77
139	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.N.Q.	77
140	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.Q.	77
141	Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Abril 2002 (d.q) Z.N.Q.	77
142	Evolución de la Media y el CV del β_s de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.	78
143	Evolución de la Media y el CV del β_s de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.	78
144	Evolución de la Media y el CV del β_t de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.	79
145	Evolución de la Media y el CV del β_t de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.	79
146	Diagrama de dispersión del β_s de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.	79
147	Diagrama de dispersión del β_s de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.	79
148	Diagrama de dispersión del β_t de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.	79
149	Diagrama de dispersión del β_t de Entomobryidae-01 Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº	Título	Pág.
150	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Agosto 2001. Z.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	80
151	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Agosto 2001. Z.N.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	80
152	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Agosto 2001. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	81
153	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre 2001(a.q). Z.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	81
154	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre 2001(a.q). Z.N.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	81
155	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre 2001(Antes de Quema). Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	82
156	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre 2001(d.q). Z.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	82
157	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre 2001(d.q). Z.N.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	82
158	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre 2001(Después de Quema). Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	83
159	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Nov- 2001(d.q). Z.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	83
160	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Nov- 2001(d.q). Z.N.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	83
161	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Noviembre 2001(Después de Quema). Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	84
162	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Dic- 2001(d.q). Z.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	84
163	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Dic- 2001(d.q). Z.N.Q. Índice de similitud de Raup-Crick.	84
164	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Diciembre 2001(Después de Quema). Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	85
165	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Feb- 2002. Z.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	85
166	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Feb- 2002. Z.N.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	85
167	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Diciembre 2001(Después de Quema). Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
168	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Abril- 2002. Z.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	86
169	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Abril - 2002. Z.N.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	86
170	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Abril - 2002. (Después de Quema) Z.N.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	87
171	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Junio- 2002. Z.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	87
172	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Junio- 2002. Z.N.Q. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	87
173	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Junio - 2002. (Después de Quema) Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	88
174	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en todos los muestreos. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick. Zona Quemada.	89
175	Dendograma de datos de abundancia de artrópodos en todos los Muestreos. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick. Zona Quemada.	89
176	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en todos los muestreos. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick. Zona No Quemada.	90
177	Dendograma de datos de abundancia de artrópodos en todos los Muestreos. Pachacayo. Índice de similitud de Morisita. Zona No Quemada.	90
178	Dendograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en todos los muestreos. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	90
179	Dendograma de datos de abundancia de artrópodos en todos los Muestreos. Pachacayo. Índice de similitud de Raup-Crick.	90
180	Evolución de la relación de las Morfoespecies en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Índice de similitud de Morisita.	91
181	Similitud de la Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Índice de similitud de Raup-Crick.	91
182	Evolución de la relación de los Microartrópodos en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	92
183	Evolución de la relación de los Macroartrópodos en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	92
184	Evolución de la relación de los Grupos Funcionales en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
185	Evolución de la relación de los Grupos Funcionales sin Entomobryidae-01 en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	94
186	Distribución del número total de especies por categoría trófica.	97
187	Distribución de abundancias totales por categoría trófica.	97
188	Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del Grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	99
189	Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del Grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	99
190	Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del Grupo Funcional Saprófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	99
191	Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del Grupo Funcional Parasitoides. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	99
192	Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del Grupo Funcional Micetófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	99
193	Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del Grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	99
194	Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	101
195	Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	101
196	Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	101
197	Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	101
198	Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Saprófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	101
199	Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Saprófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	101
200	Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Parasitoides. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	102
201	Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Parasitoides. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	102
202	Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Micetófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	102
203	Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Micetófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	102
204	Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	102
205	Abundancia de Macroartrópodos del Grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
206	Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del Grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	103
207	Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del Grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	103
208	Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del Grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	103
209	Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del Grupo Funcional Ectoparásito. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	103
210	Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del Grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	104
211	Abundancia de Microartrópodos del Grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	104
212	Porcentajes de Abundancia de Microartrópodos del Grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	105
213	Abundancia de Microartrópodos del Grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	105
214	Porcentajes de Abundancia de Microartrópodos del Grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	105
215	Abundancia de Microartrópodos del Grupo Funcional Depredadores Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	105
216	Porcentajes de Abundancia de Microartrópodos del Grupo Funcional Ectoparásito. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	105
217	Abundancia de Microartrópodos del Grupo Funcional Ectoparásito Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.	105
218	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.	107
219	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.	107
220	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q). Zona Quemada.	108
221	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q). Zona No Quemada.	108
222	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q). Zona Quemada.	108
223	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q). Zona No Quemada.	108
224	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q). Zona Quemada.	108
225	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q). Zona No Quemada.	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
226	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q). Zona Quemada.	109
227	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q). Zona No Quemada.	109
228	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q). Zona Quemada.	109
229	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q). Zona No Quemada.	109
230	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Abril 2002 (d.q). Zona Quemada.	109
231	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Abril 2002 (d.q). Zona No Quemada.	109
232	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Junio 2002 (d.q). Zona Quemada.	110
233	Histograma de porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Junio 2002 (d.q). Zona No Quemada.	110
234	Modelo conceptual para un ciclo adaptativo anual, en un ecosistema de pastizales en la sierra central perturbado con una quema controlada.	113

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Título	Pág.
1	Ubicación geográfica de la zona de estudio. La flecha indica la posición de la Unidad Productiva Ganadera Pachacayo, específicamente la zona denominada Champacancha,	126
2	Fluctuación de la Precipitación total mensual y la Temperatura media Mensual. Distrito de Pachacayo. Prov. Jauja. Latitud 11° 47' S, Longitud 75° 44' W, Altitud 3600 m.s.n.m. Durante Agosto de 1999 hasta Marzo de 2003.	100
3	Porcentajes del número de especies y de la abundancia de todas las morfoespecies, de los Macroartrópodos y los Microartrópodos por categoría trófica para todos los muestreos	101
4	Resultados de la estratificación de la cobertura vegetal total y la diversidad de estratos (diversidad estructural) para ambas zonas.	
5	Resultados de la abundancia, equidad, riqueza, diversidad alfa promedio y diversidad gamma de la artropodofauna para ambas zonas.	
6	Fotografías mostrando la instalación de las trampas de caída, la realización de la quema controlada y la medición de estratos vegetales.	

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la SAIS (Sociedad Agrícola de Interés Social) Tupác Amaru en la Unidad de Producción Pachacayo, en la zona denominada Champacancha ($11^{\circ} 55' 53''$ LS y $75^{\circ} 46' 02''$ LO), departamento de Junín. Se llevaron a cabo 8 muestreos con trampas de caída (pitfall), desde Agosto 2001 (época seca) a Junio 2002 (época seca), con el objetivo de evaluar los efectos de una quema controlada en la artropodofauna de un ecosistema de pastizales. La quema fue realizada a inicios del mes de octubre (inicio de la época de lluvias), el tipo de quema prescrita es denominada Head Fire o quema frontal (a favor del viento).

Se delimitaron dos parcelas 900 m^2 cada una, la primera parcela fue quemada Zona Quemada (Z.Q) y la segunda parcela fue el tratamiento control (Z.N.Q). Se eligieron al azar seis estaciones o unidades experimentales en cada parcela, evaluándose la composición, la abundancia y la diversidad de la artropodofauna en el suelo. Además se analizó su variación espacial y temporal.

Las dos zonas denominadas Zona Quemada (Z.Q) y Zona No Quemada (Z.N.Q) fueron comparadas mediante los parámetros de abundancia y diversidad de la artropodofauna antes y después de la quema, empleándose una Prueba t-pareada ($\alpha=0.05$) se encontró diferencias significativas en ambas zonas, sugiriendo un posible efecto producido por la estacionalidad. Además al evaluar la similitud de la comunidad de la artropodofauna, a nivel de su abundancia y su composición luego de la perturbación generada por la quema, se encontró que la quema no afectó la correlación entre ambas zonas.

La comunidad de la artropodofauna presentó los siguientes valores para la Zona Quemada la diversidad γ estuvo entre 1.63-4.39 bits/individuo, la diversidad α promedio se encontró entre 1.50 a 3.71 bits/individuo, la equidad entre 0.31 a 0.75 y la riqueza específica presentó de 39 a 73 especies. En la Zona No Quemada la diversidad γ estuvo entre 2.59-3.82 bits/individuo, la diversidad α promedio se encontró entre 2.40 a 3.44 bits/individuo, la equidad entre 0.46 a 0.68 y la riqueza específica presentó de 41 a 70 especies. Al parecer la diversidad α promedio y la diversidad γ no mostraron un efecto debido a la quema, se refuerza la sugerencia de estar observando un efecto estacional, debido a que cuando se dieron cambios

drásticos, es decir, la disminución o incremento de los valores de estas variables se dio en ambas zonas.

Palabras clave: Artropodofauna, Quema controlada, Pastizales, Trampas de caída.

I. INTRODUCCIÓN

La investigación con respecto al fuego es altamente compleja, abarca muchas variables como la ubicación geográfica, el tipo de vegetación, regímenes de fuego y las adaptaciones de la flora y de la fauna. La importancia de estas variables cambia espacial y temporalmente generando una mayor complejidad a su manejo. El conocimiento de los efectos de los regímenes del fuego en los procesos ecológicos es imprescindible antes de tomar decisiones para realizar una gerencia holística (Norris y Conroy, 1999).

En el Perú la quema es empleada como un método de manejo de pastizales. La extensión de estas pasturas naturales, según la Estadística Agraria es de 21 315 000 hectáreas, de las cuales 18 800 000 se encuentran en los niveles altos de la sierra y soportan el 86% de la ganadería nacional constituida por bovinos, ovinos, equinos y camélidos sudamericanos (Flores, 1989). Por lo tanto siendo la ganadería una de las principales actividades económicas de la sierra, este método de manejo toma una gran importancia. Según Odum (1984), citado por Torres (2004), la quema controlada podría no solo ahorrar esfuerzo y dinero en incendios inútiles sino también elevar la producción ganadera al asegurarse pastizales vigorosos cuando más se necesiten, recomendando el uso de quemas controladas para incrementar la producción de madera y fauna asegurando la sostenibilidad del sistema.

Si bien en el Perú es común la quema de los pastizales para eliminar el material senescente y las especies indeseables, se han realizado muy pocos estudios al respecto y existe una escasez de información con respecto a su efecto en la fauna y en especial a la artropodofauna. Para evaluar un ecosistema se debe tomar en cuenta los diferentes niveles organizacionales que lo integran y los artrópodos han sido ampliamente reconocidos por su importancia dentro del ecosistema. Según Finnamore (1996), el 64% de la diversidad global faunística está constituida por los mismos, constituyendo la infraestructura invisible que dirige la dinámica del ecosistema, por lo tanto es una importante fuente de información, con una resolución muy fina al medir las perturbaciones, pudiendo ser complementada con la de otros organismos. Dentro de este gran grupo, los insectos son considerados como los más diversos y abundantes del planeta, esenciales en el ciclo de los nutrientes y pieza fundamental para el mantenimiento del balance natural (Dourojeanni, 1987). Se ha empleado grupos como los coleópteros como indicadores de diferentes perturbaciones y condiciones ecológicas como regímenes de

pastoreo (Dennis *et al.*, 1997), los cicindélidos por establecer patrones regionales de biodiversidad, empleándoseles en el monitoreo de hábitats fragmentados por actividades humanas y en la detección de áreas prioritarias para la conservación (Pearson y Cassola, 1992), y las mariposas en las practicas de manejo mediante quemas prescritas en áreas naturales (Hutzinger, 2002). En resumen los artrópodos son estudiados debido a la disponibilidad de los mismos en áreas pequeñas, a su respuesta rápida ante los cambios y a su relación con la vegetación (productividad primaria), y por ende con la oferta forrajera para el ganado que sostiene la SAIS Túpac Amaru.

En el presente estudio se evaluó el efecto de la quema o fuego en la artropodofauna de un ecosistema de puna, para lo cual se plantearon como objetivos: (a) Caracterizar la artropodofauna en áreas bajo el efecto de una quema controlada, (b) Determinar el efecto de la quema controlada en la variación de la diversidad en la artropodofauna, (c) Determinar los patrones de variación espacio-temporal de la diversidad de la artropodofauna y (d) Desarrollar una metodología para evaluar las perturbaciones, a través de la artropodofauna.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La Quema y su uso en el manejo de pastizales

La quema se realiza en todas las tierras altas de los andes en el Perú, desde la Jalca, en Cajamarca hasta la Puna al sur de Puno. En la sierra central del Perú se realizan generalmente quemas en la asociación Festuchetum-Calamagrosetum. El ganado ovino solo consume los pastos cortos y suaves de esta asociación, dejando los pastos altos; y al no contarse con la cantidad adecuada de vacunos y equinos que aprovechen las especies indicadas, éstas se propagan libremente incrementando continuamente sus áreas, disminuyendo la vegetación del piso, razón por la cual periódicamente se realizan quemas con el objeto de permitir el aprovechamiento de la vegetación de piso por el ganado ovino y rebrotes para el ganado vacuno. La ventaja aparente que se observa después de la quema de los pajonales es la obtención de rebrotes tiernos, así como permitir la accesibilidad y el aprovechamiento de la vegetación de piso que se desarrolla a la sombra de las especies de crecimiento alto. Sin embargo, consecuencias de la quema son la disminución de la densidad, vigor y composición de las especies vegetales, aumentando las áreas desnudas, lo que expone al suelo a la acción del viento y el agua con los permanentes peligros de erosión y desertización de algunos sectores de la puna, alterando la rentabilidad hídrica de las cuencas. Por lo tanto, los beneficios que se obtienen con la quema no compensarían los deterioros que produce en el suelo y en la planta, ni el gran volumen de materia vegetal que se pierde por efecto de ella, cuya cantidad estimada para toda la SAIS es superior a las 4 t/ha./año (ONERN, 1976). Contrariamente a lo citado anteriormente, según Mario Tapia (2002) en las zonas quemadas en la SAIS debido el manejo apropiado de los pastos (no carga inmediata ni sobrecarga del ganado) observó una mejor oferta forrajera y se incrementaron las especies favorables. Sin embargo en una comunidad campesina cercana que también había quemado sus pastos y colocado casi con el primer rebrote vacunos (carga inmediata), observó que las especies paleatables disminuyeron y aparecieron especie anuales como la *Muhleberghia peruviana* que es una indicadora de suelos empobrecidos.

Estudios realizadas en la sierra peruana para conocer el efecto de la quema en la vegetación se llevaron a cabo en Chuquibambilla, Puno, Florez *et al.* (1972) trabajaron en

diferentes asociaciones vegetales con parcelas de 200 m² y Chancayauri (1999) en la SAIS Pachacutec, en pastizales dominados por *Festuca dolichophylla* - *Calamagrostis vicunarum* con parcelas de 625 m², teniendo como tratamientos quema, pastoreo y sin quema. Florez *et al.*(1972), menciona que la quema afecta de diferentes formas, de acuerdo al tipo de vegetación, la época y frecuencia de quema, y la carga animal a la que esta sometida el pastizal. Por otro lado Chancayauri (1999) en la SAIS Pachacutec, evalúa los efectos de las quemas controladas dos años después de que estas fueron realizadas en diferentes comunidades vegetales, sobre las características físicas y estatus de fertilidad del suelo, la composición florística, la producción primaria y el valor nutritivo del pastizal, no encontrando en la mayoría de los casos diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (con pastoreo, con quema, sin pastoreo y quema). Sin embargo la información no es definitiva, los estudios realizados en nuestro país son muy pocos y es necesario conocer con mayor detalle los efectos de la quema, debido a que esta es una práctica de manejo muy habitual en la puna.

2.2. La Quema Controlada

Chancayauri (1999) indica que la quema prescrita se basa en la manipulación de la intensidad y tasa de dispersión del fuego para lo cual se debe tener en cuenta: tipo y cantidad de combustible o material inflamable (material vegetal a quemarse), volatilidad y humedad del combustible, humedad y temperatura ambiental, velocidad del viento y topografía. El rango adecuado de la humedad del combustible es de 7 a 20% y la velocidad del viento debe ser menor a los 32 Km/h. En cuanto a la topografía del terreno, el fuego a pendiente positiva de 20 a 39% es dos veces más rápido que un fuego en superficie plana. (Wright y Bailey, 1982). Aunque hay referencias de estudios como los de Noli (1992) y Vargas (2002) donde la quema se realizó en época seca. Wright y Bailey (1982) indican lo desfavorable de las quemas en períodos secos, y en la SAIS Túpac Amaru donde se llevó a cabo el experimento, se realizan al inicio de la época de lluvias, debido a esta información la quema se llevó a cabo en este periodo.

2.3. Los pastizales naturales en la SAIS Túpac Amaru y en el Perú

Tapia y Flores (1984), definen a los pastizales naturales como aquellas áreas que se encuentran cubiertas por una vegetación herbácea, predominantemente de gramíneas, ciperáceas y rosáceas y que varían en su composición fundamentalmente de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica. El ecosistema pastizal se caracteriza por tener un comportamiento frágil, teniendo una mayor sensibilidad a los efectos de sobrepastoreo, incrementado por las variaciones micro-climáticas, expresadas generalmente en largos períodos de sequía (INRENA, 2002).

En el Perú las pasturas naturales se encuentran principalmente en manos de las comunidades campesinas, como es sabido tanto los pastizales permanentes como temporales se estiman en unos 21 315 000 hectáreas, las cuales aproximadamente el 70 % se encuentran en la sierra. Se calcula que las áreas aptas para los pastos son de 10 576 000 hectáreas y el resto de la extensión son laderas de mediana y fuerte pendiente consideradas como áreas de protección. La sierra constituye el área de pastos naturales más importante, distribuidos entre los 3300 y los 4400 m.s.n.m., por lo tanto se constituyen como el recurso renovable más importante. La capacidad de soporte de estos pastos naturales en promedio es muy baja y no supera por lo general, a 1 unidad ovino/ha/año. La mayor extensión de pastizales se encuentra en la zona sur y centro del país, siendo uno de los principales problemas la degradación de los pastizales, prácticas de manejo inadecuadas como el sobrepastoreo y la quema. Antes de la conquista en la sierra se desarrolló una importante ganadería en base a camélidos domésticos (llama y alpaca) y el manejo de las especies silvestres (vicuña y guanaco). Sin embargo en la actualidad toda el área con praderas se pastorea soportando 35 858 614 unidades de ovino/año, pero según las evaluaciones efectuadas la capacidad receptiva de las praderas es de sólo 30 635 614 unidades de ovino/año, lo cual demuestra que en la sierra existe un serio problema de sobrecapitalización animal, que es en buena parte causa de la desertificación y erosión de los suelos (Flores, 1989).

Los pastos naturales de la Sierra albergan la casi totalidad de la población ganadera nacional: 97% de los ovinos, 70% de los vacunos, 80% de los equinos y el 100 % de los camélidos. Los ovinos generalmente poseen bajos niveles productivos de lana y carne,

siendo el sobrepastoreo un problema muy común en estas crianzas. Sin embargo existen un grupo de empresas campesinas que han logrado un aceptable nivel tecnológico y rebaños de mayor tamaño que en las crianzas familiares, que le permiten manejar una economía de escala, dentro de las cuales se encuentra la SAIS Túpac Amaru en la zona centro, con 130 000 cabezas de la raza Junín; actualmente el núcleo genético de esta raza se encuentra en el Departamento de Junín. Esta SAIS fue creada en la década del 70 por la reforma agraria, esta sociedad mantiene la concentración de tierras como empresa asociativa, incorporando a las comunidades propietarias como socias. La SAIS está constituida de cinco grandes asociaciones agrostológicas siendo: (1) Calamagrosetum, (2) Festuchetum – Calamagrosetum, (3) Calamagrosetum, (4) Festuchetum – Muhlebergetum y (5) Stipetum – Muhlebergetum (ONERN, 1976). La formación vegetal predominante son los pajonales de ichu, constituida principalmente de Gramíneas de los géneros: *Calamagrostis*, *Festuca* y *Stipa* que crecen amacollados, dispersos y son de tallo y hojas duras (INRENA, 2002).

2.4. La comunidad de la artropodofauna en la Puna

El conocimiento sobre la comunidad de artropodofauna en la formación vegetal de la puna es muy precario, se podría decir que se encuentra en una fase preliminar. Esta comunidad es poco conocida debido a que la mayoría de los investigadores se han dedicado a trabajar ejemplares de los bosques lluviosos del Neotrópico, sin embargo el conocimiento de comunidades de otras regiones altitudinales muestra especies altamente especializadas y varias de ellas endémicas (Mani, 1968). Por ejemplo el carábido *Notiobia peruviana* el cual se ubica en un rango altitudinal que se extiende hasta los 4000 m.s.n.m, incluyéndosele también en ecosistemas netamente andinos (Noonan, 1981 a). Esta distribución de las especies andinas del género de *Notiobia* según Noonan (1981b) se explicarían por su presencia en la zona desde el Plioceno, durante el proceso de ascenso de la cordillera y, asimismo que la marcada variación morfológica observada en *Notiobia peruviana* parece ser producto de aislamientos geográficos provocados por las sucesivas contracciones y expansiones de la vegetación durante el Pleistoceno.

Los pocos estudios poblacionales de artrópodos en zonas andinas están relacionados a los cultivos andinos, por su importancia económica como plagas o controladores. Yábar y

Baca (1981) proveen información biológica y morfológica de seis especies de lepidópteros halladas en cultivos de *Lupinus mutabilis* Sweet. en el Valle del Cusco. Así como evaluaciones poblacionales de carábidos en un conjunto de agroecosistemas del altiplano de Puno, en cultivos de papa, quinua, cañihua y haba (Loza y Bravo, 2001) y su amplitud depredadora y preferencia de presa (Loza y Apaza, 2001). Además de evaluaciones poblacionales de insectos fitófagos en pastos asociados de trébol y rye grass (Estrada, 1989) y en una asociación de alfalfa y pasto ovinillo (Ticona, 1989) en la SAIS La Unión en Puno.

2.5. Los efectos de la quema sobre la artropodofauna

Según Norris y Conroy (1999), existe una gran variabilidad y complejidad en la respuesta al fuego de los invertebrados. La sucesión post-fuego puede conducir a un nuevo estado transitorio ocupado por las comunidades no perturbadas, estas múltiples respuestas no generan una condición ideal que permita el manejo del fuego. Heyward y Tissot (1936), citados por Wright y Bailey (1982) señalan que el fuego disminuye la disponibilidad de alimentos en algún grado, dependiendo de la intensidad del fuego, disminuyendo la humedad e incrementando el pH y la temperatura. Estos cambios causan por lo menos de tres a diez veces disminución en las abundancias de muchos organismos y requiere de tres a cinco años alcanzar una nueva población en equilibrio. Un patrón similar se da en la respuesta de los pastizales de las planicies altas del sudeste de Idaho, donde las abundancias relativas de hormigas y escarabajos requirieron de tres a cinco años para regresar a los niveles poblaciones existentes antes de la quema (Nelle *et al.*, 2000).

Un caso especial de quema denominada quema prescrita en el periodo de latencia fue llevada a cabo en el Bosque Nacional de Osceola en Florida, evaluándose los efectos en parcelas quemadas en intervalos de 1, 2 y 4 años por 40 años, encontrándose que la diversidad de Shannon y la equidad de artrópodos fueron reducidas por la quema. Las parcelas quemadas anualmente tuvieron la más baja diversidad y 42 géneros fueron reducidos por la quema, demostrando que 4 años no son suficientes para que las poblaciones se recuperen y sugiriendo incluir áreas de exclusión al fuego (Hanula y Wade, 2003). Contradictoriamente en praderas altamente fragmentadas en la región de Chicago, la rotación de la quema sugiere una contribución a la protección de varias especies de

insectos que podrían haber desaparecido (Panzer y Schwartz, 2000), en bosques de coníferas las quemaduras ribereñas al parecer estarían beneficiando la diversidad de mariposas (Huntzinger, 2002).

Otra técnica de quema denominada fuego de baja intensidad empleado en los bosques secos de eucaliptos en el Sudeste de Australia también afecta de manera drástica a los invertebrados reduciendo significativamente el número de arácnidos, ácaros, pseudoescorpiones, colémbolas, hemípteros, coleópteros, hormigas y larvas de insectos que habitan en la hojarasca, siendo el número de taxones entre 41 y 82% más bajas comparadas a áreas no quemadas, esta disminución está relacionada a la reducción de la hojarasca, a los niveles de humedad y a la simplificación de la estructura del hábitat (York, 1999). Sin embargo otros grupos como las cucarachas (Blattodea), grillos y saltamontes (Orthoptera), inclusive los arácnidos fueron evaluados en un ecosistema similar en el Oeste de Australia, mostrando una alta resiliencia a la tala y a la quema; aunque disminuyó inmediatamente la riqueza de especies y la abundancia total fue rápidamente revertida. Los cambios en la estructura de la comunidad causada por las perturbaciones impuestas fueron mínimas y por corto tiempo.

Otros estudios pretenden encontrar taxones sensibles a este efecto, Norris y Conroy (1999) señalan la disminución significativa de las poblaciones de los ácaros y colémbolos luego de una quema de intensidad moderada en un bosque del Parque Nacional de Yengo en Australia, debido a su actividad en la materia orgánica en descomposición y en la fragmentación de la hojarasca, las tasas de descomposición pueden verse afectadas por la disminución de la población. Neumann y Tolhurst (1991), citados por York, (1999), consideran que una reducción post-fuego en la abundancia de los colémbolos refleja una intolerancia a bajos niveles de humedad dentro su hábitat alterado. Debido a ello las comunidades de colémbolos han mostrado ser particularmente sensibles al fuego y un incremento en la frecuencia del fuego puede reducir el tamaño de su población y alterar la estructura de su comunidad (Campbell, 1973; citado por York, 1999).

2.6. Trampas de caída (pitfall), diseño y efectividad

Las trampas pitfall son envases de diversos materiales generalmente de plástico con los lados rectos, los cuales son enterrados al nivel del suelo para la captura de invertebrados ápteros epigeos que caen en la trampa y son incapaces de escapar. Las trampas pueden contener variadas soluciones preservantes cuando se requiere evitar que los invertebrados capturados se devoren unos a otros o que se descompongan, mientras que otros casos pueden estar cebadas con carne cruda, pescado, queso, fruta fermentada, etc (Ausden 1996). Su importancia radica en su capacidad de medir la actividad de invertebrados terrestres y para capturar grandes números si la población absoluta ha disminuido (Whelan, 1995; citado por Norris y Conroy, 1999).

Las ventajas de estas trampas, se deben a que su uso es muy común para el estudio de invertebrados. Además, es un método barato y fácil para capturar un gran número de invertebrados con un mínimo de esfuerzo, siendo muy útil para efectuar comparaciones espaciales y temporales (Ausden, 1996). La desventaja es que el tipo de captura varía con la naturaleza de la vegetación circundante y los hábitos tanto de desplazamiento y alimenticio de los invertebrados. En la investigación de Greenslade (1964), se observó que los depredadores capturados fueron los más abundantes en situaciones de menor cobertura, mientras que los fitófagos fueron más abundantes en condiciones de mayor cobertura. La captura en trampas pitfall es producto de la densidad, lo espaciado de las trampas, su dimensión y el grado de actividad de los invertebrados. Las trampas también tienden a capturar proporcionalmente invertebrados muy grandes. Sin embargo, Halsall y Wratten (1988), no encontraron diferencias en la masa corporal de las especies examinadas; tampoco hubo diferencias entre las tasas de captura de los especímenes evaluados en diferentes estaciones del año.

La estimaciones de poblaciones de Diplopoda, Araneae, Orthoptera y Coleoptera son capturados con una efectividad comparable a la del método por captura a mano, si se emplea una barrera de aluminio para impedir la migración, siendo una mejor opción que dicho método cuando se evalúa una gran área (Gist y Crossley, 1973). Es recomendable para estudios de monitoreo de fluctuaciones poblacionales, comparación de diferencias geográficas en la ocurrencia de especies individuales y establecimiento de la correlación

ambiental con los patrones de distribución, sobre grupos de especies localmente abundantes (Niemela *et al.* 199).

Esta técnica de muestreo es empleada en investigaciones como el realizado en el Parque Nacional de Yengo para evaluar el efecto de una quema moderada, comparándose con dos tipos de trampa (trampas de agua y muestras de hojarasca), instaladas por siete días y no cubiertas, colectándose más ácaros en las muestras de hojarasca, las trampas de agua colectaron más dípteros y las trampas pitfall la mayor cantidad de collembolas. Al compararse con una zona con quema leve, las trampas de agua fueron más eficientes para capturar coleópteros. Con respecto a la abundancia de los colémbolos varió con cada técnica dependiendo de la estación, sugiriendo que su actividad y su nicho fluctúan con las condiciones climáticas (Norris y Conroy, 1999; Neumann y Tolhurst 1991, citado por York, 1999). También han sido empleadas en determinar la distribución espacial y temporal de carábidos en agroecosistemas (Loza y Bravo, 2001), la distribución espacial y temporal de carábidos y estafilínidos evaluando el efecto de prácticas de pastoreo (Dennis *et al.*, 1997).

2.7. Medición de la diversidad de la artropodofauna

La diversidad de especies es un concepto dual que incluye tanto el número de especies en la comunidad, como la equidad con la cual los individuos están repartidos al interior de las especies (Krebs, 1989). La diversidad ha sido descrita como indicadora de un conjunto de aspectos del funcionamiento de los ecosistemas, tales como la cantidad e intensidad de las interacciones poblacionales que tiene lugar al interior del sistema o la cantidad del flujo energético disponible (Odum, 1980). Las medidas de diversidad han sido popularmente empleadas para evaluar cambios en la comunidad, como un específico indicador de la comunidad, argumentando que estas medidas reflejan la estructura de la comunidad, siendo la diversidad de especies más disponible que la abundancia de especies indicadoras al evaluar condiciones ambientales, empleados para medir cambios de perturbaciones. Sin embargo hay que tener precaución en el uso de los índices en el creciente campo de las evaluaciones ambientales, debido a la falta de investigaciones confirmando que la polución disminuye la diversidad (Dristchilo y Erwin, 1982).

Investigaciones realizadas para evaluar estos efectos han sido llevados a cabo, sobre la diversidad de artrópodos por Wardle *et al.* (1999), investigando la influencia de tres prácticas de agricultura intensificada sobre la diversidad de artrópodos epigeos en un cultivo anual y otro perenne a lo largo de siete años. Se concluyó que las prácticas en su conjunto no fueron consistentemente dañinas para la fauna epigea y que ésta era más susceptible a las prácticas que afectan la naturaleza y la calidad del ingreso de recursos. Contrariamente en un bosque de pinos de hoja grande (*Pinus palustris*) bajo una quema prescrita en el período de latencia en intervalos de 1, 2 y 4 años por 40 años, se encontró que la diversidad de Shannon y la equidad de artrópodos fue reducida por la quema, las parcelas quemadas anualmente tuvieron la más baja diversidad.

Al margen de cómo sea definida la diversidad, está muestra una marcada variación espacial y temporal. Las variaciones espaciales dependen de la escala a las que se evalúen, mencionándose entre ellas a los gradientes latitudinales y altitudinales, los cuales generalmente poseen una relación inversa con la diversidad y la heterogeneidad espacial que viene marcada por numerosos y diferentes factores bióticos y abióticos que presenta el ecosistema. La variación temporal por su parte también depende en gran manera de la escala en que se estudie, pudiéndose analizar variaciones temporales producidas por transformaciones de los ecosistemas debido a procesos de sucesión, degradación ecológica, estacionalidad entre otras (Viejo, Sf; citado por Tori, 2000).

Los espectros son medidas de diversidad que hacen referencia al espacio sobre el cual se calculan sus valores, estando por lo tanto en función del tamaño de la muestra. Se distinguen 3 niveles de diversidad: (1) Diversidad Alfa (nivel inferior), que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; (2) Diversidad Beta (nivel mayor) o diversidad entre diferentes hábitats, definida como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales. La diversidad beta, deriva del hecho que pequeñas estructuras son diferentes unas de otras y se combinan en estructuras mayores. (3) Diversidad Gamma, la diversidad de la totalidad del paisaje que puede considerarse como la composición de las diversidades Alfa y Beta (Hair, 1987).

2.8. Medición de la diversidad estructural

Según Magurran (1988) la diversidad estructural de una comunidad hace referencia no solo a la organización de su biomasa en el espacio en un sitio, sino también a la presencia y abundancia de determinadas especies. Sin embargo en el presente estudio definimos la diversidad estructural evaluada a la disposición de la biomasa en el espacio horizontal y vertical. Estos componentes de la diversidad no han sido tenidos en cuenta en la mayoría de estudios relacionados con el pastoreo u otras perturbaciones, a pesar de su enorme importancia para otros niveles tróficos del sistema (Sala *et al.*, 1986; citado por Nai-Bregaglio *et al.*, 2002). El pastoreo realizado en comunidades con larga historia de pastoreo promueven la formación de céspedes de alta diversidad florística, produce, además, una simplificación de la estructura comunitaria, tanto en sentido vertical como horizontal, afectando probablemente a otros niveles tróficos del ecosistema (Nai-Bregaglio *et al.*, 2002)

En otros estudios como el diagnóstico ecológico realizado en una microcuenca andina Goussard (1989) incluye la medición de estratos en la medición de la estructura espacial de la vegetación según el método de Blondel y Cuvilliers sobre 25 levantamientos efectuados a partir de un transecto de 25 m. de orientación aleatoria utilizando solo los parámetros de recubrimiento por estrato y total como la diversidad horizontal de la formación que refleja directamente la heterogeneidad de la proyección al suelo de la vegetación.

La estructura vertical y sus interacciones con insectos han sido estudiadas en bosques tropicales, donde se le define como un número de distintas capas de vegetación entretrejidas, las cuales modulan gradualmente ciertos factores bióticos y abióticos a lo largo del gradiente vertical desde el nivel del suelo hasta el nivel más alto del dosel. Esto resulta en una gran diversidad de microhábitats que pueden contener diferentes comunidades de organismos adaptados a las condiciones especiales de cada estrato del bosque (Schulze *et al.*, 2001; citado por Aibar, 2003).

De Vries (1988), citado por Aibar (2003), reportó la estratificación vertical de Nymphalidae frugívoros por subfamilia, con los miembros de las subfamilias Charaxinae y Nymphalinae tendientes a ser encontradas en el sotobosque. Presentando también estratificación por patrones de coloración y longitud alar, encontrando que los grupos que poseen manchas ocelares en las alas y longitudes alares mayores se encontraban en el

sotobosque, mientras que longitudes alares menores y patrones uniformes sin ocelos eran hallados en el dosel. Es decir la posición de captura (dosel o sotobosque), tamaño, patrón de coloración y subfamilia están correlacionados. Además propuso un modelo en el cual los diferentes niveles de luz en un bosque húmedo tropical son los que mantienen la estratificación de las mariposas frugívoras. Aibar (2003), reportó que los papilionoideos frugívoros exhiben patrones de estratificación vertical afectando la distribución de las especies y encontrando que la mayor diversidad y abundancia se da en el sotobosque.

Naranjo y Chacón (1994) examinaron la variación en abundancia y diversidad de aves insectívoras y de sus presas en el sotobosque del bosque tropical, la abundancia de aves insectívoras estuvo relacionada tanto con la diversidad de estratos verticales como con la diversidad de clases de DAP (Diámetro a la altura del pecho) y las variaciones en la abundancia y en la riqueza de aves insectívoras estuvieron asociadas con la abundancia y riqueza de insectos.

2.9. Variaciones espaciales y temporales en poblaciones de artrópodos

Wolda (1980b), indica que las áreas tropicales generalmente se han considerado como menos variables temporalmente que sus contrapartes templadas. Wolda y Fisk (1981), estudiaron la variabilidad temporal de insectos, principalmente terrestres y concluyeron que los insectos tropicales son frecuentemente menos estacionales que los templados, pero también observaron que las poblaciones templadas no son más estables entre años.

Este desconocimiento ha generado la búsqueda de patrones de variación espacial y temporal, que se apliquen en general a las poblaciones animales. Taylor *et al.* (1978), demostraron que la relación entre la variancia y la media propuesta por Taylor – ley de Taylor- fue el modelo más adecuado para la descripción de las distribuciones espaciales resultantes de muestreos poblacionales, para lo cual emplearon 156 conjuntos de datos correspondientes a los más variados taxa, métodos de muestreo y escalas espaciales. Estudios sucesivos harían énfasis en la universalidad de dicho modelo y en su potencialidad para detectar comportamientos densodependientes en las dinámicas poblacionales (Taylor *et al.*, 1980; Taylor y Woiwod, 1982; citados por Giraldo, 2002). Mc Ardle *et al.* (1990), empleando ejemplos de series de datos de áfidos y polillas aplicados

previamente, propusieron el uso de diagramas de Taylor como un método útil para detectar diferentes tipos de patrones de variabilidad espacio-temporal en poblaciones de una especie y, para efectuar comparaciones de variabilidad espacial y temporal entre poblaciones de especies diferentes.

Loza y Bravo (2001) examinaron las variaciones espaciales y temporales de las poblaciones de carábidos en un conjunto de agroecosistemas del altiplano de Puno. En el espacio, determinaron que las poblaciones de carábidos no son afectadas negativamente por los cultivos de quinua y de cañihua, pero que si se ven disminuidas en los cultivos de papa debido a una mayor intensidad en las labores agrícolas. Asimismo, detectaron diferentes grados de preferencia espacial en las tres especies más abundantes de las cuales *Notiobia schnusei* mostró mayor afinidad por los cultivos de quinua y cañihua, *Notiobia laveis bolivianus* por los campos naturales y *Meotachys* sp. no presentó preferencia particular por ninguno de los cultivos.

2.10. Perturbaciones

La perturbación, definida como cualquier proceso o condición ajena al funcionamiento natural de los organismos vivos. Se entiende también como el desplazamiento de alguna propiedad de una comunidad o ecosistema lejos de su valor típico, el cual generalmente se considera que representa un valor de equilibrio o al menos un valor de estado estable para dicha propiedad. El término perturbación suele equipararse al de disturbancia (disturbance) aclarando que este último es sólo un caso particular de perturbación que consiste en cualquier proceso o condición externa a la fisiología natural de los organismos vivientes, produciendo una repentina pérdida de biomasa en una escala de tiempo significativamente más corta que la de su acumulación. (Huston, 1994).

Los efectos generados por la perturbaciones se encuentran condicionados de gran manera por sus características sea por su intensidad, frecuencia, el momento en que se produce, el área que afecta y la disponibilidad de recursos que existen para reparar los efectos de perturbación (Viejo, Sf; citado por Tori, 2000).

Margalef (1991), afirma que las perturbaciones actúan como una tensión discontinua y breve en el ecosistema. Si las perturbaciones son muy frecuentes, regresan constantemente

al sistema a sus estadíos más tempranos de sucesión, donde la diversidad tiende a ser más baja. Se considera entonces que el descenso de la diversidad es un efecto inmediato de las perturbaciones, como consecuencia del distanciamiento de los valores numéricos entre las poblaciones interactuantes; pero si las perturbaciones son espaciadas, pueden generar un proceso inverso de incremento de la diversidad, debido a que los efectos iniciales siguen un ajuste posterior que conduce a un aumento gradual de masa, disminución de la tasa de renovación y un aumento de la diversidad. Esta respuesta es reafirmada por Huston (1994) que manifiesta que las diversidades más altas ocurren a frecuencias intermedias de perturbación, mientras que las diversidades más bajas lo hacen a frecuencias muy bajas o muy altas de perturbación.

Viejo (Sf.), citado por Tori (2000), afirma que cuando las perturbaciones son muy intensas, el ecosistema se desorganiza brindando condiciones muy favorables para el establecimiento de especies que tengan altas tasas de reproducción y elevada valencia ecológica. Estas especies son denominadas “estrategas de la r” y suelen ser una minoría en la flora y fauna de un ecosistema concreto. Su gran abundancia en las primeras etapas de la sucesión generada como consecuencia de la perturbación, produce en un primer momento una disminución de los valores de diversidad. Sin embargo conforme la sucesión avanza, se van instalando muchas otras especies que presentan menores abundancias, lo cual conduce a diversidades muy altas.

La respuesta de los ecosistemas frente a las perturbaciones se asocia al concepto de resiliencia, término que tiene un gran número de definiciones, tal como sucede con todos los términos relacionados con la estabilidad ecológica. Grimm y Wissel (1997), contabilizaron un total de 17 definiciones de resiliencia como “el retorno a un estado referencial o dinámico, después de una disturbancia temporal”. Pimm (1984), citado por Giraldo (2002), define a la resiliencia como “la rapidez con la cual las variables retornan hacia su equilibrio después de una perturbación”. Asimismo, en el contexto del manejo adaptativo, la resiliencia se define como la habilidad de un sistema para absorber cambio y variación sin saltar a un estado diferente donde las variables y procesos que controlan su estructura y comportamiento cambien súbitamente (Holling, 1996).

Perturbaciones como el fuego están asociadas a la productividad del ecosistema, la frecuencia y la intensidad de esta perturbación, y la fisiología y las características

evolutivas de los organismos en este ecosistema, están cercanamente interrelacionados con la compleja red de retroalimentaciones positivas y negativas. El fuego ocurre periódicamente en todos los ecosistemas terrestres. Sin embargo estos ecosistemas con frecuentes quemadas tienden a exhibir al menos conspicuas respuestas ecológicas. En tales ecosistemas los patrones predominantes de la composición de especies y diversidad del paisaje no resulta de la variación en la frecuencia o en la intensidad del fuego, sino de la variación de las condiciones ambientales que influyen la productividad de la planta y de su tasa de desplazamiento y recuperación. Asimismo cuando los fuegos son infrecuentes, la diversidad global y los patrones de el ambiente son determinados por factores relacionados a la productividad de la planta antes que a los efectos del fuego, aunque el efecto fugaz del fuego es espectacular cuando ocurre (Huston, 1994).

2.11. Manejo Adaptativo y Panarquía

El Manejo Adaptativo de Ecosistemas (MAE) plantea la existencia de los llamados ciclos adaptativos. Se trata de las diferentes fases por las que atraviesa un sistema ecológico-económico (SEE). Al inicio del desarrollo del sistema se encuentra la fase **r** caracterizada por un crecimiento rápido y explotación de los recursos disponibles. Esto le permite acumular recursos, incrementar su conexión interna y alcanzar lo que en la imagen Clementsiana de sucesión corresponde al clímax. Esta fase de acumulación y relativa estabilidad es la denominada fase **K**. Pronto, sin embargo y sea por la presencia de perturbaciones externas o como consecuencia del propio proceso de crecimiento, existe un cambio súbito en el que se produce una liberación del capital de recursos acumulados – nutrientes, por ejemplo -. De este modo se pasa a una fase breve denominada **Ω**, la cual da paso a una fase **α**, de reinicio del ciclo. Es en esta última fase en la que se puede perder parte del capital acumulado, los nutrientes por ejemplo. Esta secuencia de cuatro fases se repite de modo continuo salvo cuando se presentan las denominadas patologías del desarrollo y el sistema queda congelado en una fase **K** (trampa de la inmovilidad) o en una fase **r** (trampa de la pobreza).

Por otro lado, estos ciclos adaptativos se encuentran anidados de modo que ciclos pequeños forman parte de ciclos más grandes y estos a su vez son parte de ciclos mayores aún. A esta estructura jerárquica se le denomina panarquía. Es la panarquía la que permite alcanzar el

desarrollo sostenible, el que, en la lógica del MAE, se consigue cuando los ciclos pequeños insertan novedad en el sistema (desarrollo) en tanto que los ciclos mayores garantizan la continuidad del sistema comportándose como la memoria que almacena los resultados de experiencias pasadas exitosas (sostenibilidad). Otra característica de los SEE es que no poseen un solo estado – un solo atractor – sino que tienen mas bien varios estados alternativos y el paso entre ellos puede representar no un cambio gradual sino mas bien un cambio rápido, repentino. La existencia de varias cuencas de atracción es consecuencia del comportamiento complejo de los SEE, comportamiento en el que hay demoras de respuesta, hay respuestas no lineales y en la que hay una desagregación espacial de los procesos (Holling *et al.* 2000, Sánchez, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La SAIS (Sociedad Agrícola de Interés Social) Túpac Amaru se ubica en la región central del país, comprende parte de las provincias de Concepción, Yauli, Tarma y Jauja del departamento de Junín y de la provincia de Yauyos del departamento de Lima, abarca una superficie aproximada de 408 000 Ha. El presente estudio se realizó en la unidad productiva ganadera Pachacayo, ubicada en la provincia de Jauja, en el distrito de Canchayllo, en la zona denominada Champacancha, sus coordenadas geográficas son: Lat. Sur 11° 55' y Long. Oeste 75° 45' y tiene una altitud de 4100 m.s.n.m. (Anexo 1). Este espacio es un pajonal que constituye una muestra representativa de la asociación agrostológica Festuchetum-Calamagrosetum, la cual es de mayor interés por su importancia para el pastoreo de ovinos.

El tipo climático de la zona de estudio es subhúmedo y frío corresponde al sector más bajo del área ubicado aproximadamente entre los 3500 y 4100 m.s.n.m; sus valores promedios anuales de temperatura y precipitación son 7,5 °C y 650 mm, respectivamente (ONERN, 1976). La zona de vida presente es el Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical y según la clasificación de Provincias Biogeográficas corresponde a la Puna Tropical.

Con respecto a la geología, el área de estudio muestra calizas claras laminadas y con intercalaciones de lutitas arenosas; calizas oscuras bituminosas y margas (tierra calcárea), que pertenecen a la Formación Machay del Período Cretácico en la Era Mesozoica. Los suelos en estas formaciones pertenecen a la Asociación de Grandes Grupos de Suelos denominado Paramosol eutríco-Litosol eutríco (FAO, 1973; citado por ONERN, 1976).

3.2. Materiales

- Para las evaluaciones en campo o muestreos se empleo: bolsas plásticas 12x10, un recipiente hermético (cooler), cinta adhesiva, detergente, etiquetas, galoneras, lampitas, refrigerante, trampas pitfall (envases plásticos), cinta métrica.

- Para la limpieza y observación de las muestras: alcohol al 70%, alfileres entomológicos, cajas entomológicas Smith, estiletos, hojas de registro, microscopio estereoscópico, microscopio compuesto, pinzas, placas Petri, viales o envases de vidrio.
- Para la fijación de muestras: agua destilada, medio Hoyer's, KOH 15%.

3.3. Métodos

3.3.1. Establecimiento de parcelas y cronograma

El presente trabajo fue realizado con apoyo del Departamento de Sistemas de Producción y Manejo de Recursos Naturales del CIP, la evaluación del efecto de la perturbación quema sobre la diversidad y los patrones poblacionales se trabajó en tres comunidades del ecosistema de puna: microorganismos, artrópodos y plantas. Dicha evaluación ha sido realizada en forma periódica en los mismos sitios para los 3 taxa.

En la zona de estudio se establecieron dos parcelas, representativas de las formaciones vegetales presentes en la SAIS Túpac Amaru, una parcela afectada por la quema denominada Zona Quemada (ZQ) y otra parcela control denominada Zona No Quemada (ZNQ), cada parcela tenía un área de 900 m². La zonificación fue visual buscando las zonas más homogéneas, los puntos de muestreo o unidades experimentales fueron seis para cada zona, en cada punto se colocaron tres trampas pitfall, y los unidades fueron escogidos al azar con la tabla de números aleatorios.

Se realizaron ocho salidas de campo durante los años 2001 y 2002, la segunda salida se realizó después de dos meses y antes de iniciarse la quema (Octubre-2001), después de dos semanas de la quema se realizó la tercera salida (Octubre-2001), las siguientes dos salidas se llevaron a cabo después de un mes (Noviembre-2001 y Diciembre-2001), la sexta, séptima y octava salida luego de cada 2 meses (Febrero-2002, Abril-2002 y Junio-2002). Las evaluaciones se realizaron en los meses representativos para la estacionalidad anual, y menos distantes luego de la quema para evaluar la magnitud de la perturbación y su recuperación.

Los meses evaluados y la estación a la que pertenecen se presentan a continuación:

Agosto-2001 (época seca), Octubre-2001 (inicio de lluvias), Noviembre-2001 (época de lluvias), Diciembre-2001 (época de lluvias), Febrero-2002 (época de lluvias), Abril-2002 (inicio de época seca) y Junio-2002 (época seca).

3.3.2. Método de quema

La quema se llevó a cabo a inicios del mes de octubre (inicio de época de lluvias), esto permitió una recuperación rápida de los pastizales debido a la precipitación. Se llevo a cabo una quema frontal a favor del viento, esta tipo de quema es denominada Head Fire (Torres, 2004). Se realizó una quema controlada mediante una variante del método quema focalizada o “spot fire” adecuada al área de estudio. Se removió la vegetación del perímetro total del área a quemar para evitar que se extienda el fuego, esto se realizó empleando un tractor. Luego se llevo a cabo un seguimiento de las variables meteorológicas como el viento y la humedad, para escoger el mejor momento para realizar la quema. El fuego se inició quemando matorrales medianamente distanciados dentro del área escogida, de manera que el fuego se dirigió hacia el medio del campo. Para garantizar que el fuego no se extienda de la zona una brigada de supresión de fuego fue distribuida alrededor de ésta, provista con lampas para apagar el fuego con tierra y pieles de carnero mojadas.

La forma del área quemada fue un cuadrado y el tamaño del área de quema se ha determinado tomando en cuenta que un área más pequeña presenta un mayor efecto de borde debido a la alta invasibilidad de microorganismos, artrópodos y plantas, por lo tanto no sería representativa en relación a las grandes extensiones de terrenos quemadas en la SAIS. La mejor forma de saber como afecta una perturbación al ambiente, es evaluando el área estudiada antes de la perturbación, en este caso se determinó dos tratamientos: la zona a perturbar (ZQ) y la zona control (ZNQ) con el objetivo de encontrar al ecosistema en su estado natural. Evaluándose periódicamente ambos tratamientos luego de la perturbación (en este caso la quema) para observar el comportamiento del ecosistema a través del tiempo, permitiendo conocer el impacto de la quema (cuanto varía la zona perturbada con respecto a la zona control). Las conclusiones de este trabajo permiten obtener un alcance sobre el efecto de las quemas en la artropodofauna, el cual no se lograría con solamente una caracterización de áreas quemadas.

Un criterio importante para la realización de la quema es el material inflamable, es decir, los pastizales. El mínimo de vegetación necesaria es de 670 a 1120 kg/ha, en este caso el combustible vegetal excedía estos valores en ambas parcelas. La parcela escogida presentó la menor cantidad de combustible vegetal siendo de 4199.92 kg/ha, la otra parcela presentó 4801.19 kg/ha. La elección fue realizada para controlar la quema y así no generar ningún riesgo en la SAIS. La quema duró aproximadamente 2 horas (hora de inicio 10:00 a.m.) y no fue uniforme debido a la variación en la intensidad y dirección del viento. Los pastizales tuvieron una buena recuperación después de dos semanas y mostraron una amplia extensión de rebrotes luego de dos meses (Torres, 2004).

3.3.3. Evaluación de los parámetros físicos.

3.3.3.1. Precipitación y Temperatura

A partir de las mediciones diarias efectuadas en la estación meteorológica Termopluiométrica Hacienda Pachacayo, se obtuvieron los promedios mensuales de temperatura y la precipitación total mensual desde el mes de agosto de 1999 hasta marzo de 2003. Las fluctuaciones de estas variables meteorológicas se observan en el Anexo 2, mostrando un régimen estacional normal (2001 y 2002).

Los muestreos se realizaron desde agosto de 2001 hasta junio de 2002. Para este periodo de evaluación la precipitación comienza a incrementarse desde el mes de noviembre, dándose un descenso en el mes de enero, sin embargo en febrero se da un incremento, siendo el mes con la mayor precipitación para el periodo de evaluación (153.97 mm), los meses siguientes muestran un descenso en esta variable meteorológica, siendo el valor más bajo el mes de junio (0 mm), correspondiendo este mes al periodo de la época seca. La temperatura media mensual con valores más altos se presentó en los meses de noviembre y diciembre. Siendo la temperatura más alta para el mes de diciembre (12.37 ° C) y la temperatura más baja para el mes de septiembre (6.8 ° C).

3.3.3.2. Características del suelo

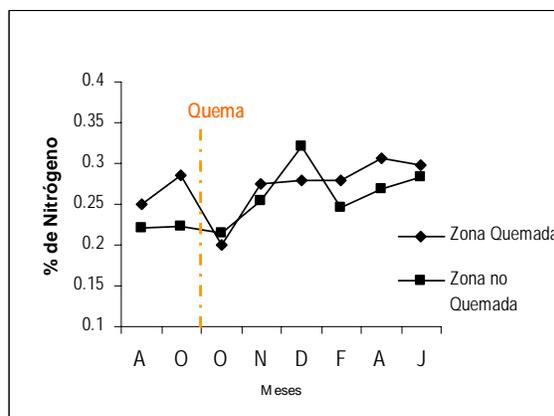
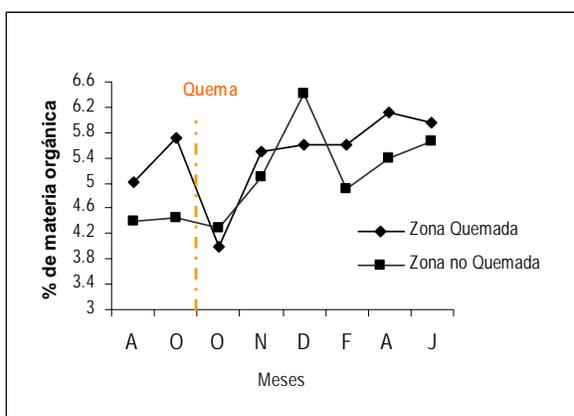
La caracterización del suelo siguió el siguiente procedimiento se tomó una muestra de 0.5 kg de suelo a una profundidad de 20 centímetros, previamente mezclado de 4 puntos extremos de cada parcela para representar adecuadamente las zonas evaluadas. Las muestras se sometieron a un análisis de suelo completo en el Laboratorio de Suelos-Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se presentan en el Cuadro 1 y 2.

El suelo tiene mayor importancia para los organismos y no solo como soporte, sino por contener la reserva de agua y de elementos nutritivos solubles en ella (Margalef, 1977). La zona en general tiene una alta cantidad de materia orgánica, esto se observa en el Cuadro 1 con valores mayores a 4%. Las bajas temperaturas en el ecosistema de puna evitan la descomposición de gran parte del material orgánico sea por la actividad microbiana (Chancayauri, 1999) o por la actividad de la artropodofauna del suelo (Wright y Bailey, 1982).

Los análisis de los suelos durante los muestreos realizados presentan valores de nitrógeno y materia orgánica sin grandes variaciones, aunque se dio un leve incremento en la parcela quemada en general, como indican Chancayauri (1999) y Argote (1999) una quema ligera no afecta la proporción de materia orgánica en el suelo (Figuras 1 y 2).

Fig. 1 Contenido de Materia Orgánica en el Suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a junio 2002.

Fig. 2 Nitrógeno en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



La medición del fósforo muestra un incremento de 23 ppm luego de la quema, presentando el valor más alto (32.5 ppm), los otros muestreos presentan valores medios y bajos (1.9 a 10.8 ppm.). En cambio el potasio presentó valores medios durante todos los muestreos (entre 114.5 y 227 ppm), no hay grandes diferencias entre la zona quemada y sin quemar, sin embargo esta ultima parcela presentó en el ultimo muestreo un valor bajo (88 ppm) (Figuras 3 y 4).

Fig. 3 Fósforo en el suelo. Pachacayo
Agosto 2001 a Junio 2002

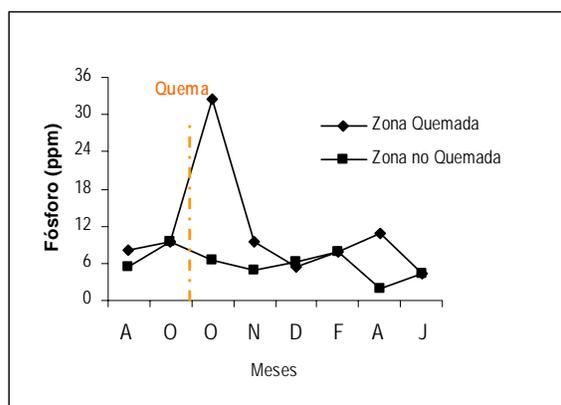
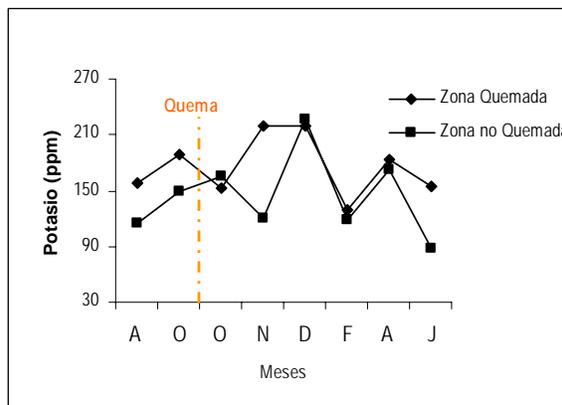


Fig. 4 Potasio en el suelo. Pachacayo
Agosto 2001 a Junio 2002



La conductividad eléctrica es la capacidad que tiene un medio para conducir la corriente eléctrica, este medio por lo general contiene sales orgánicas en solución o electrolitos (Calderón, 2002; citado por Torres, 2004. El Cuadro 2 nos permite observar valores bajos de Conductividad Eléctrica (< 2 mmhos/cm), indicando un suelo ligeramente salino y no encontrándose un efecto de la quema. Los valores de pH presentaron valores bajos menores a 5.5, propio de suelos “Fuertemente ácidos” y no presentó un incremento después de la quema. El CIC (Capacidad de Intercambio catiónico) no sufrió cambios drásticos, Según Tarrant (1956) y Scotter (1953), citados por Wright y Bailey (1982), en quemas ligeras o leves el CIC no varia, por lo tanto en esta quema leve no hay un efecto en la materia orgánica humificada del suelo (Figuras 5,6 y 7 respectivamente).

Fig. 5 Conductividad eléctrica en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

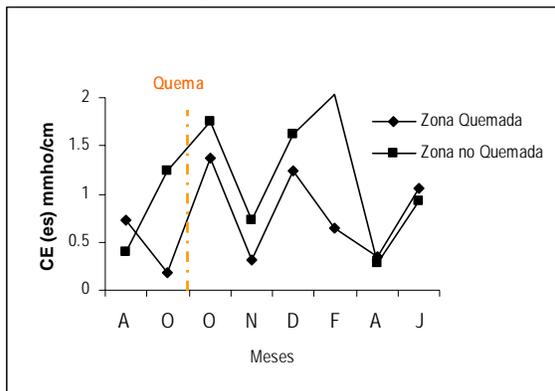


Fig. 6 pH en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

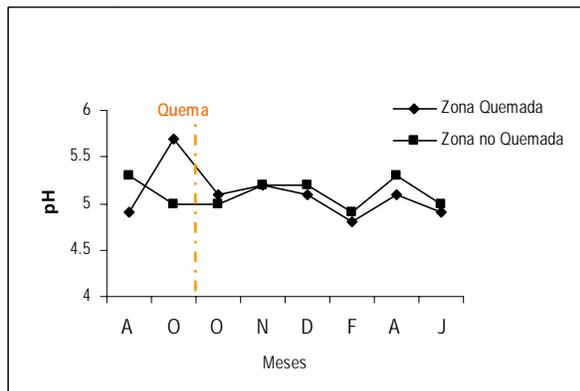
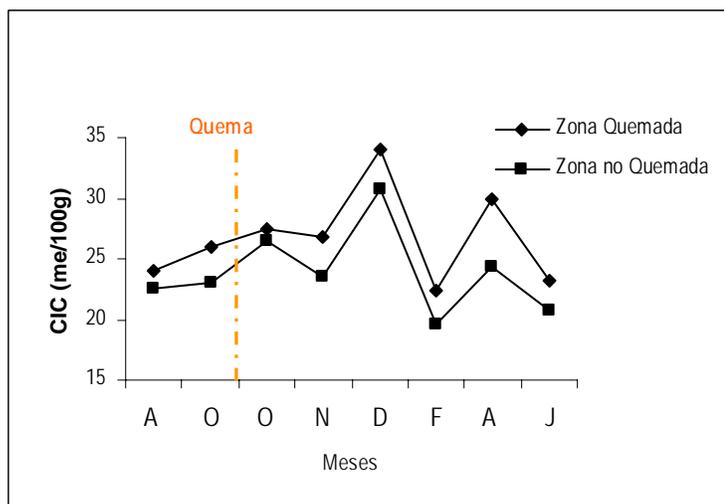


Fig. 7 CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) en el suelo. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



3.3.4. Evaluación de la diversidad estructural.

La diversidad estructural es estimada como la distribución de la biomasa en el espacio vertical y horizontal (Nai-Bregaglio *et al.*, 2002), este análisis nos permite conocer el desarrollo de la comunidad vegetal. Se realizó esta evaluación separando 10 puntos de muestreo en la línea horizontal cada 10 centímetros en un metro, luego al ubicar uno de los puntos muestrales horizontales, se enumeró la línea vertical cada 5 centímetros para la medición vertical, es decir cada estrato medía 5 cms, generándose 22 estratos. Los datos cuantitativos se obtuvieron del número de centímetros cubiertos en cada estrato. Esta información en cada muestreo evaluado permitió determinar la estratificación de la

Cuadro 1: Porcentaje de Materia orgánica, N, P y K en la Zona Quemada(Z.Q) y la Zona No Quemada (Z.N.Q). Pachacayo.

Muestras	Días	M.O. (%)		N (%)		P (ppm)		K (ppm)	
		Z. Q	Z.N.Q.	Z. Q	Z.N.Q.	Z. Q	Z.N.Q.	Z. Q	Z.N.Q.
1 (antes de quema)	día 0	5.02	4.4	0.251	0.22	8	5.4	158.5	114.5
2 (antes de quema)	día 68	5.7	4.44	0.285	0.222	9.5	9.5	189.5	148.5
3 (después de quema)	día 84	4	4.29	0.2	0.2145	32.5	6.5	153	165
4 (después de quema)	día 98	5.5	5.1	0.275	0.255	9.4	5	220	121
5 (después de quema)	día 136	5.6	6.4	0.28	0.32	5.3	6.2	220	227
6 (después de quema)	día 190	5.6	4.9	0.28	0.245	7.8	7.8	129	119
7 (después de quema)	día 246	6.12	5.38	0.306	0.269	10.8	1.9	183	173
8 (después de quema)	día 309	5.95	5.65	0.2975	0.2825	4.3	4.3	155	88

Cuadro 2: Conductividad Eléctrica, pH y Carbonato de Calcio en la Zona Quemada (Z.Q) y Zona No Quemada (Z.N.Q). Pachacayo.

Muestras	Días	CE (es) mmho/cm		pH		CIC (me/100g)	
		Z. Q	Z.N.Q.	Z. Q	Z.N.Q.	Z. Q	Z.N.Q.
1 (antes de quema)	día 0	0.72	0.4	4.9	5.3	24	22.56
2 (antes de quema)	día 68	0.18	1.24	5.7	5	25.92	23.04
3 (después de quema)	día 84	1.38	1.76	5.1	5	27.52	26.4
4 (después de quema)	día 98	0.32	0.72	5.2	5.2	26.88	23.52
5 (después de quema)	día 136	1.24	1.62	5.1	5.2	34.08	30.72
6 (después de quema)	día 190	0.64	2.04	4.8	4.9	22.4	19.52
7 (después de quema)	día 246	0.34	0.28	5.1	5.3	29.92	24.32
8 (después de quema)	día 309	1.06	0.92	4.9	5	23.2	20.8

cobertura y la diversidad estructural, también denominada diversidad de estratos en el presente estudio.

3.3.4.1. Evolución de la estratificación de la cobertura y la diversidad estructural.

La caracterización del entorno de la artropodofauna es importante, evaluándose por ello la cobertura vegetal y la diversidad estructural. La cobertura vegetal es un parámetro que nos permite caracterizar la vegetación (Ramírez *et al.*, 2000). En las Figuras 8 y 9 podemos observar la evolución de la estratificación de la cobertura total y de la estratificación de la cobertura promedio para ambas zonas, se aprecia la reducción de la estratificación de la cobertura vegetal luego de la quema en la Zona Quemada (ZQ), sin embargo esta Zona se recupera luego de 249 días después de la quema, es decir, en el mes de abril alcanza valores similares al mes de octubre antes de quema, pero en la Zona No Quemada (ZNQ) apreciamos una tendencia a un crecimiento exponencial desde el mes de octubre antes de la quema, este comportamiento puede estar asociado a la sucesión natural, debido a la instalación de un cerco que evita el efecto por el pastoreo, por lo tanto se da una recuperación de la vegetación. Además la ZNQ presentó una mayor biomasa al inicio de la evaluación frente a la Zona Quemada.

Fig. 8 Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal total. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

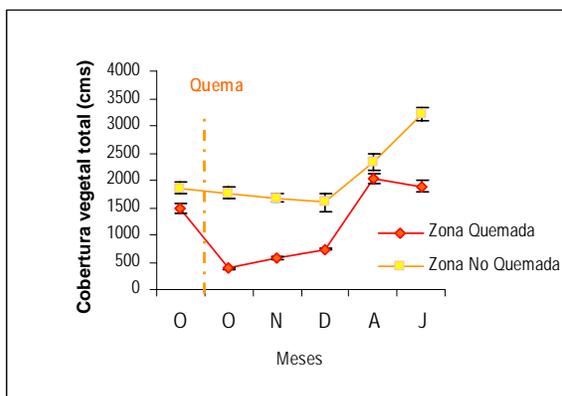
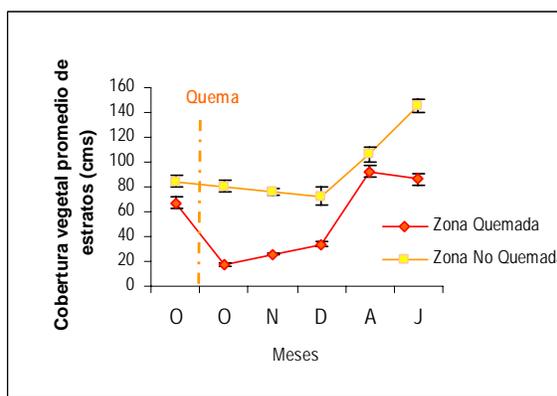


Fig. 9 Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal promedio. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



En las Figuras 10 y 11 se observa el comportamiento de la vegetación luego de la quema expresados en la estratificación de la cobertura vegetal. La Zona Quemada muestra una capacidad de recuperación que alcanza un límite a los 249 días, esto se aprecia en la figura 10

($R^2 = 0.9585$, $r = 0.979$) generándose una respuesta explicada por una función parabólica y la Zona No Quemada tuvo un comportamiento diferente, mostrando un crecimiento exponencial ($R^2 = 0.8781$, $r = 0.9371$), este resultado se da por una recuperación de la biomasa explicada en el párrafo anterior.

Fig. 10 Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal promedio. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Zona Quemada.

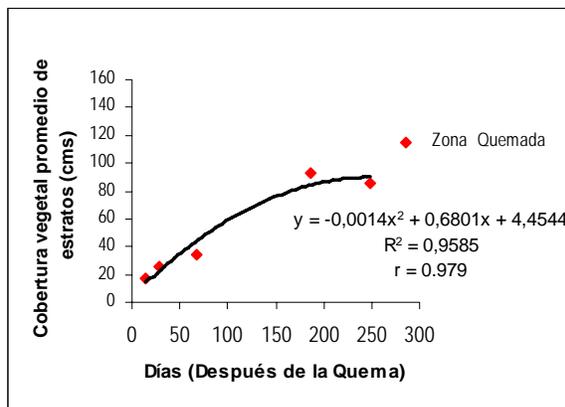
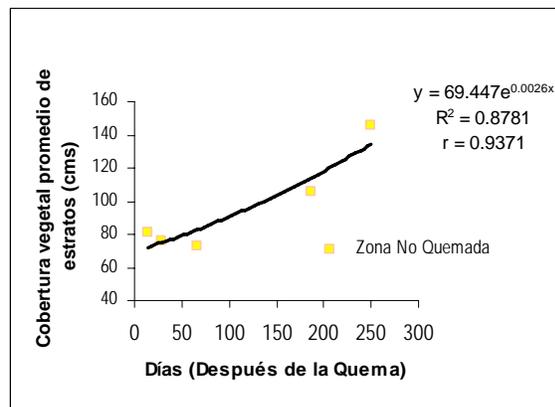


Fig. 11 Evolución de la estratificación de la cobertura vegetal promedio. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Zona No Quemada.



Con respecto a la diversidad estructural se observó, analizando la diversidad alfa promedio en ambas zonas, que el mes de octubre antes de la quema presentó una diversidad similar para las dos zonas, luego de la quema se diferencian, debido a que la Zona Quemada disminuye su diversidad, probablemente debido a la pérdida de los estratos verticales, sin embargo para el mes de diciembre las diversidades se vuelven similares y este comportamiento se presenta hasta el último muestreo en el mes de junio (Figura 12). Cuando se analiza a una escala más fina con la diversidad gamma (Figura 13) estas dos zonas no son similares al inicio y por efecto de la quema se encuentran todavía más diferenciadas, aunque la diversidad estructural en la Zona Quemada se recupera esta no llega a valores similares para el último muestreo, estas dos variables nos permiten visualizar el efecto en cada estación promedio (diversidad alfa promedio) y el efecto aplicado al conjunto de estaciones (diversidad gamma).

Fig. 12 Diversidad estructural promedio de la Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

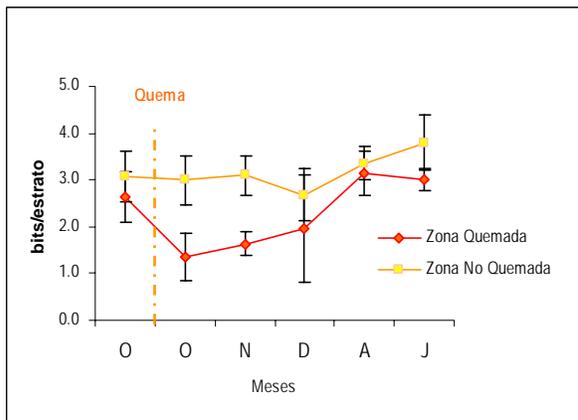
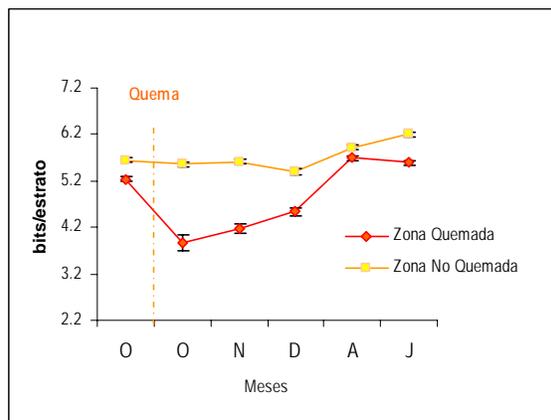


Fig. 13 Diversidad estructural gamma de la Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002



3.3.4.2. La precipitación y su relación con la diversidad estructural.

La diversidad estructural o diversidad de estratos es considerada como una medida de la complejidad en la disposición de la biomasa vegetal en el espacio horizontal y vertical (Nai-Bregaglio *et al.*, 2002), para la presente investigación se evalúa su relación con la precipitación encontrándose una relación inversa en la Zona Quemada ($R^2 = 0.7403$, $r = -0.86$; Figura 14) y en la Zona No Quemada ($R^2 = 0.8915$, $r = 0.944$; Figura 15), es decir, a mayor precipitación menor diversidad de estratos; al parecer la precipitación podría estar generando la aparición de rebrotes o plantas pequeñas, las cuales empiezan a ocupar estratos por lo tanto la equidad estaría disminuyendo. Esta relación cambia a partir de las respuestas con demora de tres meses (Figuras 16 y 17), la relación se vuelve directa para la Zona Quemada ($R^2 = 0.1923$, $r = 0.439$) y en la Zona No Quemada ($R^2 = 0.6178$, $r = 0.786$), es decir, a mayor precipitación mayor diversidad de estratos, esto sugiere que luego de tres meses, el agua que se acumula en este periodo podría estar induciendo al crecimiento equitativo de la vegetación.

Fig. 14 Relación entre la precipitación y la diversidad estructural prom. sin demoras de respuesta. Z.Q

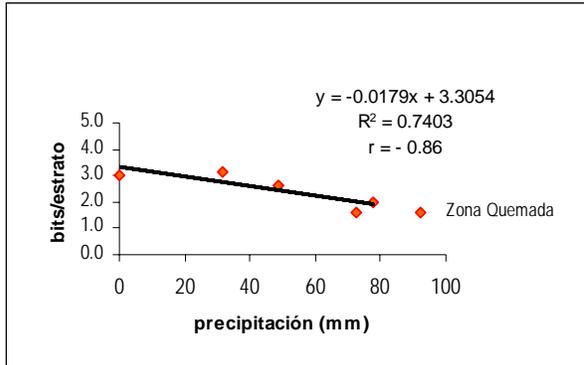


Fig. 15 Relación entre la precipitación y la diversidad prom. sin demoras de respuesta. Z.N.Q

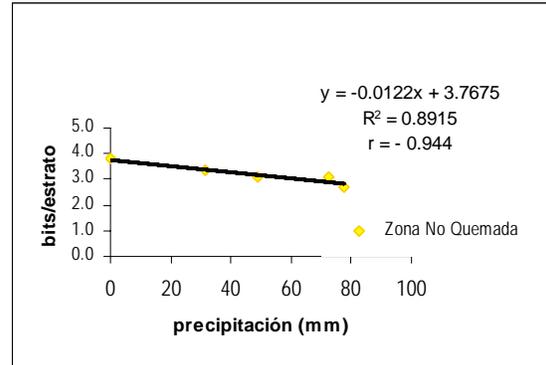


Fig. 16 Relación entre la precipitación y la diversidad estructural promedio con demoras de respuesta de 3 meses. Z.Q. Pachacayo.

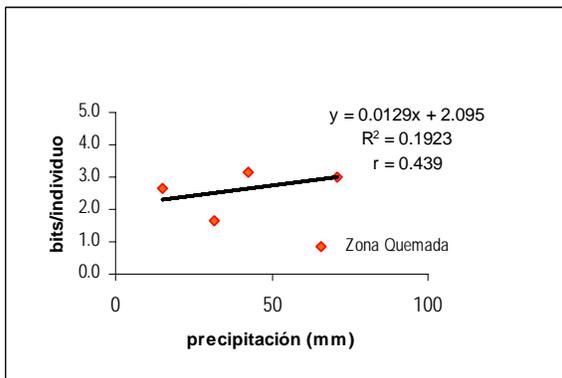
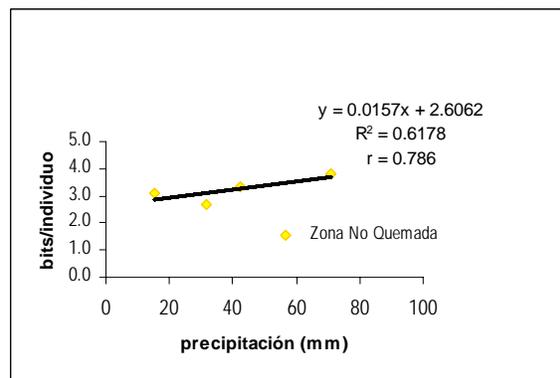


Fig. 17 Relación entre la precipitación y la diversidad estructural prom. con demoras de respuesta de 3 meses. Z.N.Q. Pachacayo.



3.3.5. Evaluación de la Comunidad de la Artropodofauna

3.3.5.1. Colocación de trampas pitfall

Las trampas empleadas fueron envases de plástico transparentes de 6 cms de diámetro, 8.5 cms de profundidad y una capacidad aproximada de 250 cm³, enterrados al ras del suelo y llenados casi completamente con una mezcla de agua con refrigerante o anticongelante al 2 %, a la cual se añadió 1 gr. de detergente para reducir la tensión superficial. El tamaño de la unidad muestral fue de tres trampas por estación con un esfuerzo temporal de tres días aproximadamente 72 horas, determinado en la primera salida (muestreo preliminar).

El tamaño de la unidad muestral (TUM) empleado fue establecido por Ramírez *et al.* (2003) a partir de la elaboración de espectros de diversidad utilizando los datos de abundancia de las zonas en el primer muestreo (Agosto 2001)..

El esfuerzo muestral empleado, contrasta significativamente con los esfuerzos sugeridos en otras investigaciones (Bess *et al.*, 2002 y Abbott *et al.*, 2003). Sin embargo, resulta importante indicar que la capacidad de extrapolar sus resultados al presente estudio es más bien limitada, porque las áreas evaluadas corresponden a bosques de Álamos en Nuevo México y bosques de Eucaliptos en el Oeste de Australia, formaciones vegetales muy diferentes a los pastizales de la puna.

Al momento de ser recogidos, cada envase fue identificado por medio de dos etiquetas, una alrededor del envase y otra en la tapa, las cuales indicaban la zona y el código de cada punto muestreado. Las tapas roscas de los envases se aseguraron con cinta adhesiva y luego se colocaron cada seis en una bolsa, luego todas se colocaron en una caja térmica o envase hermético para ser transportados al laboratorio.

3.3.5.2. Revisión de las muestras

En el laboratorio, el contenido de cada uno de los envases se tamizó empleando un colador o tamiz para separar la tierra, los restos de vegetales y las piedras. El material biológico recuperado (artropodofauna en general) fue colocado en viales 10 cc con alcohol al 70%, debidamente etiquetado para su posterior revisión.

Usando el microscopio estereoscópico, los artrópodos de cada muestra fueron extraídos y clasificados bajo la denominación de morfoespecies, a partir de sus semejanzas y diferencias en la morfología externa, tomando en cuenta las limitaciones asociadas a esta clasificación (Oliver y Beattie, 1993; Oliver y Beattie, 1996 y Derraik *et al.*, 2002). Se procedió entonces, a anotar las abundancias de cada morfoespecie en las hojas de registro, indicando el código de la estación, número de trampa y la fecha de observación. Se empleo el microscopio compuesto en el caso de especímenes muy pequeños.

3.3.5.3. Determinación de la artropodofauna

Los artrópodos fueron determinados a familia y en algunos casos a subfamilia, utilizando las claves de Cevallos (1941), Gerschman y Schiapelli (1963), Baker y Wharton (1964),

CSIRO (1970), McAlpine *et al.* (1981), Barrientos (1988) y Barrientos (2004). La determinación de géneros y especies se basa en Erwin (1991), Desender (2001), Roig-Juñent y Domínguez (2001) y Navarrete-Heredia *et al.* (2002).

Cuando la especie y el género de los artrópodos no pudieron ser determinados, estos fueron separados como morfoespecies, un procedimiento empleado en investigaciones previas al producirse dicho inconveniente o cuando correspondían a taxas aún no descritos (Derraik *et al.*, 2002). Cada morfoespecie está designada por el nombre de la familia, subfamilia o tribu a la cual pertenece, seguido por el número correspondiente.

Para la determinación de especímenes muy pequeños se realizó la fijación de especímenes pequeños, para observar sus estructuras. Con este fin, los especímenes fueron sumergidos en KOH al 15% a baño maría para clarificarlos. Luego se empleó el medio Hoyer's, para fijar los especímenes sobre el portaobjetos y así poder observarlos usando el microscopio compuesto (Borror *et al.*, 1989). Esta técnica sólo se aplicó para la Clase Collembola y la Clase Arachnida (específicamente ácaros) y permitió clasificar las morfoespecies.

Una vez concluida las labores de determinación se seleccionó *Pilobalia* sp. (Tenebrionidae) de la colección de referencia, para incorporarlo a la colección del Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.4. Análisis de los datos

3.4.1. Curvas especies-área

Según Ershaw (1973), citado por Ramírez *et al.* (2003), para obtener una unidad muestral que represente adecuadamente la composición de especies de una comunidad, es necesario conocer su área mínima de expresión. Sabemos que conforme aumenta el tamaño de la unidad muestral el número de especies aumenta hasta determinado punto. Para obtener la unidad muestral mínima se toma 1, 2, 3, 4 o un mayor número de muestras, en este caso Trampas pitfall y se cuentan las especies hasta que el número de las especies nuevas disminuya al mínimo. Luego se grafica el número de especies en función de la unidad de muestreo. Se considera como el número de trampas mínimo cuando se logra el punto de inflexión en la curva.

El esfuerzo de captura con las trampas Pitfall, es decir, el número de Tamaño de Unidad Muestral mínimo (TUM) por zona y el número de días que se mantuvieron las trampas en el lugar se definió en el muestreo piloto, se generaron dos tipos de curva. La primera denominada curva especies-área fue generada siguiendo la metodología de Jiménez-Valverde y Hortal (2003) considerando la elaboración de una curva de acumulación de especies con un ajuste a la ecuación de Clench y la segunda denominada esfuerzo de muestreo fue generada siguiendo la metodología usada por Ramírez *et al.* (2003) considerando los espectros de diversidad.

3.4.2. Cálculo de la diversidad estructural y la artropodofauna

Para calcular la diversidad estructural (diversidad de estratos) y la diversidad de la artropodofauna se empleó la ecuación de Shannon y Wiener, la cual se conoce como índice de diversidad de Shannon (Magurran, 1988). Este método basado en la teoría de la información es uno de los más usados para el cálculo de este parámetro (Margalef 1977, Magurran, 1988, Krebs, 1989):

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Donde:

H = Información contenida en la muestra (bits/individuo)

= Índice de diversidad de especies o estratos

s = número de especies o número de estratos

p_i = proporción total de la muestra perteneciente a la *i*ésima especie o al *i*ésimo estrato.

Para calcular la equidad se utilizó el índice más comúnmente usado en la literatura, el cual se basa en la función de Shannon-Wiener (Krebs, 1989):

$$J' = H' / H'_{MAX}$$

Donde: J' = Medida de equidad (rango 0-1)

H' = Función de Shannon-Wiener

H'_{MAX} = Máximo valor de H' = $\log_2 S$

La diversidad fue calculada para cada estación (diversidad alfa) y en cada parcela se calculó la diversidad α promedio para cada muestreo, con sus respectivos intervalos de confianza obtenidos a partir de la distribución t de Student ($\alpha=0.05$, g.l.=n-1):

$$I.C = H'_{prom} \pm t_{\alpha/2} (S/n^{1/2})$$

Donde: I.C = Intervalo de confianza

H'_{prom} = Promedio de la diversidad alfa

$t_{\alpha/2}$ = Valor tabular de la distribución t

S = Desviación estándar de la diversidad alfa

n = número de estaciones

El uso de la distribución t para estimar el intervalo de confianza es obligatorio en este caso, puesto que n es inferior a 30 (Duncan *et al.*, 1978; citado por Giraldo y Arellano, 2002). También se estimó la diversidad gamma (γ) y los intervalos de confianza se obtuvieron mediante el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001), realizándose el bootstrap a un nivel de 95% de confianza.

3.4.3. Prueba t para muestras pareadas

La prueba para dos muestras se emplea cuando dos muestras son independientes, esta independencia implica que cada dato de una de las muestras no está asociada con ningún dato de la otra muestra. Sin embargo hay instancias cuando una observación de la muestra uno está correlacionada con una observación de la muestra dos, entonces se puede decir que los datos ocurren en pares, a esta prueba se le denomina Prueba t para muestras pareadas (Zar, 1999). Para determinar diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) entre el tratamiento Zona Quemada (Z.Q) y Zona No Quemada (Z.N.Q), se empleó la

Prueba-t para muestras pareadas entre los resultados de abundancia y diversidad α promedio de la artropodofauna antes y después de la quema.

3.4.4. Determinación y comparación de los patrones de variación poblacional de Entomobryidae-01

La morfoespecie Entomobryidae –01 fue la más abundante y de ahí su importancia por conocer su dinámica poblacional. Sus patrones de variación poblacional fueron determinados y comparados mediante los diagramas de Taylor (Mac Ardle *et al.*, 1990). Estos diagramas ilustran la relación (lineal) existente entre el logaritmo de coeficiente de variabilidad (Log c.v.) y el logaritmo de la media (Log m) de las abundancias registradas para esta especie, en diferentes lugares y en diferentes tiempos. Dicha relación queda expresada cuantitativamente por el valor de beta (β), el parámetro de regresión poblacional estimado a partir de la siguiente expresión (Taylor y Woiwod, 1982, Taylor *et al.*, 1978 y 1980; citados por Giraldo, 2002).

$$\text{var (N)} = \alpha m^{\beta}$$

A partir de la cual se deduce (Mac Ardle *et al.*, 1990):

$$\text{c.v.} = \alpha^{0.5} u^{(0.5\beta-1)}$$

$$\text{Log c.v.} = 0.5 \text{ Log } \alpha + (0.5\beta-1) \text{ Log } u$$

$$Y = a + b X$$

Las regresiones fueron realizadas con Statistica versión 5.1, para obtener los valores de los parámetros a y b, así como el error estándar de b.

Las interpretaciones biológicas consistentes se obtienen si el $\beta > 2$ ó $\beta < 2$ (Soberón y Loevinshon, 1987; Mac Ardle *et al.*, 1990), para comprobar que los valores de β obtenidos fueran significativamente distintos de 2, se empleo el cálculo de los intervalos de confianza usando la distribución t, con un $\alpha = 0.05$ y g.l. = n-2, según la siguiente formula (Steel y Torrie, 1988):

$$I.C (\beta) = b \pm t_{\alpha/2} \cdot S_b^2$$

Donde: b= pendiente de la recta

$t_{\alpha/2}$ = valor tabular de la distribución t

S_b^2 = error estándar de la pendiente

Los valores de β calculados del modo antes descrito, se convierten en descriptores del comportamiento de la variabilidad espacial (β_s) o temporal (β_t) de las abundancias medias de una población. Para calcular el β_s , si bien las unidades muestrales son espaciales (estaciones), las unidades de ploteo son temporales (muestreos) y reflexivamente, para calcular el β_t se emplean unidades muestrales temporales (muestreos) y unidades espaciales (estaciones) para el ploteo (Soberón y Loevinshon, 1987; Mc Ardle *et al.*, 1990).

3.4.5. Determinación de las asociaciones espaciales y temporales

Se empleó el Análisis de Cluster para estaciones y para muestreos. Este tipo de análisis permite comparar simultáneamente una serie de muestras e ilustrar las relaciones existentes entre ellas, usando índices de similitud (Krebs, 1989).

Para medir el grado de afinidad existente en la composición de especies presente en los dos tratamientos se emplearon dos coeficientes de similitud: el Índice de similitud de Raup-Crick tomando en cuenta la ausencia y la presencia de las especies, y el índice de similitud de Morisita (Krebs, 1989) tomando en cuenta la abundancia, enunciado de la manera siguiente:

$$C_M = 2 \sum (a_i \cdot b_i) / (a + b) \cdot a \cdot b$$

Donde:

aN = abundancia total en la Zona Quemada (ZQ)

bN = abundancia total en la Zona No Quemada (ZNQ)

a_i = abundancia de la i-ésima especie en ZQ

b_i = abundancia de la i-ésima especie en ZNQ

$$d_a = \sum s_i^2 / aN^2.$$

Ambos tipos de análisis se realizaron empleando el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

3.4.6. Determinación de la similitud entre comunidades.

Se analizó la similitud de la comunidad de la artropodofauna para ambas zonas, a diferentes niveles. La comparación entre toda la artropodofauna (primer nivel de agrupación), se realizó empleando la mediana de los valores que proporciona el Índice de Similitud de Raup-Crick al comparar ambas zonas y el Índice de Similitud de Morisita.

La comparación entre Macroartrópodos y Microartrópodos (segundo nivel de agrupación) fue de ambas zonas, se realizó con el Coeficiente r de Spearman, para emplear este método los datos no necesitan presentar una distribución normal (Krebs, 1989). La separación de la artropodofauna en Macroartrópodos y Microartrópodos se debe a que el grupo denominado Microartrópodos presenta características similares tanto en el tamaño que tienen como en el hábitat que ocupan, siendo artrópodos pequeños que habitan el suelo e interaccionan en este sustrato formando una comunidad.

La comparación entre los grupos funcionales (tercer nivel de agrupación) con y sin Entomobryidae-01 se realizó con el coeficiente de correlación de Pearson. La clasificación trófica de acuerdo al recurso alimentario, nos permite organizar a la artropodofauna en grupos funcionales (Davic, 2003)

Todos los índices de correlación fueron calculados con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.4. Composición taxonómica de la artropodofauna

Se registraron un total de 17 671 individuos, de los cuales 8 723 individuos corresponden a la parcela control (Zona No Quemada) y 8 948 individuos corresponden a la parcela quemada (Zona Quemada), distribuidos en 16 ordenes, 85 familias determinadas, 2 familias indet. y 239 morfo(especies) (Cuadro 3).

De las Clases presentes la más abundante fue Collembola con el 59 %, seguida por Insecta 28 % y por último Arachnida con el 13%. Los Ordenes más abundantes fueron Arthropleona, Hemiptera, Symphypleona, con el 46.3 %, 13.0 %, 12.7 % del total de individuos capturados respectivamente. Siendo las familias más abundantes Entomobryidae con 44.15 %, Sminthuridae con 12.7 % y Cicadellidae con 10.29 % (Figuras 18, 19 y 20).

No existen listas publicadas para el área evaluada por lo tanto todas las especies registradas son consideradas citas nuevas para la zona

Fig. 18. Porcentajes de la Abundancia para las Clases Taxonómicas.

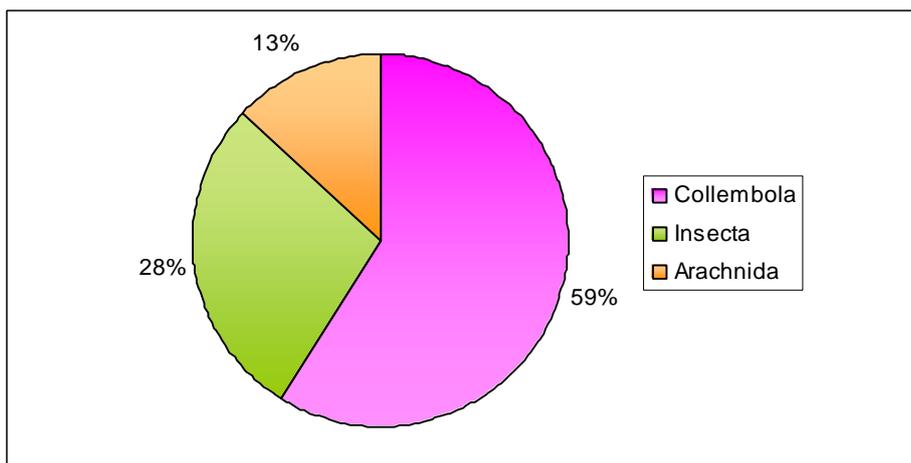
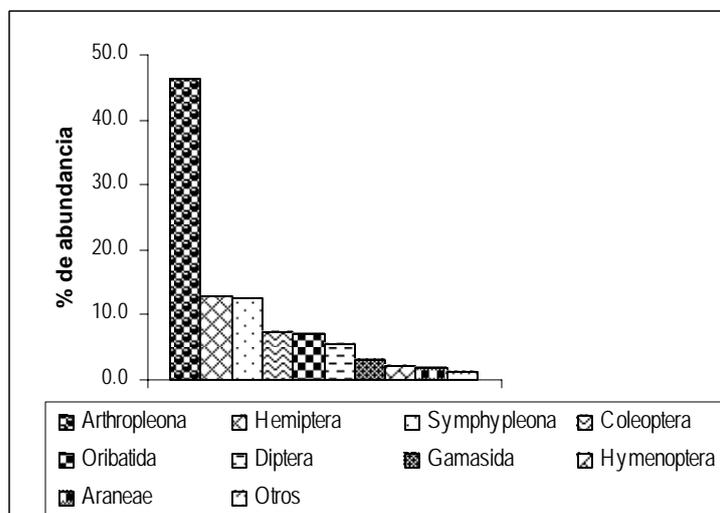


Fig. 19. Porcentajes de la Abundancia para los Ordenes Taxonómicas.



Cuadro 3: Listado taxonómico de artrópodos terrestres colectados en Pachacayo (Jauja, Junín) durante Agosto de 2001 a Junio de 2002

		Morfo(especies)	Zona Quema (Total)	Zona sin Quema (Total)
Clase	Arachnida			
Orden	Araneae			
Familias	Agelenidae	Agelenidae-01	0	3
	Anyphaenidae	<i>Anyphaena sp.</i>	0	1
	Clubionidae	Clubionidae-01	3	3
	Gnaphosidae	Gnaphosidae-01	1	0
		Gnaphosidae-02	0	3
	Linyphiidae	Linyphiidae-01	3	8
		Linyphiidae-02	43	54
		Linyphiidae-03	0	5
		Linyphiidae-04	2	12
		Linyphiidae-05	4	1
		Linyphiidae-06	0	1
	Lycosidae	Lycosidae-01	94	66
		Lycosidae-02	0	2
	Sparassidae	Sparassidae-01	9	0
		Sparassidae-02	2	1
	Theridiidae	Theridiidae-01	14	1
	Thomisidae	Thomisidae-01	2	4
Orden	Solifuga			
Familia	Mummucidae	<i>Mummucia sp.</i>	1	5
Orden	Gamasida			
Familia	Macrochelidae	Macrochelidae-01	247	289
		Macrochelidae-02	1	0
Orden	Ixodida			
Familia	Nuttalliellidae	Nuttalliellidae-01	23	5
Orden	Actinedida			
Familias	Erythraeidae	Erythraeidae-01	58	22
		Erythraeidae-02	3	0
		Erythraeidae-03	31	21
		Erythraeidae-04	4	11
		Erythraeidae-05	1	0
	Rhagidiidae	Rhagidiidae-01	8	9
Orden	Oribatida			
Familias	Belbidae	Belbidae-01	17	11
	Cymbaeremaeidae	Cymbaeremaeidae-01	4	1
	Liacaridae	Liacaridae-01	557	589
	Indet.	Oribatida-01	1	5
	Palaeacaridae	Palaeacaridae-01	13	23
Clase	Collembola			
Orden	Arthropleona			
Suborden	Poduromorpha			
Familias	Poduridae	Poduridae-01	218	139
	Sminthuridae	<i>Sphaeridia sp.</i>	22	1
Suborden	Entomobryomorpha			
Familia	Entomobryidae	Entomobryidae-01	4306	3496
Orden	Symphyleona			
Familia	Sminthuridae	Sminthuridae-01	896	1348

Cuadro 3 (continuación)

		Morfo(especies)	Zona Quema (Total)	Zona sin Quema (Total)
Clase	Insecta			
Orden	Orthoptera			
Familia	Acrididae	Acrididae-01	1	1
		Acrididae-02	3	10
		Acrididae-03	0	2
Orden	Dermaptera			
Familia	Carcinophoridae	Carcinophoridae-01	0	1
Orden	Psocoptera			
Familia	Indet.	Psocoptera-01	0	1
Orden	Thysanoptera			
Familias	Phlaeothripidae	Phlaeothripidae-01	0	2
	Thripidae	Thripidae-01	2	1
Orden	Hemiptera			
Suborden	Homoptera			
Familias(Super)	Aphididae	Aphididae-01	1	5
		Aphididae-02	38	11
	Cercopidae	Cercopidae-01	10	5
	Cicadellidae	Cicadellidae-01	156	132
		Cicadellidae-02	8	33
		Cicadellidae-03	8	6
		Cicadellidae-04	56	118
		Cicadellidae-05	279	334
		Cicadellidae-06	21	11
		Cicadellidae-07	4	3
		Cicadellidae-08	2	8
		Cicadellidae-09	141	198
		Cicadellidae-10	40	17
		Cicadellidae-11	28	42
		Cicadellidae-12	18	8
		Cicadellidae-13	31	100
		Cicadellidae-14	0	1
		Cicadellidae-15	1	0
		Cicadellidae-16	2	2
		Cicadellidae-17	2	0
		Cicadellidae-18	0	4
		Cicadellidae-19	0	2
		Cicadellidae-20	1	0
		Cicadellidae-21	1	0
		Cicadellidae-22	0	1
	Coccoidea	Coccoidea-01	65	28
		Coccoidea-02	0	1
	Delphacidae	Delphacidae-01	1	0
	Pseudococcidae	Pseudococcidae-01	139	119
	Psyllidae	Psyllidae-01	4	2
Suborden	Heteroptera			
Familias	Aradidae	Aradidae-01	18	1
	Lygaeidae	Lygaeidae-01	7	19
	Nabidae	Nabidae-01	0	1
		Nabidae-02	0	1
	Pyrrhocoridae	Pyrrhocoridae-01	1	1

Cuadro 3 (continuación)

		Morfo(especies)	Zona Quema (Total)	Zona sin Quema (Total)
Orden	Coleoptera			
Suborden	Adephaga			
Familias	Carabidae	<i>Bradycellus sp.</i>	0	2
		<i>Notiobia peruviana</i>	34	58
		<i>Paratachys sp.</i>	174	182
		Platynini-01	0	1
		<i>Trechisibius sp.</i>	1	0
Suborden	Polyphaga			
Familias	Anobiidae	Anobiidae-01	6	4
	Chrysomelidae	Chrysomelidae-01	5	0
		Chrysomelidae-02	0	1
		Chrysomelidae-03	5	0
	Coccinellidae	Coccinellidae-01	1	0
	Curculionidae	<i>Aff. Hybreoleptops sp.</i>	31	17
		Brachyderini-01	34	61
		Brachyderini-02	104	93
		Brachyderini-03	1	3
		Brachyderini-04	4	0
		Cryptorrhynchinae-01	7	17
		Curculionidae-01	2	1
		Curculionidae-02	21	11
		Cylydrorhinini-01	0	2
		Entiminae-01	1	0
		Leptopini-01	8	5
		<i>Premnotrypes suturicallus</i>	1	0
		Rhythrinini-01	45	9
	Elmidae	Elmidae-01	0	1
	Histeridae	Histeridae-01	4	6
	Hydrochidae	Hydrochidae-01	1	0
	Leiodidae	Leiodidae-01	1	2
	Melyridae	Melyridae-01	73	34
	Ptiliidae	Ptiliidae-01	1	1
	Scarabeidae	Aphodinae-01	1	0
	Scydmaenidae	Scydmaenidae-01	2	1
	Staphylinidae	<i>Aff. Euplectus sp.</i>	0	1
		<i>Quedius sp.</i>	85	90
		Staphylinidae-01	6	7
		<i>Stenus sp1.</i>	0	1
		<i>Stenus sp2.</i>	0	1
	Tenebrionidae	<i>Pilobalia sp.</i>	3	0
Orden	Diptera			
Suborden	Nematocera			
Familias	Bibionidae	Bibionidae-01	0	2
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae-01	2	0
		Cecidomyiidae-02	1	0
	Chironomidae	Chironomidae-01	1	1
		Chironomidae-02	4	5
		Chironomidae-03	1	0
		Chironomidae-04	0	2

Cuadro 3 (continuación)

		Morfo(especies)	Zona Quema (Total)	Zona sin Quema (Total)
Orden	Diptera			
Suborden	Nematocera			
	Mycetophilidae	Mycetophilidae-01	5	9
		Mycetophilidae-02	1	1
		Mycetophilidae-03	0	1
		Mycetophilidae-04	0	1
		Mycetophilidae-05	0	4
		Mycetophilidae-06	0	1
		Mycetophilidae-07	1	0
		Mycetophilidae-08	1	0
	Sciaridae	Sciaridae-01	100	222
		Sciaridae-02	7	0
		Sciaridae-03	6	2
		Sciaridae-04	7	0
		Sciaridae-05	3	1
		Sciaridae-06	1	0
		Sciaridae-07	0	2
Suborden	Brachycera			
Familias	Agromizidae	Agromizidae-01	7	16
		Agromizidae-02	1	0
		Agromizidae-03	0	2
		Agromizidae-04	3	0
	Anthomyiidae	Anthomyiidae-01	0	1
	Asilidae	Asilidae-01	2	0
		Asilidae-02	0	2
	Carnidae	Carnidae-01	3	1
	Chamaemyiidae	Chamaemyiidae-01	1	0
	Chloropidae	Chloropidae-01	1	12
		Chloropidae-02	1	0
	Clusiidae	Clusiidae-01	11	6
		Clusiidae-02	0	1
	Dolichopodidae	Dolichopodidae-01	2	3
		Dolichopodidae-02	1	0
		Dolichopodidae-03	1	1
		Dolichopodidae-04	2	0
	Empididae	Empididae-01	0	3
		Empididae-02	0	1
	Ephydriidae	Ephydriidae-01	0	1
	Miliichidae	Miliichidae-01	6	3
	Muscidae	Muscidae-01	11	5
		Muscidae-02	15	5
		Muscidae-03	0	2
		Muscidae-04	0	3
		Muscidae-05	0	1
	Phoridae	Phoridae-01	138	106
		Phoridae-02	0	2
		Phoridae-03	3	0
		Phoridae-04	1	0
		Phoridae-05	0	1
		Phoridae-06	1	0
		Phoridae-07	0	1
	Sarcophagidae	Sarcophagidae-01	1	0

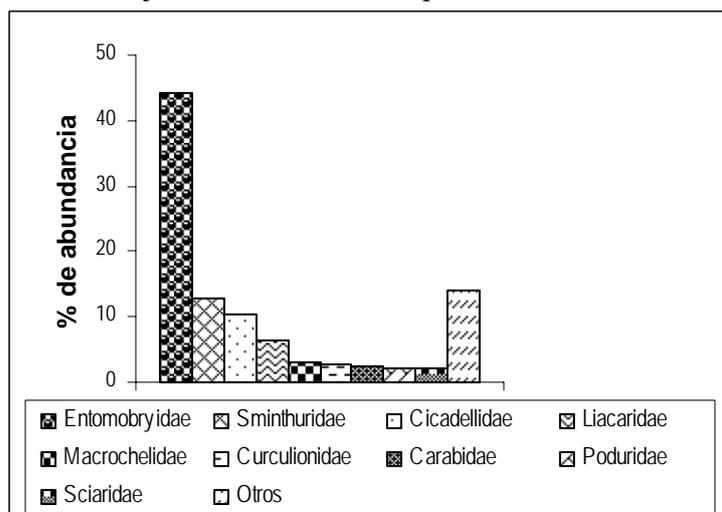
Cuadro 3 (continuación)

		Morfo(especies)	Zona Quema (Total)	Zona sin Quema (Total)
Orden	Diptera			
Suborden	Brachycera			
Familias	Sphaeroceridae	Sphaeroceridae-01	60	78
		Sphaeroceridae-02	0	2
		Sphaeroceridae-03	0	1
	Tachinidae	Tachinidae-01	4	1
	Tephritidae	Tephritidae-01	1	0
	Xylomyidae	Xylomyidae-01	29	3
Orden	Hymenoptera			
Suborden	Apocrita			
Familias	Braconidae	Braconidae-01	1	0
		Braconidae-02	1	0
		Braconidae-03	0	1
		Braconidae-04	1	0
	Diapriidae	Diapriidae-01	12	25
		Diapriidae-02	1	0
		Diapriidae-03	1	0
		Diapriidae-04	1	2
		Diapriidae-05	1	0
		Diapriidae-06	5	3
		Diapriidae-07	0	1
		Diapriidae-08	0	1
		Diapriidae-09	0	1
		Diapriidae-10	0	9
		Diapriidae-11	0	1
	Dryinidae	Dryinidae-01	1	0
		Dryinidae-02	0	1
	Eupelmidae	Eupelmidae-01	0	1
		Eupelmidae-02	1	0
	Formicidae	Formicidae-01	1	0
		Formicinae-01	6	5
		Formicinae-02	0	1
		Myrmicinae-01	0	1
		Myrmicinae-02	3	0
		Myrmicinae-03	1	0
	Ichneumonidae	Ichneumonidae-01	2	1
		Ichneumonidae-02	1	0
	Mymaridae	Mymaridae-01	11	10
		Mymaridae-02	4	4
		Mymaridae-03	12	7
		Mymaridae-04	0	5
		Mymaridae-05	1	1
		Mymaridae-06	0	1
		Mymaridae-07	1	0
		Mymaridae-08	1	0
		Mymaridae-09	1	0
		Mymaridae-10	0	2
		Mymaridae-11	1	0
		Mymaridae-12	3	0
		Mymaridae-13	0	1

Cuadro 3 (continuación)

		Morfo(especies)	Zona Quema (Total)	Zona sin Quema (Total)
Orden	Hymenoptera			
Suborden	Apocrita			
Familias	Platygasteridae	Platygasteridae-01	1	0
		Platygasteridae-02	0	2
	Pompilidae	Pompilidae-01	0	1
	Scelionidae	Scelionidae-01	45	92
		Scelionidae-02	8	14
		Scelionidae-03	1	2
		Scelionidae-04	0	2
		Scelionidae-05	6	8
		Scelionidae-06	2	0
		Scelionidae-07	1	0
		Scelionidae-08	2	0
		Scelionidae-09	0	2
		Scelionidae-10	0	1
		Scelionidae-11	1	0
		Scelionidae-12	1	0
		Scelionidae-13	1	2
		Scelionidae-14	0	1
		Scelionidae-15	0	1
		Scelionidae-16	17	4
		Scelionidae-17	1	2
	Trichogrammatidae	Trichogrammatidae-01	0	1
		Trichogrammatidae-02	0	1

Fig. 20. Porcentajes de la Abundancia para los Familias Taxonómicas



4.2. Variación de la diversidad de la artropodofauna

4.2.1. Curvas especies-área.

Las curvas de acumulación de especies, en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzos. Son también una herramienta muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de inventariado (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Debido a la importancia de esta metodología se presenta las siguientes figuras, las cuales visualizan las curvas especies-área de las dos parcelas evaluadas (Quemada y No Quemada), en cada estación muestreada (seis estaciones por parcela), además se incorpora los parámetros (R^2 , $S_{obs}/(a/b)$ y $n_{0.95}$) proporcionados por el ajuste al modelo de Clench. (Figuras 21-32). Las dos zonas presentan valores de R^2 cercanos a 1, con respecto a la proporción de fauna registrada ($S_{obs}/(a/b)$) para la estación uno en la Zona Quemada (Figura 21), esta variable da la información de que 57% de la artropodofauna ha sido registrada con las 3 trampas y si se necesitará conocer 95% de la artropodofauna se debería incrementar 41 trampas, se tiene que tomar en cuenta que esta es una herramienta para realizar inventarios no siendo el fin de esta investigación, sin embargo nos permite evaluar que un esfuerzo demasiado intensivo no compensa la relación entre el costo económico,

humano y del tiempo. La figura 22 muestra para la estación dos de la Zona Quemada que la proporción de la artropodofauna registrada es de 68% ($S_{obs}/(a/b) = 0.68$) y el esfuerzo de muestreo necesario para registrar el 95% fue de 27 ($n_{0.95} = 27$), es decir, habría que incorporar 24 trampas para lograr ese nivel de esfuerzo. Las estaciones 3, 4, 5 y 6 proporcionan esta información también, la artropodofauna registrada ($S_{obs}/(a/b)$) es de 61%, 54%, 59% y 45% respectivamente. Además un esfuerzo de muestreo al 95 % ($n_{0.95}$) se logra muestreando 36, 49, 41, y 41 trampas respectivamente.

Fig. 21 Curva de especies-área Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

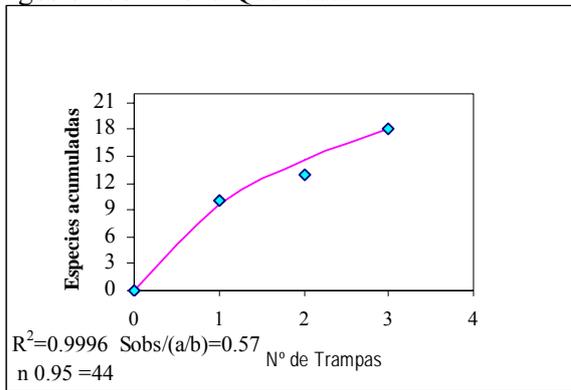


Fig. 22 Curva de especies-área Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

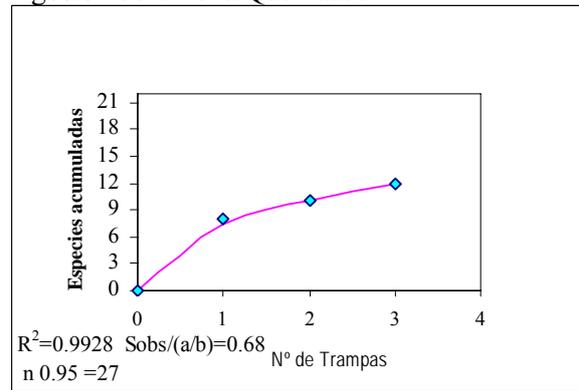


Fig. 23 Curva de especies-área Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

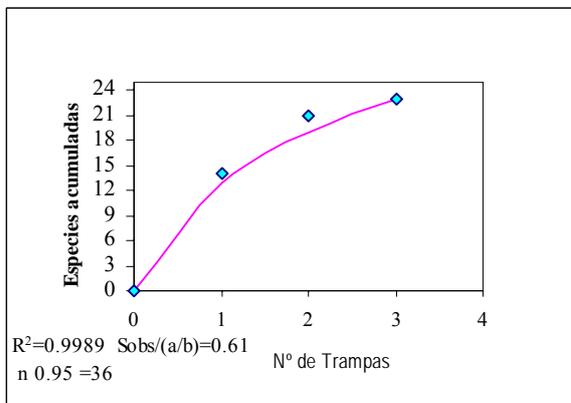


Fig. 24 Curva de especies-área Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

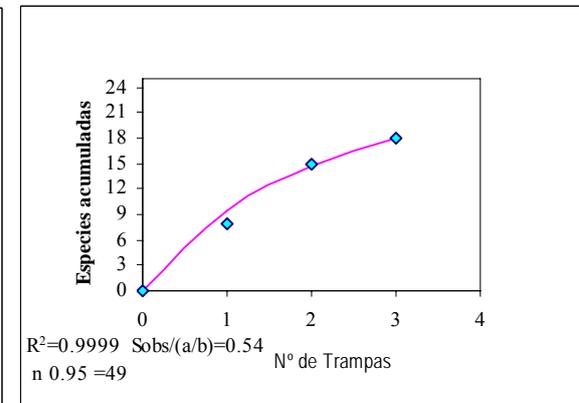


Fig. 25 Curva de especies-área Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

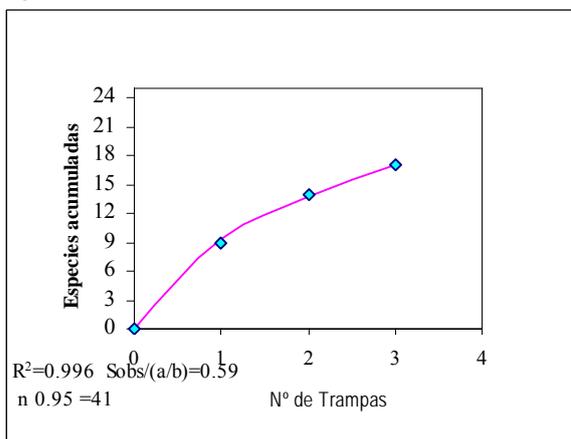
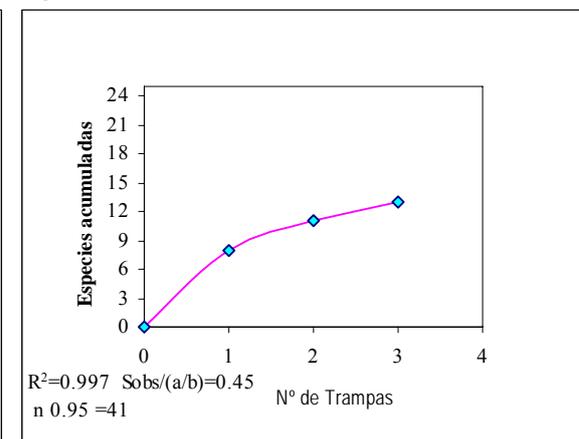


Fig. 26 Curva de especies-área Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.



La Zona No Quemada también presenta estos parámetros para las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, siendo la artropodofauna registrada ($S_{obs}/(a/b)$) de 51%, 48%, 39%, 67%, 61% y 57% respectivamente. Además de presentar un esfuerzo de muestreo al 95 % ($n_{0.95}$) de 55, 63, 89, 29, 37 y 44 trampas respectivamente. Estos resultados nos permiten tomar decisiones con respecto al esfuerzo de muestreo que deseamos obtener, tomar en cuanto que el mejorar los resultados no necesariamente compensa el costo de tiempo, dinero e inversión del investigador (Figuras 27-32).

Fig. 27 Curva de especies-área Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

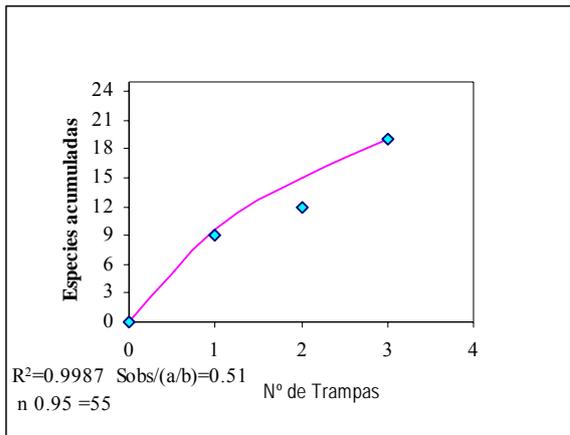


Fig. 28 Curva de especies-área Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

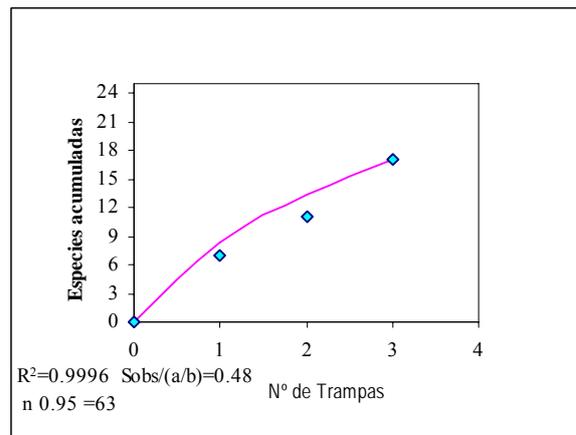


Fig. 29 Curva de especies-área Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

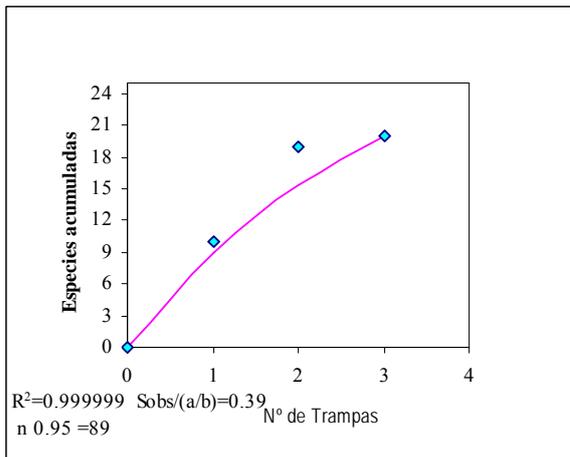


Fig. 30 Curva de especies-área Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

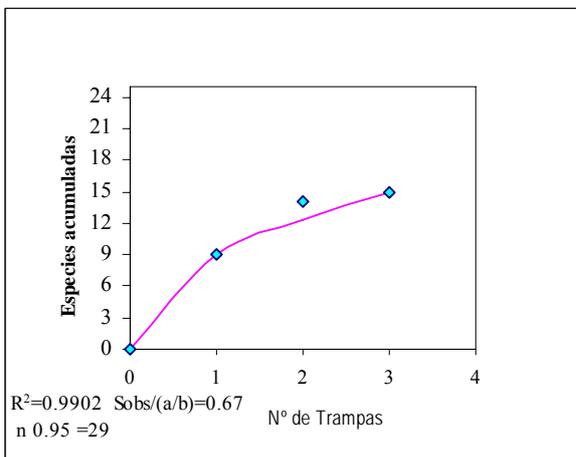


Fig. 31 Curva de especies-área Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

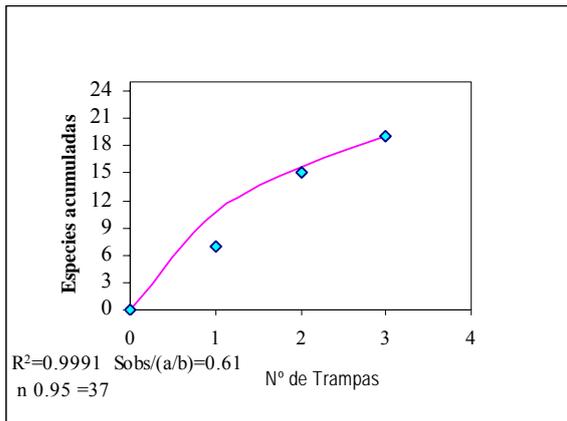
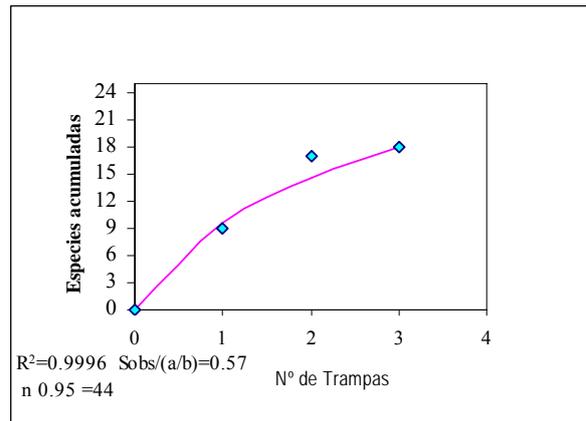


Fig. 32 Curva de especies-área Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.



$S_{obs}/(a/b)$ = proporción de artropodofauna evaluada

$n_{0.95}$ = esfuerzo de muestreo

Este previo análisis nos provee esta información, sin embargo como complemento del análisis de las curvas especies-área asociada a la idea de diversidad de especies, Margalef (1991), propone la noción de Espectro de Diversidad (variación del índice de diversidad en función del tamaño de la muestra) como un complemento y ampliación al entendimiento de la organización espacial y complejidad de las comunidades. Bajo ese enfoque la interpretación de los datos obtenidos durante la primera salida, sugirió un esfuerzo muestral de tres trampas durante 72 horas para medir la diversidad (H') de los artrópodos epigeos (Figuras 33-44).

Fig. 33 Esfuerzo de muestreo Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

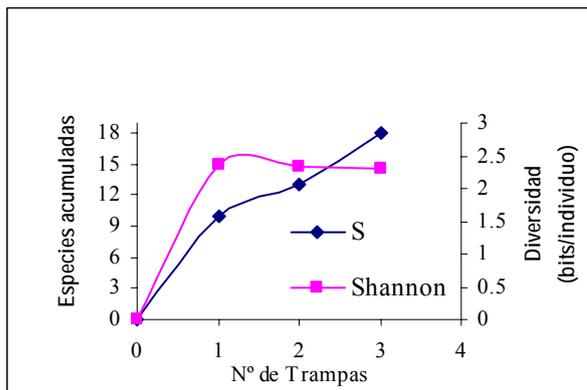


Fig. 34 Esfuerzo de muestreo Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

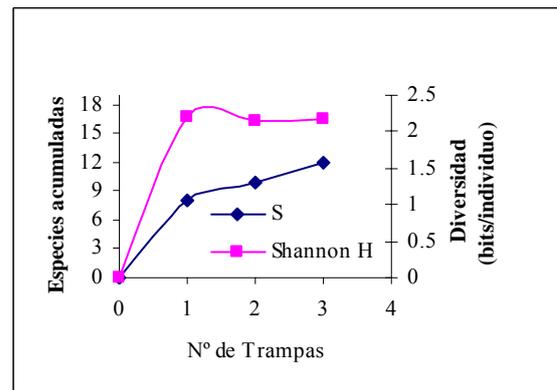


Fig. 35 Esfuerzo de muestreo Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

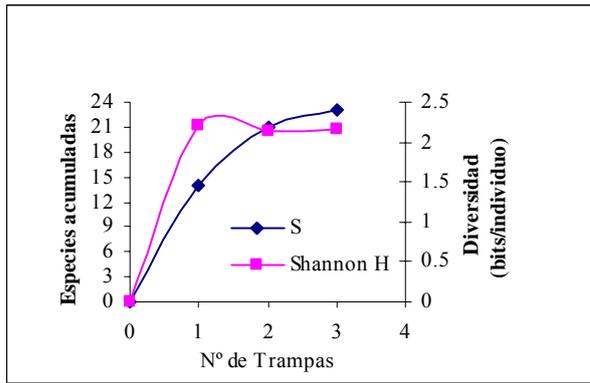


Fig. 36 Esfuerzo de muestreo Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

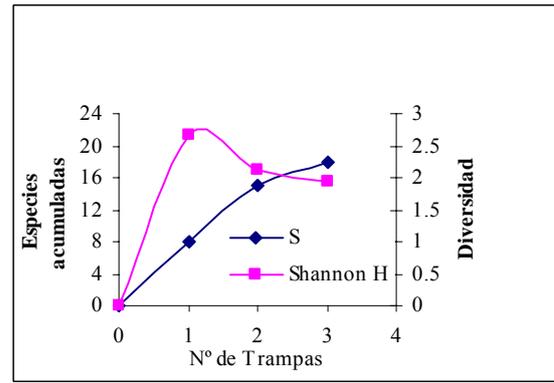


Fig. 37 Esfuerzo de muestreo Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

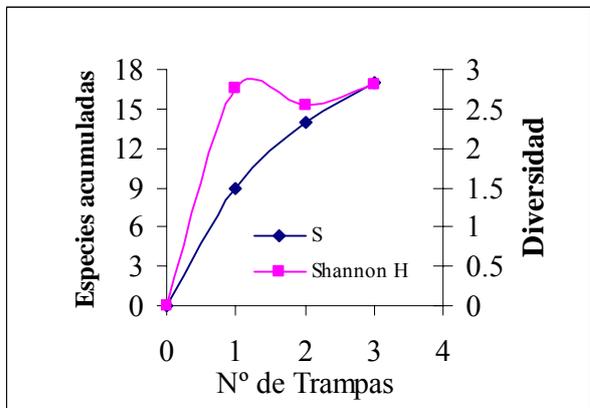


Fig. 38 Esfuerzo de muestreo Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

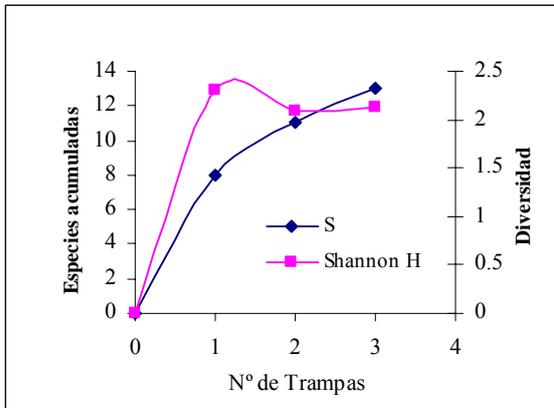


Fig. 39 Esfuerzo de muestreo Est.1. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

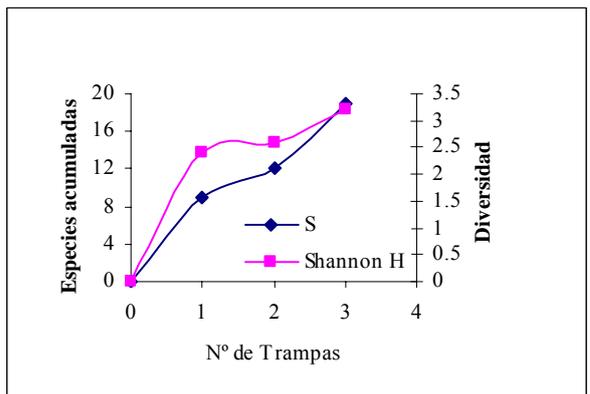


Fig. 40 Esfuerzo de muestreo Est.2. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

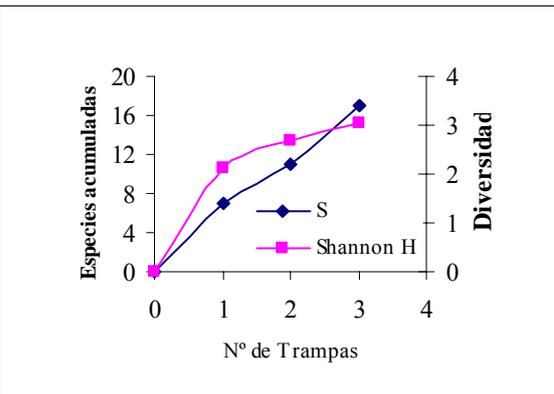


Fig. 41 Esfuerzo de muestreo Est.3. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

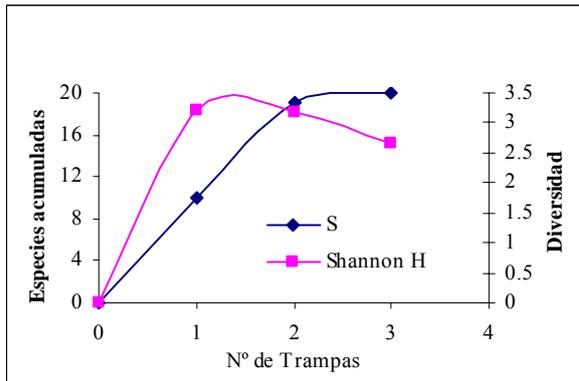


Fig. 42 Esfuerzo de muestreo Est.4. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

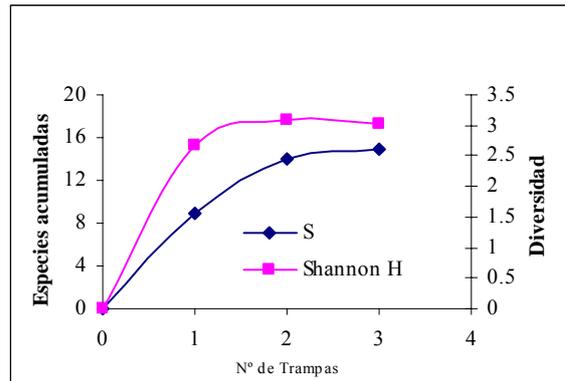


Fig. 43 Esfuerzo de muestreo Est.5. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

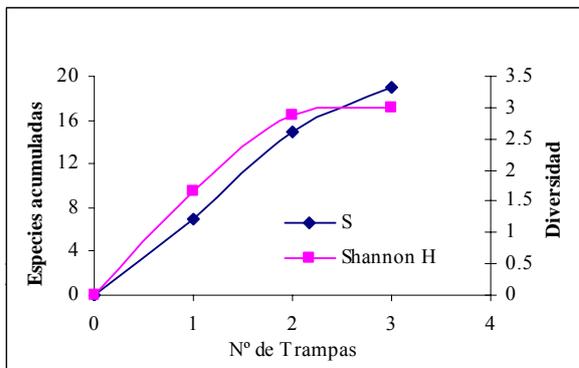
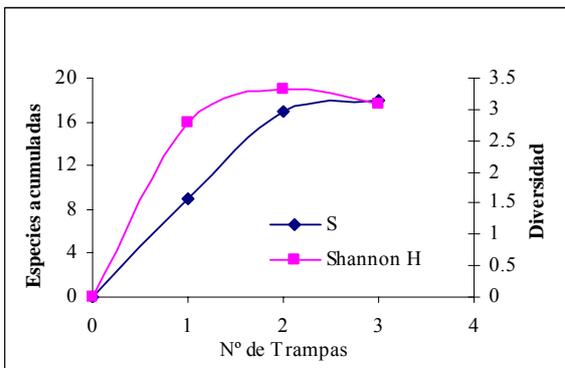


Fig. 44 Esfuerzo de muestreo Est.6. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.



Además los datos también permitieron sugerir como adecuado el número de 6 estaciones para medir la diversidad (H') de artrópodos epigeos en cada parcela evaluada (Figuras 45-46).

Fig. 45 Esfuerzo de muestreo Estaciones totales Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

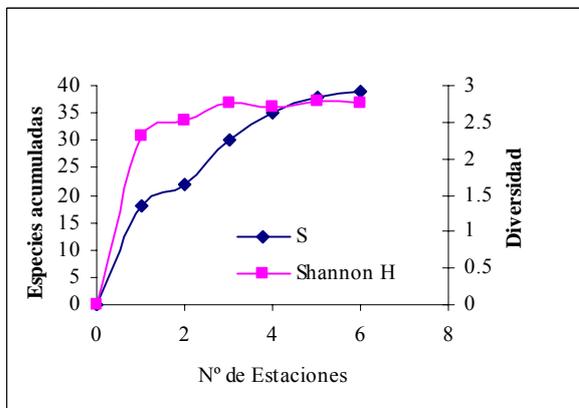
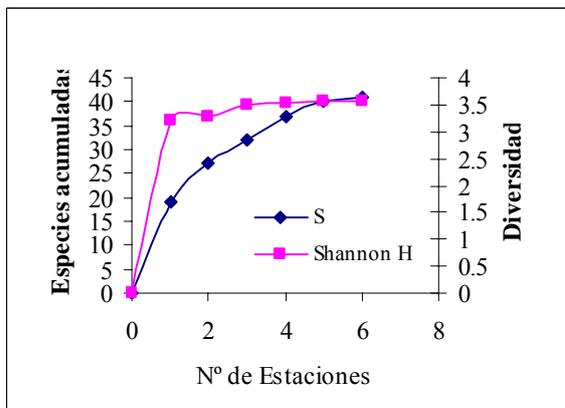


Fig. 46 Esfuerzo de muestreo Estaciones totales Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.



4.2.2.- Relación de la artropodofauna con las variables ambientales

4.2.2.1. La precipitación y su relación con la diversidad de la artropodofauna.

El agua es principalmente desde el punto de vista ecológico un factor limitativo en los medios terrestres, allí donde su cantidad esta sujeta a grandes fluctuaciones. Siendo la precipitación pluvial uno de los principales factores medidos, su distribución durante el año constituye un factor limitativo para los organismos (Odum, 1984). La desigualdad de las precipitaciones en las distintas áreas tiene una importancia fundamental en determinar la distribución de los organismos terrestres y de sus comunidades (Margalef, 1997). En el presente estudio la precipitación como factor climático asociado a la artropodofauna, ha sido relacionado con los parámetros de abundancia, riqueza, diversidad y equidad

Al evaluar la relación de la precipitación con la abundancia de la Artropodofauna sin demoras de respuesta se dan dos diferentes interacciones con la Zona Quemada la relación es inversa (Figura 47) y con la Zona No Quemada la relación es directa (Figura 48). Además se sugiere un efecto estacional en la Zona No Quemada con una demora de respuesta de tres meses visualizada en la Figura 50 ($r = 0.910$), para la Zona Quemada esta respuesta se expresa luego de cuatro meses ($r = 0.932$, Fig.51). Observando la Riqueza un patrón similar en la Zona No Quemada, con una demora de tres meses posee una correlación alta ($r = 0.745$, Fig. 53) y la Zona Quemada luego de cuatro meses presenta la mayor correlación ($r = 0.916$, Fig. 54).

La diversidad también sugiere un efecto estacional con demoras de respuesta, principalmente para la Zona Quemada, en cambio la Zona No Quemada al parecer no presenta ningún efecto mostrando insensibilidad ante la precipitación. Sin embargo la quema al parecer sensibiliza el área, generándose un atractor diferente donde la demora de respuesta es de dos meses, en la cual por debajo de 25 mm (milímetros) la diversidad disminuye, presentando un modelo no lineal ($r = 0.546$, Fig. 57). No se dan patrones definidos con la equidad.

Fig. 47 Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Pachacayo. Z.Q.

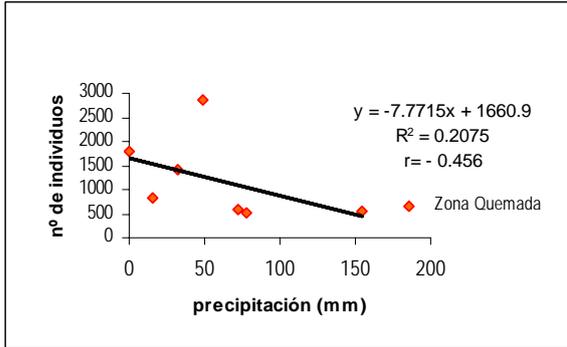


Fig. 48 Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna sin demoras respuesta. Pachacayo. Z.N.Q.

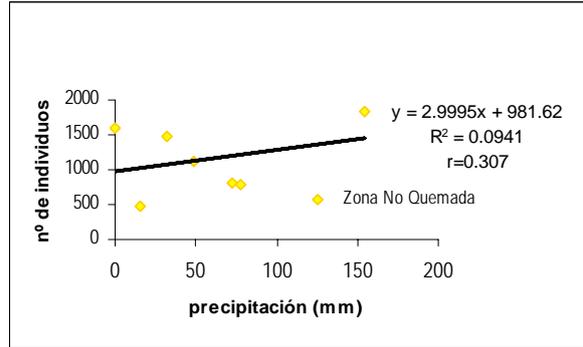


Fig. 49 Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.Q.

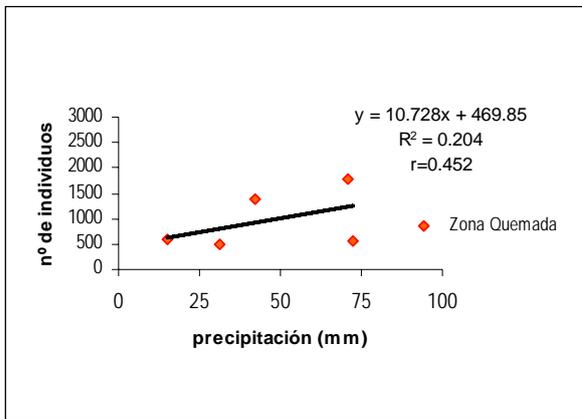


Fig. 50 Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.N.Q.

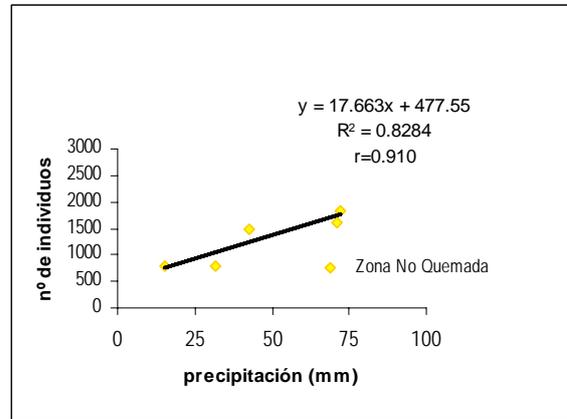


Fig. 51 Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.Q.

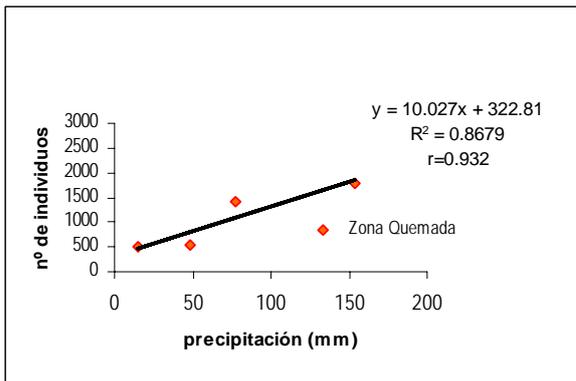


Fig. 52 Relación entre la precipitación y la abundancia de la Artropodofauna con demoras respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.N.Q.

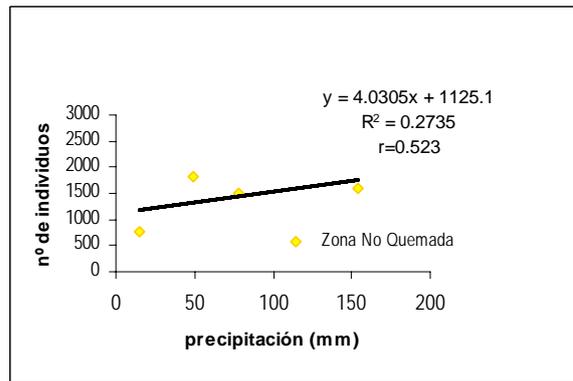


Fig. 53 Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.Q.

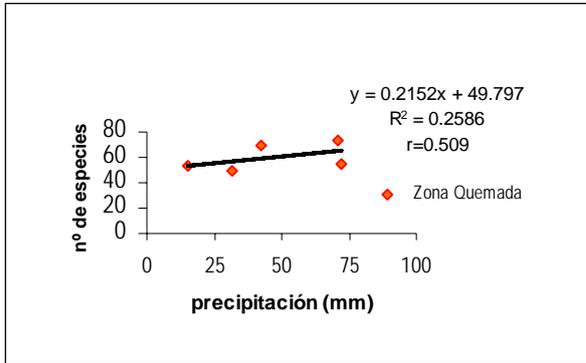


Fig. 54 Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Pachacayo. Z.N.Q.

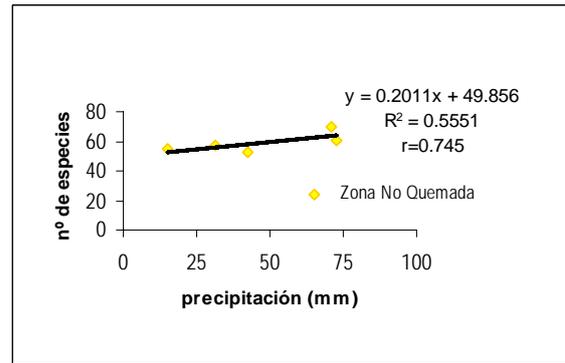


Fig. 55 Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.Q.

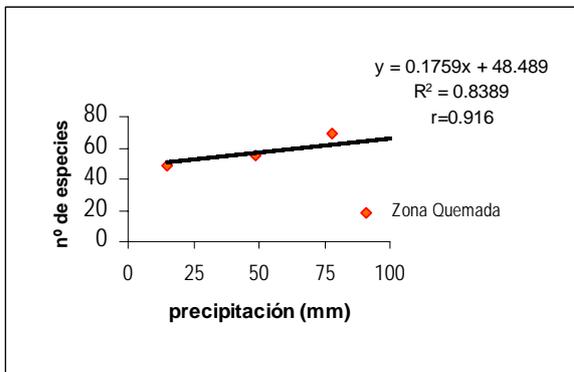


Fig. 56 Relación entre la precipitación y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Pachacayo. Z.N.Q.

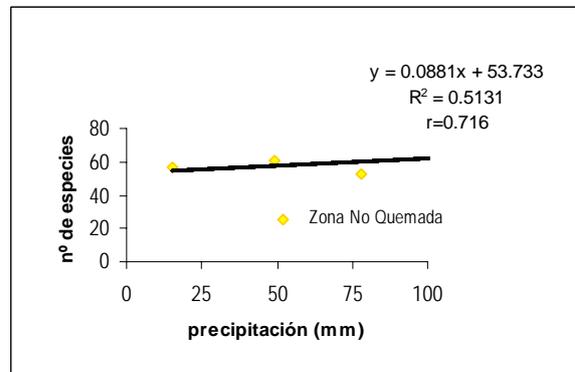


Fig. 57 Relación entre la precipitación y la diversidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 2 meses. Pachacayo. Z.Q.

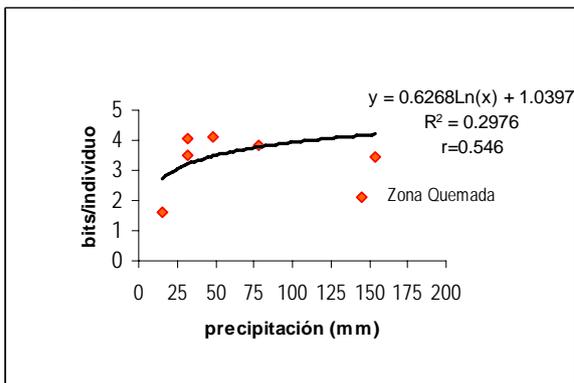
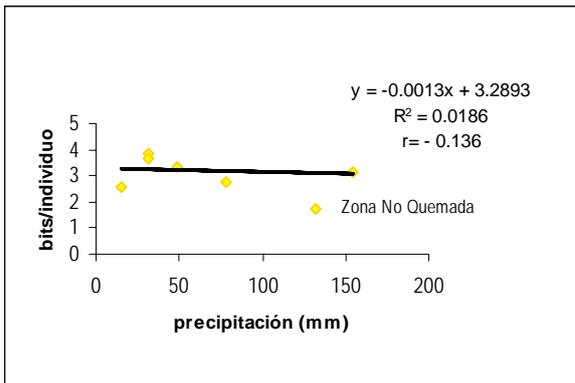


Fig. 58 Relación entre la precipitación y la diversidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 2 meses. Pachacayo. Z.N.Q.



4.2.2.2. La temperatura y su relación con la diversidad de la artropodofauna

La mayoría de las especies y la mayor parte de sus actividades están restringidas a una banda de temperatura. Algunos organismos pueden existir a temperatura muy bajas, cuando menos por breves periodos, especialmente en estado de reposo, en el caso de los rangos altos denominados límites superiores son más rápidamente críticos que los inferiores, pese al hecho de que muchos organismos funcionan más eficazmente hacia los límites superiores de su margen de tolerancia. Por consiguiente, la temperatura es universalmente importante y constituye muy a menudo un factor limitativo (Odum, 1984). En el presente estudio la temperatura como factor climático asociado a la artropodofauna, ha sido relacionado con los parámetros de abundancia, riqueza, diversidad y equidad.

La relación con la abundancia sugiere un efecto estacional para ambas zonas, mostrando dos patrones diferentes frente a la temperatura media mensual, primero se observó un efecto sin demoras de respuesta relacionada a la actividad diaria de la artropodofauna (Fig.59 y Fig.60), el rango óptimo de la temperatura media mensual para la artropodofauna se dió entre los 7 y 12 °C aproximadamente.

Fig. 59 Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna demoras de respuesta.. Pachacayo. Z.Q.

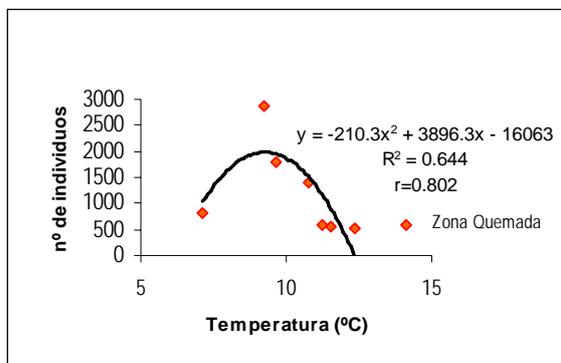
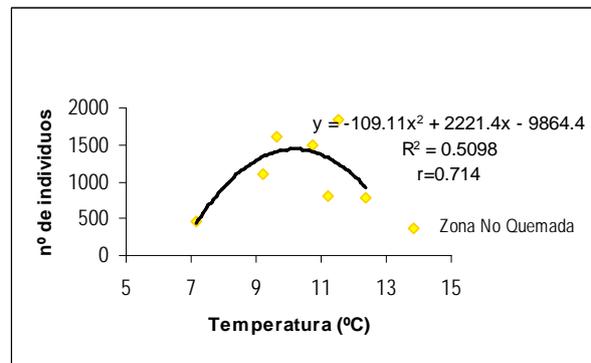


Fig. 60 Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Pachacayo. Z.N.Q.



Luego se observó un efecto poblacional con una demora de tres meses donde al parecer el potencial reproductivo se vuelve máximo a partir de 11° C, generando que la población se incremente para la Zona Quemada ($r = 0.702$, Fig. 61) y la Zona No Quemada ($r = 0.978$, Fig. 62) bajo el modelo exponencial. Sin embargo cuando la demora de respuesta es de cuatro meses la Zona No Quemada muestra a una comunidad no afectada por esta perturbación (Fig. 64, $r = 0.98$), en la cual luego de una de temperatura de 9 °C el sistema no se ve afectado como lo observado en la Zona Quemada, que con la misma demora de

respuesta a una mayor temperatura de 9° C la población se incrementa sugiriendo la presencia de especies generalistas o especies r (Fig. 63, $r = 0.894$).

Fig. 61 Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Z.Q.

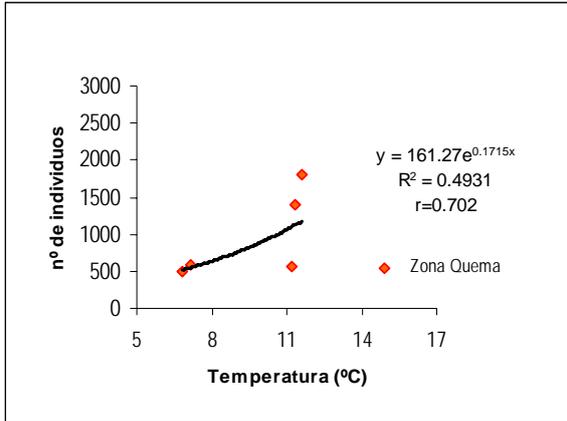


Fig. 62 Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Z.N.Q.

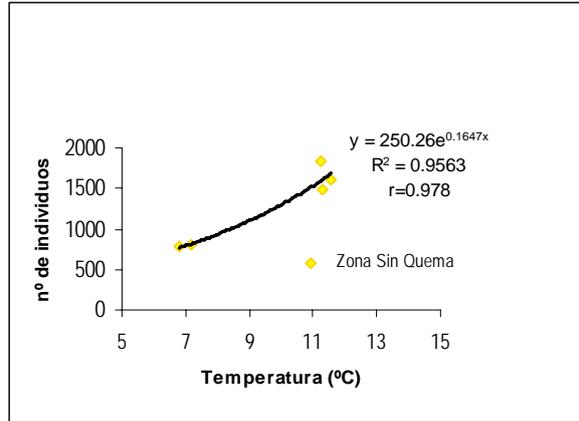


Fig. 63 Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.Q.

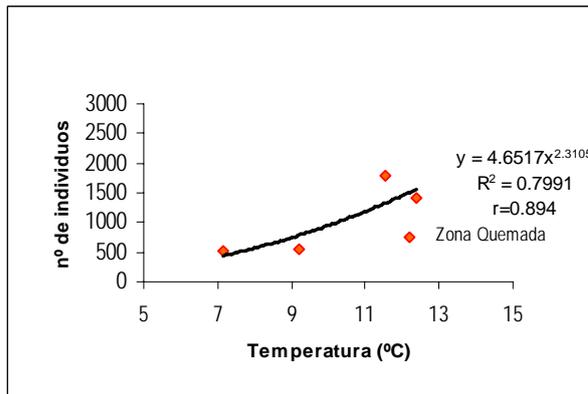
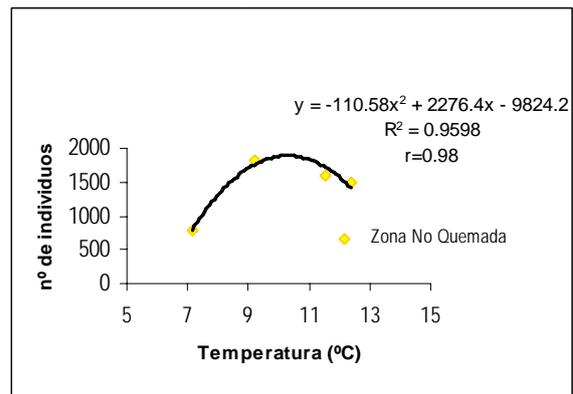


Fig. 64 Relación entre la temperatura media mensual y la abundancia de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.N.Q.



La diversidad no muestra sensibilidad ante la temperatura (Figuras 65 y 66), sin embargo se sabe que en una comunidad perturbada siempre se ve afectado primero el número de individuos antes que las especies. La literatura evolutiva y la historia natural muestran ejemplos de la adaptación a disturbios naturales como el fuego y la predación, presentando especies que están adaptados a disturbios de regímenes particulares. (Houston, 1994). La equidad no presenta un patrón definido sin embargo las relaciones tienen una tendencia, en la zona Quemada se observó una relación inversa entre las correlaciones generadas con demoras de respuesta de tres y cuatro meses (Figuras 67 y 69), en la Zona No Quemada es más aleatorio el comportamiento (Figuras 68 y 70). Con respecto a la riqueza para ambas zonas sin demoras de respuesta la relación es directa, es decir, a mayor temperatura mayor

número de especies (Fig. 71-72). Se observó una alta correlación en la Zona Quemada cuando la demora de respuesta fue de 4 meses, cuando mejoran las condiciones del medio ambiente las especies de la artropodofauna se incrementan mostrando una respuesta favorable ($r = 0.947$, Figura 73).

Fig. 65 Relación entre la temperatura media mensual y la diversidad de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Z.Q.

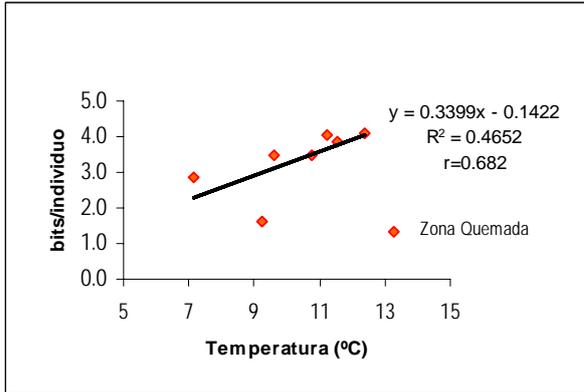


Fig. 66 Relación entre la temperatura media mensual y la diversidad de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Z.N.Q.

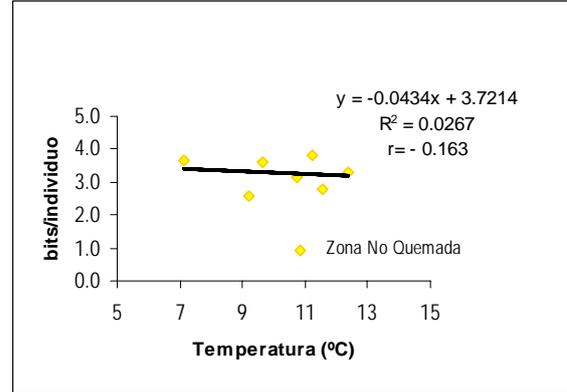


Fig. 67 Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 3 meses. Z.Q.

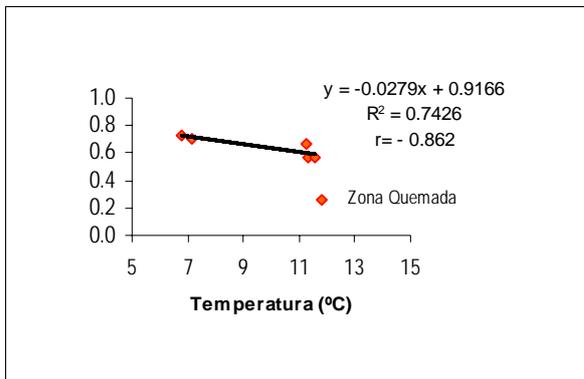


Fig. 68 Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta. de 3 meses. Z.N.Q.

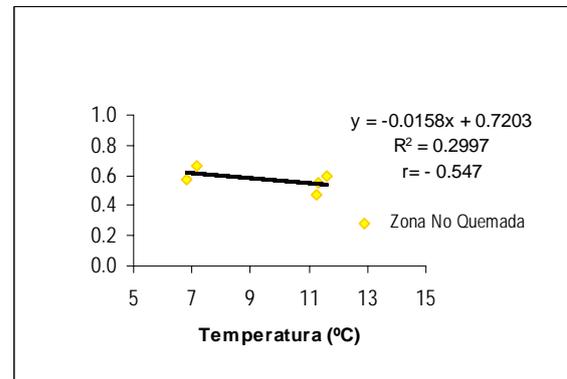


Fig. 69 Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.Q.

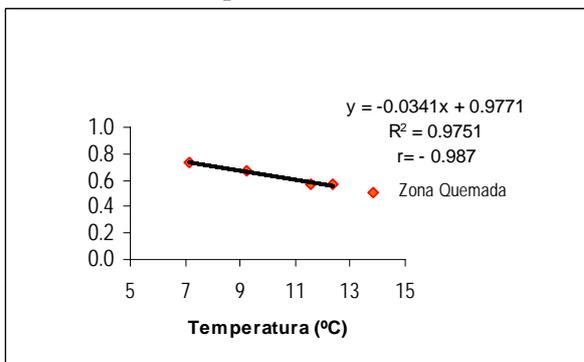


Fig. 70 Relación entre la temperatura media mensual y la equidad de la Artropodofauna con demoras de respuesta. de 4 meses. Z.N.Q.

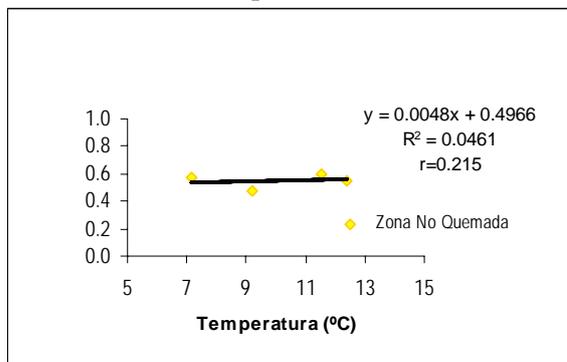


Fig. 71 Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna sin demoras de respuesta. Z.Q.

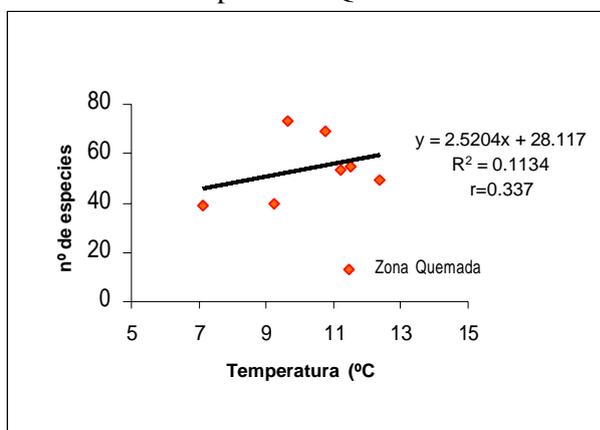


Fig. 72 Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna sin demoras de respuesta.. Z.N.Q.

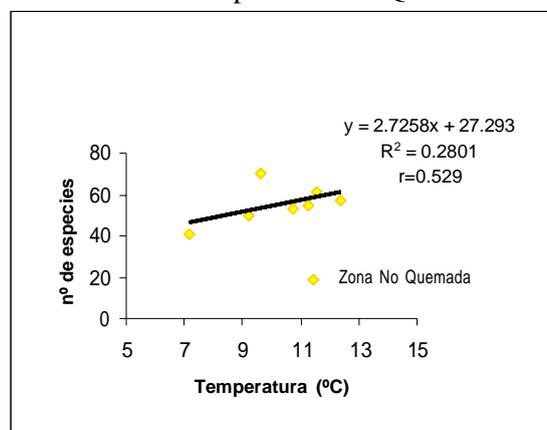


Fig. 73 Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta de 4 meses. Z.Q.

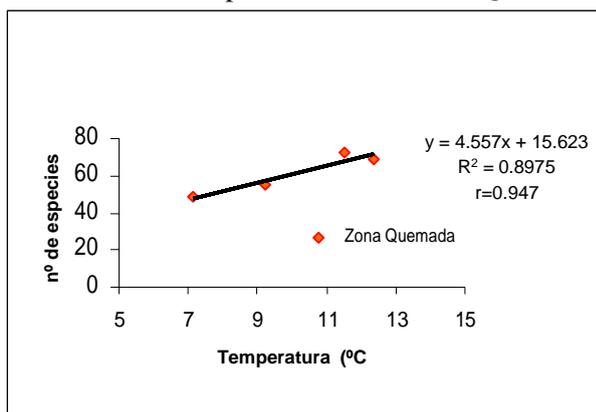
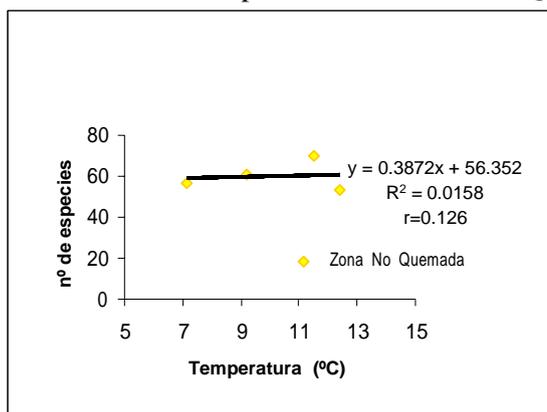


Fig. 74 Relación entre la temperatura media mensual y la riqueza de la Artropodofauna con demoras de respuesta.de 4 meses. Z.N.Q.



4.2.2.3. La diversidad estructural y su relación con la diversidad de la artropodofauna

Se presenta la relación de la abundancia y la diversidad alfa promedio de la artropodofauna con la diversidad estructural promedio. La Zona Quemada muestra una relación con un patrón definido entre la abundancia de la artropodofauna y la diversidad estructural, cuando la diversidad estructural toma valores entre 2 y 3 bits/estrato se da la mayor abundancia (Figura 75), y algo inverso sucede con la diversidad alfa promedio, se dan valores más altos cuando la diversidad estructural es < 2 y > 3 (Figura 77). Al parecer la quema al generar una modificación del hábitat hace que responda de esta manera, cuando hay pocos estratos y estos no son equitativos, se dan las condiciones para tener a varias especies representadas equitativamente pero no en grandes cantidades, sin embargo

cuando los estratos se incrementan de manera equitativa la abundancia de estas especies se incrementan, a mayor cobertura mayor número de individuos, hasta que llega a un límite donde esta variable disminuye. Este patrón no se da en la Zona No Quemada donde se dió una correlación positiva entre la diversidad estructural promedio y la abundancia de la artropodofauna ($R^2 = 0.7409$, $r = 0.8608$; Figura 76) y una correlación muy baja con la diversidad alfa promedio de la artropodofauna ($R^2 = 0.0248$, $r = 0.1575$; Figura 78). Estudios evaluando estos dos niveles de la comunidad para ambientes como un hábitat del sotobosque perturbado no muestran esta relación con las variables evaluadas, sin embargo la variación en cuanto a tamaños de tallos (clases de DAP) y la densidad total de plantas entre parcelas estuvo relacionada con las diferencias de riqueza y diversidad de insectos (Naranjo y Chacón, 1997).

Fig. 75 Relación entre la diversidad estructural y la abundancia de la Artropodofauna. ZQ.

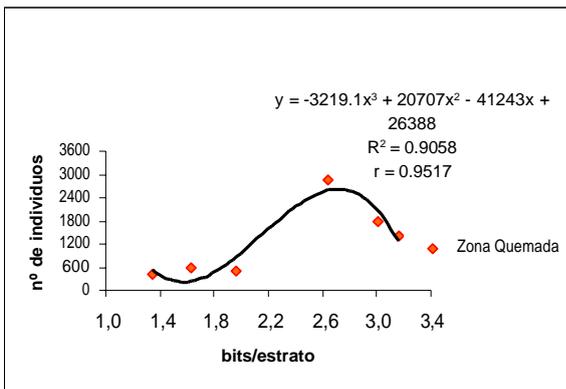


Fig. 76 Relación entre diversidad estructural prom. y la abundancia de la Artropodofauna.Z.N.Q

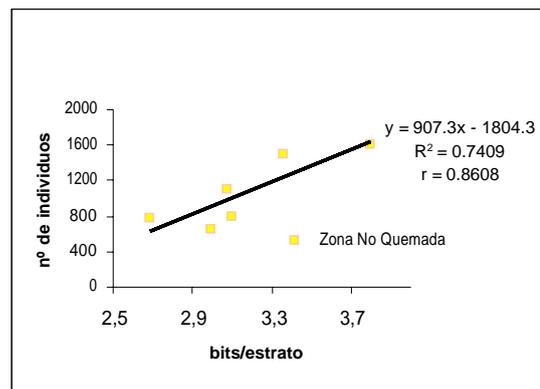


Fig. 77 Relación entre la diversidad estructural prom. y la diversidad alfa promedio de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.

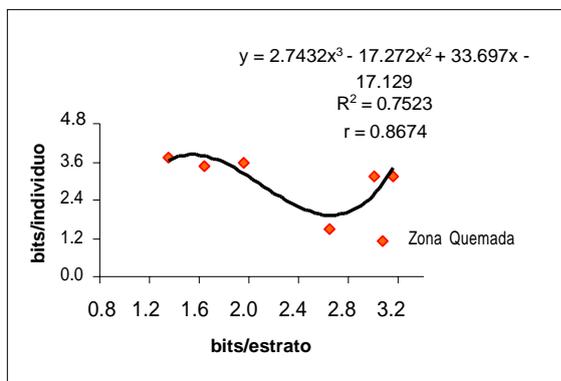
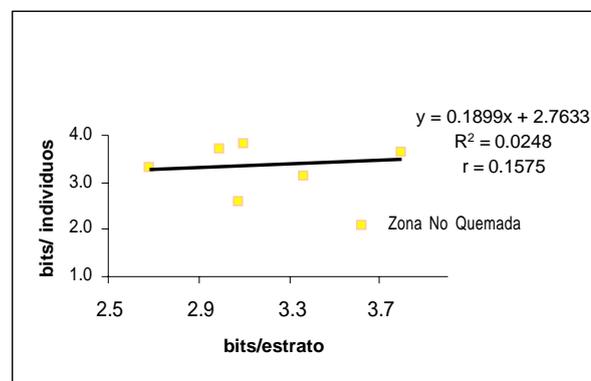


Fig. 78 Relación entre la diversidad estructural prom. y la diversidad alfa promedio de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.



4.2.3. Variación temporal de la artropodofauna

Se analiza las relaciones que se dan entre la diversidad gamma y los parámetros siguientes: la abundancia, la equidad, la riqueza, la diversidad alfa promedio, para luego analizar la variación temporal de estas variables.

En relación con la abundancia (Figuras 79 y 80) las dos zonas presentan una relación lineal inversa, es decir a mayor número de individuos menor diversidad gamma. La Zona Quemada presenta una mayor correlación ($r = -0.856$, $R^2 = 0.7329$) frente a la Zona No Quemada ($r = -0.527$, $R^2 = 0.2774$). La variación temporal de las poblaciones en la Zona Quemada se caracterizó por ascensos con un máximo pico a inicios de octubre antes de la quema, y en la Zona No Quemada en el mes de febrero (Figura 81), al parecer estas respuestas pueden estar relacionadas con la precipitación, debido a las dos diferentes interacciones de la precipitación con la abundancia de la artropodofauna de la Zona Quemada (relación inversa) y de la Zona No Quemada (relación directa), esto se observa en el ítem 4.2.2.1. (Figura 47 y 48). Según Dennis *et al.* (1998) se da una relación directa de la abundancia de artrópodos con la estructura vertical de la vegetación, este patrón se estaría expresando en la Zona No Quemada, sin embargo en la Zona Quemada se estaría dando un comportamiento inverso, por la perturbación producida. Al analizar la variación temporal de las abundancias al inicio de la evaluación, en el mes de agosto la abundancia entre las dos parcelas difiere (Figura 81), sin embargo hay que considerar que la morfoespecie Entomobryidae-01 esta generando un efecto perturbador, su comportamiento se evalúa en el ítem 4.5.1.. Se analiza la abundancia sin la morfoespecie entomobryidae-01 (Figura 82) obteniéndose valores similares entre ambas zonas, en ambos casos al final del muestreo vuelven a ser similares las abundancias, sugiriendo que la diferencia observada en el segundo muestreo se debe a un efecto estacional, específicamente de un efecto directo de la temperatura media mensual. Ambas zonas presenta una mayor cantidad de individuos entre 9 ° C y 11 ° C, pero la Zona Quemada a una temperatura óptima de 9 ° C presenta un mayor número de individuos (Figura 59 y 60).

Fig. 79 Relación entre la diversidad gamma y la abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.

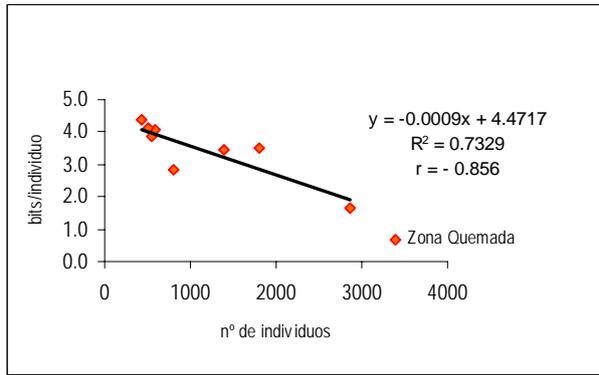


Fig. 80 Relación entre la diversidad gamma y la abundancia de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.

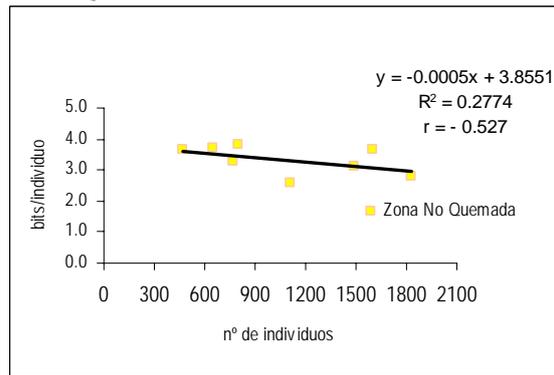


Fig. 81 Abundancia de la Artropodofauna. Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.

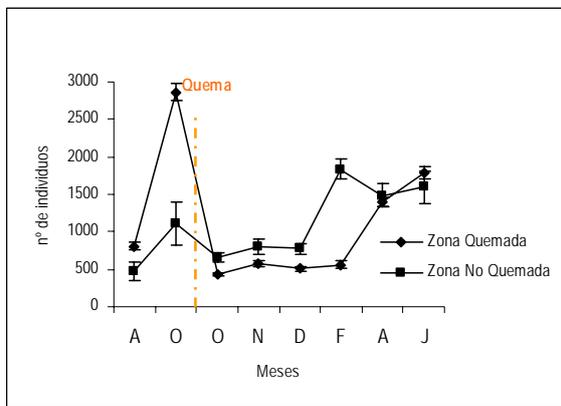
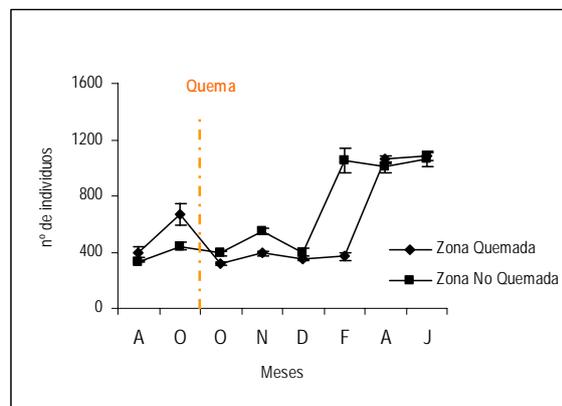


Fig. 82 Abundancia de la Artropodofauna sin Entomobryidae. Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.



La equidad (Figuras 83 y 84), muestra una relación lineal directa en ambas zonas, presentando la Zona Quemada ($r = 0.983$, $R^2 = 0.9654$) y la Zona No Quemada ($r = 0.952$, $R^2 = 0.9071$) esto se hace evidente al observar la gran similitud existente entre la diversidad gamma y la equidad. La estrecha relación entre la diversidad gamma y su equidad, es consecuencia del patrón de distribución de abundancias denominado Dominancia Marcada, el cual parece ser el patrón típico de la comunidad de la artropodofauna, este patrón se describirá en la sección 4.4. Al comparar ambas Zonas presentan una equidad diferente en el muestreo de agosto, sin embargo a partir del muestreo de noviembre esta variable no se diferencia inclusive hasta el último muestreo en el mes de junio (Figura 85).

Fig. 83 Relación entre la diversidad gamma y la equidad de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.

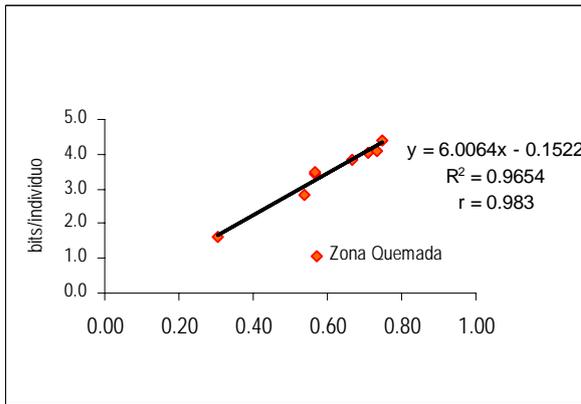


Fig. 84 Relación entre la diversidad gamma y la equidad de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.

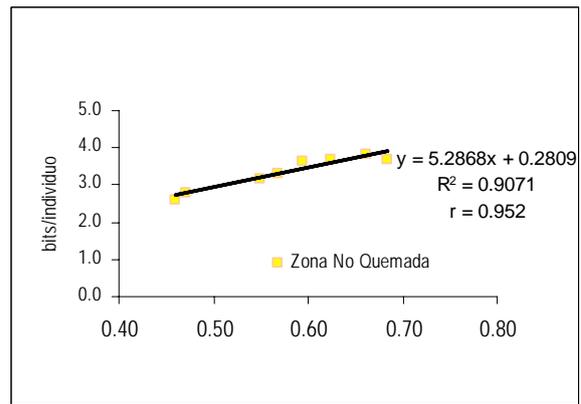


Fig. 85 Equidad de la Artropodofauna. Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.

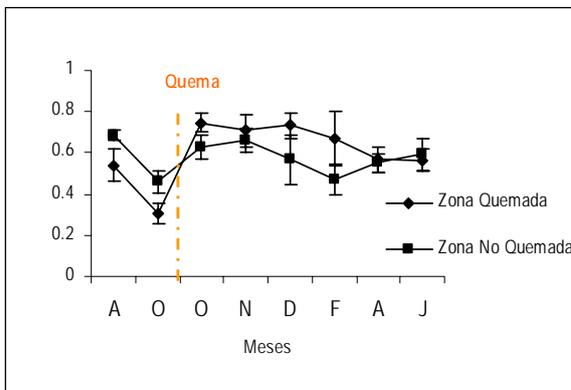
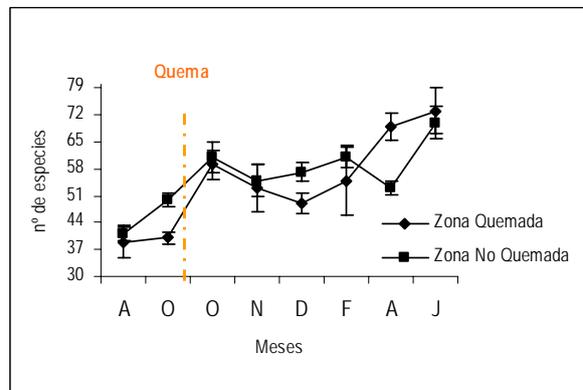


Fig. 86 Riqueza de la Artropodofauna. Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo.



Con respecto a la riqueza (Figuras 87 y 88) se da una relación lineal directa en ambas zonas, presentando la Zona Quemada ($r = 0.983$, $R^2 = 0.9654$) y la Zona No Quemada ($r = 0.952$, $R^2 = 0.9071$). Comparada con la relación que mantiene con la equidad, la relación entre la riqueza y la diversidad es de menor grado, reafirmando así el predominio del patrón de Dominancias Marcadas. La riqueza en ambas parcelas en el muestreo de agosto es similar, mostrando un mayor número de especies la Zona No Quemada, sin embargo luego de la quema la Zona Quemada incrementa el número de especies debido a la aparición de especies oportunistas. Las dos parcelas están en un proceso de recuperación de sucesión natural, esto se refleja en la aparición de nuevas especies en cada muestreo y en la similitud entre ambas en el ultimo muestreo del mes de junio (Figura 86).

Fig. 87 Relación entre la diversidad gamma y la riqueza de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.

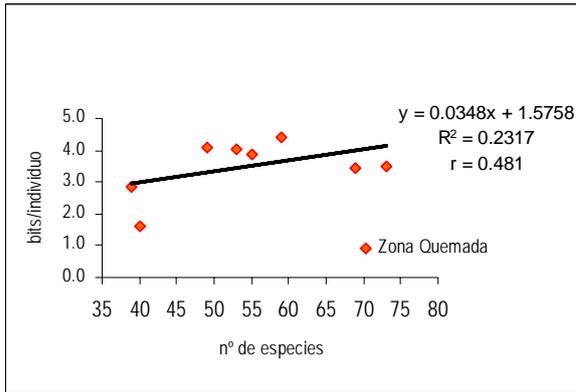
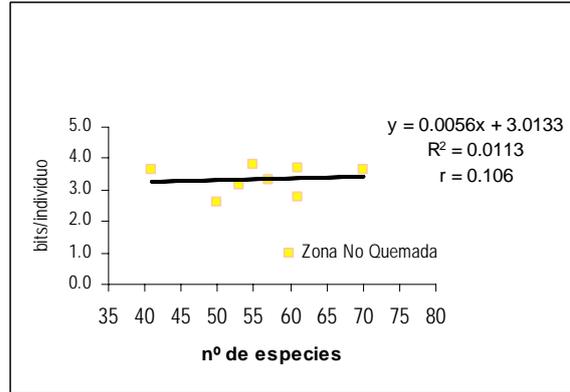


Fig. 88 Relación entre la diversidad gamma y la riqueza de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.



Con la diversidad alfa promedio (Figuras 89 y 90) ambas zonas poseen una relación lineal directa, presentando para la Zona Quemada ($r = 0.986$, $R^2 = 0.9722$) y para la Zona No Quemada ($r = 0.985$, $R^2 = 0.9596$), esta variable se encuentra muy correlacionada por lo tanto esto sugiere una alta uniformidad en el área de estudio, al menos en lo que respecta a la distribución espacial de la diversidad de la artropodofauna. La variación temporal de la diversidad alfa promedio también se evalúa con y sin la morfoespecie perturbadora entomobryidae-01, observándose en los muestreos antes de la quema con la presencia de esta morfoespecie las diversidades son diferentes para ambas zonas, luego de la quema las diversidades entre las zonas se vuelven similares (Figura 91). La variación temporal de la diversidad alfa promedio sin entomobryidae-01 no muestra diferencias entre las diversidades en ambas zonas en un mismo momento, es decir no se dan diferencias entre las zonas (Figura 92).

Fig. 89 Relación entre la diversidad gamma y la Diversidad alfa prom. de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.Q.

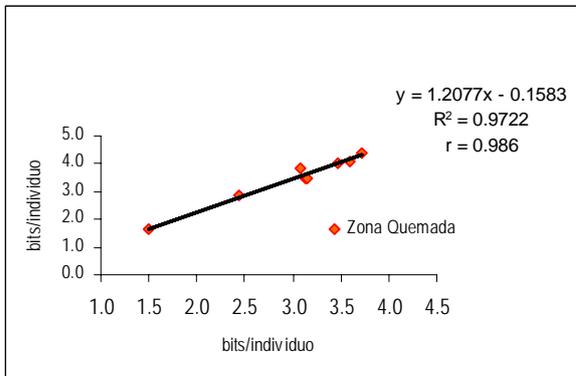


Fig. 90 Relación entre la diversidad gamma y la Diversidad alfa prom. de la Artropodofauna. Pachacayo. Z.N.Q.

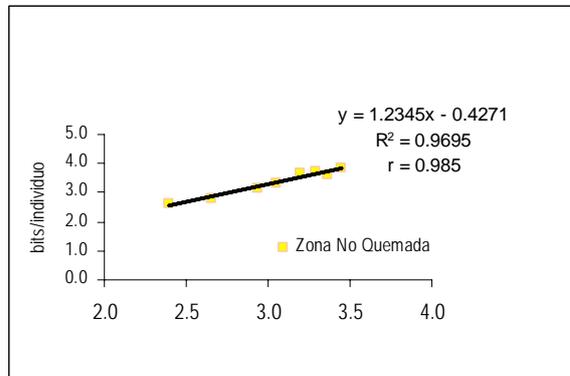


Fig. 91 Diversidad alfa prom. de la Artrópoda. Agosto 2001 a Junio 2002. Pachacayo. 2001

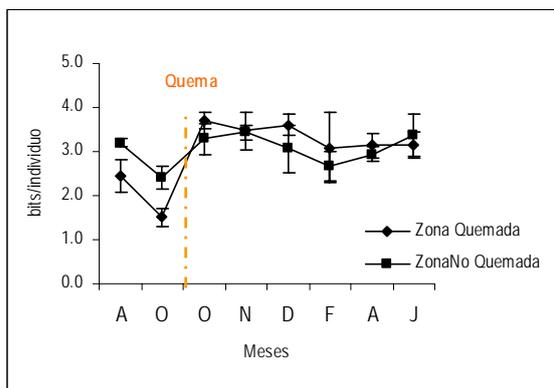
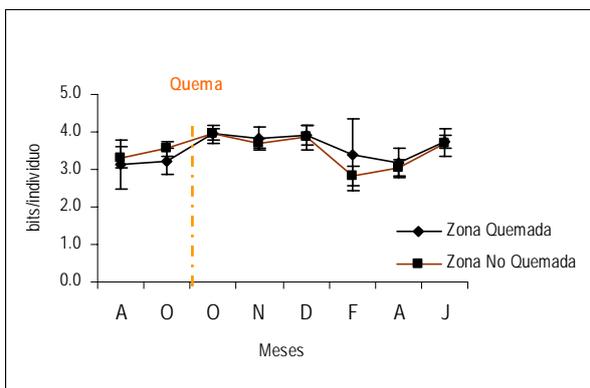


Fig. 92 Diversidad alfa prom de la Artrópoda sin Entombridae. Agosto a Junio 2002.

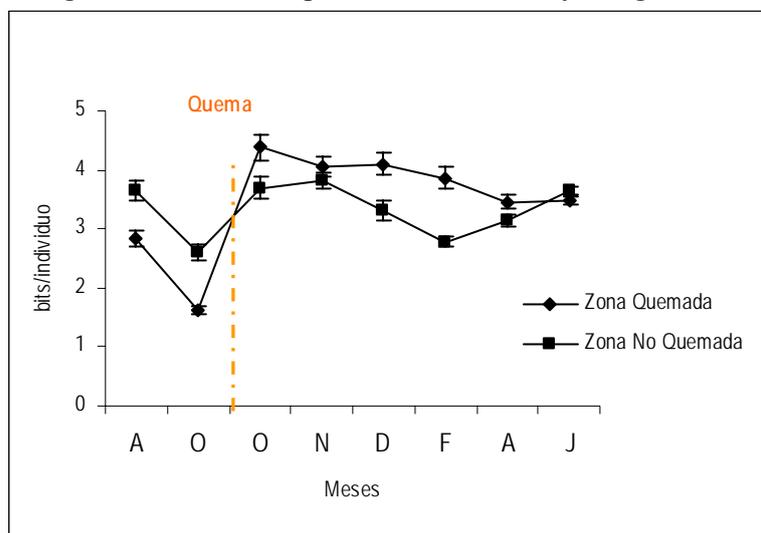


En la variación temporal de la diversidad gamma (Figura 93) para ambas zonas se presentó un descenso marcado que correspondió al muestreo de inicios de octubre y un incremento luego de la quema en el muestreo a fines de octubre. Este descenso marcado estuvo relacionado a la ocurrencia de Dominancias Marcadas con valores muy cercanos al 80% de entomobryidae-01 y en el caso del incremento a fines de octubre se dio debido a una Dominancia Marcada (con valores entre 30 y 40% de entomobryidae-01) asociada a una mayor equidad de las otras especies. Si se analiza la diversidad gamma temporal luego de la quema se observa un incremento de la diversidad para ambas zonas, pero además un cambio del patrón presentado en los dos muestreos antes de quema, los valores de diversidad en la Zona Quemada se sobreponen a los valores de la Zona No Quemada, lo cual sugiere que la quema esta incrementando ligeramente la diversidad, es decir, el efecto inicial de la quema fue elevar la diversidad con respecto a su nivel normal (comparada con la Zona No Quemada), efecto por el cual podemos considerarlo como una perturbación (Huston, 1994). Sin embargo luego estos valores se equilibran, esto se aprecia en los muestreos del mes de noviembre y del mes de junio, esta similitud en ambos muestreos se da por la Dominancia Marcada entre 30 y 40% de entomobryidae-01 para ambas parcelas. Estos cambios entre ambas zonas se pueden visualizar con mayor rigurosidad con los intervalos de confianza que se aprecian en las figuras.

Otra perturbación pero de tipo estacional al parecer se estaría dando en el mes de febrero generada por la precipitación, relacionado para la Zona Quemada con una Dominancia marcada mayor al 30% de entomobryidae-01 (mayor diversidad) y en la Zona No Quemada con una Dominancia compartida de entomobryidae-01 y sminthuridae-01 que equivale como al 70% del total (menor diversidad).

Es importante mencionar que perturbaciones como el ENSO (El Niño Southern Oscillation) en las lomas de Lachay (Giraldo, 2002) y tratamientos agrícolas en campos de cultivo (Wardle *et al.* 1999) han tenido efectos positivos sobre la diversidad de los coleópteros epigeos.

Fig. 93. Diversidad gamma de la Artropodofauna. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



4.3. Significación estadística de las diferencias inducidas por la quema

4.3.1. Prueba-t para muestras pareadas.

Se realizó una Prueba-t para muestras pareadas en la Zona Quemada (Cuadro 4) la diferencia entre la diversidad alfa promedio (α) de la artropodofauna antes y después de la quema resultó significativa ($\alpha = 0.05$). Sin embargo al realizar este análisis en la Zona No Quemada (Cuadro 5) también la diferencia entre la diversidad α de la artropodofauna antes y después de la quema resultó significativa ($\alpha = 0.05$). La diferencia significativa también se da cuando se analiza la abundancia de la artropodofauna (Cuadro 6 y 7). Estos resultados sugieren un efecto para ambas zonas, es decir, el efecto estacional estaría primando y afectando a ambas parcelas, y la quema sería un efecto muy leve frente al clima. Los resultados en las muestras evaluadas antes y después de la quema fueron las siguientes:

Cuadro 4: Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la diversidad α de la artropodofauna antes y después de la quema. Zona Quemada, Champacancha. Pachacayo.

	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Media	1.5042	3.7132
Varianza	0.0456	0.0304
Observaciones	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0.1155	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	-20.8511	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.5706	

Cuadro 5: Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la diversidad α de la artropodofauna antes y después de la quema. Zona No Quemada, Champacancha. Pachacayo.

	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Media	2.3988	3.2917
Varianza	0.0646	0.1180
Observaciones	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0.3752	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	-6.3921	
P(T<=t) dos colas	0.0014	
Valor crítico de t (dos colas)	2.5706	

Cuadro 6: Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la abundancia de la Artropodofauna antes y después de la quema. Zona Quemada, Champacancha. Pachacayo.

	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Media	477.5	71.1667
Varianza	10900.7	486.5667
Observaciones	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0.8692	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	11.5832	
P(T<=t) dos colas	0.00008	
Valor crítico de t (dos colas)	2.5706	

Cuadro 7: Prueba-t para muestras pareadas aplicada a la abundancia de la Artropodofauna antes y después de la quema. Zona No Quemada, Champacancha. Pachacayo.

	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Media	184.6667	108.6667
Varianza	1111.8667	646.2667
Observaciones	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0.5085	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	6.2192	
P(T<=t) dos colas	0.0016	
Valor crítico de t (dos colas)	2.5706	

4.4. Composición de especies y distribución de abundancias en cada muestreo

Los histogramas siguientes muestran los porcentajes de abundancia de las morfoespecies evaluadas en cada muestreo para ambas parcelas. Primero se presentan histogramas de los porcentajes de abundancia de todas las morfoespecies para todas las salidas. Luego se muestran histogramas para los Macroartrópodos y los Microartrópodos, este último grupo está conformado por las morfoespecies que se encuentran incluidas en los Órdenes taxonómicos siguientes: Arthropleona, Symphypleona (Collembolas) y Gamasida, Actinedida y Oribatida (Ácaros), las demás morfoespecies están agrupadas en el grupo de los Macroartrópodos. Esta clasificación se debe a que el grupo denominado Microartrópodos presenta características similares tanto en el tamaño que tienen como en el hábitat que ocupan, siendo artrópodos pequeños que habitan el suelo, interaccionando en este sustrato la comunidad de microartrópodos.

Los histogramas permiten visualizar los distintos tipos de distribución y el conocimiento de las especies dominantes para cada muestreo. Se tipifica las distribuciones de abundancia siguiendo el enfoque de Giraldo (2002), siendo el siguiente:

- (1) Dominancia Marcada, cuando una de las especies (especie dominante) se destaca claramente de las demás por su mayor abundancia.
- (2) Dominancia Exagerada, caso particular de dominancia marcada en el cual la especie dominante comprende más del 80% de la abundancia total.
- (3) Dominancia Compartida, cuando dos especies se destacan de las demás por sus mayores abundancias
- (4) Distribución Equitativa cuando no hay especies que se destaquen notoriamente por sus mayores abundancias.

La Dominancia exagerada y la Distribución equitativa no se dieron para ningún muestreo. Las distribuciones de abundancias asociadas a cada muestreo fueron las siguientes:

Cuadro 8: Tipos de Distribución de las abundancias de las morfoespecies más abundantes en cada muestreo.

Muestreos	Z. Quemada		Z. No Quemada	
	Tipo de Abundancia	spp. Abundantes	Tipo de Abundancia	spp. Abundantes
Agosto 2001 (a.q) (Fig. 94-95)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 50%	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 30%
Octubre 2001 (a.q) (Fig. 96-97)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (cercano al 80%)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 60%
Octubre 2001 (d.q) (Fig. 98-99)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (cercano al 30%)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 40%
Noviembre 2001 (d.q) (Fig. 100-101)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 30%)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 30%)
Diciembre 2001 (d.q) (Fig. 102-103)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 30%	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 50%
Febrero 2002 (d.q) (Fig. 104-105)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 30%)	Dominancia Compartida	Entomobryidae-01 y Sminthuridae-01
Abril 2002 (d.q) (Fig. 106-107)	Dominancia Compartida	Entomobryidae-01 y Sminthuridae-01	Dominancia Compartida	Entomobryidae-01 y Sminthuridae-01
Junio 2002 (d.q) (Fig. 108-109)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 40%	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 30%)

La Dominancia Marcada ha sido el patrón predominante siendo las únicas excepciones para la Zona Quemada se dan en el muestreo de Abril-2002 (Dominancia Compartida) y para la Zona No Quemada en los meses de Febrero-2002 (Dominancia Compartida) y Abril-2002 (Dominancia Compartida), lo cual nos lleva a pensar que las Dominancias Marcadas son la condición típica de la comunidad y que la alteración provocada por la quema no condujo a cambios en la distribución de las abundancias.

Este análisis también se desarrolla para los Macroartrópodos y Microartrópodos, permitiendo separar a las dos morfoespecies más abundantes como son los microartrópodos entomobryidae-01 y sminthuridae-01 de los macroartrópodos, para observar en este último grupo si existen variaciones en la distribución de su abundancia.

Con respecto a la composición de especies, se evalúan las 12 morfoespecies más abundantes. Ambas zonas presentan en todos los muestreos a las siguientes morfoespecies: Entomobryidae-01, Sminthuridae-01, *Paratachys sp.* Además especies como Cicadellidae-05, Liacaridae-01 se encuentran presentes en todos los muestreos siendo más abundantes en el muestreo de Junio-2002

Dentro de los otros cicadélidos más abundantes por ejemplo Cicadellidae-01 se encuentra en cantidades muy variables en todos los muestreos, excepto en la Zona Quemada donde desaparece en el mes de Junio-2002, Cicadellidae-09 no aparece en ambos sitios en el mes de Agosto-2001,

por otro lado Cicadellidae-13 además de no aparecer en ese periodo vuelve a desaparecer en la Zona Quemada después de la quema controlada, es decir en el muestreo a fines de Octubre-2001, esta morfoespecie podría estar siendo sensible al efecto de la quema de manera inmediata por ser menos competitiva que otros cicadélidos, para luego estar reapareciendo en el mes de Noviembre-2001, no presentándose tampoco en el mes de Abril-2002.

Poduridae-01 no se encuentra en la Zona No Quemada en el mes de Agosto-2001, Macrochelidae-01 presenta una mayor variabilidad no estando presente en la Zona No Quemada en los dos muestreos de Octubre-2001 y en el mes de Diciembre-2001 en ambas zonas, siendo más abundante en el muestreo del mes de Junio-2002. De todas estas morfoespecies solo Pseudococcidae-01 manifiesta una preferencia por la época seca apareciendo en Agosto-2001 y luego reaparece en Junio-2002.

Fig. 94 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda. Pachacayo. Agosto 2001. Z.Q.

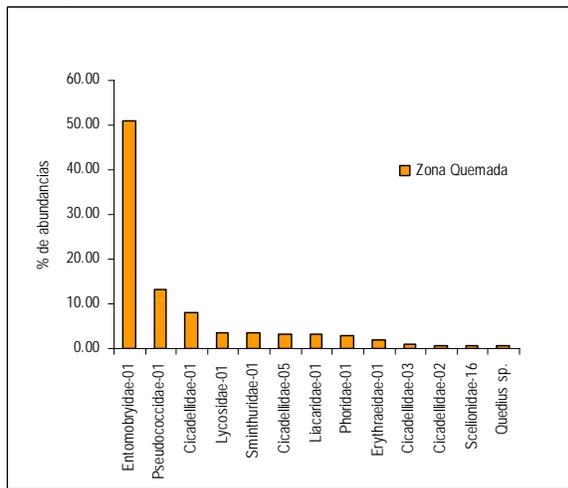


Fig. 95 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda. Pachacayo. Agosto 2001. Z.N.Q

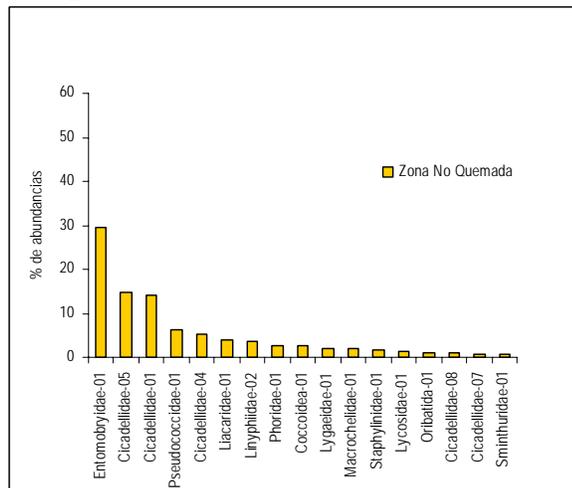


Fig. 96 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda. Octubre 2001(a.q). Z.Q.

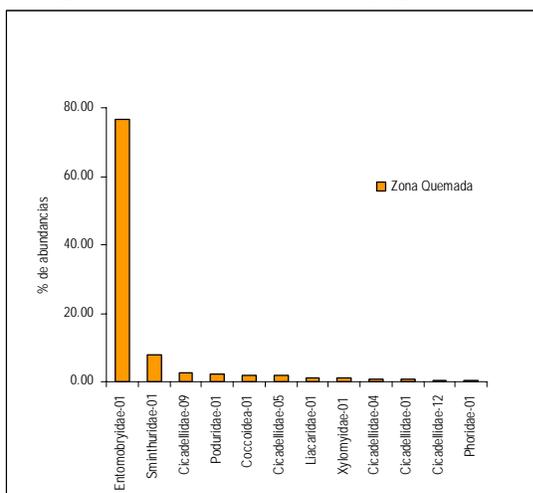


Fig. 97 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda. Octubre 2001 (a.q). Z.N.Q.

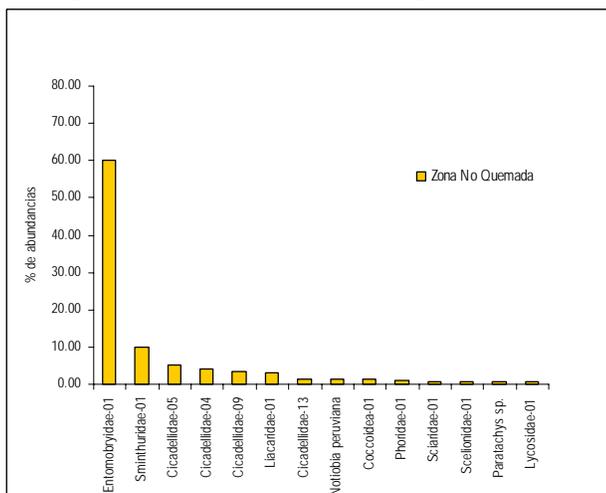


Fig. 98 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Octubre 2001(d.q). Z.Q.

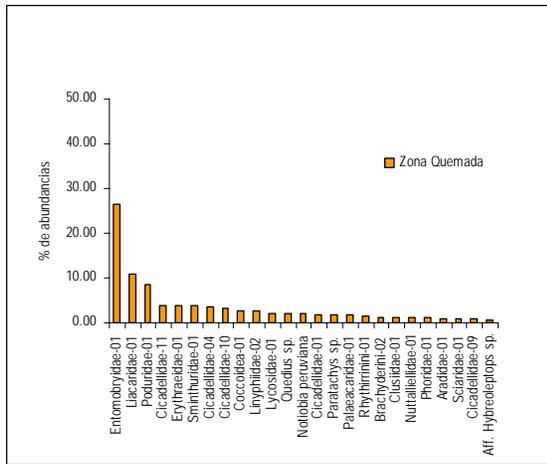


Fig. 99 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Octubre 2001 (d.q). Z.N.Q.

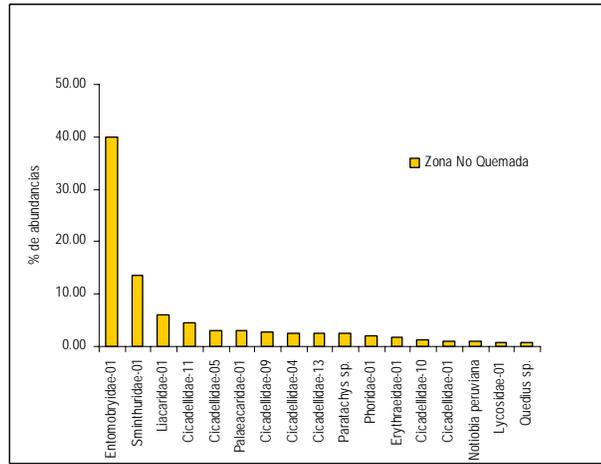


Fig. 100 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Noviembre 2001(d.q). Z.Q.

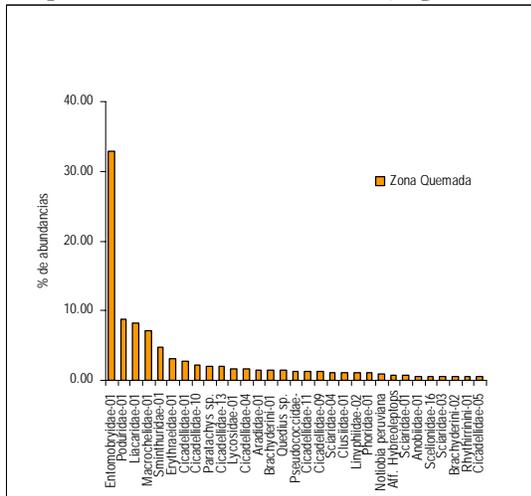


Fig. 101 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Noviembre 2001 (d.q). Z.N.Q.

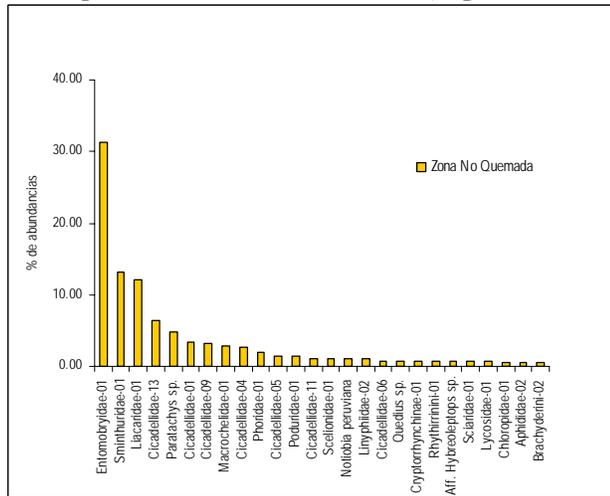


Fig. 102 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Diciembre 2001(d.q). Z.Q.

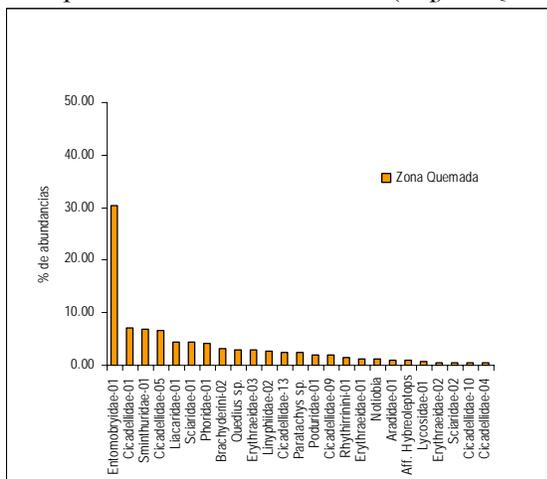


Fig. 103 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Diciembre 2001 (d.q). Z.N.Q.

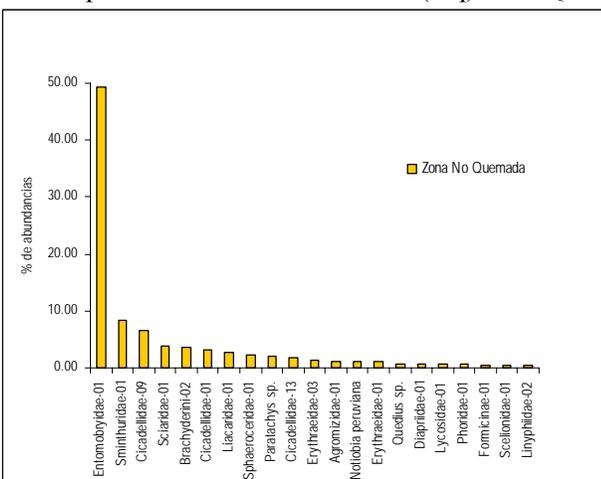


Fig. 104 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Febrero 2002 (d.q). Z.Q.

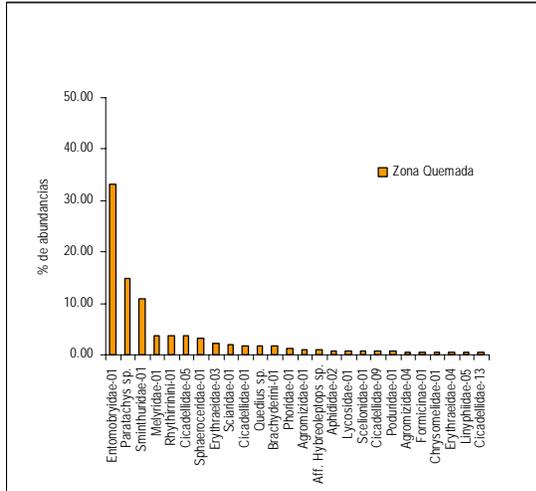


Fig. 105 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Febrero 2002 (d.q). Z.N.Q.

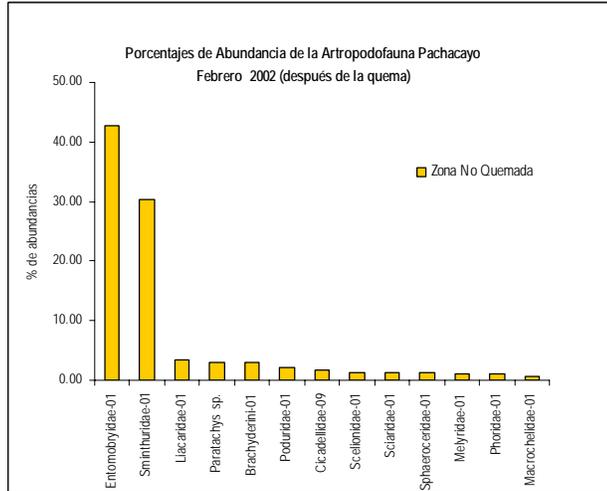


Fig. 106 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Abril 2002 (d.q). Z.Q.

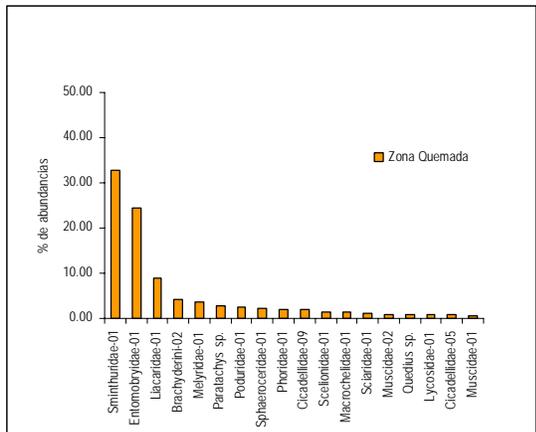


Fig. 107 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Abril 2002 (d.q). Z.N.Q.

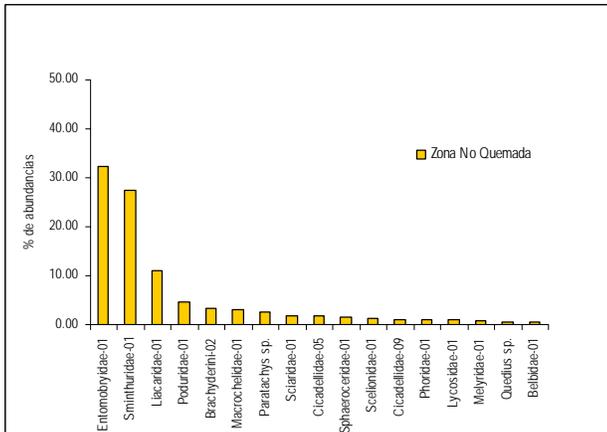


Fig. 108 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Junio 2002 (d.q). Z.Q.

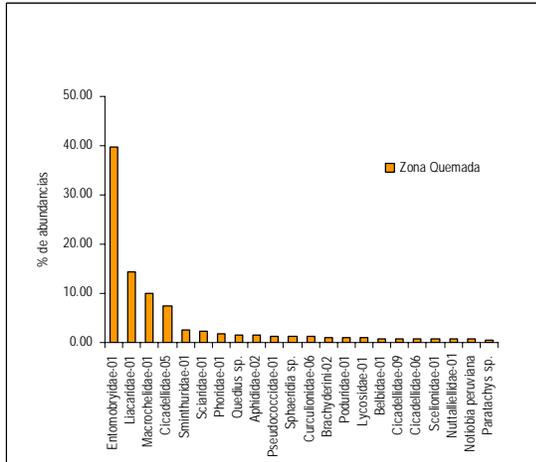
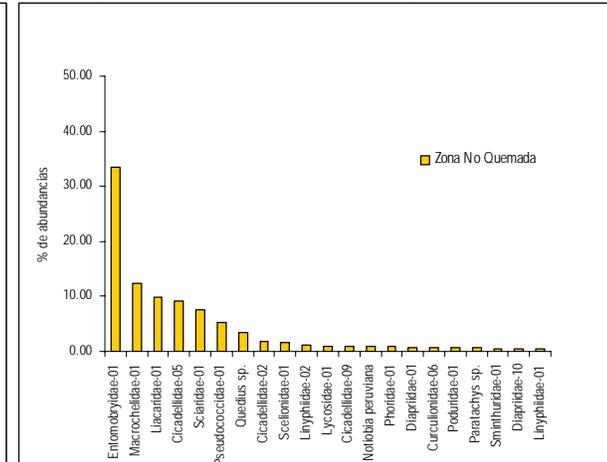


Fig. 109 Porcentajes de abundancia de la Artrópoda fauna. Junio 2002 (d.q). Z.N.Q.



4.4.1. Macroartrópodos

Los Macroartrópodos también son analizados para conocer la distribución de sus abundancias con la anterior clasificación, para poder observar patrones no visualizados en la evaluación de toda la artropodofauna, es decir, pasar a otro nivel de análisis. La Dominancia exagerada no se dio para ningún muestreo. Las distribuciones de abundancias asociadas a cada muestreo para ambas zonas fueron los siguientes:

Cuadro 9: Tipos de Distribución de las abundancias de los macroartrópodos más abundantes en cada muestreo.

Muestreos	Z. Quemada		Z. No Quemada	
	Tipo de Abundancia	spp. Abundantes	Tipo de Abundancia	spp. Abundantes
Agosto 2001 (a.q) (Fig. 110-111)	Dominancia Marcada	Pseudoccidae-01 (mayor al 30%)	Dominancia Compartida	Cicadellidae-05 y Cicadellidae-01
Octubre 2001 (a.q) (Fig. 112-113)	Distribución Equitativa	Cicadellidae-09 Coccoidea-01 y Cicadellidae-05	Distribución Equitativa	Cicadellidae-05 Cicadellidae-04 y Cicadellidae-09
Octubre 2001 (d.q) (Fig. 114-115)	Distribución Equitativa	Cicadellidae-11 Cicadellidae-04 y Cicadellidae-10	Dominancia Marcada	Cicadellidae-11 (mayor al 10%)
Noviembre 2001 (d.q) (Fig. 116-117)	Distribución Equitativa	Cicadellidae-01 Cicadellidae-10 <i>Paratachys sp.</i> Y Cicadellidae-13	Dominancia Marcada	Cicadellidae-13 (mayor al 10%)
Diciembre 2001 (d.q) (Fig. 118-119)	Dominancia Compartida	Cicadellidae-01y Cicadellidae-05	Dominancia Marcada	Cicadellidae-09 (mayor al 10%)
Febrero 2002 (d.q) (Fig. 120-121)	Dominancia Marcada	<i>Paratachys sp.</i> (mayor al 20%)	Dominancia Compartida	<i>Paratachys sp.</i> Y Brachyderini-01
Abril 2002 (d.q) (Fig. 122-123)	Distribución Equitativa	Brachyderini-02 Melyridae-01 y <i>Paratachys sp.</i>	Dominancia Compartida	Brachyderini-02 y <i>Paratachys sp.</i>
Junio 2002 (d.q) (Fig. 124-125)	Dominancia Marcada	Cicadellidae-05 (mayor al 20%)	Dominancia Marcada	Cicadellidae-05 (mayor al 20%)

Fig. 110 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.Q.

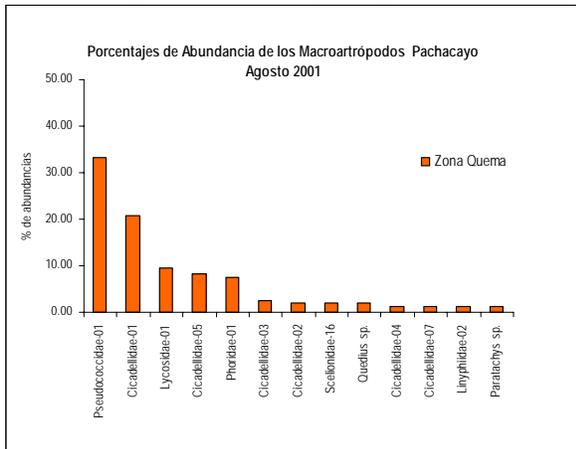


Fig. 111 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.N.Q

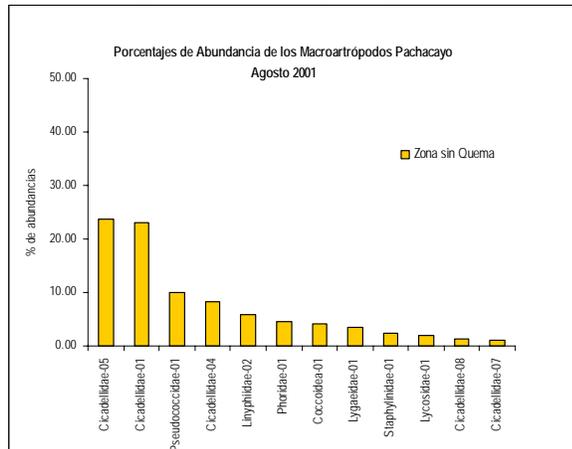


Fig. 112 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Octubre 2001 (a.q). Z.Q.

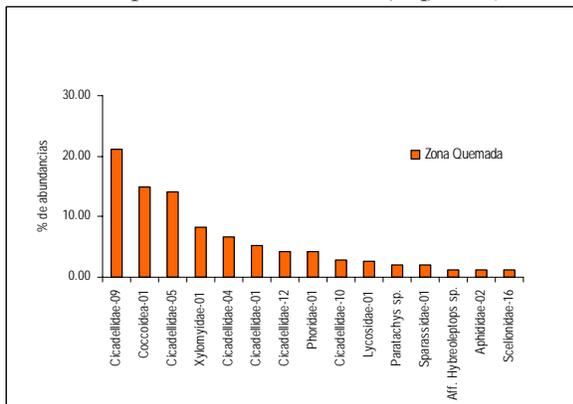


Fig. 113 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Octubre 2001(a.q).Z.N.Q

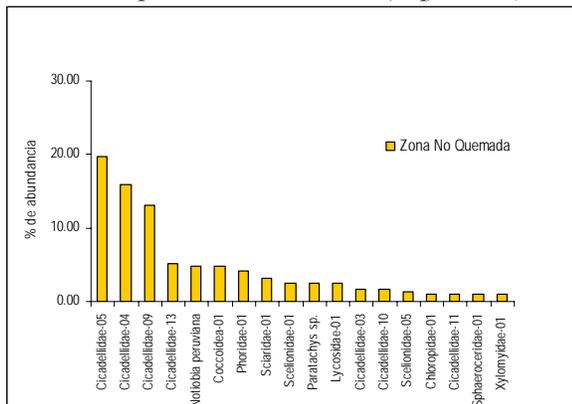


Fig. 114 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Octubre 2001(d.q) Z.Q.

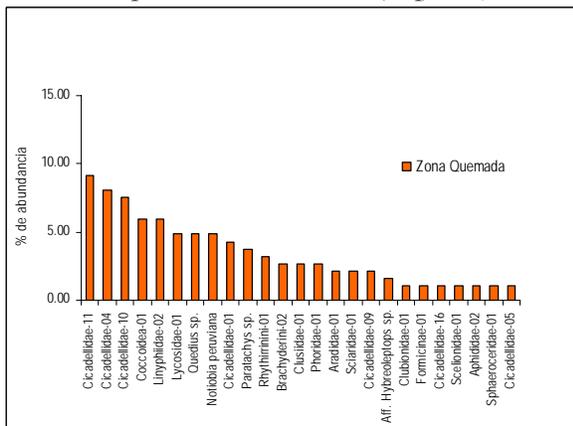


Fig. 115 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Octubre 2001 (d.q) (Z.N.Q)

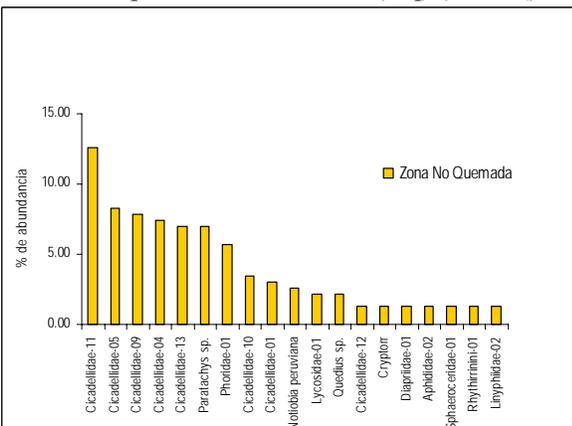


Fig. 116 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Noviembre 2001(d.q) Z.Q.

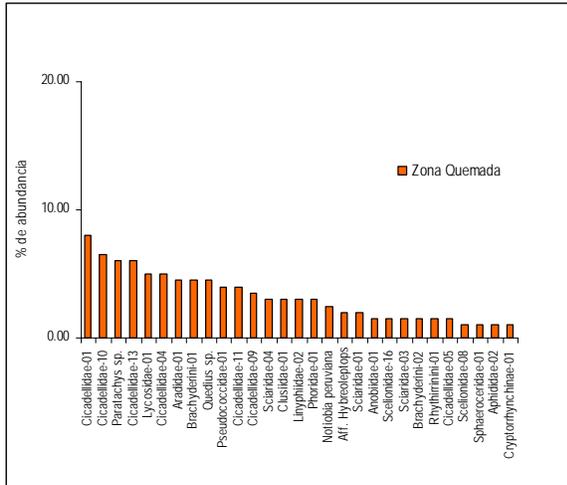


Fig. 117 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Noviembre 2001 (d.q) (.Z.N.Q)

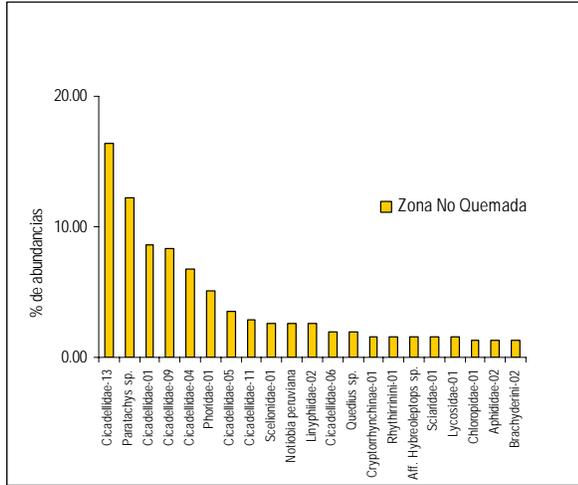


Fig. 118 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Diciembre 2001(d.q) Z.Q.

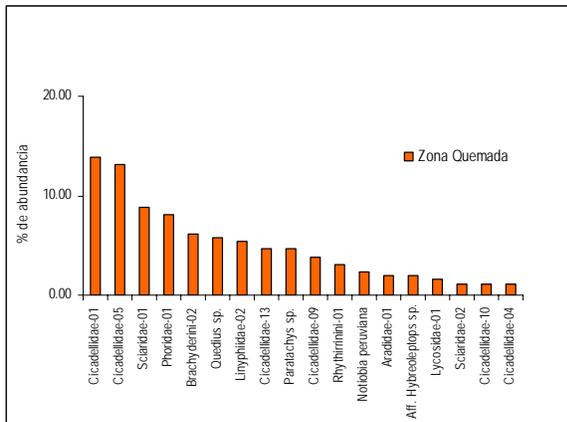


Fig. 119 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Diciembre 2001 (d.q) (.Z.N.Q)

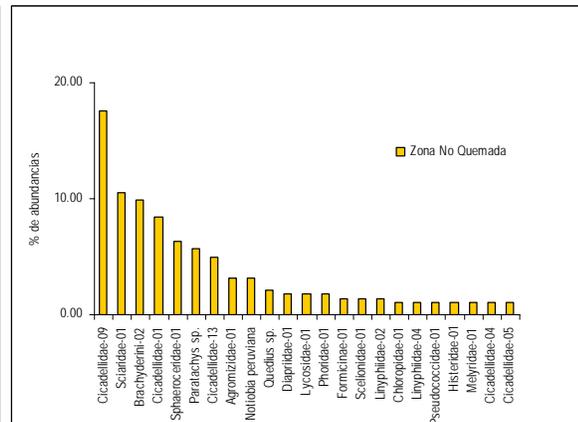


Fig. 120 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Febrero 2002 (d.q) Z.Q.

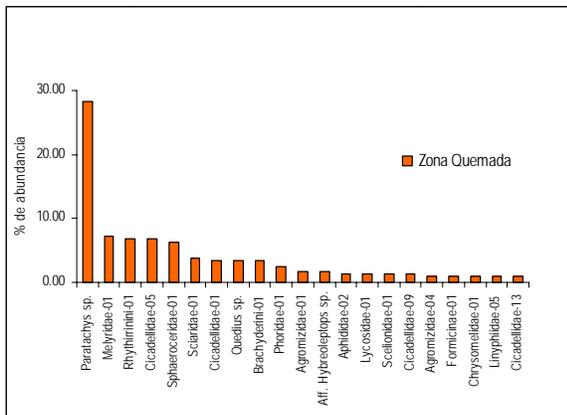


Fig. 121 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Febrero 2002 (d.q) (.Z.N.Q)

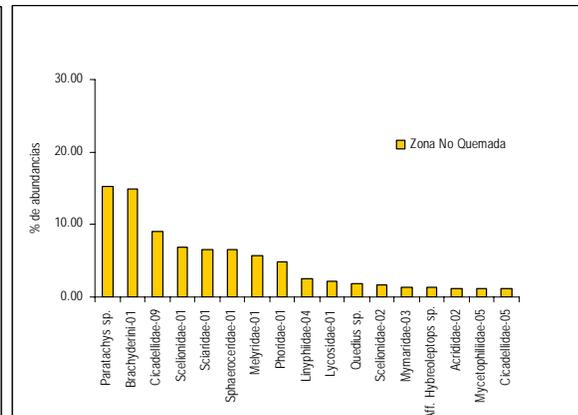


Fig. 122 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Abril 2002 (d.q) Z.Q.

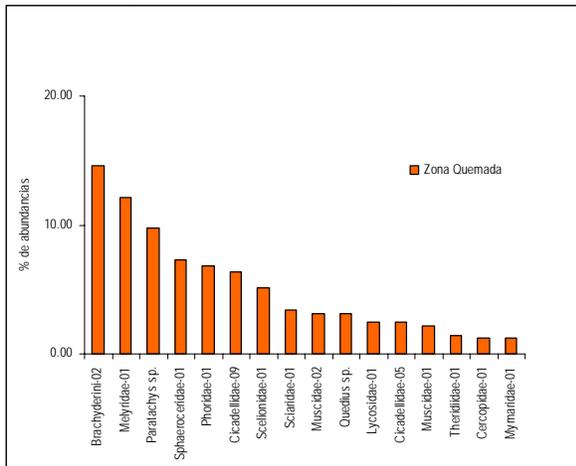


Fig. 123 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Abril 2002 (d.q) (.Z.N.Q)

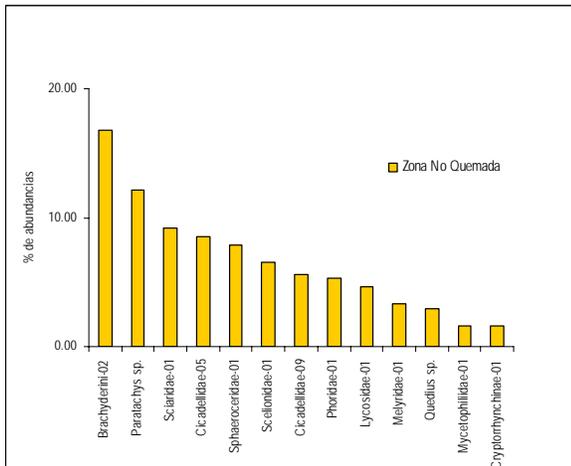


Fig. 124 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Junio 2002 (d.q) Z.Q.

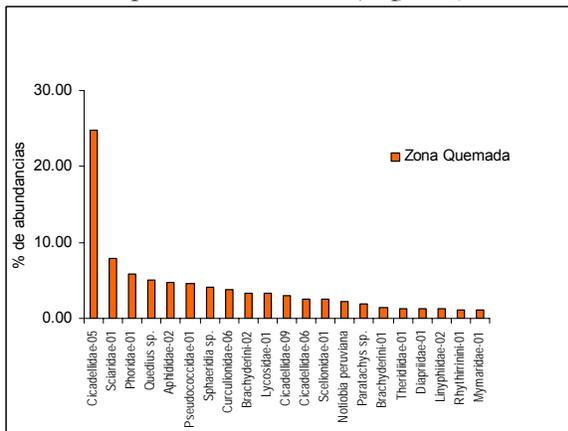
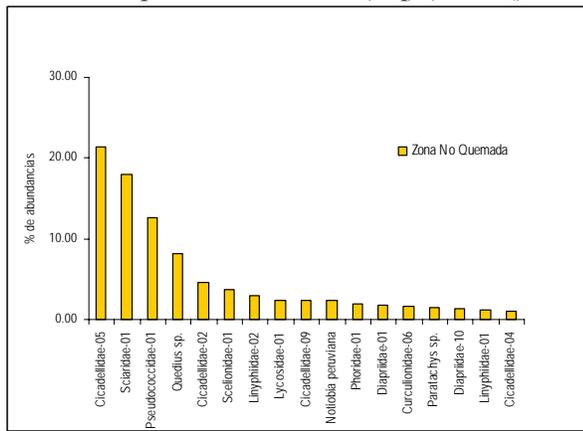


Fig. 125 Porcentajes de abundancia de los Macroartrópodos. Junio 2002 (d.q) (.Z.N.Q)



Es interesante apreciar que al Zona No Quemada tiene como patrón predominante la Dominancia Marcada, sin embargo la Zona Quemada tiene como patrón predominante la Distribución Equitativa, lo cual nos lleva a pensar que las Dominancias Marcadas son la condición típica de la comunidad y las alteraciones provocadas por la estacionalidad y la quema conducen a cambios en la distribución de las abundancias en los Macroartrópodos.

4.4.2. Microartrópodos

Los Microartrópodos también son analizados para conocer la distribución de sus abundancias con la anterior clasificación, la cual incluye a los ácaros y a los colémbolos. Estos grupos son numéricamente los más importantes de la fauna del suelo (Margalef, 1977). La Distribución Equitativa no se da para ningún muestreo.

Las distribuciones de abundancias asociadas a cada muestreo para ambas zonas fueron los siguientes:

Cuadro 10: Tipos de Distribución de las abundancias de los microartrópodos más abundantes en cada muestreo.

Muestreos	Z. Quemada		Z. No Quemada	
	Tipo de Abundancia	spp. Abundantes	Tipo de Abundancia	spp. Abundantes
Agosto 2001 (a.q) (Fig. 126-127)	Dominancia Exagerada	Entomobryidae-01 (mayor al 80%)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 70%)
Octubre 2001 (a.q) (Fig. 128-129)	Dominancia Exagerada	Entomobryidae-01	Dominancia Exagerada	Entomobryidae-01
Octubre 2001 (d.q) (Fig. 130-131)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 40%)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 60%
Noviembre 2001 (d.q) (Fig. 132-133)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 50%	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 50%
Diciembre 2001 (d.q) (Fig. 134-135)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 30%	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 50%
Febrero 2002 (d.q) (Fig. 136-137)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 60%)	Dominancia Compartida	Entomobryidae-01 y Sminthuridae-01
Abril 2002 (d.q) (Fig. 138-139)	Dominancia Compartida	Entomobryidae-01 y Sminthuridae-01	Dominancia Compartida	Entomobryidae-01 y Sminthuridae-01
Junio 2002 (d.q) (Fig. 140-141)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 50%)	Dominancia Marcada	Entomobryidae-01 (mayor al 50%)

Es interesante apreciar que ambas zonas tienen como patrón predominante la Dominancia Marcada, esto sugiere que las Dominancias Marcadas son la condición típica de la comunidad, sin embargo es interesante apreciar que ambas zonas antes de la quema poseen una Dominancia Exagerada y luego ambas zonas muestran una Dominancia Compartida, sugiriendo que la quema no afecta las distribuciones inmediatamente sino la estacionalidad, sin embargo la quema retrasa la Distribución Compartida que al parecer se da normalmente en el mes de Febrero-2002 en la Zona No Quemada, pero en la Zona Quemada se da recién en el mes de Abril-2002.

Fig. 126 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.Q.

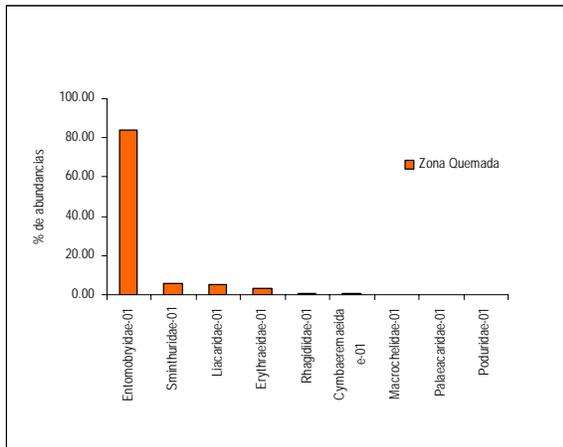


Fig. 127 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Pachacayo. Agosto 2001. Z.N.Q

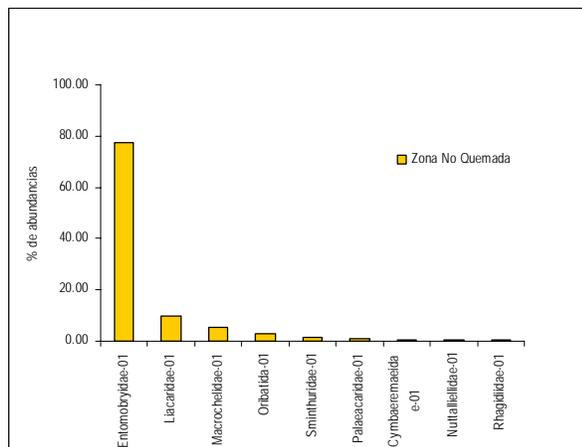


Fig. 128 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Octubre 2001 (a.q). Z.Q.

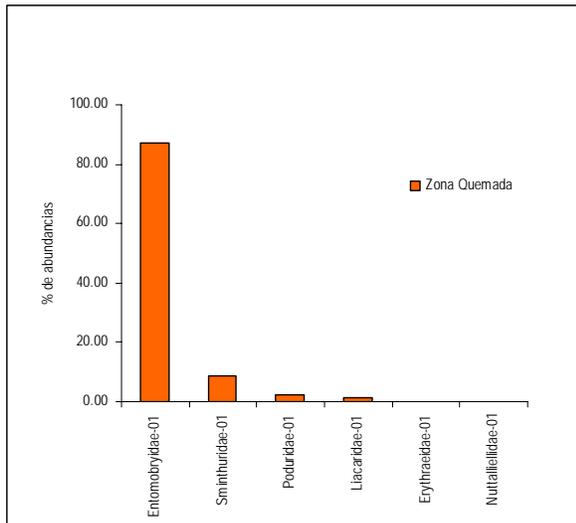


Fig. 129 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Octubre 2001(a.q).Z.N.Q

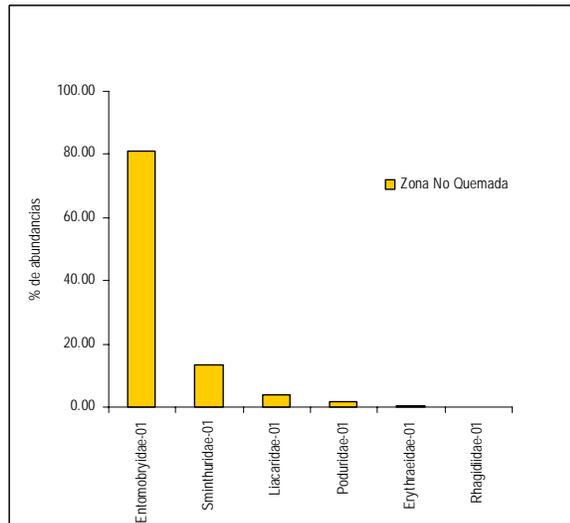


Fig. 130 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Octubre 2001 (d.q). Z.Q.

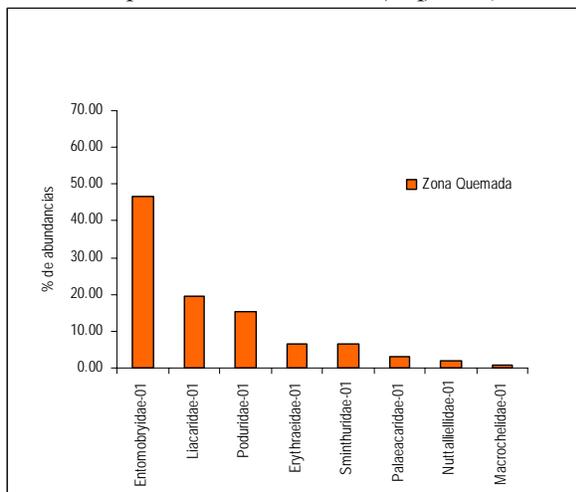


Fig. 131 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Octubre 2001(d.q).Z.N.Q

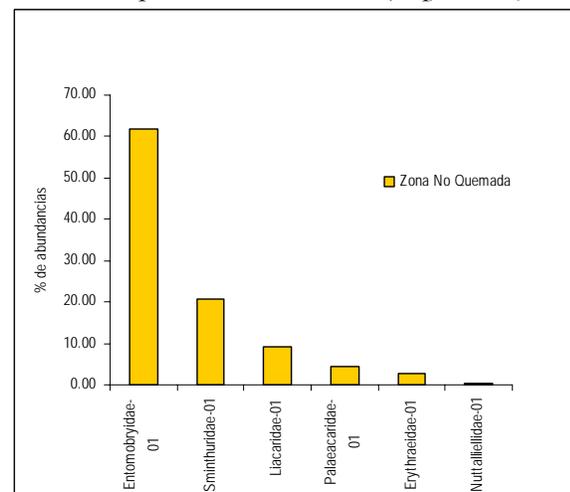


Fig. 132 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Noviembre 2001 (d.q). Z.Q.

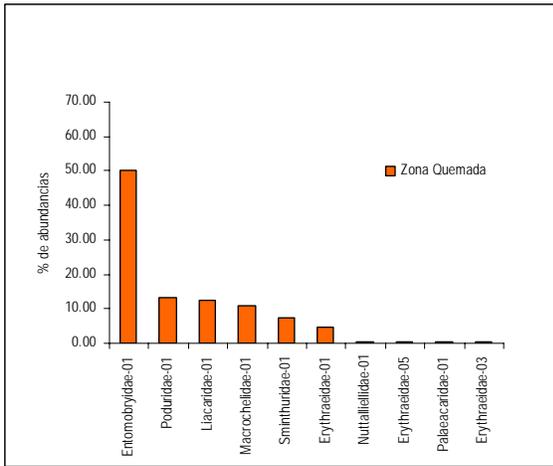


Fig. 133 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Noviembre 2001(d.q).Z.N.Q

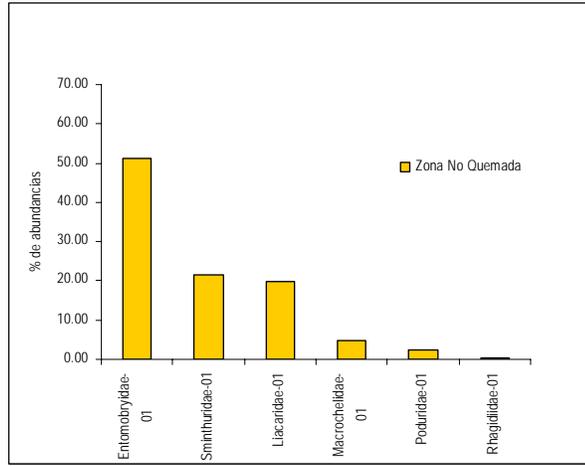


Fig. 134 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Diciembre 2001 (d.q). Z.Q.

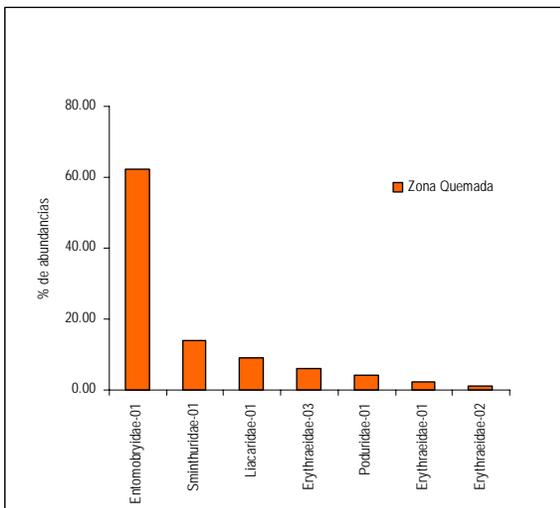


Fig. 135 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Diciembre 2001(d.q).Z.N.Q

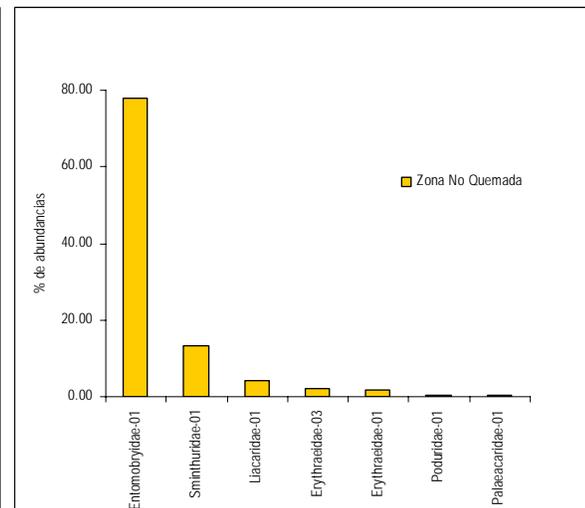


Fig. 136 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Febrero 2002 (d.q). Z.Q.

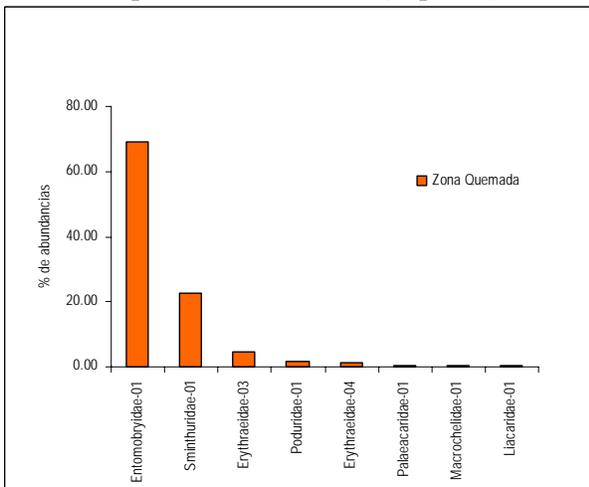


Fig. 137 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Febrero 2002 (d.q).Z.N.Q

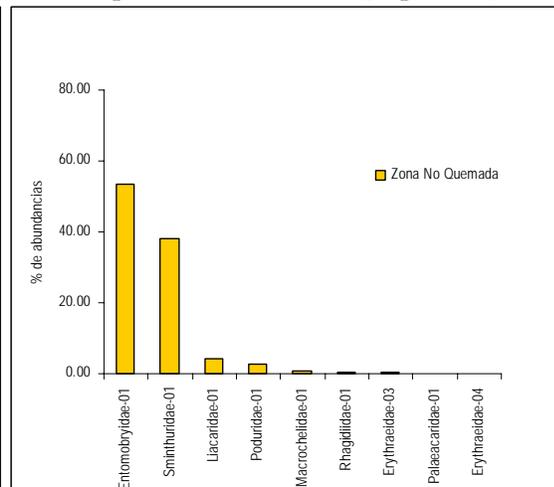


Fig. 138 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Abril 2002 (d.q). Z.Q.

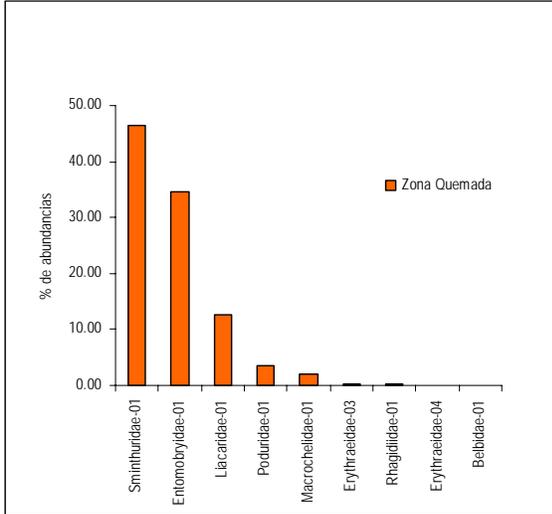


Fig. 139 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Abril 2002 (d.q).Z.N.Q

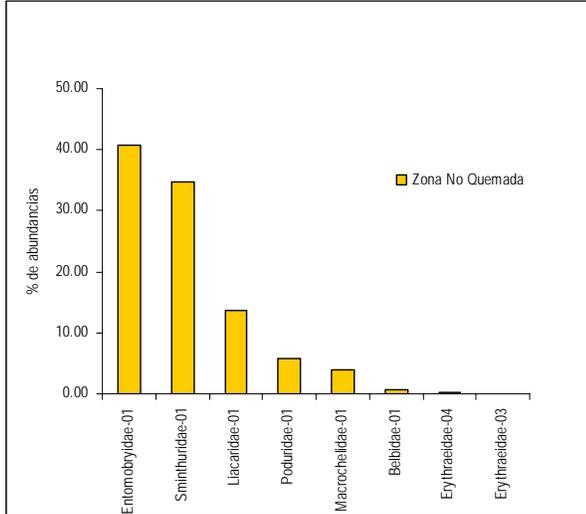


Fig. 140 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Junio 2002 (d.q). Z.Q.

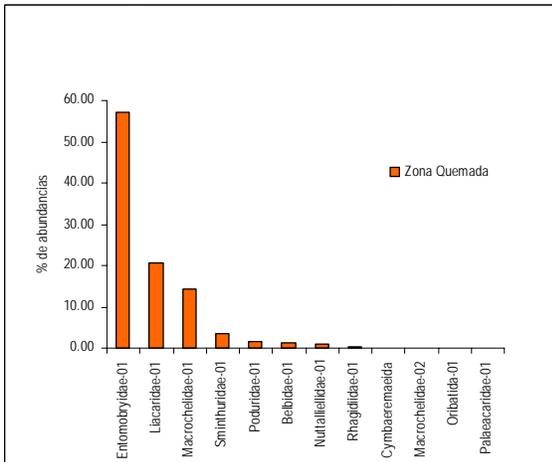
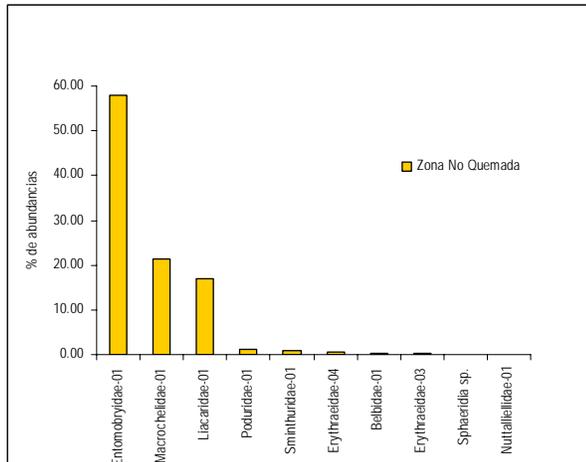


Fig. 141 Porcentajes de abundancia de los Microartrópodos. Junio 2002 (d.q).Z.N.Q.



4.5.-Patrones de variación poblacional de Entomobryidae-01

4.5.1.-Ley de Taylor

Se empleo la Ley de Taylor a la especie más abundante Entomobryidae-01. Los valores de β obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza, grados de libertad, rectas, coeficientes de regresión se ubican en la Cuadro 11 para el β espacial (β_s) y en la Cuadro 12 para el β temporal (β_t).

Cuadro 11: Valores de β espacial (β_s)

Morfoespecie	Zona	β_s	I.C	g.l	Recta	r^2
Entomobryidae-01	Quemada	1.226	0.899-1.553	6	$Y=2.297-0.387X$	0.583
	No Quemada	2.386	1.738-3.034	6	$Y=1.295+0.193X$	0.081

Cuadro 12: Valores de β temporal (β_t)

Morfoespecie	Zona	β_t	I.C	g.l	Recta	r^2
Entomobryidae-01	Quemada	6.79	6.32-7.261	4	$Y=-1.2+2.395X$	0.98
	No Quemada	6.358	6.171-6.544	4	$Y=-1.147+2.179X$	0.996

Se presenta la evolución de la Media y el Coeficiente de Variación (CV) de Entomobryidae-01 en ambas zonas (Figura 142 -143) las cuales nos permiten analizar el comportamiento poblacional de Entomobryidae-01 para las dos parcelas. En la Figura 142 en la Zona Quemada con un $\beta_s < 2$ se observa lo siguiente: cuando la población presenta Coeficientes de Variación (CV) altos, es decir, se encuentra en meses críticos la población se refugia, pero cuando la población presenta Coeficientes de Variabilidad (CV) bajos, es decir, meses buenos se da un incremento poblacional homogéneo. El diagrama de dispersión (Figura 146) del β espacial (β_s) presenta una alta correlación inversa ($r = -0.764$). El β temporal (β_t) de la Zona Quemada (Figura 144) y los betas (β_s y β_t) para la Zona No Quemada (Figura 143 y 145) no muestran un patrón definido y presentan muy bajas correlaciones (Figura 147 y 149). La ausencia de patrones de esta especie en la zona No Quemada sería probable que este respondiendo a su comportamiento habitual sin el efecto de la quema.

Fig. 142 Evolución de la media y el CV del β_s de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.

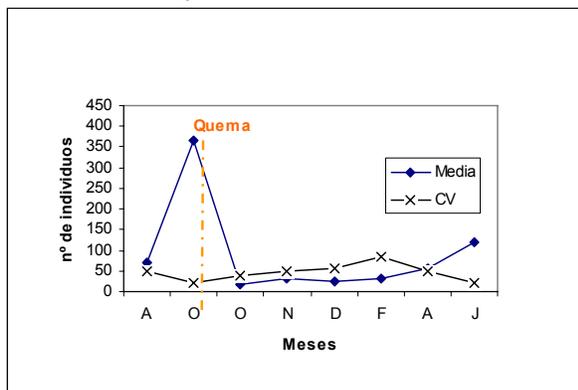


Fig. 143 Evolución de la media y el CV del β_s de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.

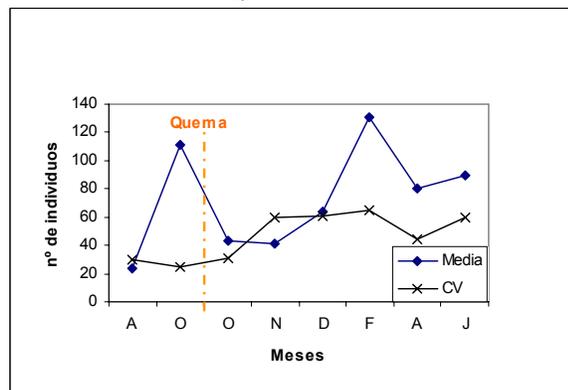


Fig. 144 Evolución de la media y el CV del βt de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.

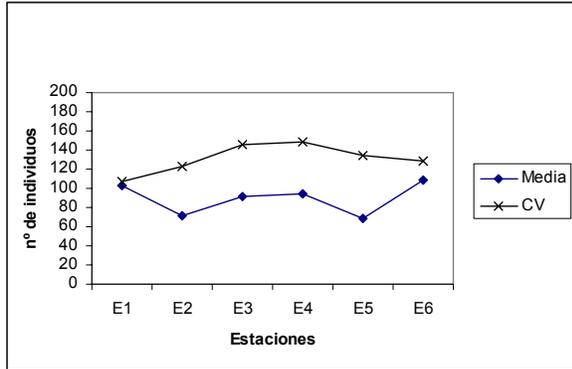


Fig. 145 Evolución de la media y el CV del βt de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.

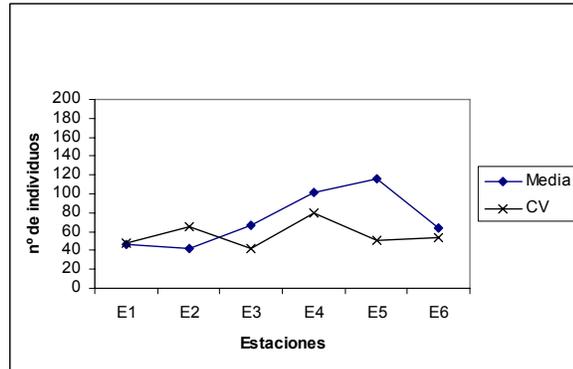


Fig. 146 Diagrama de dispersión βs de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.

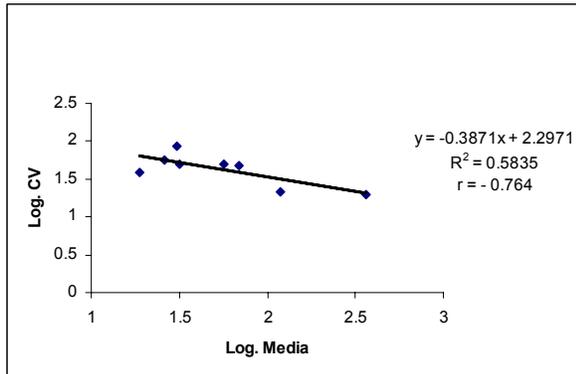


Fig. 147 Diagrama de dispersión βs de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.

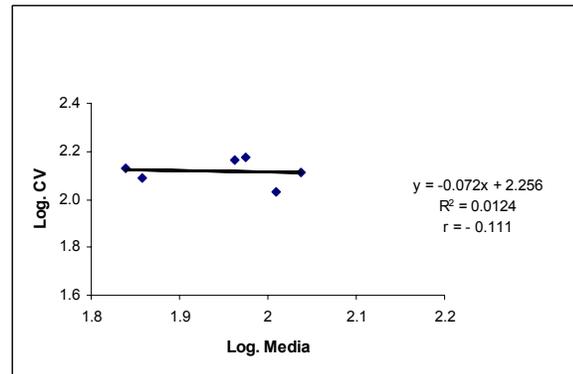


Fig. 148 Diagrama de dispersión βt de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.Q.

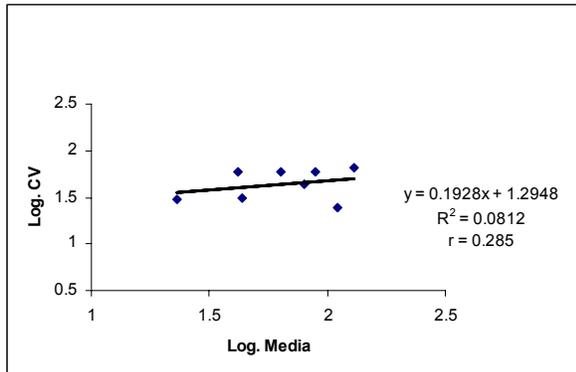
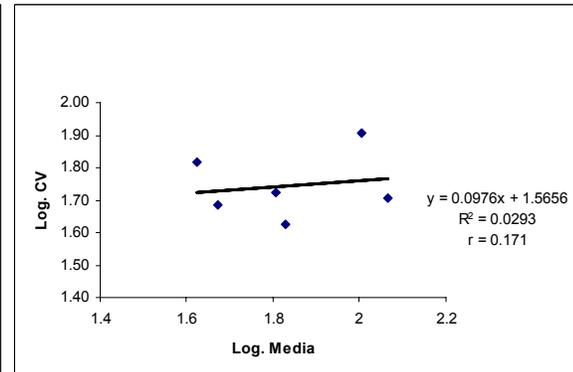


Fig. 149 Diagrama de dispersión βt de Entomobryidae-01. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Z.N.Q.



4.9. - Asociaciones espaciales y temporales

4.9.1.- Asociaciones entre estaciones (Espacial)

Las asociaciones se establecieron para las seis estaciones (sitios de muestreo), las cuales fueron evaluadas en ambas zonas, primero se analizaron para cada zona y luego para las dos zonas como si fueran una sola zona. Se emplea el Índice de Similitud de Raup-Crick, es decir se considera solo la ausencia y la presencia de las especies en las estaciones de muestreo.

En el dendograma presentado en la Figura 150, no se observó para la Zona Quemada a una distancia de enlace menor a 0.5 asociaciones, sin embargo para la Zona No Quemada (Figura 151) se dan tres asociaciones: la primera agrupación es la estación dos, la segunda agrupación es la estación 1 y 3 y la tercera agrupación es la estación 4, 6 y 5, esta diferenciación es a una escala muy fina (microescala). Cuando agrupamos ambas parcelas a una distancia de enlace menor a 0.5 no distinguimos asociaciones, es decir, ambas zonas en su composición en el mes de agosto no presentaron diferencias (Figura 152).

Fig. 150 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Agosto-2001.ZQ. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

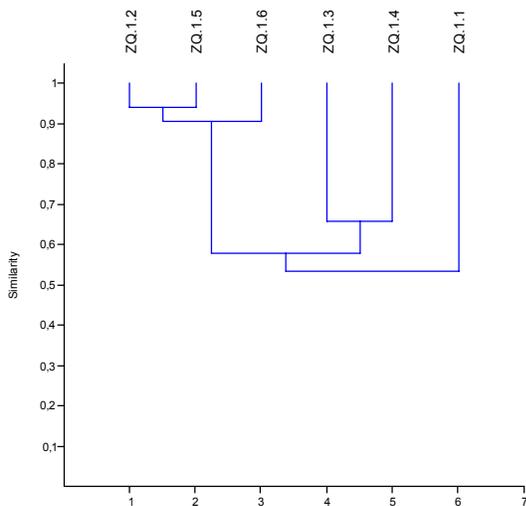


Fig. 151 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Agosto-2001.Z.N.Q. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

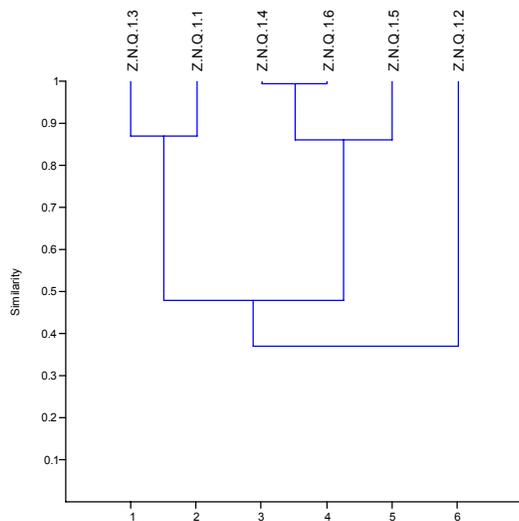
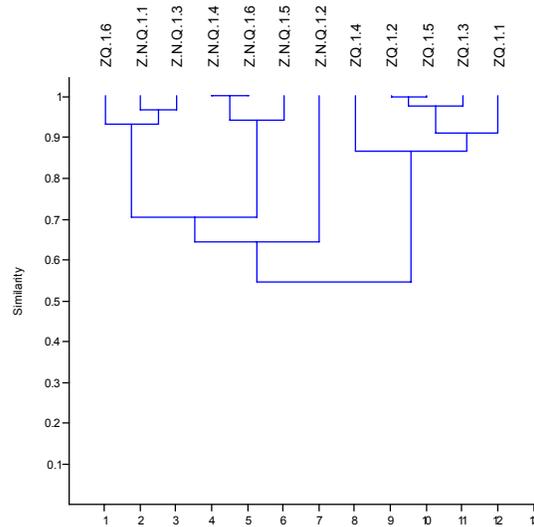


Fig. 152 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Agosto-2001. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.



Para el muestreo de inicios de Octubre en la Zona Quemada (Figura 153) a una distancia de enlace menor a 0.5 no distinguimos asociaciones, sin embargo para la Zona No Quemada (Figura 154) a ese nivel se dan dos asociaciones se agrupan las estaciones 5 y 6 y luego las otras estaciones generan otra agrupación (1,2,3,4). Cuando agrupamos ambas parcelas a una distancia de enlace menor a 0.5 se distinguen dos asociaciones (Figura 155) una asociación agrupando a las estaciones 5 y 6 de la Zona No Quemada y otra agrupación con el resto de las estaciones.

Fig. 153 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre-2001(a.q). Z.Q. Índice de Similitud de Raup-Crick.

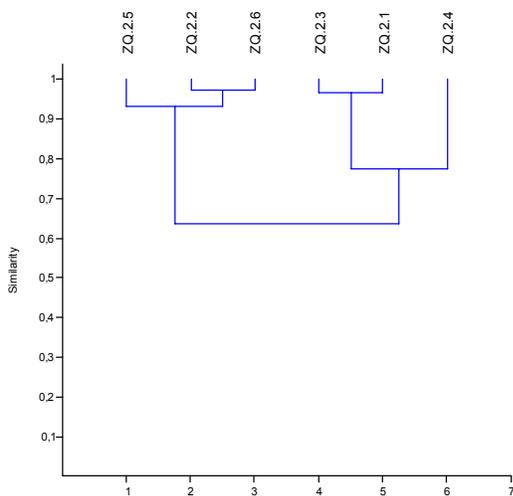


Fig. 154 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre 2001(a.q). Z.N.Q Índice de Similitud de Raup-Crick.

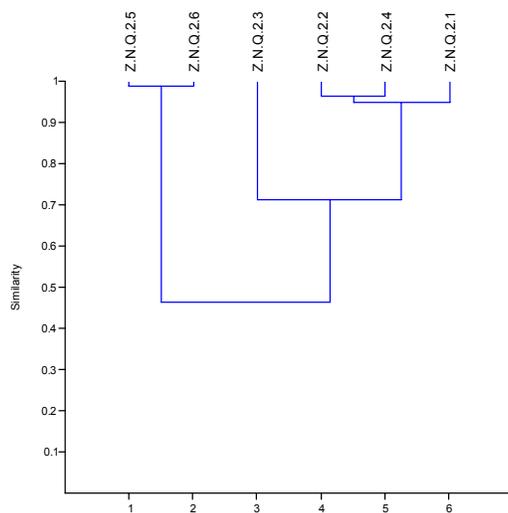
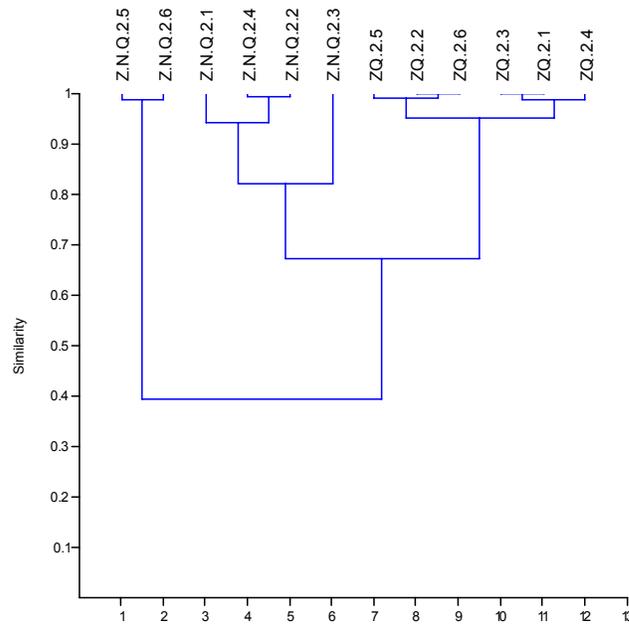


Fig. 155 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre-2001. (Antes de Quema). Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick



En el muestreo de fines de Octubre en la Zona Quemada (Figura 156) a una distancia de enlace menor a 0.5 no distinguimos asociaciones, sin embargo para la Zona No Quemada (Figura 157) al mismo nivel se separa la estación 2 de las otras estaciones. Cuando agrupamos ambas parcelas a una distancia de enlace menor a 0.5 no se dan asociaciones (Figura 158). Por lo tanto luego de la quema no se observan cambios en la composición de las morfoespecies entre ambas zonas.

Fig. 156 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre-2001(d.q). Z.Q. Índice de Similitud de Raup-Crick.

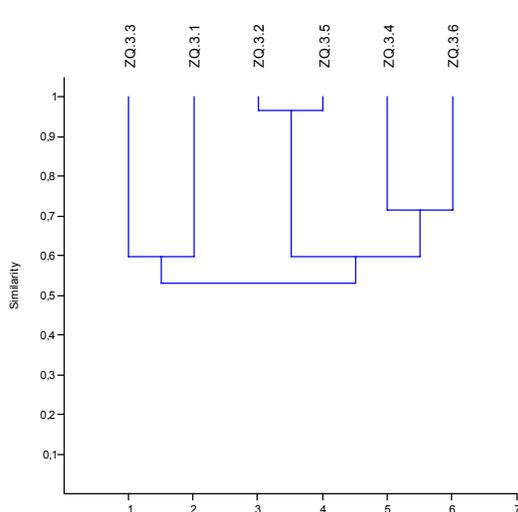


Fig. 157 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre-2001 (d.q) Z.N.Q. Índice de Similitud de Raup-Crick.

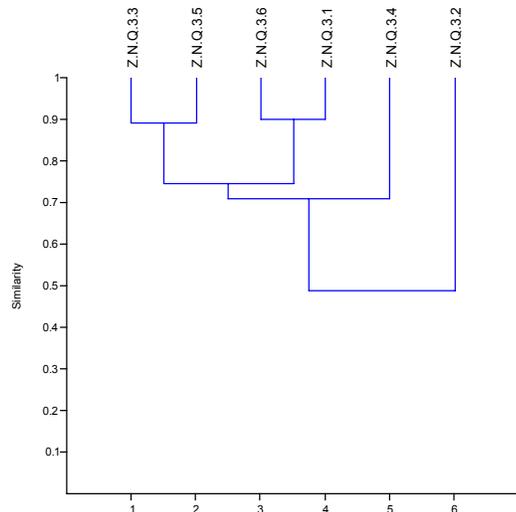
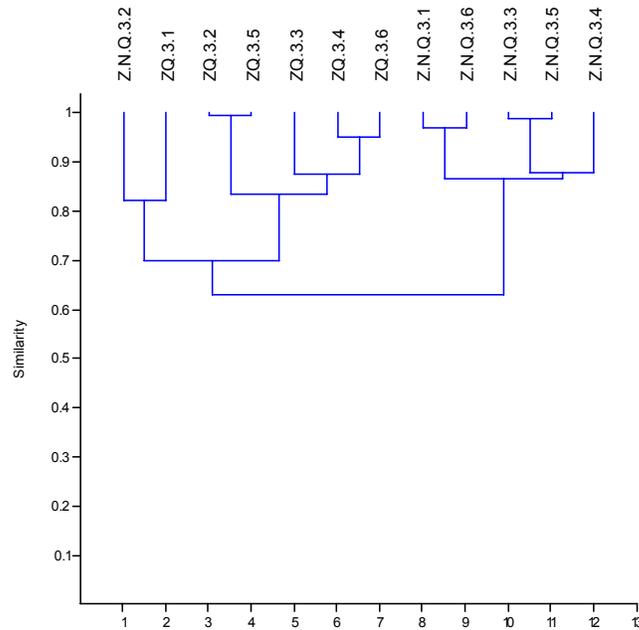


Fig. 158 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Octubre-2001. (Después de Quema). Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick



En el muestreo de noviembre la Zona Quemada (Figura 159) genera 3 agrupaciones, se separan las estaciones 6 y 1 como dos agrupaciones; y otra agrupación se forma con las demás estaciones. En la Zona No Quemada (Figura 160) se aísla la estación 5 y se agrupan las otras estaciones. Analizando ambas parcelas (Figura 161) solo se separa la estación 6 de la Zona Quemada.

Fig. 159 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Nov-2001.Z.Q. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

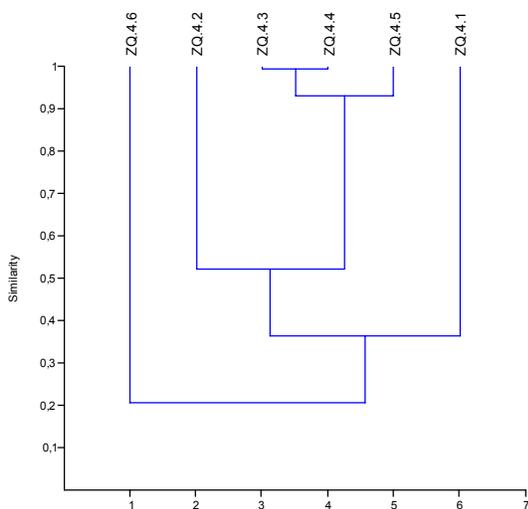


Fig. 160 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Nov-2001.Z.N.Q. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick

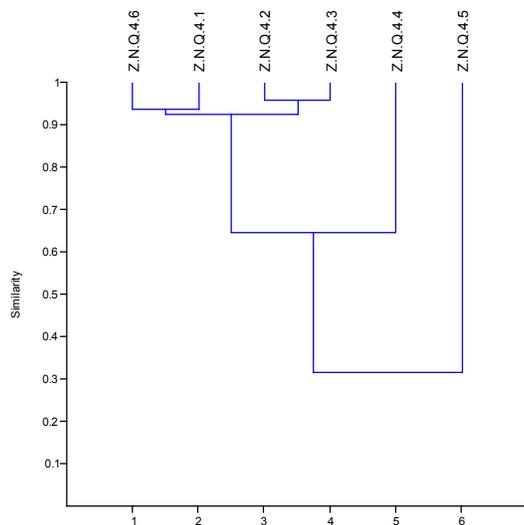
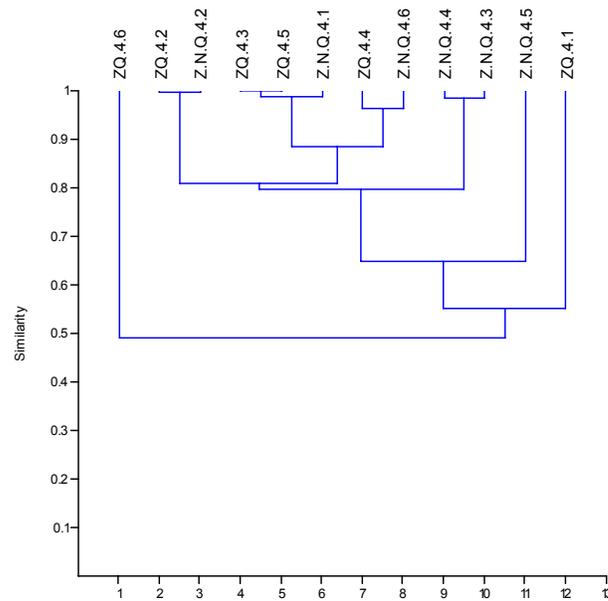


Fig. 161 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Noviembre-2001. (Después de Quema). Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick



En Diciembre-2001 en la Zona Quemada (Figura 162) se aísla la estación 5 y en la Zona No Quemada (Figura 163) no se generan asociaciones, tampoco cuando se analizan juntas ambas parcelas (Figura 164). La no diferenciación entre zonas tampoco se da en Febrero, Abril y Junio del 2002 (Figura 165-173).

Fig. 162. Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Dic-2001.ZQ. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

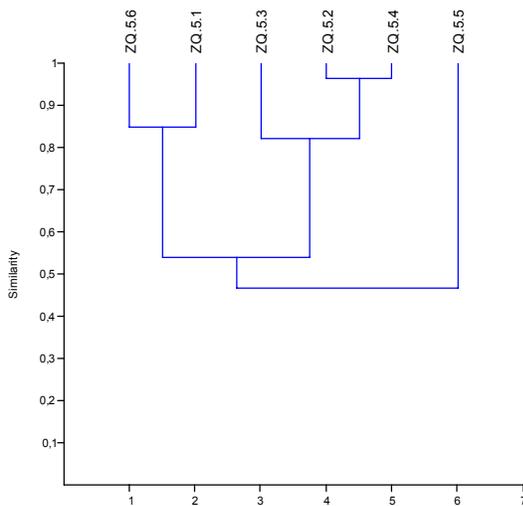


Fig. 163 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Dic-2001.Z.N.Q. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick

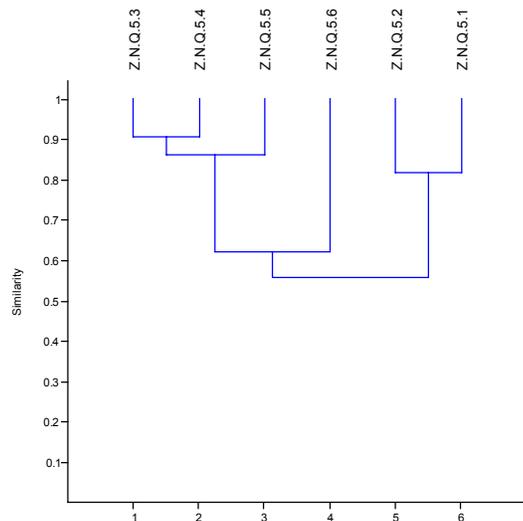


Fig. 164. Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Diciembre-2001. (Después de Quema). Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick

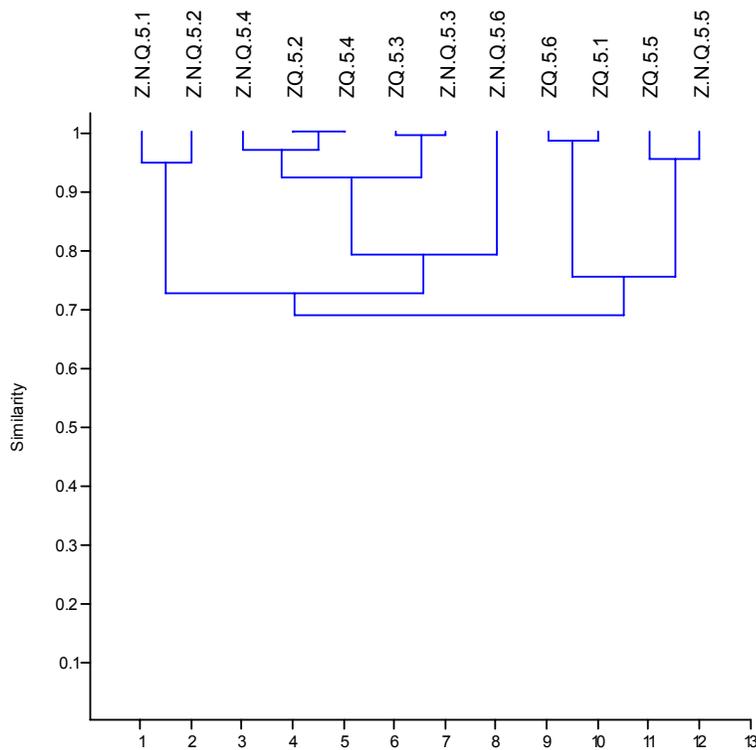


Fig. 165. Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Feb-2002.ZQ. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

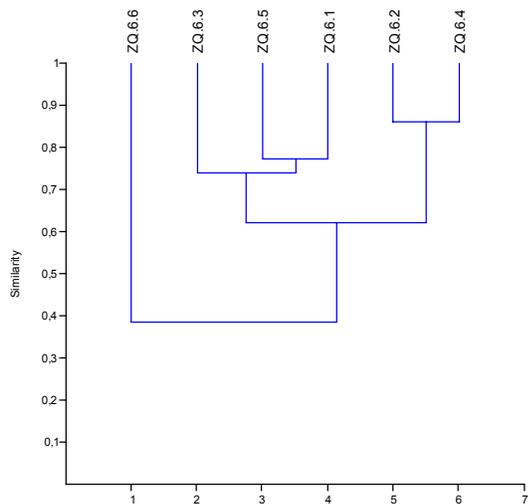


Fig. 166 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Feb-2002.Z.N.Q. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick

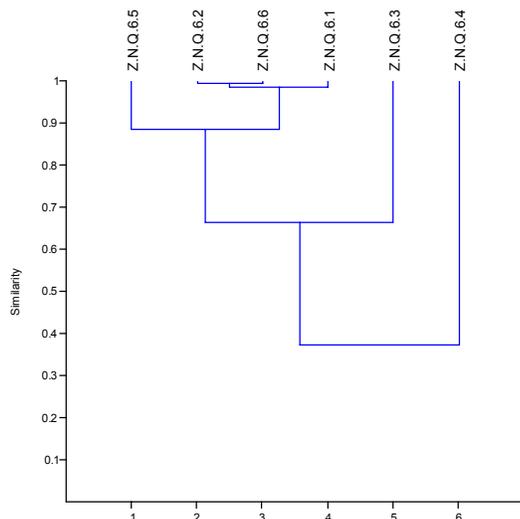


Fig. 167. Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Febrero-2002. (Después de Quema). Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick

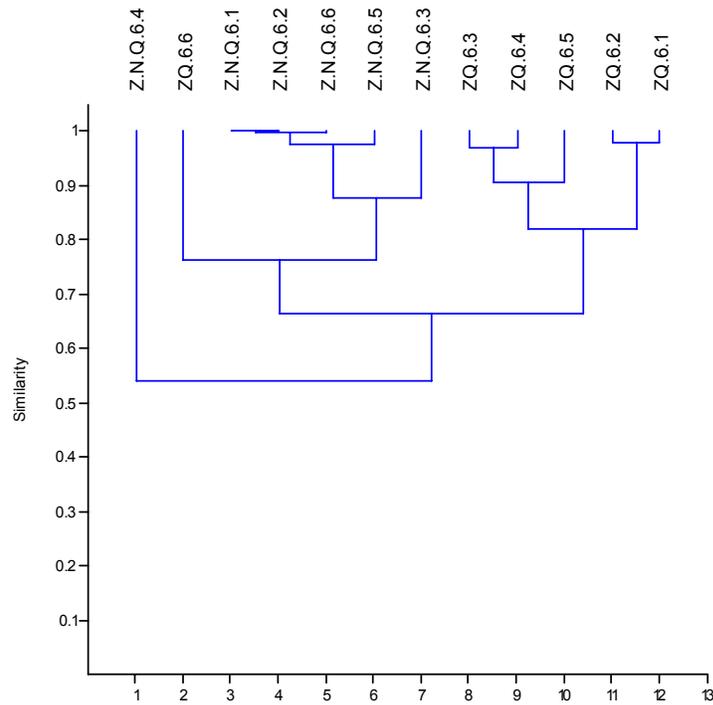


Fig. 168. Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Abril-2002.ZQ. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

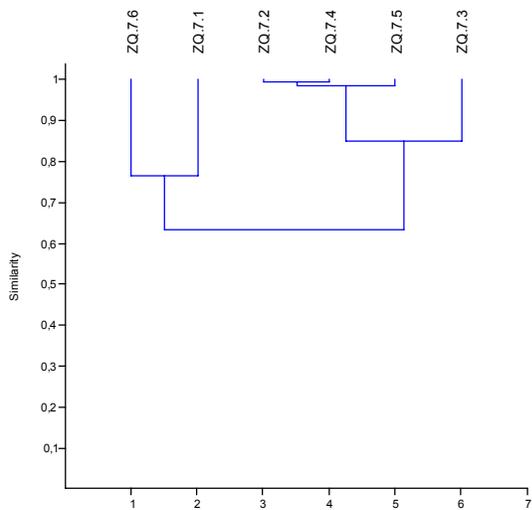


Fig. 169 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Abril-2002.Z.N.Q. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick

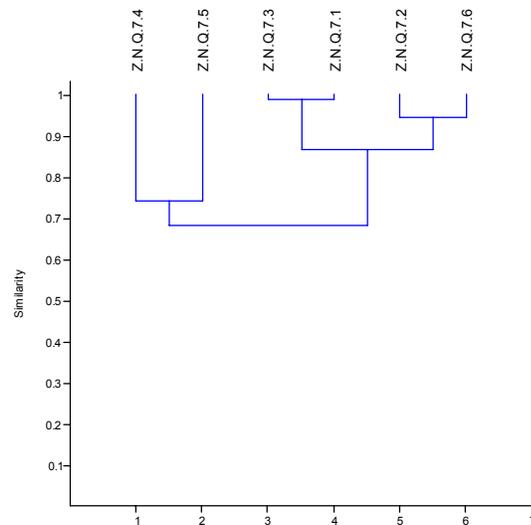


Fig. 170 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Abril-2002. (Después de Quema). Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

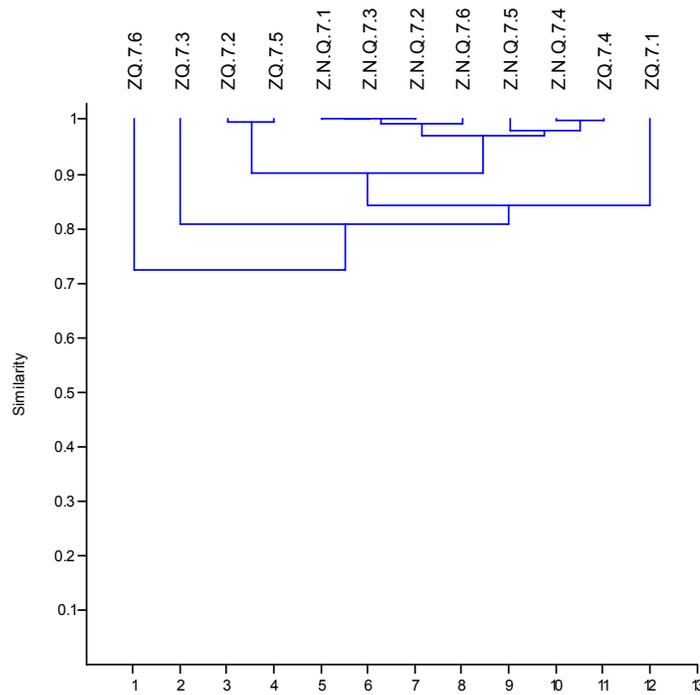


Fig. 171. Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Junio-2002.ZQ. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

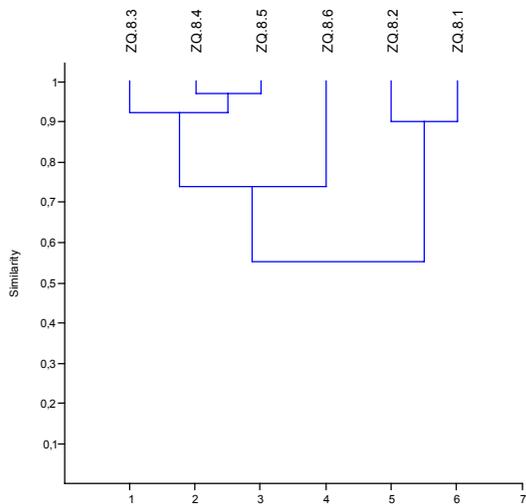


Fig. 172 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Junio-2002.Z.N.Q. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick

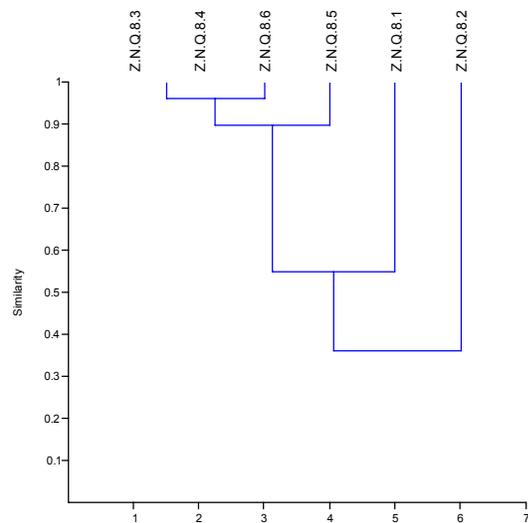
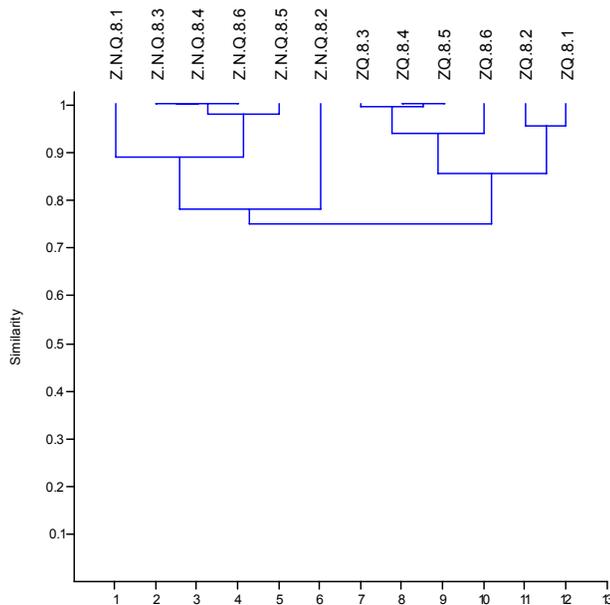


Fig. 173. Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en Junio-2002. (Después de Quema). Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.



La diferenciación cuando se analizan ambas parcelas solo se da en dos muestreos a inicios de Octubre-2001 y en el mes de Noviembre-2001, sugiriendo que la quema no estaría afectando la similitud en la composición de las especies de ambas parcelas sino otros factores. Además la Zona Quemada es más homogénea entre sus estaciones que la Zona No Quemada, esta última área muestra una mayor organización estructural, esta diferenciación tiene lógica debido a que la quema puede generar que la Zona Quemada mantenga su homogeneidad y la sucesión natural en la Zona No Quemada podría estar generando una mayor estructura, sin embargo la estacionalidad si estaría generando variabilidad entre las estaciones en la Zona Quemada en los muestreos de Noviembre-2001, Diciembre-2001 y Febrero 2002.

4.9.2. Asociaciones entre muestreos (Temporal)

Las asociaciones se establecieron entre los ocho muestreos para cada zona, usando los datos de abundancia total de todas las especies registradas en cada uno de ellos. Se emplearon los Índices de Raup-Crick y Morisita para observar las asociaciones entre muestreos. En el dendrograma presentado en la Figura 174, a una distancia de enlace menor a 0.5 distinguimos tres asociaciones: la primera asociación reúne los muestreos del inicio y final de la época de lluvias,

temporada caracterizada por presentar los niveles más altos de precipitación anual. La segunda asociación reúne al muestreo del mes de abril y la tercera asociación al mes de junio, los dos son meses de la época seca, estas agrupaciones sugieren que la similitud en la composición de las especies esta asociada a la estacionalidad. En el dendograma siguiente (Figura 175) analizando la abundancia a una distancia de enlace menor a 0.5 no se diferencian los muestreos.

Fig. 174 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en todos los muestreos. Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick Zona Quemada.

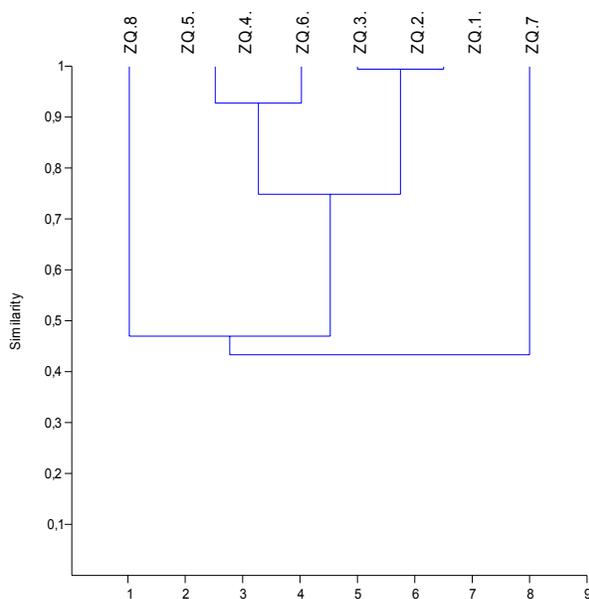
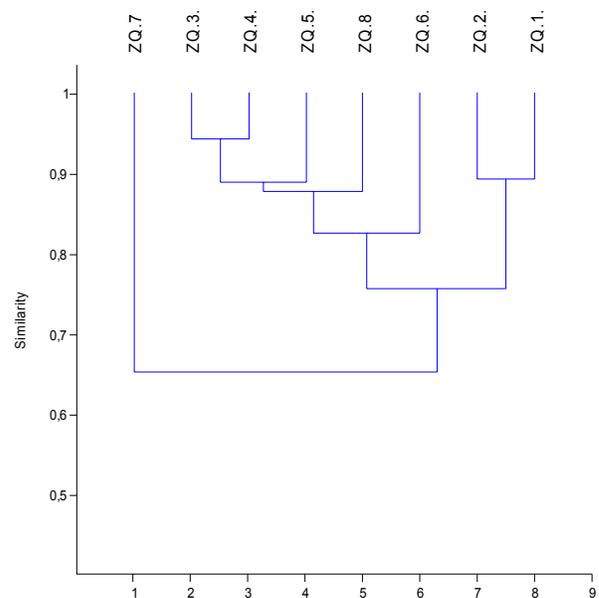


Fig. 175 Dendrograma de datos de abundancia de artrópodos en todos los muestreos. Pachacayo. Índice de Similitud de Morisita. Zona Quemada.



Estos dos patrones también se manifiestan en la Zona No Quemada, la figura 176 muestra a una distancia de enlace menor a 0.5 dos agrupaciones uno de ellos reúne al muestreo del mes de abril con el de junio, pertenecientes a la época seca y otra agrupación reúne a los demás muestreos, analizando la abundancia a una distancia de enlace menor a 0.5 en la Zona No Quemada (Fig. 177) no se diferencian los muestreos. La Figura 178 corrobora el agrupamiento de los muestreos asociados a la presencia de las especies por la estacionalidad no diferenciándose ambas zonas por la perturbación de la quema y la Figura 179 corrobora que no hay diferencias entre la abundancia de los artrópodos en todos los muestreos para ambas zonas, al analizar la abundancia de los artrópodos a una distancia de enlace menor a 0.5.

Fig. 176 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en todos los muestreos Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick. Zona No Quemada

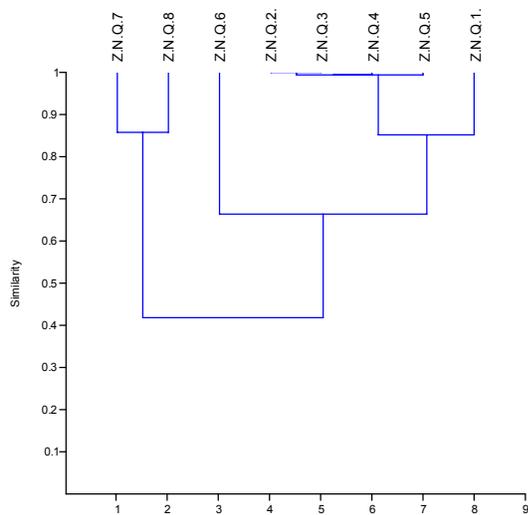


Fig. 177 Dendrograma de datos de abundancia de artrópodos en todos los muestreos Pachacayo. Índice de Similitud de Morisita. Zona No Quemada

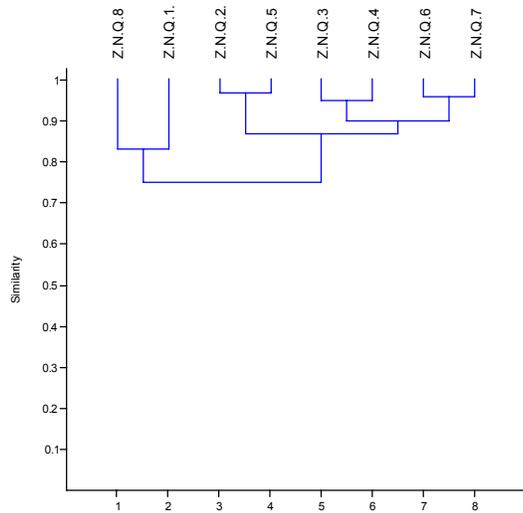


Fig. 178 Dendrograma de datos de presencia-ausencia de artrópodos en todos los muestreos Pachacayo. Índice de Similitud de Raup-Crick.

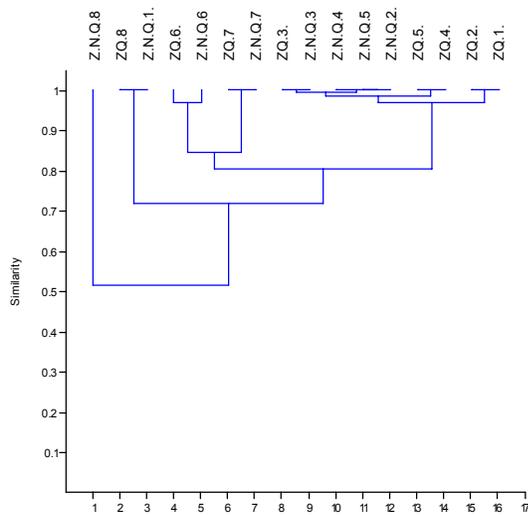
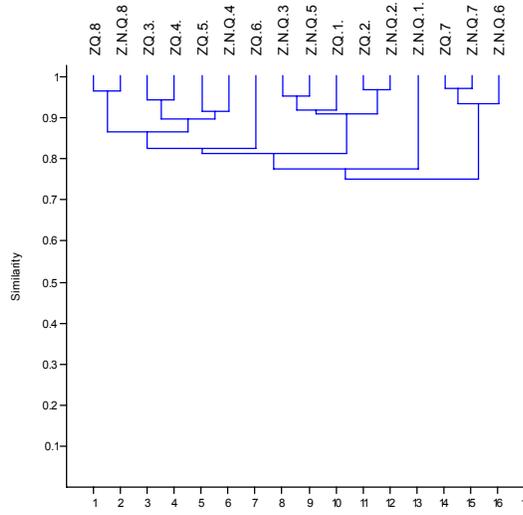


Fig. 179 Dendrograma de datos de abundancia de artrópodos en todos los muestreos Pachacayo. Índice de Similitud de Morisita.



4.7. Similitud entre comunidades

4.7.1. Similitud temporal de la Artropodofauna

Para visualizar si se dan cambios en la similitud entre ambas zonas con todas las morfoespecies se generaron las Figuras 180 y 181, en las cuales se compara la similitud entre ambas zonas con los Índices de Morisita y Raup-Crick, no se generan grandes diferencias en ambas zonas ni a nivel de sus abundancias ni a nivel de la presencia y la ausencia de las morfoespecies, es decir a la composición de especies.

Fig. 180 Evolución de la relación de las Morfoespecies en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Índice de Similitud de Morisita.

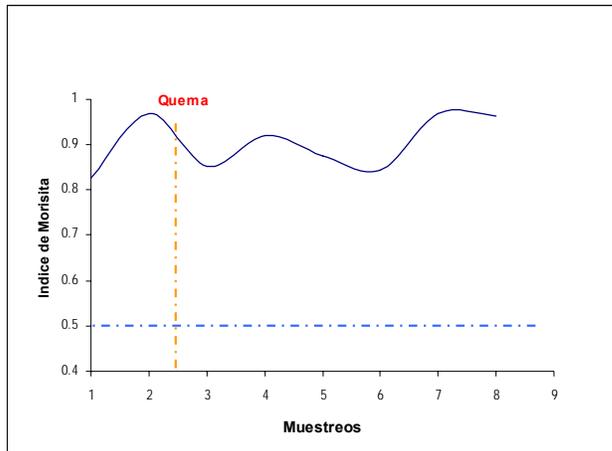
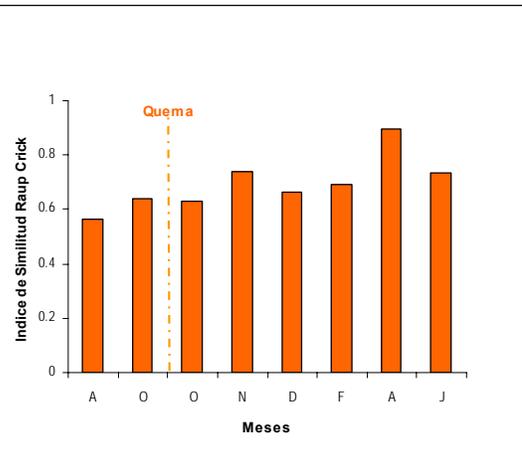


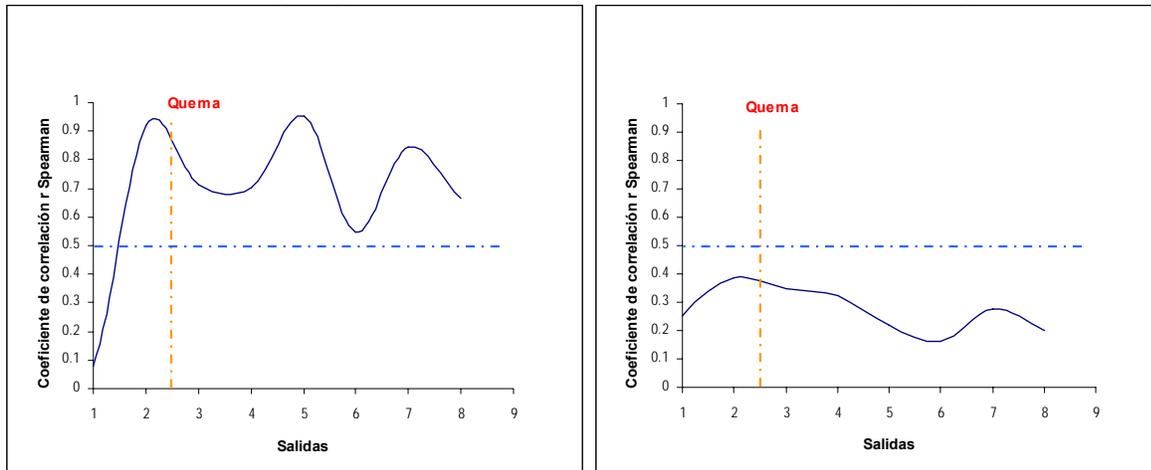
Fig. 181 Similitud de la Artropodofauna Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. Índice de similitud de Raup Crick.



4.7.2. Similitud temporal de los Macroartrópodos y los Microartrópodos

Se evaluó la similitud de la comunidad entre ambas zonas a través del tiempo. Los Microartrópodos al inicio de las salidas (muestreos) mostraron una correlación muy baja (Figura 182) no significativa (Cuadro 13), sin embargo la correlación se incrementa en la segunda salida, luego de la quema disminuye 0.2 unidades pero se puede observar que la similitud oscila entre un coeficiente de correlación de Spearman (r) de 0.6 y 0.9, sugiriendo que la quema no afectó la similitud entre la comunidad de Microartrópodos. Con respecto a los Macroartrópodos los valores de r en todas las salidas han sido bajos (Figura 183), es decir que ambas parcelas no son muy parecidas entre sí para este grupo. Además antes y después de la quema no se dan cambios importantes en r , los datos significativos para estas dos salidas se muestran en el Cuadro 14, sugiriendo que la quema no afecta la similitud entre la comunidad de Macroartrópodos. Esto corrobora lo sugerido cuando se analizan todas las morfoespecies.

Fig. 182 Evolución de la relación de los Microartropodos en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002. **Fig. 183** Evolución de la relación de los Macroartropodos en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



Cuadro 13: Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Spearman para la comparación de Microartropodos entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita indican el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.

Muestreos	Z.N.Q.1	Z.N.Q.2	Z.N.Q.3	Z.N.Q.4	Z.N.Q.5	Z.N.Q.6	Z.N.Q.7	Z.N.Q.8
Z.Q.1	0.8173							
Z.Q.2		0.0011						
Z.Q.3			0.0481					
Z.Q.4				0.0162				
Z.Q.5					0.0003			
Z.Q.6						0.12745		
Z.Q.7							0.0041	
Z.Q.8								0.0068

Cuadro 14: Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Spearman para la comparación de Macroartropodos entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita indican el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.

Muestreos	Z.N.Q.1	Z.N.Q.2	Z.N.Q.3	Z.N.Q.4	Z.N.Q.5	Z.N.Q.6	Z.N.Q.7	Z.N.Q.8
Z.Q.1	0.0966							
Z.Q.2		0.0048						
Z.Q.3			0.0024					
Z.Q.4				0.0084				
Z.Q.5					0.0748			
Z.Q.6						0.1596		
Z.Q.7							0.0166	
Z.Q.8								0.0555

4.7.3. Similitud temporal de los grupos funcionales.

Al comparar las comunidades en función a sus grupos funcionales con el coeficiente de correlación r de Pearson (r) no se dan variaciones importantes ni antes ni después de la quema (Figura 184), todos los valores de r son significativos (Cuadro 15). Se realizó el mismo análisis sin tomar en cuenta a Entomobryidae-01 (Figura 185) tampoco las variaciones fueron drásticas sin embargo se dio una ligera disminución después de la quema, paso de un $r = 0.9963$ (n.s.) antes de la quema a un $r = 0.8454$ (significativo, Cuadro 16).

Cuadro 16: Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Pearson para la comparación de grupos funcionales entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita indican el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.

Muestreos	Z.N.Q.1	Z.N.Q.2	Z.N.Q.3	Z.N.Q.4	Z.N.Q.5	Z.N.Q.6	Z.N.Q.7	Z.N.Q.8
Z.Q.1	0.0009							
Z.Q.2		0.0003						
Z.Q.3			0.0003					
Z.Q.4				0.0023				
Z.Q.5					0.0064			
Z.Q.6						0.0184		
Z.Q.7							0.0036	
Z.Q.8								0.0002

Cuadro 17: Matriz de valores de probabilidad obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación r de Pearson para la comparación de grupos funcionales sin Entomobryidae-01 entre zonas para cada muestreo. Los muestreos se presentan en orden cronológico. Los valores en negrita indican el grado de significación a un nivel de significación de $p = 0,05$.

Muestreos	Z.N.Q.1	Z.N.Q.2	Z.N.Q.3	Z.N.Q.4	Z.N.Q.5	Z.N.Q.6	Z.N.Q.7	Z.N.Q.8
Z.Q.1	0.0041							
Z.Q.2		0.155						
Z.Q.3			0.016					
Z.Q.4				0.0072				
Z.Q.5					0.0003			
Z.Q.6						0.0581		
Z.Q.7							0.0138	
Z.Q.8								0.006

Fig. 184 Evolución de la relación de los Grupos Funcionales en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

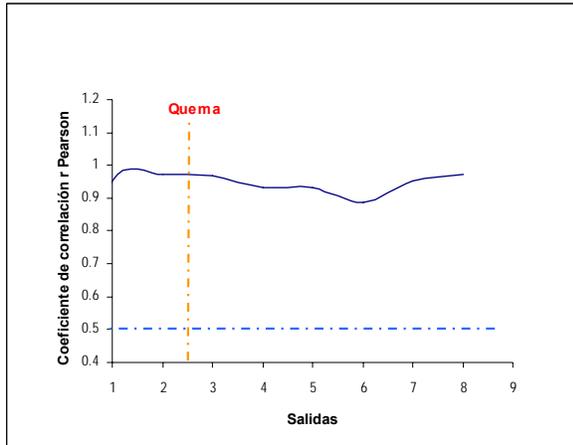
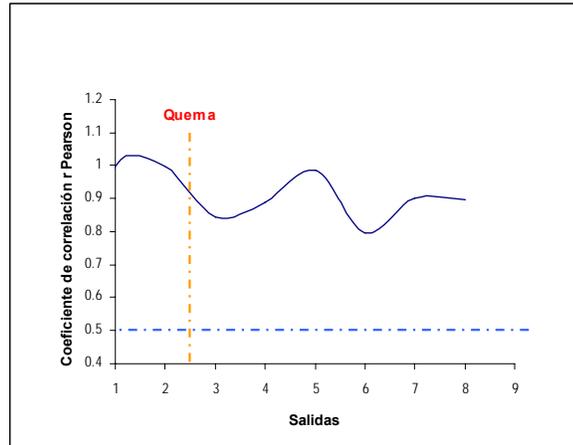


Fig. 185 Evolución de la relación de los Grupos Funcionales sin Entomobryidae-01 en las dos zonas. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



4.8. Clasificación trófica de la artropodofauna colectada

Se elaboró una clasificación trófica de acuerdo al recurso alimentario, considerándose 7 categorías como importantes, siendo las siguientes:

Detritívoros: consumidores de cualquier tipo de materia orgánica en descomposición (detritus), hábitos: terrestres.

Fitófagos: comedores de tallos, hojas, polen o semillas

Micetófagos: consumidores de hongos (micelios)

Parasitoides: se alimenta de otro ser vivo en las fases inmaduras de su ciclo de vida (larva).

Depredadores: consumidores de otros tipos de artrópodos

Saprófagos: consumidores de restos de materia vegetal o animal en putrefacción, hábitos: voladores.

Ectoparásito: parásitos externos

Dichas categorías se obtuvieron a partir de la información disponible en Arnett R. (1985), Baker, E.W y Wharton, G.W(1964) y CSIRO (1973), asumiendo las preferencias predominantes dentro de cada familia. La dieta de los coleópteros fue obtenida de Crowson (1981) y el carábido *Notiobia peruviana* fue definido fitófago por su predilección por las semillas en las pruebas realizadas en laboratorio (Loza y Apaza, 2001) (Cuadro 17). La categorización anterior nos permite organizar a la artropodofauna en grupos funcionales (Davic, 2003), esta clasificación permite posteriormente evaluar su comportamiento a través del tiempo.

Cuadro 17: Categorías tróficas de las familias de los artrópodos terrestres colectados en Pachacayo (Jauja, Junín) durante Agosto de 2001 a Junio de 2002

Orden	(Sub)Familia	Categorías tróficas
Araneae	Agelenidae	Predadores
	Anyphaenidae	Predadores
	Clubionidae	Predadores
	Gnaphosidae	Predadores
	Linyphiidae	Predadores
	Lycosidae	Predadores
	Sparassidae	Predadores
	Theridiidae	Predadores
	Thomisidae	Predadores
Solifuga	Mummucidae	Predadores
Gamasida	Macrochelidae	Predadores
Ixodida	Nuttalliellidae	Ectoparásito
Actinedida	Erythraeidae	Predadores
	Rhagidiidae	Predadores
Oribatida	Belbidae	Detritívoros
	Cymbaeremaeidae	Detritívoros
	Liacaridae	Detritívoros
	Palaeacaridae	Detritívoros
Arthropleona	Poduridae	Detritívoros
	Sminthuridae	Fitófagos
	Entomobryidae	Detritívoros
Simphypleona	Sminthuridae	Fitófagos
Orthoptera	Acrididae	Fitófagos
Dermaptera	Carcinophoridae	Predadores
Psocoptera	Indet.	Saprófagos
Thysanoptera	Phlaeothripidae	Fitófagos
	Thripidae	Fitófagos
Hemiptera	Aphididae	Fitófagos
	Cercopidae	Fitófagos
	Cicadellidae	Fitófagos
	Coccoidea	Fitófagos
	Delphacidae	Fitófagos
	Pseudococcidae	Fitófagos
	Psyllidae	Fitófagos
	Aradidae	Micetófagos
	Lygaeidae	Fitófagos
	Nabidae	Predadores
	Pyrrhocoridae	Fitófagos
Coleoptera	Carabidae	Predadores
	<i>Notiobia peruviana</i>	Fitófagos
	<i>Bradycellus sp.</i>	Fitófagos
	Anobiidae	Fitófagos
	Chrysomelidae	Fitófagos
	Coccinellidae	Predadores
	Curculionidae	Fitófagos
	Elmidae	Fitófagos
	Histeridae	Predadores
Hydrochidae	Fitófagos	

Cuadro 17 (continuación)

Orden	Familia	Categorías tróficas
Coleoptera	Leiodidae	Micetófagos
	Melyridae	Predadores
	Ptiliidae	Saprófagos
	Scarabeidae	Saprófagos
	Scydmaenidae	Predadores
	Staphylinidae	Predadores
	Tenebrionidae	Saprófagos
Diptera	Bibionidae	Saprófagos
	Cecidomyiidae	Detritívoros
	Chironomidae	Saprófagos
	Mycetophilidae	Micetófagos
	Sciaridae	Micetófagos
	Agromizidae	Fitófagos
	Anthomyiidae	Fitófagos
	Asilidae	Predadores
	Carnidae	Detritívoros
	Chamaemyiidae	Predadores
	Chloropidae	Fitófagos
	Clusiidae	Saprófagos
	Dolichopodidae	Predadores
	Empididae	Predadores
	Ephydriidae	Fitófagos
	Miliichidae	Saprófagos
	Muscidae	Saprófagos
	Phoridae	Saprófagos
	Sarcophagidae	Saprófagos
	Sphaeroceridae	Saprófagos
Tachinidae	Parasitoides	
Tephritidae	Fitófagos	
Xylomyidae	Fitófagos	
Hymenoptera	Braconidae	Parasitoides
	Diapriidae	Parasitoides
	Dryinidae	Parasitoides
	Eupelmidae	Parasitoides
	Formicidae	No determinado pos. omnívora
	Ichneumonidae	Parasitoides
	Mymaridae	Parasitoides
	Platygasteridae	Parasitoides
	Pompilidae	Predadores
	Scelionidae	Parasitoides
Trichogrammatidae	Parasitoides	

4.8.1. Grupos Funcionales

La categoría trófica de los fitófagos presentó el mayor número de especies (Figura 186) y fue el segundo en abundancia (Figura 187). Los Detritívoros superaron en abundancia a los demás grupos, debido a la gran abundancia de Entomobryidae-01, sin embargo el número de especies presentes es relativamente pequeño (S = 10). Los parasitoides presentaron un elevado número de especies, pero aportan muy poca abundancia, en cambio los depredadores presentaron una cantidad importante tanto en el número de especies como en la abundancia en la comunidad de artrópodos.

Fig. 186. Distribución del número total de especies por categoría trófica.

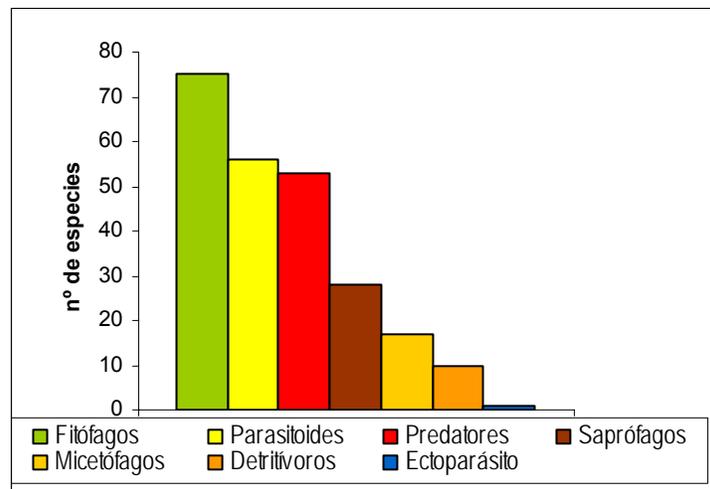
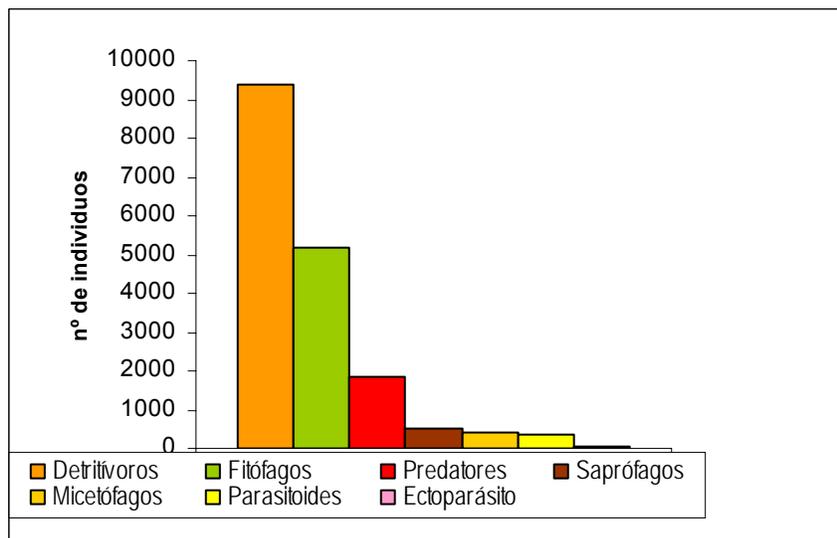


Fig. 187. Distribución de abundancias totales por categoría trófica



Se presenta los porcentajes del número de especies y los porcentajes de abundancia de todas las morfoespecies, de los Macroartrópodos y los Microartrópodos por categoría trófica para todos los muestreos (Anexo 3).

4.8.2. Variación temporal de los grupos funcionales.

En el presente análisis los grupos funcionales se encuentran agrupadas en Macroartrópodos y Microartrópodos y la variación temporal fue evaluada en función de la abundancia relativa del grupo funcional en cada muestreo (abundancia del grupo funcional/ abundancia total), para resaltar la importancia numérica del grupo funcional dentro de la comunidad. También se evalúa la abundancia absoluta, para verificar si se da la misma tendencia y el porcentaje del número de especies por grupo funcional y su variación temporal.

- Macroartrópodos:

Con relación al porcentaje de las especies fitófagas (Figura 188) presento el mismo patrón en ambas zonas, la disminución de especies después de la quema se dio en la Zona Quemada como en la Zona No Quemada. El porcentaje de especies depredadoras (Figura 189) antes de la quema para ambas zonas fue de 33 % en la Zona Quemada y 16 % en la Zona No Quemada, sin embargo después de la quema las especies depredadoras se incrementan en la Zona No Quemada hasta el último muestreo. Los saprófagos (Figura 190) también presentaron diferencias en los porcentajes de especies (Zona No Quemada superaba en 8% a la ZQ) antes de la quema, luego de esta perturbación ambas zonas fueron similares, pero a partir del muestreo de Diciembre no presentaron un patrón definido, sin embargo en el último muestreo muestran porcentajes muy cercanos. Los parasitoides (Figura 191) al inicio de la evaluación mostraron un mayor porcentaje de especies en la Zona No Quemada, pero a inicios de octubre la Zona Quemada presenta 21% frente a 9% de la Zona No Quemada, luego de la quema la Zona Quemada se incrementa a 23% y la Zona No Quemada a 16%, luego la Zona Quemada disminuye pero en los siguientes muestreos se nivela. Los micetófagos (Figura 192) al inicio fueron similares, cambiando ligeramente en el segundo muestreo a favor de la Zona No Quemada, sin embargo luego de la quema la ZQ incrementa su porcentaje de especies a 12%, es interesante observar en el mes más lluvioso (febrero) para la zona No Quemada se presenta el mayor porcentaje en el número de especies, sin embargo en la Zona Quemada esta variable disminuye mucho, esto sugiere que si bien hay un efecto positivo luego de la quema para este grupo funcional, el efecto negativo se da

con una demora de respuesta, al parecer al incorporar el efecto climático, especialmente una mayor precipitación. En los detritívoros (Figura 193) no se da un patrón definido.

Fig. 188 Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del grupo Funcional Fitófagos Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

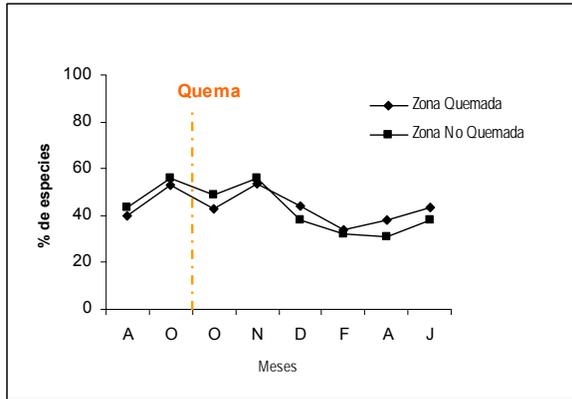


Fig. 189 Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del grupo Funcional Depredadores Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

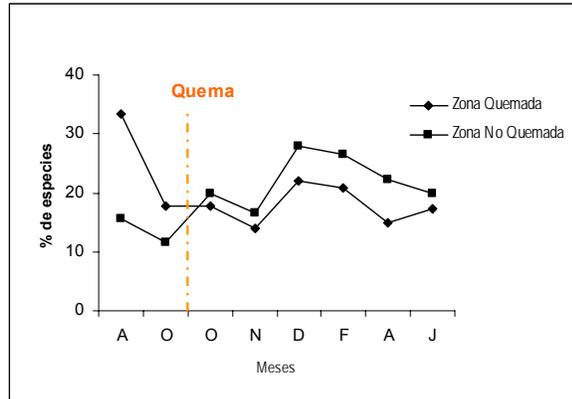


Fig. 190 Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del grupo Funcional Saprófagos Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

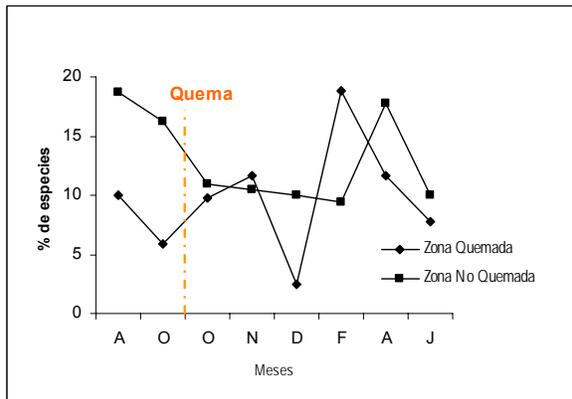


Fig. 191 Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del grupo Funcional Parasitoides Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

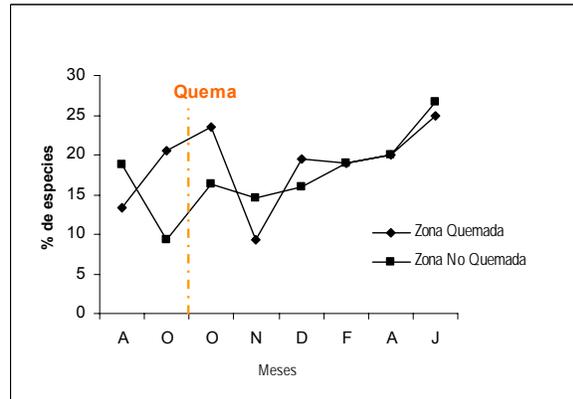


Fig. 192 Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del grupo Funcional Micetófagos Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

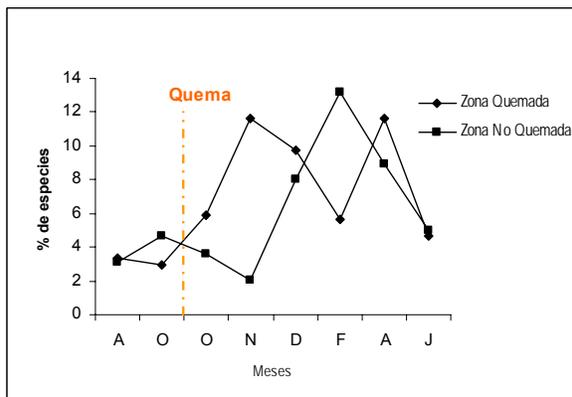
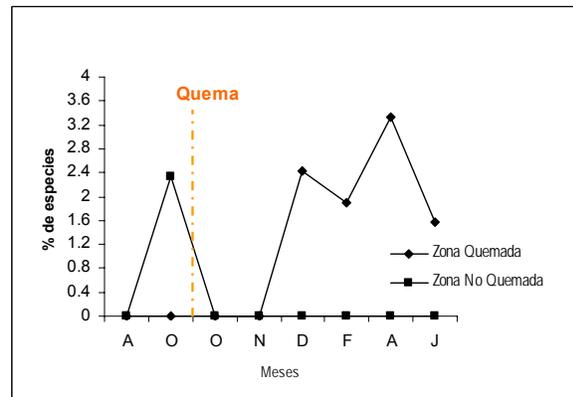


Fig. 193 Porcentajes del número de especies de Macroartrópodos del grupo Funcional Detritívoros Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



Con relación a las abundancias absolutas y relativas los fitófagos (Figura 194-195) tuvieron porcentajes de abundancia similares en Agosto-2001 pero a inicios de Octubre la Zona Quemada (ZQ) presento un mayor número, pero luego de la quema esta zona presento valores más bajos se vuelven similares en el mes de Diciembre-2001, probablemente porque en este mes se da la mayor cantidad de rebrotes de la vegetación en la Z.Q, esta similitud se mantiene hasta el ultimo muestreo (Junio-2002). En los depredadores (Figura 196-197) bajo el análisis de sus abundancias absolutas antes y después de la quema no se encuentran diferencias, luego varían demasiado, teniendo mayor abundancia la Zona No Quemada en los muestreos de Noviembre-2001 y Junio-2002, con respecto a los porcentajes de abundancia para ambas zonas empiezan teniendo los mismos porcentajes, luego de la quema la Z.Q presenta un mayor porcentaje sin embargo terminan siendo similares en los últimos muestreos, es decir, la proporción en la comunidad de este grupo funcional se mantiene. Los saprófagos (Figura 198-199) al analizar su abundancia absoluta antes de la quema presenta las mismas abundancias, luego de esta perturbación ambas parcelas se diferencian para igualarse en el muestreo de Diciembre-2001.

Los parasitoides (Figura 200-201) al analizar su abundancia absoluta antes de la quema presentan las mismas abundancias, luego de esta perturbación ambas parcelas siguen manteniendo su uniformidad, sin embargo luego fluctúan, sugiriendo una respuesta con demora de un mes a la quema, la cual es más notoria al aumentar la precipitación. Este comportamiento también se observa en la variable de los porcentajes de abundancia. En la estación seca ambas parcelas se vuelven similares, probablemente la precipitación es un efecto estacional que al sumarse al efecto quema, permite al grupo de los parasitoides en su abundancia ser un indicador de estas perturbaciones.

Los micetófagos (Fig. 202-203) al analizar su abundancia absoluta antes de la quema en el muestreo de Octubre-2001 presentan diferencias en sus abundancias, la Zona No Quemada presentó mayores abundancias, luego de esta perturbación ambas parcelas siguen manteniendo sus diferencias sin embargo la Z.Q incrementa sus valores, luego se presenta una variación sin patrones definidos. Los detritívoros (Fig. 204-205) debido a su presencia escasa en los muestreos, no presenta un patrón definido.

En resumen, la categoría trófica dominante en este grupo fueron los fitófagos, debido a que este nicho trófico aprovecha directamente la vegetación herbácea en el ecosistema de pastizales.

Fig. 194 Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Fitófagos Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

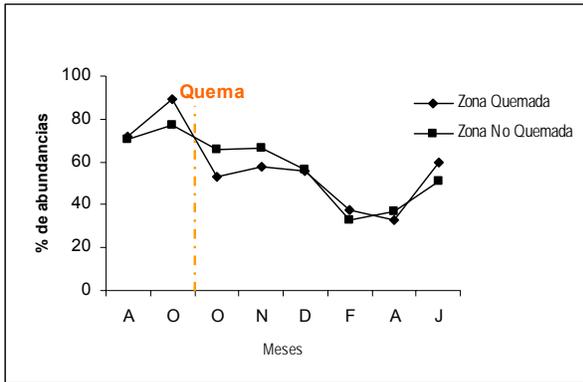


Fig. 195 Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

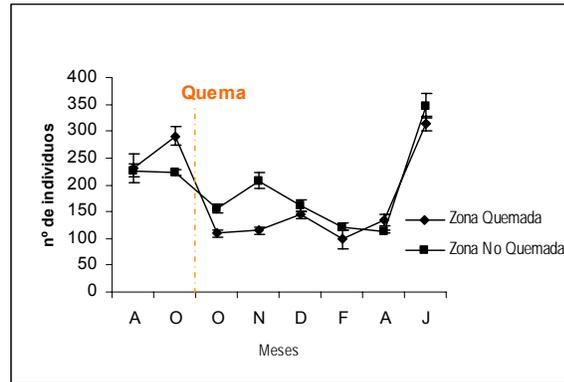


Fig. 196 Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

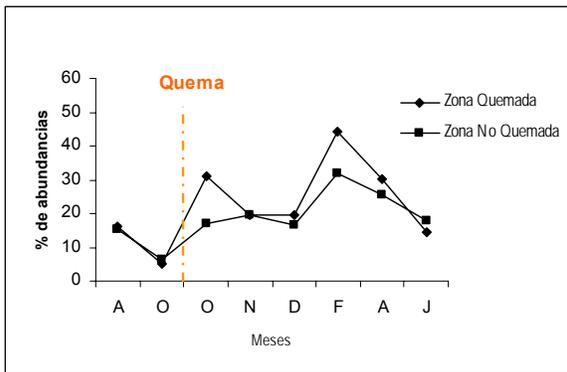


Fig. 197 Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

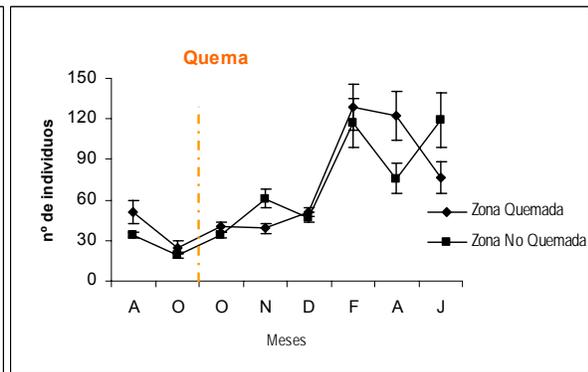


Fig. 198 Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Saprófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

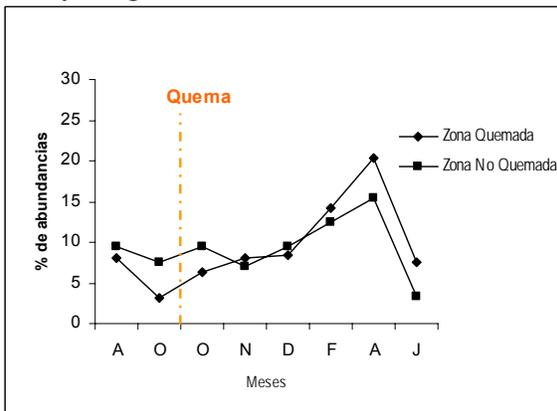


Fig. 199 Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Saprófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

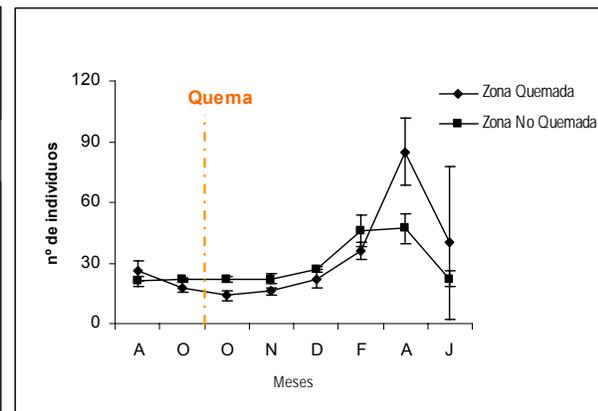


Fig. 200 Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Parasitoides. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

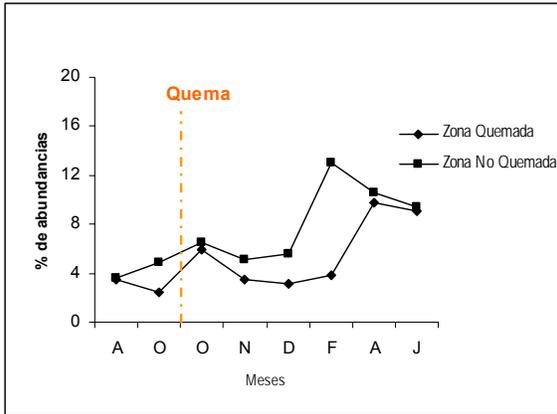


Fig. 201 Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Parasitoides. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

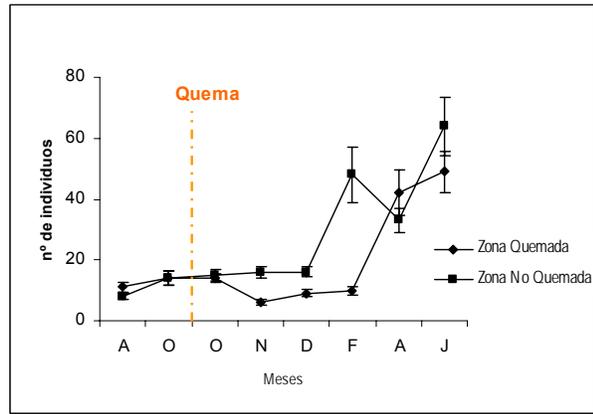


Fig. 202 Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Micetófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

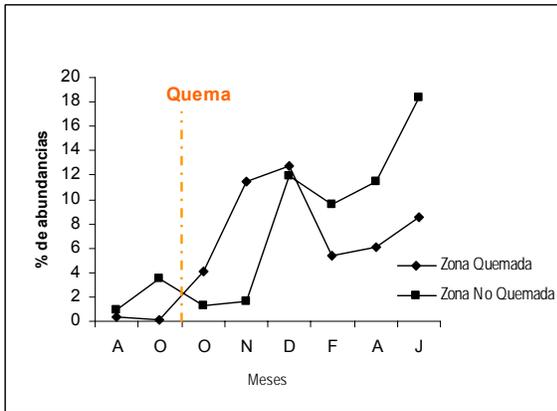


Fig. 203 Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Micetófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

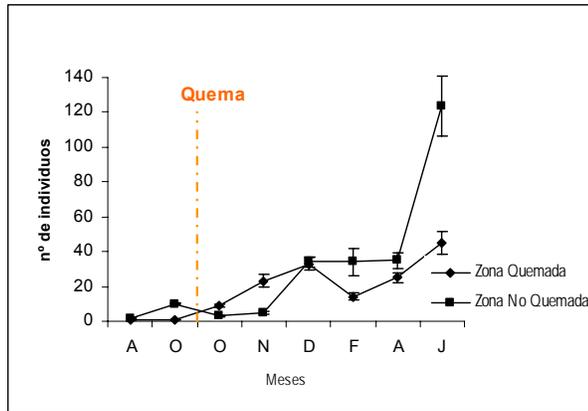


Fig. 204 Porcentajes de Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

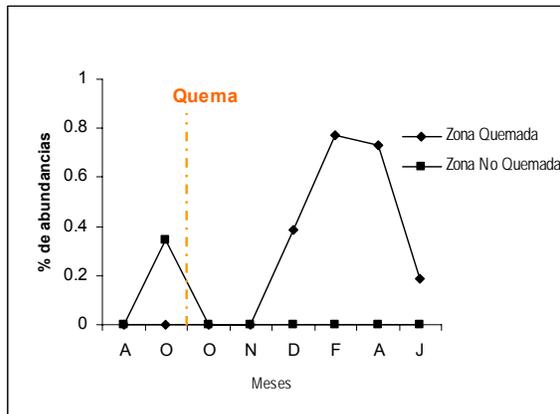
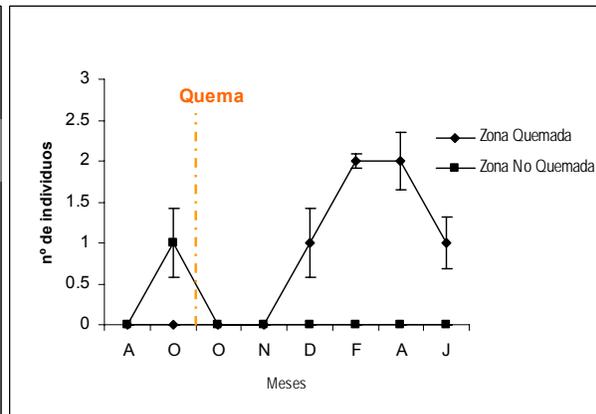


Fig. 205 Abundancia de Macroartrópodos del grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002



- Microartrópodos:

Con relación al porcentaje de especies detritívoras (Figura 206), antes de la quema fueron similares, sin embargo luego de esta perturbación la Zona No Quemada incremento el porcentaje del número de especies, luego varían a partir del mes de febrero incrementándose en la Zona Quemada. El porcentaje de especies fitófagas (Figura 207) antes de la quema fue igual, sin embargo luego de esta perturbación la Zona No Quemada (Z.N.Q) incremento el porcentaje del número de especies, luego varían a partir del mes de febrero incrementándose en la Zona Quemada, luego fluctúan volviéndose mayor en la Zona No Quemada. El porcentaje de especies depredadoras (Figura 208) antes de la quema permaneció igual, sin embargo luego de esta perturbación la Zona Quemada incremento el porcentaje del número de especies, luego se asemejan sin embargo en los siguientes muestreos fluctúan sin un patrón definido. Los ectoparásitos (Figura 209) presentan valores muy bajos por lo que no muestra un patrón definido.

Fig. 206 Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del grupo Funcional Detritívoros Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

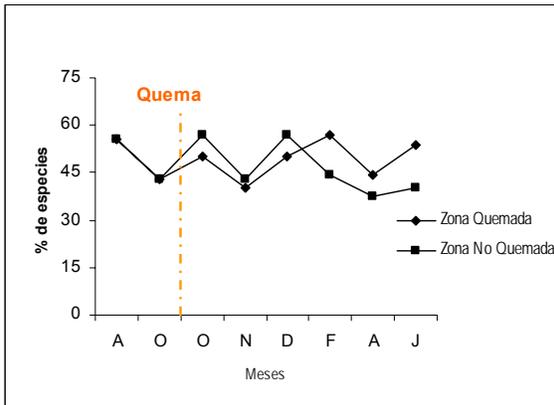


Fig. 207 Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del grupo Funcional Fitófagas Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

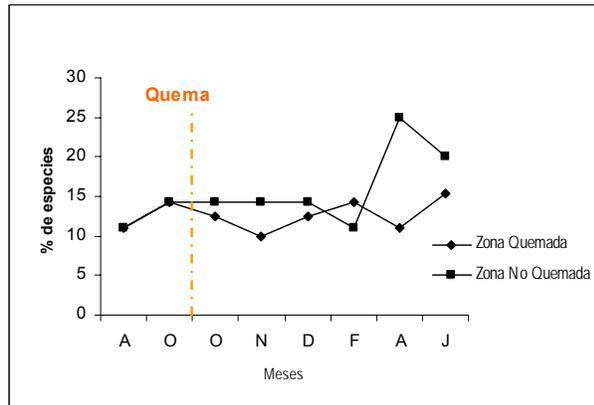


Fig. 208 Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del grupo Funcional Depredadores Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

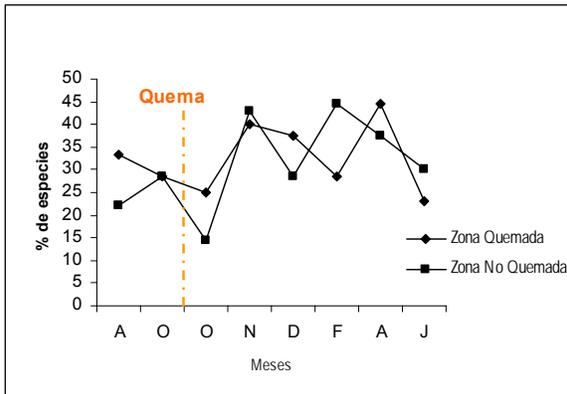
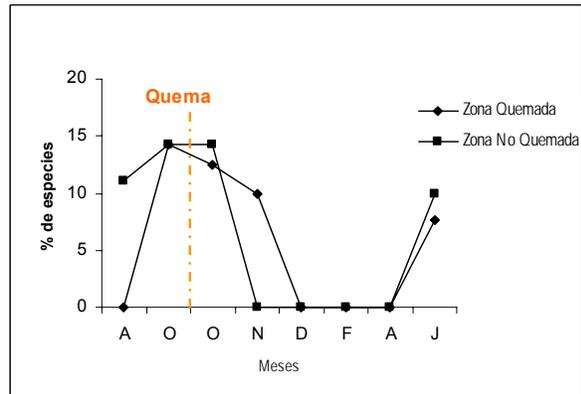


Fig. 209 Porcentajes del número de especies de Microartrópodos del grupo Funcional Ectoparásito Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.



Con relación a la abundancia absoluta y relativa los detritívoros (Figuras 210-211) tuvieron porcentajes de abundancia similares en Agosto-2001 y la Zona Quemada (ZQ) a inicios de Octubre fue ligeramente mayor, manteniéndose mayor luego de la quema. Aunque al comparar las abundancias absolutas se da otro comportamiento, antes de la quema la Zona Quemada presenta una mayor abundancia disminuyendo luego, volviéndose iguales en el muestreo de Abril-2002. Los fitófagos (Figuras 212-213) al comparar las abundancias absolutas antes de la quema el muestreo de Agosto-2001 es similar entre ambas, en el siguiente muestreo la ZQ se incrementa frente a la Z.N.Q, después de la quema los fitófagos de esta zona disminuyen para luego nivelarse con la otra zona en el mes de Abril-2002. Los porcentajes de abundancia no muestran un patrón definido.

Los depredadores (Figuras 214-215) bajo el análisis de sus abundancias absolutas antes y después de la quema no se encuentran diferencias, luego solo varían teniendo una mayor abundancia la Zona Quemada en el muestreo de Noviembre-2001. Con respecto a los porcentajes de abundancia de los depredadores en la Zona Quemada se observa una respuesta inmediata al efecto de la quema incrementando su valor, hasta alcanzar el mayor ascenso en el mes de Noviembre, luego desciende gradualmente en los meses de diciembre y febrero, para después terminar siendo menor en los dos últimos muestreos, correspondientes a la época seca, al parecer la disminución de la precipitación genera un ligero efecto negativo en la Zona Quemada, que permite que regrese al comportamiento que tenía antes de la quema, lo contrario sucede con la abundancia que se incrementó en ambas zonas.

Los ectoparásitos (Figuras 216-217) han sido colectados de manera muy esporádica por lo tanto no presentan un patrón muy definido.

Fig. 210 Porcentajes de Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

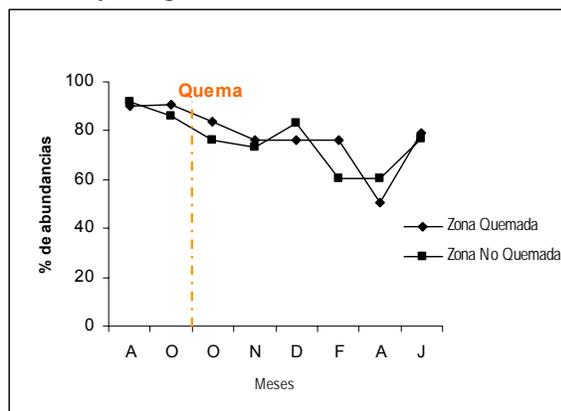


Fig. 211 Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Detritívoros. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

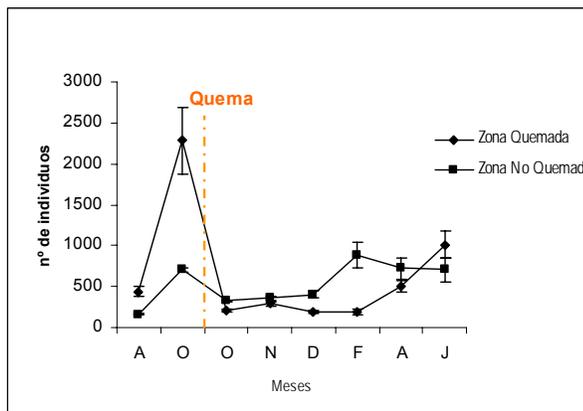


Fig. 212 Porcentajes de Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

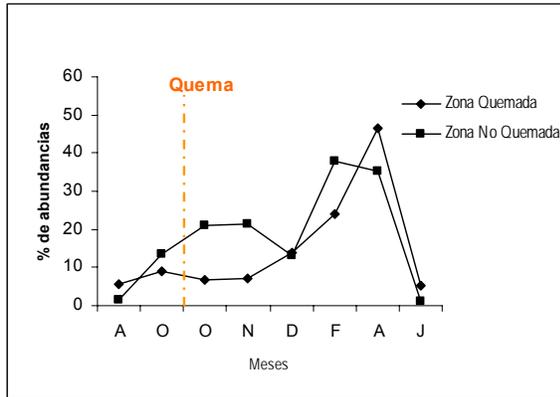


Fig. 213 Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Fitófagos. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

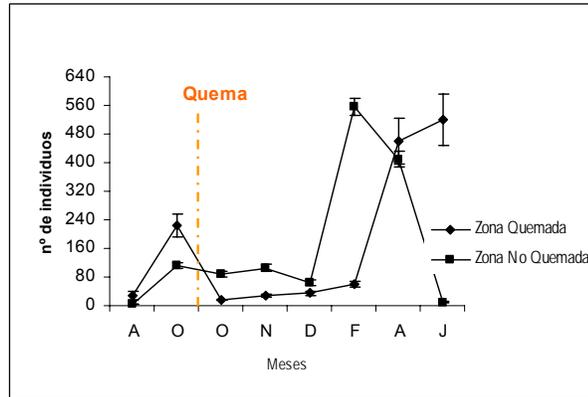


Fig. 214 Porcentajes de Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

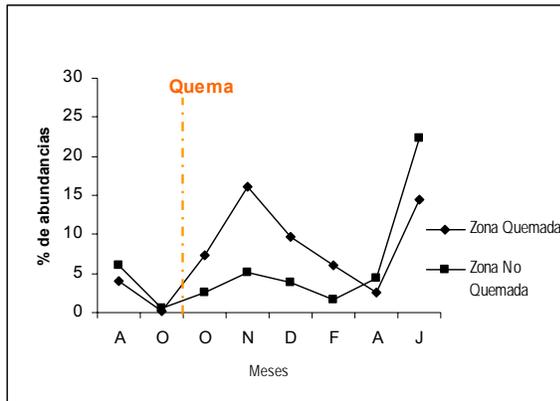


Fig. 215 Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Depredadores. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002

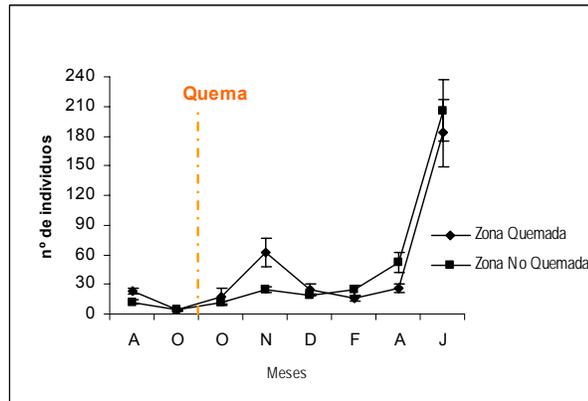


Fig. 216 Porcentajes de Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Ectoparásito. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002.

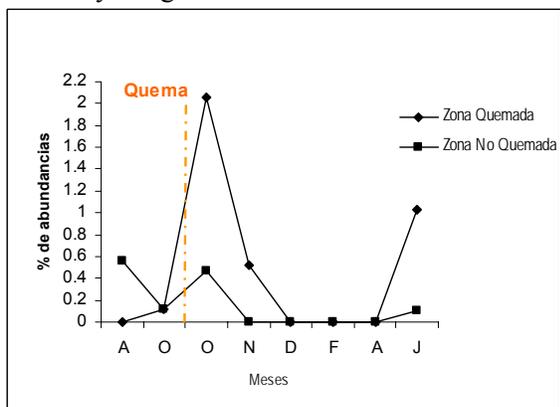
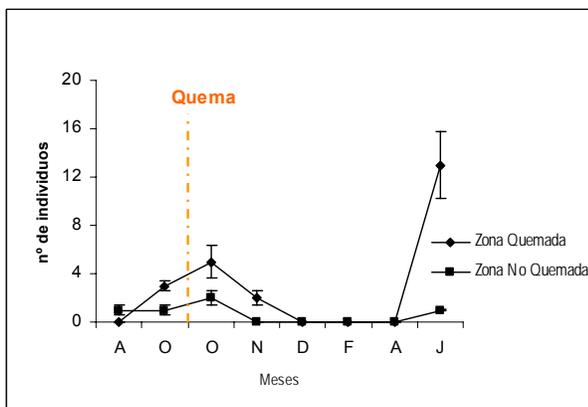


Fig. 217 Abundancia de Microartrópodos del grupo Funcional Ectoparásito. Pachacayo. Agosto 2001 a Junio 2002



En resumen, la categoría trófica dominante en este grupo fueron los detritívoros, debido a que el nicho trófico más exitoso en un ecosistema cuya vegetación herbácea se renueva cada año, es aquel capaz de aprovechar la abundante materia vegetal en estado de descomposición que se encuentra disponible.

4.10.3. Evolución de los grupos funcionales en cada muestreo

Se analizan las variaciones de todos los grupos funcionales íntegros para cada muestreo en la Zona Quemada (Z.Q) y la Zona No Quemada (Z.N.Q).

Se puede observar en el mes de Agosto-2001 (Figuras 218-219) que la Zona Quemada tiene un mayor porcentaje de detritívoros (55%) seguido por los fitófagos (32%), sin embargo en la Zona No Quemada estos dos grupos funcionales se presentan casi equitativamente los detritívoros (41%) y los fitófagos (40%), ambas zonas presentan un porcentaje similar de depredadores 9% y 11% respectivamente.

En el mes de Octubre-2001 antes de la quema (Figuras 220-221), la Zona Quemada presenta un mayor porcentaje de abundancia de los detritívoros (80%) seguida lejanamente por los fitófagos (18%). En la Zona No Quemada los detritívoros fueron los más abundantes, el porcentaje fue de 64%, sin embargo tuvo un mayor porcentaje de fitófagos (30%), los otros grupos presentaron valores demasiado bajos.

En el mes de Octubre-2001 después de la quema (Figuras 222-223), la Zona Quemada presentó 48% del porcentaje de detritívoros disminuyó casi la mitad, en cambio los fitófagos se incrementaron presentando un valor de 27% así como los depredadores (16%), comparándola con la Zona No Quemada el grupo de los detritívoros presentó los mismos porcentajes, sin embargo en esta zona se encuentran en mayor porcentaje fitófagos (37%) y un menor porcentaje de depredadores (8%). En ambas parcelas aunque en proporciones diferentes los fitófagos y los depredadores han aumentado.

En el mes de Noviembre-2001 (Figuras 224-225) en ambas zonas no se dan variaciones importantes manteniéndose la dominancia de los detritívoros en la Zona Quemada con 50% y en la Zona No Quemada con 45% seguidos por los fitófagos y luego los depredadores.

En el mes de Diciembre-2001 (Figuras 226-227) en la Zona Quemada si bien los detritívoros son los más abundantes (38%) se presenta en un menor porcentaje comparándosele con la Z.N.Q (52%), sin embargo es interesante resaltar el incremento de los fitófagos en la Z.Q (35%) frente a

la Z.N.Q (29%), esto tiene lógica debido a que en este mes la Zona Quemada presenta una mayor área con rebrotes de la vegetación luego de la quema.

En el mes de Febrero-2002 (Figura 228-229) para ambas zonas los detritívoros son los más abundantes (Z.Q: 38% y Z.N.Q: 48%), sin embargo en la Z.Q se da una disminución de los fitófagos (31%) y un incremento de los depredadores (26%), este grupo estaría regulando el incremento de los fitófagos por la demanda de oferta expresada en el mes de Diciembre-2001, en la Z.N.Q se da un incremento de los fitófagos (37%).

En el mes de Abril-2002 (Figuras 230-231) se dio una dominancia diferente en la Z.Q siendo los fitófagos los más abundantes (42%), los detritívoros (36%) con respecto al muestreo anterior no variaron pero los depredadores disminuyeron a 11%. La Z.N.Q mantuvo los porcentajes del muestreo de Febrero-2002. Al parecer los fitófagos se incrementaron demasiado en la Z.Q debido a que la vegetación (Figura 9) presentó la mayor estratificación en esa temporada en respuesta a las lluvias.

En el mes de Junio-2002 (Figuras 232-233) el grupo funcional predominante volvió a ser el detritívoro en la Z.Q este grupo se incremento en 20% es decir presento 56% de abundancia, los fitófagos disminuyeron a 21% y los depredadores se incrementaron a 14%. La Z.N.Q presento valores similares del grupo predominante detritívoro comparado al muestreo anterior, los fitófagos disminuyeron (22%) y los depredadores se incrementaron (20%). Comparando ambas zonas la Z.Q presenta un mayor porcentaje de detritívoros, porcentajes similares en el grupo funcional de los fitófagos y un ligero mayor porcentaje de depredadores en la Z.N.Q.

Fig. 218 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Agosto 2001. Zona Quemada.

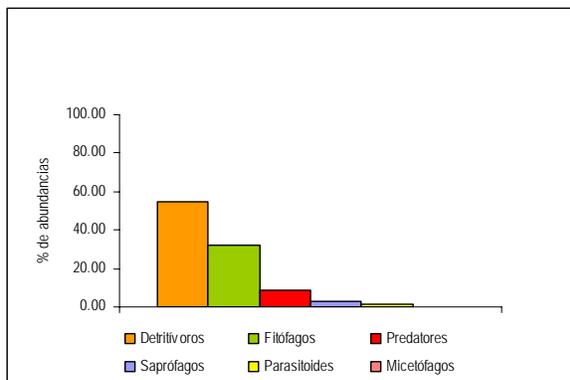


Fig. 219 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Agosto 2001. Zona No Quemada.

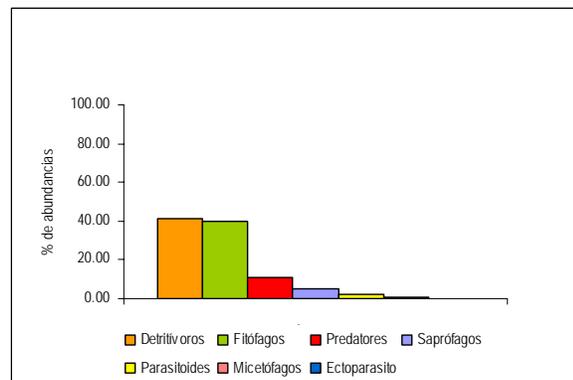


Fig. 220 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q). Zona Quemada.

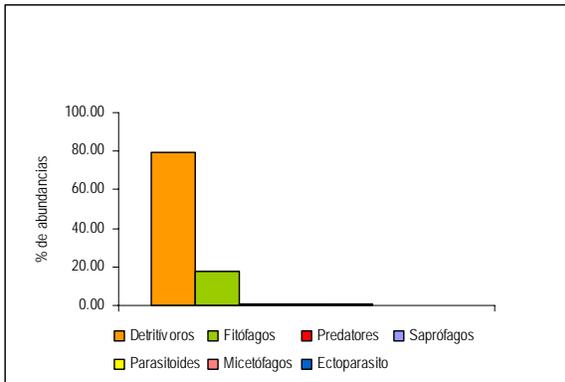


Fig. 221 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (a.q). Zona No Quemada.

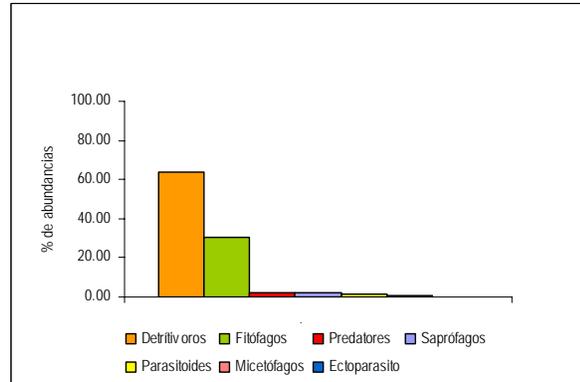


Fig. 222 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q). Zona Quemada.

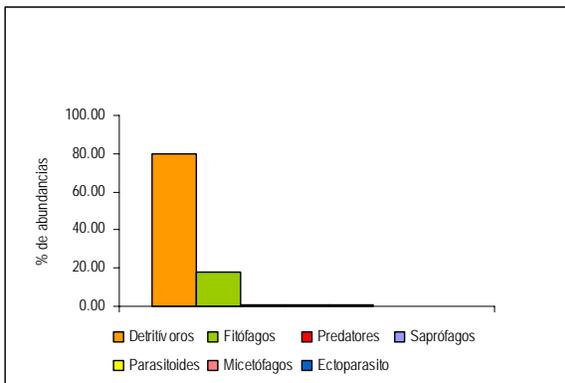


Fig. 223 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Octubre 2001 (d.q). Zona No Quemada.

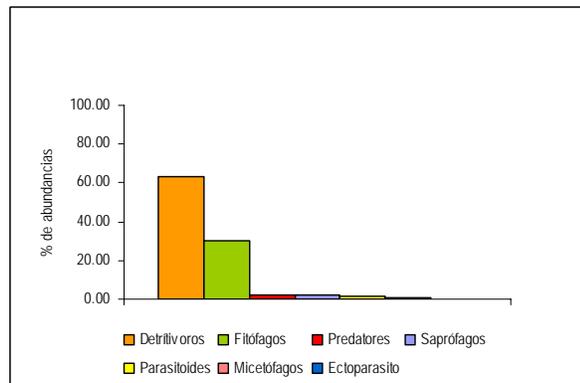


Fig. 224 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q). Zona Quemada.

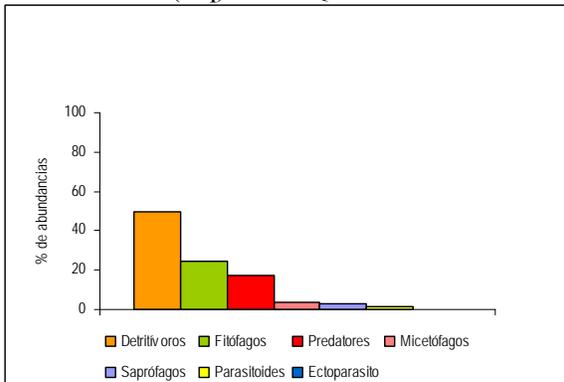


Fig. 225 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Noviembre 2001 (d.q). Zona No Quemada.

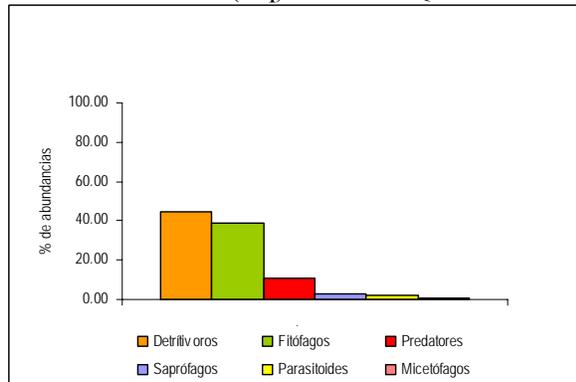


Fig. 226 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q). Zona Quemada.

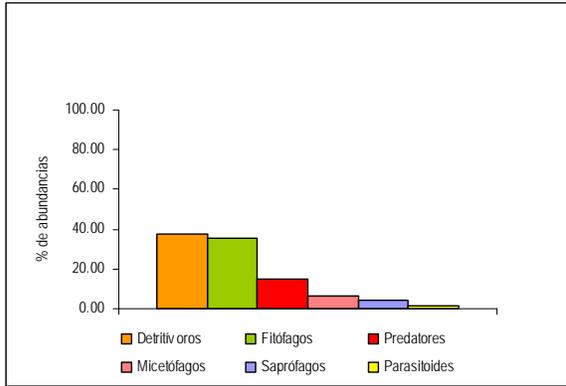


Fig. 227 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Diciembre 2001 (d.q). Zona No Quemada.

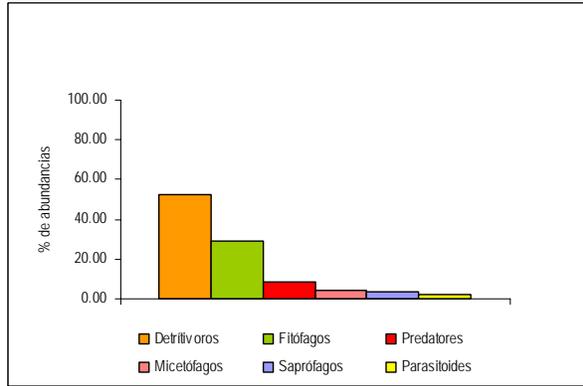


Fig. 228 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q). Zona Quemada.

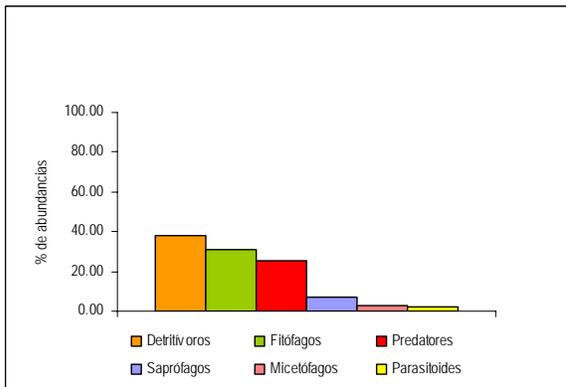


Fig. 229 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Febrero 2002 (d.q). Zona No Quemada.

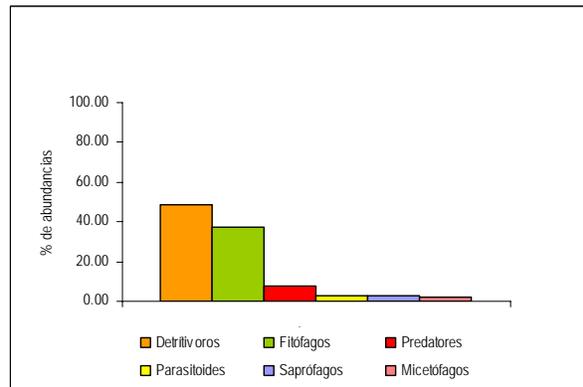


Fig. 230 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Abril 2002 (d.q). Zona Quemada.

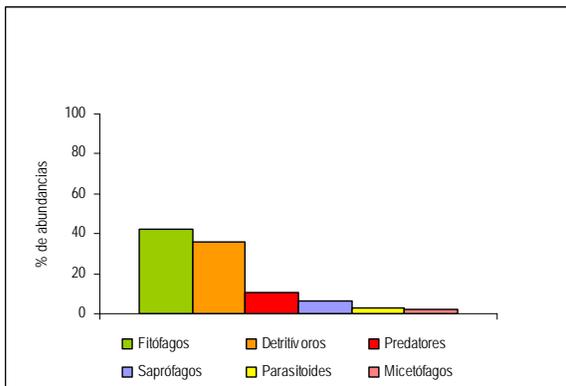


Fig. 231 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Abril 2002 (d.q). Zona No Quemada.

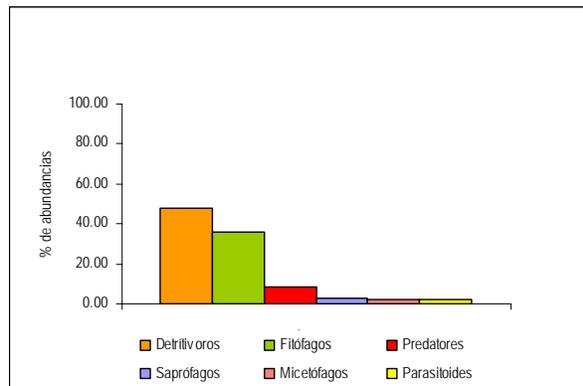


Fig. 232 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Junio 2002 (d.q). Zona Quemada.

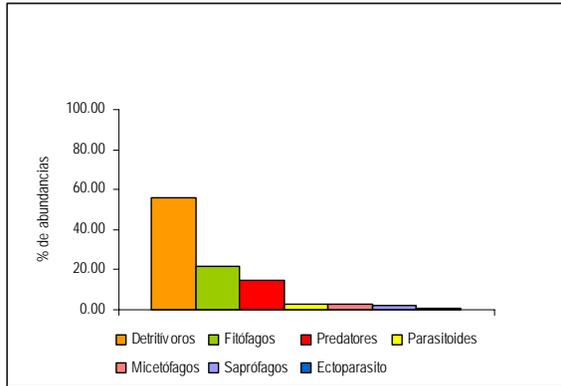
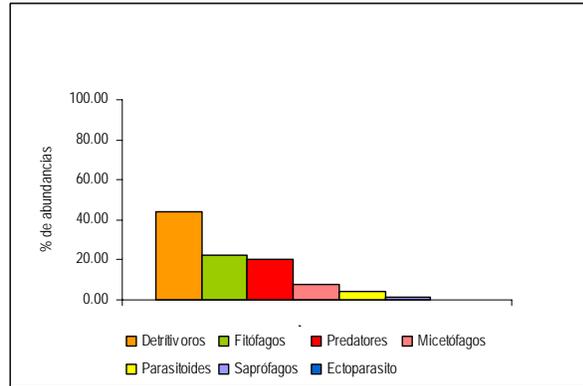


Fig. 233 Histograma de Porcentajes de Abundancia de Morfoespecies por grupo Funcional. Pachacayo. Junio 2002 (d.q). Zona No Quemada.



4.8.5. Discusión General

La caracterización del entorno mostró a la estratificación de la cobertura vegetal de la Zona Quemada recuperándose luego de la quema y nivelándose luego de 249 días, a diferencia de la Zona No Quemada en la cual se generó un crecimiento exponencial sugiriendo un regreso a su sucesión natural, propiciado por el cerco instalado en la zona de estudio. Definiendo a la sucesión como el proceso por el cual un ecosistema se auto-organiza, acumulando información que le permita mantenerse en el tiempo (Margalef, 1991). Con respecto a las variables climáticas la precipitación estuvo muy relacionada a la vegetación en especial a la diversidad de estratos y esta variable presentó una alta relación con la abundancia de la artropodofauna, con efectos negativos así como efectos positivos, observados en los grupos funcionales de los macroartrópodos parasitoides y los microartrópodos depredadores respectivamente. Además la precipitación mostró patrones interesantes con la diversidad de la artropodofauna para la Zona Quemada y la temperatura hizo lo mismo con la abundancia de la artropodofauna, la cual mostró comportamientos definidos con un rango óptimo de temperatura media mensual ligada a su actividad diaria y crecimientos explosivos con una demora de respuesta de tres meses a una temperatura de 11° C.

Al parecer la abundancia y la diversidad α promedio no mostraron un efecto debido a la quema, se refuerza la sugerencia de estar observando un efecto estacional, debido a que cuando se dieron cambios drásticos se dieron en ambas zonas, es decir se encontraron diferencias significativas en ambas zonas. Si bien la diversidad (excepto la diversidad gamma) no mostró comportamientos diferentes entre ambas zonas, esta variable permite visualizar procesos y patrones que se dan en la comunidad de la artropodofauna. Es así como la variación temporal de la composición,

abundancia, riqueza, equidad y las diversidades alfa promedio y gamma de la artropodofauna dan cuenta de un proceso de sucesión inducido por la estacionalidad durante el año de evaluación, solo que cada variable en la Zona Quemada requiere tiempos diferentes para volver a valores similares a la Zona No Quemada, observándose que estas diferencias se dan desde el mes de octubre en la riqueza y desde el mes de abril con respecto a la abundancia de la artropodofauna. Si embargo al analizar la diversidad gamma temporal luego de la quema se observa un incremento de la diversidad para ambas zonas. Además un cambio del patrón observado antes de la quema, los valores de diversidad en la Zona Quemada se sobreponen a los valores de la Zona No Quemada, lo cual sugiere que la quema esta incrementando ligeramente la diversidad, es decir, el efecto inicial de la quema fue elevar la diversidad con respecto a su nivel normal (comparada con la Zona No Quemada), efecto por el cual podemos considerarlo como una perturbación (Huston, 1994). Según Margalef (1991), si las perturbaciones no son frecuentes, pueden generar un proceso inverso de incremento de la diversidad, debido a que los efectos iniciales siguen un ajuste posterior que conduce a un aumento gradual de masa, disminución de la tasa de renovación y un aumento de la diversidad. Esta respuesta es reafirmada por Huston (1994) que manifiesta que las diversidades más altas ocurren a frecuencias intermedias de perturbación, mientras que las diversidades más bajas lo hacen a frecuencias muy bajas o muy altas de perturbación, se estaría asociando este ultimo comportamiento con los efectos estacionales, posiblemente generen una alta perturbación en la comunidad de los artrópodos. Además al evaluar la similitud de la comunidad de la artropodofauna, a nivel de su abundancia y su composición luego de la perturbación generada por la quema, se encontró que la quema no afectó la correlación entre ambas zonas, sin embargo algunos descensos en la correlación reforzarían el efecto estacional.

Otro efecto se estaría generando por el comportamiento poblacional de la morfoespecie más abundante Entomobryidae-01, la cual presentó un patrón o comportamiento espacial en la Zona Quemada muy diferente a la Zona No Quemada, con una preferencia espacial marcada que recuerda a una dinámica de refugios aunque solo se expresó en los meses correspondientes a condiciones climáticas difíciles, específicamente con la precipitación.

El efecto leve de la quema observado en la presente investigación puede deberse a alguna de los siguientes planteamientos o a la interacción de los mismos. El primer planteamiento es debido a la época en la cual se realizó la quema, sugiriendo que una quema controlada a favor del viento realizada a inicios de la época de lluvias no genera un impacto fuerte. El segundo planteamiento esta relacionado al tamaño de las parcelas, probablemente 900 m² es un área lo suficientemente

pequeña para ser colonizada rápidamente y no tener los efectos negativos que se estarían produciendo en una quema de grandes extensiones. El tercer planteamiento sugiere que la artropodofauna del ecosistema de la puna ha coexistido con el fuego, durante mucho tiempo. Por lo tanto como Huston (1994) indica los ecosistemas con frecuentes quemas tienden a exhibir al menos conspicuas respuestas ecológicas. En tales ecosistemas los patrones predominantes de la composición de especies y diversidad del paisaje no resulta de la variación en la frecuencia o en la intensidad del fuego, sino de la variación de las condiciones ambientales que influyen la productividad de la planta y de su tasa de desplazamiento y recuperación. En la presente investigación se ha podido observar este patrón en las diferentes variables evaluadas, es decir son las condiciones ambientales las que tienen un mayor efecto en la productividad de los pastizales y en la comunidad de artrópodos. El cuarto planteamiento es que se debió también evaluar a los artrópodos del estrato herbáceo, porque son los primeros afectados por la quema.

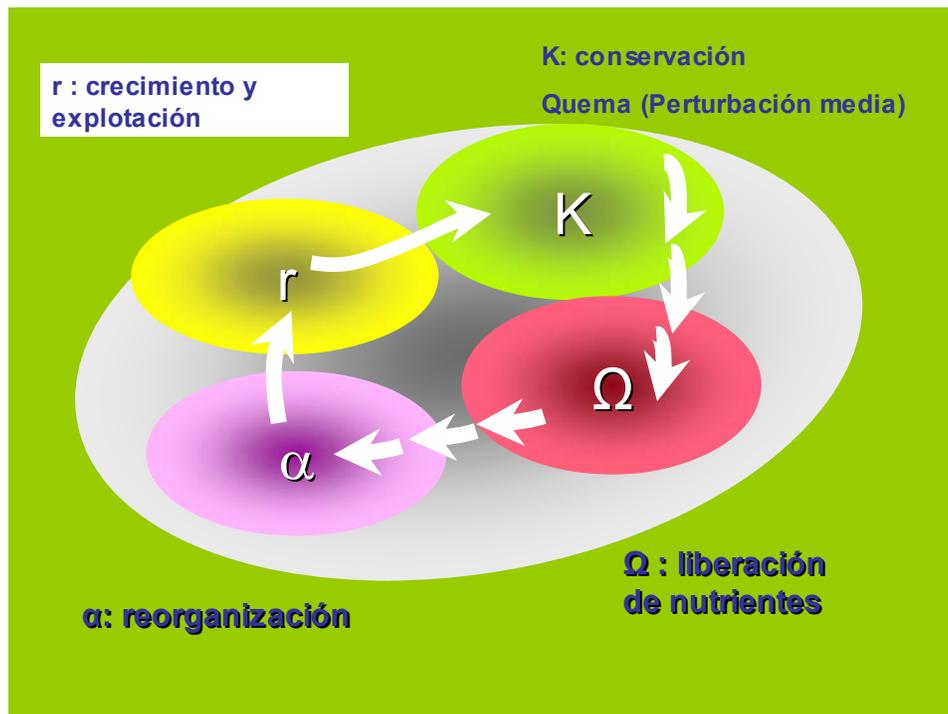
La respuesta de los ecosistemas frente a las perturbaciones está asociada al concepto de resiliencia. La sostenibilidad del sistema involucra el mantenimiento de la funcionalidad del mismo luego de una perturbación o el mantenimiento de los elementos necesarios para renovarlo o reorganizarlo, esta habilidad es denominada resiliencia (Walker, *et al.* 2002). Asimismo, en el contexto del manejo adaptativo, la resiliencia se define como la habilidad de un sistema para absorber cambio y variación sin saltar a un estado diferente donde las variables y procesos que controlan su estructura y comportamiento cambien súbitamente (Holling, 1996).

Considerando el concepto de manejo adaptativo se ha construido un modelo conceptual, tratando de interpretar el desarrollo de los procesos ecológicos de la unidad productiva de Pachacayo. Existe un ciclo adaptativo en el modelo correspondiendo a la escala local, el cual se puede explicar, debido a que se desarrolla sobre un ciclo anual, los otros ciclos (al nivel de microcuencas y regiones) requieren una mayor información para conocer el comportamiento de sus variables en las diferentes fases. Este ciclo presenta un proceso de crecimiento (r) y otro de acumulación estacional de biomasa vegetal (K). Parte de esta biomasa es retirada como consecuencia de la actividad ganadera, pero hay un excedente de biomasa seca. Debido a ello se emplea la quema del pastizal como mecanismo para retirarla, se da una liberación de nutrientes (fase Ω) y posiblemente se da una pérdida de estos nutrientes (fase α , flecha punteada), pero leve no drástica, por lo tanto se puede decir que en el caso de los artrópodos no se genera una alta pérdida de diversidad, por lo cual se sugiere que este comportamiento respalda el tercer planteamiento, posiblemente estos artrópodos tienen mucho tiempo co-existiendo con el fuego y

han desarrollado respuestas adaptativas, es decir, que este ciclo se cierra tan rápido que no afecta al sistema.

Sin embargo hay que considerar la frecuencia y la época en la que sea realiza la quema, además que la incorporación de la variable climática, la cual sumada a la quema cuando se dan condiciones climáticas adversas si pueden generar una gran disminución de la diversidad de los artrópodos.

Fig 234. Modelo conceptual para un ciclo adaptativo anual, en un ecosistema de pastizales en la sierra central perturbado con una quema controlada.



V. CONCLUSIONES

- Se registraron un total de 17 671 individuos distribuidos en 16 ordenes, 85 familias determinadas, 2 familias indet., 239 morfo(especies) y 7 grupos funcionales (categoría trófica).
- Un esfuerzo de 3 trampas por unidad muestral durante 72 horas se presenta como adecuado para medir la diversidad (H') de la artropodofauna en un ecosistema de pastizales.
- La comunidad de artropodofauna ha sido afectada de manera directa por la temperatura y fue afectada de manera indirecta por la precipitación, por su efecto directo en el hábitat. En especial se dio un efecto de la diversidad de estratos afecta la abundancia de la artropodofauna.
- La variación temporal de la composición, abundancia, riqueza, equidad y las diversidades alfa promedio y gamma de la artropodofauna dan cuenta de un proceso de sucesión inducido por la estacionalidad durante el año de evaluación, en la Zona Quemada la comunidad requiere un tiempo para volver a valores similares a la Zona No Quemada.
- Ambas zonas (Z.Q y Z.N.Q) presentaron diferencias significativas al comparar los parámetros de abundancia y diversidad de la artropodofauna antes y después de la quema, sugiriendo un posible efecto producido por la estacionalidad y no por la quema.
- La comunidad de la artropodofauna evaluada íntegramente se caracterizó por tener una composición específica típica para cada uno de las épocas y por el predominio de distribuciones de abundancia con Dominancias Marcadas en la mayoría de los muestreos. El análisis de la comunidad al nivel de macroartrópodos presentó un patrón diferente, mostrando que la Distribución Equitativa sería una condición asociada a alteraciones como la quema y la estacionalidad.

- La morfoespecie Entomobryidae-01 fue la más abundante, mostrando su población un comportamiento espacial definido para la Zona Quemada con una preferencia espacial marcada similar a una dinámica de refugios, expresado en los con mayor precipitación (febrero). En la Zona No Quemada no hubo un patrón definido, ni espacial ni temporal.

- La comparación entre la comunidad de artropodofauna entre la Zona Quemada y la Zona No Quemada evaluada en tres niveles de agrupación (Artropodofauna, Macroartrópodos y Microartrópodos, y Grupos Funcionales) no presentó diferencias después de la quema, sin embargo algunos descensos en la correlación sugerirían un efecto estacional.

- Entre los Macroartrópodos, los grupos funcionales que presentan patrones definidos de variación temporal y que deben ser incluidos en el seguimiento de los efectos de la quema, han sido los parasitoides -abundancia absoluta y relativa-.

- Entre los Microartrópodos, los grupos funcionales que presentan patrones definidos de variación temporal y que deben ser incluidos en el seguimiento de los efectos de la quema, los depredadores -abundancia relativa-.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar los cambios en la composición, abundancias y diversidades (α , γ , β) a través del tiempo de la artropodofauna, en campo sometidos a quemas como parte de su manejo y a la escala en la que se da esta quema para llegar a tener una mejor comprensión de su comportamiento bajo condiciones reales.
- Realizar un seguimiento de los cambios en la abundancia absoluta y relativa de los grupos funcionales que han sido señaladas como indicadores potenciales en la presente investigación.
- Ampliar los conocimientos sobre Entomobryidae-01, investigando su ciclo vital y su dinámica poblacional.
- Ampliar el conocimiento de los hábitos alimenticios y la dinámica poblacional de las especies encontradas.
- Realizar estudios en la artropodofauna evaluando el efecto de la quema con diferentes metodologías de captura, especialmente trampas de intersección.
- Realizar estudios en la artropodofauna evaluando el efecto de la interacción quema y pastoreo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ABBOTT, I., BURBIDGE, T., STREHLOW, K., MELLICAN, A. and WILLS, A. Logging and burning impacts on cockroaches, crickets and grasshoppers, and spiders in Jarrah forest, Western Australia. *Forest Ecology and Management*, 174: 383-399, 2003.

AIBAR Abregú, Paola Lucía. Variación horizontal, vertical y temporal de la diversidad y composición de la comunidad de mariposas del Tambopata Research Center, Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. Tesis (Bióloga). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias. 2003. 79 p.

ARGOTE Quispe, Gregorio Fructuoso. Respuesta de la producción primaria, composición florística y valor nutritivo de pastizales dominados por *Calamagrostis antoniana* y *Festuca dolichophylla* a la quema prescrita frontal. Tesis (Mg. Sc. Producción Animal). Lima, Perú.. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. 1999. 67 p.

ARNETT, Ross H. *American Insects. A handbook of the insects of America north of Mexico.* New York, Van Nostrand Reinhold company. 1985. 850 p.

AUSDEN, M. *Invertebrates.* En: SUTHERLAND, W. *Ecological Census Techniques a handbook.* Cambridge University Press. 1996. 139-177.

BARRIENTOS, José A. *Bases para un curso práctico de Entomología.* Barcelona, Editado por Asociación española de Entomología. 1988. 754 p.

BARRIENTOS, José A. *II Curso práctico de Aracnología.* Murcia, Grupo ibérico de Aracnología. 2004. 754 p.

BAKER, Edward W. and WHARTON, G.W. *An Introduction to ACAROLOGY.* New York, The Macmillan Company, 1964. 465 p.

BESS, E.C., PARMENTER, R.R., McCOY, S. and MOLLES, M.C. Responses of a Riparian Forest-Floor Arthropod Community to Wildfire in the Middle Rio Grande Valley, New Mexico. *Environmental Entomology*, 31(5): 774-784, 2002.

BORROR, D., TRIPLETON, C. and JOHNSON, N.F. An Introduction to the study of insects. New York, Saunders College Publishing, 1989. 809 p.

CAMPBELL, A. J. The Effects of Prescribed Burning on Surface Active Invertebrate Fauna in Pine and Eucalypt Forest Within the Australian Capital Territory. Unpubl. BSc. (Hons.) Thesis. Canberra ACT, Australia. Australian National University. 1973.

CEVALLOS, Gonzalo. Las tribus de los Himenópteros de España. Madrid, Instituto Español de Entomología. 1941. 421 p.

CROWSON, Roy A. The Biology of the Coleoptera. London, Academic Press Inc. 1981. 802 p.

CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization). The insects of Australia. Victoria, Melbourne University Press, 1973, 1029 p.

CHANCAYAURI Canales, Rocío Klelia. Dinámica de la Producción Primaria, Composición Florística y Valor Nutritivo de pastizales dominados por *Festuca dolichophylla* y *Calamagrostis vicunarum* en respuesta a la quema prescrita frontal. Tesis (Mg. Sc. Producción Animal). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia. 1999. 74 p.

DAVIC, R.D. Linking Keystone Species and Functional Groups: A New Operational Definition of the Keystone Species Concept. *Conservation Ecology*, 7(1): r11. 2003.

DENNIS, P., YOUNG, M.R., HOWARD, C.L. and GORDON, I.J. The response of epigeal beetles (Col:Carabidae, Staphylinidae) to varied grazing regimes on spatial *Nardus stricta* grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 34: 433-443, 1997.

DESENDER, K. Illustrated key to the genera of ground and tiger beetles of Galapagos (Coleoptera, Carabidae). Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (Entomologie), 71: 257-271. 2001.

DERRAIK, J.G., CLOSS, G.P., DICKINSON, K.J.M., SIRVID, P., BARRAT B.I.P. and PATRICK, B.H. Arthropod morphospecies versus taxonomic species: a case study with Araneae, Coleoptera and Lepidoptera. Conservation Biology, 16(4): 1015 – 1023, 2002.

DE VRIES, P.J. Stratification of fruti feeding nymphalid butterflies in a Costa Rica rainforest. Journal of Research on the Lepidoptera, 26 (1-4): 98-108. 1988.

DOUROJEANNI, M. J. Entomología y recursos naturales. Revista peruana de Entomología, 29: 1-6. 1987.

DRITSCHILO, W and ERWIN, T. Responses in abundance and diversity of cornfield carabid communities to differences in farm practices. Ecology, 63 (4): 900-904, 1982.

DUNCAN, R., KNAPP, R. y CLINTON, M. Bioestadística. México D.F., Nueva Editorial Interamericana S.A., 1978. 165 p.

ERWIN, T. Natural history of the carabid beetles at the BIOLAT Biological Station, Río Manu, Pakitza, Perú. Revista Peruana de Entomología, 33: 1-85. 1991.

ESTRADA J. Evaluación poblacional de insectos fitófagos en pastos asociados de trébol (*Trifolium repens* L.) y rye grass (*Lolium perenne*). En: Resúmenes de investigación en pastos y forrajes de la región sur peruana. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Proyecto Alpacas. 1989.

FINNAMORE, A.T. The advantages of using arthropods for ecosystem management. Abrief prepared on behalf of the Biological Survey of Canada. 1-11. 1996.

FLORES, A. Los Pastizales en el Perú. Revista del INIA, 1(3): 15. 1989.

FLOREZ, A., SEGURA, M y GROSS, H. Efecto de la quema sobre pastizales naturales altos andinos. Programa de Forrajes. UNALM. Boletín técnico, 13: 1-18, 1972.

GERSCHMAN DE PIKELIN, B.S. and SCHIAPELLI, R.D. Llave para la determinación de familias de arañas argentinas. PHYSIS, XXIV(67): 43-72, 1963.

GIST, C.S. and CROSSLEY, D.A. A method for quantifying pitfall trapping. Contribution from the Easter Deciduous Forest Biome, 109: 951-952, 1973.

GIRALDO Mendoza, Alfredo Edgardo. Análisis de los patrones de variación espacio-temporal de las poblaciones de coleópteros en la Reserva Nacional de Lachay durante el periodo 1998-2001. Tesis (Biólogo). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias. 2002. 254 p.

GIRALDO, A. y ARELLANO, G. Equivalencia entre series temporales de diversidad para dos niveles taxonómicos. Revista Ecología Aplicada, 1(1): 43-50. 2002.

GOUSSARD, Jean-Jacques. Diagnostico ecológico de una microcuenca andina. Huancayo, Instituto Regional de Ecología Andina. 1989. 309 p.

GREENSLADE, P.J.M. Pitfall trapping as a method for studying populations of carabidae. Journal of Animal Ecology, 33: 301-310. 1964.

GRIMM, V. and WISELL, C. Babel, or the ecological stability discussions: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. Oecología, 109: 323-334, 1997.

HAIR, J. Medida de la Diversidad Ecológica. En: RODRIGUEZ, R. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Wildlife Society. 1987. 283-289.

HALSALL, N. and WRATTEN, S. The efficiency of pitfall trapping for polyphagous predatory Carabidae. Ecological Entomology, 13: 293-299, 1988.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. and RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis [en línea] Palaeontología Electrónica. 2001.4(1): <9pp. http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm> [consulta: 22 junio 2006]

HANULA, J and WADE, D. Influence of long-term dormant-season burning and fire exclusion on ground-dwelling arthropod populations in longleaf pine flatswoods ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 175 : 163-184, 2003.

HEYWARD, F and TISSOT, A. Some changes in the soil fauna associated with forest fires in the longleaf pine region. *Ecology*, 17: 659-666, 1936.

HOLLING, C.S. Surprise for science, resilience for ecosystems, and incentives for people. *Ecological Applications*, 6(3): 733-735.1996.

HOLLING, C.S., FOLKE, C., GUNDERSON, L and MALER, K-G. Proyecto “Resilience of Ecosystems, Economic systems and Institutions”. En: The Resilience Alliance. Case Statement – July 2000. Reporte Final. The John D. and Catherine T. Mac Arthur Foundation.

HUNTZINGER, M. Effects of fire management practices on butterfly diversity in the forested western United States. *Biological Conservation*, 113: 1-12. 2003.

HUSTON, Michael. *Biological diversity the coexistence of species in changing landscapes*. Cambridge University Press. 1994. 681 p.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). *Manual de Pastos Nativos del Parque Nacional Huascarán*. Lima, INRENA. PROFONAMPE, 2002, 199 p.

JIMÉNEZ- VALVERDE, A y HORTAL, J. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8(31-XII): 151-161. 2003.

KREBS, Charles J. *Ecological Methodology*. University of British Columbia. Harper Collins Publishers. 1989. 654 p.

LOZA, A. L. y APAZA, A. Amplitud depredadora y preferencia de presa en tres especies de carábidos (Coleoptera) del altiplano de Puno, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 42: 73-78, 2001.

LOZA, A. y BRAVO, R. Poblaciones de carábidos (Coleoptera) en agroecosistemas del altiplano peruano. *Revista Peruana de Entomología*, 42: 79-87, 2001.

MAGURRAN, Anne. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Bangor, Ediciones Vedra S.A. 1998. 200 p.

MANI, Mahadeva S. *Ecology and biogeography of high altitude insects*. Dr. Junk N. V. Publishers – The Hague. 1968.

MARGALEF, Ramón. *Ecología*. Barcelona-España, Ediciones Omega S.A. 1977. 951 p.

MARGALEF, Ramón. Reflexiones sobre la diversidad y significado de su expresión cuantitativa. *Diversidad biológica*: 105-114. 1991.

MCALPINE, J.F., PETERSON, B.V., SHEWELL, G.E., TESKEY, H.J., VOCKEROTH, J.R. and WOOD, D.M. *Manual of Nearctic Diptera*. Canada, Research Branch Agricultura Canada, 1981. 124 p.

McARDLE, B.H., GASTON, K.J. and LAWTON, J.H. Variation in the size of animal populations patterns, problems and artifacts. *Journal of Animal Ecology*, 59: 439-454, 1990.

NAI-BREGAGLIO, M., PUCHETA, E. y CABIDO, M. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75: 613-623, 2002.

NAVARRETE-HEREDIA, J.L., NEWTON, A.F., THAYER, M.K., A., ASHE, J.S. y CHANDLER, D.S. Guía ilustrada para los géneros de staphylinidae (Coleoptera) de México. México, Universidad de Guadalajara y CONABIO, 2002. 395 p.

NARANJO, L. G y CHACÓN, P. Diversidad de insectos y aves insectívoras de Sotobosque en hábitats perturbados de selva lluviosa. CALDASIA, 19(3): 507-520, 1997.

NELLE, P. J., REESE, K. P and CONNELLY, J.W. Long-term effects of fire on sage grouse habitat. Journal of Range Management, 53: 586-591, 2000.

NEUMANN, F.G. and TOLHURST, K. Effects of fuel reduction burning on epigeal arthropods and earthworms in dry sclerophyll eucalypt forest of west-central Victoria. Australian Journal of Ecology, 16: 315-330, 1991.

NIEMELA, J., HALME, E. and HAILA, Y. Balancing sampling effort in pitfall trapping of carabid beetles. Entomologica Fennica, 21(XII): 233-239, 1990.

NOLI, C. La quema de pastos naturales. Revista del INIAA, 4(13): 36. 1992.

NOONAN, G. South American species of the subgenus *Anisotarsus* Chaudoir (genus *Notiobia* Perty: Carabidae: Coleoptera). Part I: Taxonomy and Natural History. Contributions in Biology and Geology, 44: 1-84. 1981a.

NOONAN, G. South American species of the subgenus *Anisotarsus* Chaudoir (genus *Notiobia* Perty: Carabidae: Coleoptera). Part II: Evolution and Biogeography. Contributions in Biology and Geology, 45: 1-117. 1981b.

NORRIS, Peta and CONROY, Brian. Fire ecology of soil and leaf litter invertebrates. [en línea] Conference proceedings. Australian Bushfire Conference, Albury, July 1999. <<http://www.csu.edu.au/special/bushfire99/papers/norris/>> [consulta: 20 julio 2006]

ODUM, Eugene. La Diversidad como función del flujo de energía. En: Conceptos unificadores en ecología. España, Edit. Blume. 1980. 397 p.

ODUM, Eugene. Ecología. México, Nueva Editorial Interamericana. 1984. 639 p.

OLIVER, I. and BEATTIE A. A Possible Method for the Rapid Assessment of Biodiversity. *Conservation Biology*, 7(3): 562-568, 1993.

OLIVER, I. and BEATTIE, A. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation Biology*, 10(1): 99-109, 1996.

ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la SAIS “Túpac Amaru”. Lima, ONERN. 1976. 284 p.

PANZER, R. and SCHWARTZ, M. Effects of management on prairie insect species richness within a system of small highly fragmented reserves. *Biological Conservation*, 96: 363-369, 2000.

PEARSON, D and CASSOLA, F. Worl-Wide Species Richness Patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicador Taxon for Biodiversity and Conservation Studies. *Conservation Biology*, 6: 376-391, 1992.

PIMM, S.L. The complexity and stability of ecosystems. *Nature*, 307: 321-326. 1984.

RAMÍREZ, D. A., SÁNCHEZ, E. y QUINTEROS, Z. El muestreo como herramienta en el monitoreo de la diversidad y la cobertura vegetal de la Loma “Morro Quemado” Reserva Nacional de Paracas, Pisco - Perú. *Arnaldoa*, 7(1-2): 49-64, 2000.

RAMÍREZ, D. A., PÉREZ, D.H., SÁNCHEZ, E y ARELLANO, G. Esfuerzo de muestreo para la evaluación de la diversidad colectada en pit-fall en la Reserva Nacional de Lachay – Perú. *Revista Ecología Aplicada*, 1(1): 37-42, 2003.

ROIG-JUÑENT, S. y DOMÍNGUEZ, M.C. Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 549-571, 2001.

SALA, O. E., OESTERHELD, M., LEÓN, R.J.C y SORIANO, A. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetatio*, 67: 27-32, 1986.

SANCHEZ, E. VII. Acerca del estado de conservación de los bofedales. En: *Evaluación Ambiental de Bofedales del área del proyecto de Minas Conga. Informe Final. FDA-Yanacocha*. 2005, pp 352.

SCHULZE, C.H., LINSENMAIR, K.E. and FIEDLER, K. Understorey versus canopy: patterns of vertical stratification and diversity among Lepidoptera in a Bornean rain forest. *Plant Ecology*, 153: 133-152, 2001.

SOBERÓN, J. and LOEVINSOHN, M. Patterns of variations in the numbers of animal populations and the biological foundations of Taylor's law of the mean. *Oikos*, 48: 249-252, 1987.

STEEL, Robert y TORRIE, James. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. México, Mc Graw-Hill / Interamericana de México S.A., 1988. 622 p.

TAPIA, Mario y FLORES, Arturo. *Pastoreo y pastizales de los andes del sur del Perú*. Lima-Perú, Instituto Nacional de Investigación y Promoción agropecuaria. Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. 1984.

TAPIA, M.: Respuestas de Mario Tapia a J. Recharte y R. Hofstede. II Conferencia electrónica sobre usos sostenibles y Conservación del Ecosistema Páramo en los Andes. [en línea] <<http://www.condesan.org/paramos2/Jun02comentarioMT.htm2002>> [consulta: 20 julio 2006]

TAYLOR, L.R. and WOIWOD, I.P. Comparative synoptic dynamics I. Relationships between inter and intra-specific spatial and temporal variance/mean populations parameters. *Journal of Animal Ecology*, 51: 879-906, 1978.

TAYLOR, L.R., WOIWOD, I.P. and PERRY, J.N. The density-dependence of spatial behaviour and the rarity of randomness. *Journal of Animal Ecology*, 47: 383-406, 1978.

TAYLOR, L.R., WOIWOD, I.P. and PERRY, J.N. Variance and the large scale spatial of aphids, moths and birds. *Journal of Animal Ecology*, 49: 831-854, 1980.

TICONA C. Evaluación de insectos fitófagos en asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.). En: Resúmenes de investigación en pastos y forrajes de la región sur peruana. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Proyecto Alpacas. 1989.

TORI Maguiña, Wendy. Análisis de los patrones de variación espacio-temporal de las poblaciones de aves de la Reserva Nacional Lachay. Tesis para optar el título de Bióloga. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias. 2000. 127 p.

TORRES Vargas, Diana. Evaluación de la variación de las poblaciones microbianas bajo el efecto de una quema controlada en Champacancha-Pachacayo-SAIS Túpac Amaru. Tesis para optar el título de Bióloga. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias. 2004. 119 p.

VARGAS, O. Disturbios, patrones sucesionales y grupos funcionales de especie en la interpretación de matrices de paisaje en los páramos. *Perez-Arbelaezia*, 13: 73-79. 2002.

VIEJO, J. L. Biodiversidad y Paisaje. Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, Sf.

YABAR E. y BACA B. Algunos lepidópteros que atacan al “tarhui” (*Lupinus mutabilis*) en el Cusco. *Revista Peruana de Entomología*, 24(1): 81-85, 1981.

YORK, A. Long-term effects of frequent low-intensity burning on the abundance of litter-dwelling invertebrates in coastal blackbutt forests of southeastern Australia. *Journal of Insect Conservation*, 3: 191-199. 1999.

WALKER, B., CARPENTER, S., ANDERIES, J., ABEL, N., CUMMING, G., JANSSEN, M., LEBEL, L., NORBERG, J., PETERSON G. D. and PRITCHARD R. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. [online] *Conservation Ecology* 6(1): 14. 2002. <<http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>> [citado 20 de noviembre]

WARDLE, D.A., NICHOLSON, K.S., BONNER, K.I and YEATES, G.W. Effects of agricultural intensification on soil-associated arthropod population dynamics, community structure, diversity and temporal variability over a seven-year period. *Soil Biology and Biochemistry*, 31(12): 1691-1706, 1999.

WHELAN, R. J. Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. En: 'Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition. The Ecology of Fire. Cambridge University Press. 1995. 107-124.

WOLDA, H. Fluctuaciones estacionales de insectos en el trópico: Sphingidae. En: Mem. VI Congr. Soc. Colombiana Entomol. (1979, Cali, Colombia).1980 b, 11-58.

WOLDA. H. and F. W. FISK. Seasonality of tropical insects, II. Blattaria in Panama J. *Anim Ecol*, 50: 827-838, 1981.

WRIGHT, H and BAILEY, A. Fire Ecology. United States and Southern Canada. John Wiley & Sons. New York, 1982. 495 p.

ZAR, Jerrold H. Biostatistical Analysis. New Jersey, Prentice Hall. 1999. 450 p.

Anexos

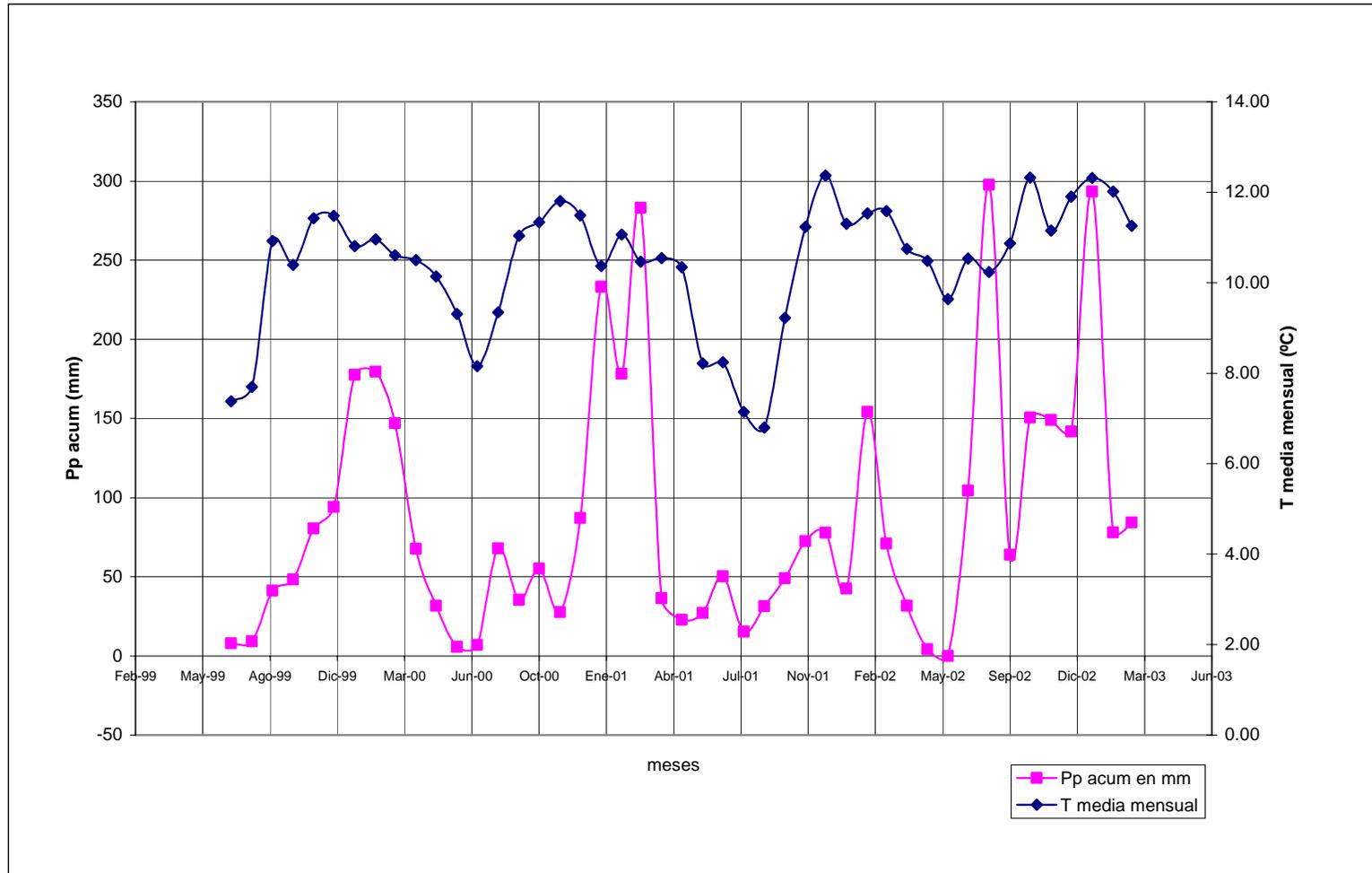
Anexo 1.- Ubicación geográfica de la zona de estudio. La flecha indica la posición de la Unidad Productiva Ganadera Pachacayo, específicamente la zona denominada Champacancha,



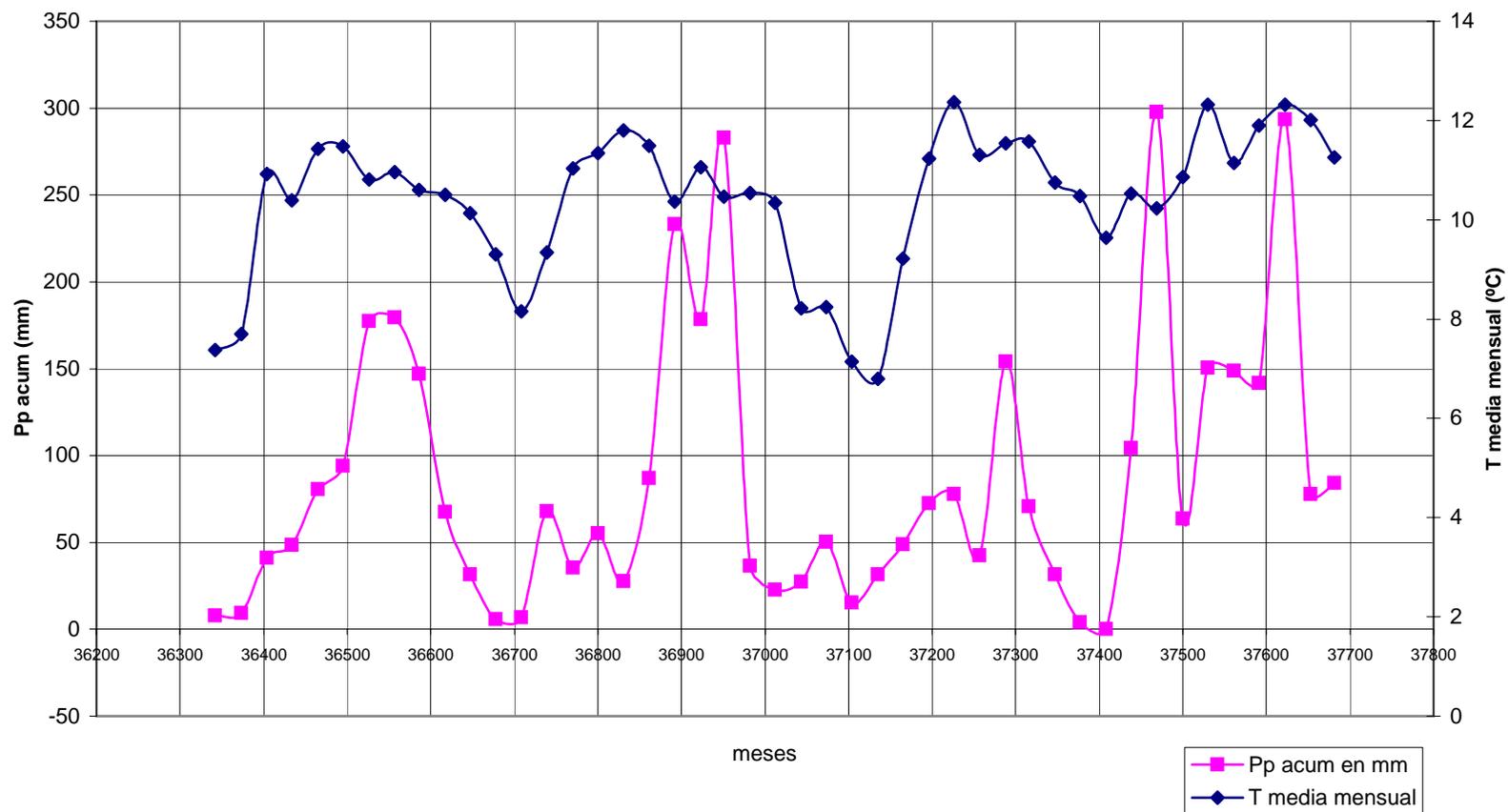
Anexo 2 Fluctuación de la Precipitación total mensual y la Temperatura media mensual. Distrito de Pachacayo. Prov. Jauja.

Latitud 11° 47' S, Longitud 75° 44' W, Altitud 3600 msnm.

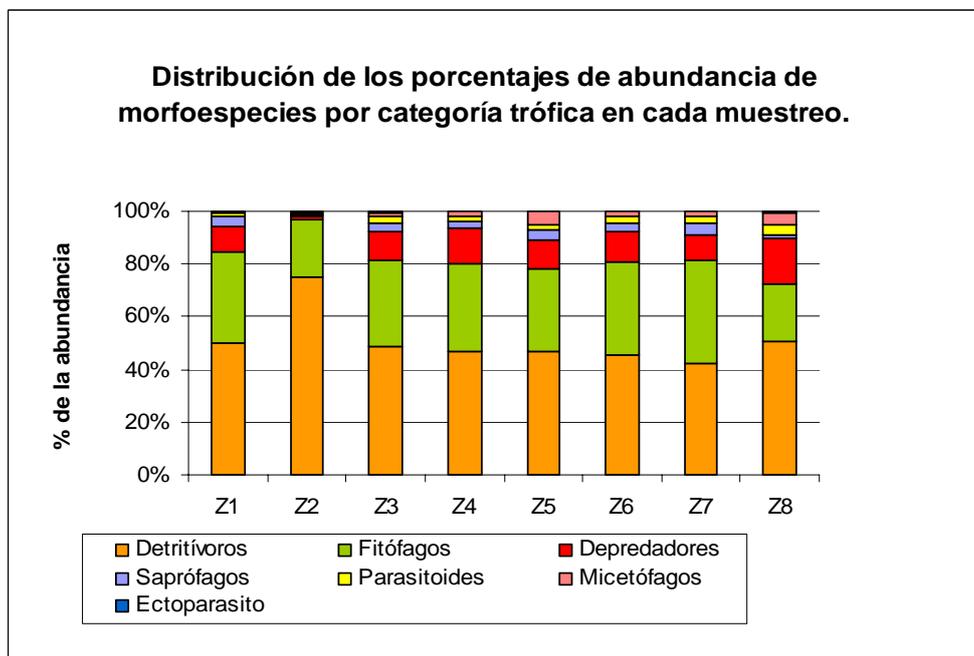
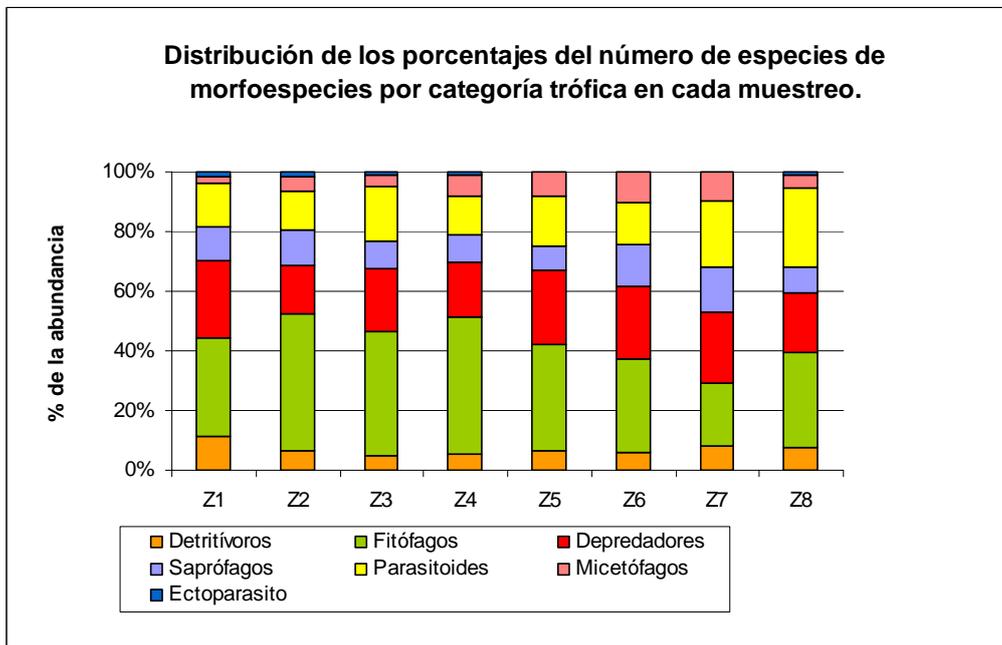
Durante Agosto de 1999 hasta Marzo de 2003



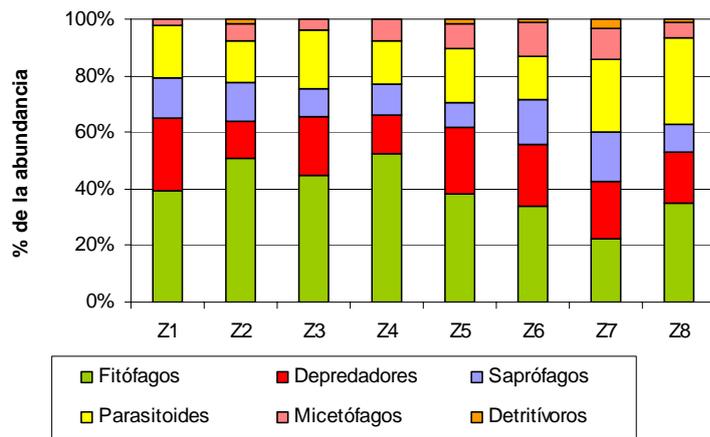
Anexo 2 Fluctuación de la Precipitación total mensual y la Temperatura media mensual. Distrito de Pachacayo. Prov. Jauja.
 Latitud 11° 47' S, Longitud 75° 44' W, Altitud 3600 msnm.
 Durante Agosto de 1999 hasta Marzo de 2003



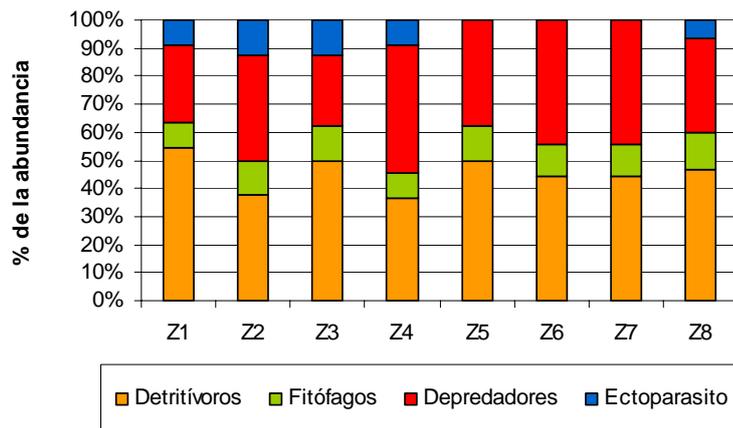
Anexo 3.- Porcentajes del número de especies y de la abundancia de todas las morfoespecies, de los Macroartrópodos y los Microartrópodos por categoría trófica para todos los muestreos



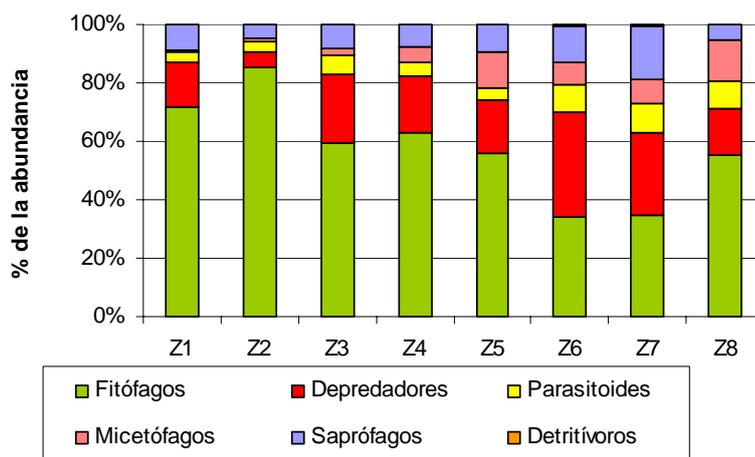
Distribución de los porcentajes del número de especies de Macroartrópodos por categoría trófica en cada muestreo.



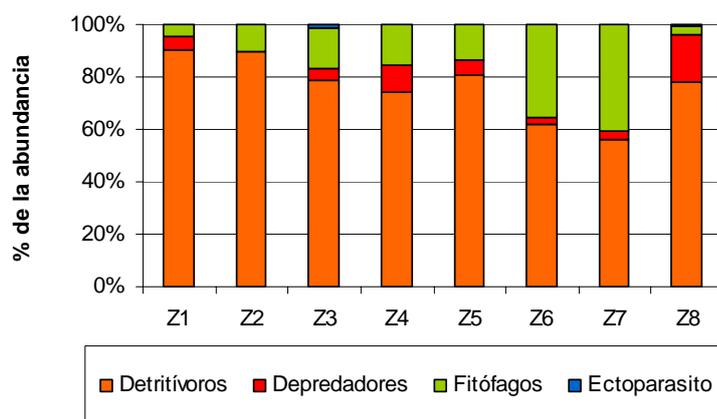
Distribución de los porcentajes del número de especies de Microartrópodos por categoría trófica en cada muestreo.



Distribución de los porcentajes de abundancia de Macroartrópodos por categoría trófica en cada muestreo.



Distribución de los porcentajes de abundancia de Microartrópodos por categoría trófica en cada muestreo.



Anexo 4. Resultados de la estratificación de la cobertura vegetal total y la diversidad de estratos (diversidad estructural) para ambas zonas.

Salidas	Fecha	Estratificación de la Cobertura vegetal total ZQ (cms)	Estratificación de la Cobertura vegetal total ZNQ (cms)	Estratificación de la Cobertura vegetal Promedio ZQ (cms)	Cobertura vegetal Promedio ZNQ (cms)	Diversidad estratos promedio ZQ	Diversidad estratos promedio ZNQ	Diversidad estratos gamma ZQ	Diversidad estratos gamma ZNQ
2	10-oct	1481	1856.05	67.32	84.37	2.64	3.08	5.24	5.64
3	26-oct	384.50	1772.50	17.48	80.57	1.35	2.99	3.86	5.56
4	9-nov	569.50	1676	25.89	76.18	1.63	3.10	4.17	5.61
5	17-dic	740	1594.5	33.64	72.48	1.96	2.68	4.53	5.41
7	6-abr	2033.5	2333	92.43	106.05	3.16	3.36	5.69	5.92
8	8-jun	1893.75	3201	86.08	145.50	3.01	3.80	5.59	6.21

Anexo 5. Resultados de la abundancia, equidad, riqueza, diversidad alfa promedio y diversidad gamma de la artropodofauna para ambas zonas.

Salidas	Fecha	Abundancia (n° de individuos) ZQ	Abundancia (n° de individuos) ZNQ	Equidad ZQ	Equidad ZNQ	Riqueza (n° de especies) ZQ	Riqueza (n° de especies) ZNQ	Diversidad gamma ZQ	Diversidad gamma ZNQ	Diversidad alfa prom. ZQ	Diversidad alfa prom. ZNQ
1	3-ago	811	471	0.54	0.68	39	41	2.84	3.66	2.44	3.19
2	10-oct	2865	1108	0.31	0.46	40	50	1.63	2.59	1.50	2.40
3	26-oct	429	652	0.75	0.62	59	61	4.39	3.70	3.71	3.29
4	9-nov	584	799	0.71	0.66	53	55	4.05	3.82	3.47	3.44
5	17-dic	507	774	0.73	0.57	49	57	4.10	3.30	3.60	3.06
6	9-feb	556	1831	0.67	0.47	55	61	3.86	2.78	3.08	2.66
7	6-abr	1400	1488	0.57	0.55	69	53	3.46	3.14	3.13	2.94
8	8-jun	1795	1600	0.57	0.59	73	70	3.50	3.63	3.16	3.36

Anexo 6: Fotografías mostrando la instalación de las trampas de caída, la realización de la quema controlada y la medición de estratos vegetales.

Foto 1. Punto de muestreo o unidad experimental N° 1 en la Zona Quemada. Mes de Noviembre 2001. Trampas de caída instaladas.



Foto 2. Punto de muestreo o unidad experimental N° 1 en la Zona Quemada. Mes de Noviembre 2001. Trampas de caída instaladas.



Foto 3. Quema controlada a favor del viento, realizada en el mes de Octubre de 2001.



Foto 4. Cuadrante instalado en el punto de muestreo N° 2 en la Zona No Quemada, Mes de Abril 2002, para la medición de los estratos vegetales.

