

Validación de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de AngloAmerican Quellaveco S.A.: Componentes Flora y Fauna silvestre

Informe Final - Resultados de las evaluaciones de flora y
fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca



Mayo, 2016

Contenido

Capítulo I. Resultados de las evaluaciones del componente de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda 13

I. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda..... 14

1.1.	Componente: FLORA SILVESTRE	14
1.1.1.	Metodología de muestreo en campo.....	14
1.1.2.	Resultados del Componente Flora silvestre.....	17
1.1.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)	17
a)	Composición florística.....	17
b)	Curva de acumulación de especies	21
c)	Índices de diversidad	22
d)	Gráficos de similitud para la ZO	23
1.1.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época húmeda (2015)	24
a)	Composición florística.....	24
b)	Curva de acumulación de especies	27
c)	Índices de diversidad	28
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	29
1.2.	Componente: AVIFAUNA	30
1.2.1.	Metodología de muestreo en campo.....	30
1.2.2.	Resultados del Componente Avifauna	33
1.2.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)	33
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	33
b)	Curva de acumulación de especies	37
c)	Índices de diversidad	38
d)	Gráficos de similitud para la ZO	39
1.2.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015	41
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	41
b)	Curva de acumulación de especies	44
c)	Índices de diversidad	45
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	46
1.3.	Componente: MAMÍFEROS.....	48

1.3.1.	Metodología de muestreo en campo.....	48
1.3.2.	Resultados del Componente Mamíferos.....	51
1.3.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015.....	51
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	51
b)	Índices de diversidad	54
c)	Gráficos de similitud para la ZO	55
1.3.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015.....	56
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	56
b)	Índices de diversidad	59
c)	Gráficos de similitud para la ZAA.....	60
1.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	61
1.4.1.	Metodología de muestreo en campo.....	61
1.4.2.	Resultados del Componente Herpetofauna.....	64
1.4.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015.....	64
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	64
b)	Índices de diversidad	66
c)	Gráficos de similitud para la ZO	67
1.4.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015.....	68
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	68
b)	Índices de diversidad	69
c)	Gráficos de similitud para la ZAA	70
Capítulo II. Resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre 2015 - época seca.		71
II. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época seca		72
2.1.	Componente: FLORA SILVESTRE	72
2.1.1.	Metodología de muestreo en campo.....	72
2.1.2.	Resultados del Componente Flora silvestre.....	75
2.1.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)	75
a)	Composición florística.....	75
b)	Curva de acumulación de especies	79
c)	Índices de diversidad	80

d)	Gráficos de similitud para la ZO	81
2.1.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época seca (2015)	82
a)	Composición florística.....	82
b)	Curva de acumulación de especies	86
c)	Índices de diversidad	87
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	88
2.2.	Componente: AVIFAUNA	89
2.2.1.	Metodología de muestreo en campo.....	89
2.2.2.	Resultados del Componente Avifauna	92
2.2.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)	92
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	92
b)	Curva de acumulación de especies	96
c)	Índices de diversidad	97
d)	Gráficos de similitud para la ZO	98
2.2.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015	100
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	100
b)	Curva de acumulación de especies	104
c)	Índices de diversidad	105
d)	Gráficos de similitud para la ZAA	106
2.3.	Componente: MAMÍFEROS.....	108
2.3.1.	Metodología de muestreo en campo.....	108
2.3.2.	Resultados del Componente Mamíferos.....	111
2.3.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015	111
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	111
b)	Índices de diversidad	114
c)	Gráficos de similitud para la ZO	115
2.3.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015	116
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	116
b)	Índices de diversidad	119
c)	Gráficos de similitud para la ZAA	120
2.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	121
2.4.1.	Metodología de muestreo en campo.....	121

2.4.2.	Resultados del Componente Herpetofauna.....	124
2.4.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015.....	124
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	124
b)	Índices de diversidad	126
c)	Gráficos de similitud para la ZO	127
2.4.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015	128
a)	Riqueza y abundancia de especies.....	128
Capítulo III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca		130
III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca.....		131
3.1.	Flora silvestre	131
3.1.1.	Conclusiones.....	131
3.2.	Avifauna	132
3.2.1.	Conclusiones.....	132
3.2.2.	Recomendaciones:	134
3.3.	Mamíferos.....	134
3.3.1.	Conclusiones.....	134
3.4.	Herpetofauna.....	136
3.4.1.	Conclusiones.....	136

Listado de Cuadros

<i>Cuadro 1. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	22
<i>Cuadro 2. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	22
<i>Cuadro 3. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	28
<i>Cuadro 4. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i> ...	28
<i>Cuadro 5. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	38
<i>Cuadro 6. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	38
<i>Cuadro 7. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	45
<i>Cuadro 8. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	45
<i>Cuadro 9. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	54
<i>Cuadro 10. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	54
<i>Cuadro 11. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	59
<i>Cuadro 12. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	59
<i>Cuadro 13. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	66
<i>Cuadro 14. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i> ...	66
<i>Cuadro 15. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	69
<i>Cuadro 16. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i> .	69
<i>Cuadro 17. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	80
<i>Cuadro 18. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	80
<i>Cuadro 19. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	87
<i>Cuadro 20. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	87
<i>Cuadro 21. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	97
<i>Cuadro 22. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	97
<i>Cuadro 23. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	105
<i>Cuadro 24. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	105
<i>Cuadro 25. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	114
<i>Cuadro 26. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	114
<i>Cuadro 27. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	119
<i>Cuadro 28. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	119
<i>Cuadro 29. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	126

Cuadro 30. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZO (época seca 2015).....	126
--	-----

Listado de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015).....	15
Figura 2. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)	16
Figura 3. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época húmeda 2015)	17
Figura 4. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época húmeda 2015)	18
Figura 5. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015). 18	
Figura 6. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época húmeda 2015)	19
Figura 7. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)	19
Figura 8. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015)	20
Figura 9. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015)	21
Figura 10. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)	23
Figura 11. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre las localidades de la ZO (época húmeda 2015)	23
Figura 12. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época húmeda 2015)	24
Figura 13. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)	25
Figura 14. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época húmeda 2015)	25
Figura 15. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época húmeda 2015)	26
Figura 16. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)	26
Figura 17. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015)	27
Figura 18. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisitia) de la ZAA (época húmeda 2015).....	29
Figura 19. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard yMorisitia) de la ZAA (época húmeda 2015)	29
Figura 20. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)	31

<i>Figura 21. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)</i>	<i>32</i>
<i>Figura 22. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>33</i>
<i>Figura 23. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 24. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO(época húmeda 2015) ..</i>	<i>34</i>
<i>Figura 25. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>35</i>
<i>Figura 26. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>35</i>
<i>Figura 27. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 28. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>37</i>
<i>Figura 29. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 30. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>40</i>
<i>Figura 31. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	<i>41</i>
<i>Figura 32. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	<i>42</i>
<i>Figura 33. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015).....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 34. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	<i>43</i>
<i>Figura 35. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	<i>43</i>
<i>Figura 36. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015).....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 37. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	<i>44</i>
<i>Figura 38. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015).....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 39. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisítia y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	<i>47</i>
<i>Figura 40. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 41. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)</i>	<i>50</i>
<i>Figura 42. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>51</i>
<i>Figura 43. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>52</i>
<i>Figura 44. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>52</i>
<i>Figura 45. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>53</i>

<i>Figura 46. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	53
<i>Figura 47. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)</i>	55
<i>Figura 48. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	55
<i>Figura 49. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	56
<i>Figura 50. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	57
<i>Figura 51. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	57
<i>Figura 52. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	58
<i>Figura 53. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	58
<i>Figura 54. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	60
<i>Figura 55. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	60
<i>Figura 56. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)</i>	62
<i>Figura 57. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)</i>	63
<i>Figura 58. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)</i>	64
<i>Figura 59. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)</i>	64
<i>Figura 60. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)</i>	65
<i>Figura 61. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)</i>	65
<i>Figura 62. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)</i>	67
<i>Figura 63. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	67
<i>Figura 64. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	68
<i>Figura 65. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	68
<i>Figura 66. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)</i>	69
<i>Figura 67. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)</i>	70

<i>Figura 68. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)</i>	<i>70</i>
<i>Figura 69. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época seca 2015).....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 70. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	<i>74</i>
<i>Figura 71. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 72. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>76</i>
<i>Figura 73. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 74. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>77</i>
<i>Figura 75. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 76. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>78</i>
<i>Figura 77. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>79</i>
<i>Figura 78. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>81</i>
<i>Figura 79. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre las localidades de la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 80. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>82</i>
<i>Figura 81. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>83</i>
<i>Figura 82. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)...</i>	<i>83</i>
<i>Figura 83. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>84</i>
<i>Figura 84. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015).....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 85. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>85</i>
<i>Figura 86. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>86</i>
<i>Figura 87. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisitia) de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>88</i>
<i>Figura 88. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard y Morisitia) de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>88</i>
<i>Figura 89. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015).....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 90. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	<i>91</i>

<i>Figura 91. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>92</i>
<i>Figura 92. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>93</i>
<i>Figura 93. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>93</i>
<i>Figura 94. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015) .</i>	<i>94</i>
<i>Figura 95. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>94</i>
<i>Figura 96. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 97. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015).....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 98. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>98</i>
<i>Figura 99. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick entre localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>99</i>
<i>Figura 100. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época seca2015)</i>	<i>100</i>
<i>Figura 101. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época seca2015)</i>	<i>101</i>
<i>Figura 102. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca2015) ..</i>	<i>101</i>
<i>Figura 103. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca2015)</i>	<i>102</i>
<i>Figura 104. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca2015)</i>	<i>102</i>
<i>Figura 105. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca2015).....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 106. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015).....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 107. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca2015)</i>	<i>106</i>
<i>Figura 108. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisitia y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)</i>	<i>107</i>
<i>Figura 109. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época seca 2015).....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 110. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	<i>110</i>
<i>Figura 111. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>111</i>
<i>Figura 112. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>112</i>
<i>Figura 113. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>112</i>
<i>Figura 114. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>113</i>
<i>Figura 115. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por localidad en la ZO (época seca 2015)</i>	<i>113</i>
<i>Figura 116. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>115</i>
<i>Figura 117. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	<i>115</i>

<i>Figura 118. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época seca 2015)</i>	116
<i>Figura 119. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época seca 2015)</i>	116
<i>Figura 120. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época seca 2015)</i>	117
<i>Figura 121. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	117
<i>Figura 122. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	118
<i>Figura 123. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)</i>	120
<i>Figura 124. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)</i>	120
<i>Figura 125. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015)</i>	122
<i>Figura 126. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)</i>	123
<i>Figura 127. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)</i>	124
<i>Figura 128. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)</i>	124
<i>Figura 129. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)</i>	125
<i>Figura 130. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época seca 2015).</i>	125
<i>Figura 131. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)</i>	127
<i>Figura 132. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisitia) entre localidades de la ZO (época seca 2015)</i>	127
<i>Figura 133. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca 2015)</i>	128
<i>Figura 134. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)</i>	128
<i>Figura 135. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)</i>	129

**Capítulo I. Resultados de las evaluaciones del componente de
flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda**

I. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda

1.1. Componente: FLORA SILVESTRE

1.1.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de la época húmeda se realizó durante el 25 de marzo y 03 de abril, y del 07 al 12 de junio del 2015. La evaluación del componente vegetación se llevó a cabo durante el mes de marzo para la zona de operaciones y en el mes de junio para la zona de abastecimiento de agua. (E&E PERÚ S.A. 2015).

- **Descripción de la metodología de campo**

Para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad, se establecieron 120 transectos de 50 m utilizando la metodología de Punto – intersección (Mostacedo y Fredericksen 2000). En cada transecto fueron evaluados 50 puntos, cada punto distanciado por 1 m. En cada punto se colocó una varilla de 1 mm de diámetro y se tomó en cuenta las especies que tuvieron contacto con la varilla y las veces que estas la tocaban (Mostacedo y Fredericksen 2000). Para cada transecto se registró datos de ubicación geográfica y altitud con un equipo de posicionamiento global (GPS). Así también, se realizó un inventario florístico mediante la recolecta de especímenes en el área de estudio, desde los 2000 hasta los 4700 msnm. Los procedimientos de recolecta y prensado fueron realizados empleando las metodologías recomendadas por Cerrate (1969), para cada una de ellas se anotó la forma de crecimiento que presentaba según Whitaker (1975) (hierba, arbusto, sufrútice, etc.) (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

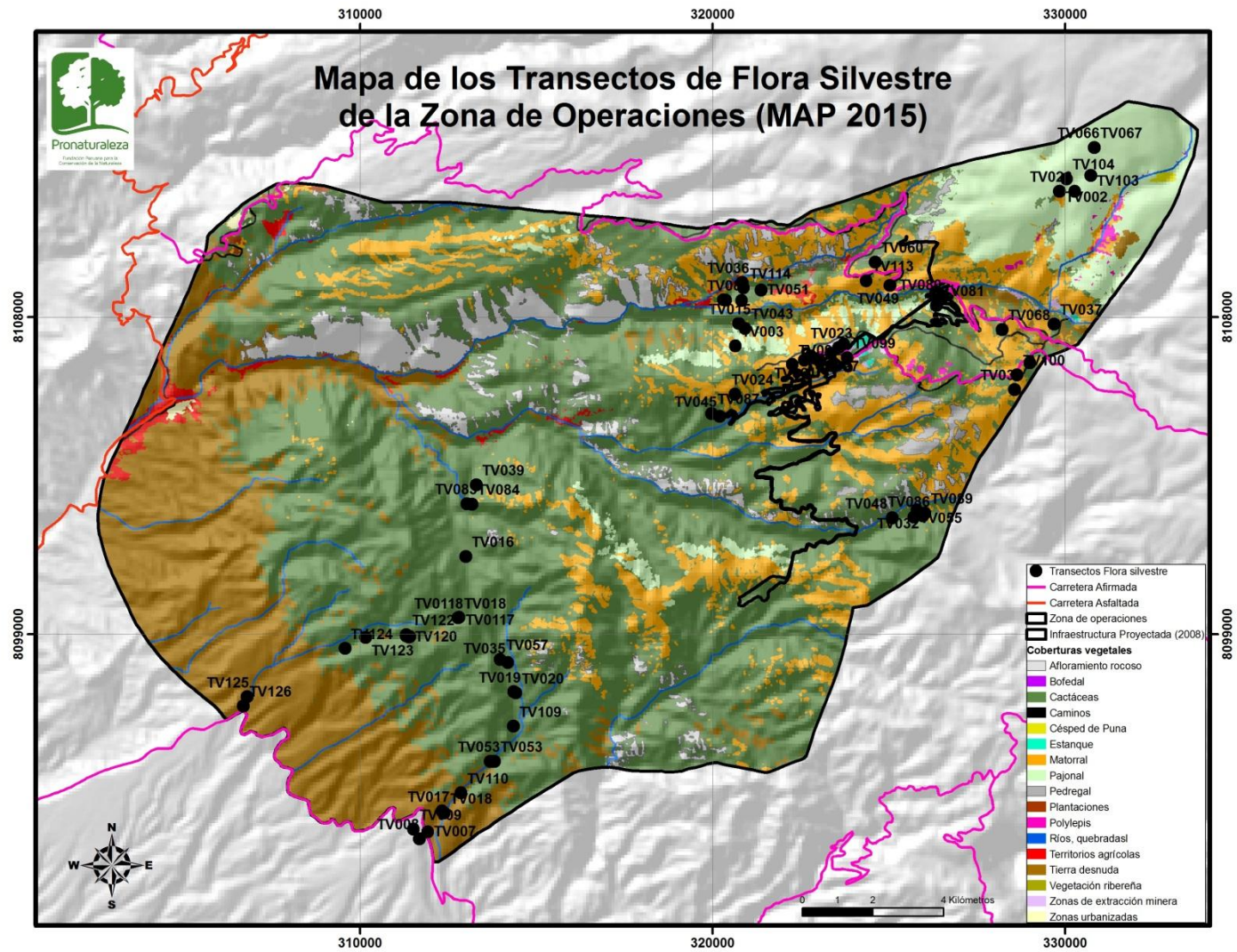


Figura 1. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

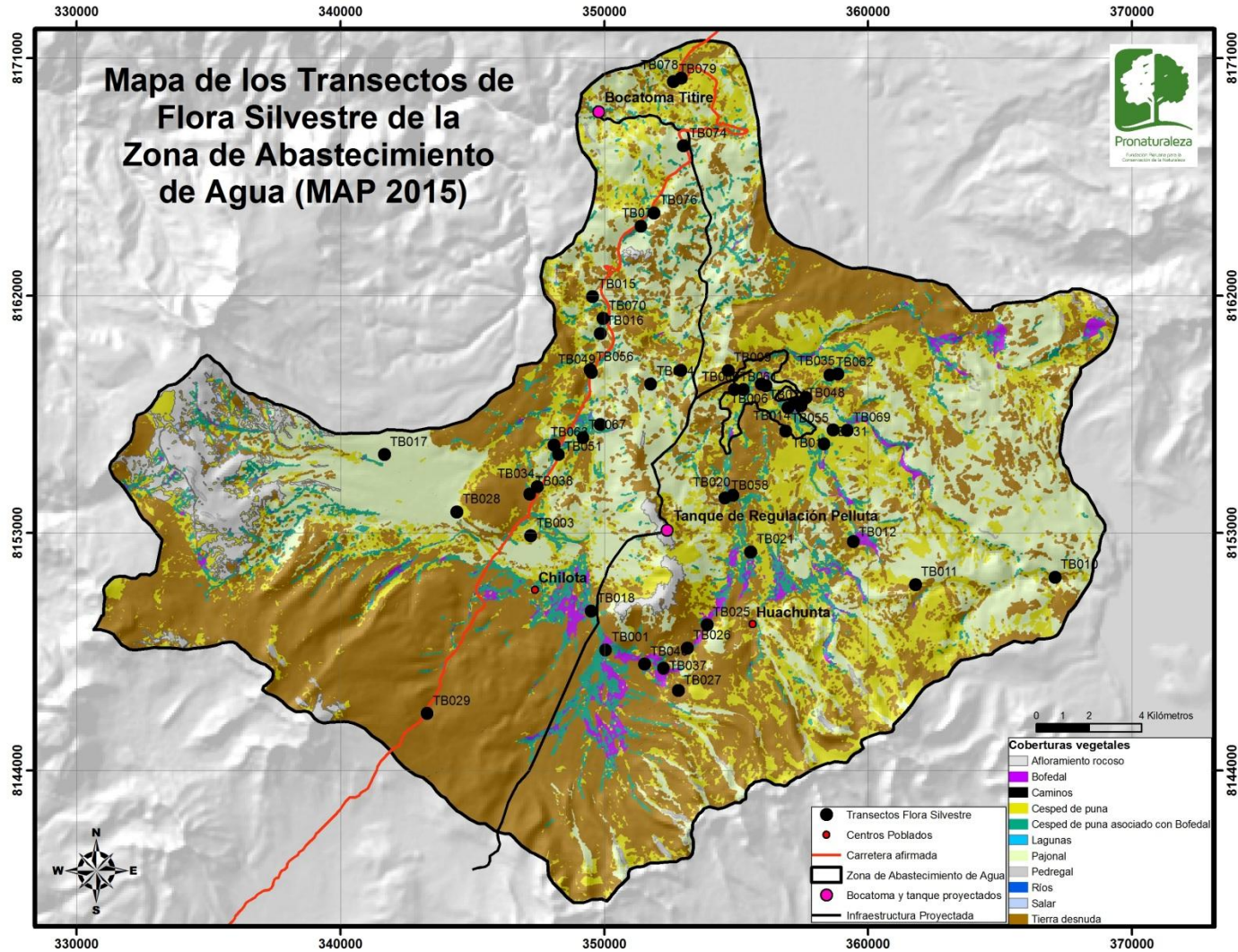


Figura 2. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)

1.1.2. Resultados del Componente Flora silvestre

1.1.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)

a) Composición florística

De los resultados obtenidos en los transectos, en esta zona se registró un total de 172 especies agrupadas en 122 géneros y 41 familias. Las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Asteraceae (43 especies) y Poaceae (16 especies). Por otra parte, *Plantago*, perteneciente a la familia Plantaginaceae, y *Ambrosia*, de la familia Asteraceae, fueron los géneros que presentaron mayor abundancia.

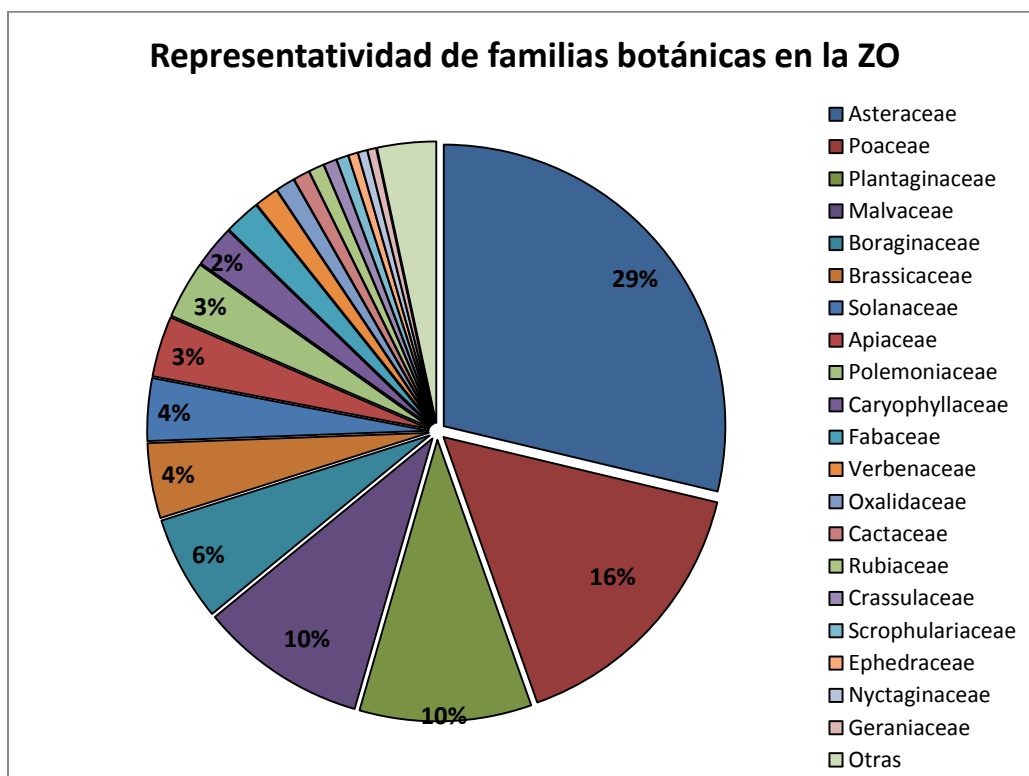


Figura 3. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época húmeda 2015)

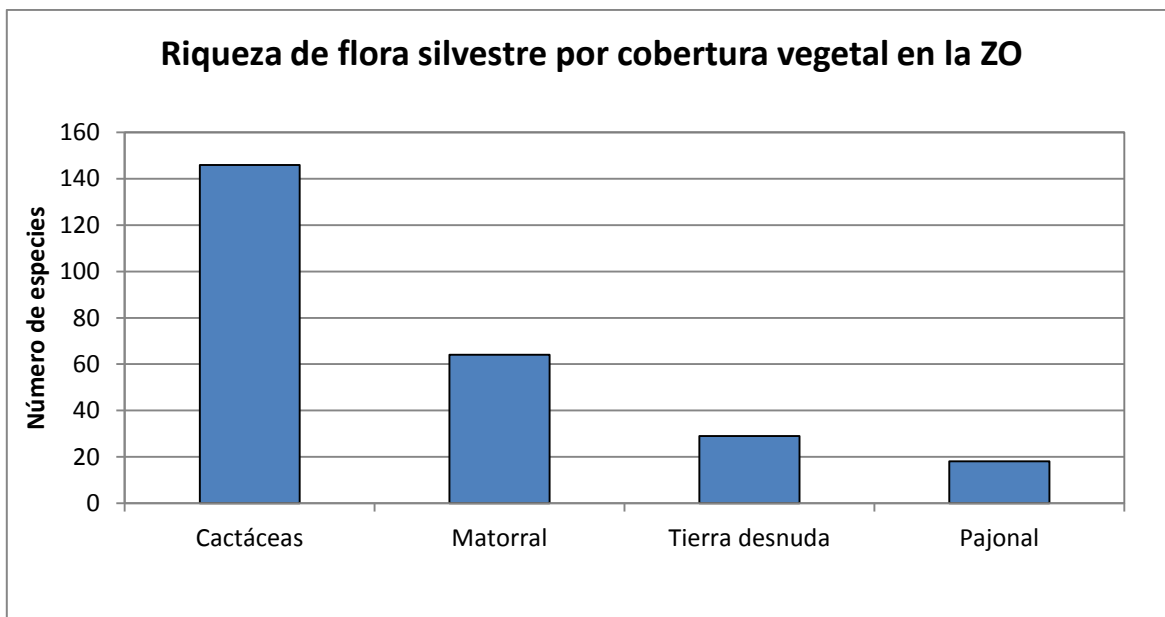


Figura 4. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época húmeda 2015)

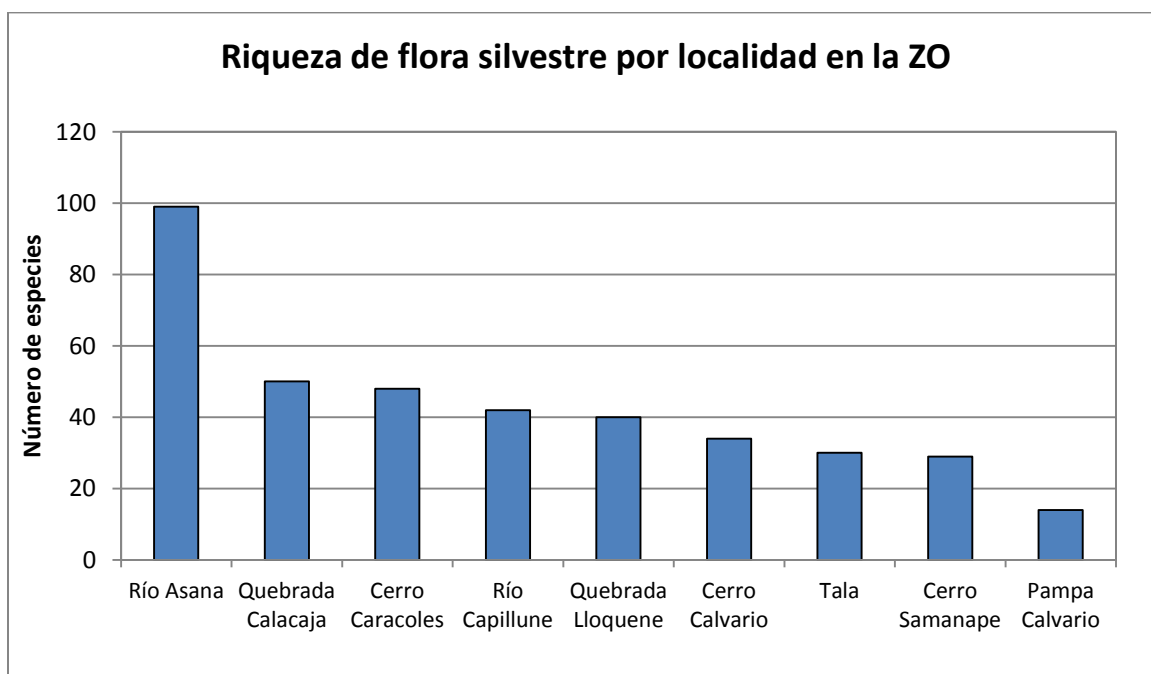


Figura 5. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015)

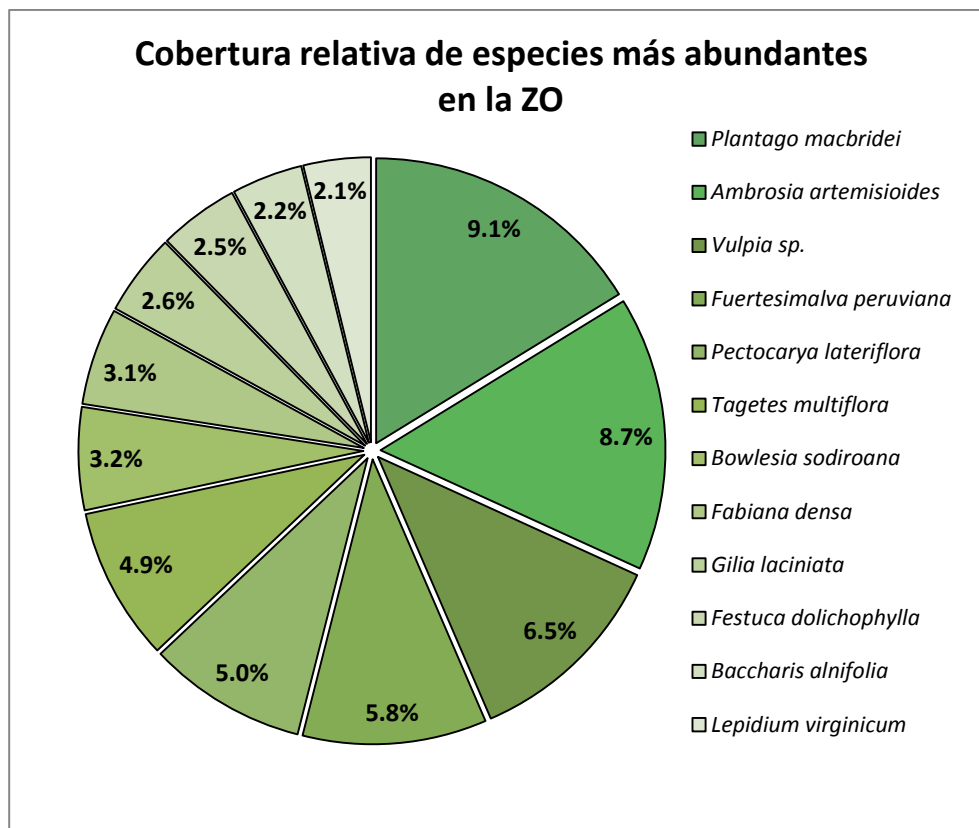


Figura 6. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época húmeda 2015)

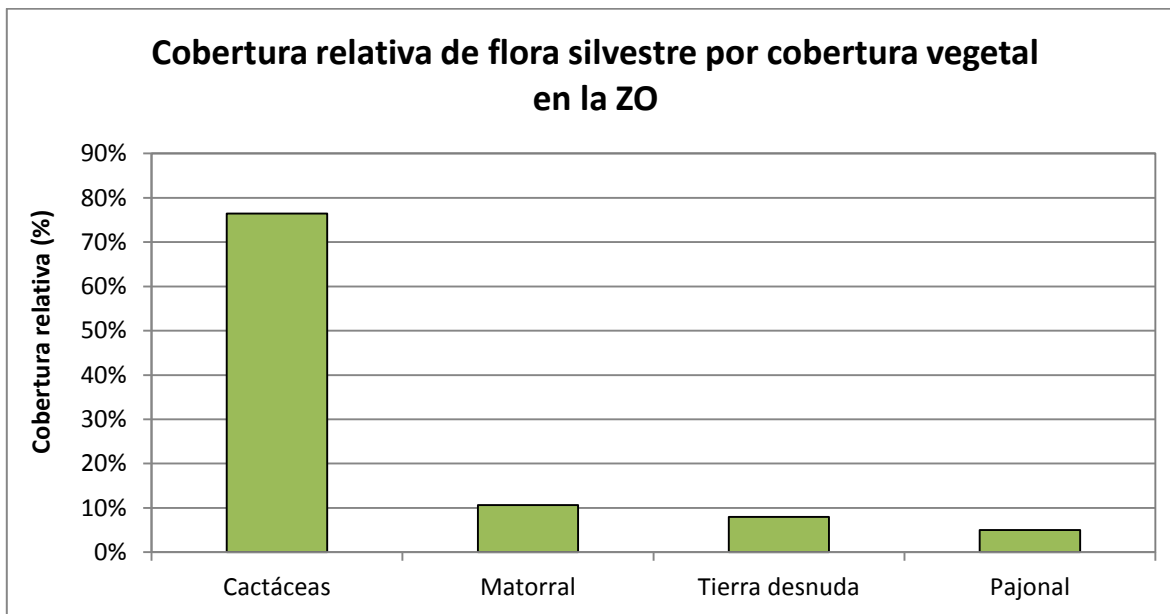


Figura 7. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

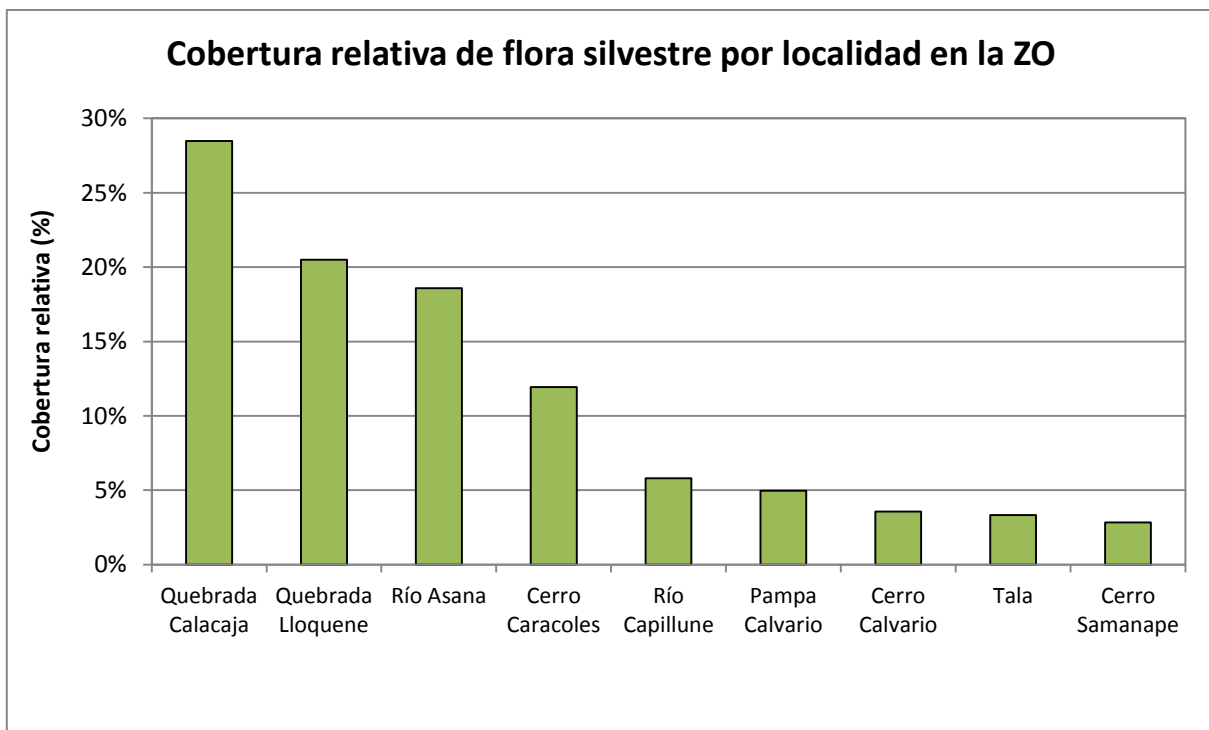
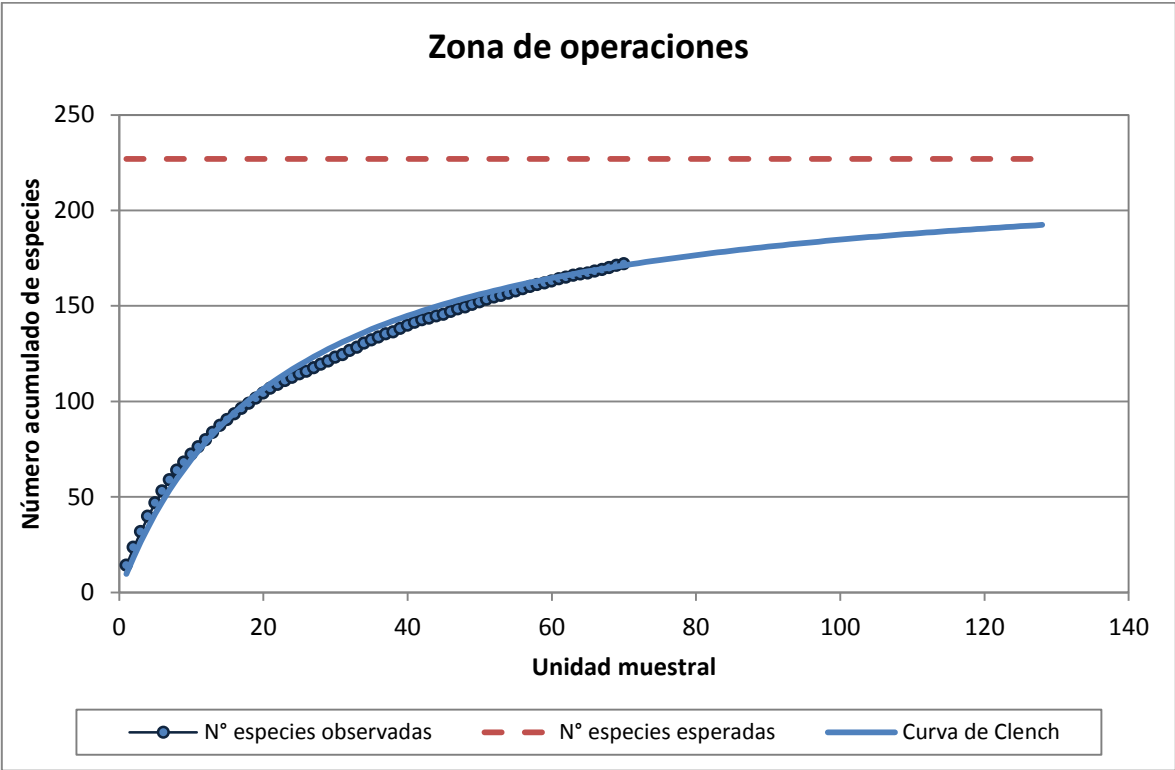


Figura 8. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
72	10.065966	0.0445	31.73%	226.944853	0.98899

Figura 9. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 1. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	3.742	0.7509	16.5
Matorral	3.412	0.8204	9.243
Pajonal	1.952	0.6754	2.805
Tierra desnuda	2.555	0.7588	4.291

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 2. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Calvario	2.554	0.7242	5.772
Cerro Caracoles	3.145	0.8124	6.846
Cerro Samanape	2.623	0.7791	5.145
Pampa Calvario	1.227	0.4651	2.261
Quebrada Calacaja	2.939	0.7512	6.253
Quebrada Lloquene	2.881	0.7811	5.176
Río Asana	3.859	0.8399	13.23
Río Capillune	3.018	0.8074	6.675
Tala	2.64	0.7761	5.187

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO

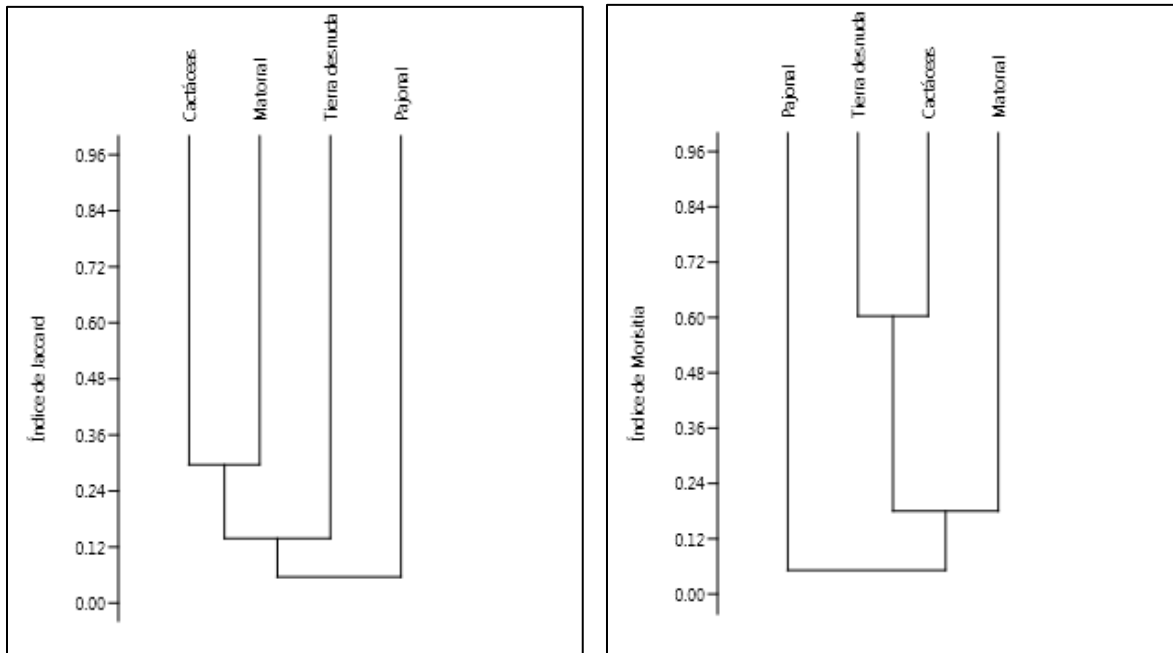


Figura 10. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

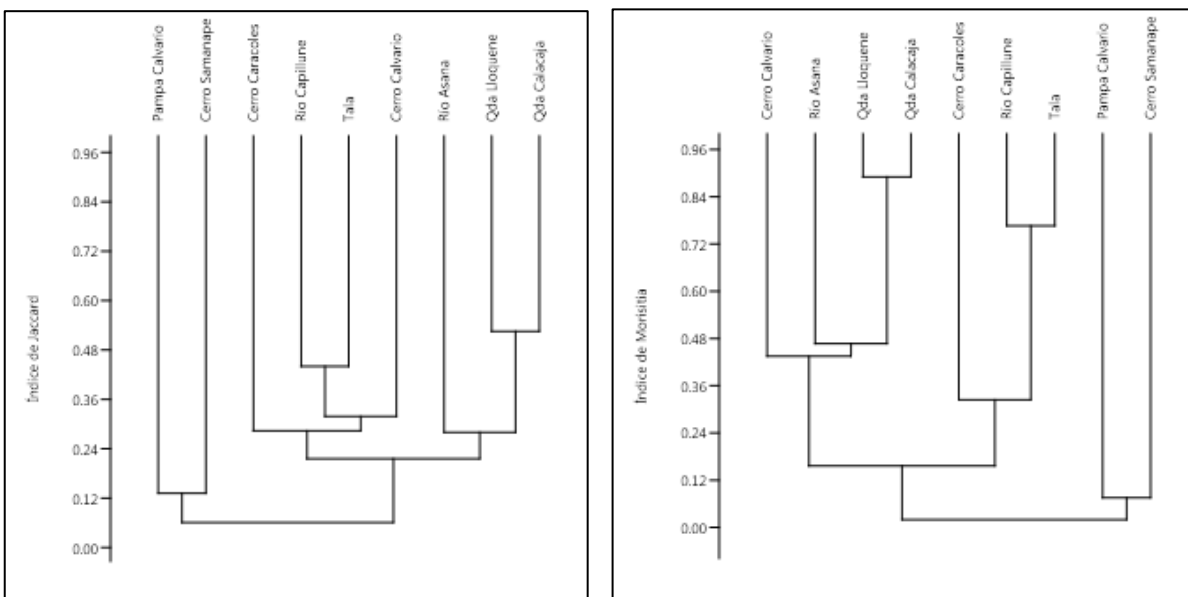


Figura 11. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre las localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.1.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época húmeda (2015)

a) Composición florística

Según los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de 83 especies agrupadas en 48 géneros y 18 familias. Las familias con mayor diversidad fueron: Asteraceae (10 géneros y 22 especies) y Poaceae (9 géneros y 17 especies). Los géneros más abundantes fueron: Festuca y Calamagrostis, ambos pertenecientes a la familia Poaceae. Otros géneros que presentaron alta abundancia fueron Parastrephia perteneciente a la familia Asteraceae y Distichia de la familia Juncaceae.

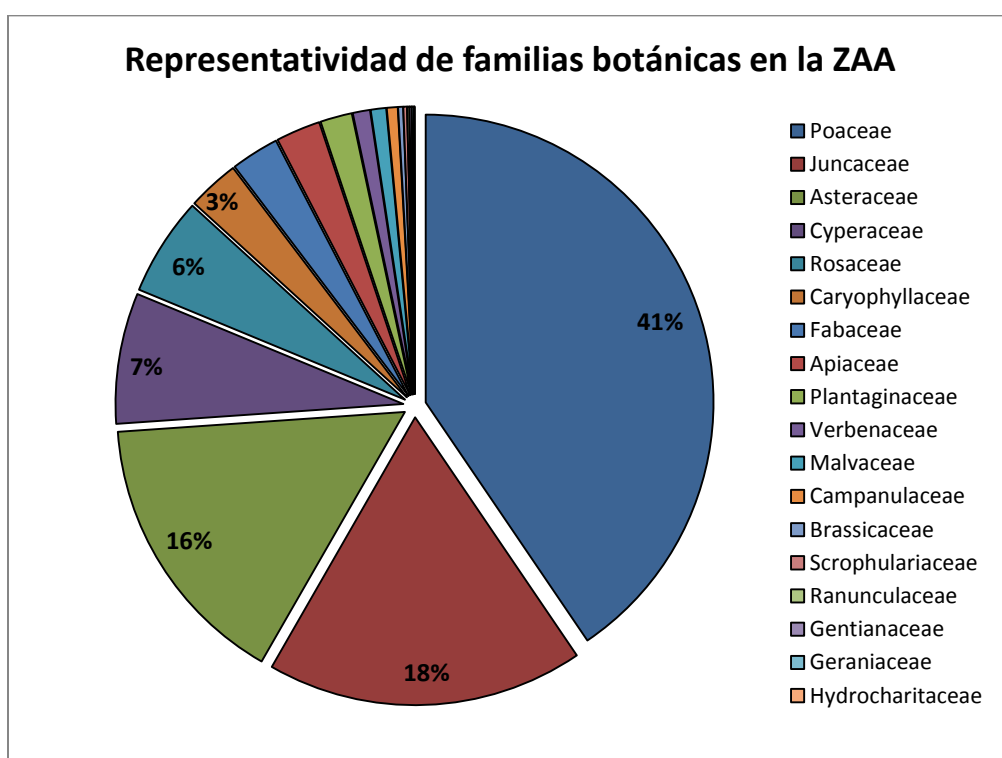


Figura 12. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época húmeda 2015)

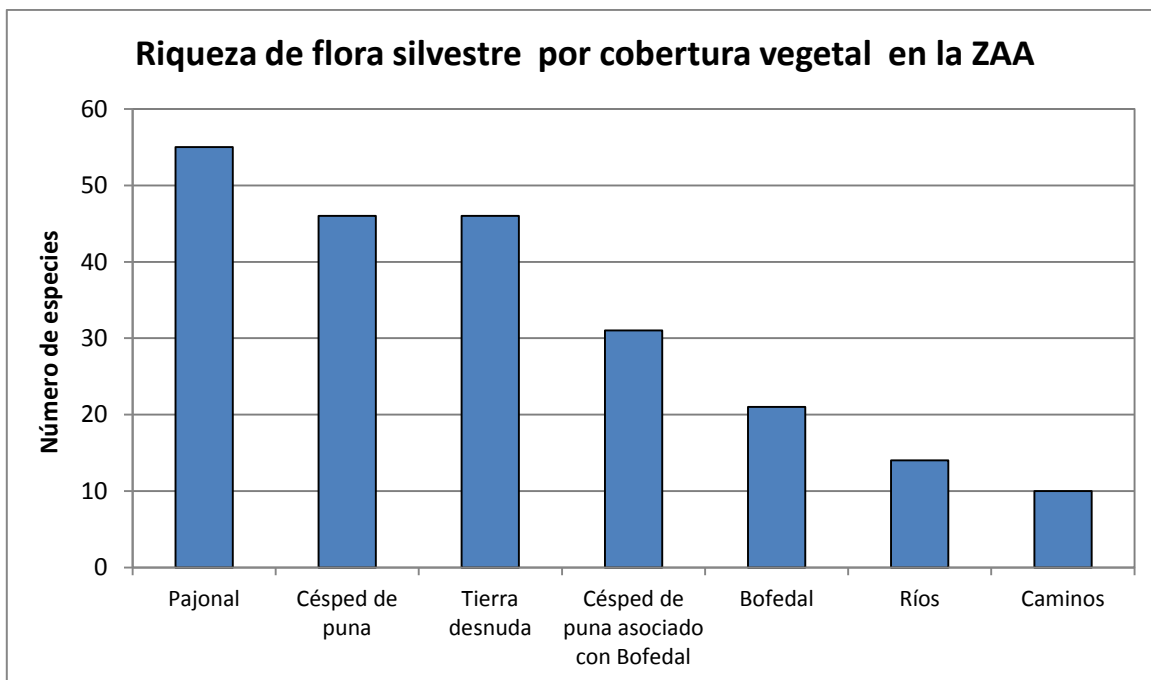


Figura 13. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

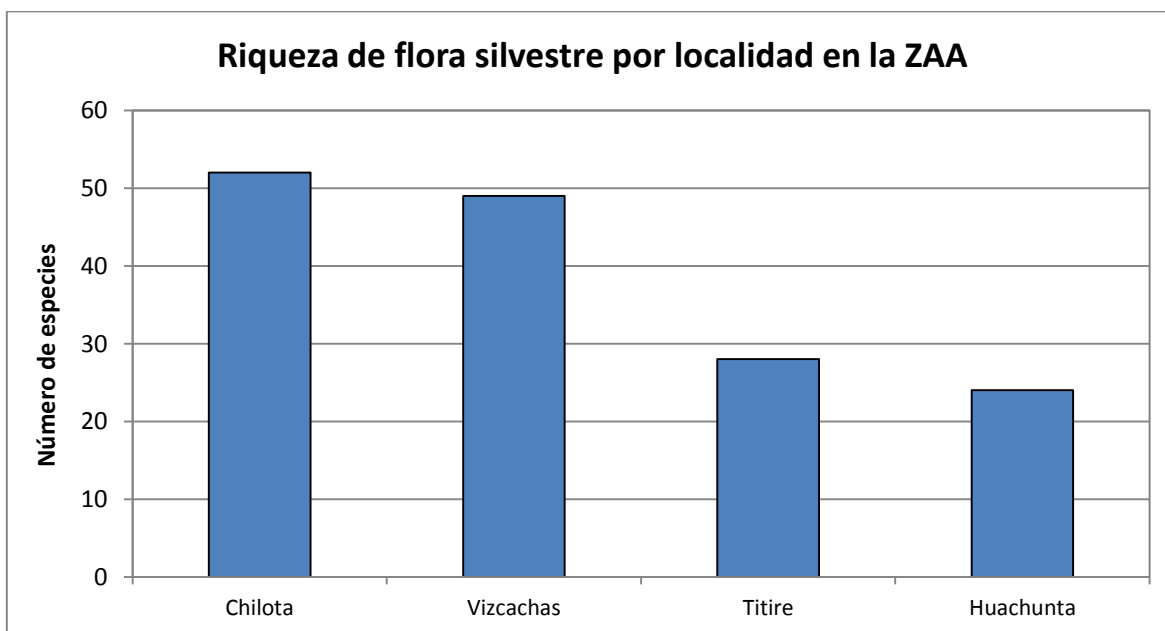


Figura 14. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época húmeda 2015)

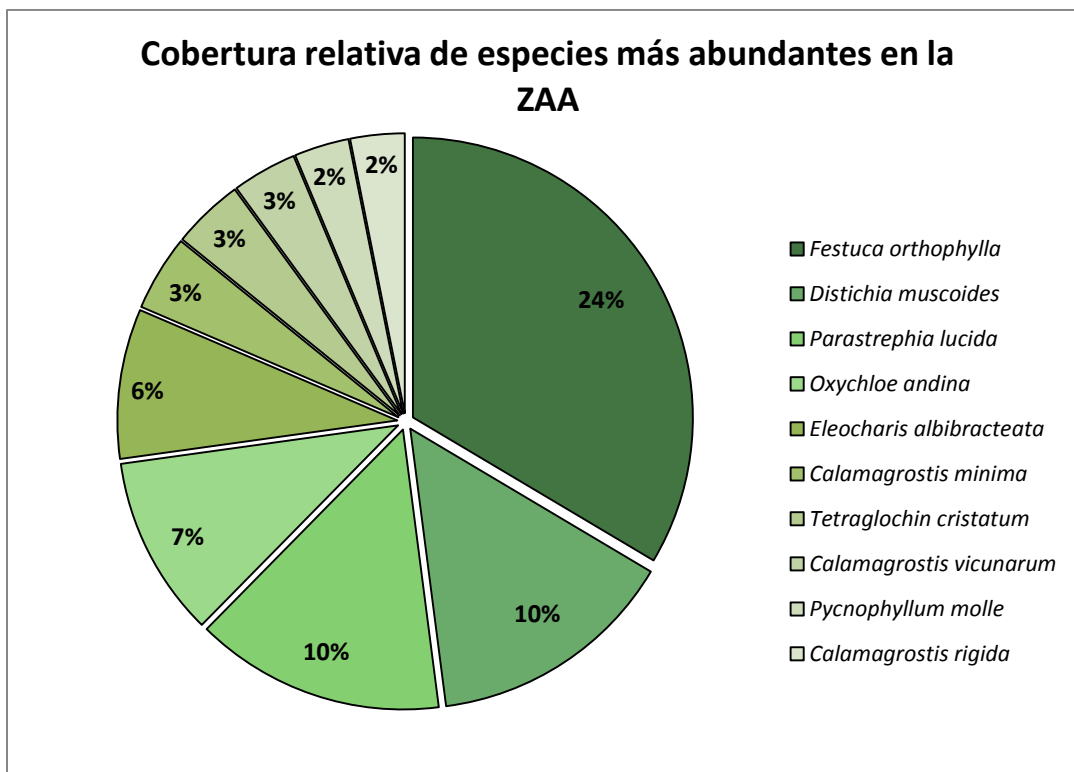


Figura 15. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época húmeda 2015)

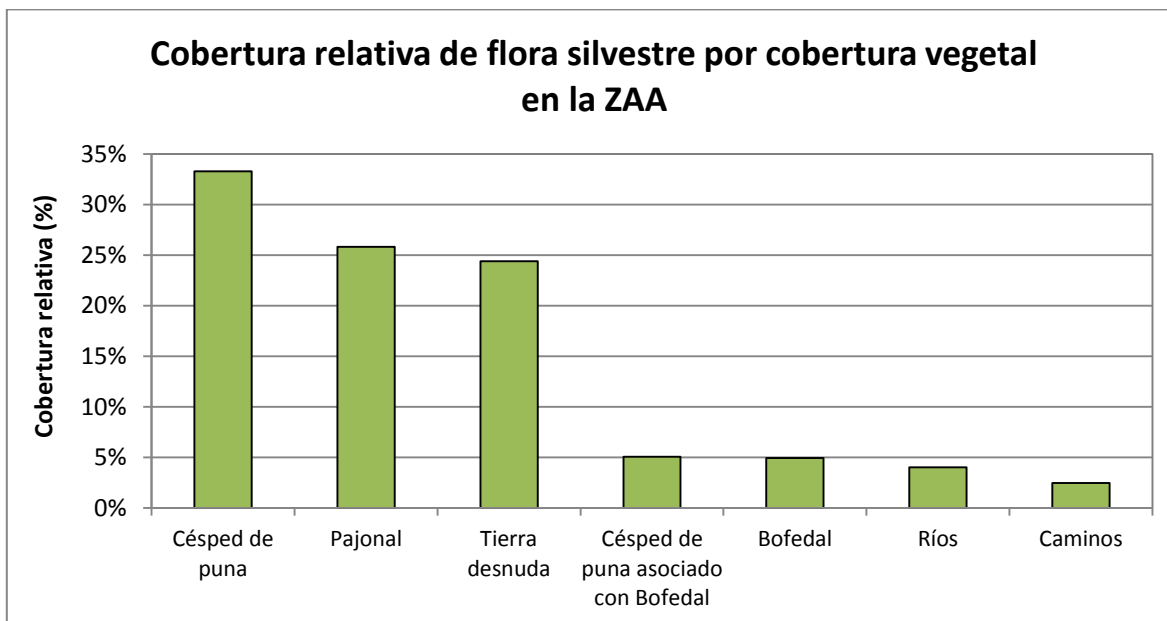
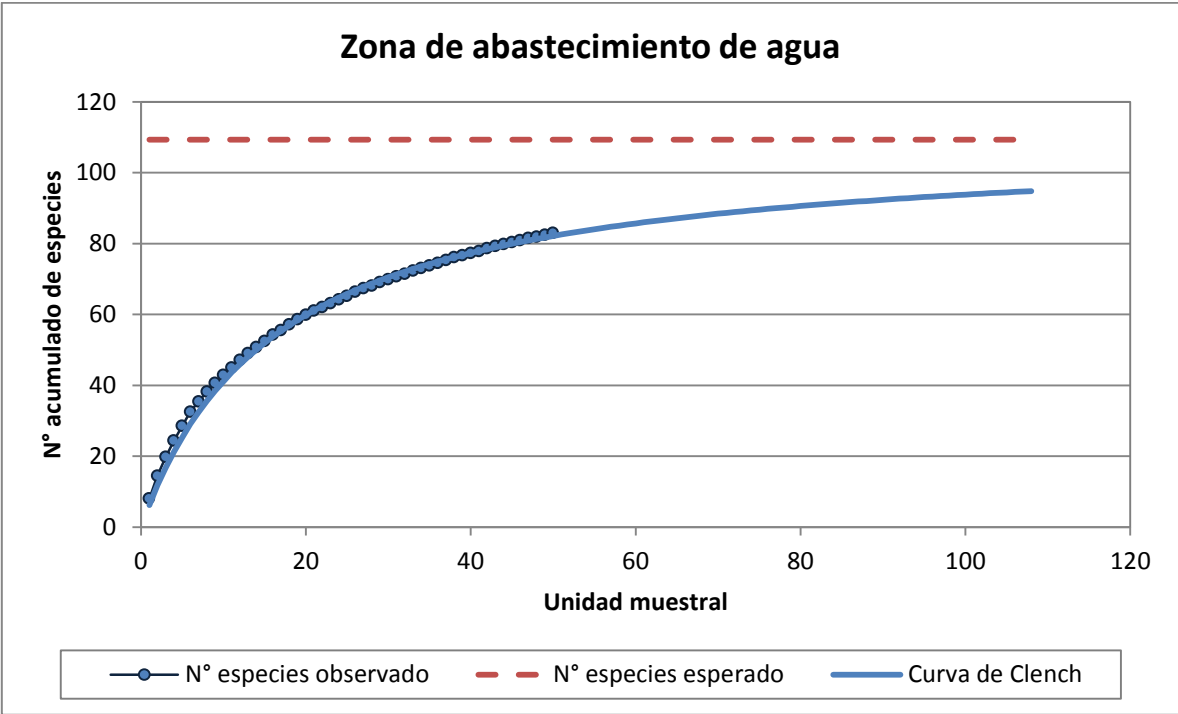


Figura 16. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
83	6.611127	0.060461	75.91%	109.344578	0.997394

Figura 17. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 3. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Bofedal	1.932	0.6346	3.8
Caminos	1.138	0.4944	1.972
Césped de puna	2.852	0.745	6.271
Césped de puna asociado con Bofedal	2.67	0.7775	5.668
Pajonal	2.77	0.6913	7.803
Ríos	1.962	0.7434	2.571
Tierra desnuda	2.878	0.7516	6.555

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

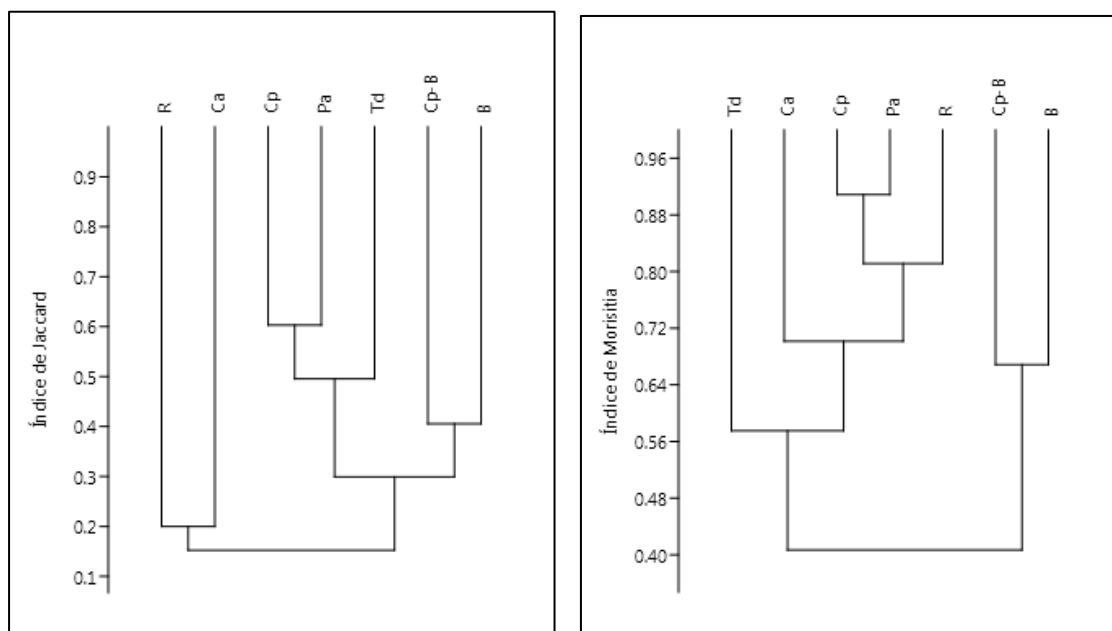
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 4. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	2.777	0.7029	7.28
Huachunta	2.532	0.7968	4.229
Titire	2.099	0.63	4.564
Vizcachas	2.889	0.7423	6.23

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



B= Bofedal; Ca= Caminos; Cp=Césped de puna; Cp-B= Césped de puna asociado con Bofedal; Pa= Pajonal; R= Ríos; Td= Tierra desnuda

Figura 18. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época húmeda 2015)

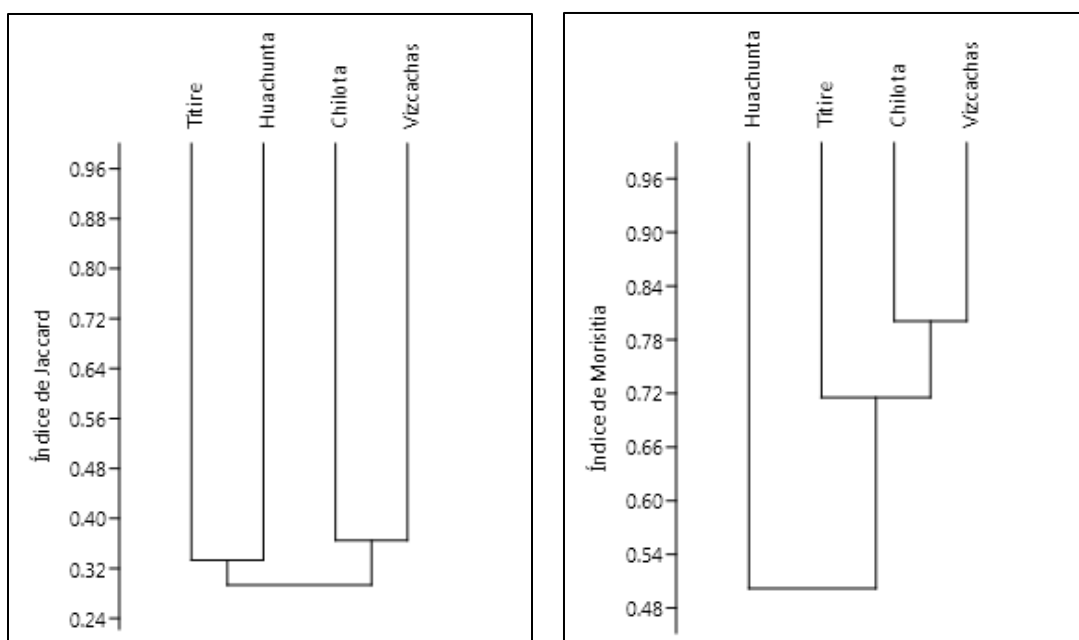


Figura 19. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época húmeda 2015)

1.2. Componente: AVIFAUNA

1.2.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de la avifauna durante el periodo húmedo se realizó del 24 al 31 de marzo, y del 08 al 14 de junio del 2015 (E&E PERÚ S.A. 2015).

- **Descripción de la metodología de campo**

Se utilizó la técnica de conteo por puntos para hacer las mediciones y comparaciones de diversidad, abundancia y riqueza de especies, pero el registro de la avifauna se realizó de modo continuo, realizándose observaciones en los recorridos entre los puntos, desde la mañana alrededor de las 7h hasta la tarde a las 17:0 h. En cada tipo de ambiente los puntos fueron georeferenciados con un GPS, en su mayoría, al igual que los lugares de colecta de restos como plumas, heces y egagrópilas de aves (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

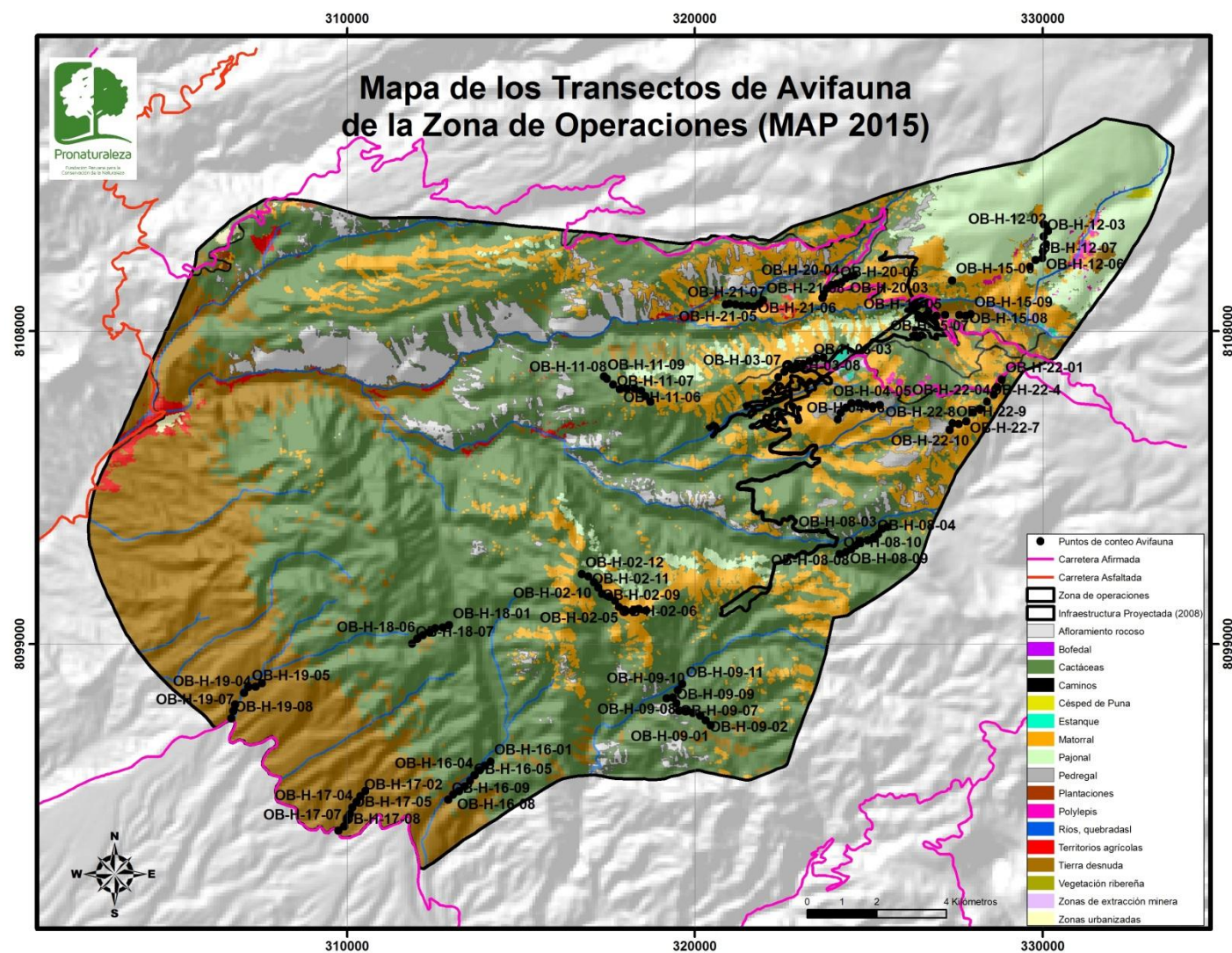


Figura 20. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

1.2.2. Resultados del Componente Avifauna

1.2.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda (2015)

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 54 especies distribuidas en 8 órdenes y 16 familias. El orden Passeriforme presentó el mayor número de registros, 723 individuos distribuidos en 8 familias y 38 especies. El segundo con mayor abundancia fue el orden Columbiforme registrándose un total de 85 individuos distribuidos en 5 especies de la familia Columbidae.

Las familias con mayor abundancia fueron: Thraupidae, Furnariidae y Columbidae. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (159 individuos), *Phrygilus fruticeti* (159 individuos), y *Sporagra magellanica* (62 individuos).

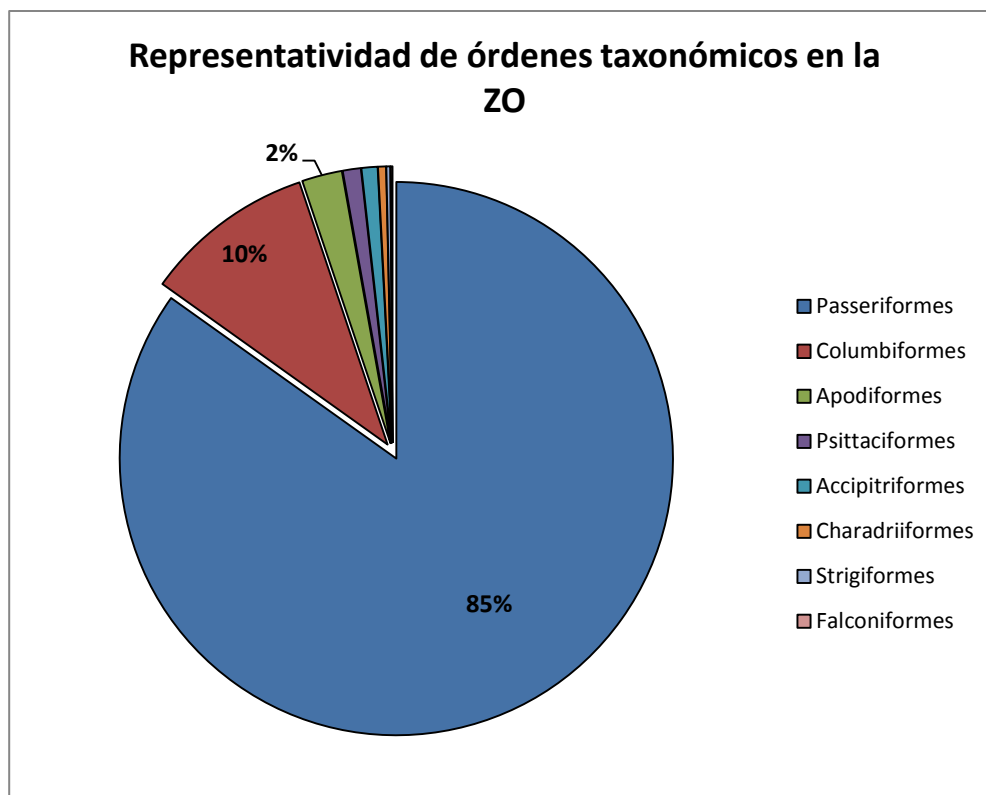


Figura 22. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época húmeda 2015)

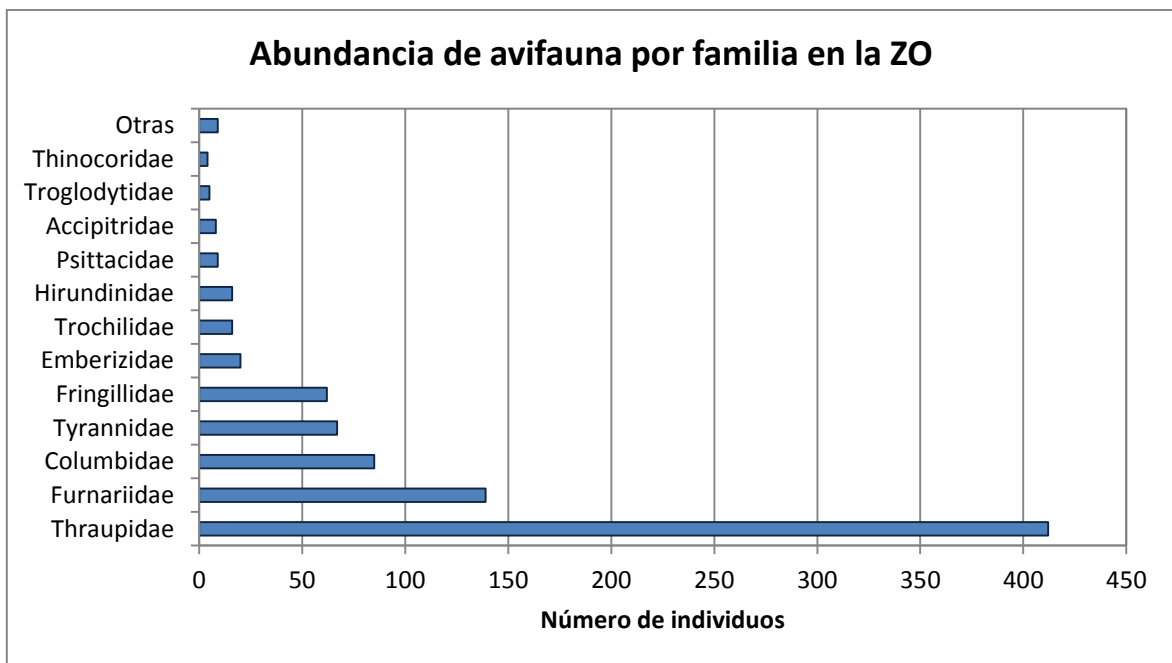


Figura 23. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época húmeda 2015)

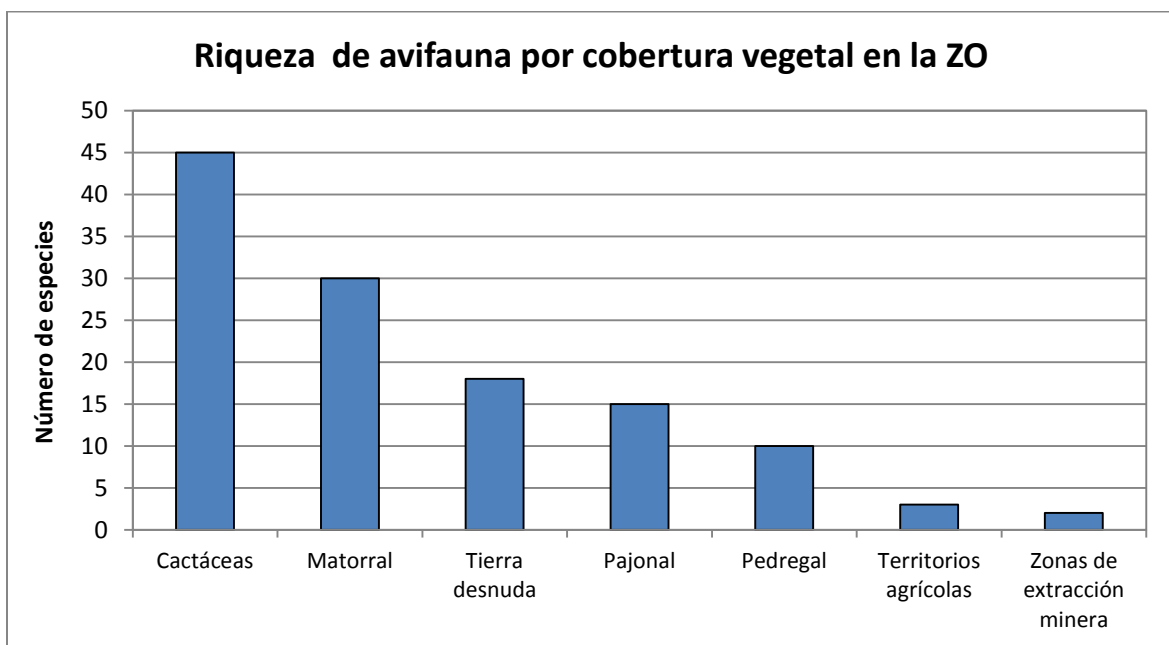


Figura 24. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

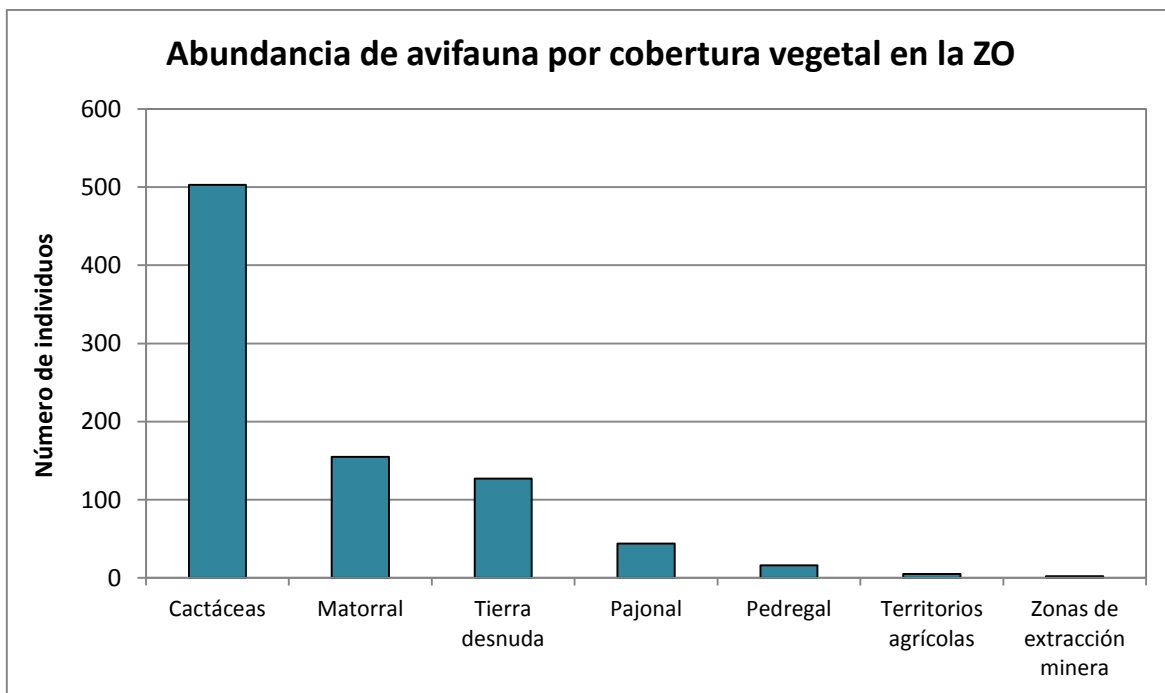


Figura 25. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

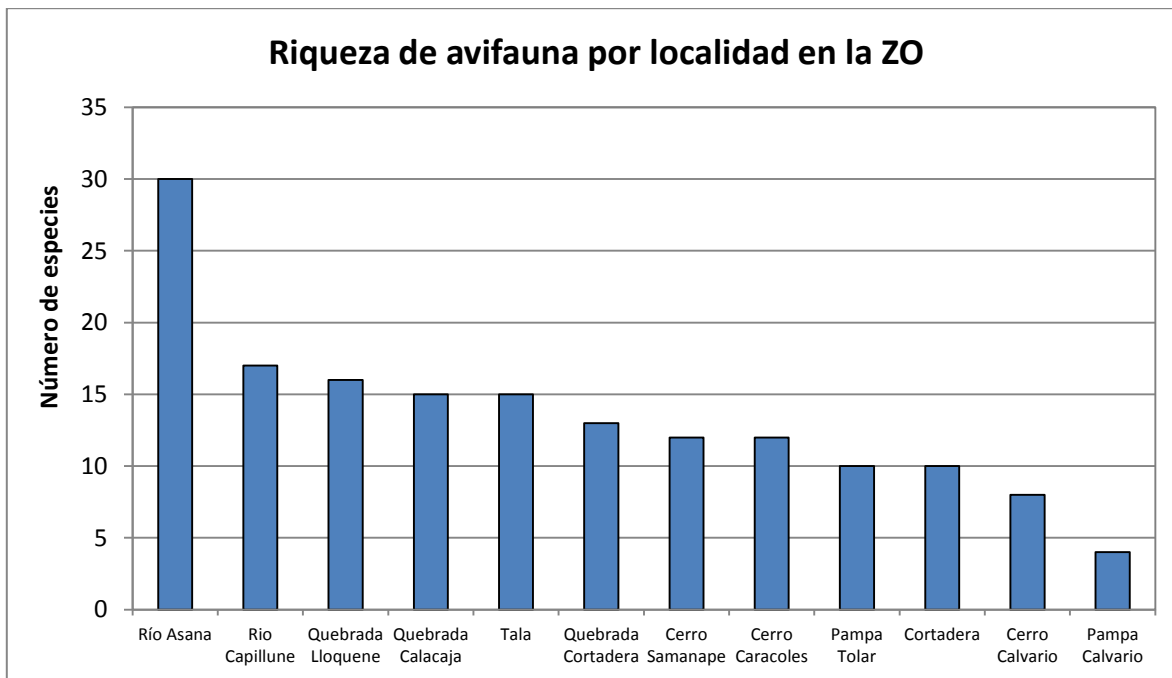


Figura 26. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

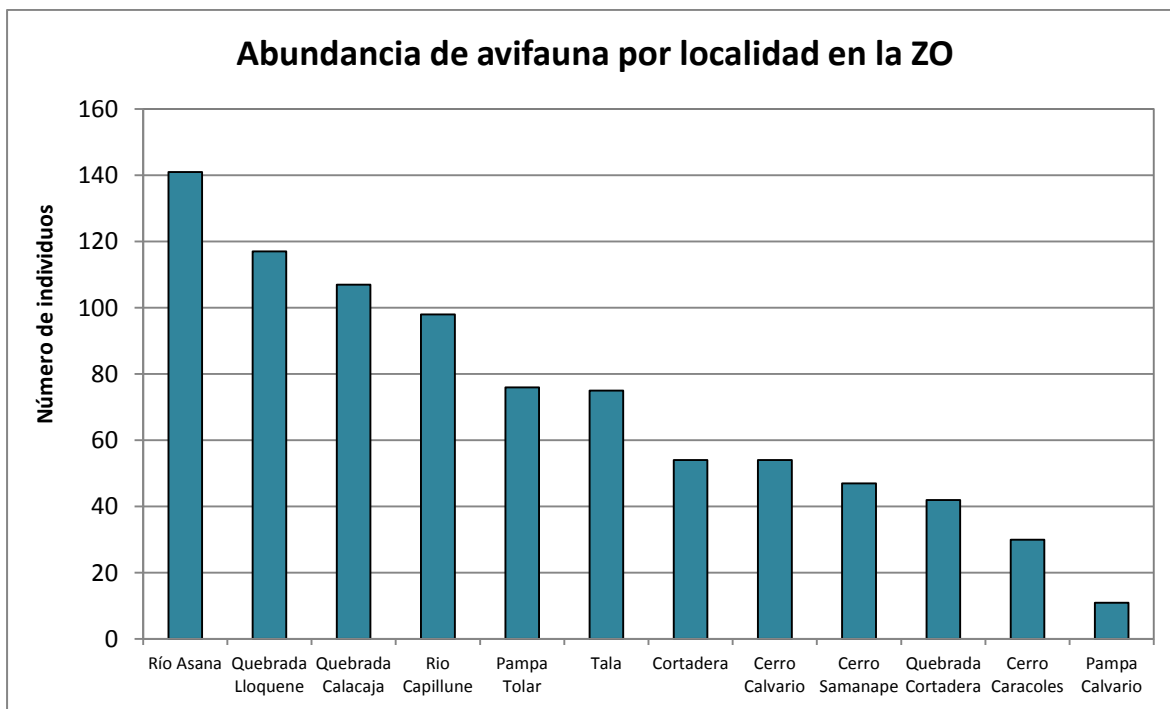
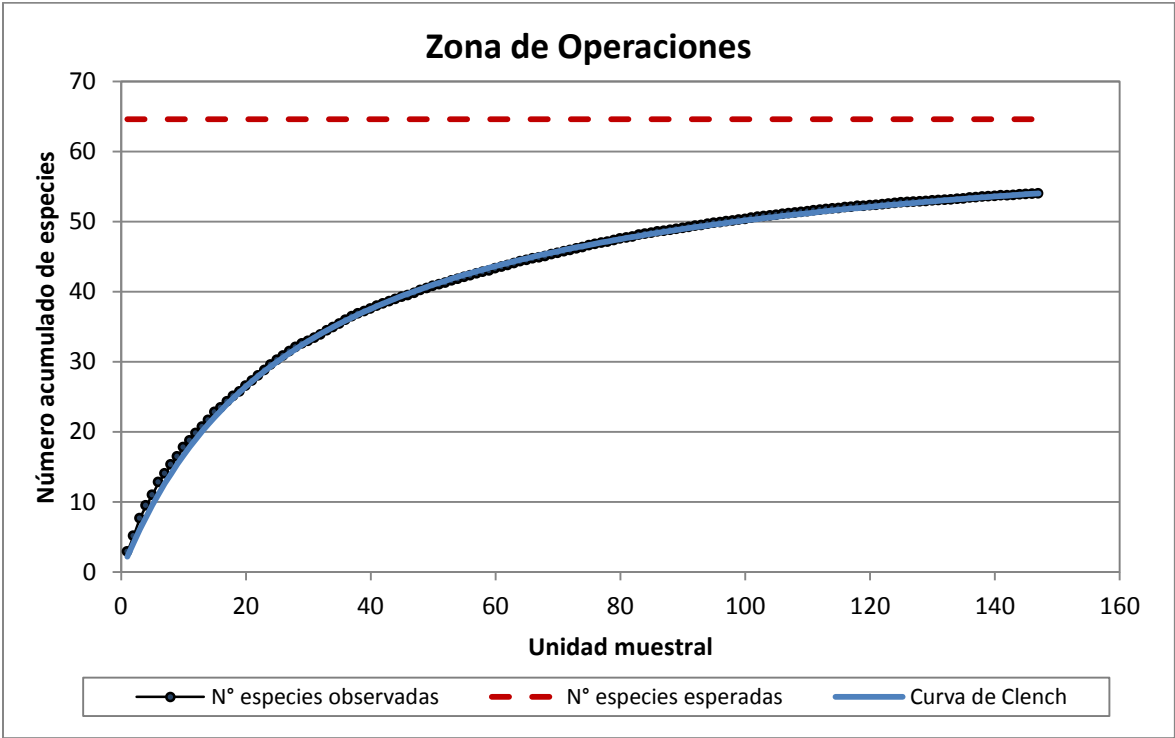


Figura 27. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
54	2.241186	0.034681	83.56%	64.62277	0.99815

Figura 28. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 5. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	2.853	0.7494	7.073
Matorral	2.994	0.8804	5.75
Pajonal	2.484	0.9173	3.7
Pedregal	2.133	0.9265	3.246
Territorios agrícolas	1.055	0.9602	1.243
Tierra desnuda	2.249	0.7782	3.509
Zonas de extracción minera	0.6931	1	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

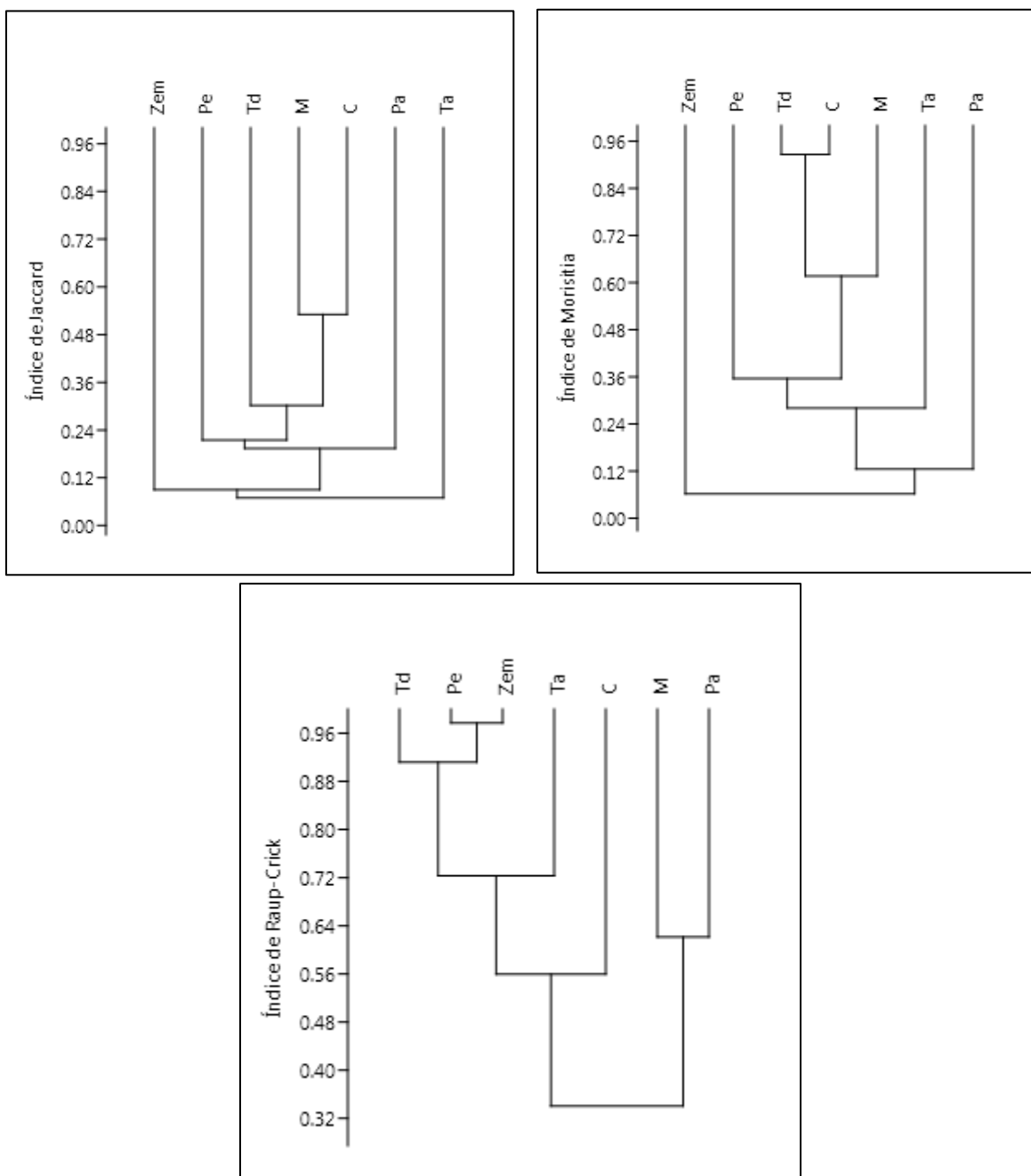
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 6. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Río Asana	3.146	0.9249	5.86
Quebrada Lloquene	2.078	0.7496	3.15
Quebrada Calacaja	2.119	0.7823	2.996
Rio Capillune	2.214	0.7814	3.49
Pampa Tolar	1.9	0.8252	2.078
Tala	2.368	0.8743	3.243
Cortadera	1.984	0.8617	2.256
Cerro Calvario	1.568	0.7539	1.755
Cerro Samanape	1.997	0.8038	2.857
Quebrada Cortadera	2.318	0.9038	3.211
Cerro Caracoles	2.24	0.9014	3.234
Pampa Calvario	0.8856	0.6388	1.251

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO



Zem= Zona de extracción minera; Pe= Pedregal; Td= Tierra desnuda; M= Matorral; C= Cactáceas; Pa= Pajonal; Ta= Territorios agrícolas

Figura 29. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

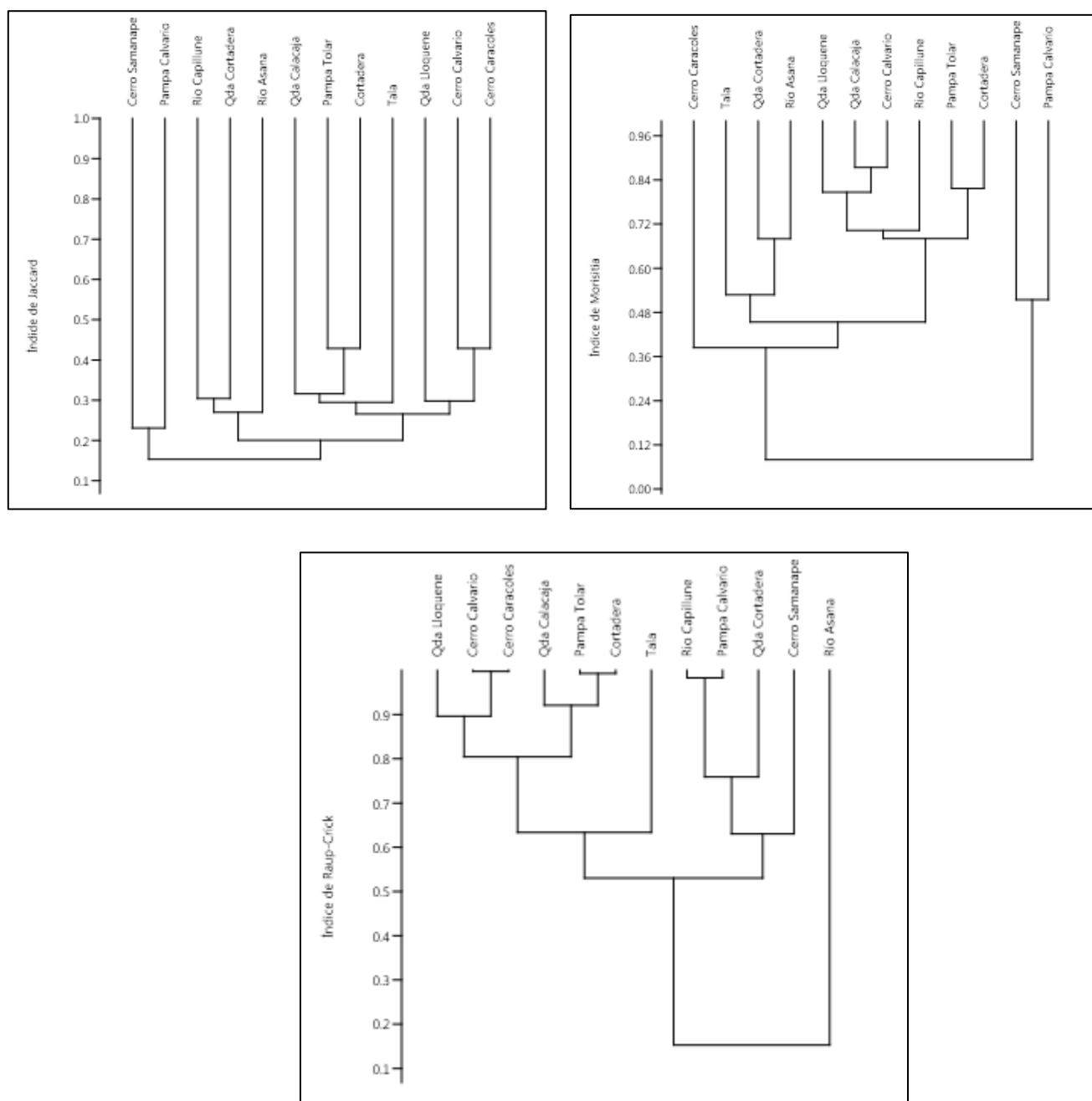


Figura 30. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.2.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 48 especies distribuidas en 12 órdenes y 18 familias. El orden con mayor número de registros fue Passeriforme con 934 individuos distribuidos en 5 familias y 27 especies. El segundo orden con mayor abundancia fue Anseriforme con 150 individuos distribuidos en 4 especies pertenecientes a la familia Anatidae.

Las familias con mayor cantidad de avistamientos fueron: Thraupidae, Furnariidae y Anatidae. Las especies con mayor abundancia registrada fueron: *Phrygilus plebejus* (183 individuos) y *Sicalis uropygialis* (161 individuos) de la familia Thraupidae; *Metriopelia aymara* (99 individuos) de la familia Columbidae; *Thinocorus orbignyianus* de la familia Thinocoridae.

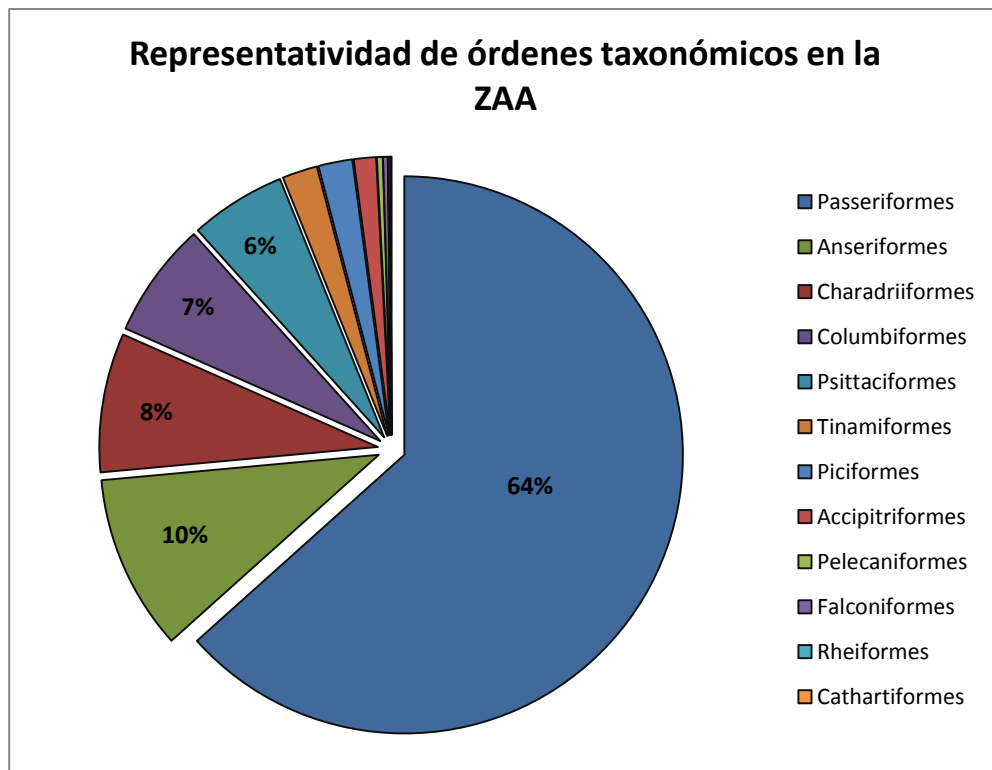


Figura 31. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época húmeda 2015)

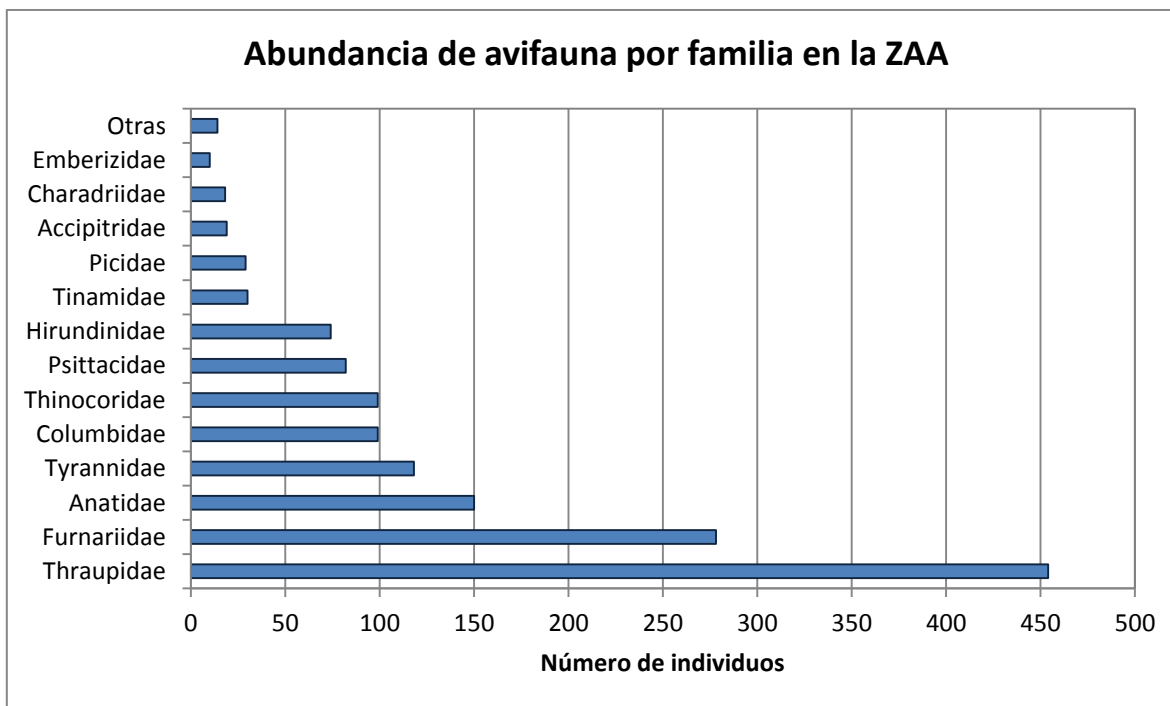


Figura 32. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)

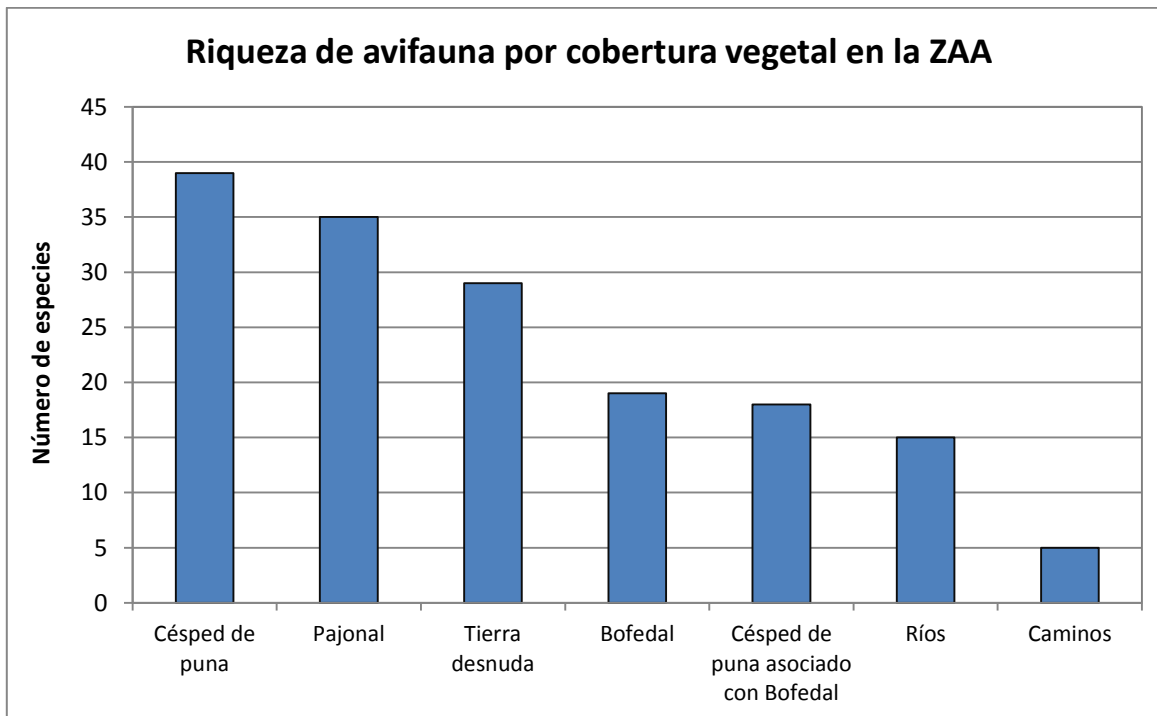


Figura 33. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

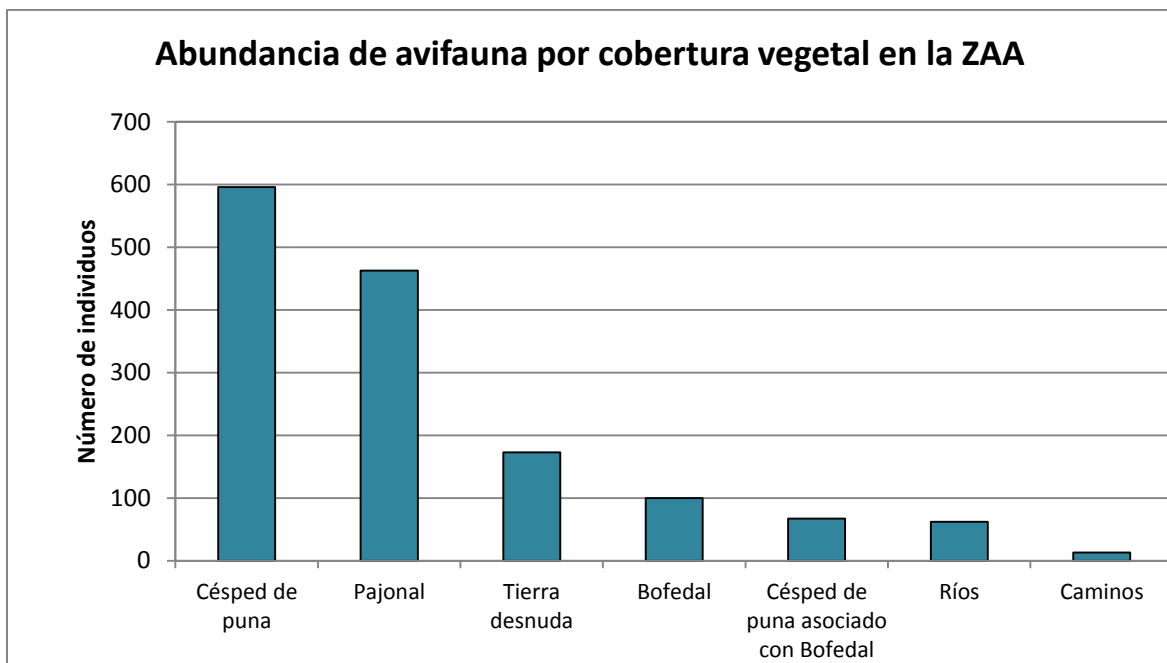


Figura 34. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

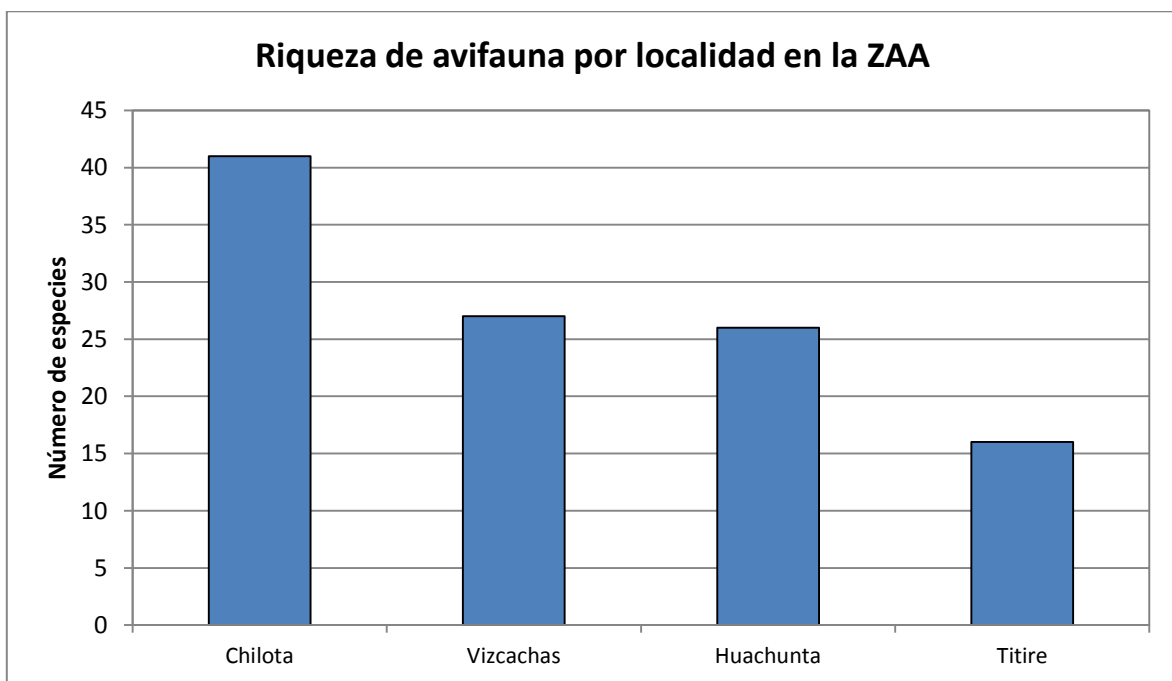


Figura 35. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

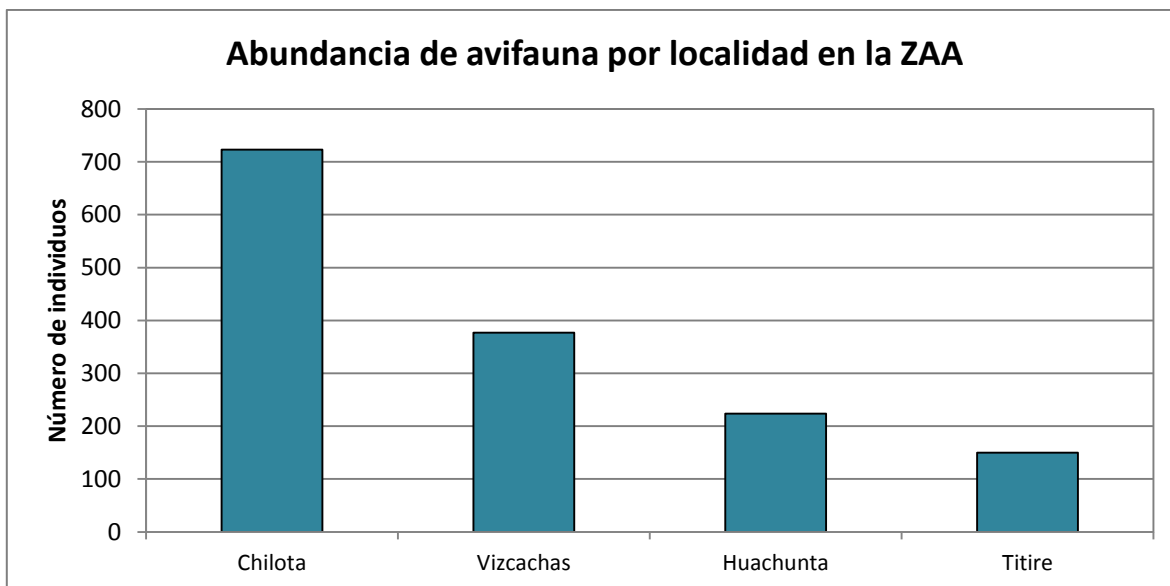
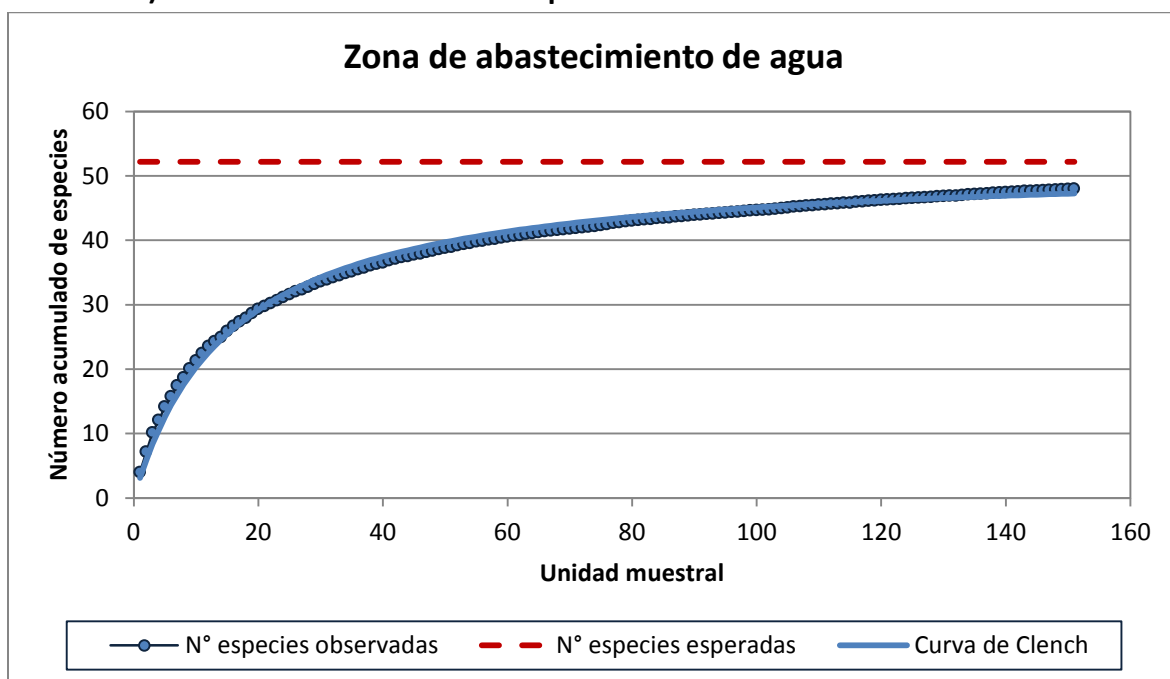


Figura 36. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
48	3.319873	0.063598	91.95%	52.201117	0.990649

Figura 37. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época húmeda 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 7. Índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Bofedal	2.535	0.8608	3.909
Caminos	1.413	0.8778	1.559
Césped de puna	3.013	0.8224	6.191
Césped de puna asociado con Bofedal	2.637	0.9124	4.119
Pajonal	2.866	0.8061	5.321
Ríos	2.542	0.9387	3.33
Tierra desnuda	2.945	0.8745	5.433

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

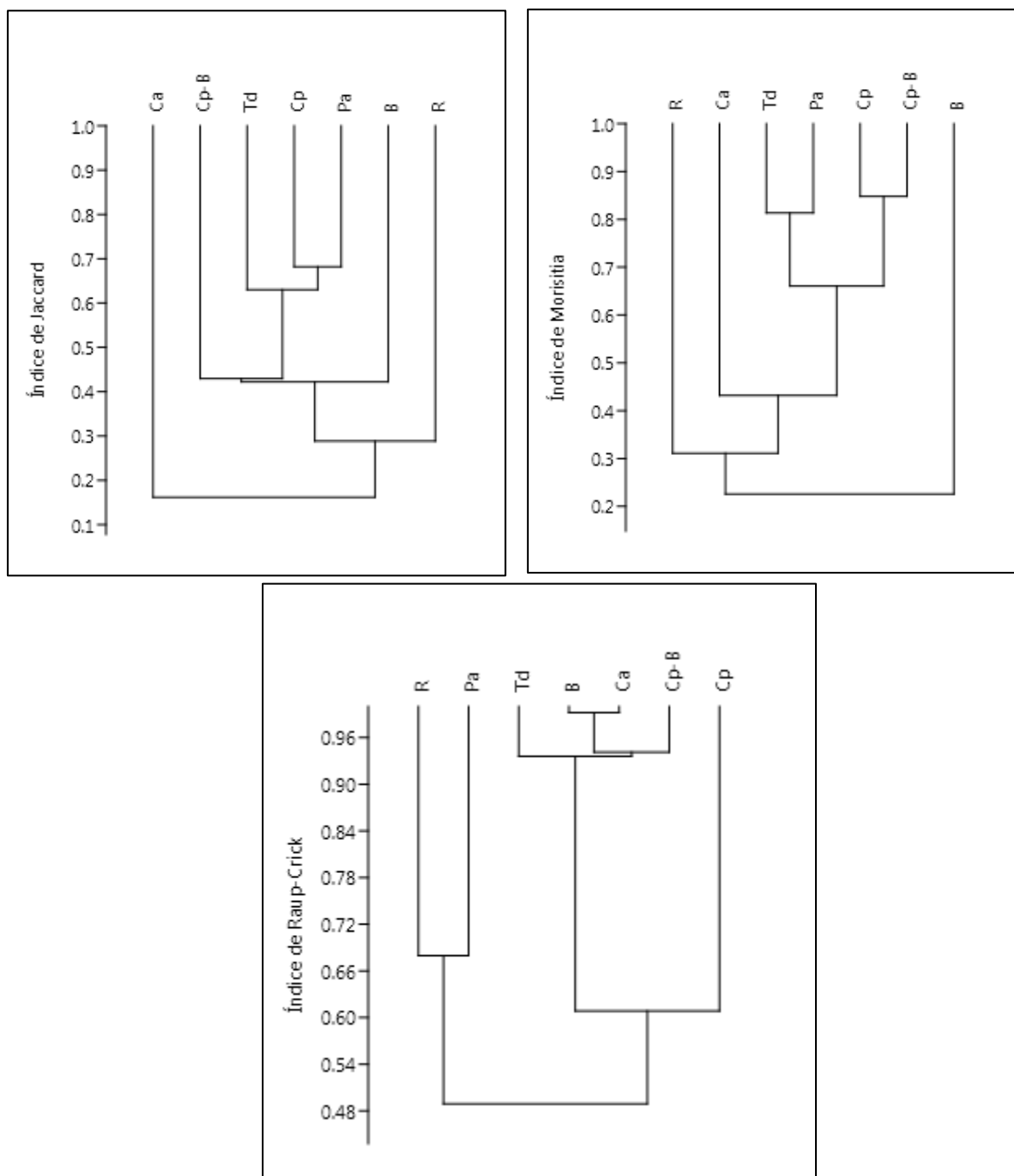
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 8. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	3.119	0.8399	6.076
Vizcachas	2.696	0.8179	4.383
Huachunta	2.881	0.8843	4.62
Titire	1.669	0.602	2.994

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



Ca= Caminos; Cp= Césped de puna; Cp-B= Césped de puna asociado con bofedal; Td= Tierra desnuda; Pa= Pajonal; B= Bofedal; R= Ríos

Figura 38. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

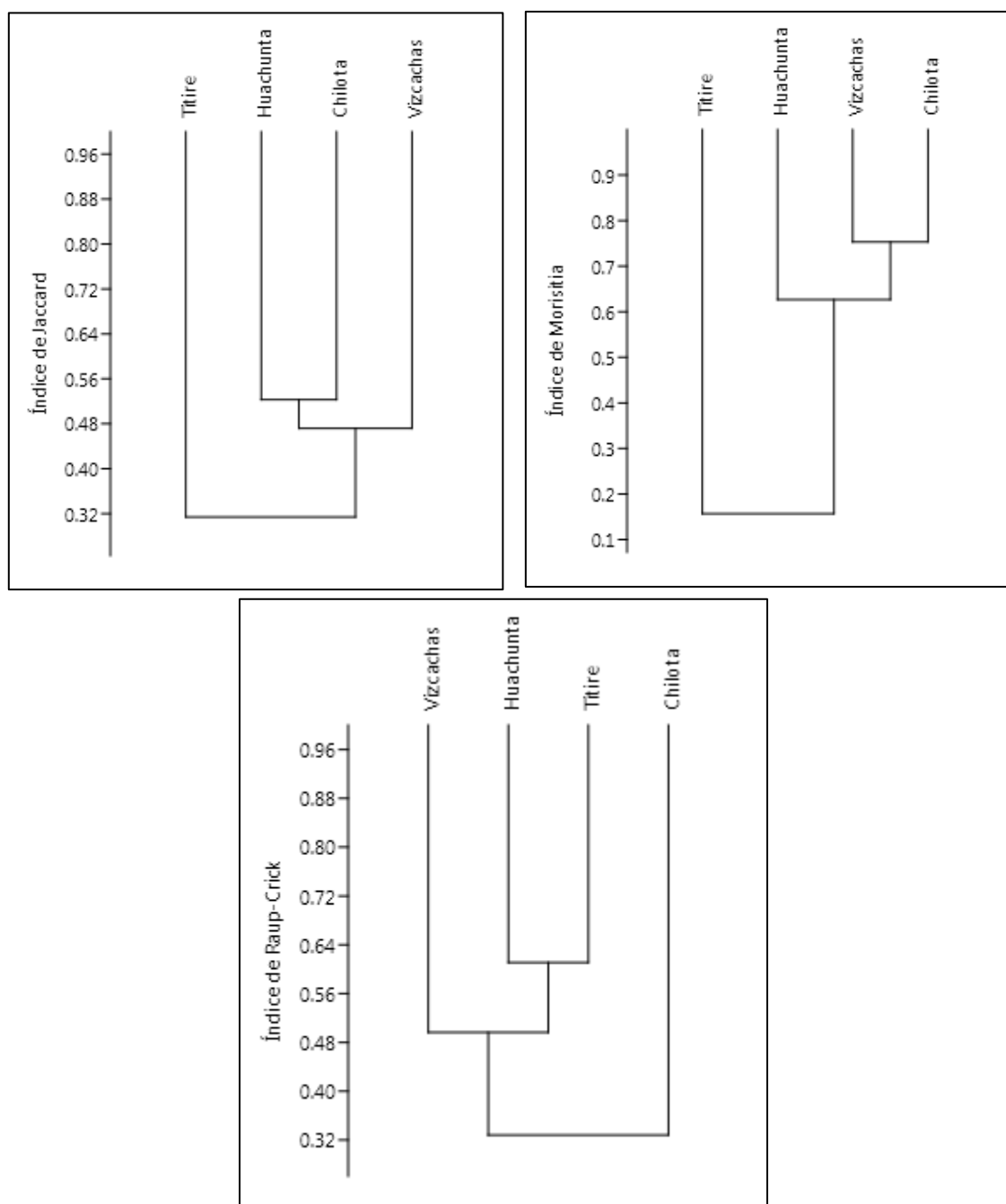


Figura 39. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)

1.3. Componente: MAMÍFEROS

1.3.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de mamíferos 25 marzo al 31 de marzo y del 07 al 11 de junio del 2015 (E&E PERÚ S.A. 2015).

- **Descripción de la metodología de campo**

La evaluación de roedores y marsupiales pequeños consistió en métodos de captura, utilizando trampas de captura viva “Sherman” y “Tomahawk”. En cada transecto se colocaron 25 estaciones espaciadas cada 10 m compuesta por un par de trampas Sherman y/o Tomahawk. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, mantequilla de maní, vainilla, miel de abeja, pasas y alpiste.

Los datos de mamíferos medianos y grandes no fueron incluidos en el cálculo de los índices de diversidad debido a que sólo se tomaron datos cualitativos. El registro de mamíferos mayores fue en base a búsquedas de indicios directos (avistamientos) e indirectos (huellas, heces, restos óseos, madrigueras, etc.) de la presencia de estos animales en el área, enfocado principalmente en la taruka y el guanaco. Además, se complementó la información con registros oportunistas y encuestas a pobladores. No se evaluó la presencia de mamíferos domésticos (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

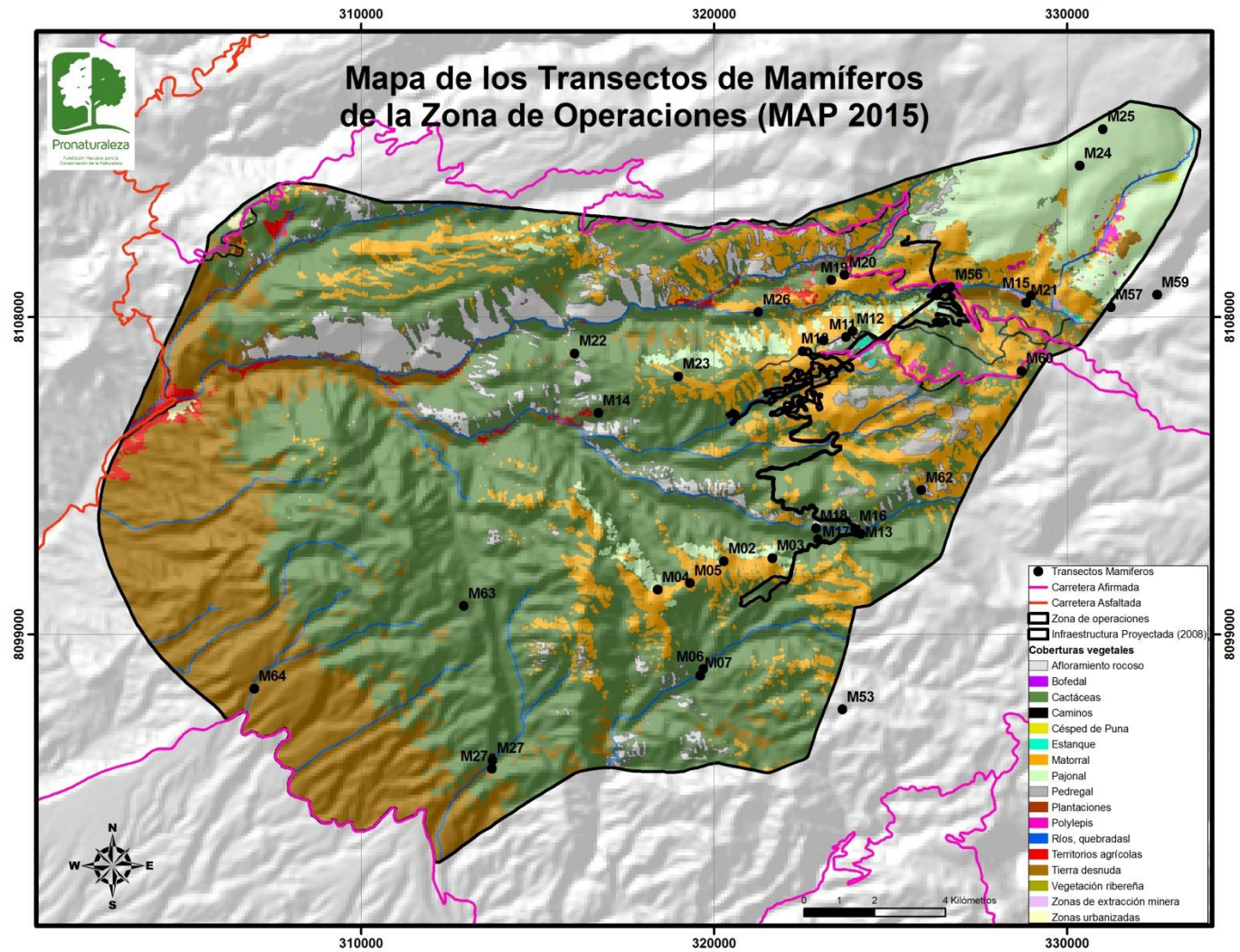


Figura 40. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

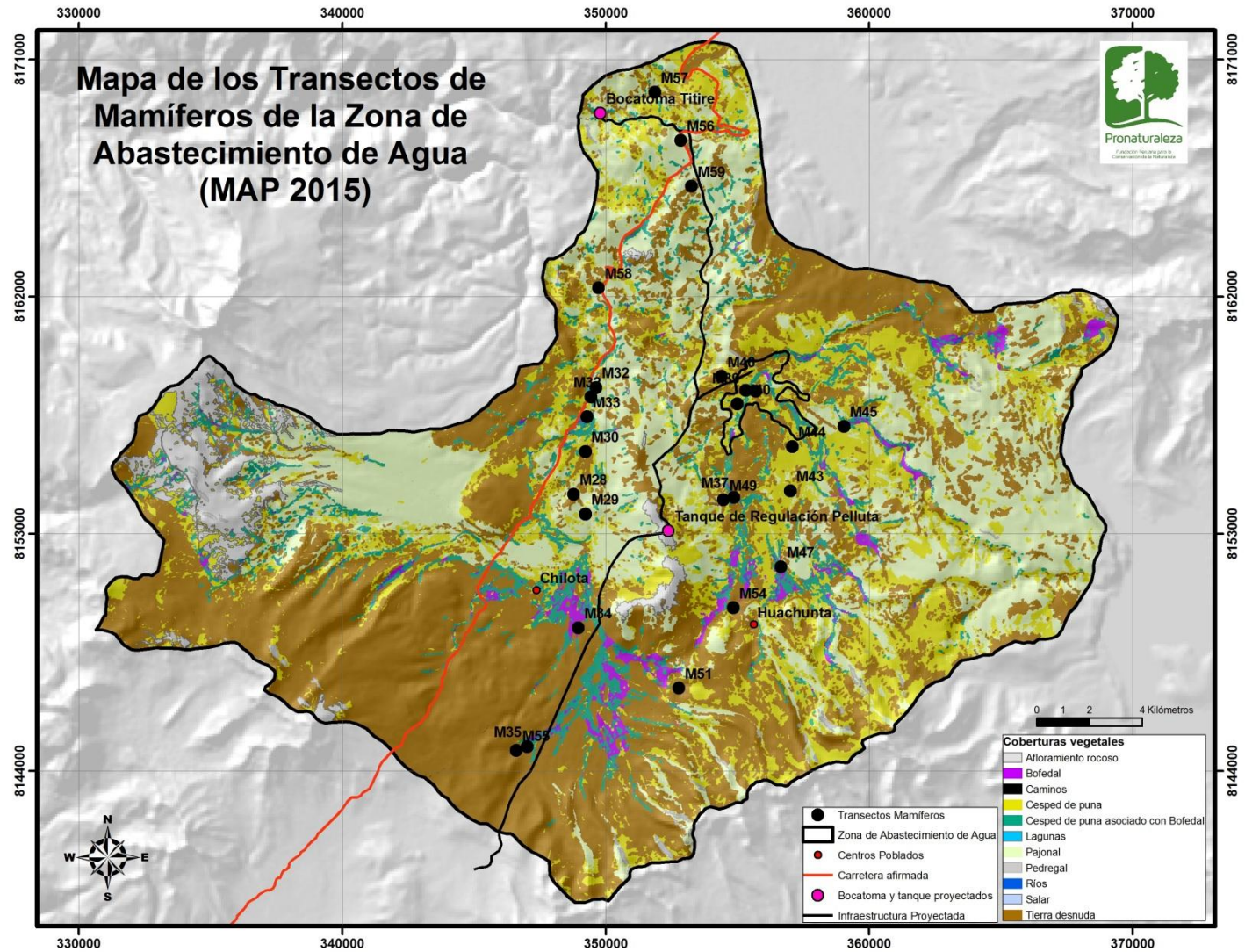


Figura 41. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)

1.3.2. Resultados del Componente Mamíferos

1.3.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Los resultados de las evaluaciones de campo señalan un registro total de 9 especies de mamíferos distribuidas en 4 familias y 3 órdenes taxonómicos. El orden Rodentia presentó seis especies de dos familias mientras el orden Carnivora presentó una especie de la familia Canidae y por último el orden Cetartiodactyla presentó dos especies de una familia (E&E PERÚ S.A. 2015).

De los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de 5 especies del orden Rodentia, todos pertenecientes a la familia Cricetidae. La especie que presentó mayor abundancia fue *Phyllotis xanthopygus* con 13 individuos registrados, seguida de *Akodon albiventer* con 5 individuos.

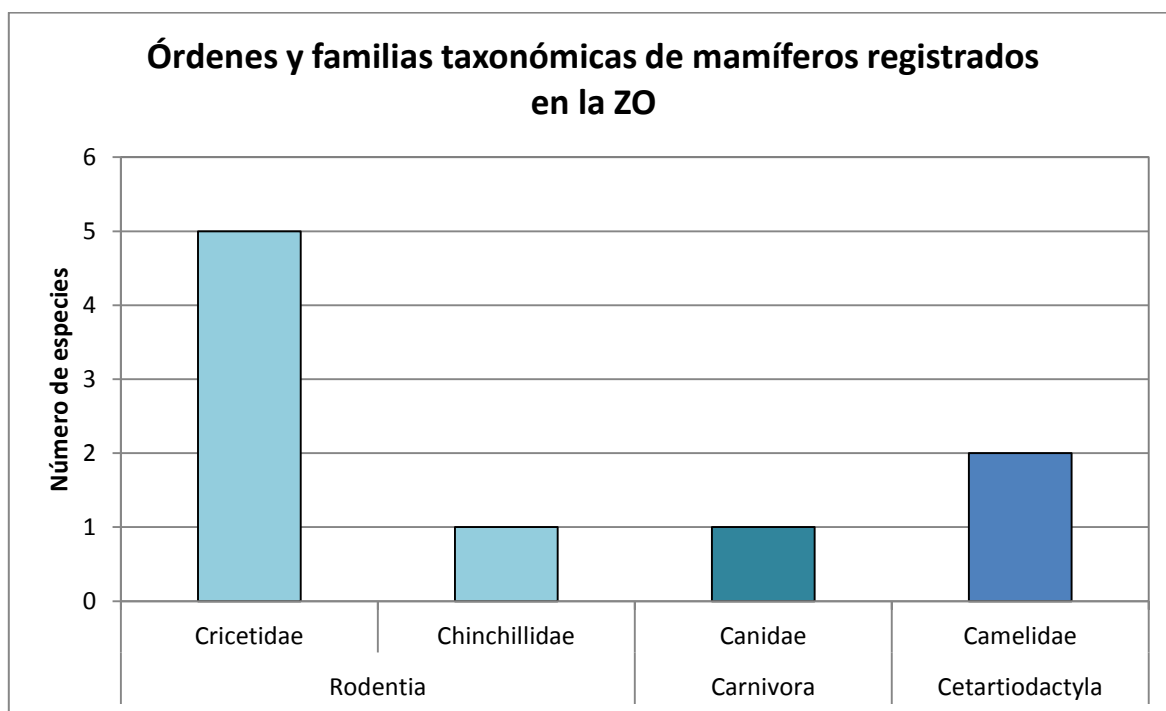


Figura 42. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época húmeda 2015)

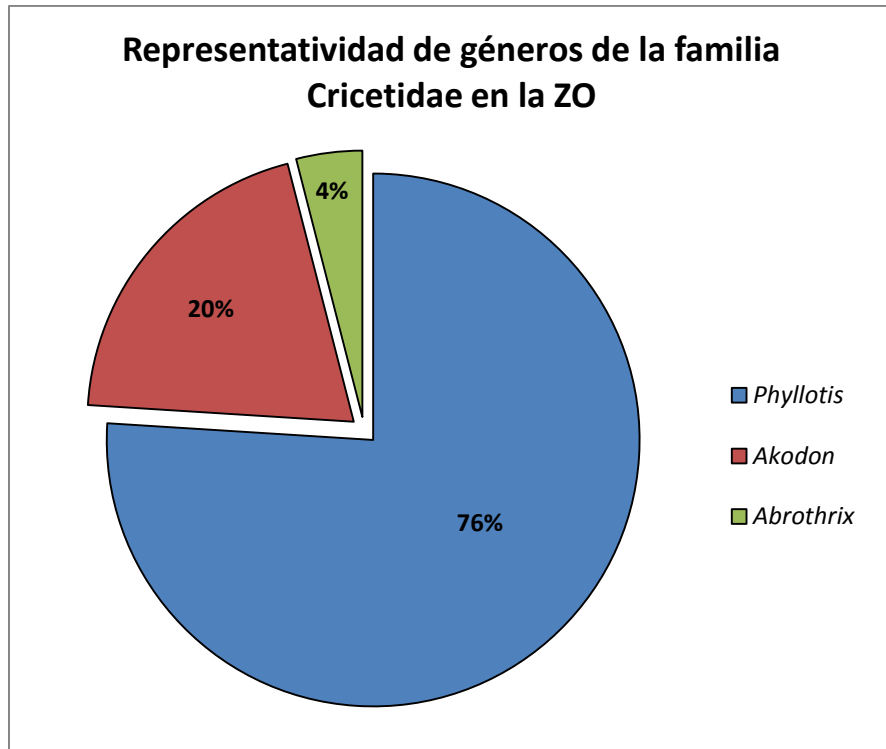


Figura 43. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época húmeda 2015)

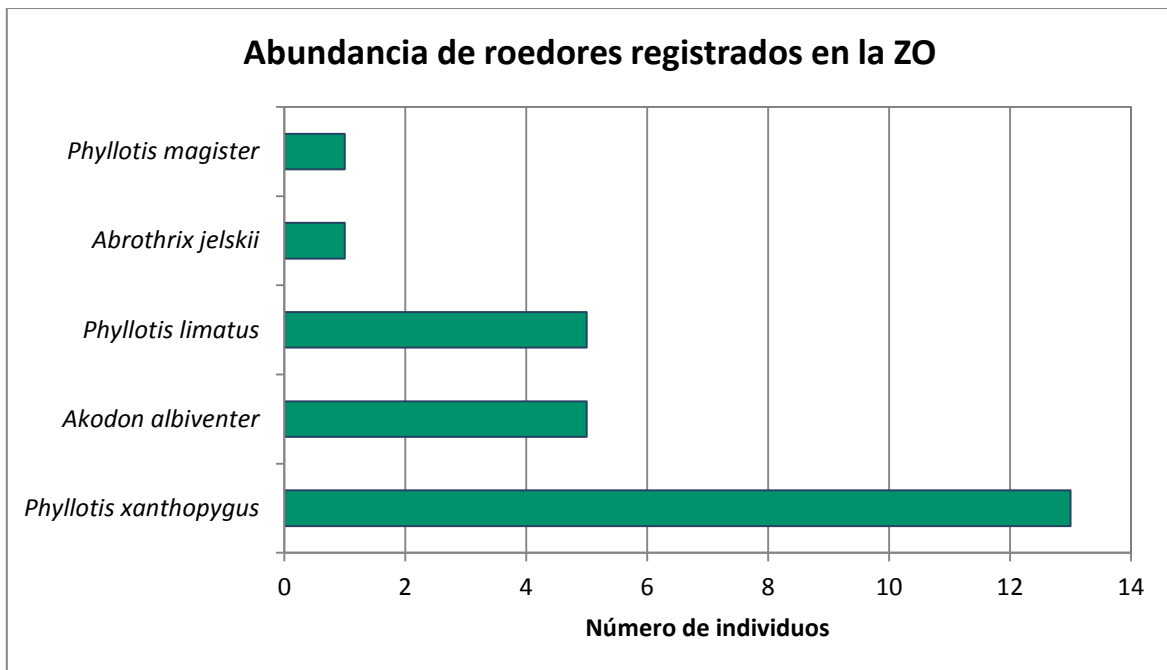


Figura 44. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época húmeda 2015)

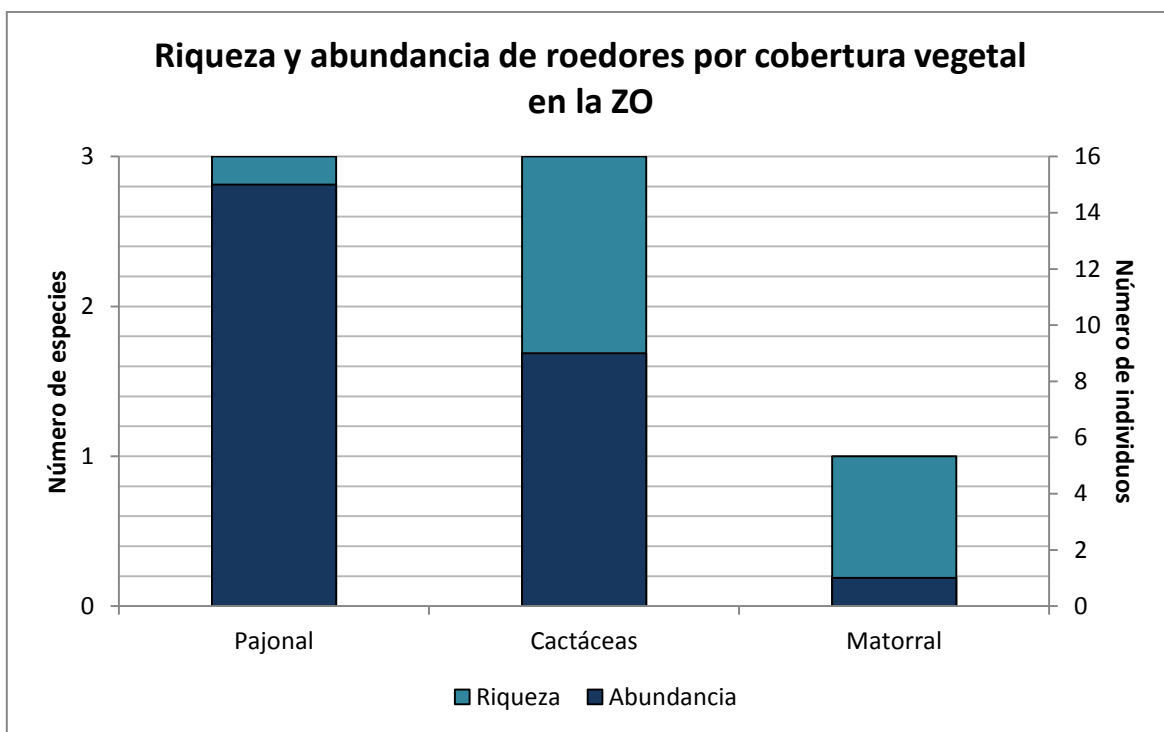


Figura 45. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

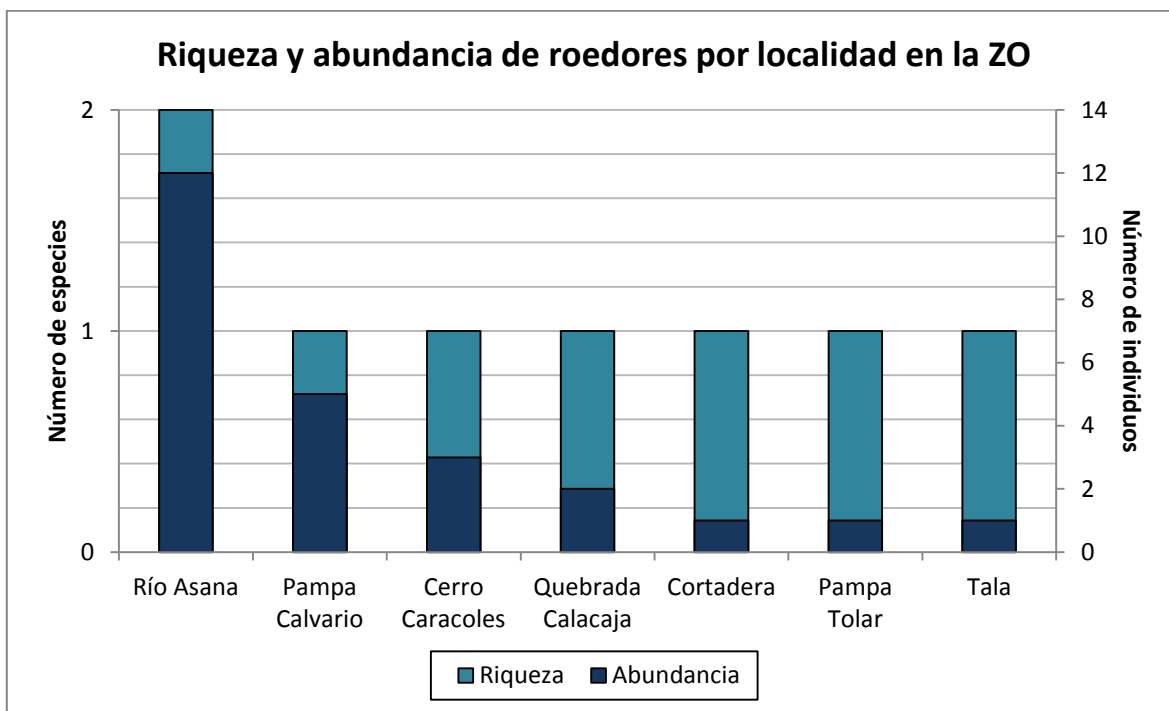


Figura 46. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 9. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	0.965	0.8783	0.9102
Matorral	0	-	0
Pajonal	0.8532	0.7766	0.7385

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 10. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Caracoles	0	-	0
Cortadera	0	-	0
Pampa Calvario	0	-	0
Pampa Tolar	0	-	0
Quebrada Calacaja	0	-	0
Río Asana	0.2868	0.4138	0.4024
Tala	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO

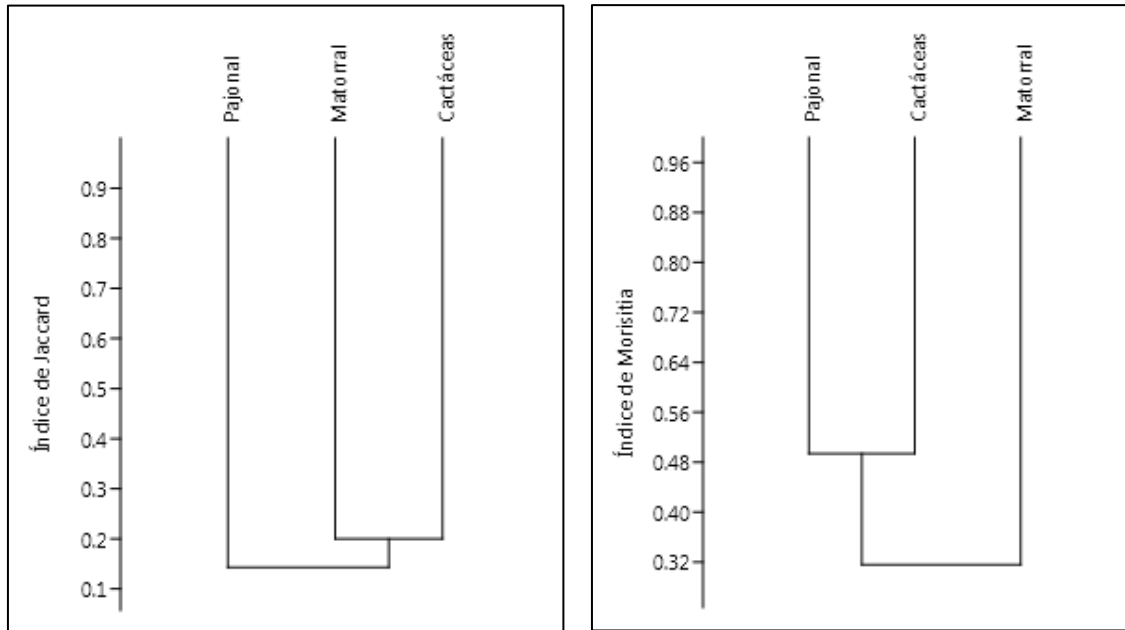


Figura 47. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

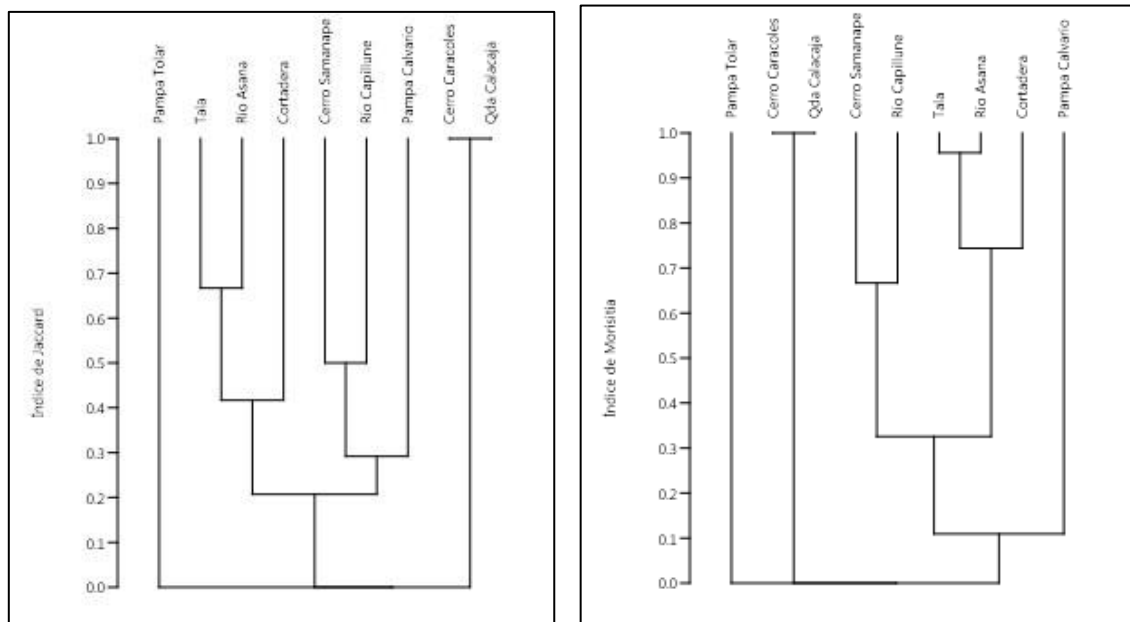


Figura 48. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.3.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para esta zona se registraron 13 mamíferos distribuidos en seis familias y tres órdenes taxonómicos. Los roedores son el grupo predominante con nueve taxa, mientras los ungulados presentaron dos y los carnívoros una especie (E&E PERÚ S.A., 2015).

En los transectos evaluados se registró 9 especies del orden Rodentia distribuidas en 3 familias. La especie *Lagidium viscacia* fue la que presentó mayor cantidad de registros. De la familia Cricetidae las especies con mayor abundancia fueron: *Phyllotis xanthopygus* (4 individuos) seguida de *Calomys lepidus* y *Akodon albiventer* (2 individuos).

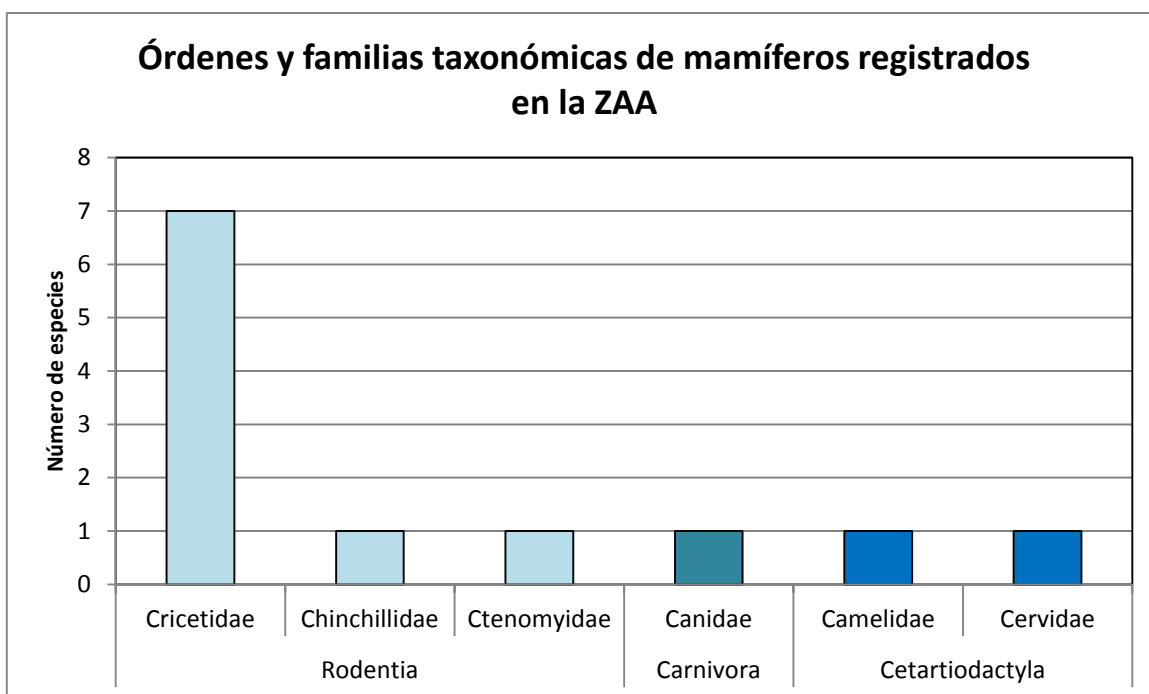


Figura 49. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda 2015)

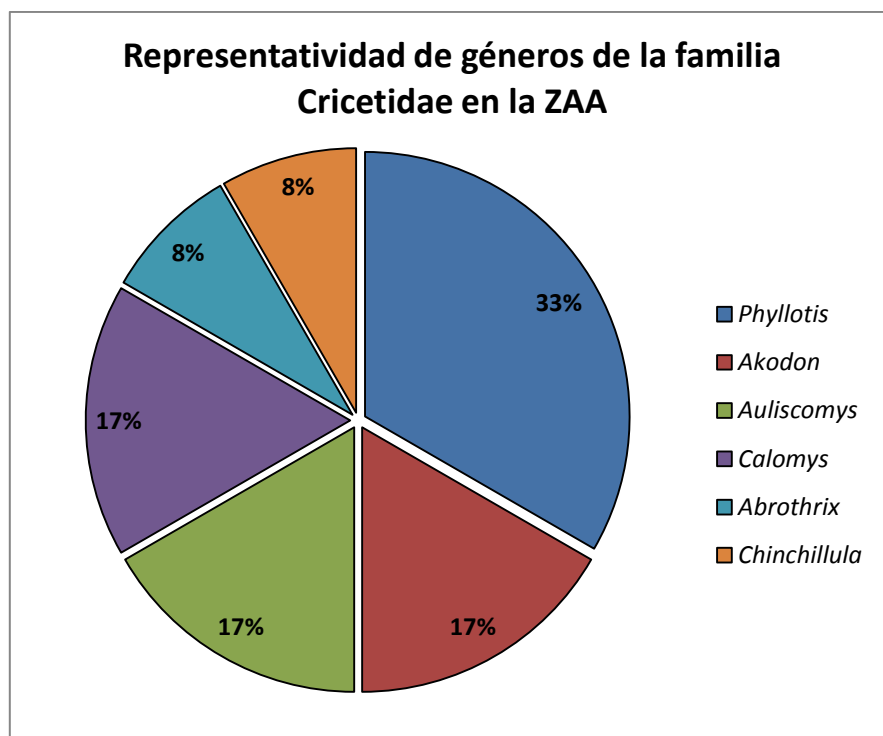


Figura 50. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época húmeda 2015)

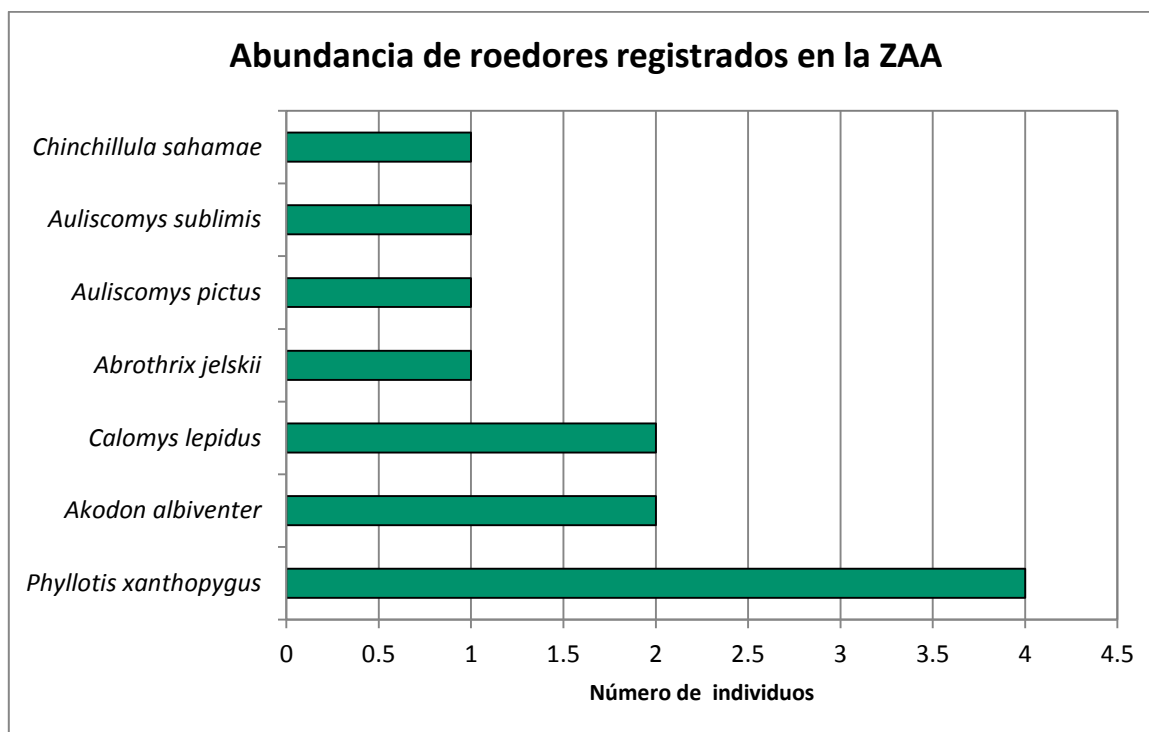


Figura 51. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época húmeda 2015)

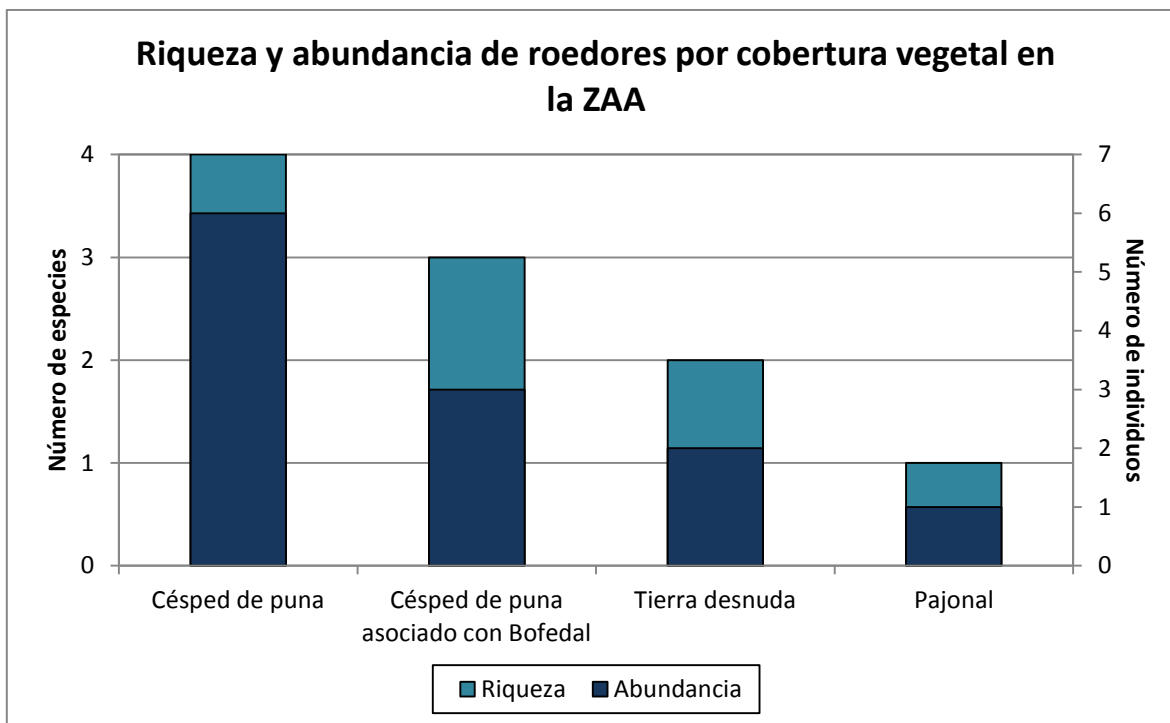


Figura 52. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

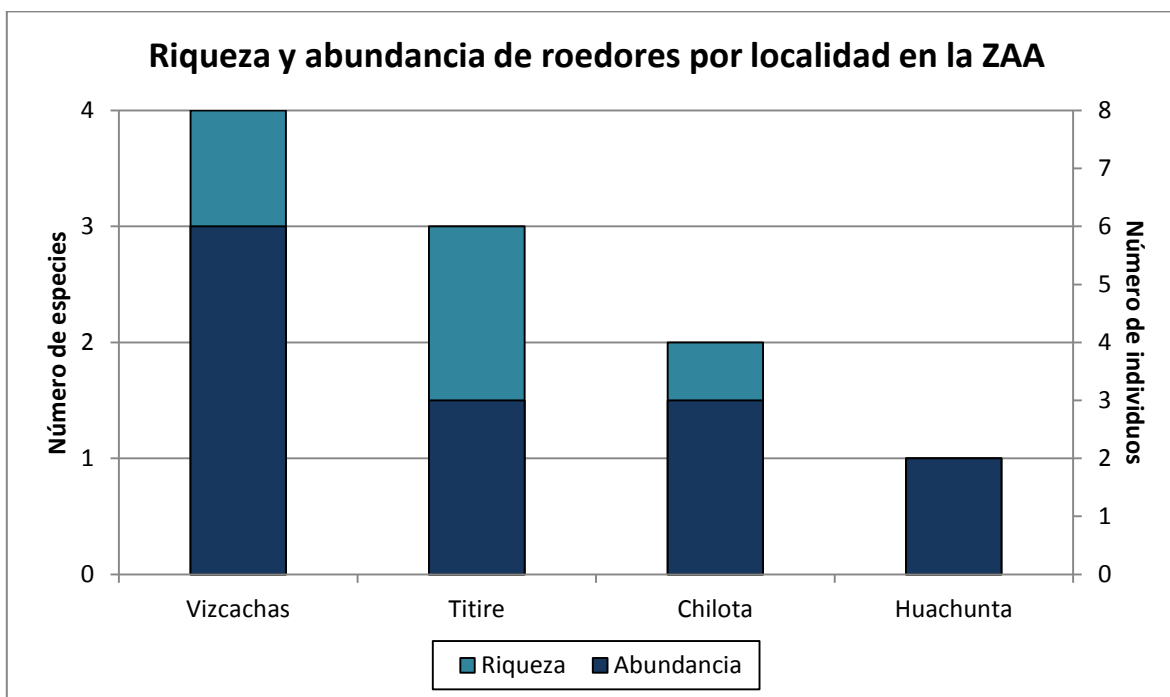


Figura 53. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 11. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Césped de puna	1.242	0.8962	1.674
Césped de puna asociado con Bofedal	1.099	1	1.82
Pajonal	0	-	0
Tierra desnuda	0.6931	1	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

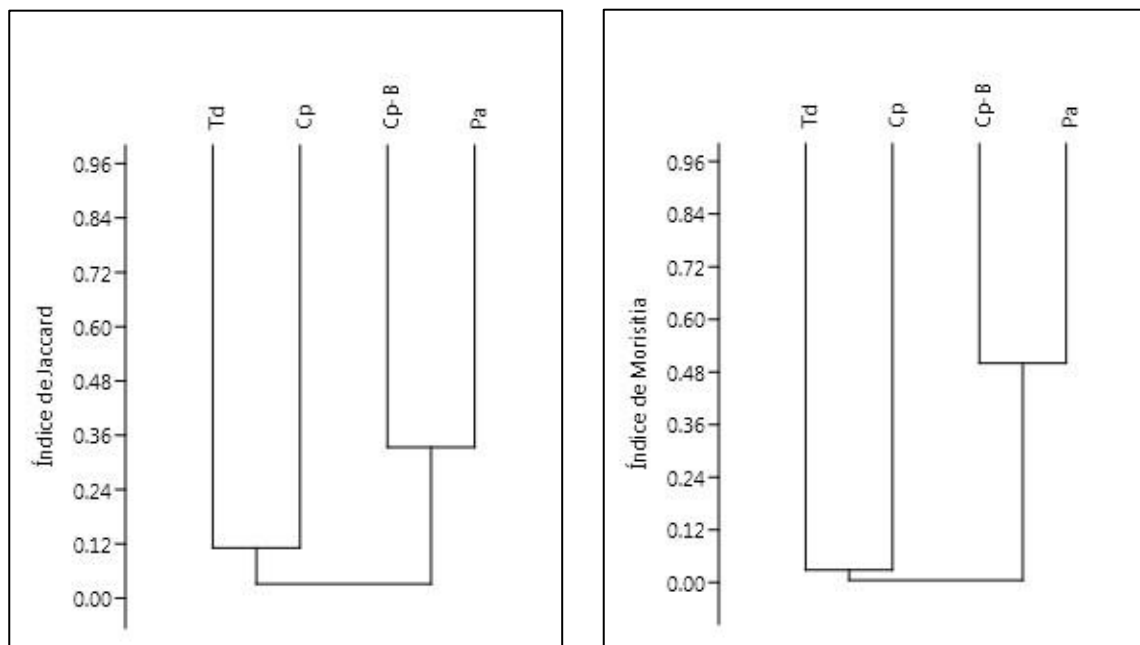
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 12. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	1.099	1	1.82
Huachunta	0.6931	1	1.443
Titire	1.099	1	1.82
Vizcachas	1.242	0.8962	1.674

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZAA



Td= Tierra desnuda; Cp= Césped de puna; Cp-B= Césped de puna asociado con bofedal; Pa= Pajonal

Figura 54. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

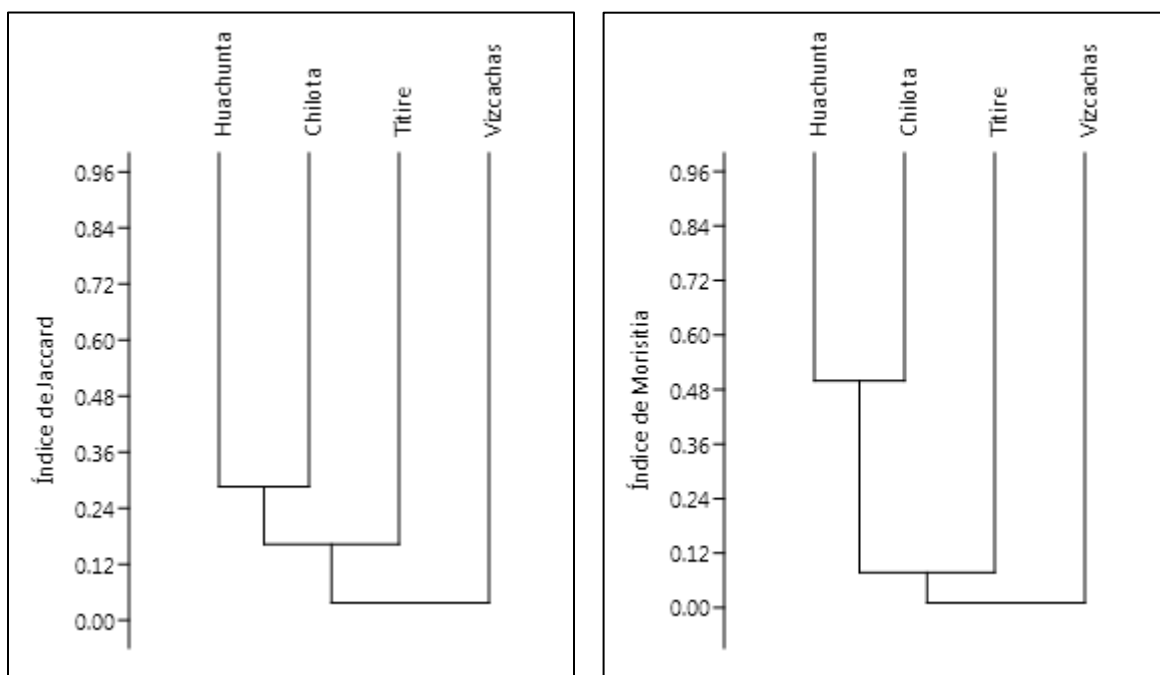


Figura 55. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZAA (época húmeda 2015)

1.4. Componente: HERPETOFAUNA

1.4.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

Las evaluaciones corresponden al monitoreo de la época húmeda y se realizaron en dos ingresos a campo, el primero entre el 25 de Abril y 01 de Mayo de 2015, y el segundo entre el 07 y 13 de Junio de 2015 (E&E PERÚ S.A. 2015).

- **Descripción de la metodología de campo**

Para la presente evaluación el método de muestreo utilizado fue el Visual Encounter Survey (VES) (Crump y Scott, 1994), el cual consiste en el establecimiento de recorridos de búsqueda intensiva dentro de un hábitat o área determinado durante un periodo de tiempo preestablecido. Cada uno de los recorridos VES corresponde a una unidad de muestreo, estos fueron establecidos en los diferentes hábitats dentro área de estudio y se realizaron durante el día (entre 08:00 y 16:00 Hrs.). Cada recorrido VES tuvo una duración de 30 minutos. Para cada VES se tomó nota de las coordenadas de inicio y final del recorrido, las condiciones del tiempo, características básicas de las zonas evaluadas, el número de especies e individuos registrados, hora de registro, y otros datos relevantes (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

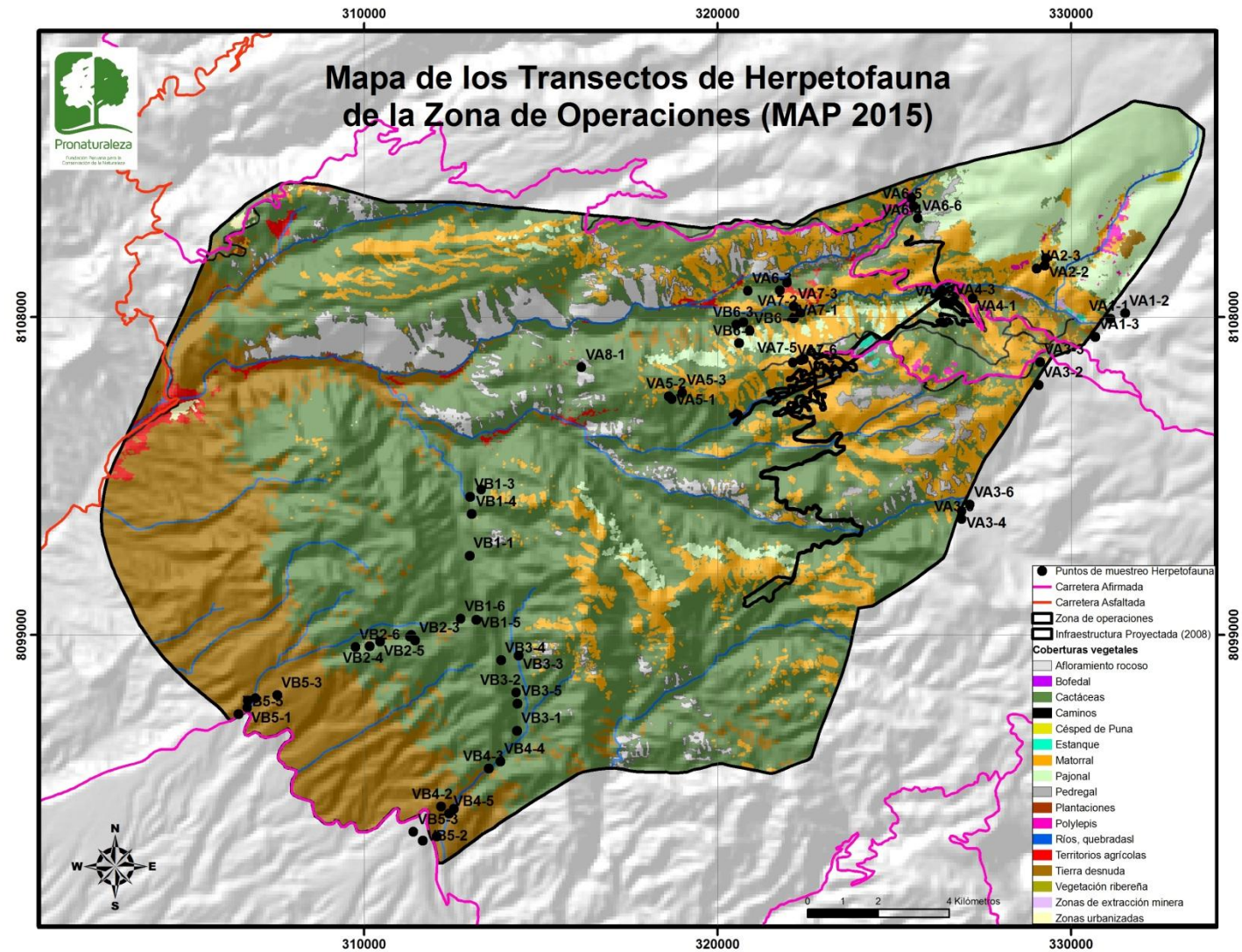


Figura 56. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época húmeda 2015)

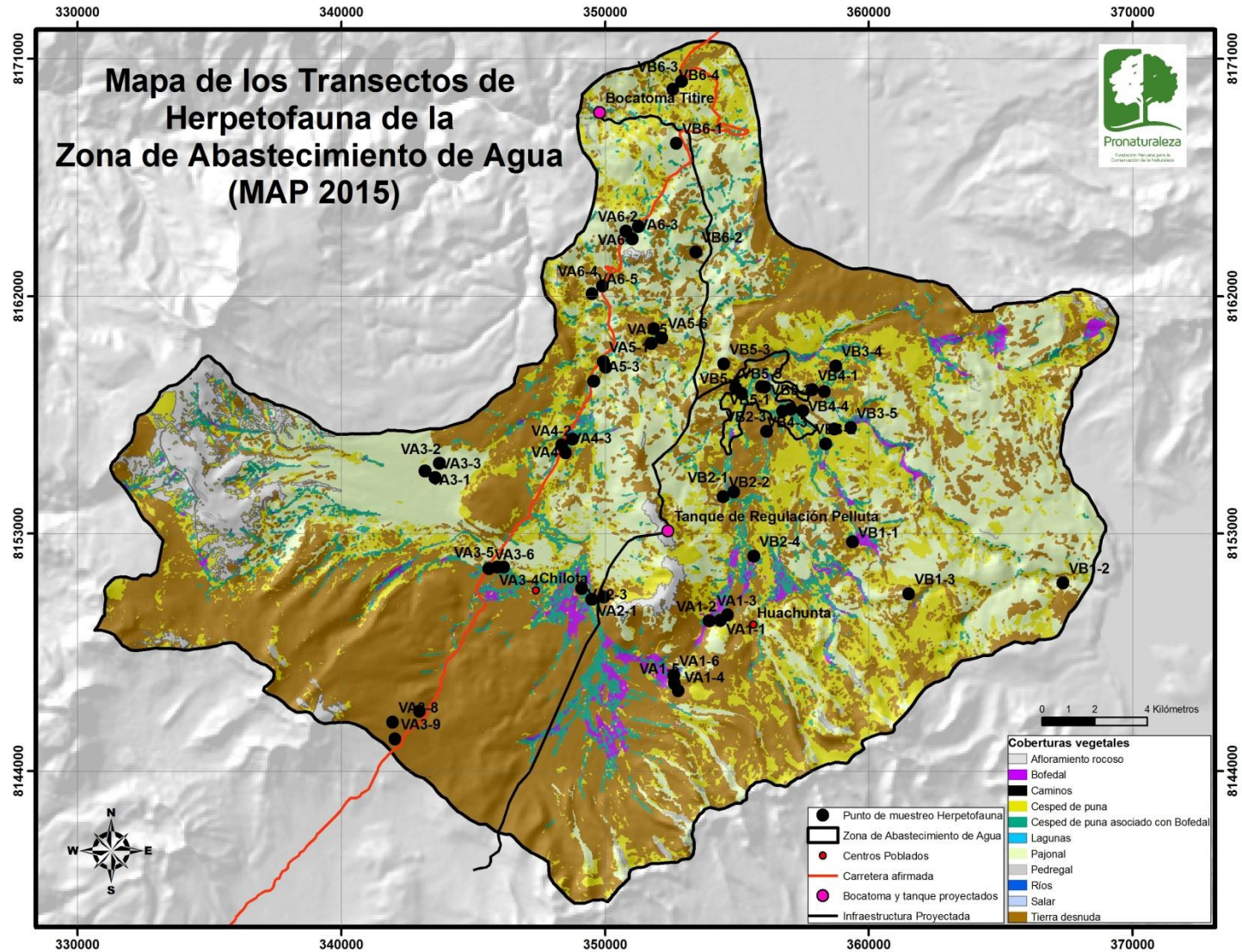


Figura 57. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época húmeda 2015)

1.4.2. Resultados del Componente Herpetofauna

1.4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para el área de operaciones se tuvo una riqueza específica de seis especies entre herpetofauna: cuatro reptiles y dos anfibios. Las cuatro especies de reptil se distribuyen en un orden, cuatro familias y cuatro géneros, las dos especies de anfibio se distribuyen en un orden, dos familias y dos géneros. Todas las familias de herpetofauna presentaron el mismo número de especies (una especie para cada familia) (E&E PERÚ S.A. 2015).

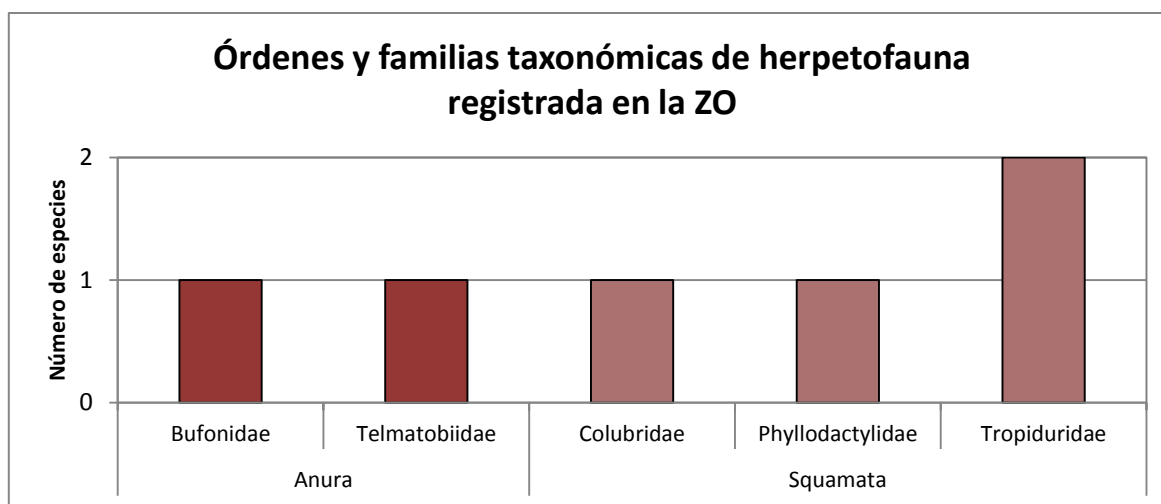


Figura 58. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)

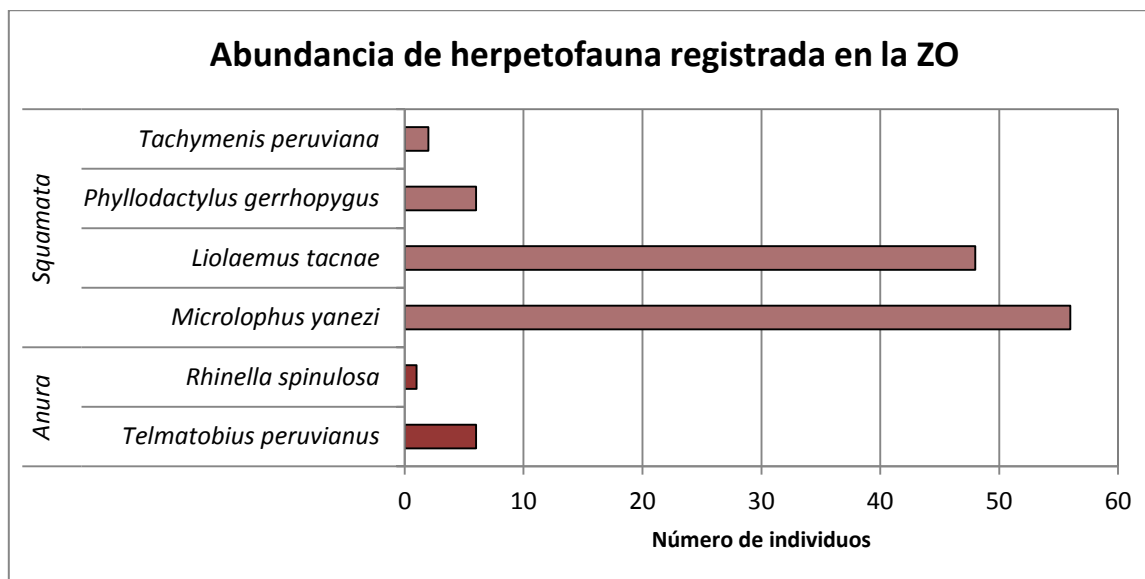


Figura 59. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda 2015)

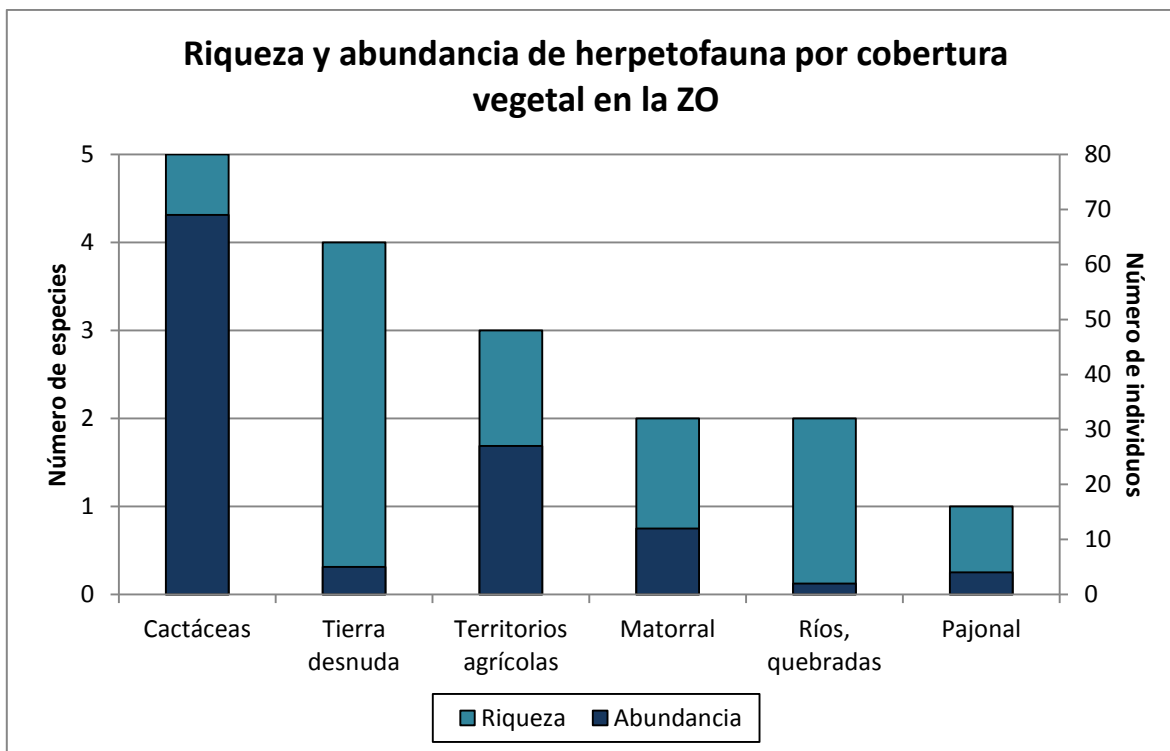


Figura 60. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

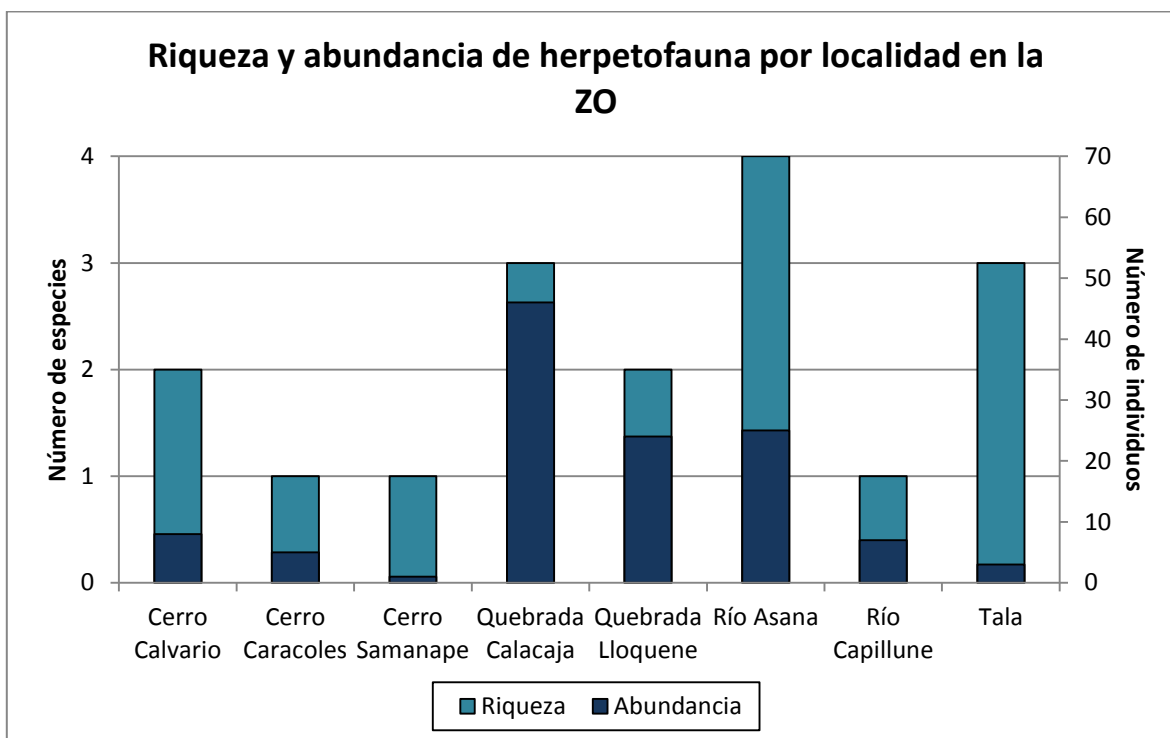


Figura 61. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 13. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	1.028	0.6385	0.9447
Matorral	0.4506	0.65	0.4024
Pajonal	0	-	0
Territorios agrícolas	0.6931	1	1.443
Tierra desnuda	0.8655	0.7878	0.6068
Ríos, quebradas	1.332	0.961	1.864

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 14. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZO (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Calvario	0.3768	0.4809	0.5436
Cerro Caracoles	0	0	-
Cerro Samanape	0	0	-
Quebrada Calacaja	0.8389	0.5224	0.7636
Quebrada Lloquene	0.4506	0.3147	0.65
Río Asana	1.186	0.932	0.8554
Río Capillune	0	0	-
Tala	1.099	1.82	1

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO

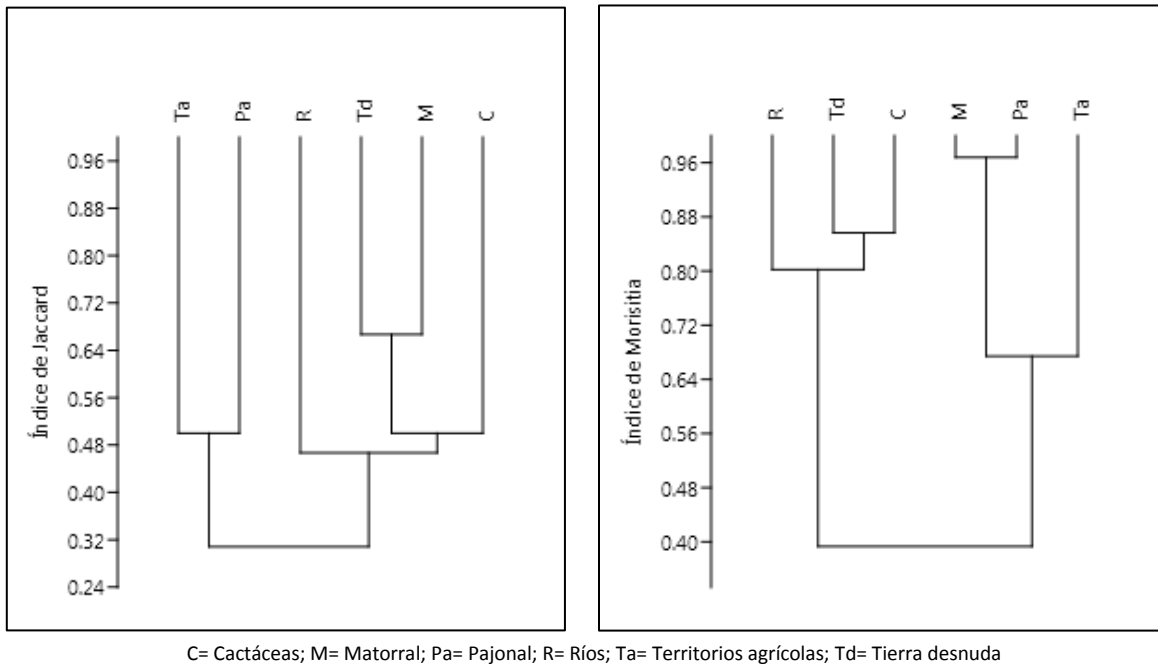


Figura 62. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época húmeda 2015)

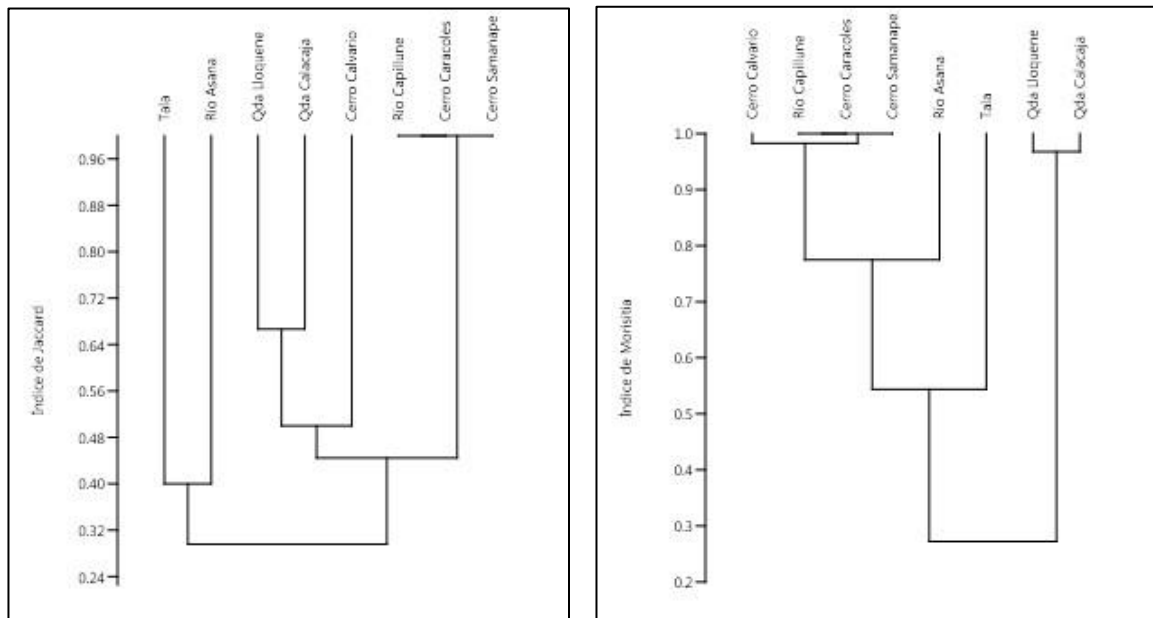


Figura 63. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

1.4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época húmeda 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para esta área se tuvo una riqueza específica de cuatro especies, un reptil y tres anfibios. El único reptil registrado fue *Liolaemus signifer* y pertenece al orden Squamata y Familia Liolaemidae. Las tres especies de anfibio se distribuyen en un orden, tres familias y tres géneros. (E&E PERÚ S.A. 2015).

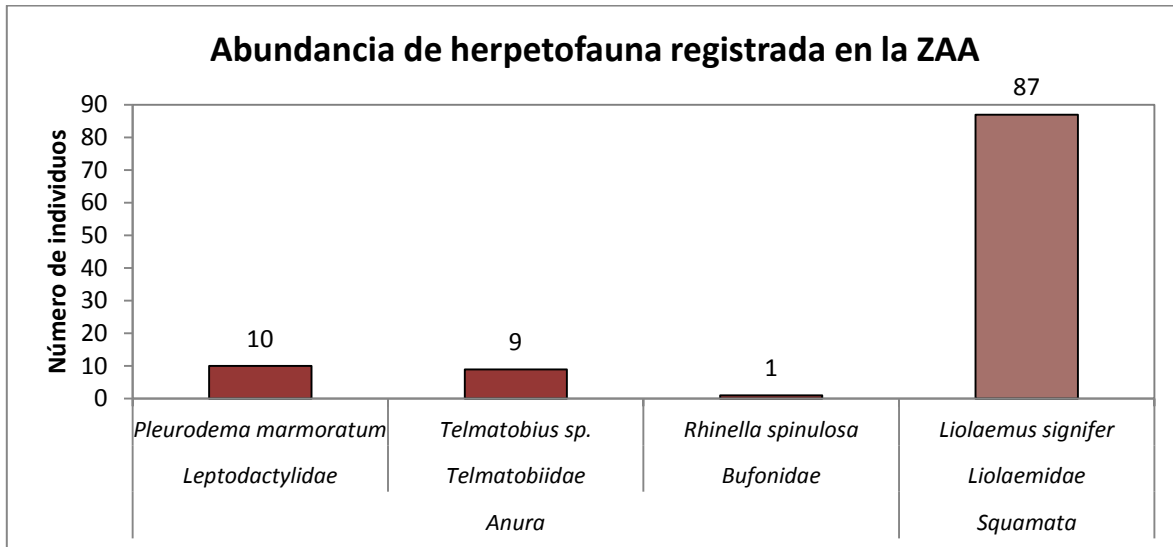


Figura 64. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda 2015)

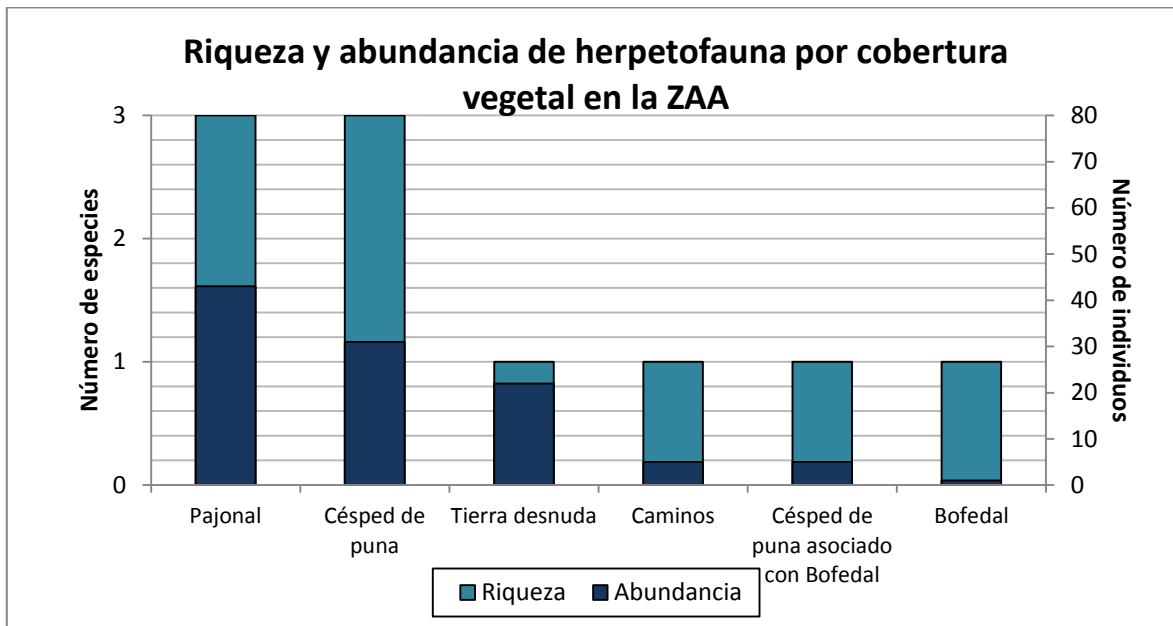


Figura 65. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

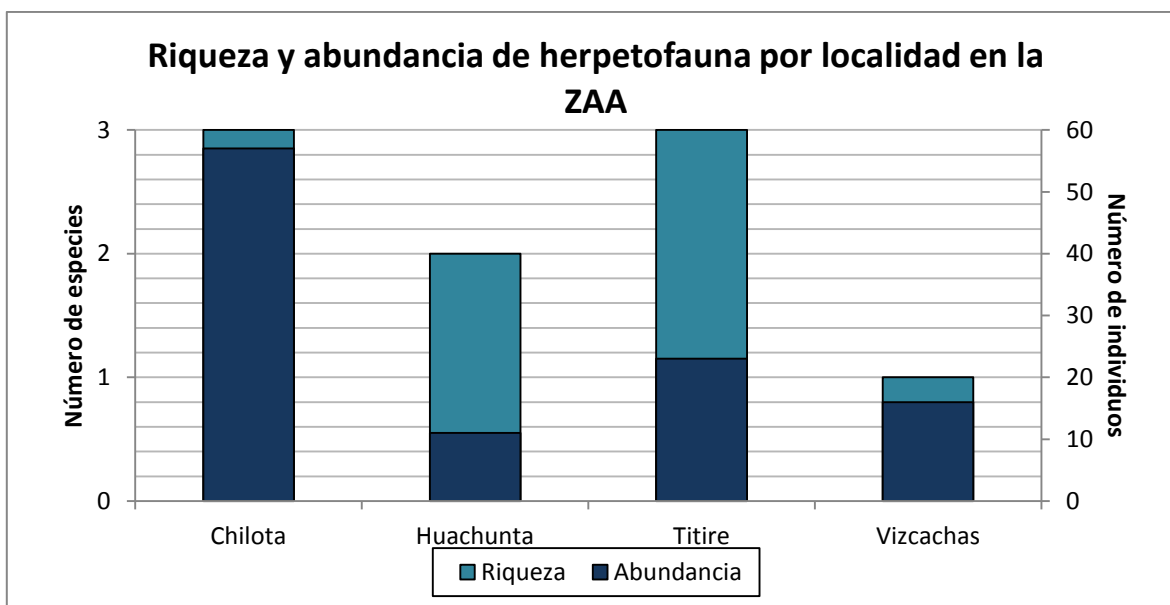


Figura 66. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 15. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Bofedal	0	-	0
Caminos	0	-	0
Césped de puna	0.6683	0.6083	0.5824
Césped de puna asociado con Bofedal	0	-	0
Pajonal	0.6466	0.5885	0.5317
Tierra desnuda	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 16. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZAA (época húmeda 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	0.4585	0.4173	0.4947
Huachunta	0.3046	0.4395	0.417
Titire	0.8379	0.7627	0.6379
Vizcachas	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZAA

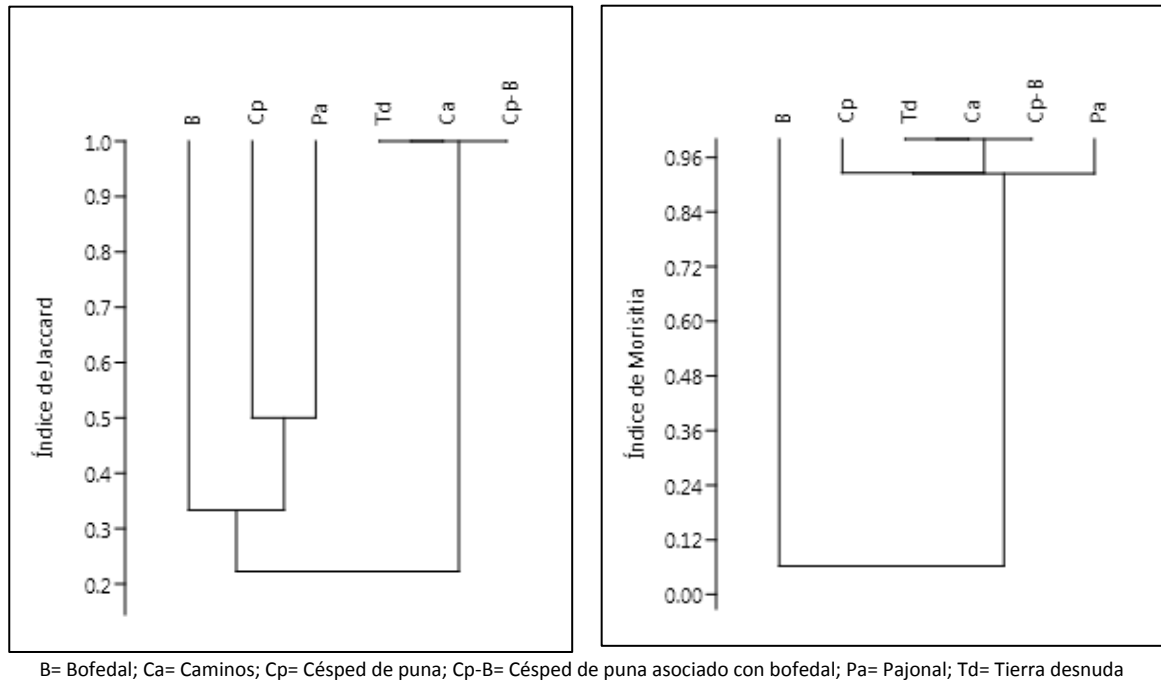


Figura 67. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZAA (época húmeda 2015)

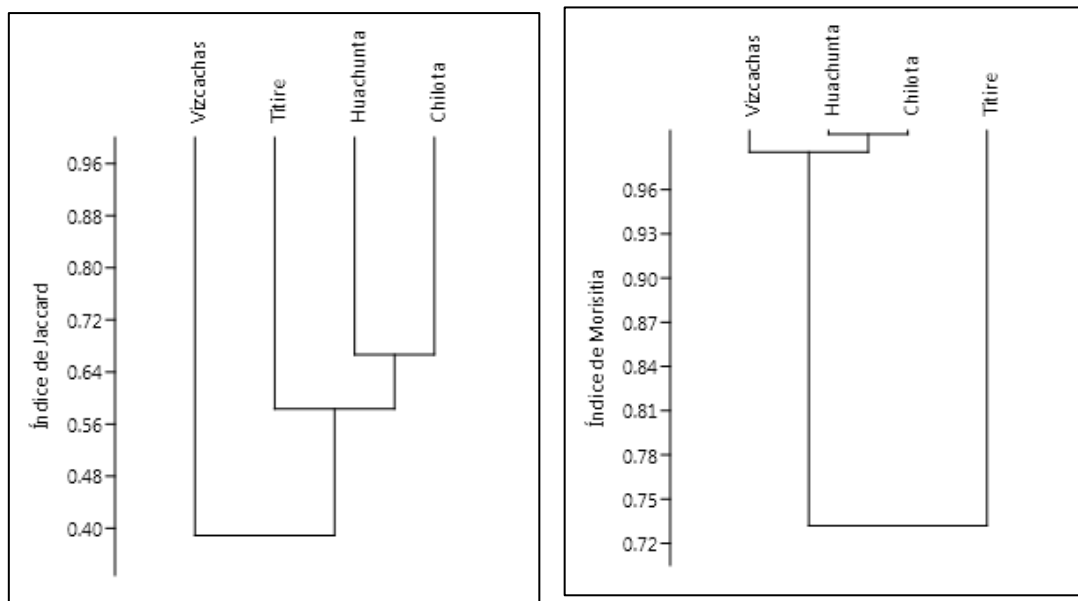


Figura 68. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época húmeda 2015)

Capítulo II. Resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre 2015 - época seca.

II. Resultados de las evaluaciones del componente flora y fauna silvestre 2015 - época seca

2.1. Componente: FLORA SILVESTRE

2.1.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de la época seca se realizó entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

Para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad, se establecieron 120 transectos de 50 m utilizando la metodología de Punto – intersección (Mostacedo y Fredericksen 2000). En cada transecto fueron evaluados 50 puntos, cada punto distanciado por 1 m. En cada punto se colocó una varilla de 1 mm de diámetro y se tomó en cuenta las especies que tuvieron contacto con la varilla y las veces que estas la tocaban (Mostacedo y Fredericksen 2000). Para cada transecto se registró datos de ubicación geográfica y altitud con un equipo de posicionamiento global (GPS). Así también, se realizó un inventario florístico mediante la recolecta de especímenes en el área de estudio, desde los 2000 hasta los 4700 msnm. Los procedimientos de recolecta y prensado fueron realizados empleando las metodologías recomendadas por Cerrate (1969), para cada una de ellas se anotó la forma de crecimiento que presentaba según Whitaker (1975) (hierba, arbusto, sufrutice, etc.) (E&E PERÚ S.A., 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

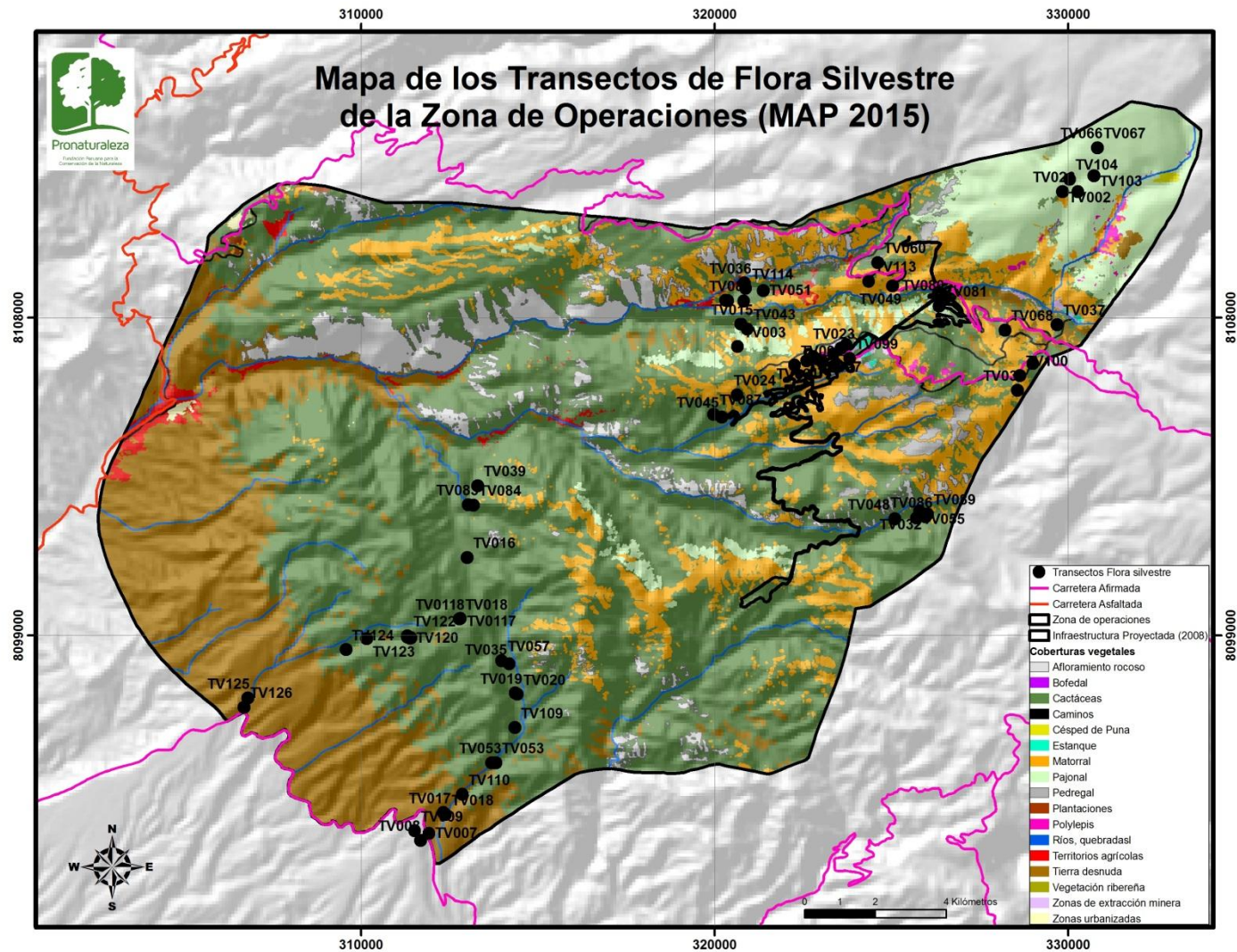


Figura 69. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

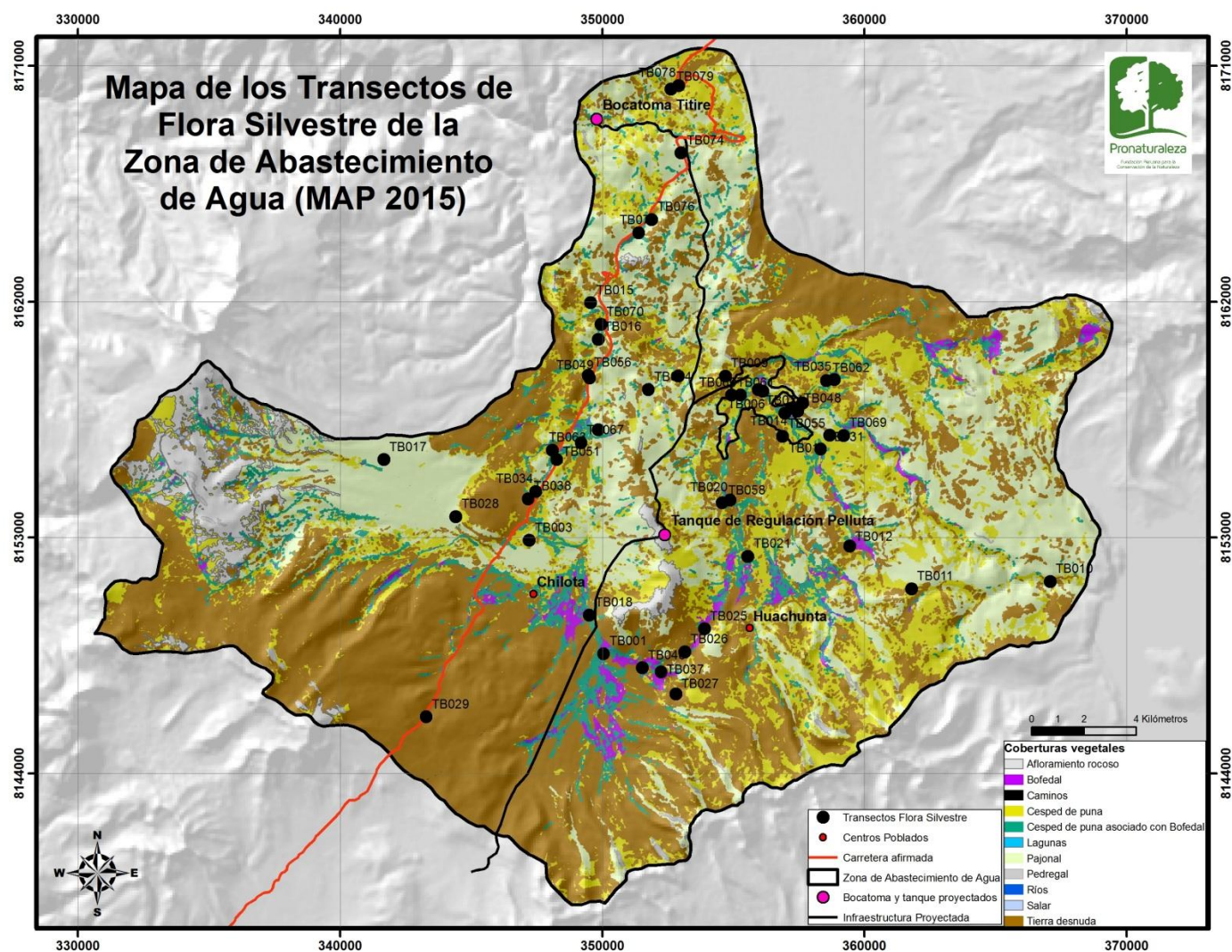


Figura 70. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente flora silvestre en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.1.2. Resultados del Componente Flora silvestre

2.1.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)

a) Composición florística

Según los resultados obtenidos en el muestreo de campo, en esta zona se registró un total de 115 especies agrupadas en 90 géneros y 34 familias. Las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Asteraceae (28 especies) y Poaceae (10 especies). El género *Ambrosia*, perteneciente a la familia Asteraceae, y el género *Vulpia*, de la familia Poaceae, fueron los géneros que presentaron mayor abundancia.

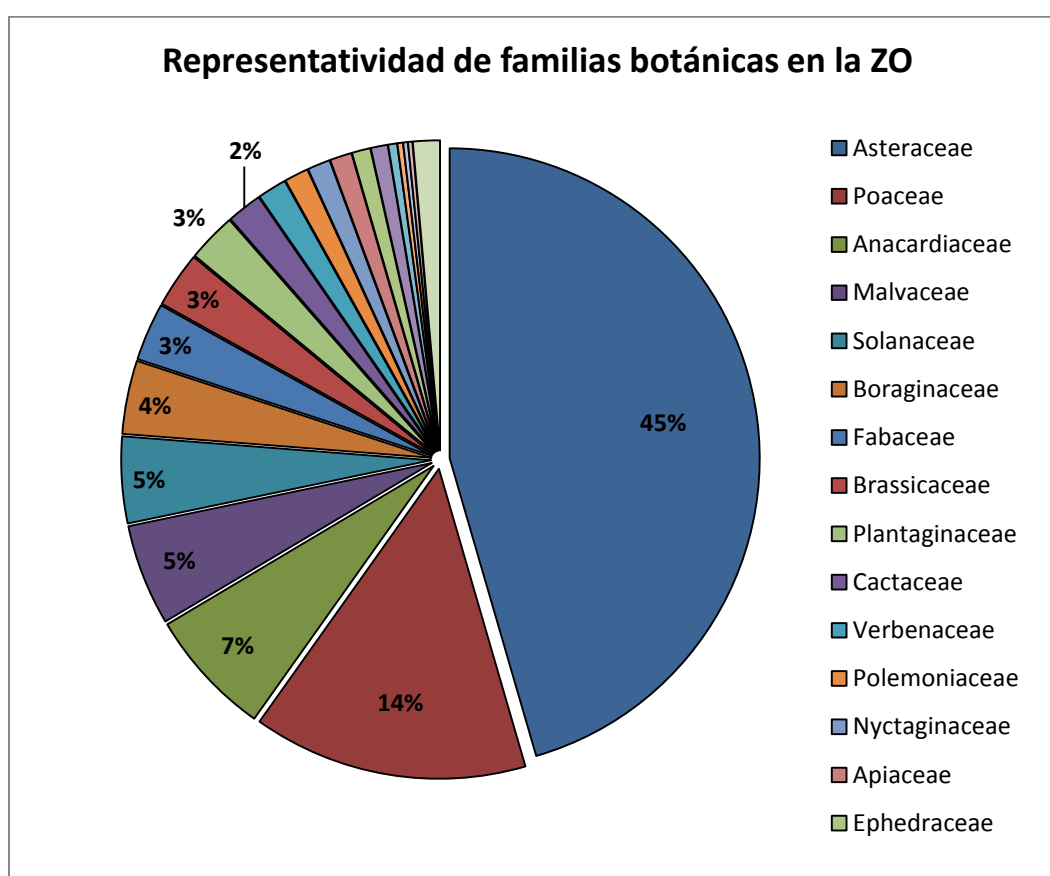


Figura 71. Representatividad de las familias botánicas en la ZO (época seca 2015)

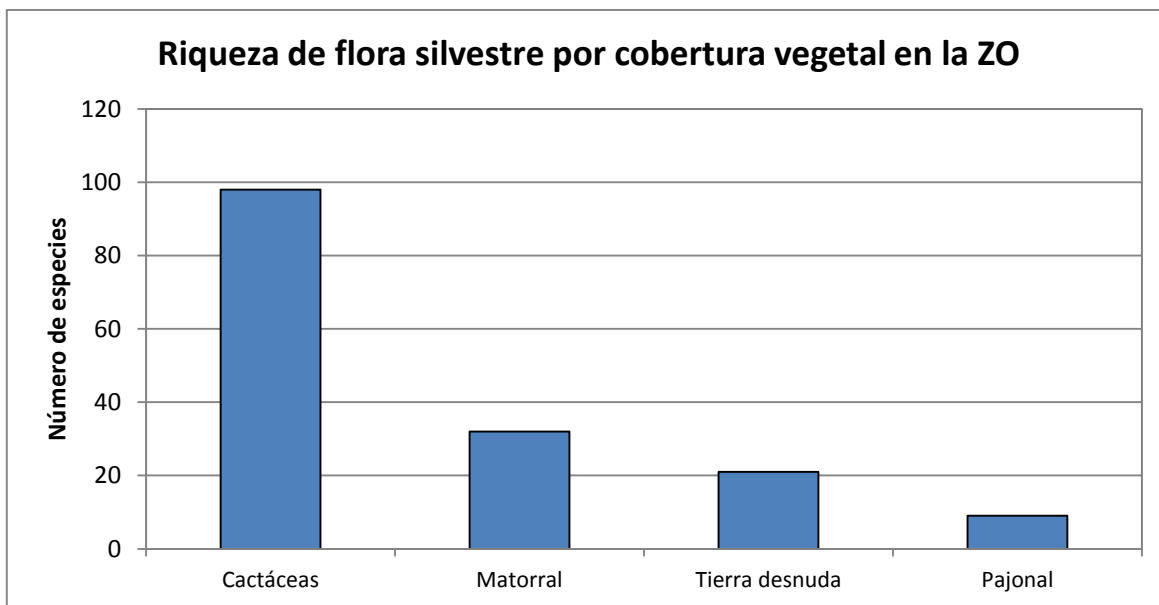


Figura 72. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales en la ZO (época seca 2015)

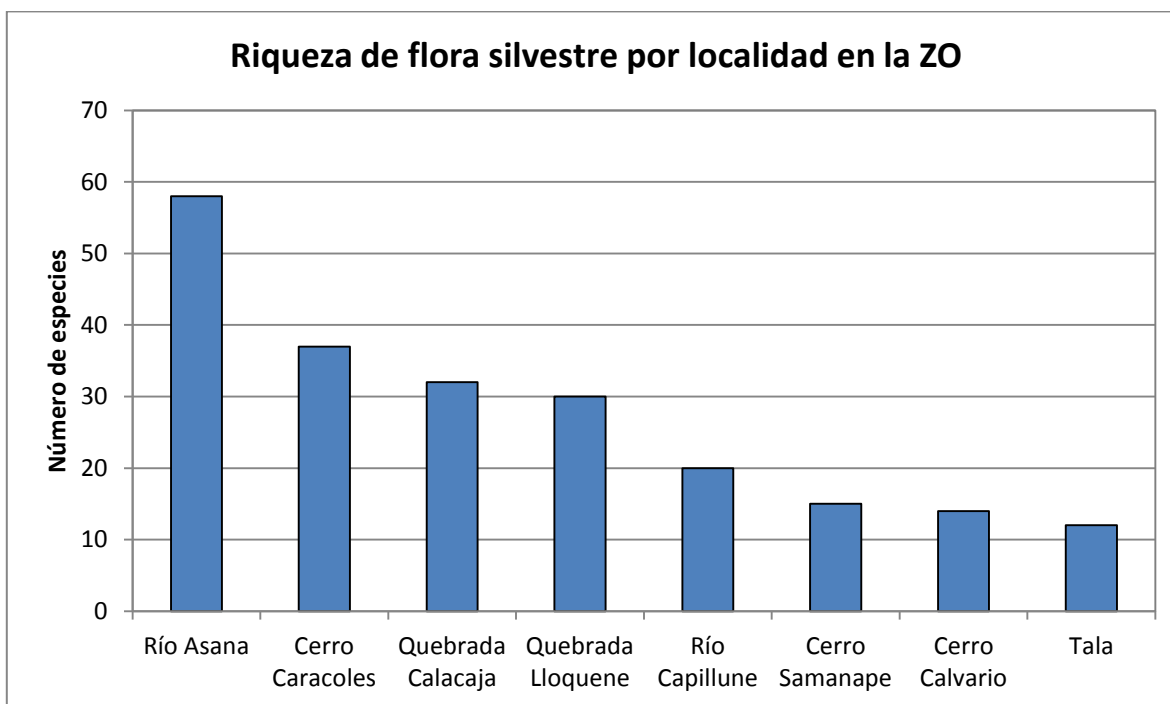


Figura 73. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015)

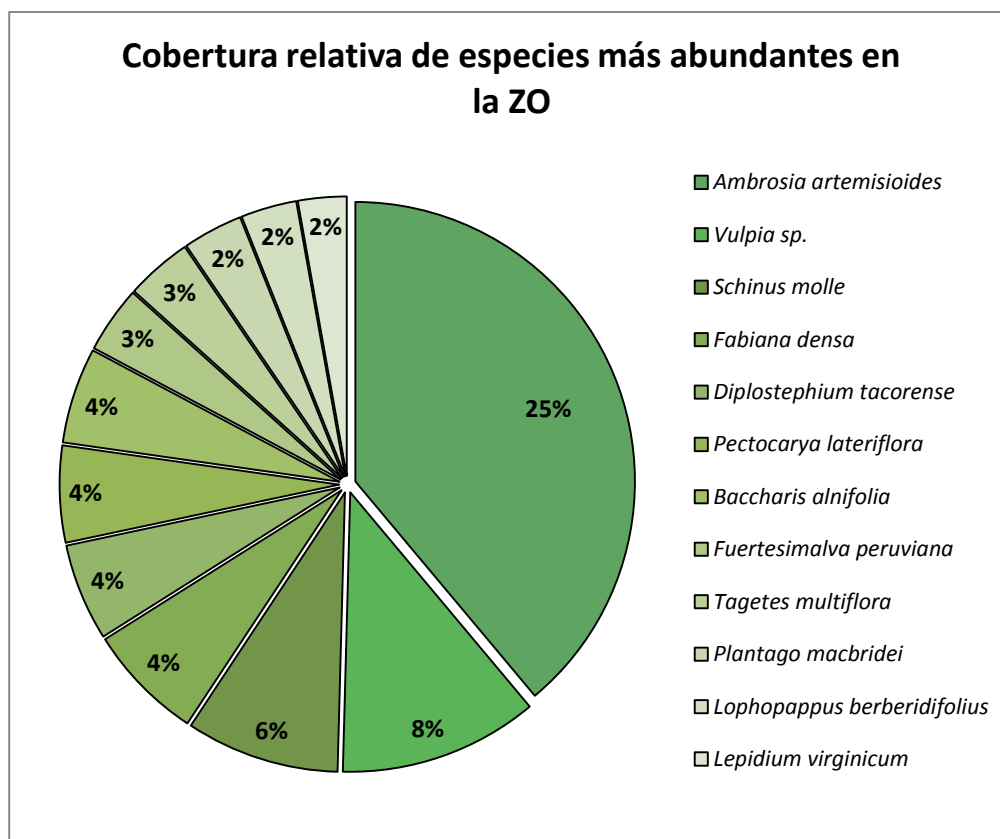


Figura 74. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZO (época seca 2015)

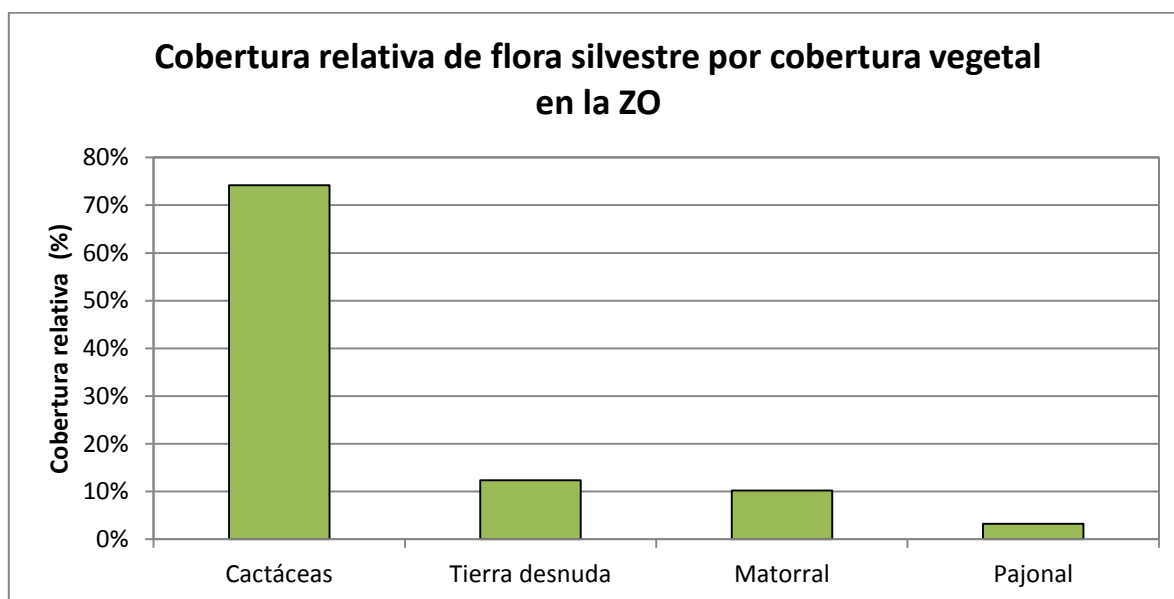


Figura 75. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

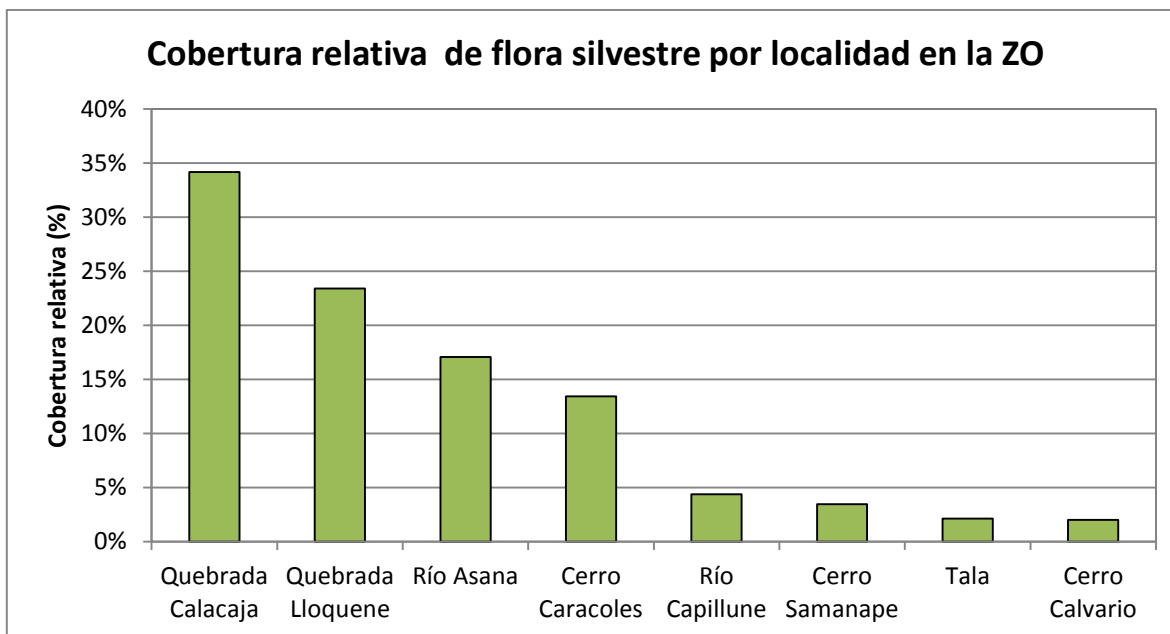
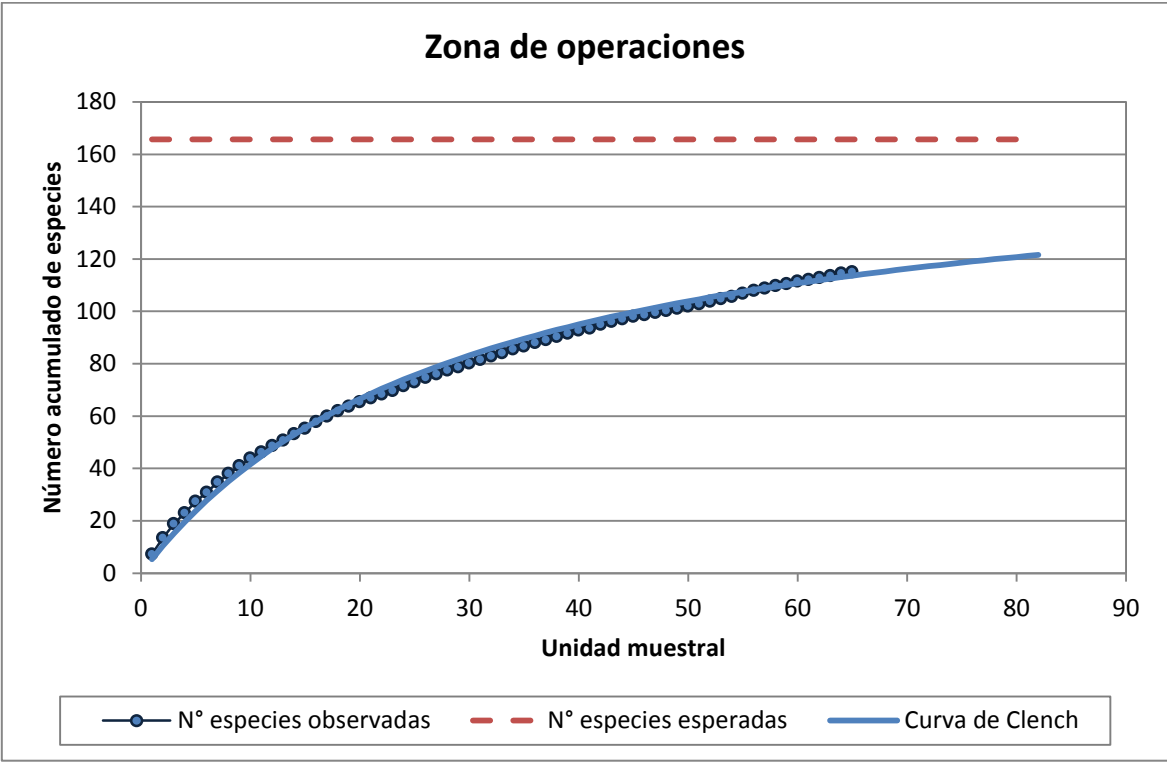


Figura 76. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZO (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
115	5.566074	0.033589	69.40%	165.713047	0.992267

Figura 77. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 17. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	3.103	0.6768	11.6
Matorral	2.655	0.7661	4.861
Pajonal	1.672	0.761	1.529
Tierra desnuda	2.401	0.7885	3.044

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 18. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Cerro Calvario	1.413	0.5354	2.735
Cerro Caracoles	2.798	0.7749	5.412
Cerro Samanape	1.692	0.6247	2.642
Quebrada Calacaja	2.271	0.6552	4.086
Quebrada Lloquene	2.59	0.7615	4.023
Río Asana	3.199	0.7878	8.27
Río Capillune	2.049	0.6841	3.436
Tala	1.679	0.6758	2.286

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO

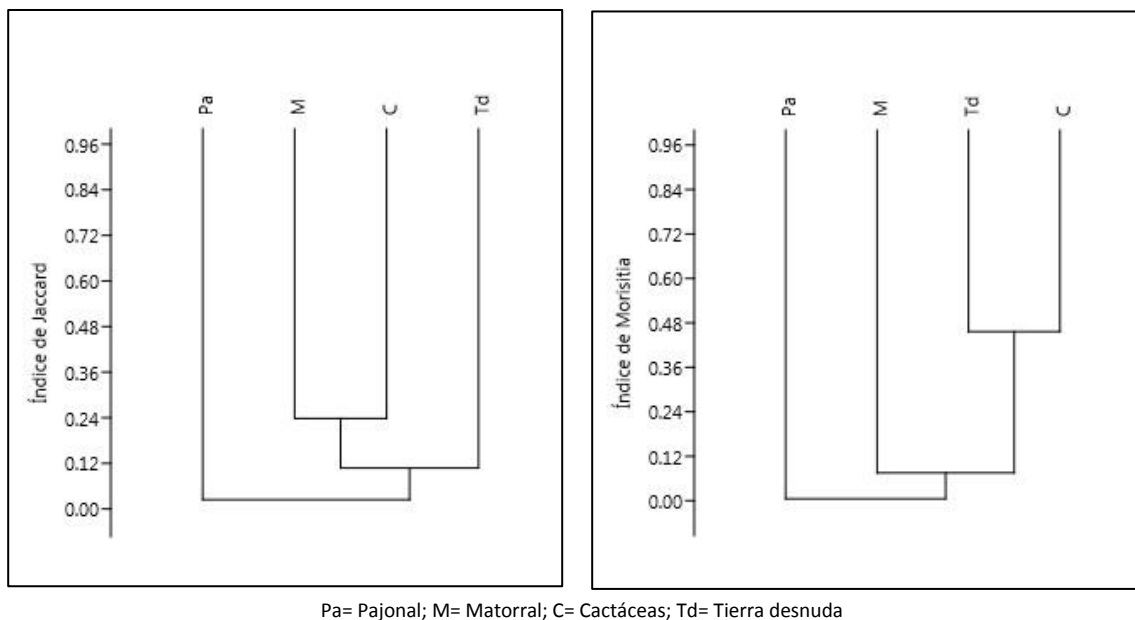


Figura 78. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

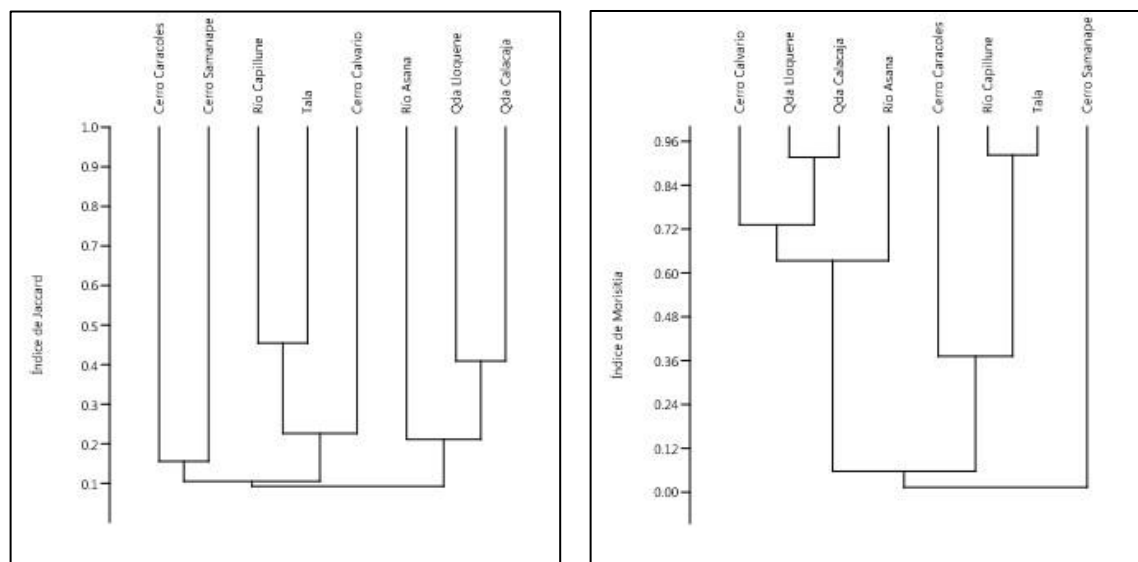


Figura 79. Análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre las localidades de la ZO (época seca 2015)

2.1.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en época seca (2015)

a) Composición florística

Según los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de 65 especies agrupadas en 39 géneros y 17 familias. Las familias con mayor diversidad fueron: Asteraceae (8 géneros y 17 especies) y Poaceae (7 géneros y 15 especies). Los géneros más abundantes fueron: Festuca de la familia Poaceae y Parastrephia de la familia Asteraceae.

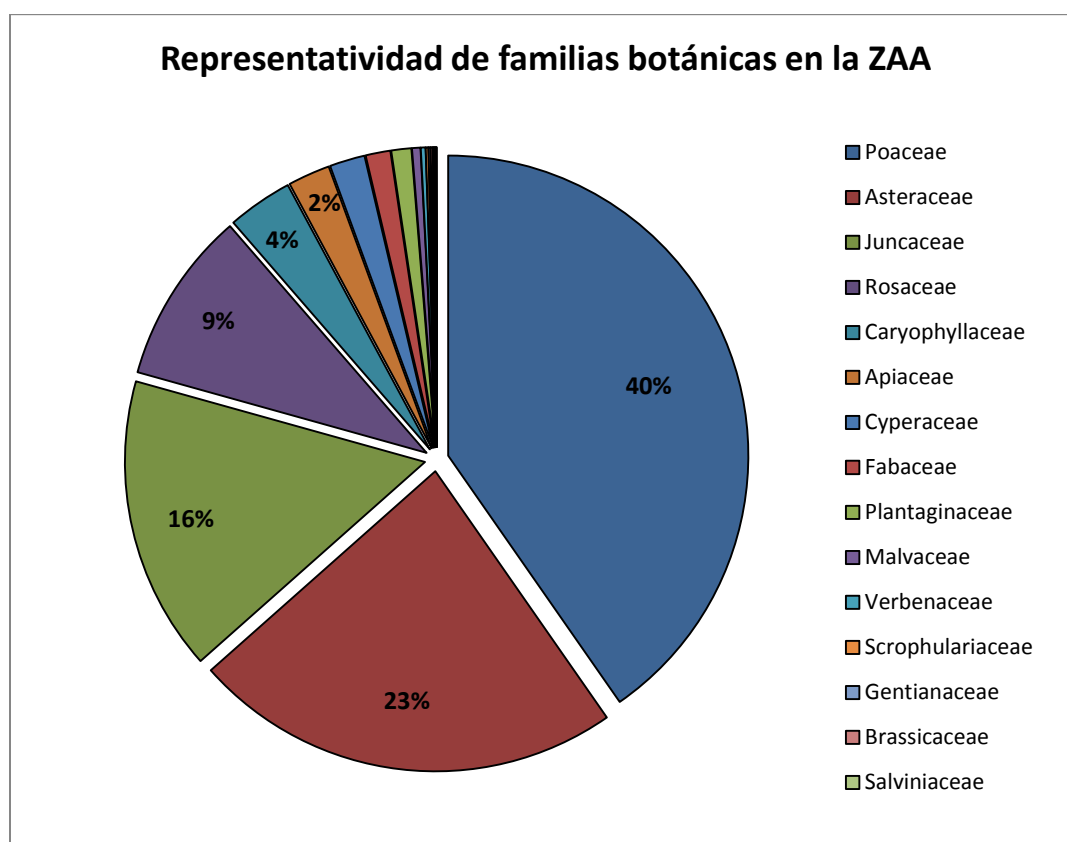


Figura 80. Representatividad de familias botánicas en la ZAA (época seca 2015)

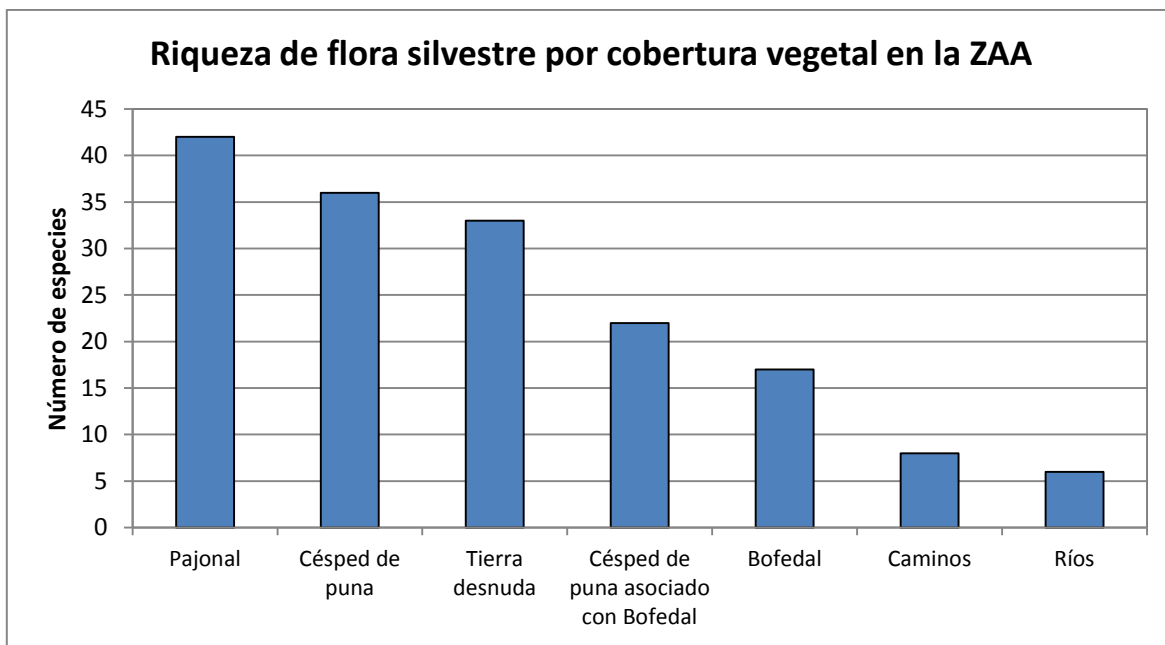


Figura 81. Riqueza de especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

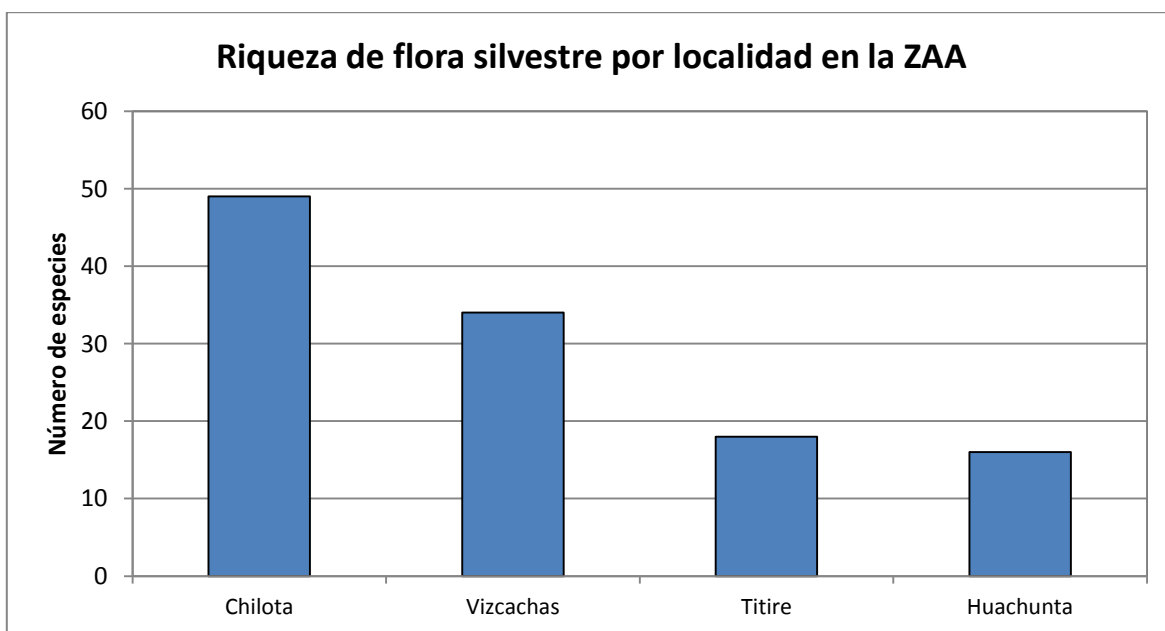


Figura 82. Riqueza de especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)

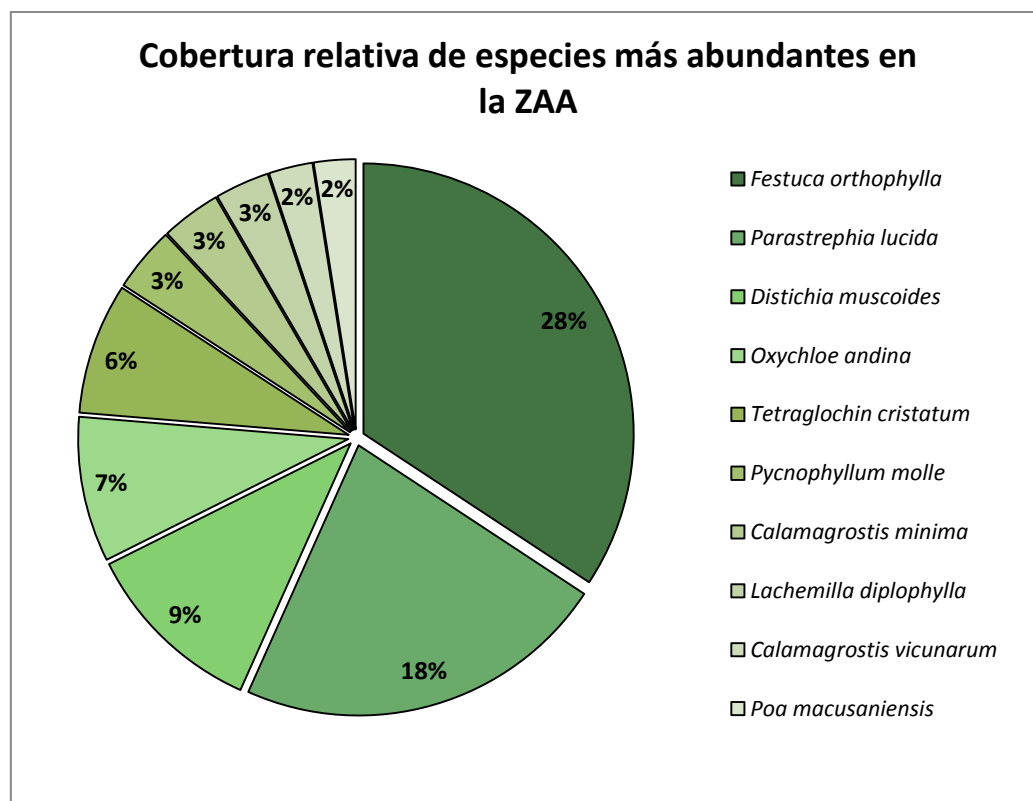


Figura 83. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre más abundantes en la ZAA (época seca 2015)

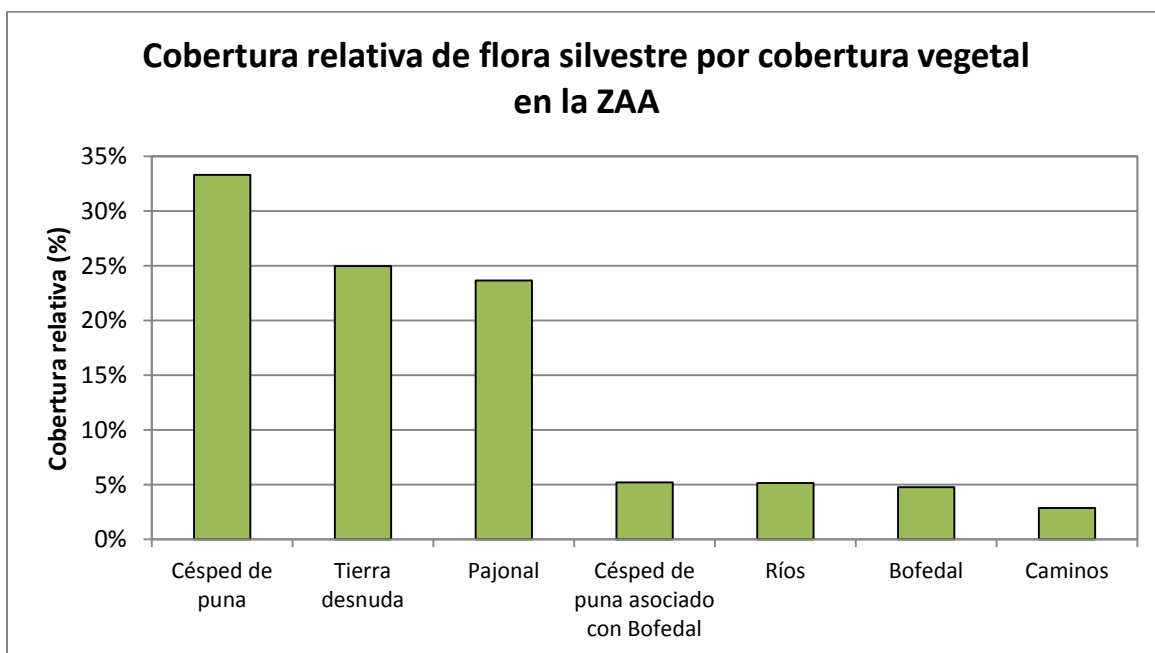


Figura 84. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

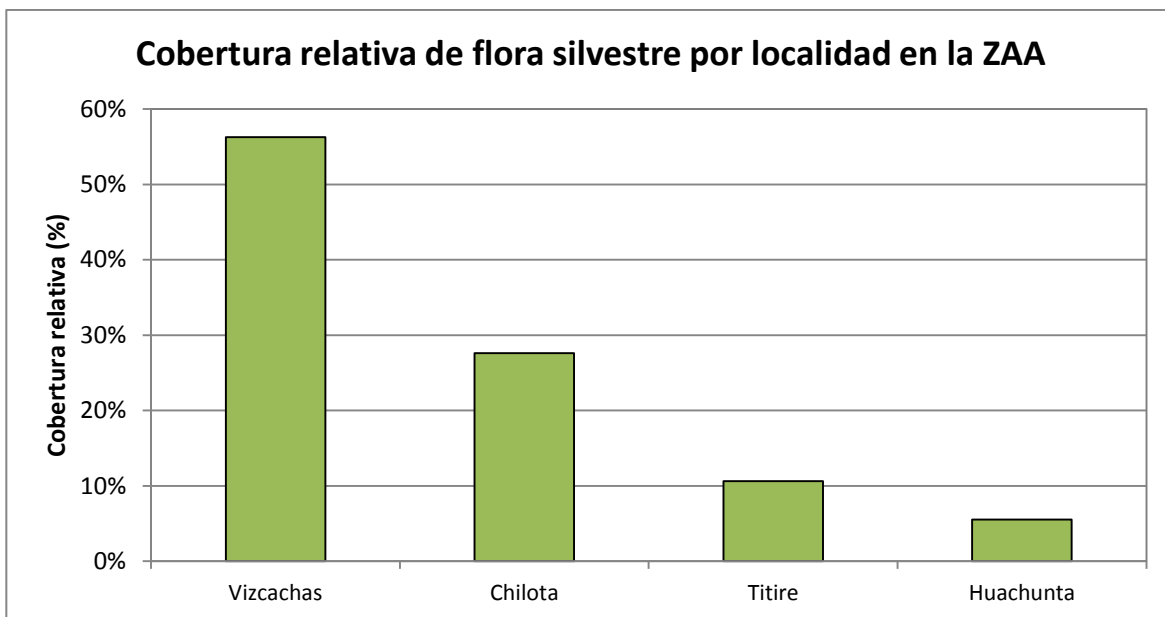
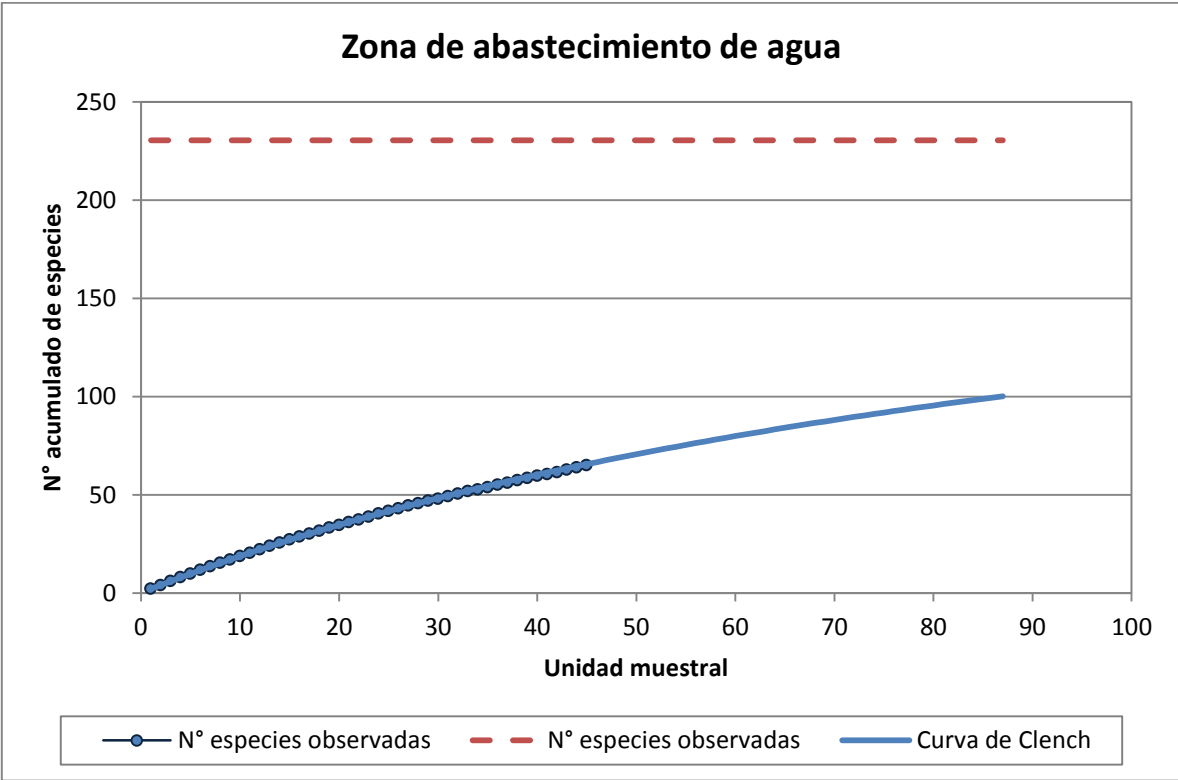


Figura 85. Cobertura relativa de las especies de flora silvestre en las localidades de la ZAA (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
65	2.037591	0.008843	28.21%	230.423817	0.998664

Figura 86. Curva de acumulación de especies registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 19. Índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Césped de puna	2.579	0.7198	4.951
Tierra desnuda	2.483	0.71	4.719
Pajonal	2.387	0.6386	6.094
Césped de puna asociado con Bofedal	2.343	0.758	4.027
Ríos	1.274	0.7112	0.9608
Bofedal	1.819	0.6421	3.119
Caminos	1.189	0.5716	1.517

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

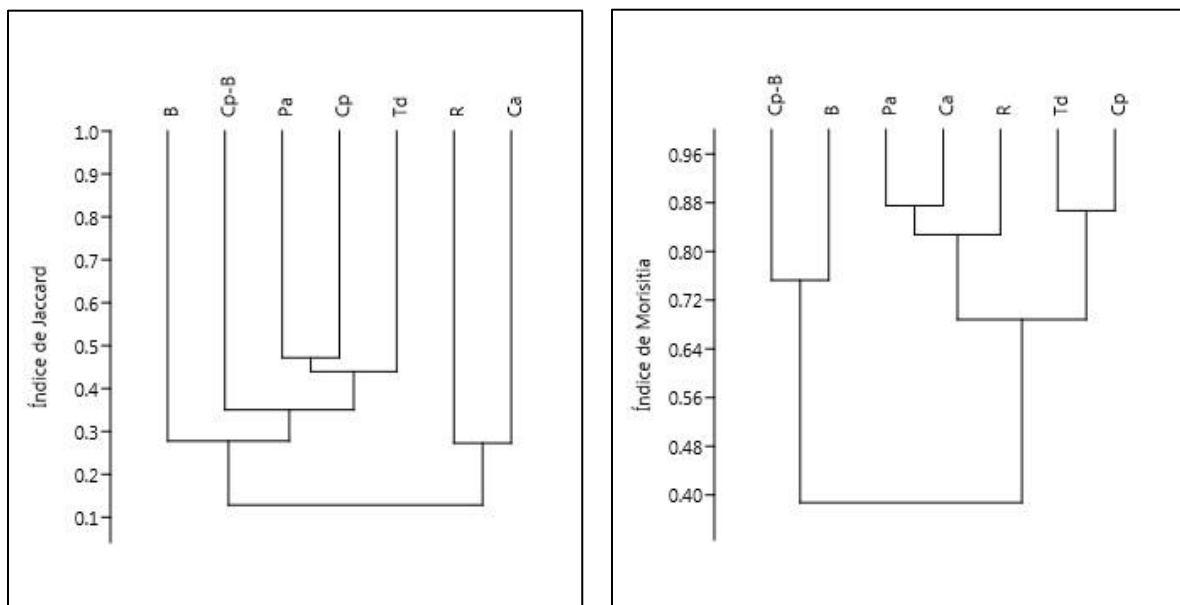
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 20. Índices de diversidad de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Vizcachas	2.517	0.7139	4.346
Chilota	2.472	0.6351	6.976
Titire	1.769	0.612	2.868
Huachunta	2.206	0.7957	2.845

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



B= Bofedal; Cp-B= Césped de puna asociado con Bofedal; Pa= Pajonal; Cp= Césped de puna; Td= Tierra desnuda; R= Ríos; Ca= Caminos

Figura 87. Análisis de similitud entre las coberturas vegetales (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época seca 2015)

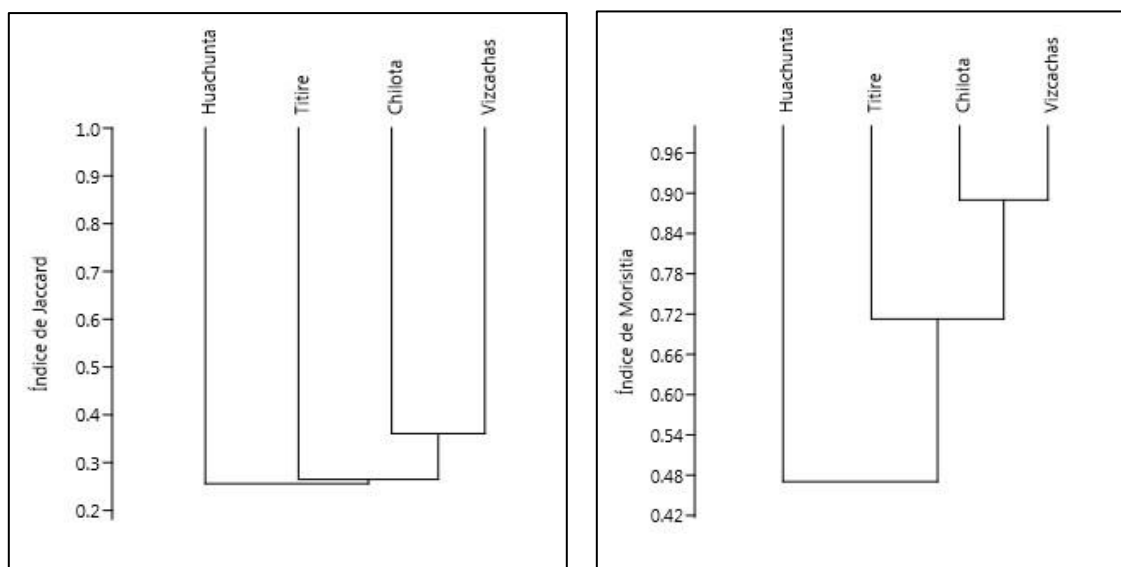


Figura 88. Análisis de similitud entre las localidades (según criterio de Jaccard y Morisita) de la ZAA (época seca 2015)

2.2. Componente: AVIFAUNA

2.2.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de la avifauna del periodo seco se realizó entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

Se utilizó la técnica de conteo por puntos para hacer las mediciones y comparaciones de diversidad, abundancia y riqueza de especies, pero el registro de la avifauna se realizó de modo continuo, realizándose observaciones en los recorridos entre los puntos, desde la mañana alrededor de las 7h hasta la tarde a las 17:0 h. En cada tipo de ambiente los puntos fueron georeferenciados con un GPS, en su mayoría, al igual que los lugares de colecta de restos como plumas, heces y egagrópias de aves. (E&E PERÚ S.A. 2015)

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

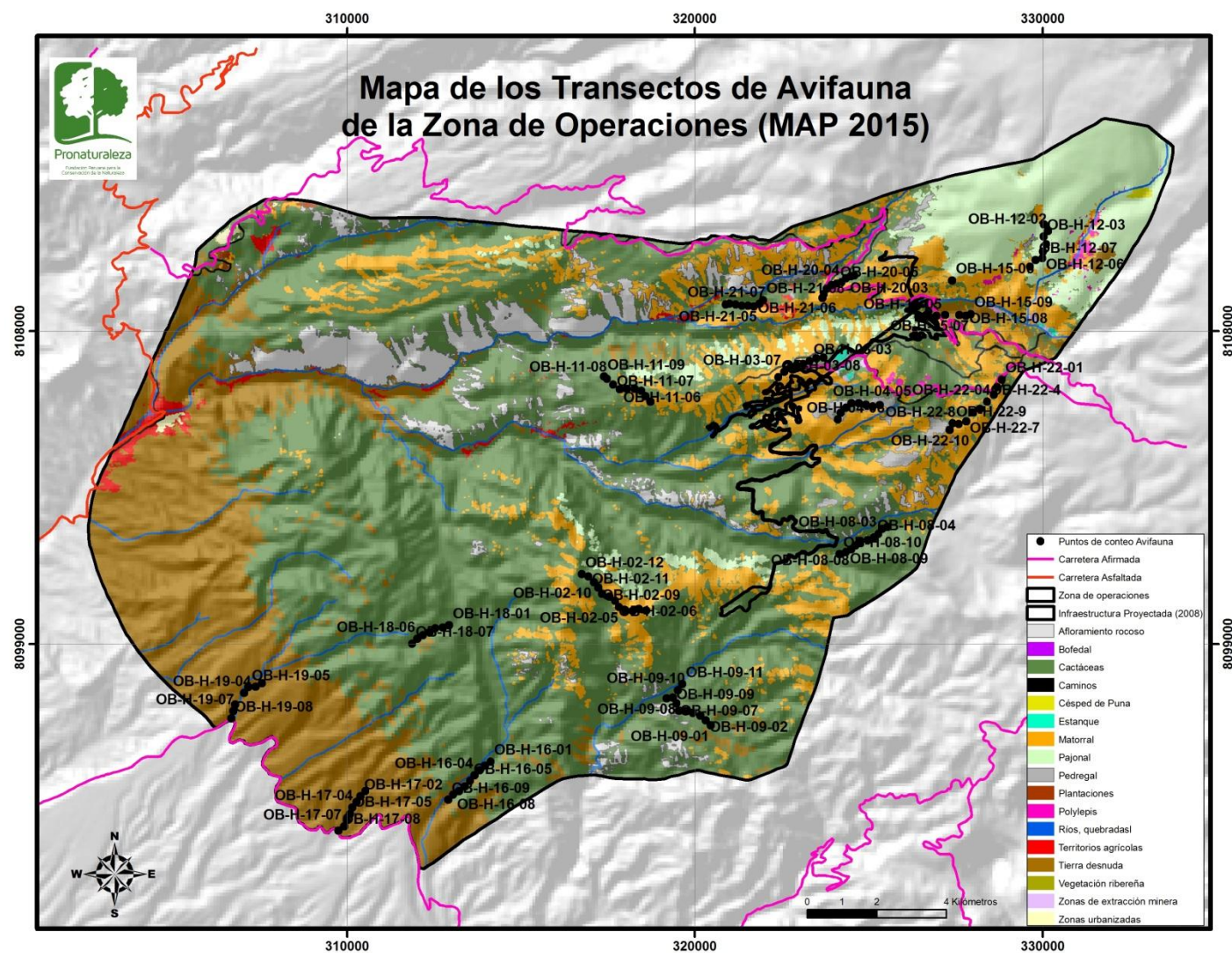


Figura 89. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

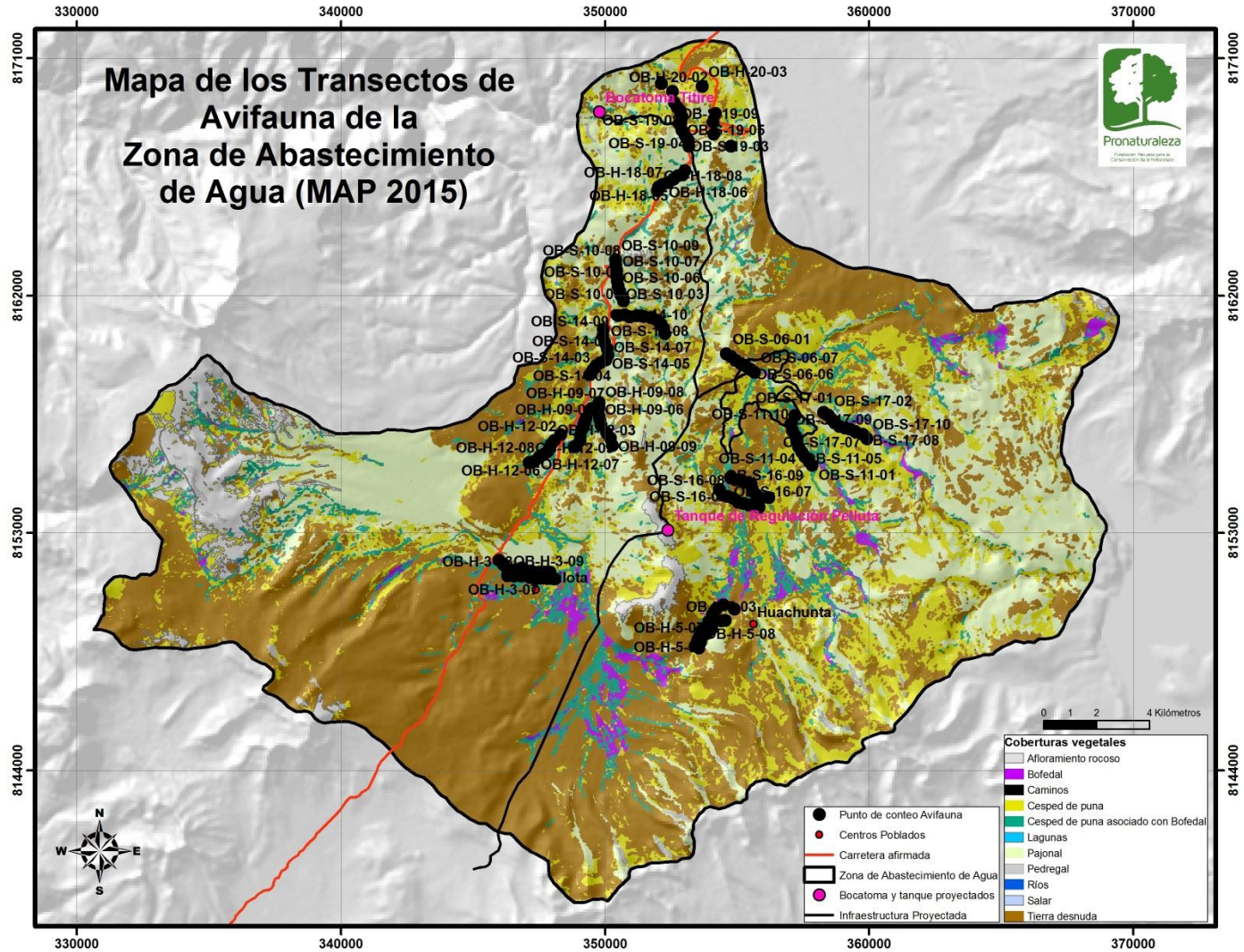


Figura 90. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente avifauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.2.2. Resultados del Componente Avifauna

2.2.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca (2015)

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 60 especies distribuidas en 8 órdenes y 15 familias. El orden Passeriforme presentó el mayor número de registros: 1078 individuos distribuidos en 8 familias y 44 especies. El segundo con mayor abundancia fue el orden Columbiforme registrándose un total de 169 individuos distribuidos en 4 especies de la familia Columbidae.

Las familias con mayor abundancia fueron: Thraupidae, Columbidae y Furnariidae. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (474 individuos), *Phrygilus fruticeti* (180 individuos), y *Metriopelia melanoptera* (99 individuos).

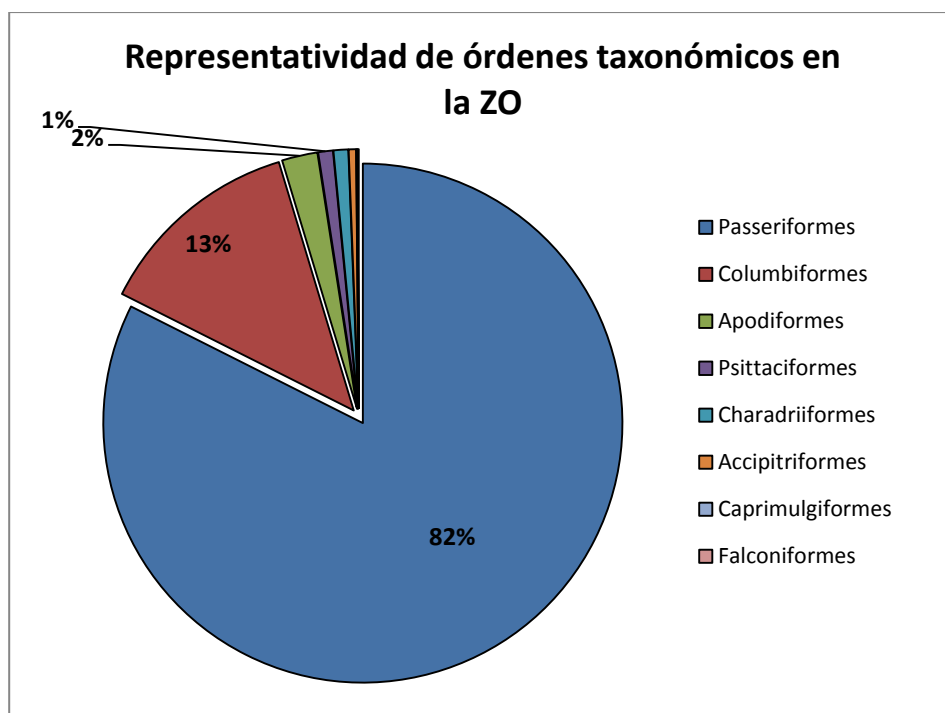


Figura 91. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZO (época seca 2015)

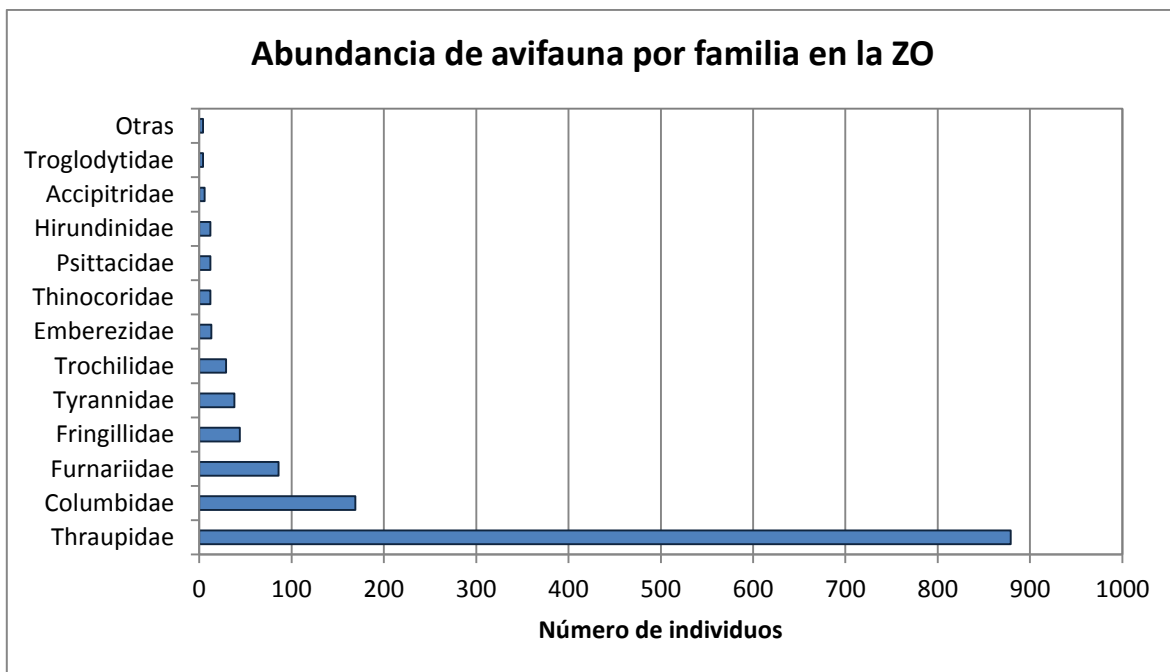


Figura 92. Abundancia de avifauna registrada por familia en la ZO (época seca 2015)

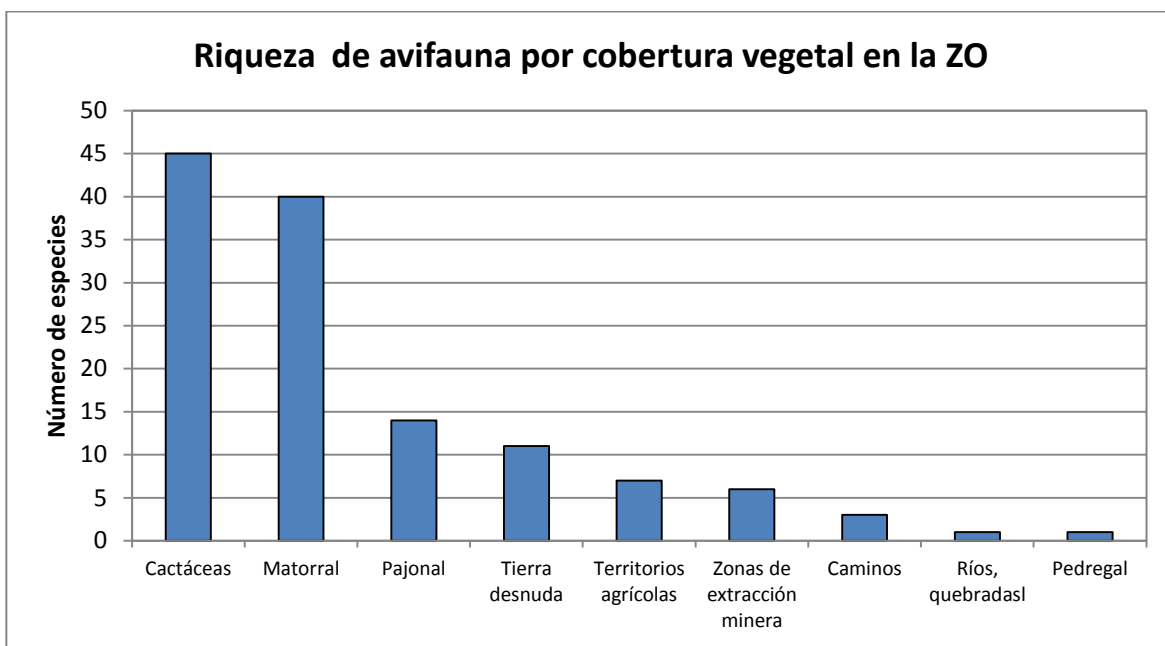


Figura 93. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

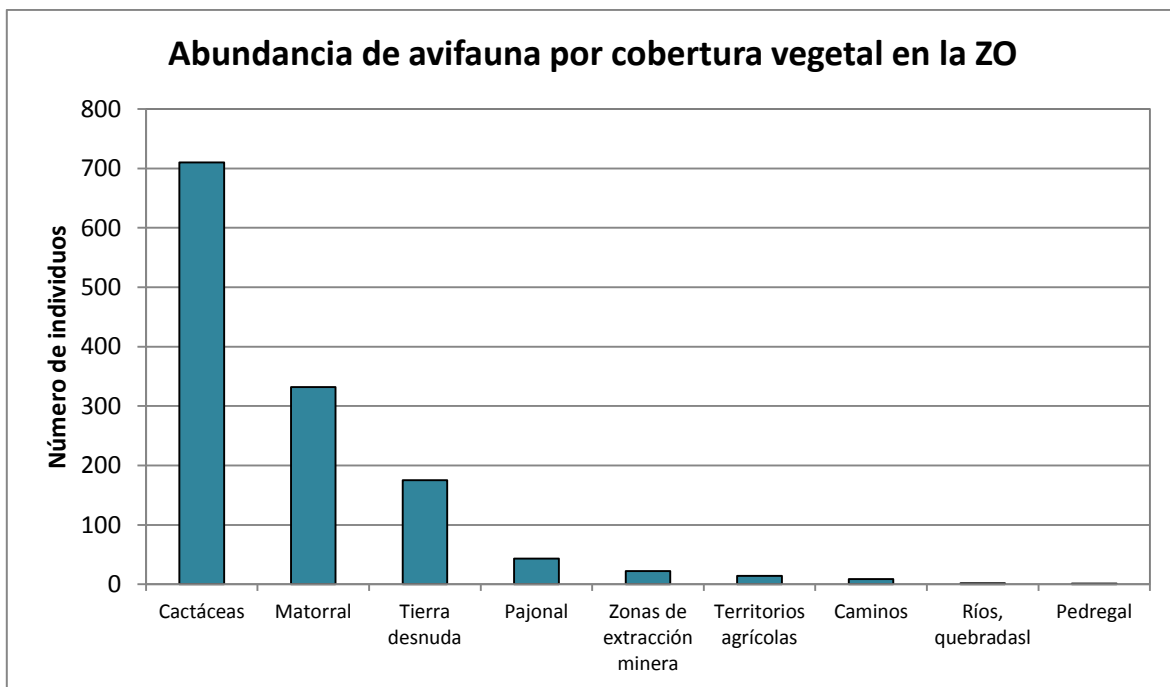


Figura 94. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

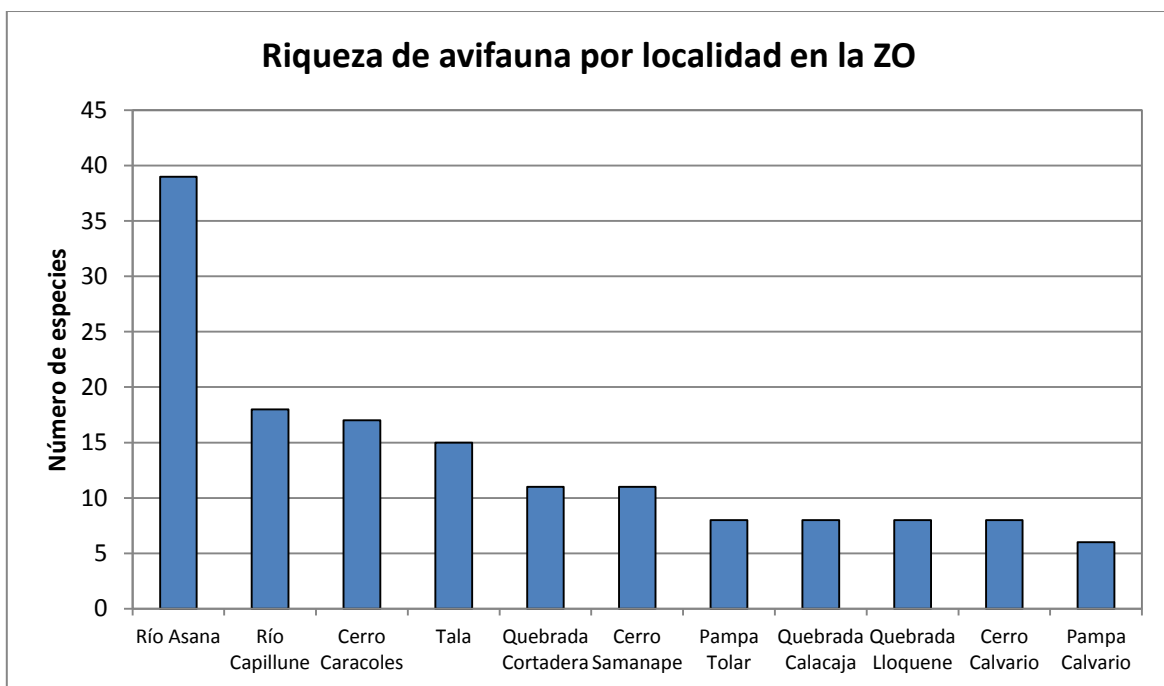


Figura 95. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015)

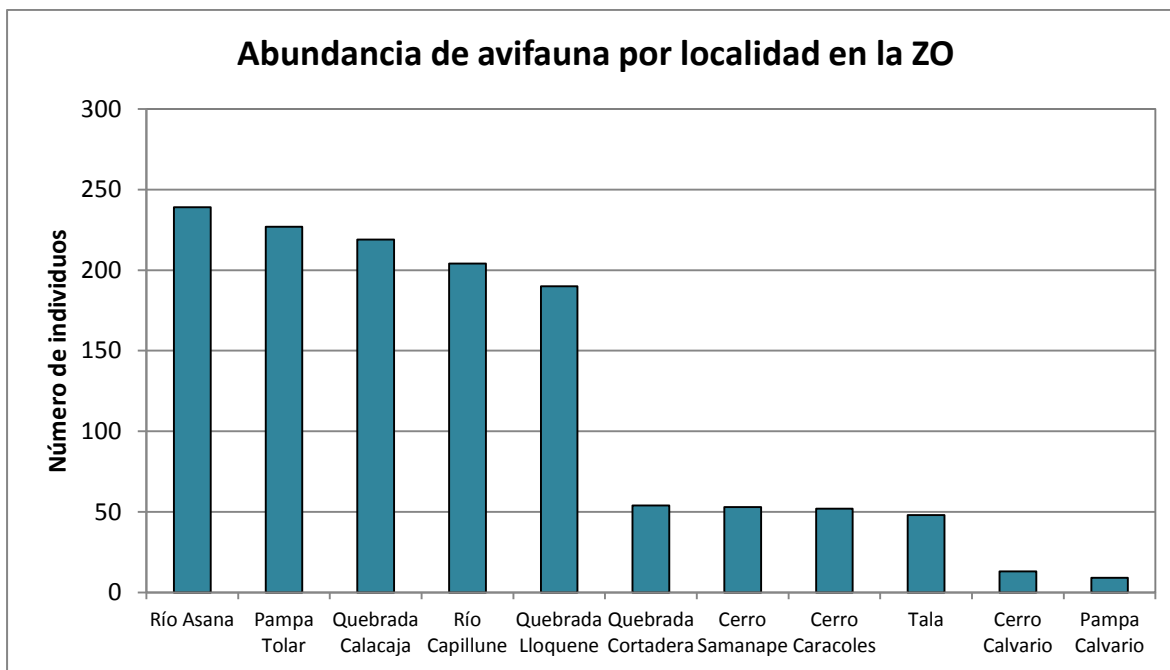
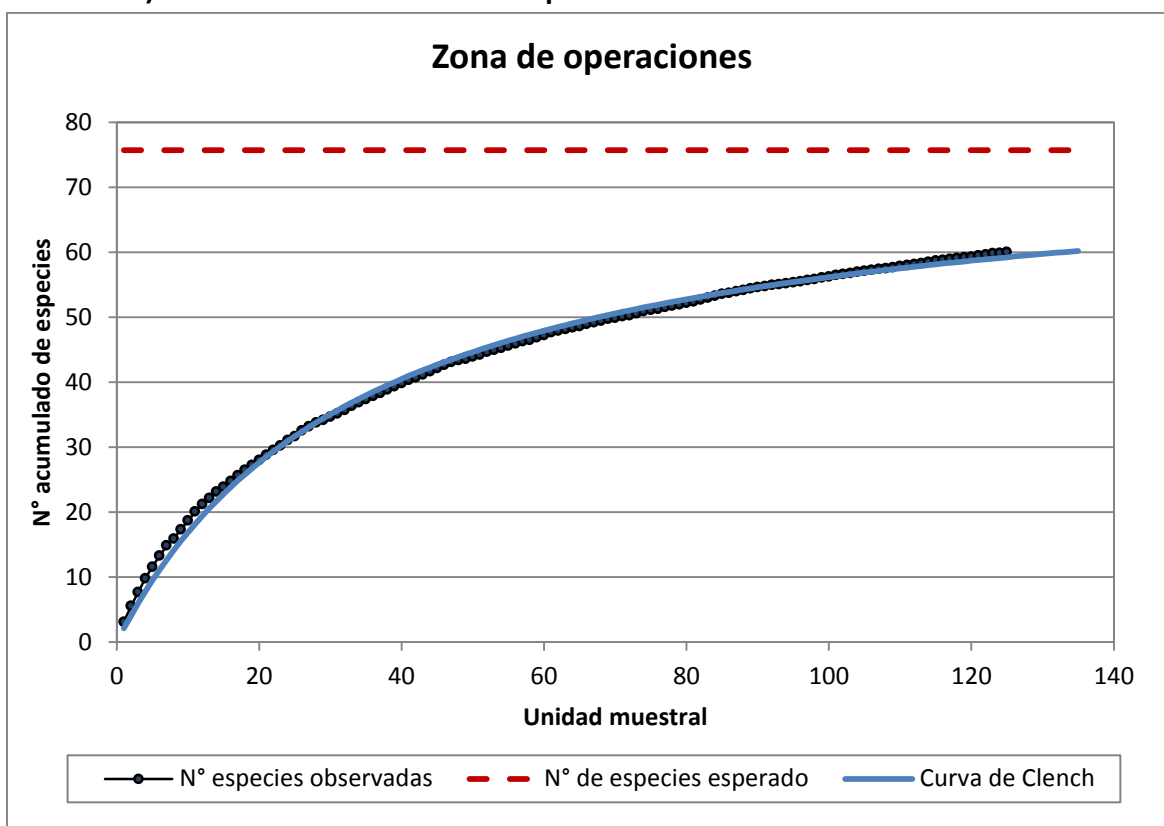


Figura 96. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZO (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
60	2.17695	0.028759	79.27%	75.695125	0.99528

Figura 97. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZO (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 21. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	2.514	0.6604	6.702
Matorral	2.509	0.6802	6.718
Tierra desnuda	1.149	0.4792	1.936
Pajonal	2.16	0.8183	3.456
Zonas de extracción minera	1.373	0.7663	1.618
Territorios agrícolas	1.748	0.8982	2.274
Caminos	0.6837	0.6224	0.9102
Ríos, quebradas	0	-	0
Pedregal	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

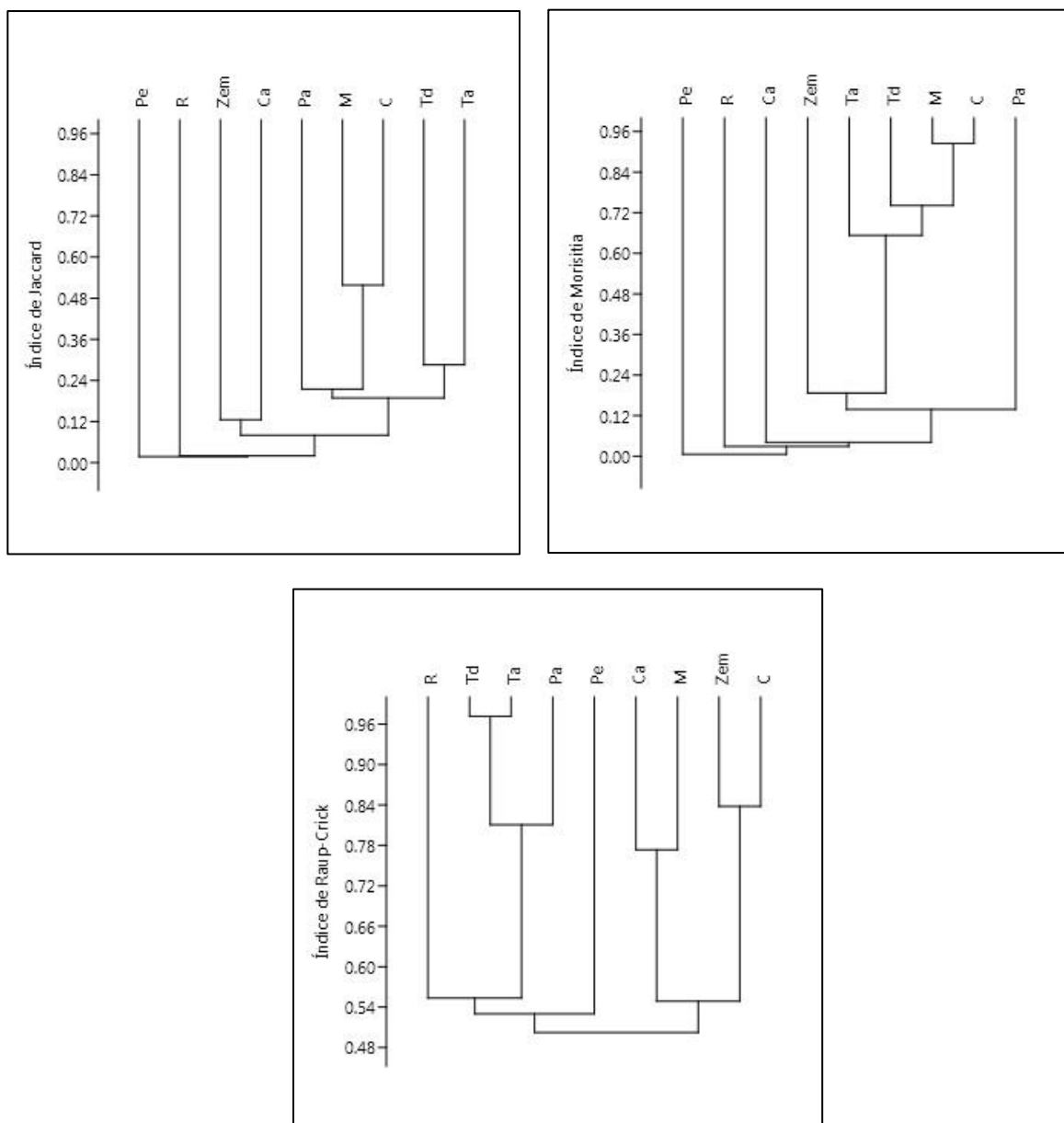
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 22. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Río Asana	2.975	0.8122	6.939
Pampa Tolar	1.049	0.5046	1.29
Quebrada Calacaja	0.9763	0.4695	1.299
Río Capillune	2.313	0.8001	3.197
Quebrada Lloquene	1.177	0.5661	1.334
Quebrada Cortadera	1.842	0.7681	2.507
Cerro Samanape	2.115	0.8819	2.519
Cerro Caracoles	2.473	0.873	4.049
Tala	2.4	0.8861	3.616
Cerro Calvario	1.738	0.8358	2.729
Pampa Calvario	1.677	0.9359	2.276

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZO



Pe= Pedregal; R= Ríos, quebradas; Zem= Zona de extracción minera; Ca= Caminos; Pa= Pajonal; M= Matorral; C= Cactáceas; Td= Tierra desnuda; Ta= Tierras agrícolas

Figura 98. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

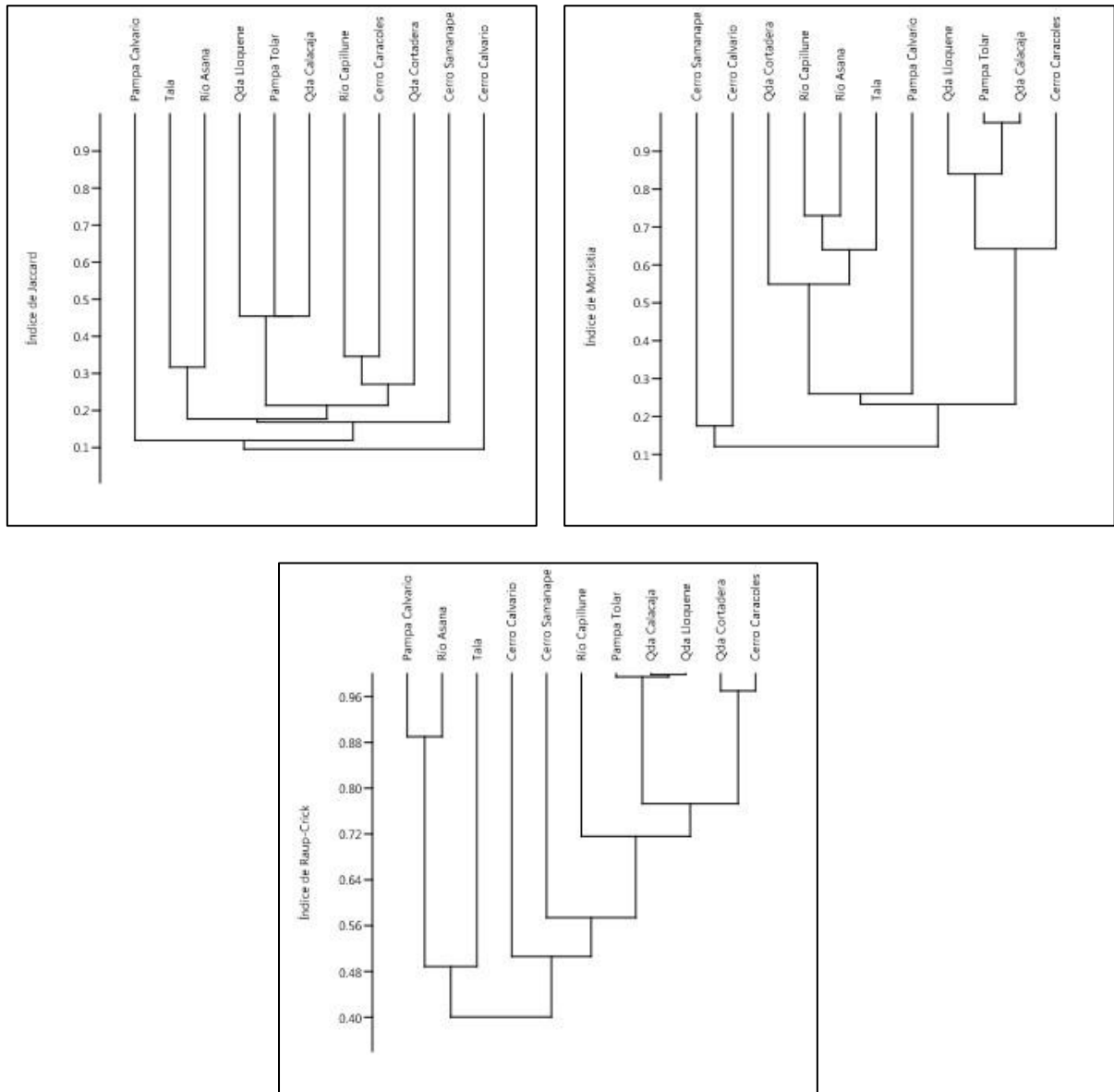


Figura 99. Análisis de similitud de avifauna según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick entre localidades de la ZO (época seca 2015)

2.2.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Según los resultados obtenidos en los transectos se registró un total de 54 especies distribuidas en 13 órdenes y 23 familias. El orden con mayor número de registros fue Passeriformes con 1696 individuos distribuidos en 6 familias y 30 especies. El segundo orden con mayor abundancia fue Charadriiformes con 232 individuos distribuidos en familias y 6 especies.

Las familias con mayor cantidad de avistamientos fueron: Thraupidae, Furnariidae y Thinocoridae. Las especies con mayor abundancia registrada fueron: *Sicalis uropygialis* (1018 individuos) de la familia Thraupidae, *Thinocorus orbignyianus* (190 individuos) de la familia Thinocoridae, *Phrygilus plebejus* (145 individuos) de la familia Thraupidae, y *Sporagra atrata* (96 individuos) de la familia Fringillidae.

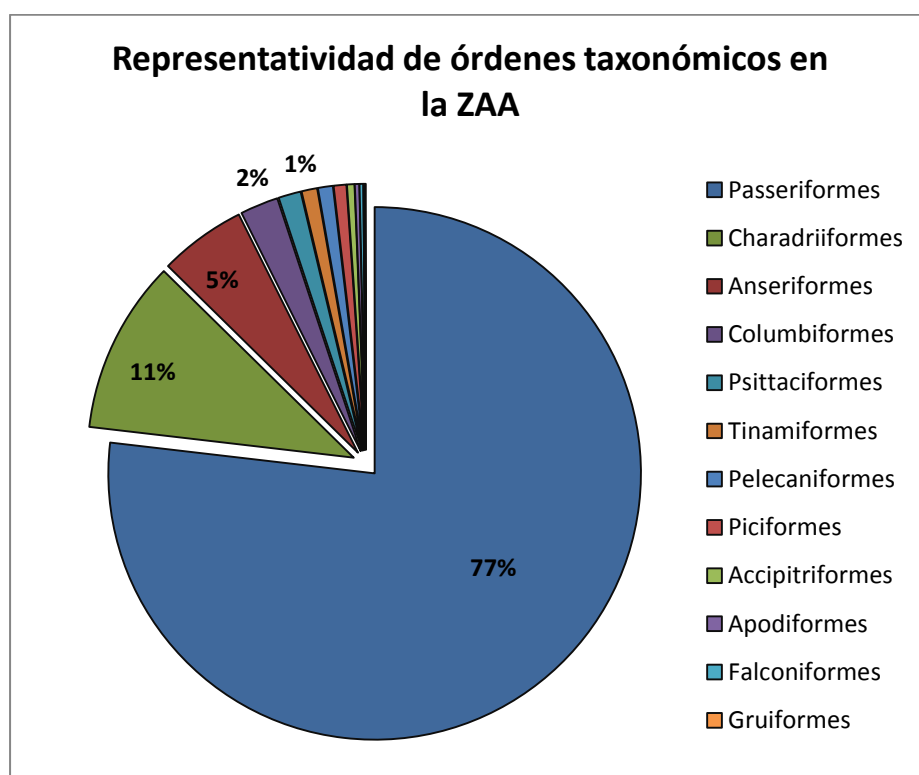


Figura 100. Representatividad de órdenes taxonómicos de avifauna en la ZAA (época seca 2015)

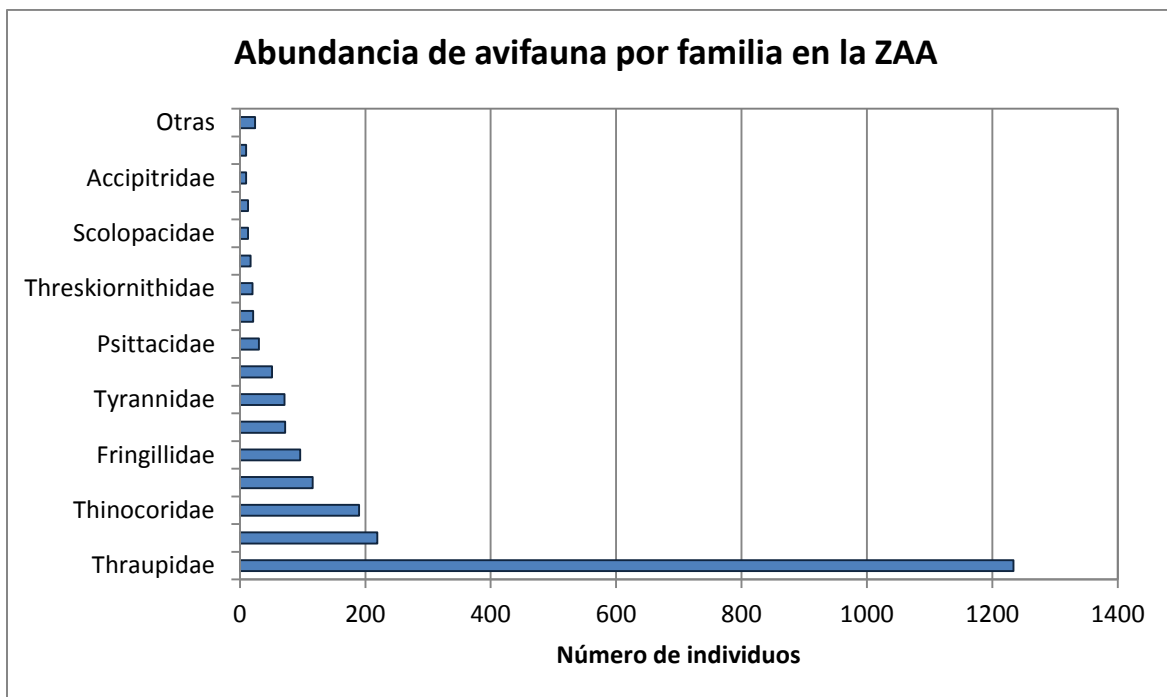


Figura 101. Abundancia de familias de avifauna registrada en la ZAA (época seca 2015)

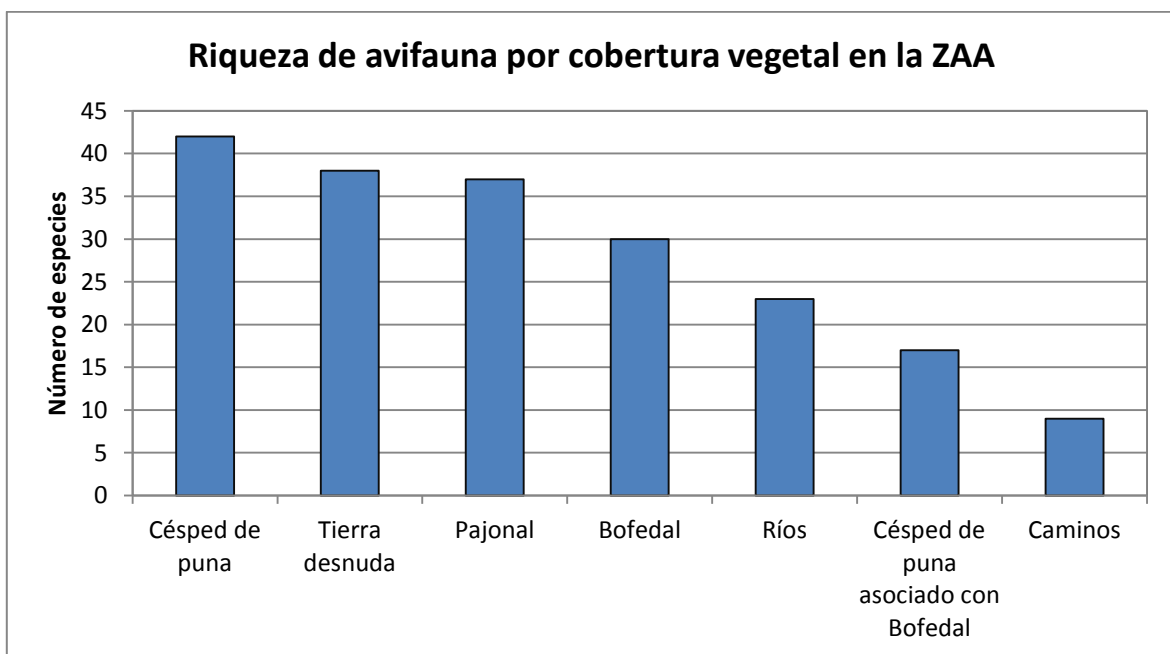


Figura 102. Riqueza de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

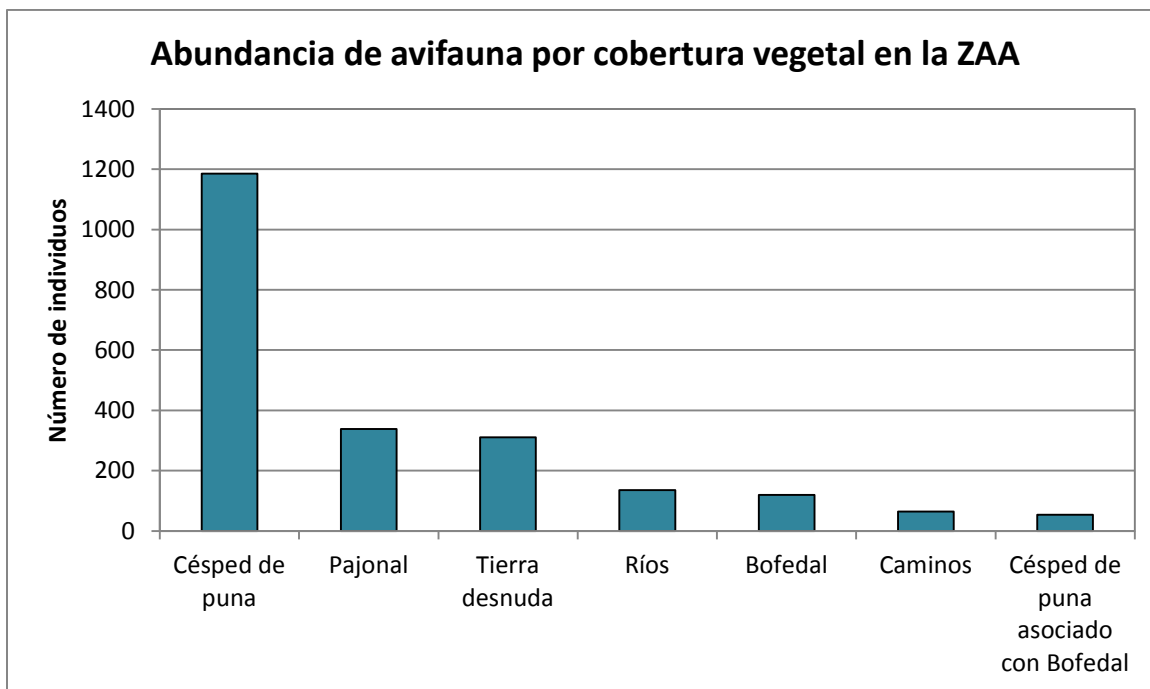


Figura 103. Abundancia de avifauna registrada por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

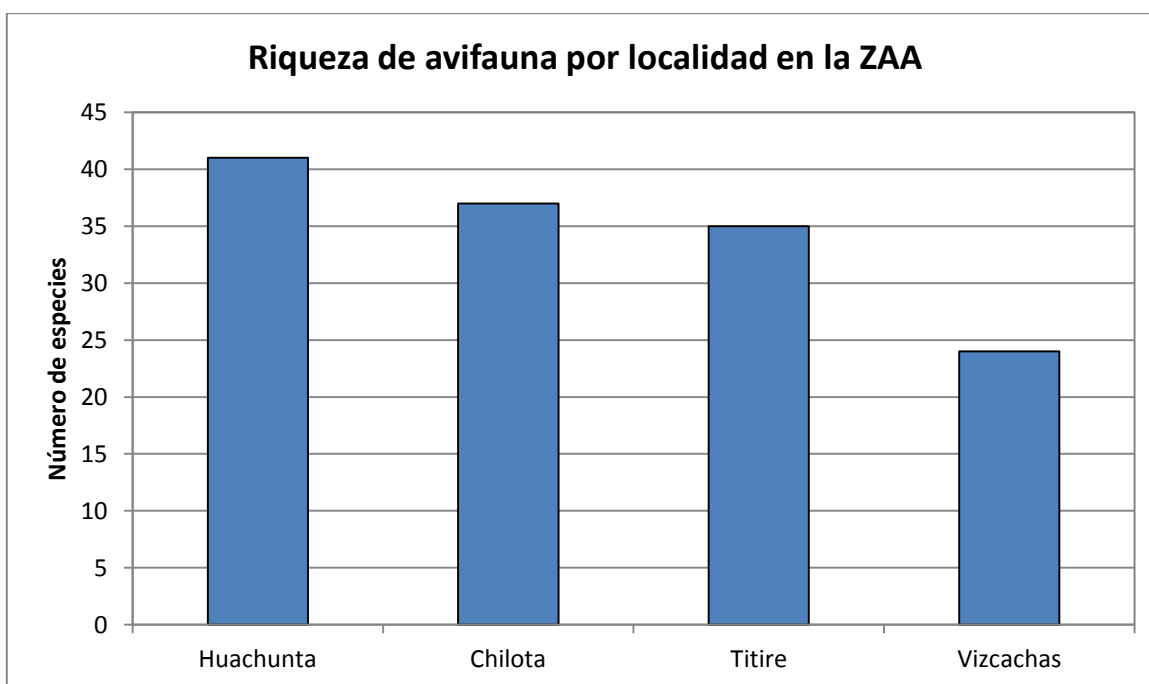


Figura 104. Riqueza de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca 2015)

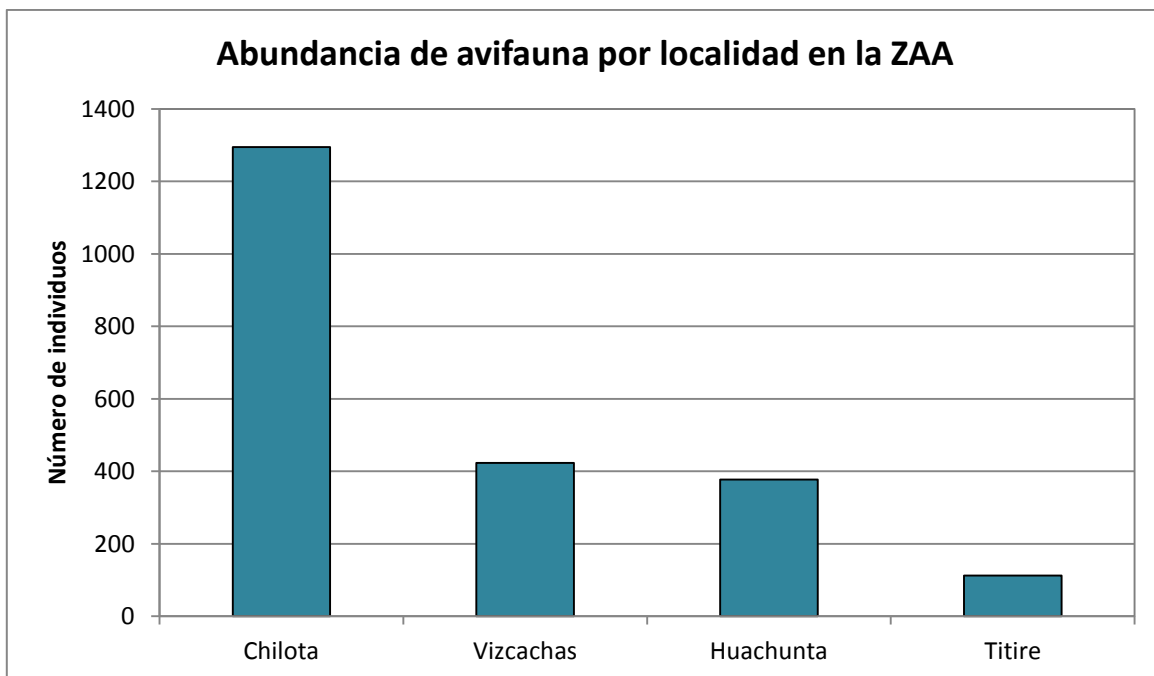
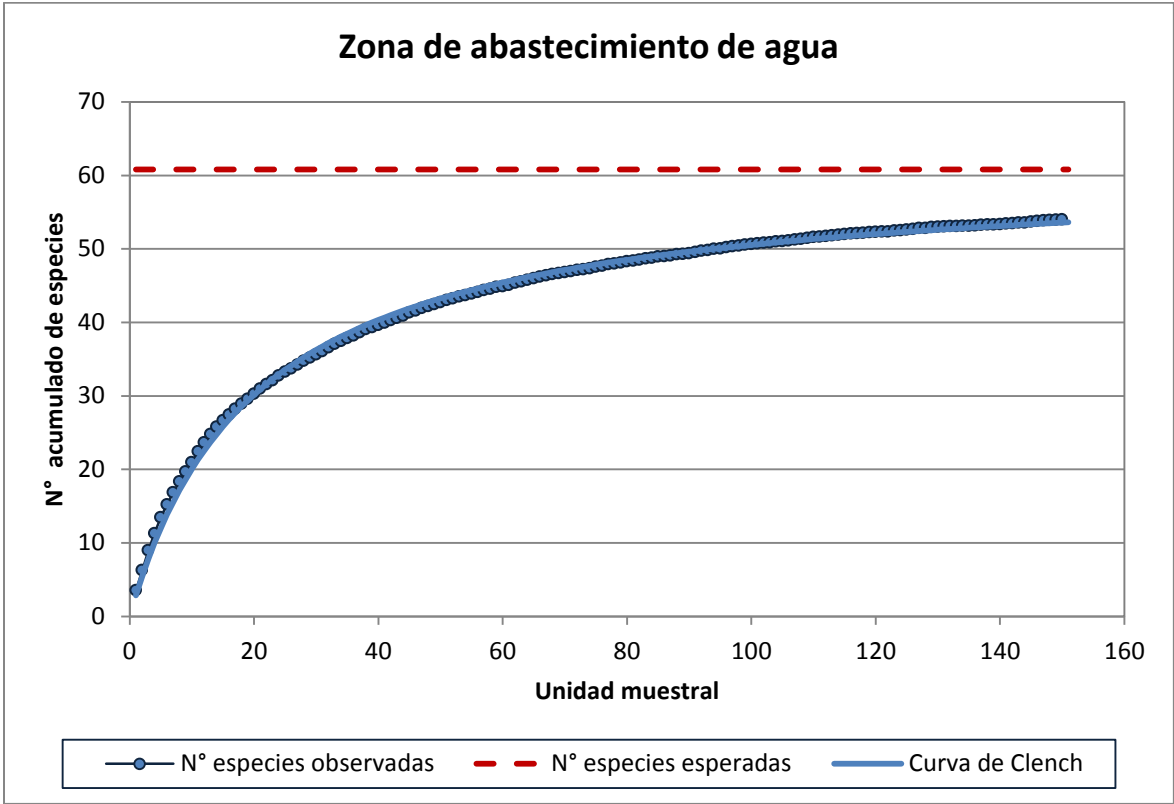


Figura 105. Abundancia de avifauna registrada por localidad en la ZAA (época seca 2015)

b) Curva de acumulación de especies



Número de especies observadas	Parámetro "a" de Clench	Parámetro "b" de Clench	% completitud de muestreo	Número de especies esperado	Ajuste del modelo (rho)
54	2.992685	0.0492	88.78%	60.827272	0.996897

Figura 106. Curva de acumulación de especies de avifauna registradas en la evaluación en la ZAA (época seca 2015)

c) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 23. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Césped de puna	1.498	0.4007	5.793
Pajonal	2.884	0.7987	6.182
Tierra desnuda	2.825	0.7766	6.446
Ríos	2.421	0.7722	4.485
Bofedal	2.99	0.8792	6.057
Caminos	0.9563	0.4352	1.924
Césped de puna asociado con Bofedal	2.537	0.8956	4.011

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

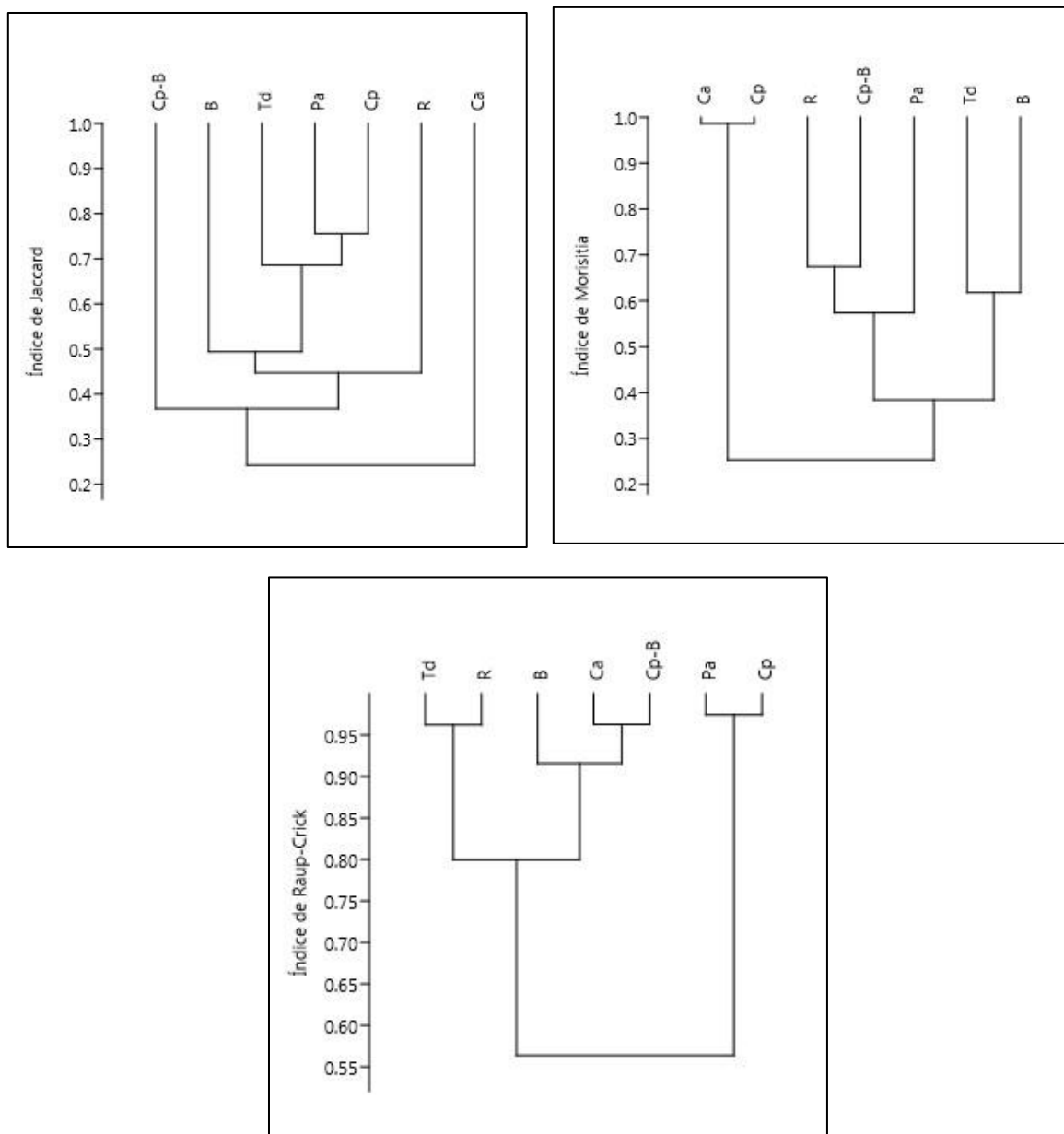
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 24. Índices de diversidad de avifauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	1.744	0.4829	5.024
Vizcachas	2.082	0.6552	3.803
Huachunta	2.974	0.8008	6.743
Titire	2.729	0.8477	5.086

H' = Shannon-Wiener, J' = Pielou, d = Margalef

d) Gráficos de similitud para la ZAA



Cp-B= Césped de puna asociado con Bofedal; B= Bofedal; Td= Tierra desnuda; Pa= Pajonal; CP= Césped de puna; R= Ríos; Ca= Caminos

Figura 107. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

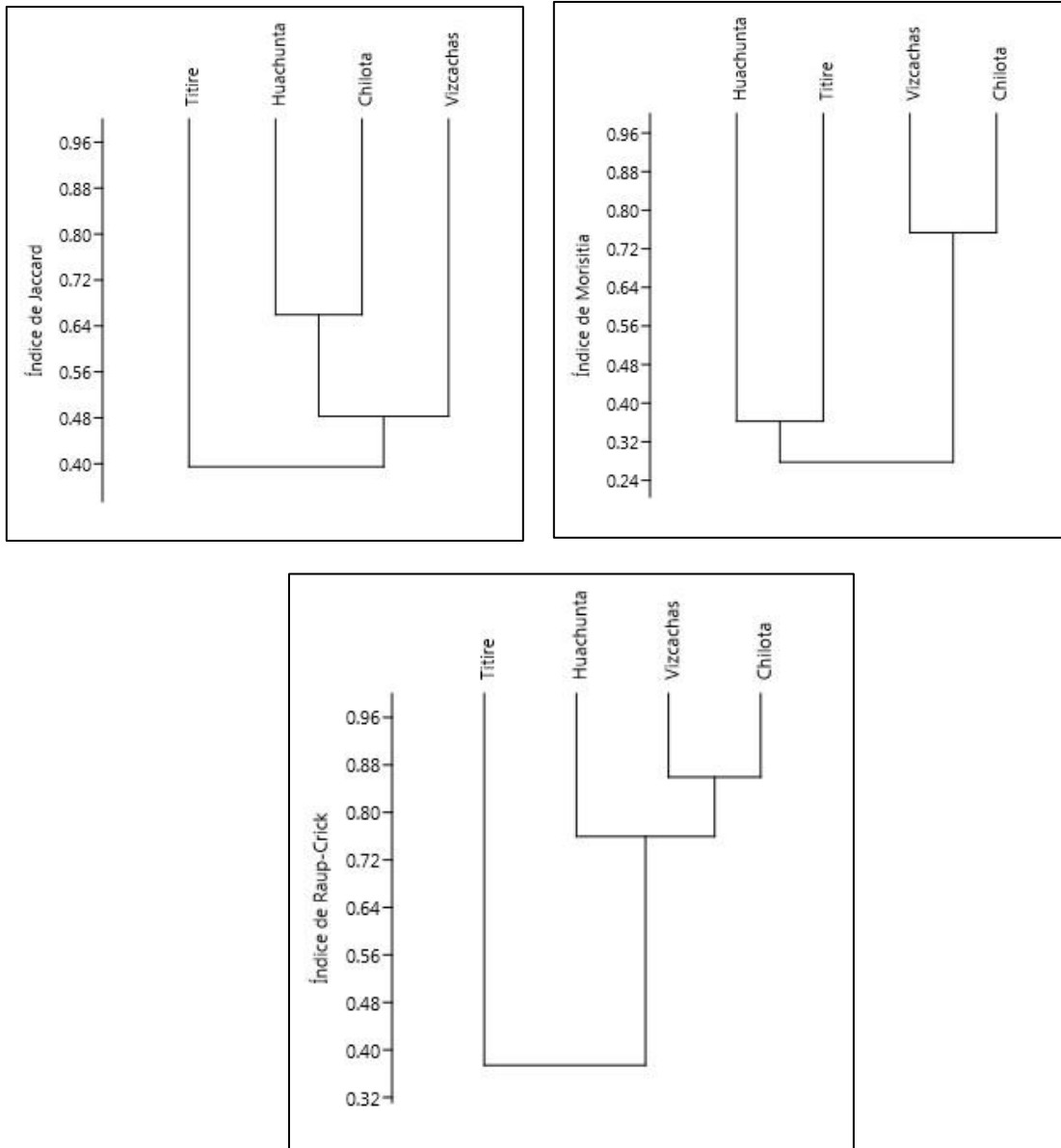


Figura 108. Análisis de similitud de avifauna (según criterios de Jaccard, Morisita y Raup Crick) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)

2.3. Componente: MAMÍFEROS

2.3.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

La evaluación de mamíferos de la época seca se realizó entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

La evaluación de roedores y marsupiales pequeños consistió en métodos de captura, utilizando trampas de captura viva “Sherman” y “Tomahawk”. En cada transecto se colocaron 25 estaciones espaciadas cada 10 m compuesta por un par de trampas Sherman y/o Tomahawk. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, mantequilla de maní, vainilla, miel de abeja, pasas y alpiste.

Los datos de mamíferos medianos y grandes no fueron incluidos en el cálculo de los índices de diversidad debido a que sólo se tomaron datos cualitativos. El registro de mamíferos mayores fue en base a búsquedas de indicios directos (avistamientos) e indirectos (huellas, heces, restos óseos, madrigueras, etc.) de la presencia de estos animales en el área, enfocado principalmente en la taruka y el guanaco. Además, se complementó la información con registros oportunistas y encuestas a pobladores. No se evaluó la presencia de mamíferos domésticos (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

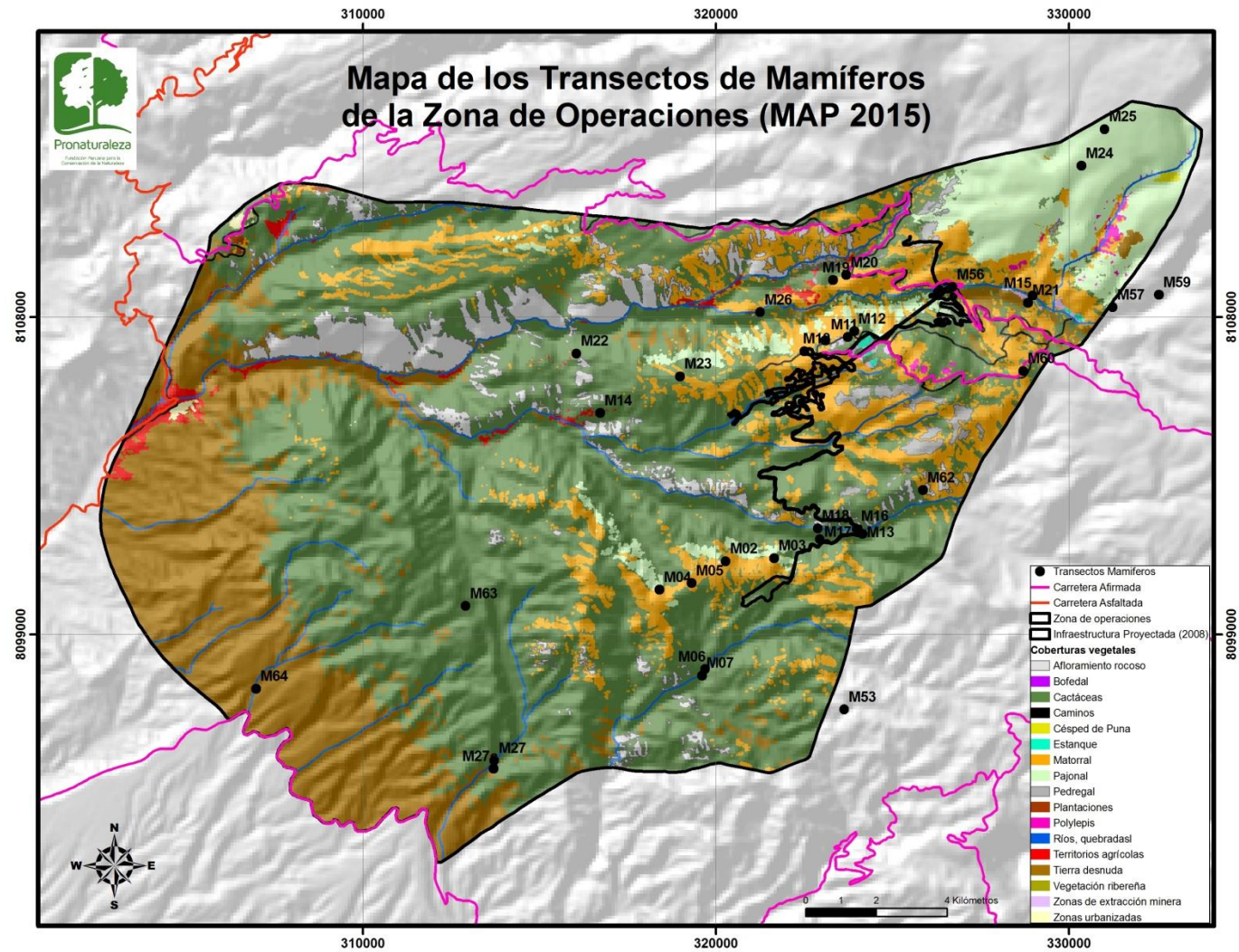


Figura 109. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

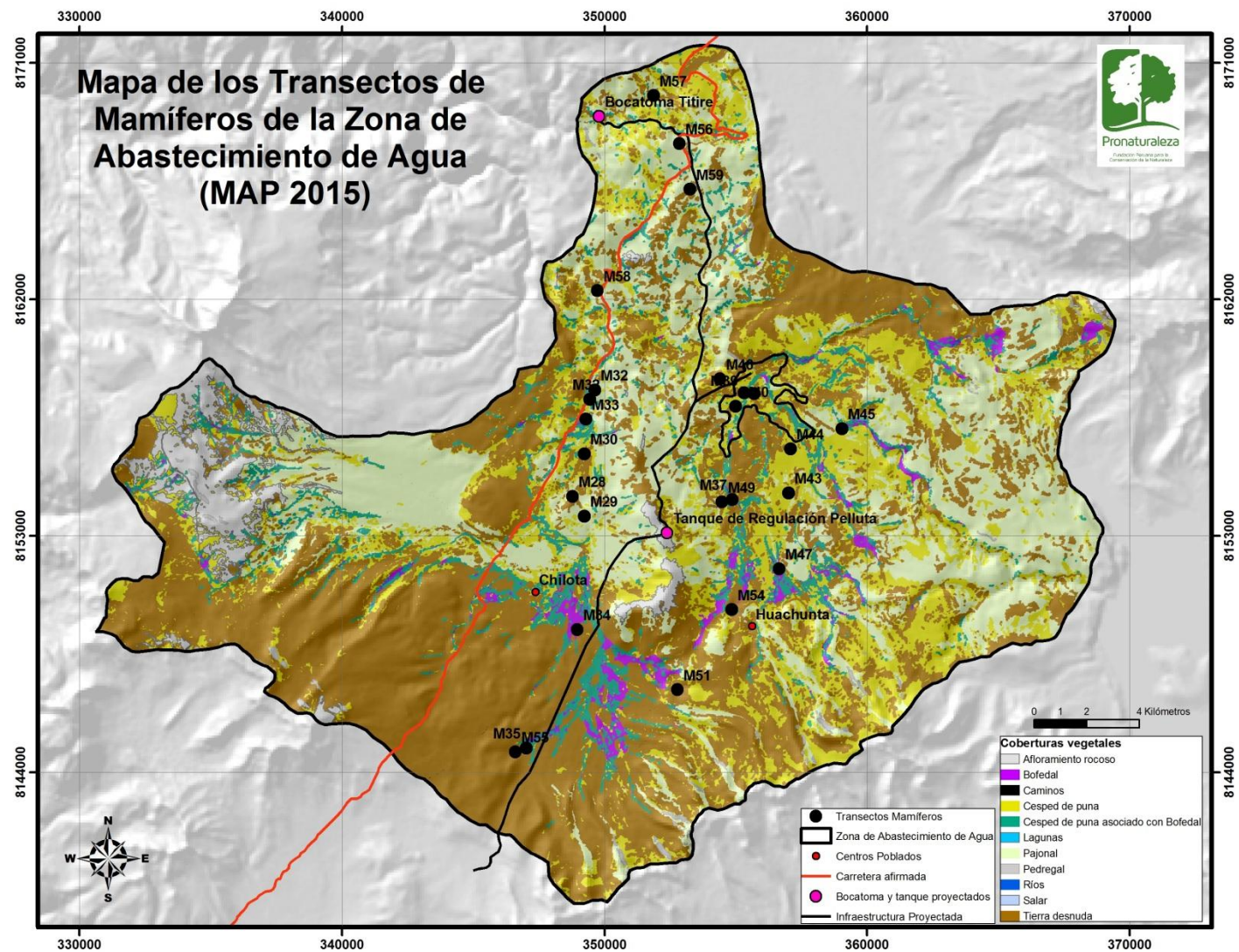


Figura 110. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente mamíferos en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.3.2. Resultados del Componente Mamíferos

2.3.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Los resultados de las evaluaciones de campo señalan un registro total de siete especies de mamíferos distribuidas en seis familias y cuatro órdenes taxonómicos. El orden Rodentia presentó cuatro especies distribuidas en tres familias. El orden Carnivora presentó una especie de la familia Canidae, el orden Cetartiodactyla presentó una especie de la familia Camelidae y el orden Didelphimorphia presentó una especie de la familia Didelphidae.

De los resultados obtenidos en los transectos, se registró un total de tres especies del orden Rodentia y una especie del orden Didelphimorphia. La especie que presentó mayor abundancia fue *Phyllotis sp.*, con 121 individuos registrados, seguida de *Akodon sp.*, con 32 individuos.

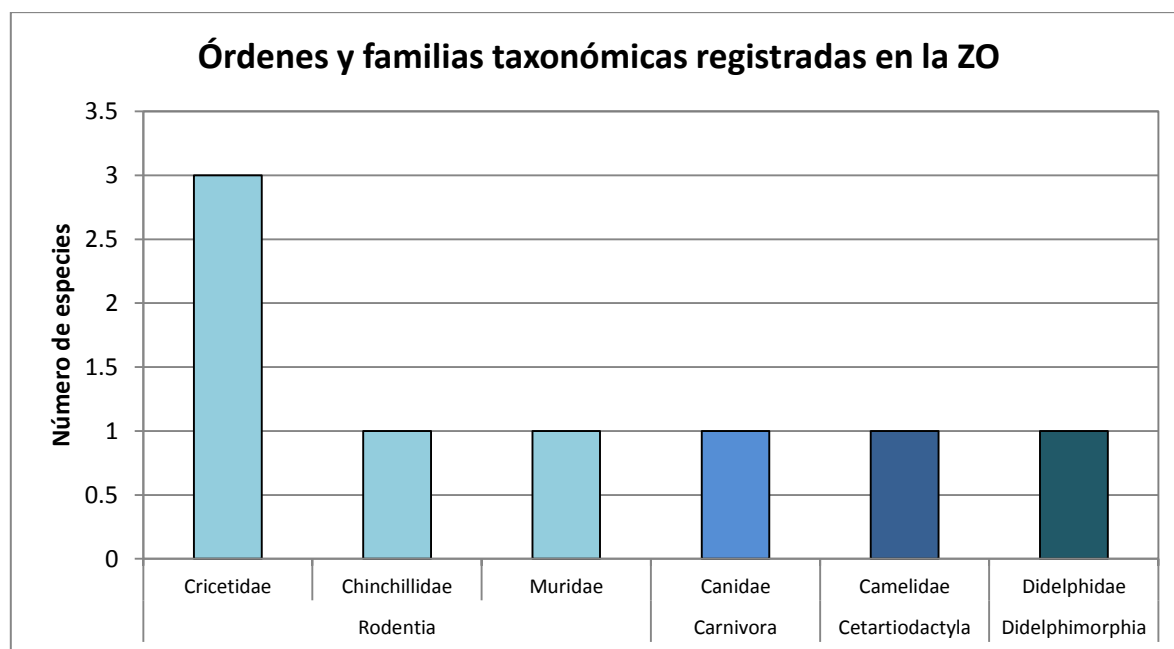


Figura 111. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZO (época seca 2015)

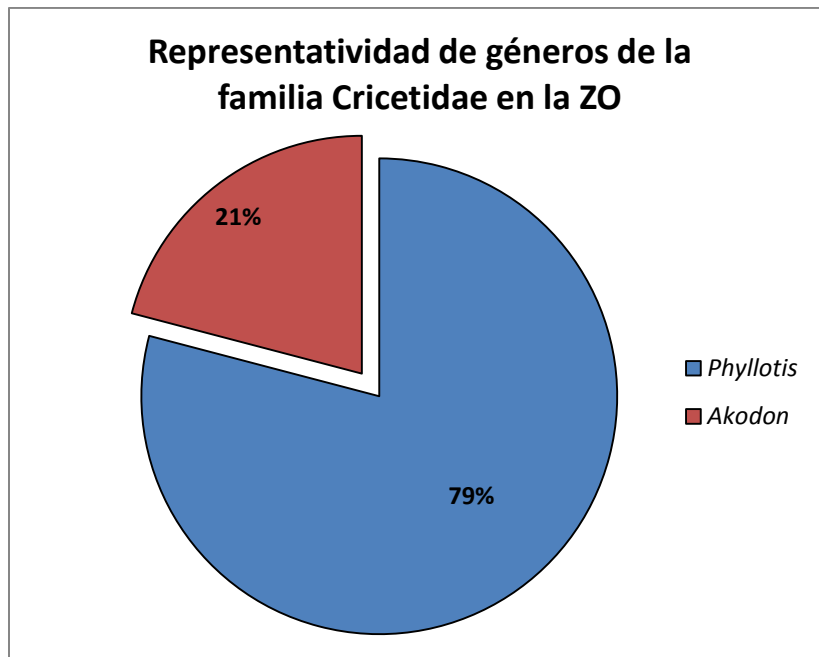


Figura 112. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZO (época seca 2015)

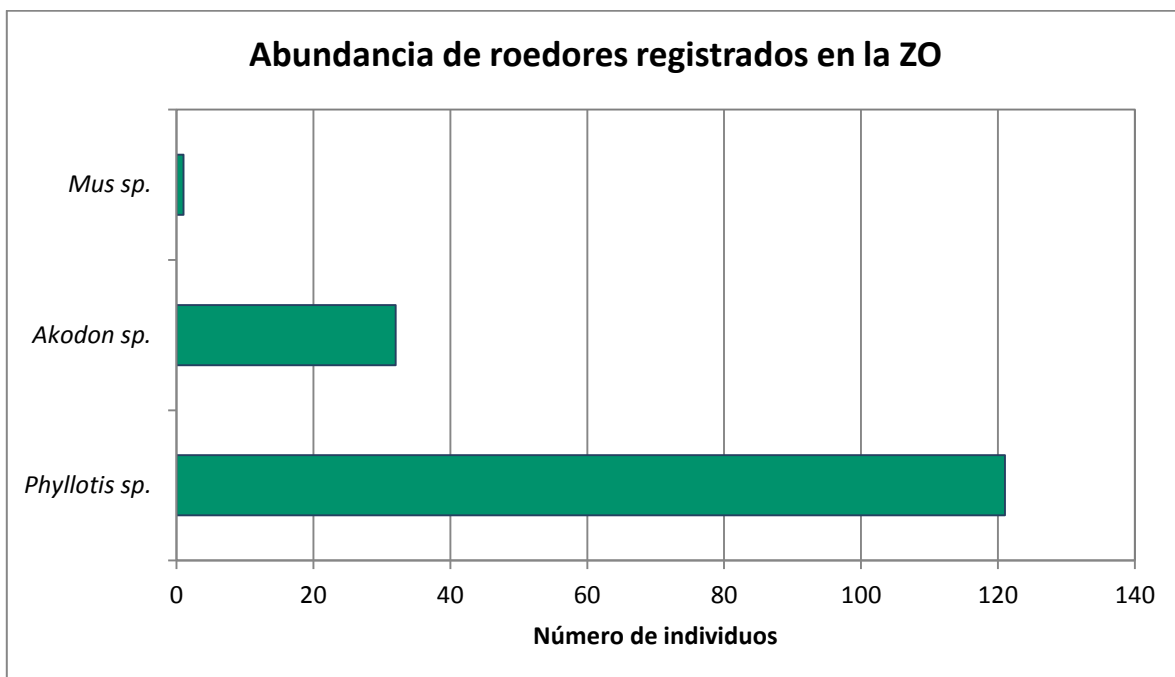


Figura 113. Abundancia de roedores capturados en la ZO (época seca 2015)

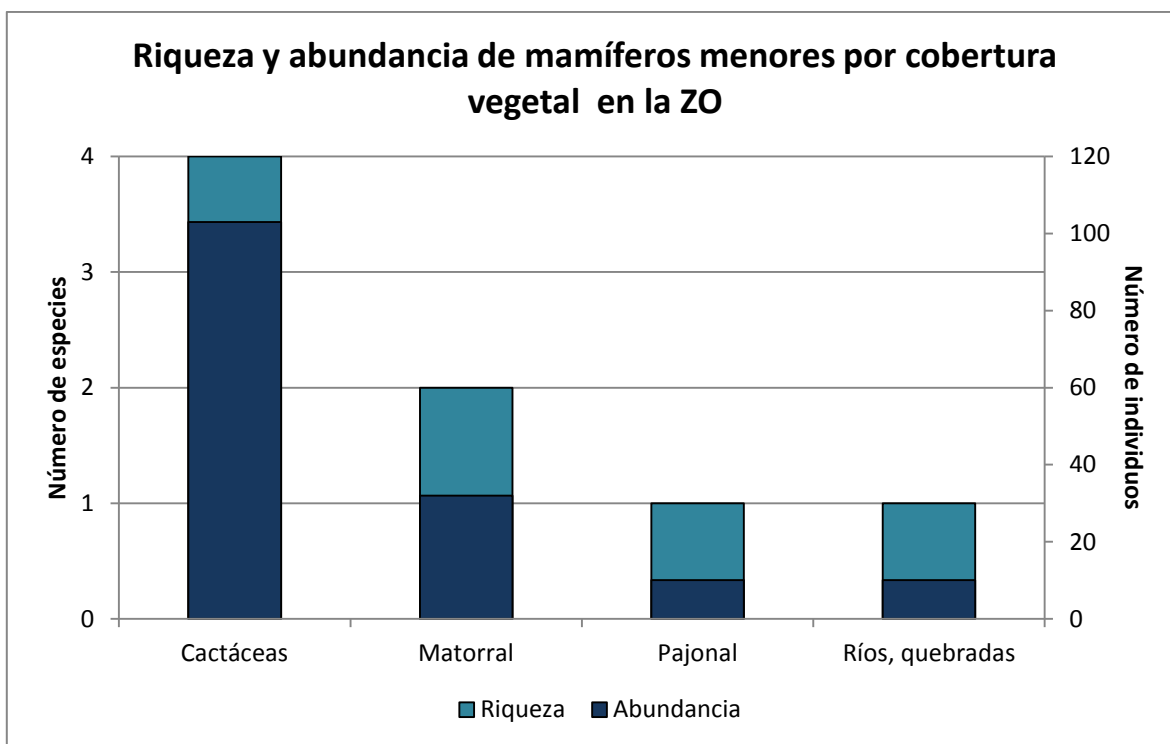


Figura 114. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

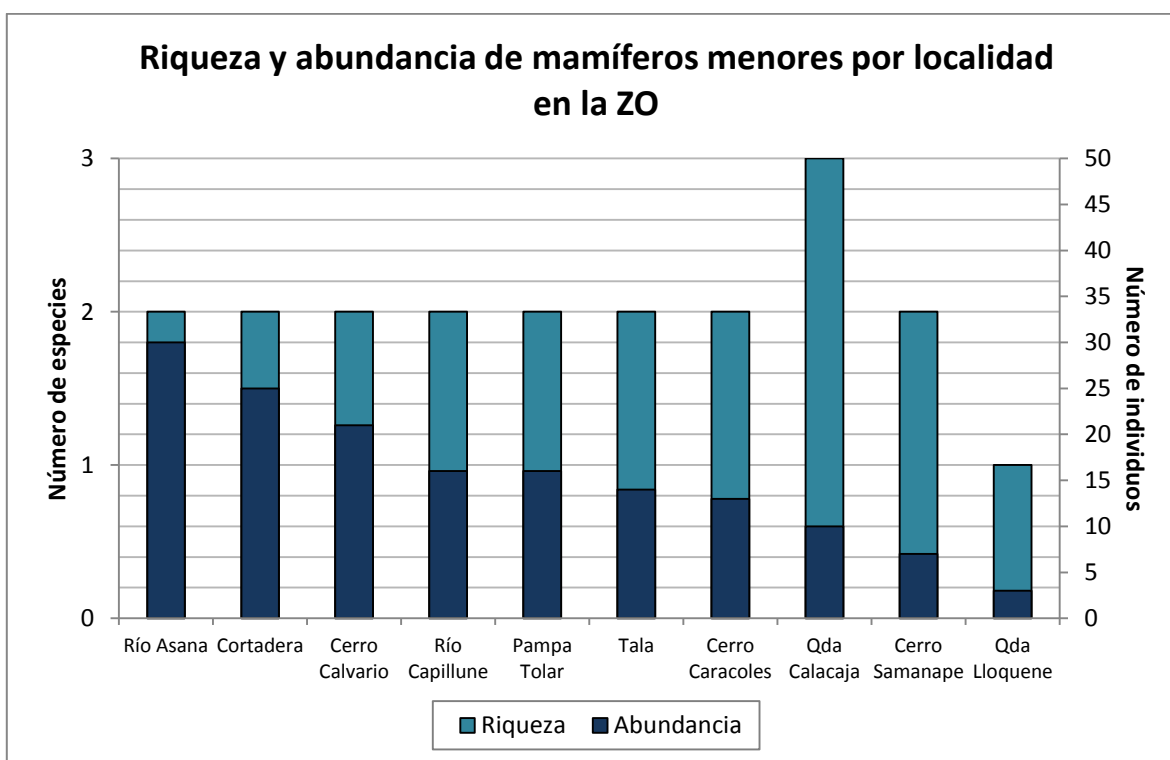


Figura 115. Riqueza y abundancia de mamíferos menores registrados por localidad en la ZO (época seca 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 25. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	0.658	0.4746	0.6473
Matorral	0.5253	0.7579	0.2885
Pajonal	0	-	0
Ríos, quebradas	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

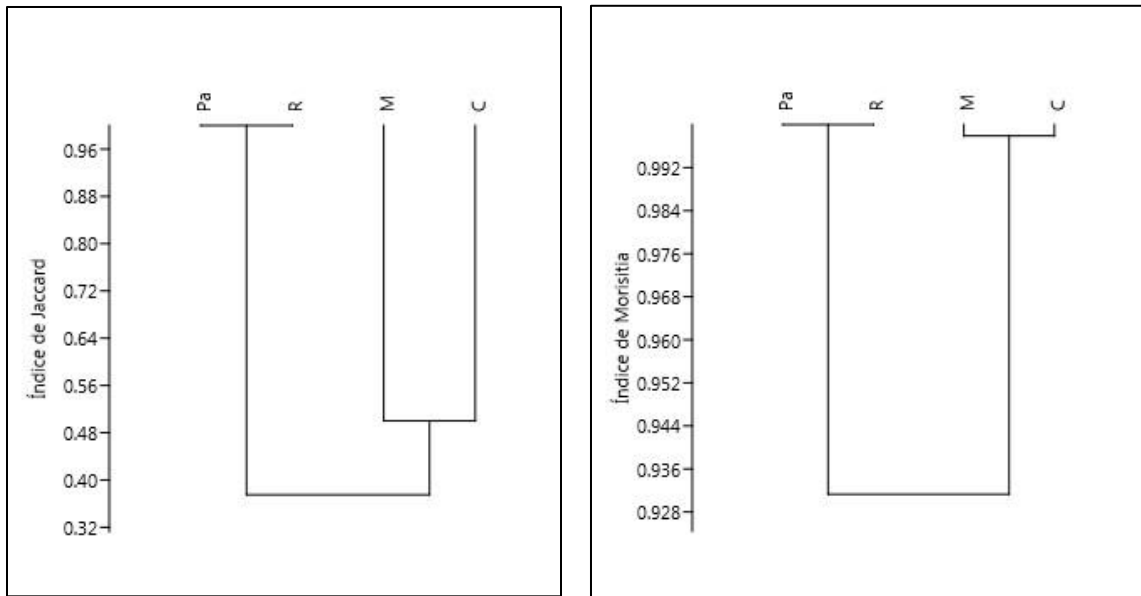
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 26. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Río Asana	0.4506	0.65	0.294
Cortadera	0.673	0.971	0.3107
Cerro Calvario	0.4101	0.5917	0.3285
Río Capillune	0.6211	0.896	0.3607
Pampa Tolar	0.3768	0.5436	0.3607
Tala	0.4101	0.5917	0.3789
Cerro Caracoles	0.6172	0.8905	0.3899
Quebrada Calacaja	0.639	0.5817	0.8686
Cerro Samanape	0.4101	0.5917	0.5139
Quebrada Lloquene	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO



Pa= Pajonal; R= Ríos, M= Matorral; C= Cactáceas

Figura 116. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

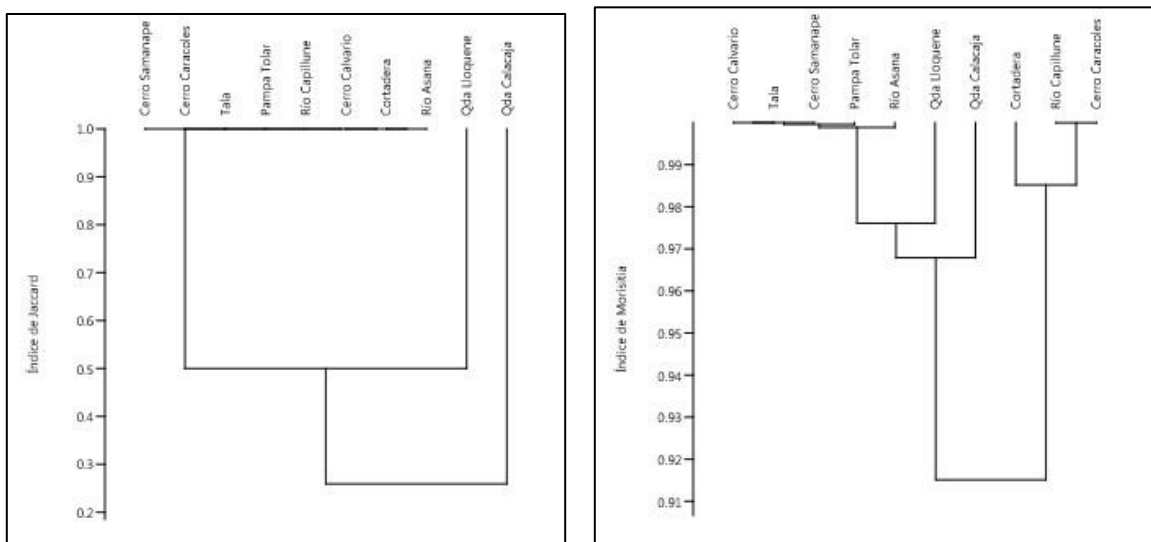


Figura 117. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época seca 2015)

2.3.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Durante la evaluación en campo se registró 11 especies distribuidas en cuatro familias y tres órdenes taxonómicos. El orden Rodentia fue el que presentó mayor riqueza mientras que el orden Canivora y Cetartiodactyla presentaron una especie.

En los transectos evaluados se registró 8 especies del orden Rodentia de la familia Cricetidae. Los géneros *Phyllotis* y *Auliscomys* presentaron la mayor cantidad de registros (7 individuos).

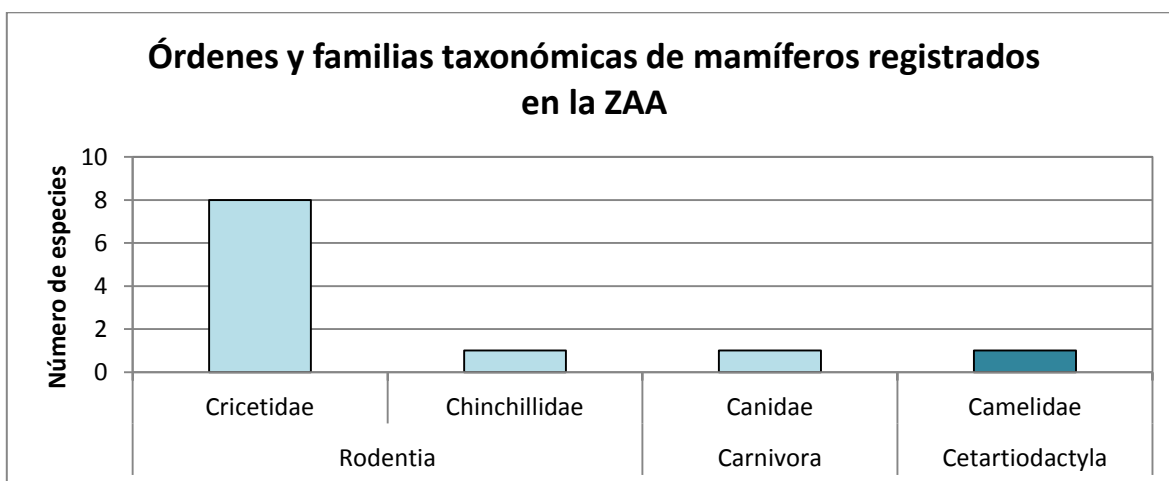


Figura 118. Órdenes taxonómicos y familias de mamíferos registrados en la ZAA (época seca 2015)

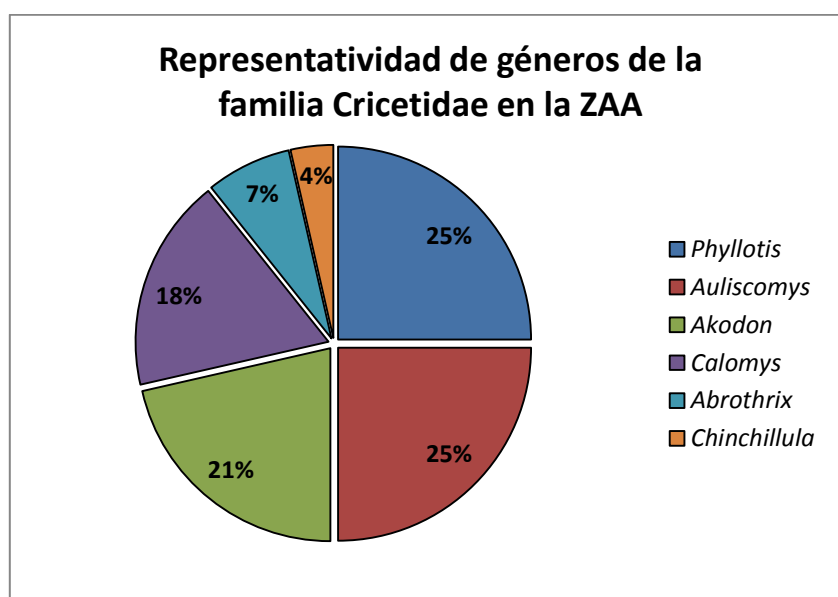


Figura 119. Representatividad de géneros de la familia Cricetidae registrados en la ZAA (época seca 2015)

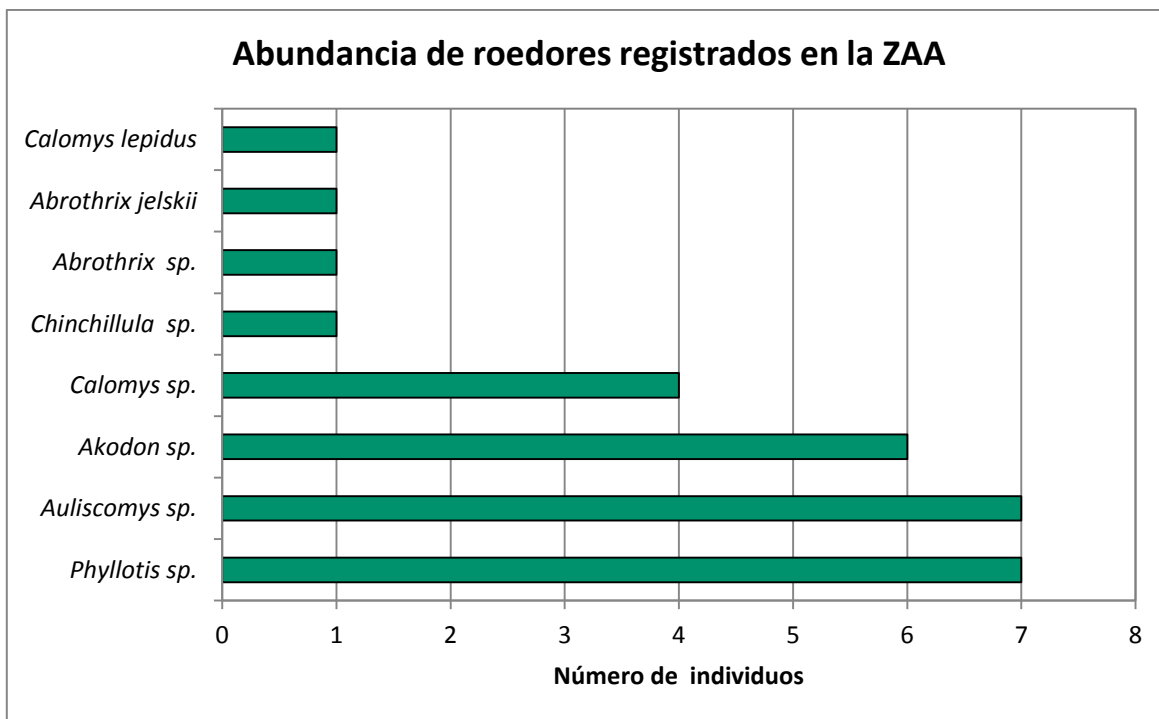


Figura 120. Abundancia de roedores capturados en la ZAA (época seca 2015)

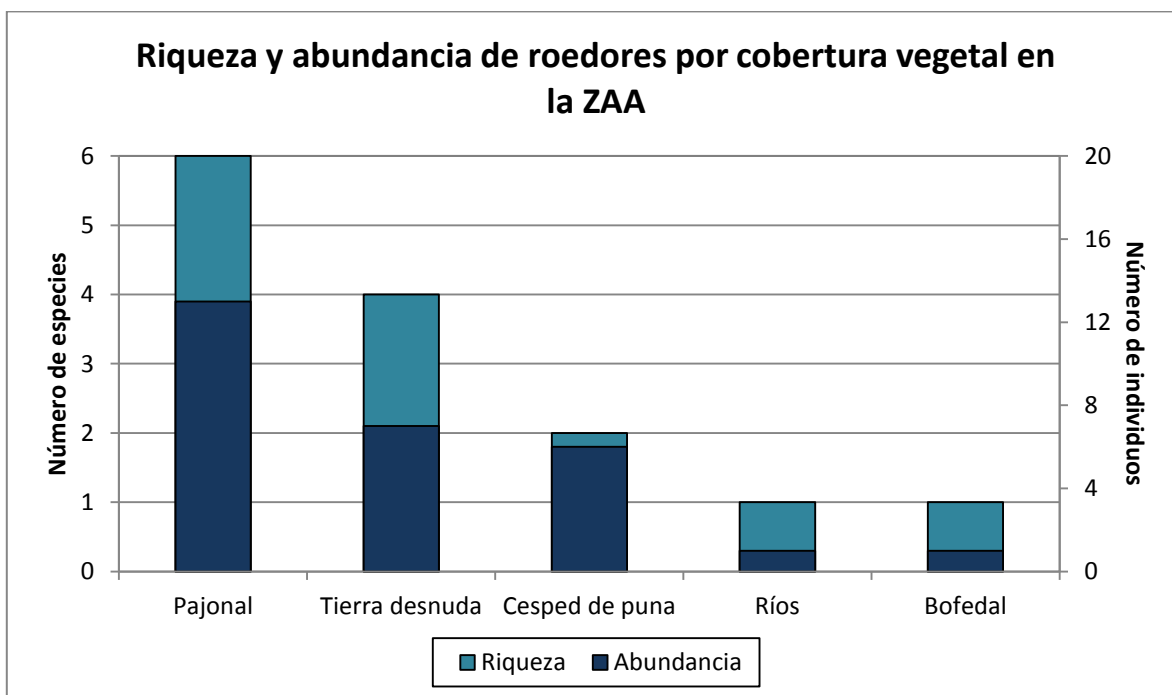


Figura 121. Riqueza y abundancia de roedores registrados por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

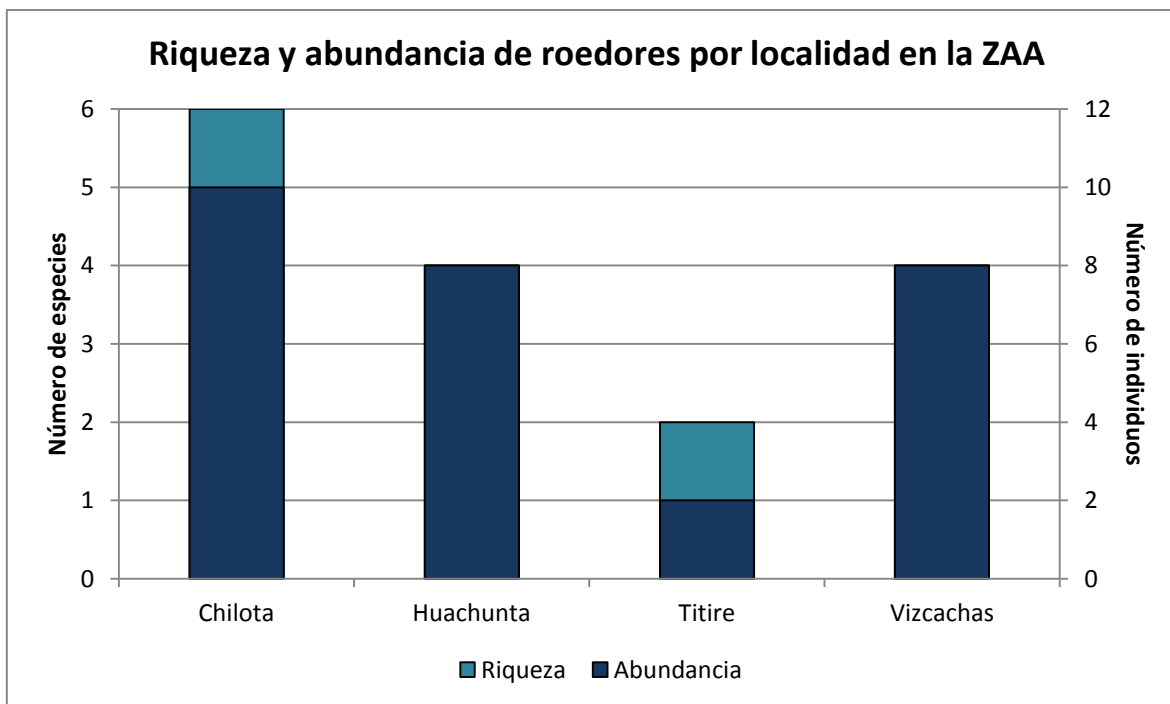


Figura 122. Riqueza y abundancia de roedores registrados por localidad en la ZAA (época seca 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 27. Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Pajonal	1.631	0.9105	1.949
Tierra desnuda	1.154	0.8322	1.542
Césped de puna	0.6365	0.9183	0.5581
Ríos	0	-	0
Bofedal	0	-	0

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

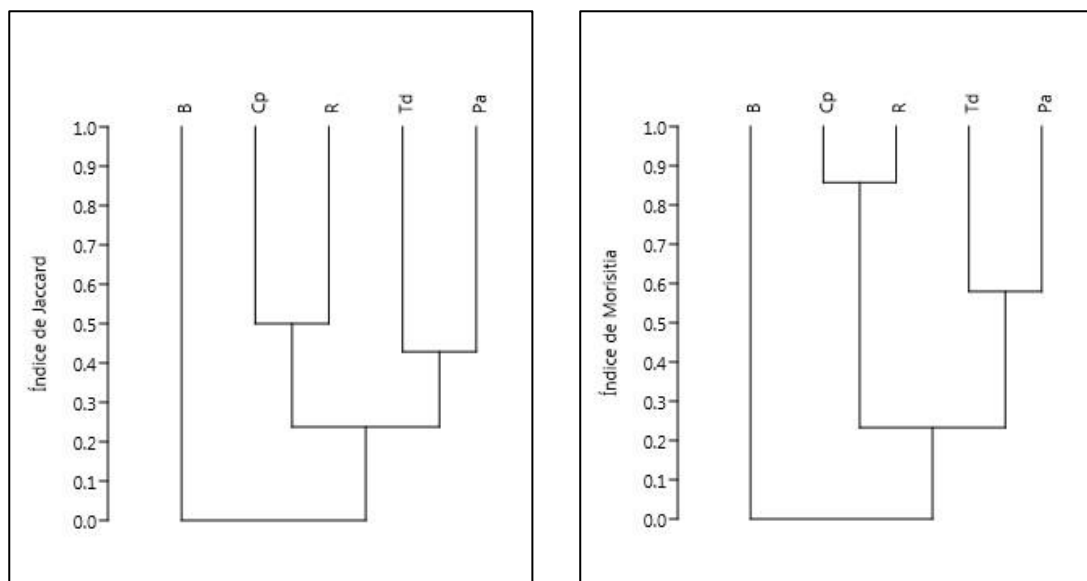
- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 28. Índices de diversidad de mamíferos por localidad en la ZAA (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Chilota	1.609	0.8982	2.171
Huachunta	1.213	0.875	1.443
Titire	0.6931	1	1.443
Vizcachas	1.321	0.9528	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZAA



B= Bofedal; Cp= Césped de puna; R= Ríos; Td= Tierra desnuda; Pa= Pajonal

Figura 123. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZAA (época seca 2015)

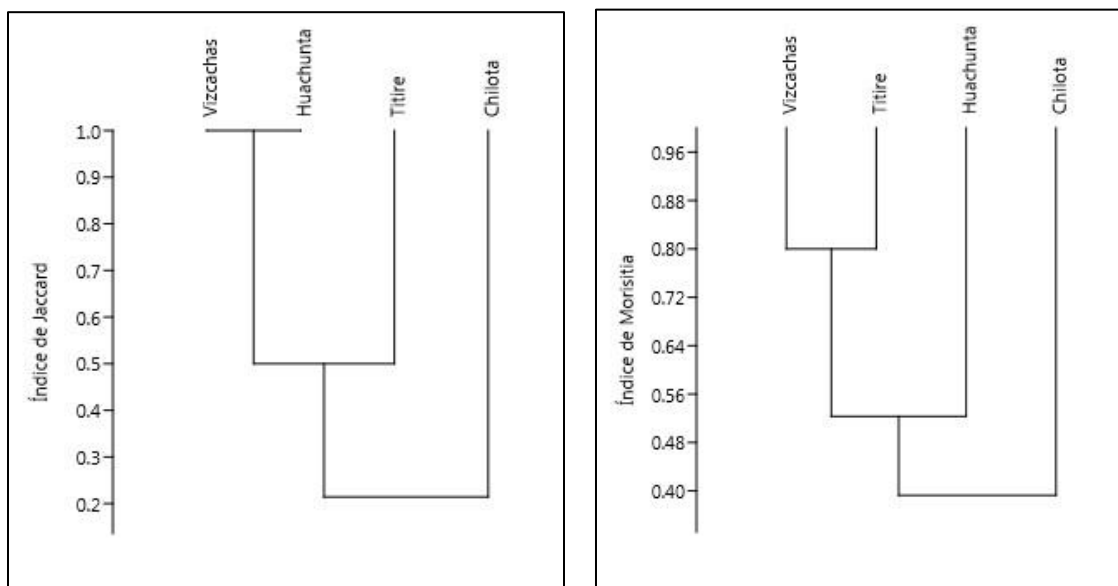


Figura 124. Análisis de similitud de mamíferos (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZAA (época seca 2015)

2.4. Componente: HERPETOFAUNA

2.4.1. Metodología de muestreo en campo

- **Época y fecha de evaluación**

Las evaluaciones corresponden al monitoreo de la época seca se realizaron entre octubre y noviembre del 2015.

- **Descripción de la metodología de campo**

Para la presente evaluación el método de muestreo utilizado fue el Visual Encounter Survey (VES) (Crump y Scott, 1994), el cual consiste en el establecimiento de recorridos de búsqueda intensiva dentro de un hábitat o área determinado durante un periodo de tiempo preestablecido. Cada uno de los recorridos VES corresponde a una unidad de muestreo, estos fueron establecidos en los diferentes hábitats dentro área de estudio y se realizaron durante el día (entre 08:00 y 16:00 Hrs.). Cada recorrido VES tuvo una duración de 30 minutos. Para cada VES se tomó nota de las coordenadas de inicio y final del recorrido, las condiciones del tiempo, características básicas de las zonas evaluadas, el número de especies e individuos registrados, hora de registro, y otros datos relevantes (E&E PERÚ S.A. 2015).

○ Mapa de ubicación de transectos evaluados

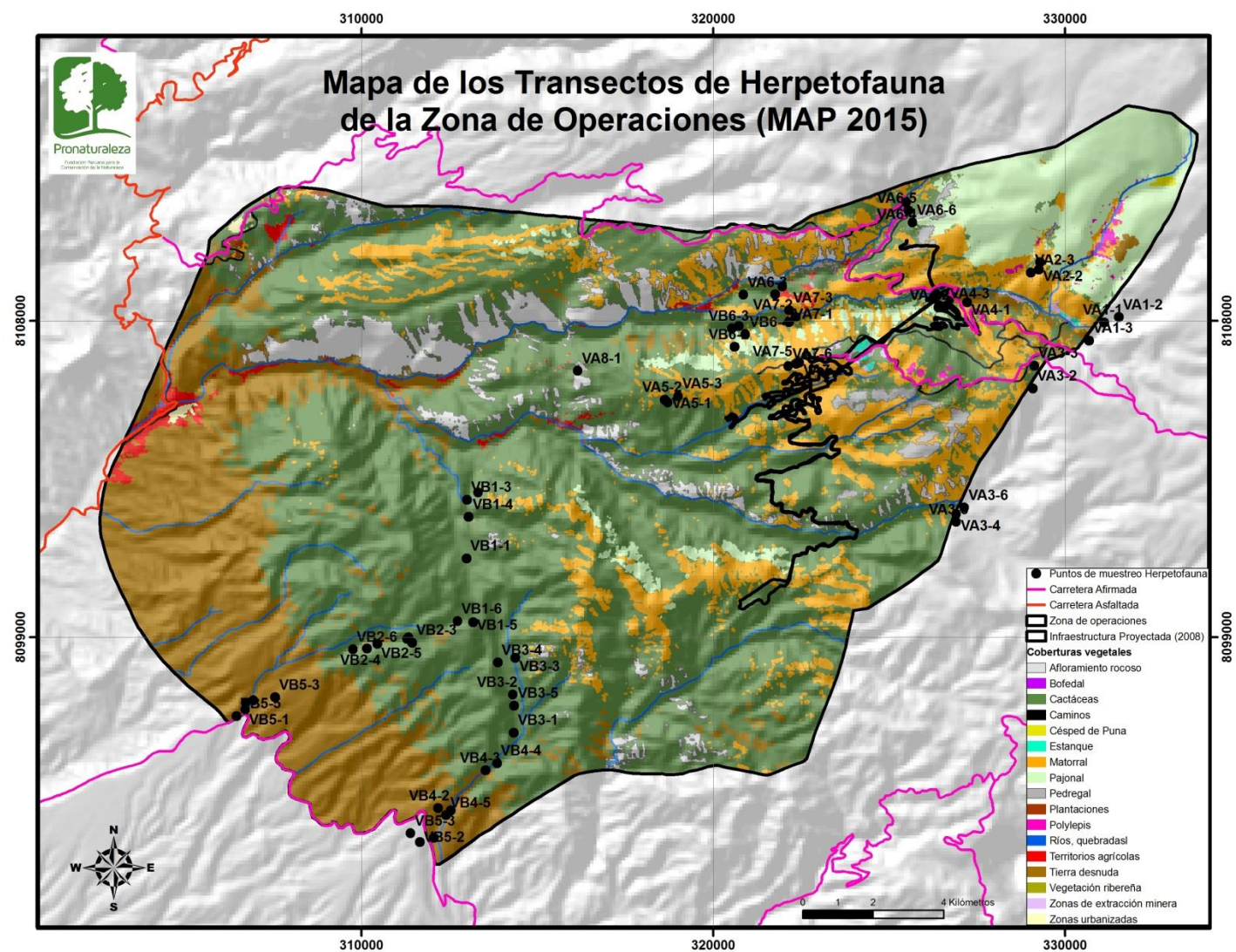


Figura 125. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Operaciones (época seca 2015)

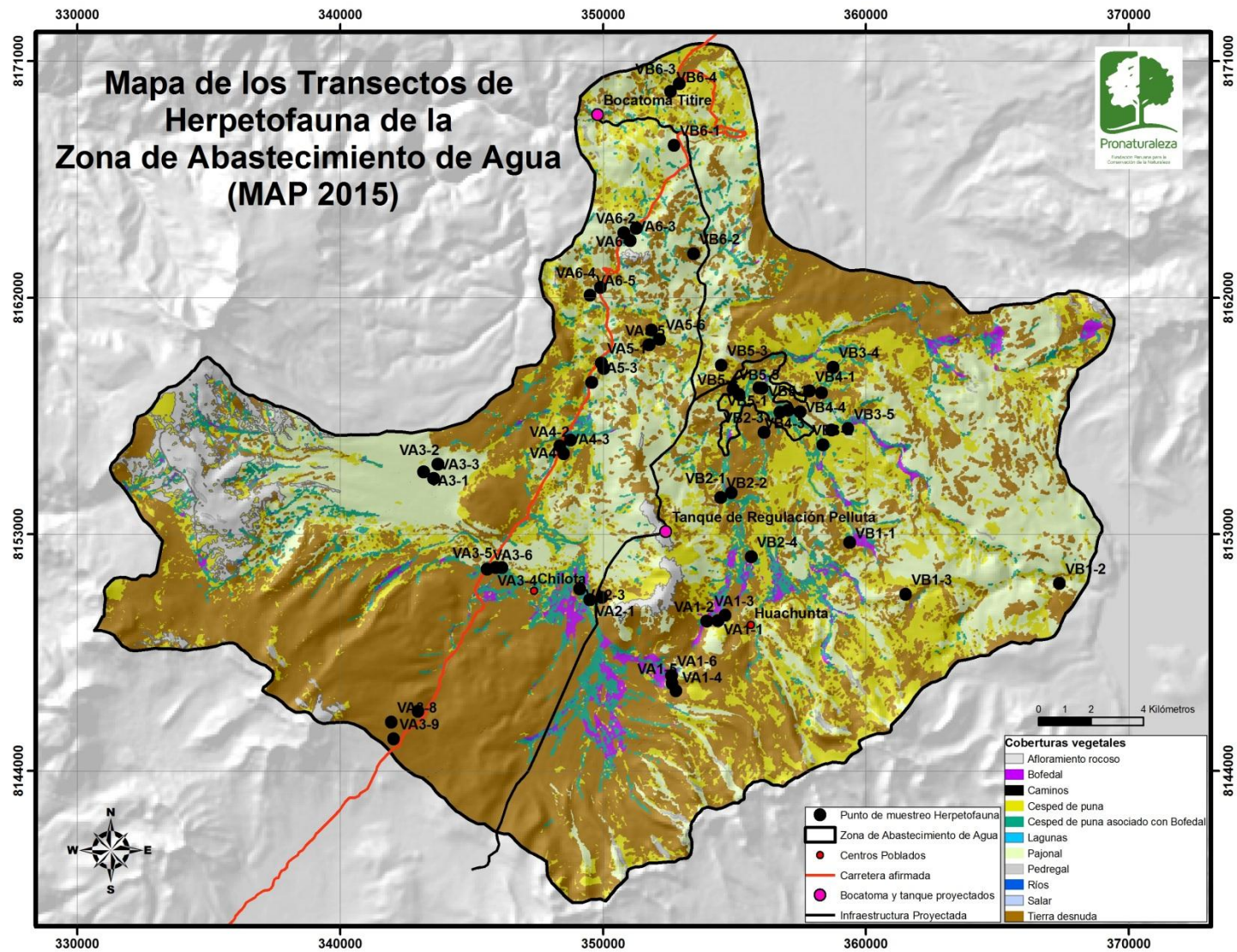


Figura 126. Mapa de ubicación de transectos evaluados para el componente Herpetofauna en la Zona de Abastecimiento de Agua (época seca 2015)

2.4.2. Resultados del Componente Herpetofauna

2.4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Para el área de operaciones se registró un total de seis especies, cuatro reptiles y dos anfibios. Las cuatro especies de la clase Reptilia se distribuyen en un orden, tres familias y tres géneros. Las dos especies de la clase Amphibia se distribuyen en un orden, dos familias y dos géneros. El anfibio con mayor abundancia registrada fue *Telmatobius peruvianus* (21 individuos). De la clase Reptilia, la especie con mayor número de individuos registrados fue *Microlophus yanezi* (38 individuos).

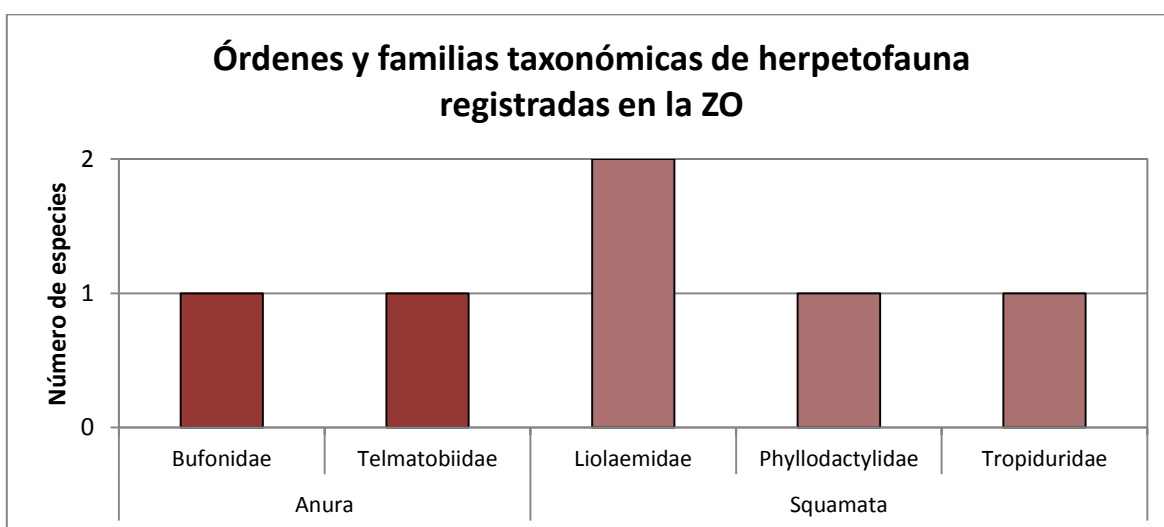


Figura 127. Órdenes taxonómicos y familias de herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)

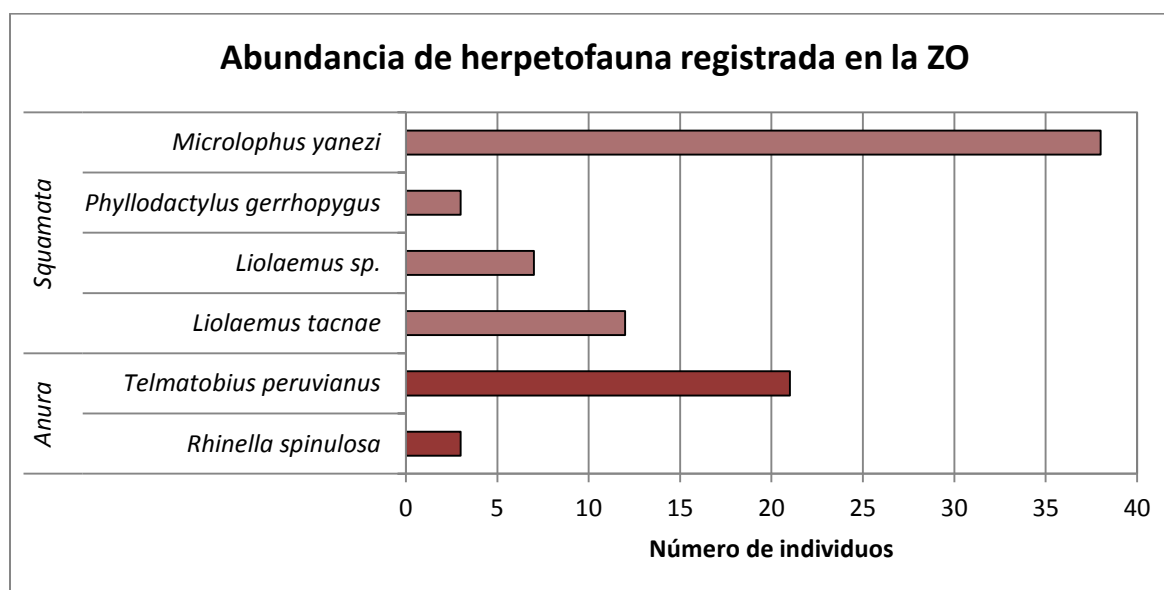


Figura 128. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca 2015)

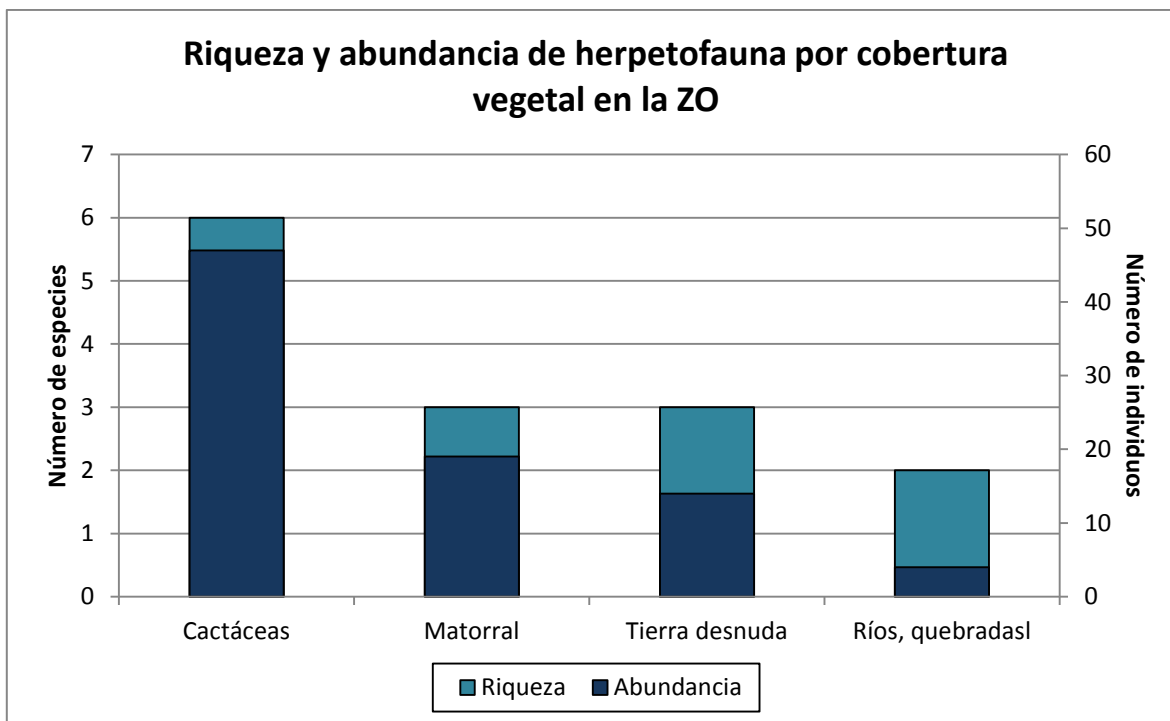


Figura 129. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

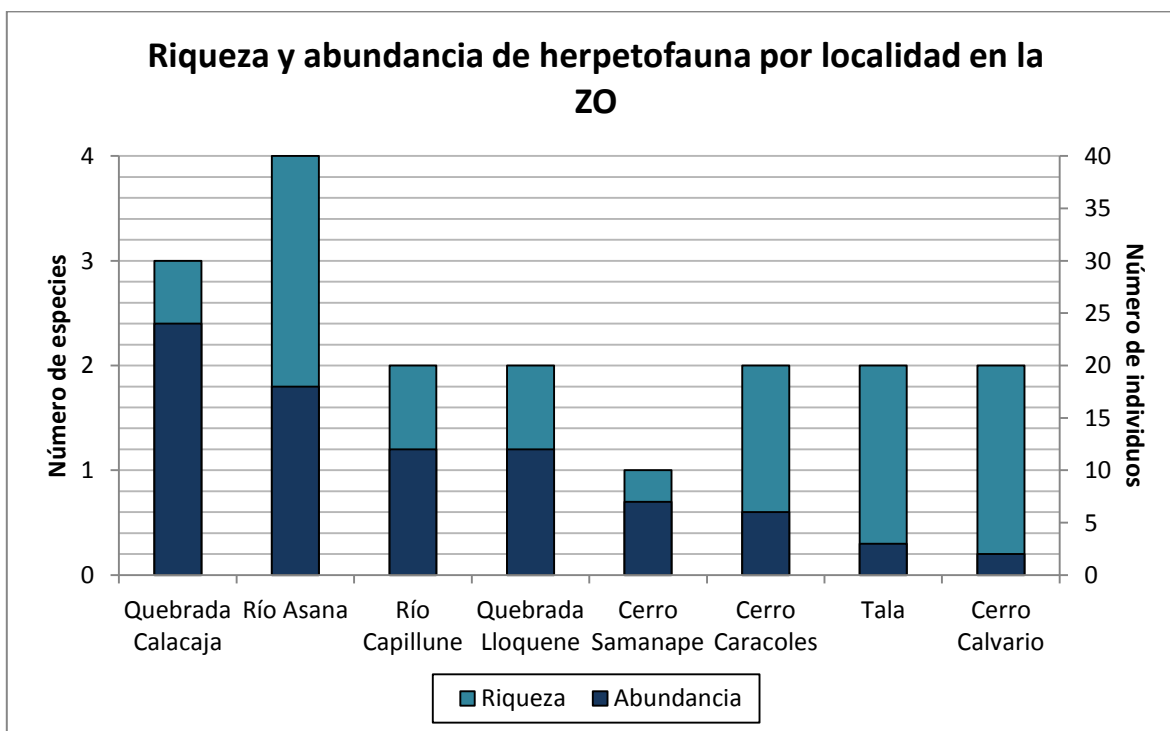


Figura 130. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

b) Índices de diversidad

- Índices de diversidad por cobertura vegetal

Cuadro 29. Índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca 2015)

Cobertura vegetal	H'	J'	d
Cactáceas	1.508	0.8414	1.299
Matorral	0.9592	0.8731	0.6792
Tierra desnuda	0.656	0.5971	0.7578
Ríos, quebradas	0.6931	1	0.7213

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

- Índices de diversidad por localidad

Cuadro 30. Índices de diversidad de herpetofauna por localidad en la ZO (época seca 2015)

Localidad	H'	J'	d
Quebrada Calacaja	0.5661	0.5153	0.6293
Río Asana	1.292	0.9319	1.038
Río Capillune	0.2868	0.4138	0.4024
Quebrada Lloquene	0.4506	0.65	0.4024
Cerro Samanape	0	-	0
Cerro Caracoles	0.6365	0.9183	0.5581
Tala	0.6365	0.9183	0.9102
Cerro Calvario	0.6931	1	1.443

H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

c) Gráficos de similitud para la ZO

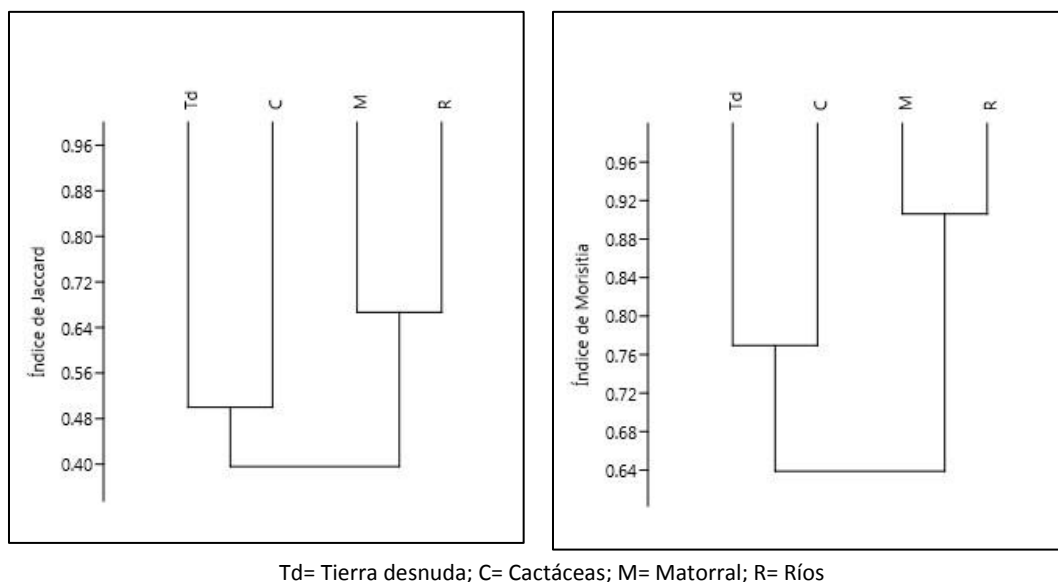


Figura 131. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre coberturas vegetales de la ZO (época seca 2015)

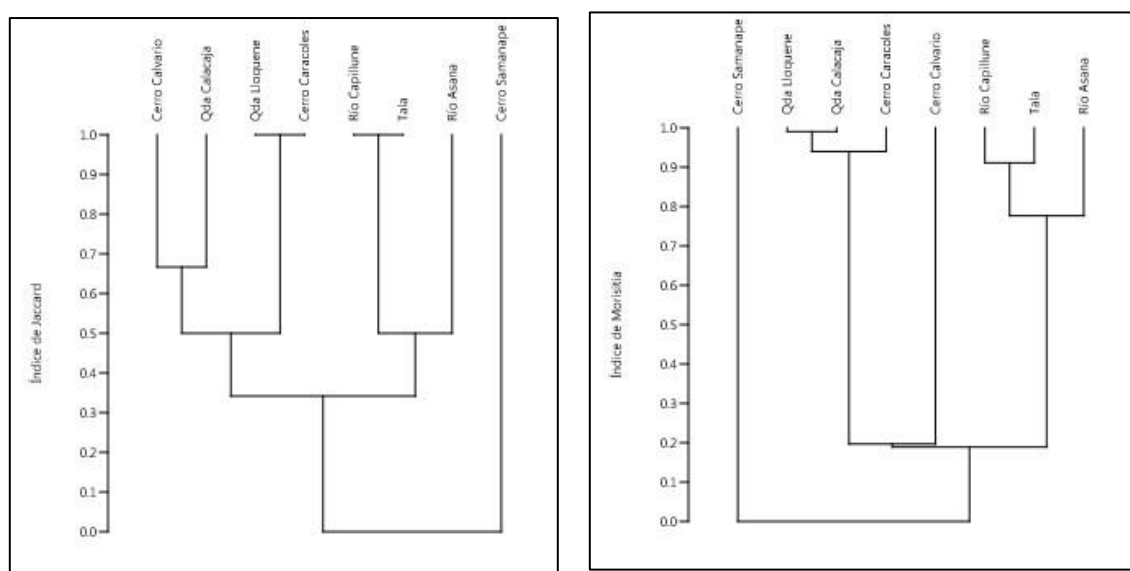


Figura 132. Análisis de similitud de la herpetofauna (según criterios de Jaccard y Morisita) entre localidades de la ZO (época seca 2015)

2.4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) en la época seca 2015

a) Riqueza y abundancia de especies

Durante las evaluaciones de campo se registró una especie de reptil (*Liolaemus signifer*) perteneciente al orden Squamata y familia Liolaemidae.

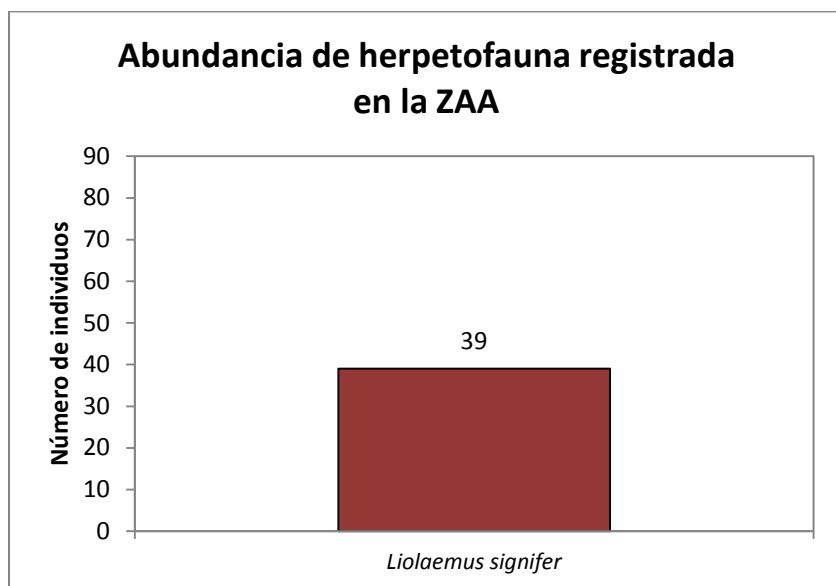


Figura 133. Abundancia de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca 2015)

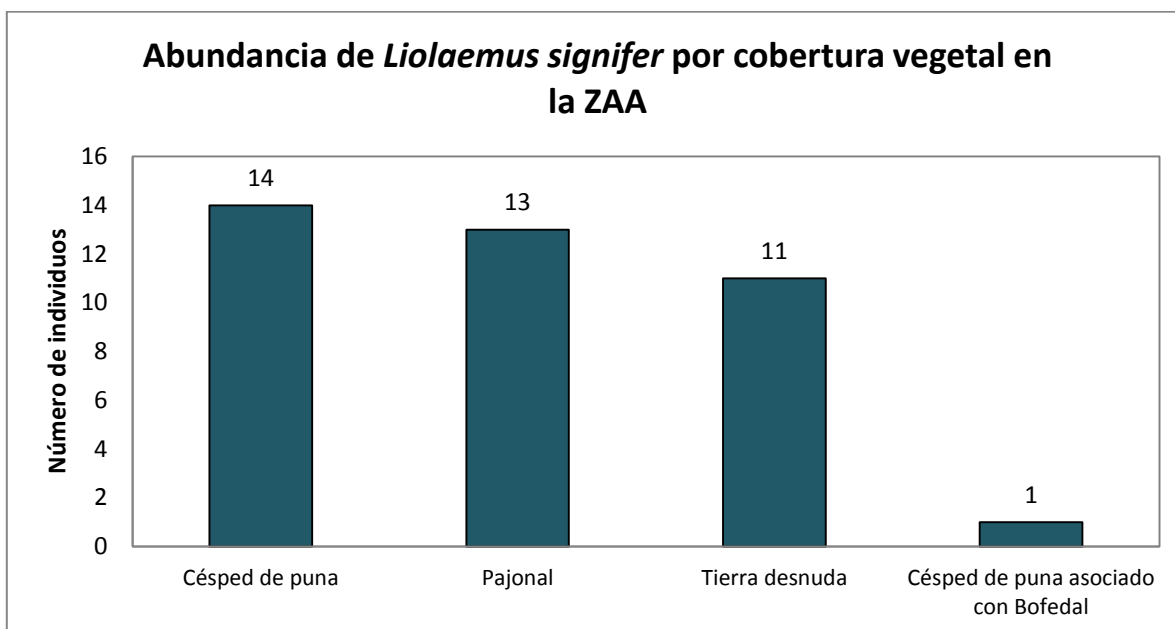


Figura 134. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca 2015)

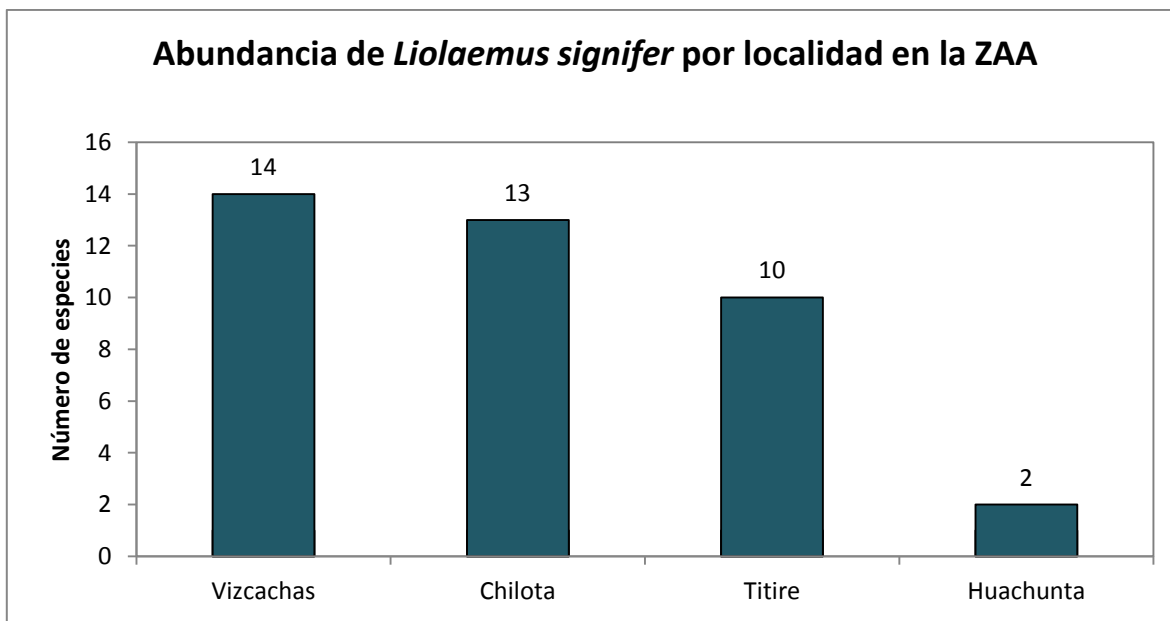


Figura 135. Riqueza y abundancia de la herpetofauna por localidad en la ZAA (época seca 2015)

**Capítulo III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados
de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época
húmeda y seca**

III. Conclusiones y recomendaciones de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre 2015 - época húmeda y seca

3.1. Flora silvestre

3.1.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente flora silvestre para la época húmeda se registró 241 especies, donde las familias más diversas fueron las Asteraceae y Poaceae. De ellas 172 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 41 familias botánicas y 122 géneros. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 83 especies, agrupadas en 18 familias botánicas y 48 géneros.
- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 146 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el pajonal con 55 especies registradas.
- *Plantago macbridei* y *Ambrosia artemisioides* son las especies con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones y en la zona de abastecimiento de agua lo son *Festuca orthophylla* y *Distichia muscoides*.
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los Índices de diversidad son: cactáceas (3.742) y matorral (3.412). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: tierra desnuda (2.878) y césped de puna (2.852).
- En la zona de operaciones se registró 18 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 9 están protegidas según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG), 11 en IUCN y 9 en los listados CITES. Se registró 3 especies endémicas, principalmente de las familias Cactaceae y Plantaginaceae. En la zona de abastecimiento de agua se registró una especie protegida según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG).

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente flora silvestre para la época seca se registró 171 especies, donde las familias más diversas fueron

las Asteraceae y Poaceae. De ellas 115 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 34 familias botánicas y 90 géneros. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 65 especies, agrupadas en 17 familias botánicas y 39 géneros.

- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 98 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el pajonal con 42 especies registradas.
- *Ambrosia artemisioides* y *Vulpia sp.* son las especies con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones y en la zona de abastecimiento de agua lo son *Festuca orthophylla* y *Parastrephia lucida*.
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los Índices de diversidad son: cactáceas (3.103) y matorral (2.655). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: césped de puna (2.579) y tierra desnuda (2.483).
- En la zona de operaciones se registró 15 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 7 están protegidas según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG), 11 en IUCN y 9 en los listados CITES. Se registró 5 especies endémicas. En la zona de abastecimiento de agua se registró una especie protegida según la legislación peruana (DS N°043-2006-AG).

3.2. Avifauna

3.2.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente avifauna para la época húmeda se registró 82 especies. De ellas 54 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 16 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Furnariidae y Columbidae. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 48 especies agrupadas en 18 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Furnariidae y Anatidae.
- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 45 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el césped de puna con 39 especies registradas.

- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (159 individuos), *Phrygilus fruticeti* (159 individuos), y *Sporagra magellanica* (62 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Phrygilus plebejus* (183 individuos), *Sicalis uropygialis* (161 individuos), *Metriopelia aymara* (99 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los índices de diversidad son: cactáceas (2.853) y matorral (2.994). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: césped de puna (3.013) y pajonal (2.866).
- En la zona de operaciones se registró 51 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 51 se encuentran en IUCN y 8 en los listados CITES. Se registró una especie endémica. En la zona de abastecimiento de agua se registró 42 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 4 están protegidas según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 42 en IUCN y 4 en los listados CITES.
- Se considera que este estudio sobre la avifauna aporta información importante sobre la diversidad biológica del departamento de Moquegua, que históricamente es considerado un departamento escasamente conocido en este sentido.

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente avifauna para la época seca se registró 88 especies. De ellas, 60 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 15 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Columbidae y Furnariidae. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 54 especies agrupadas en 23 familias, siendo las más abundantes: Thraupidae, Furnariidae y Tinocoridae.
- En la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor diversidad con 45 especies y en la zona de abastecimiento de agua la formación más diversa es el césped de puna con 42 especies registradas.
- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicalis olivascens* (474 individuos), *Phrygilus fruticeti* (180 individuos), y *Metriopelia melanoptera* (99 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Sicalis uropygialis* (1018 individuos), *Thinocorus orbignyianus* (190 individuos) y *Phrygilus plebejus* (145 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los índices de diversidad son: cactáceas (2.514) y matorral (2.509). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: pajonal (2.884) y tierra desnuda (2.825).

- En la zona de operaciones se registró 56 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 56 en IUCN y 8 en los listados CITES. Se registró una especie endémica. En la zona de abastecimiento de agua se registró 50 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales 3 están protegidas según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 50 en IUCN y 4 en los listados CITES. Se registró una especie endémica.
- Se considera que este estudio sobre la avifauna aporta importante información sobre la diversidad biológica del departamento de Moquegua, que históricamente es considerado un departamento escasamente conocido en este sentido.

3.2.2. Recomendaciones:

Es importante realizar esfuerzos para asegurar las poblaciones del suri (*Rhea pennata*) y el cóndor andino (*Vultur gryphus*), que pueden considerarse como especies sombrillas, es decir que su conservación favorece la conservación de otras especies altoandinas de flora y fauna asociadas. Dichos esfuerzos pueden concentrarse, por ejemplo, en la conservación de coberturas vegetales como los matorrales (sobre todo los tolare), así como los afloramientos rocosos, que constituyen zonas de descanso y posible anidamiento para el cóndor andino.

3.3. Mamíferos

3.3.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente mamíferos para la época húmeda se registró 15 especies. De ellas 9 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 4 familias. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 13 especies agrupadas en 6 familias. Siendo los roedores (orden Rodentia) el componente principal para ambas zonas; destacando la familia Cricetidae.
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el pajonal. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el césped de puna.

- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Phyllotis xanthopygus* (13 individuos) y *Akodon albiventer* (5 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Phyllotis xanthopygus* (4 individuos), *Calomys lepidus* (2 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los índices de diversidad son: cactáceas (0.965) y pajonal (0.8532). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: césped de puna (1.242) y césped de puna asociado al bofedal (1.099).
- En la zona de operaciones se registró 6 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 6 en IUCN y 2 en los listados CITES. En la zona de abastecimiento de agua se registró 12 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 12 en IUCN y 3 en los listados CITES. Siendo el guanaco y la taruka las especies más amenazadas.

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente mamíferos para la época húmeda se registró 13 especies. De ellas 7 especies se encuentran en la zona de operaciones, agrupadas en 6 familias. Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 11 especies agrupadas en 4 familias. Siendo los roedores (orden Rodentia) el componente principal para ambas zonas; destacando la familia Cricetidae.
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el pajonal.
- En la zona de operaciones, las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Phyllotis sp.* (121 individuos) y *Akodon sp.* (32 individuos). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua son: *Phyllotis sp.* (7 individuos), y *Auliscomys sp.* (7 individuos).
- Las coberturas vegetales de la zona de operaciones que presentan mayor valor de los índices de diversidad son: cactáceas (0.658) y matorral (0.525). En el caso de la zona de abastecimiento de agua son: pajonal (1.631) y tierra desnuda (1.154).
- En la zona de operaciones se registró 3 especies en alguna categoría de protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 3 en IUCN y 2 en los listados CITES. En la zona de abastecimiento de agua se registró 5 especies en alguna categoría de

protección a nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida según la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI), 5 en IUCN y 2 en los listados CITES. Siendo el guanaco y la taruka las especies más amenazadas.

3.4. Herpetofauna

3.4.1. Conclusiones

Época húmeda

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente herpetofauna para la época húmeda se registró 9 especies, de ellas 5 reptiles y 4 anfibios. En la zona de operaciones se encuentran 6 especies (4 reptiles y 2 anfibios). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentran 4 especies (1 reptiles y 3 anfibios).
- Durante el presente monitoreo se registró una abundancia total de 27 anfibios y 199 reptiles. En la zona de operaciones se contabilizó 7 anfibios y 112 reptiles y en la zona de abastecimiento de agua, 20 anfibios y 87 reptiles. Las especies más abundantes en la evaluación fueron: *Microlophus yanezi* (56), *Liolaemus tacnae* (48) y *Liolaemus signifer* (87).
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es el pajonal.
- En la zona de operaciones se registró 3 especies en alguna categoría de protección nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI) y 3 en IUCN. En la zona de abastecimiento de agua se registró 3 especies que se encuentran en IUCN.
- Se identificó como sitios de importancia para la conservación de la herpetofauna a las microcuencas de los ríos Charaque y Asana, en la zona de operaciones, y a los bofedales en la zona de abastecimiento de agua.

Época seca

- De acuerdo con los resultados de las evaluaciones del componente herpetofauna para la época seca se registró 7 especies, de ellas 5 reptiles y 2 anfibios. En la zona de operaciones se encuentran 6 especies (4 reptiles y 2 anfibios). Mientras que en la zona de abastecimiento de agua se encuentra 1 especie (1 reptil).

- Durante el presente monitoreo se registró una abundancia total de 24 anfibios y 99 reptiles. En la zona de operaciones se contabilizó 24 anfibios y 60 reptiles y en la zona de abastecimiento de agua, 39 reptiles. Las especies de reptiles más abundantes fueron *Microlophus yanezi* (38) y *Liolaemus signifer* (39) y en anfibios: *Telmatobius peruvianus* (21).
- En la zona de operaciones, la cobertura con mayor abundancia de especies y diversidad es cactácea. En la zona de abastecimiento de agua la cobertura con mayor abundancia de especies es el césped de puna.
- En la zona de operaciones se registró 3 especies en alguna categoría de protección nivel nacional o internacional, de las cuales una está protegida bajo la legislación peruana (DS N°004-2014-MINAGRI) y 3 en IUCN. En la zona de abastecimiento de agua se registró una especie que se encuentra en IUCN.
- Se identificó como sitios de importancia para la conservación de la herpetofauna a las microcuencas de los ríos Charaque y Asana, en la zona de operaciones, y a los bofedales en la zona de abastecimiento de agua.

Validación de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de Anglo American Quellaveco S.A.: Componentes Flora y Fauna silvestre

Informe Final - Comparación de los resultados de las evaluaciones
de flora y fauna silvestre de la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015 -
época húmeda y seca



Mayo, 2016

Contenido

IV. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época húmeda..... 11

4.1.	Comparación del componente: FLORA SILVESTRE	11
4.1.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época húmeda	11
4.1.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época húmeda	15
4.2.	Comparación del componente: AVIFAUNA	20
4.2.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda	20
4.2.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda	26
4.3.	Componente: MAMÍFEROS	32
4.3.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda	32
4.3.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda	38
4.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	44
4.4.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda	44
4.4.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda	49

Capítulo V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca..... 54

V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca 55

5.1.	Comparación del componente: FLORA SILVESTRE	55
5.1.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época seca.....	55
5.1.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época seca	59
5.2.	Comparación del componente: AVIFAUNA	64

5.2.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca.....	64
5.2.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca	70
5.3.	Componente: MAMÍFEROS.....	76
5.3.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca.....	76
5.3.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca	82
5.4.	Componente: HERPETOFAUNA.....	88
5.4.1.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca.....	88
5.4.2.	Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca	93
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015.		95
VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015		96
6.1.	Flora silvestre.....	96
6.1.1.	Conclusiones.....	96
6.2.	Avifauna	97
6.2.1.	Conclusiones.....	97
6.3.	Mamíferos.....	98
6.3.1.	Conclusiones.....	98
6.4.	Herpetofauna.....	100
6.4.1.	Conclusiones.....	100
6.5.	Recomendaciones.....	102

Listado de Figuras

<i>Figura 1. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época húmeda)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época húmeda)</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época húmeda)</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	<i>14</i>
<i>Figura 7. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época húmeda)</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	<i>15</i>
<i>Figura 10. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	<i>16</i>
<i>Figura 11. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	<i>16</i>
<i>Figura 12. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	<i>17</i>
<i>Figura 13. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	<i>17</i>
<i>Figura 14. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época húmeda)...</i>	<i>18</i>
<i>Figura 15. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)</i>	<i>18</i>
<i>Figura 16. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época húmeda)</i>	<i>19</i>
<i>Figura 17. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)</i>	<i>20</i>
<i>Figura 18. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)</i>	<i>20</i>
<i>Figura 19. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época húmeda)</i>	<i>21</i>
<i>Figura 20. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época húmeda)</i>	<i>21</i>
<i>Figura 21. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	<i>22</i>
<i>Figura 22. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	<i>22</i>
<i>Figura 23. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	<i>23</i>
<i>Figura 24. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	<i>23</i>

<i>Figura 25. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época húmeda)</i>	24
<i>Figura 26. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	24
<i>Figura 27. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	25
<i>Figura 28. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	26
<i>Figura 29. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	26
<i>Figura 30. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época húmeda)</i>	27
<i>Figura 31. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época húmeda)</i>	27
<i>Figura 32. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	28
<i>Figura 33. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	28
<i>Figura 34. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	29
<i>Figura 35. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)</i> ..	29
<i>Figura 36. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época húmeda)</i>	30
<i>Figura 37. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)</i>	30
<i>Figura 38. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época húmeda)</i>	31
<i>Figura 39. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época húmeda)</i>	32
<i>Figura 40. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)</i>	32
<i>Figura 41. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)</i>	33
<i>Figura 42. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época húmeda)</i>	33
<i>Figura 43. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	34
<i>Figura 44. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	34
<i>Figura 45. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de géneros, por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	35
<i>Figura 46. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época húmeda)</i>	35
<i>Figura 47. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época húmeda)</i>	36
<i>Figura 48. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	36
<i>Figura 49. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	37
<i>Figura 50. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda)</i>	38

<i>Figura 51. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)</i>	38
<i>Figura 52. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)</i>	39
<i>Figura 53. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época húmeda)</i>	39
<i>Figura 54. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	40
<i>Figura 55. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	40
<i>Figura 56. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZAA (época húmeda)</i>	41
<i>Figura 57. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época húmeda)</i> ..	41
<i>Figura 58. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época húmeda)</i>	42
<i>Figura 59. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	42
<i>Figura 60. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)</i>	43
<i>Figura 61. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda)</i>	44
<i>Figura 62. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)</i>	44
<i>Figura 63. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época húmeda)</i>	45
<i>Figura 64. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época húmeda)</i>	45
<i>Figura 65. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	46
<i>Figura 66. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)</i>	46
<i>Figura 67. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)</i>	47
<i>Figura 68. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)</i>	47
<i>Figura 69. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época húmeda)</i>	48
<i>Figura 70. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)</i>	48
<i>Figura 71. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda)</i>	49
<i>Figura 72. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)</i>	49
<i>Figura 73. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZAA (época húmeda)</i>	50
<i>Figura 74. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZAA (época húmeda)</i>	50
<i>Figura 75. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	51
<i>Figura 76. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)</i>	51

<i>Figura 77. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)</i>	52
<i>Figura 78. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)</i>	52
<i>Figura 79. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZAA (época húmeda) ..</i>	53
<i>Figura 80. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)</i>	53
<i>Figura 81. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época seca).....</i>	55
<i>Figura 82. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época seca)</i>	56
<i>Figura 83. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca).....</i>	56
<i>Figura 84. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca).....</i>	57
<i>Figura 85. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época seca).....</i>	57
<i>Figura 86. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época seca).....</i>	58
<i>Figura 87. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época seca)</i>	58
<i>Figura 88. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época seca).....</i>	59
<i>Figura 89. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época seca)</i>	59
<i>Figura 90. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	60
<i>Figura 91. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca)</i>	60
<i>Figura 92. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca).....</i>	61
<i>Figura 93. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca)</i>	61
<i>Figura 94. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época seca).....</i>	62
<i>Figura 95. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)</i>	62
<i>Figura 96. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época seca)</i>	63
<i>Figura 97. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época seca)</i>	64
<i>Figura 98. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época seca)</i>	64
<i>Figura 99. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época seca)</i>	65
<i>Figura 100. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época seca)</i>	65
<i>Figura 101. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)..</i>	66
<i>Figura 102. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	66

<i>Figura 103. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época seca)</i>	67
<i>Figura 104. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época seca)</i>	67
<i>Figura 105. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época seca)</i>	68
<i>Figura 106. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	68
<i>Figura 107. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época seca)</i>	69
<i>Figura 108. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	70
<i>Figura 109. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	70
<i>Figura 110. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época seca)</i>	71
<i>Figura 111. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época seca)</i>	71
<i>Figura 112. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i> 72	
<i>Figura 113. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	72
<i>Figura 114. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)</i>	73
<i>Figura 115. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)</i>	73
<i>Figura 116. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época seca)</i>	74
<i>Figura 117. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)</i>	74
<i>Figura 118. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época seca)</i>	75
<i>Figura 119. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época seca)</i>	76
<i>Figura 120. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)</i> 76	
<i>Figura 121. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)</i>	77
<i>Figura 122. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época seca)</i>	77
<i>Figura 123. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	78
<i>Figura 124. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	78
<i>Figura 125. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZO (época seca)</i>	79
<i>Figura 126. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época seca)</i>	79
<i>Figura 127. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época seca)</i>	80
<i>Figura 128. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	80
<i>Figura 129. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)</i>	81
<i>Figura 130. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época seca)</i>	82

<i>Figura 131. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)</i>	82
<i>Figura 132. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)</i>	83
<i>Figura 133. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época seca)</i>	83
<i>Figura 134. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	84
<i>Figura 135. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	84
<i>Figura 136. Comparación de riqueza, a nivel de género, de roedores por localidad en la ZAA (época seca)</i>	85
<i>Figura 137. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época seca)</i>	85
<i>Figura 138. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época seca)</i>	86
<i>Figura 139. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	86
<i>Figura 140. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)</i>	87
<i>Figura 141. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca)</i>	88
<i>Figura 142. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época seca)</i>	88
<i>Figura 143. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época seca)</i>	89
<i>Figura 144. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época seca)</i>	89
<i>Figura 145. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	90
<i>Figura 146. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)</i>	90
<i>Figura 147. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)</i>	91
<i>Figura 148. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)</i>	91
<i>Figura 149. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época seca)</i>	92
<i>Figura 150. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)</i>	92
<i>Figura 151. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	93
<i>Figura 152. Comparación de la abundancia de herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)</i>	93
<i>Figura 153. Comparación de abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)</i>	94
<i>Figura 154. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época seca)</i>	94

**Capítulo IV. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los
componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA
(2007, 2013) y el MAP 2015, para la época húmeda**

IV. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época húmeda

4.1. Comparación del componente: FLORA SILVESTRE

4.1.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.1.1.1. Comparación de resultados de la composición florística

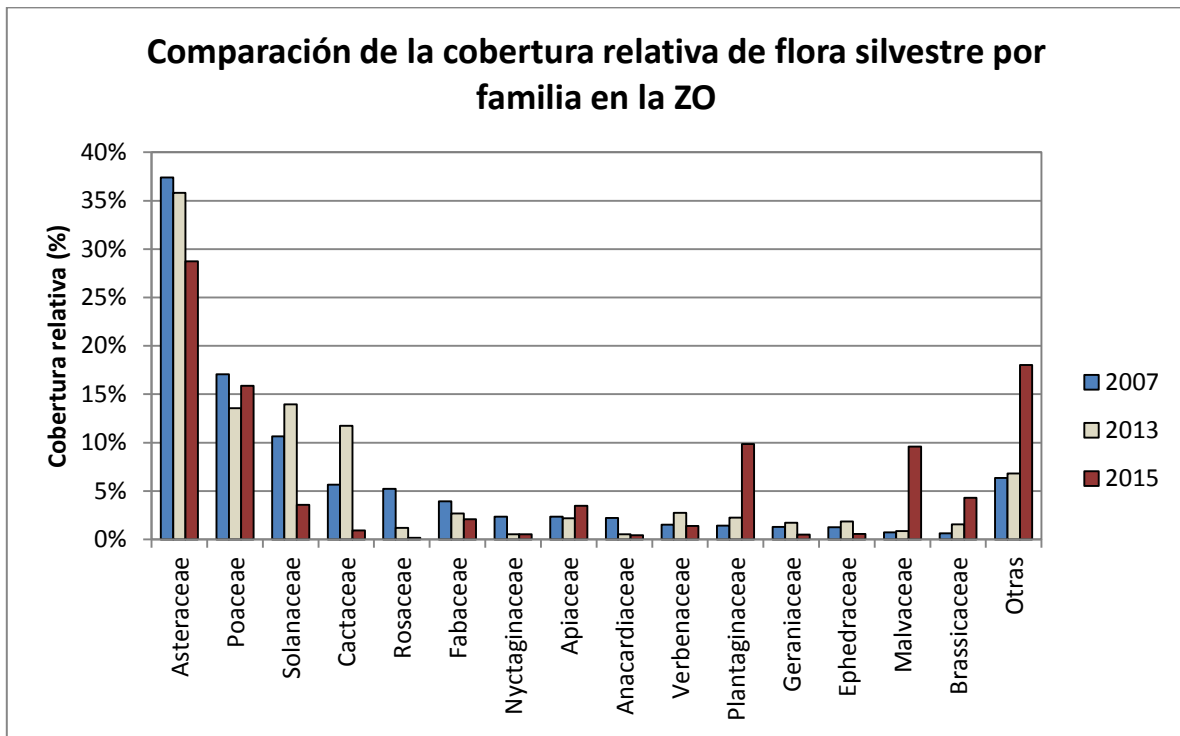


Figura 1. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época húmeda)

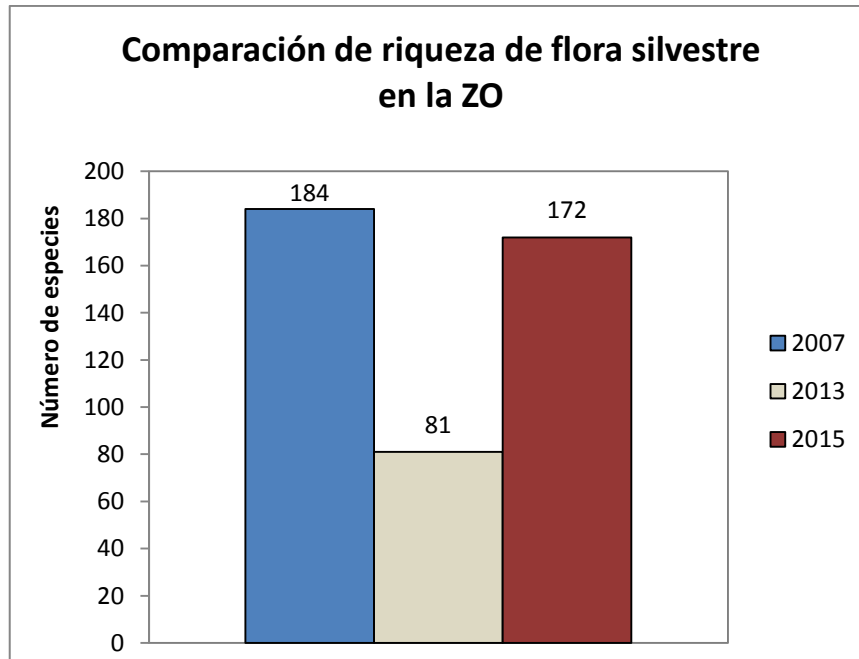


Figura 2. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época húmeda)

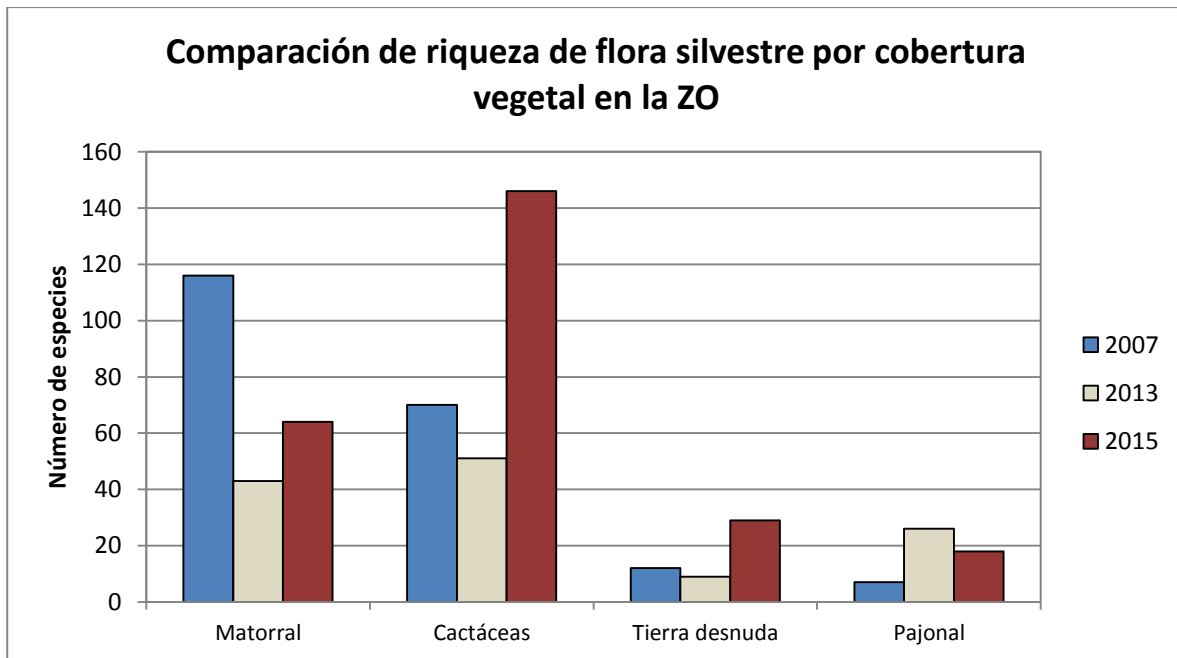


Figura 3. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

4.1.1.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

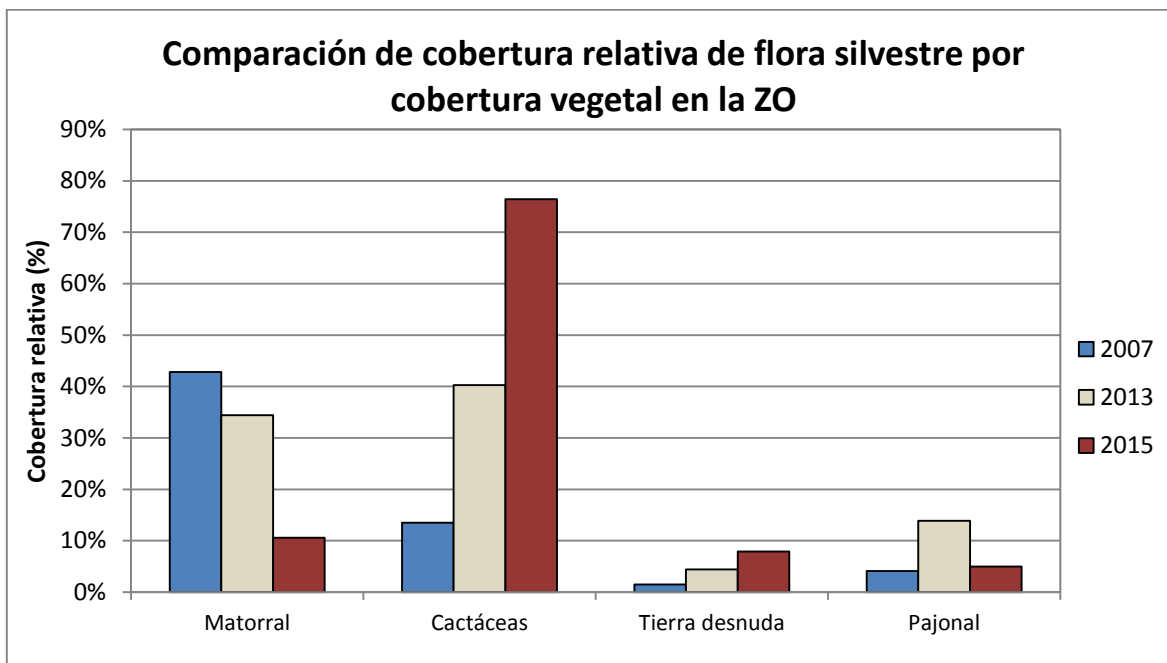
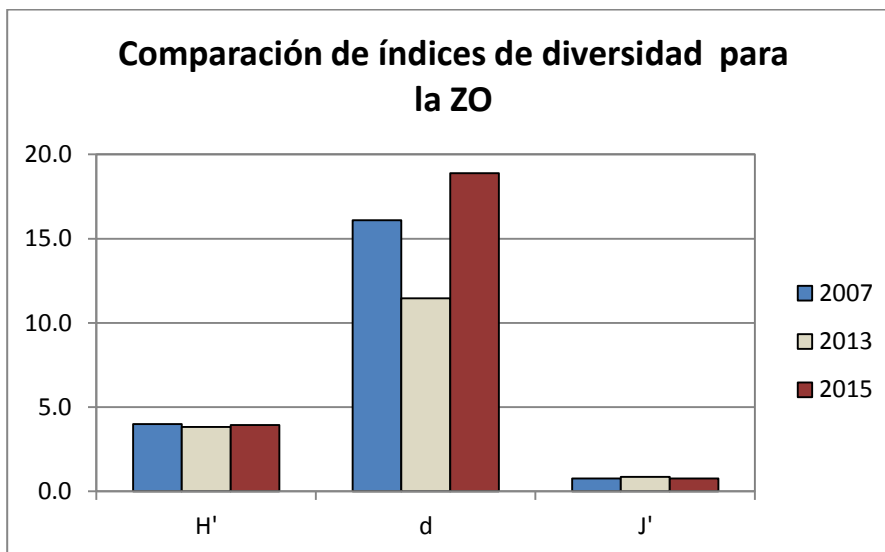


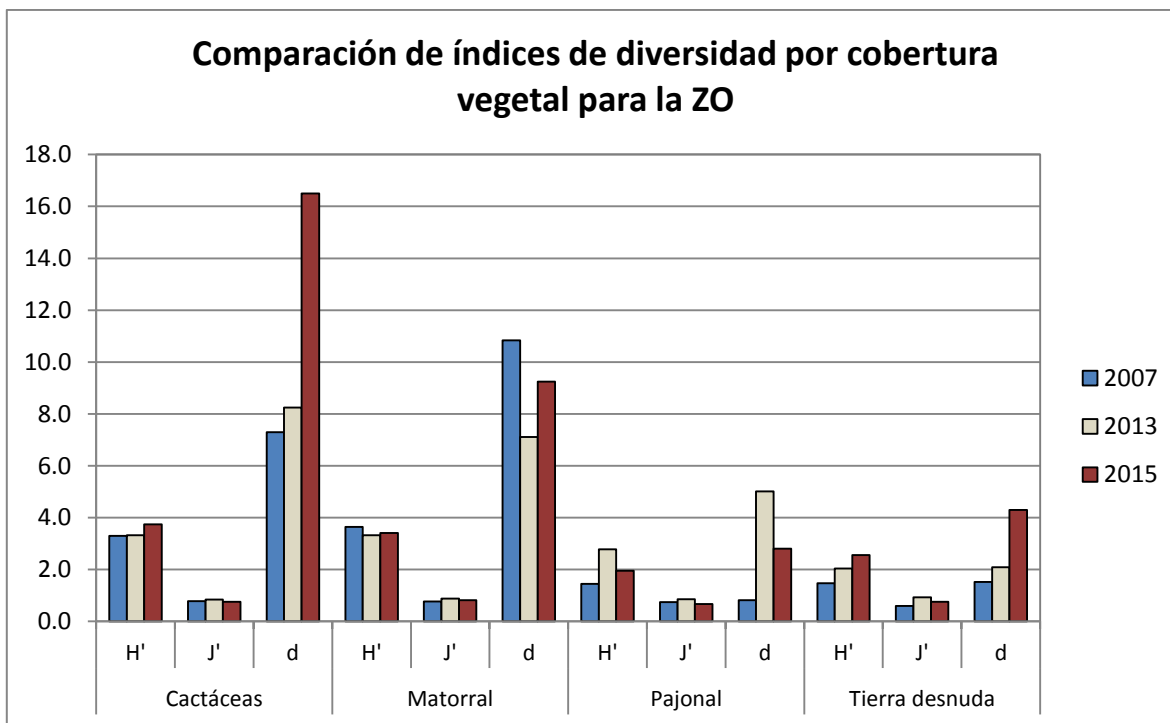
Figura 4. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

4.1.1.3. Comparación de índices de diversidad



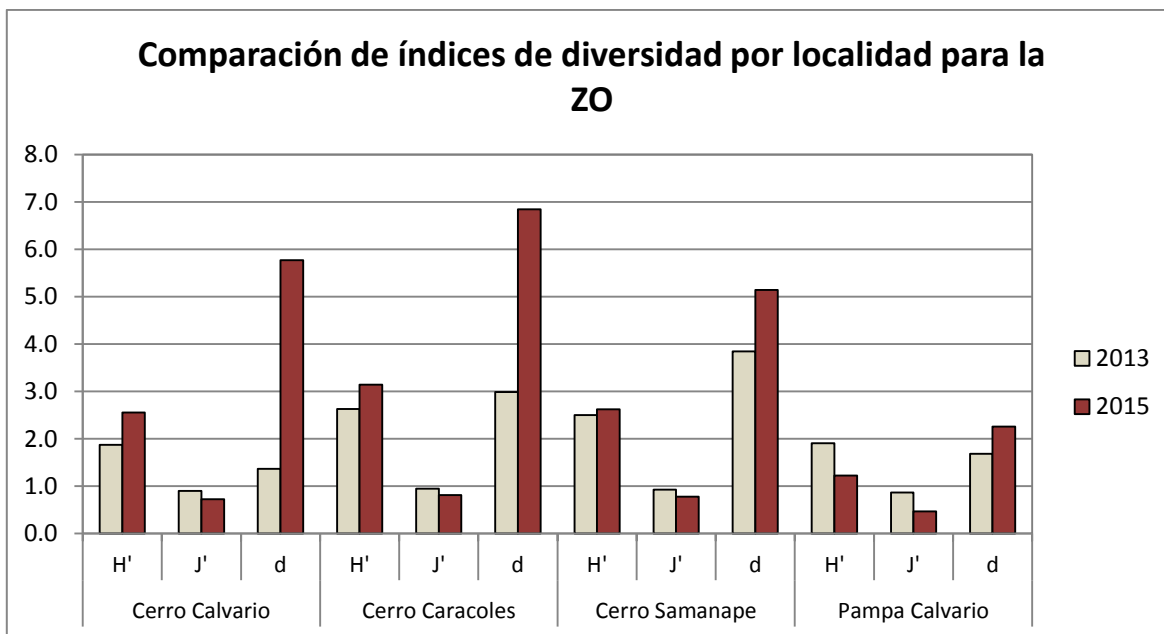
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 5. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 6. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 7. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época húmeda)

4.1.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época húmeda

4.1.2.1. Comparación de resultados de composición florística

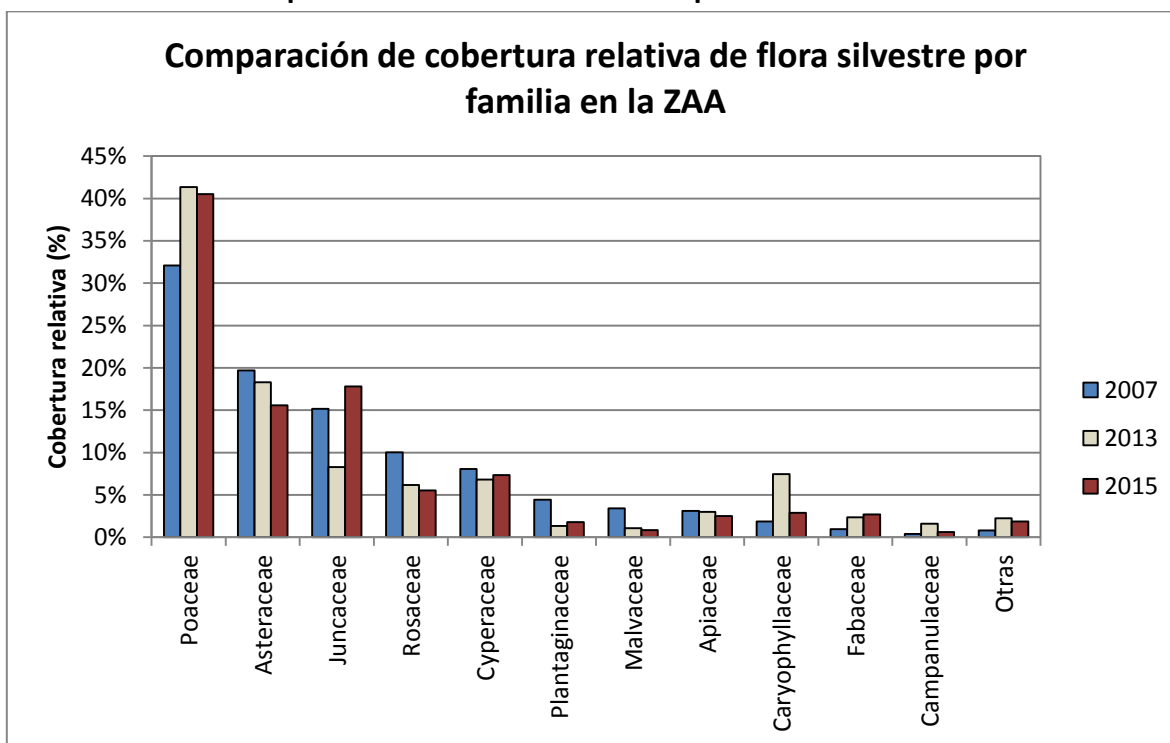


Figura 8. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época húmeda)

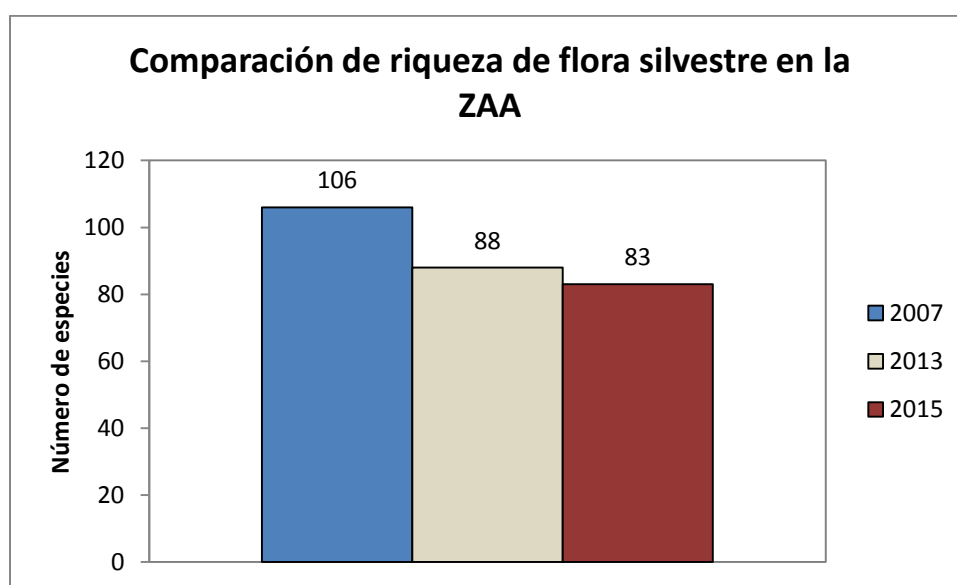


Figura 9. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época húmeda)

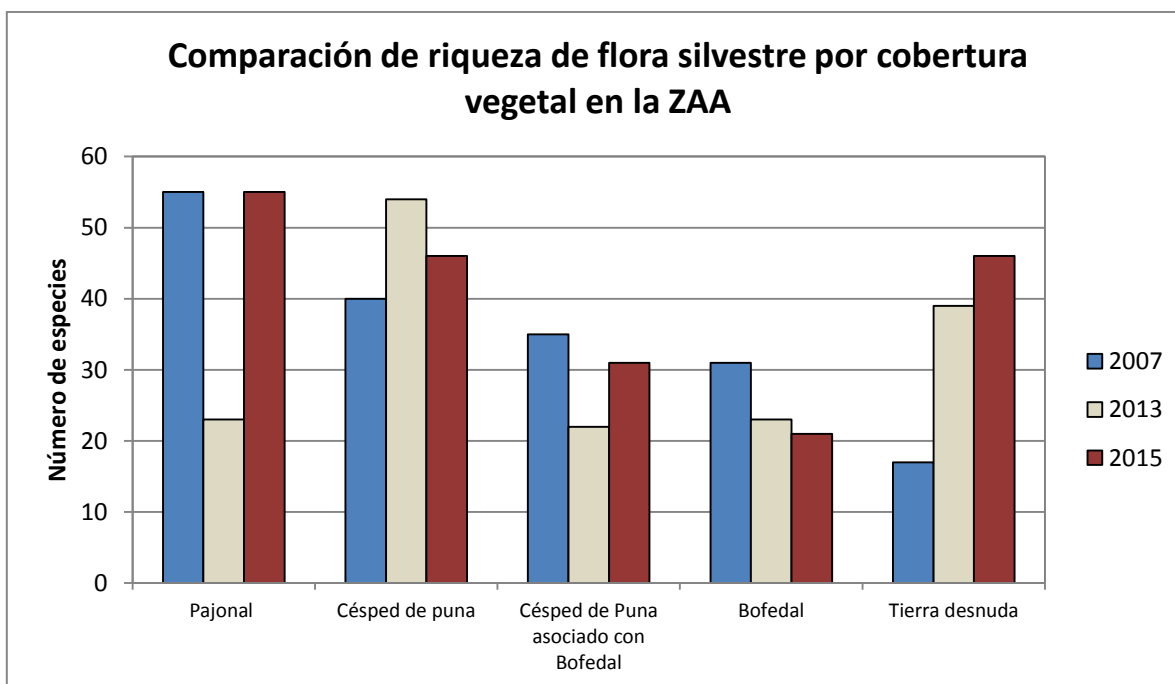


Figura 10. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

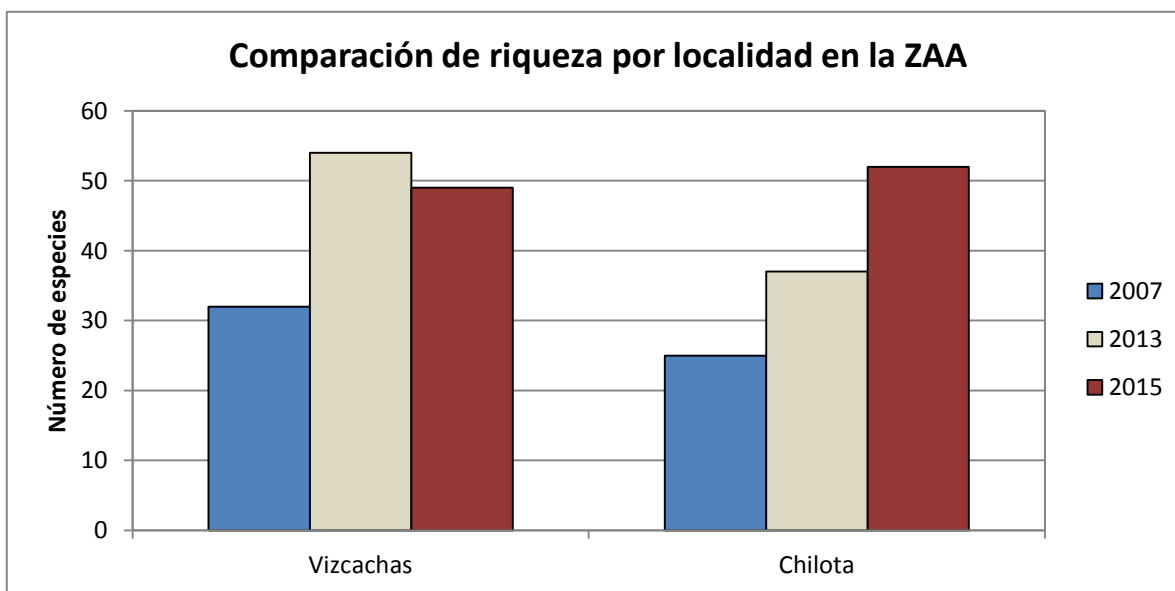


Figura 11. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.1.2.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

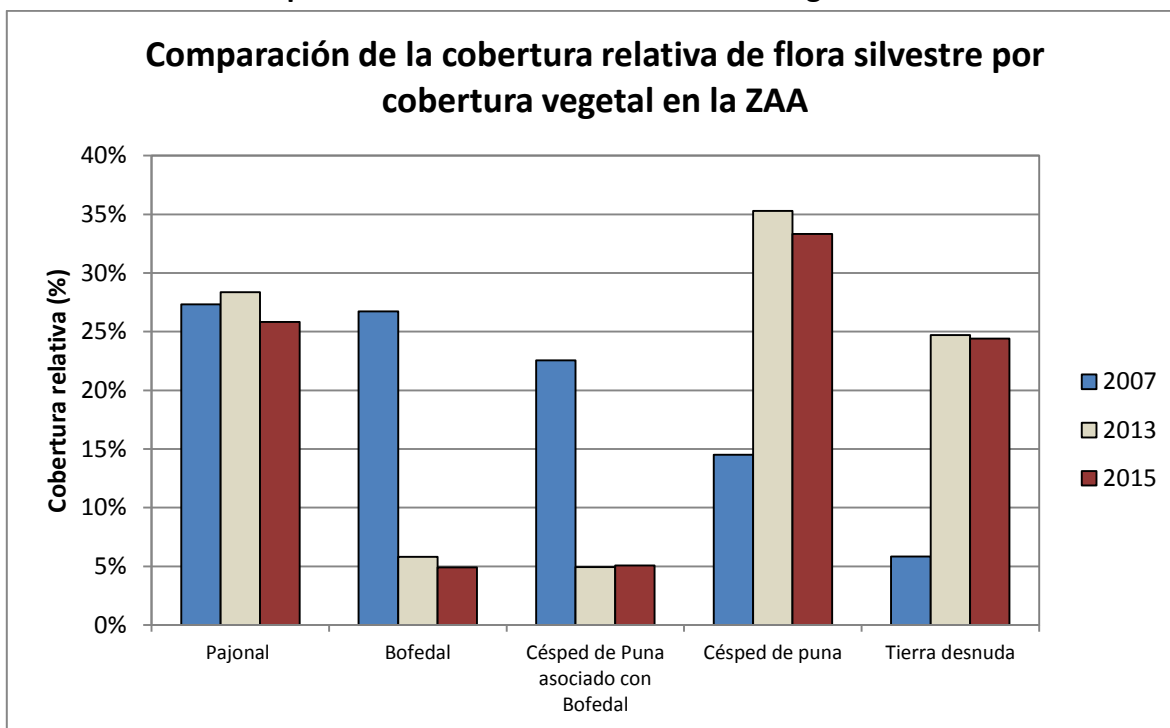


Figura 12. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

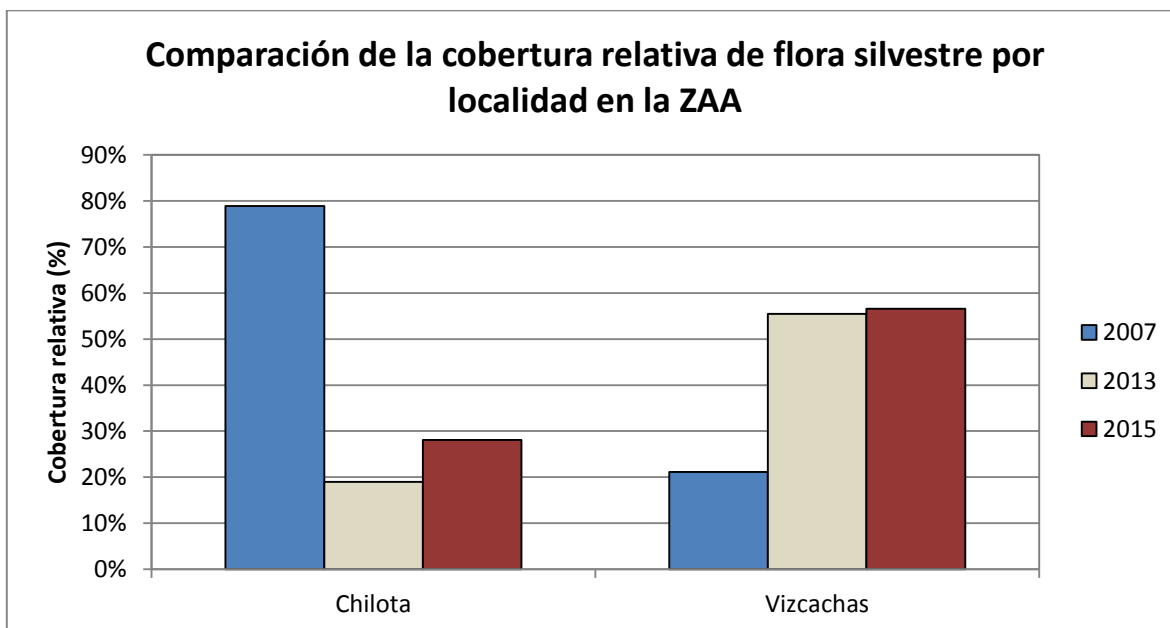
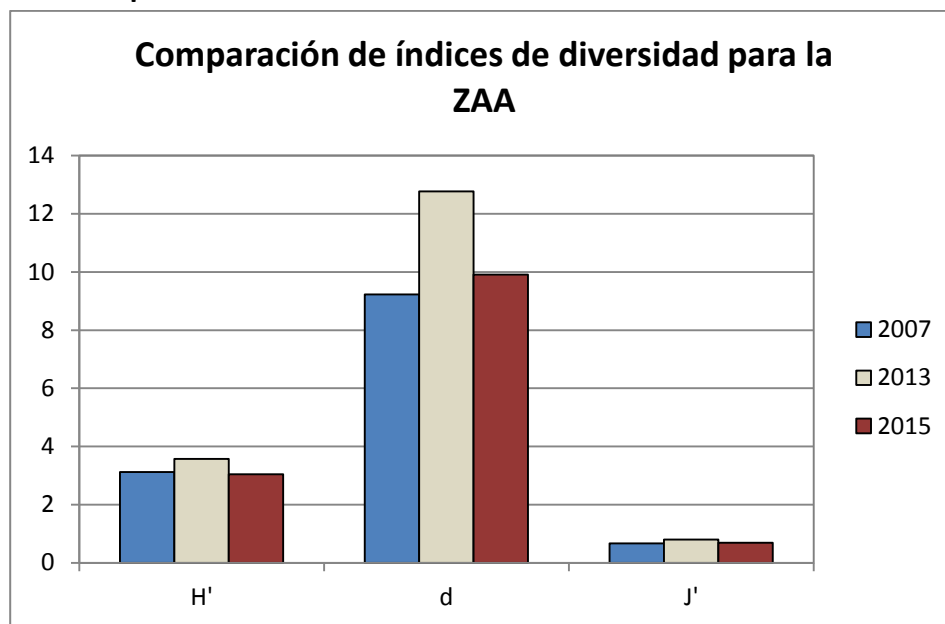


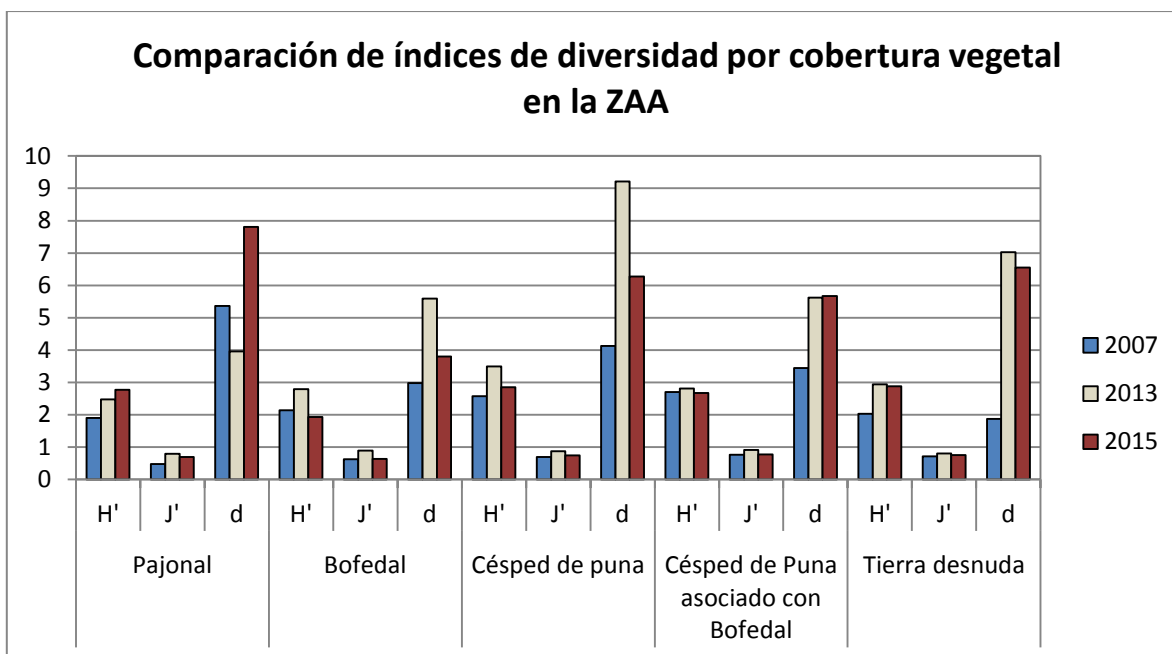
Figura 13. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.1.2.3. Comparación de índices de diversidad



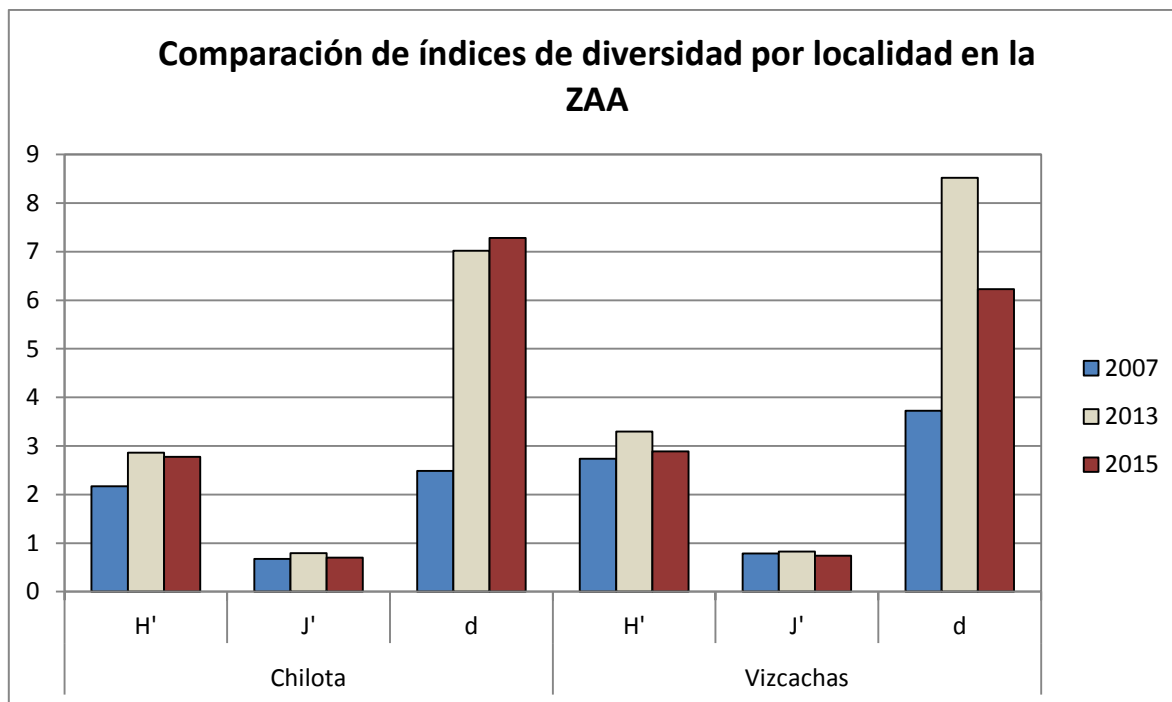
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 14. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 15. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 16. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época húmeda)

4.2. Comparación del componente: AVIFAUNA

4.2.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.2.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

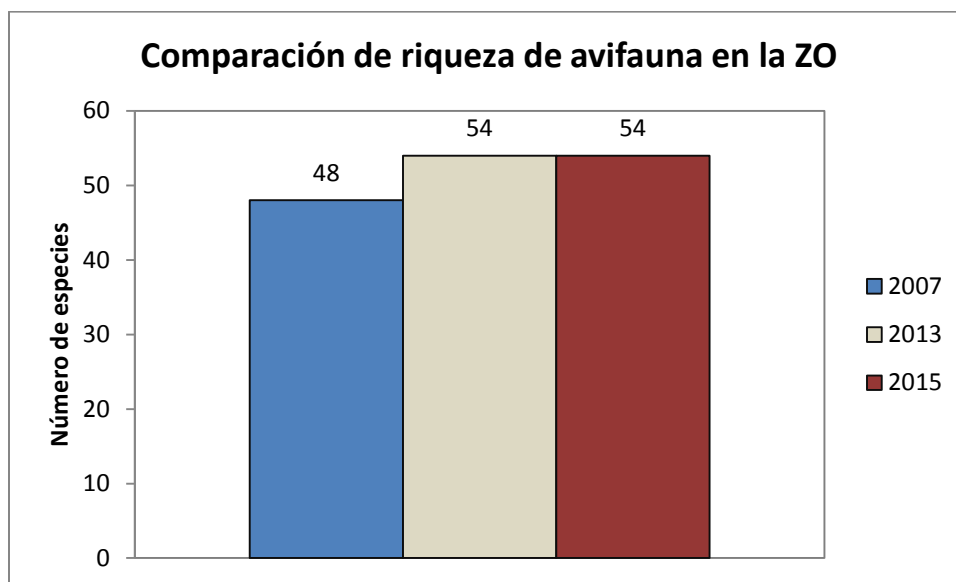


Figura 17. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)

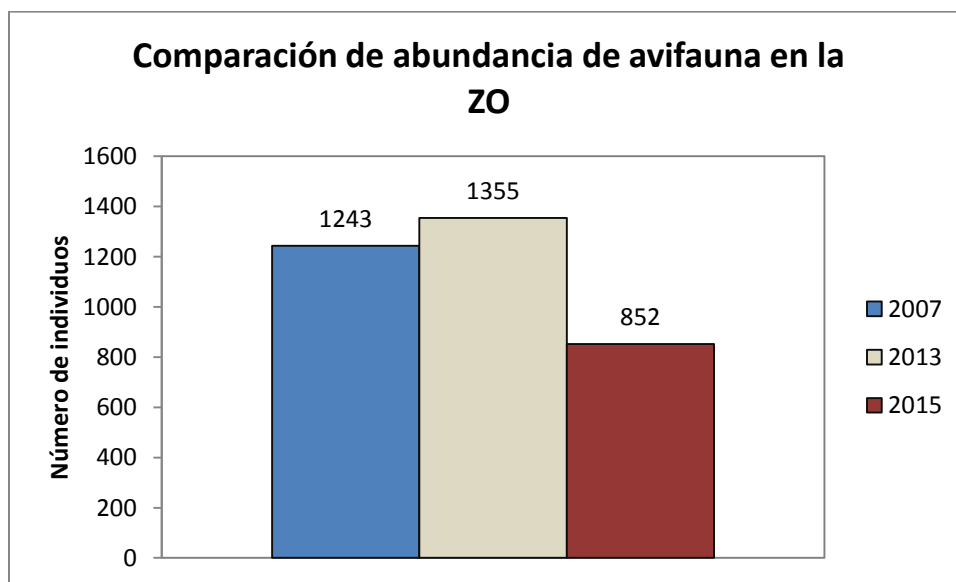


Figura 18. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época húmeda)

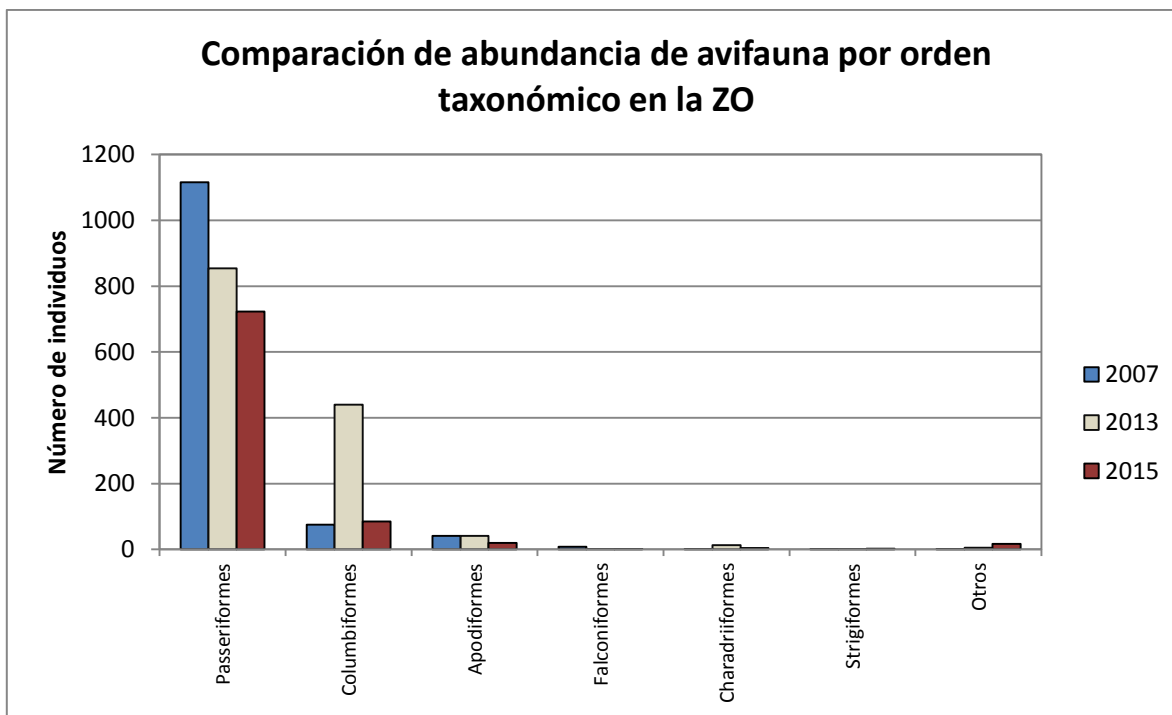


Figura 19. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época húmeda)

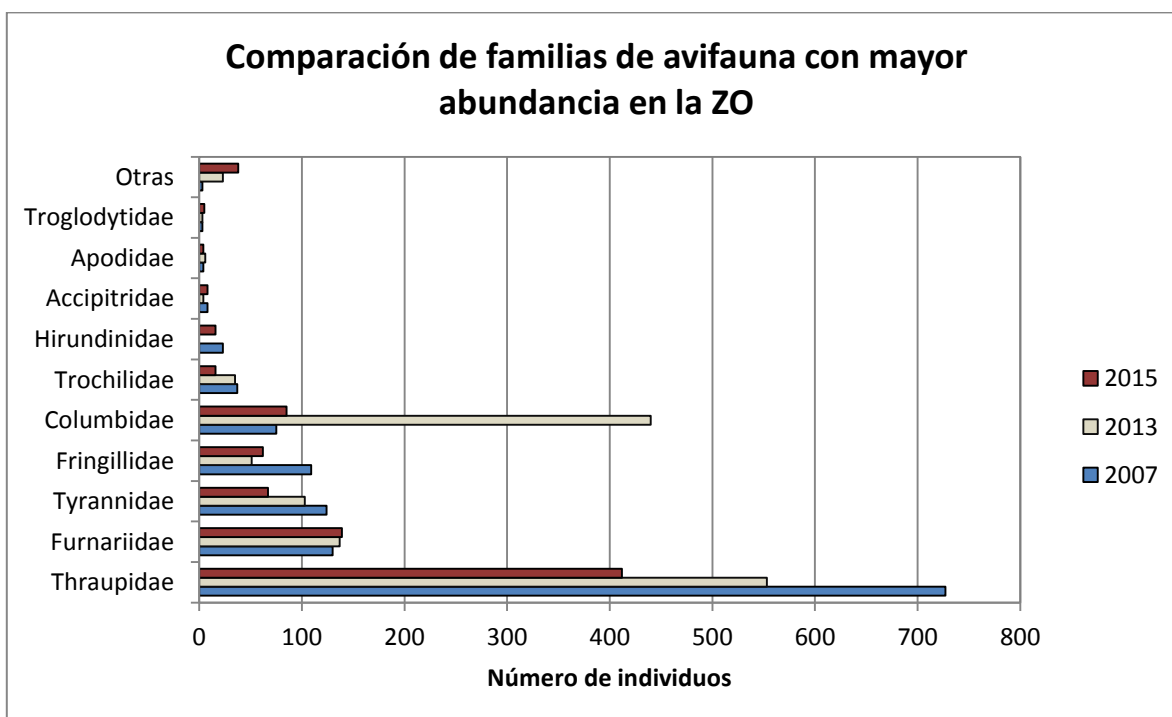


Figura 20. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época húmeda)

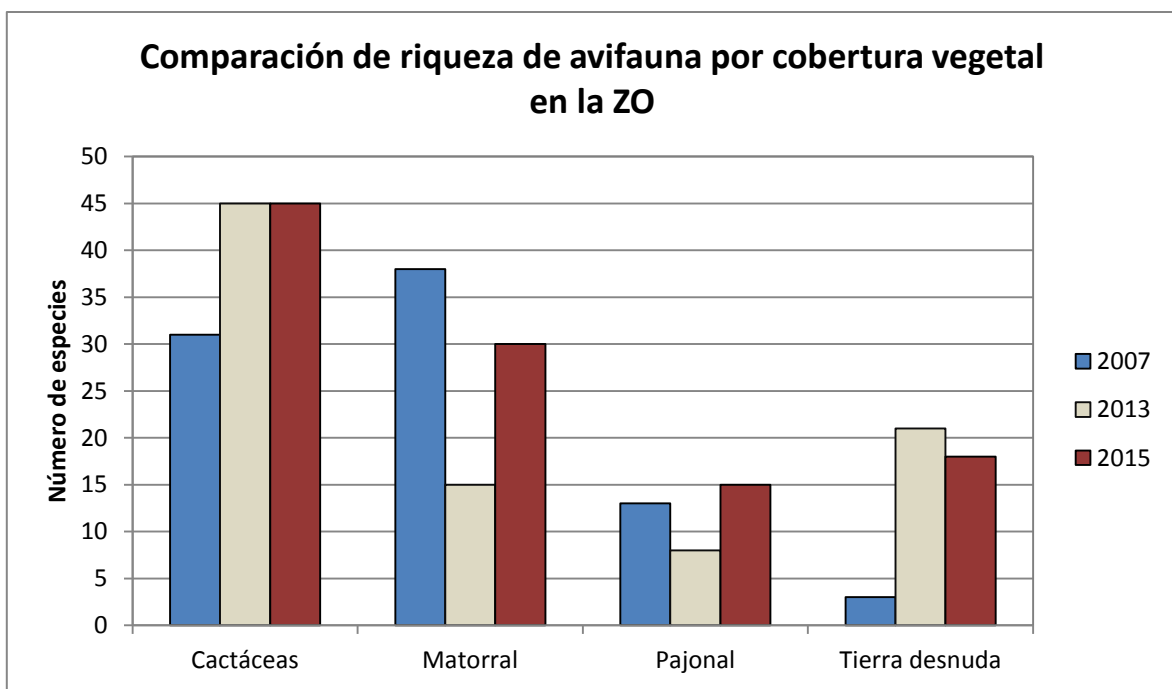


Figura 21. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

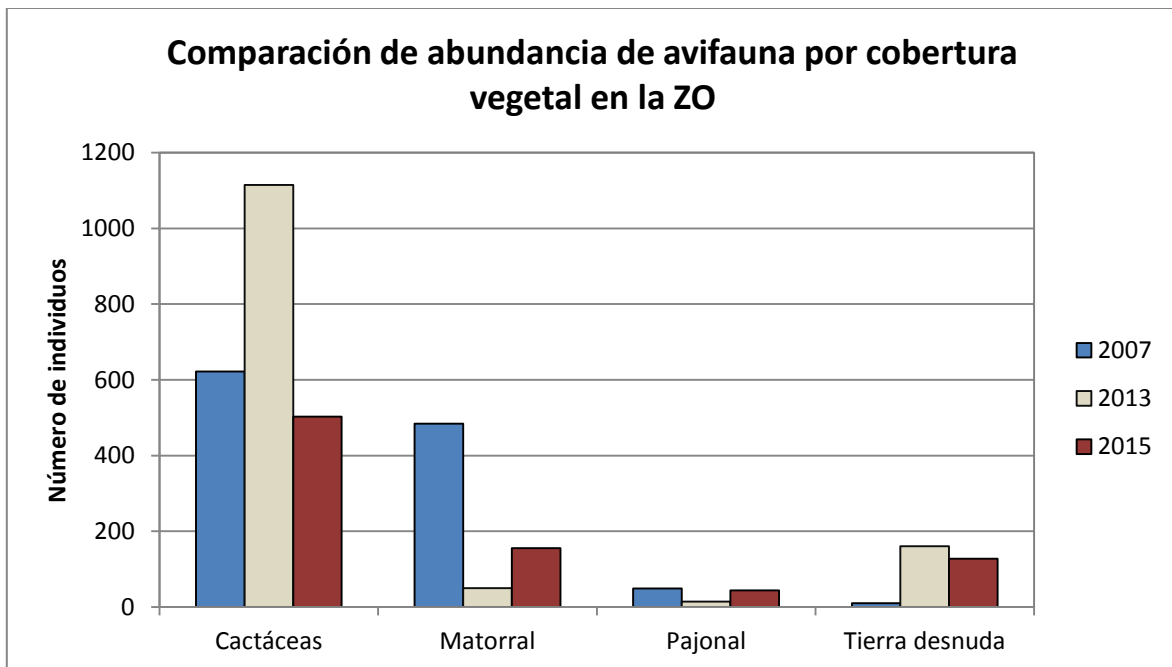


Figura 22. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

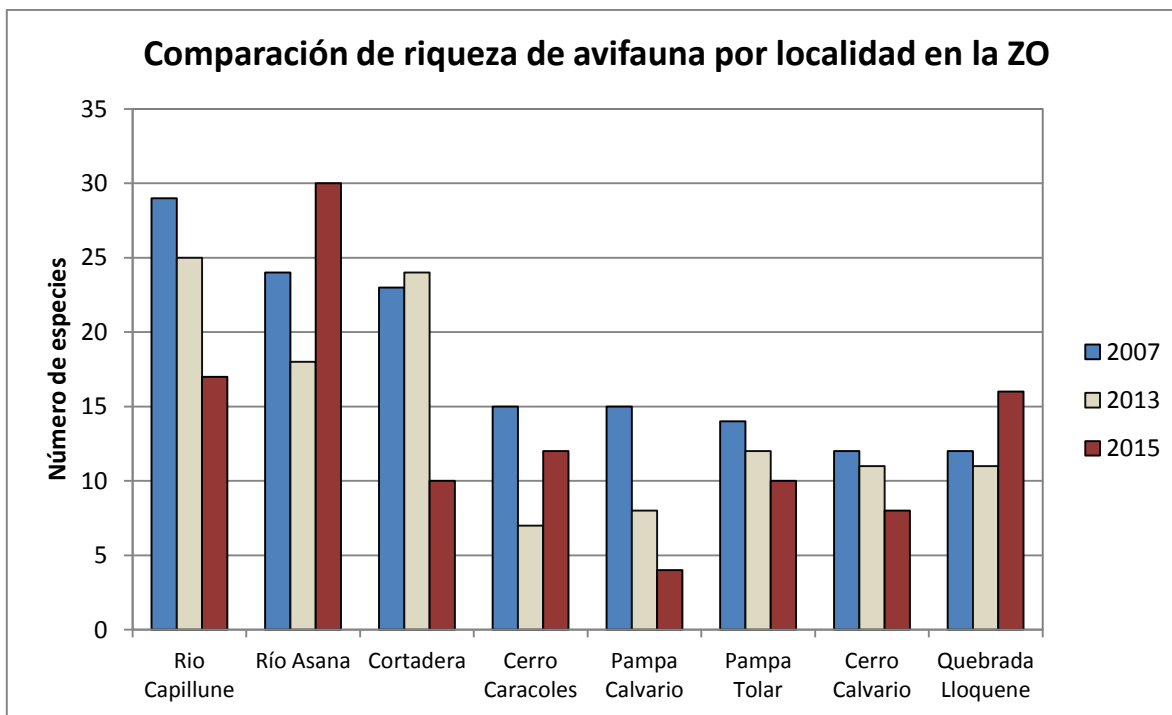


Figura 23. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)

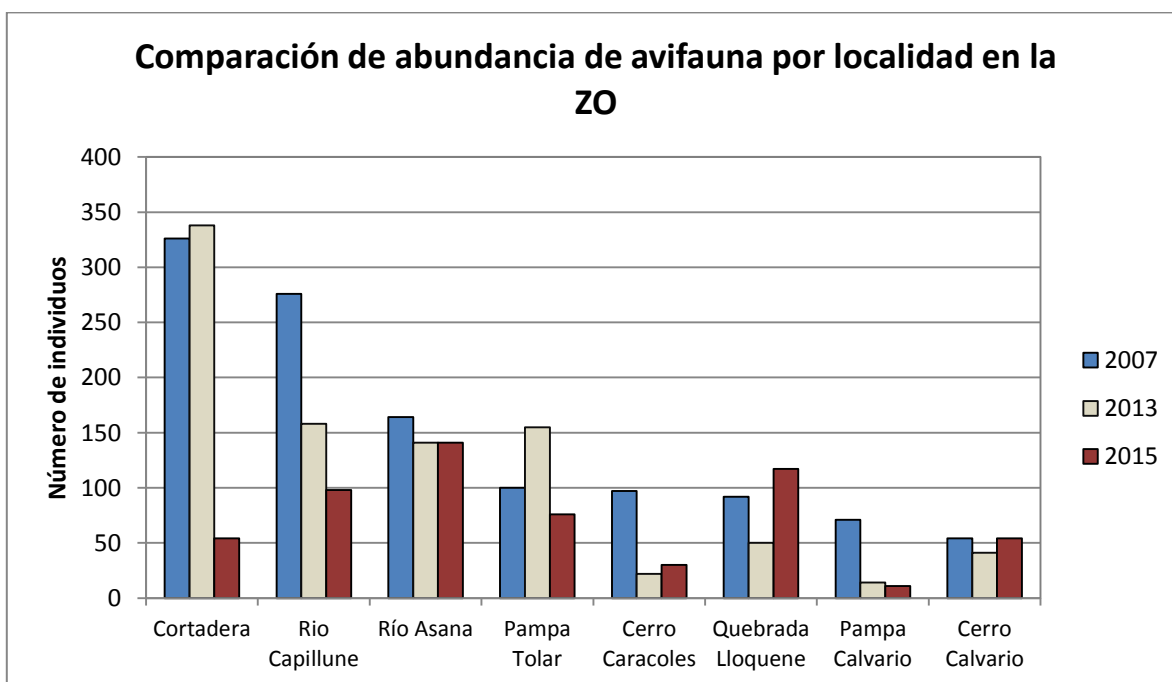


Figura 24. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época húmeda)

4.2.1.2. Comparación de índices de diversidad

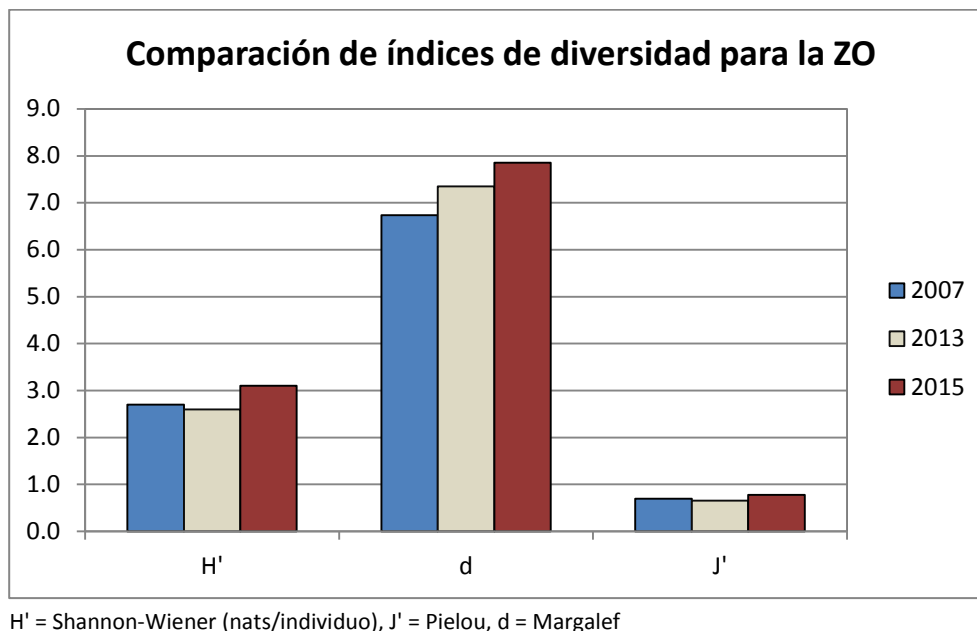


Figura 25. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época húmeda)

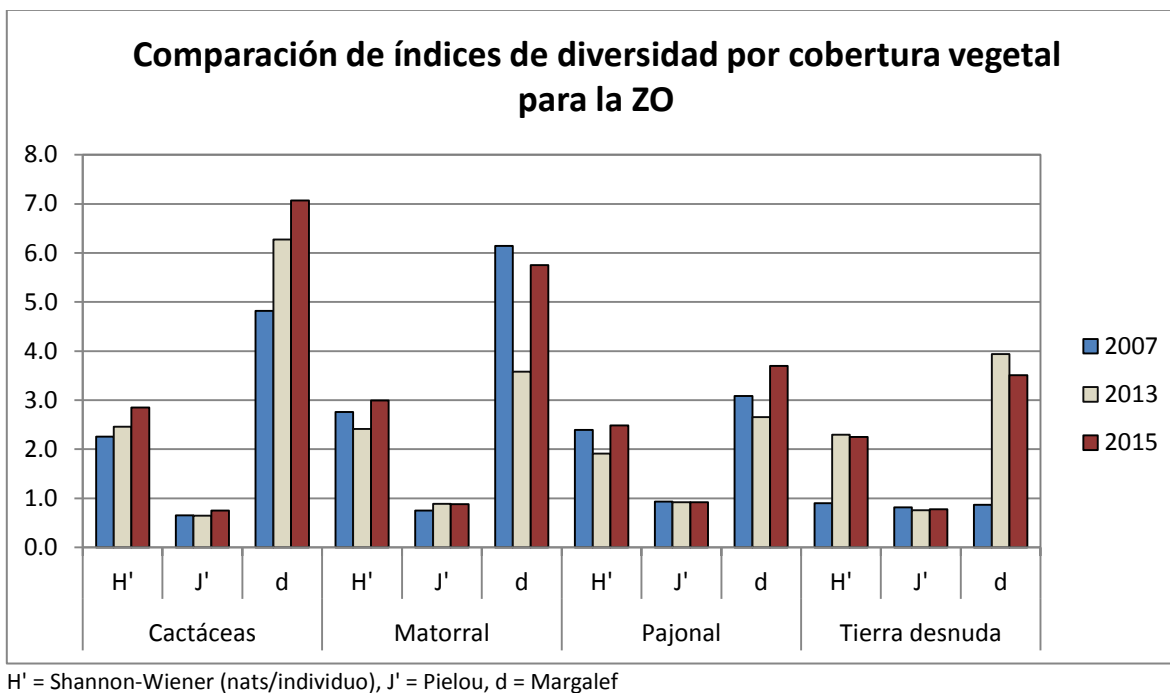
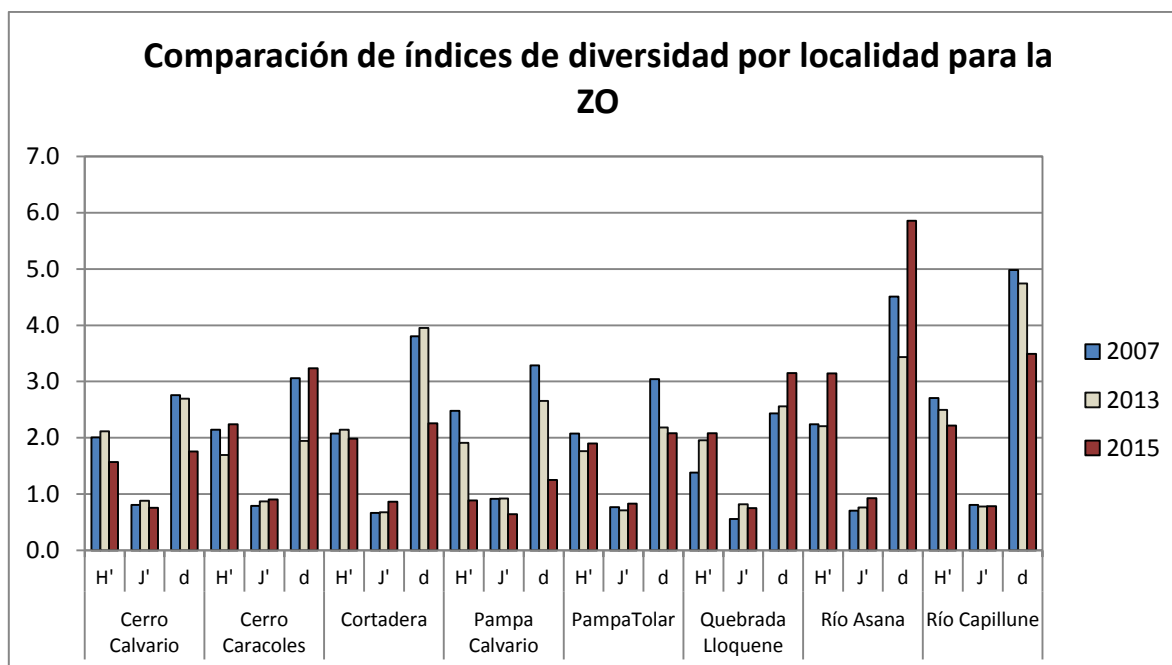


Figura 26. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 27. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época húmeda)

4.2.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda

4.2.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

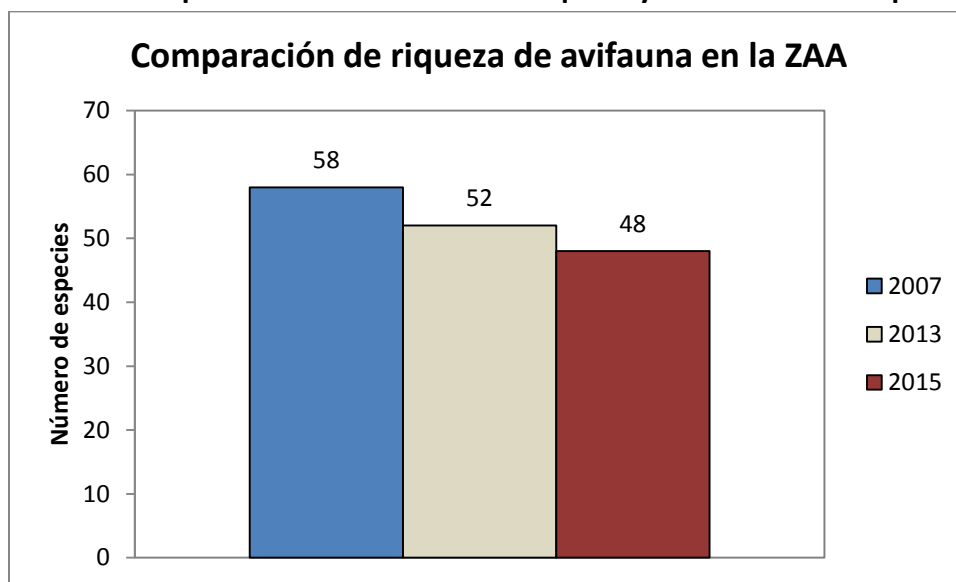


Figura 28. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)

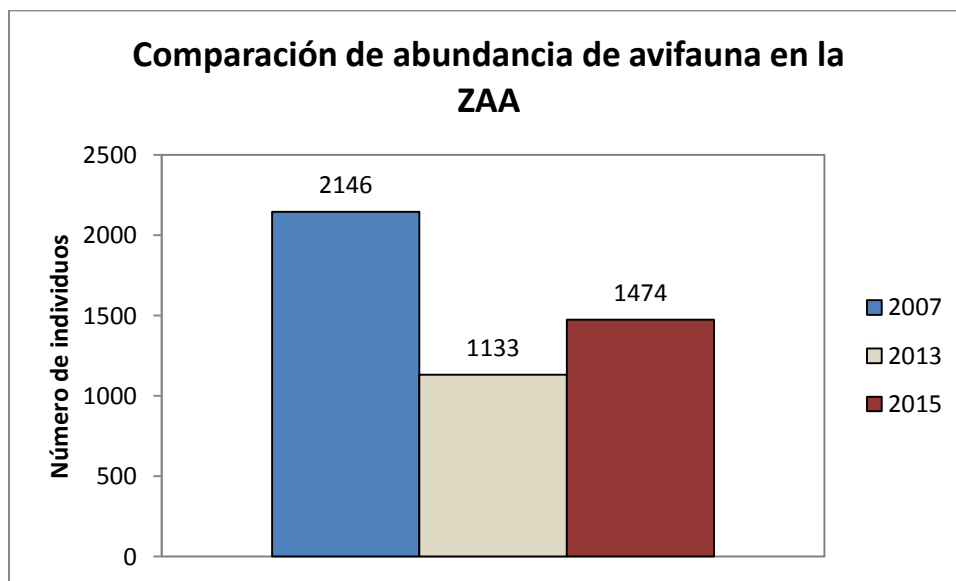


Figura 29. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época húmeda)

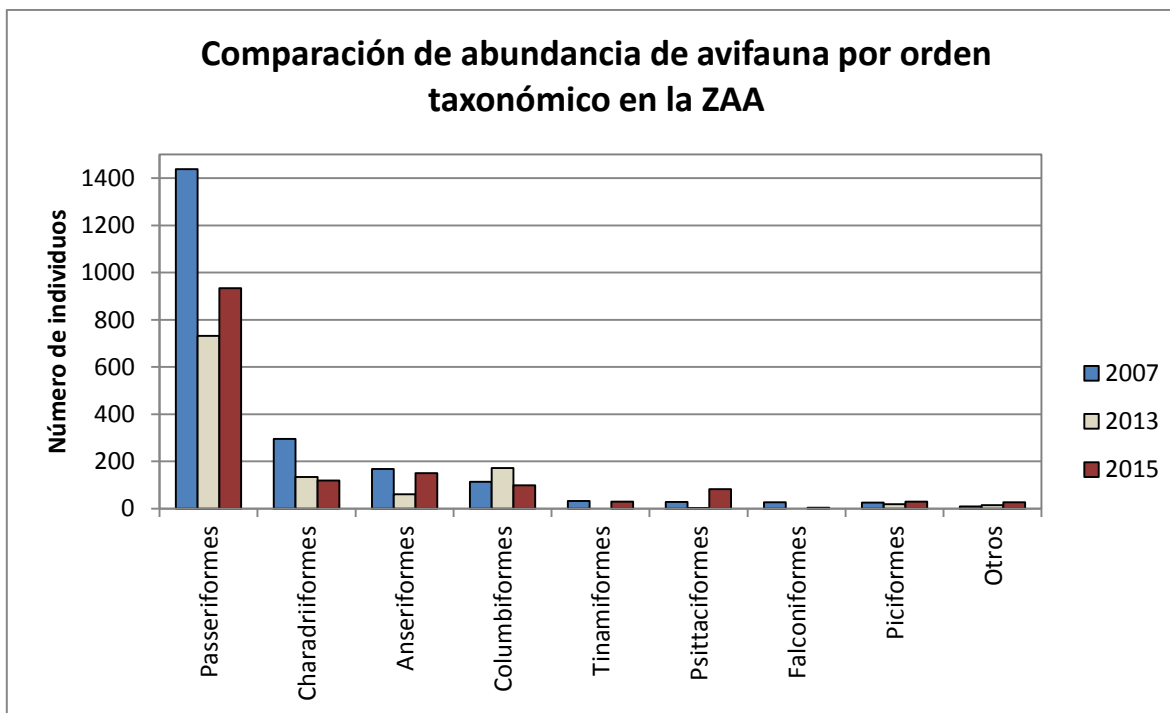


Figura 30. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época húmeda)

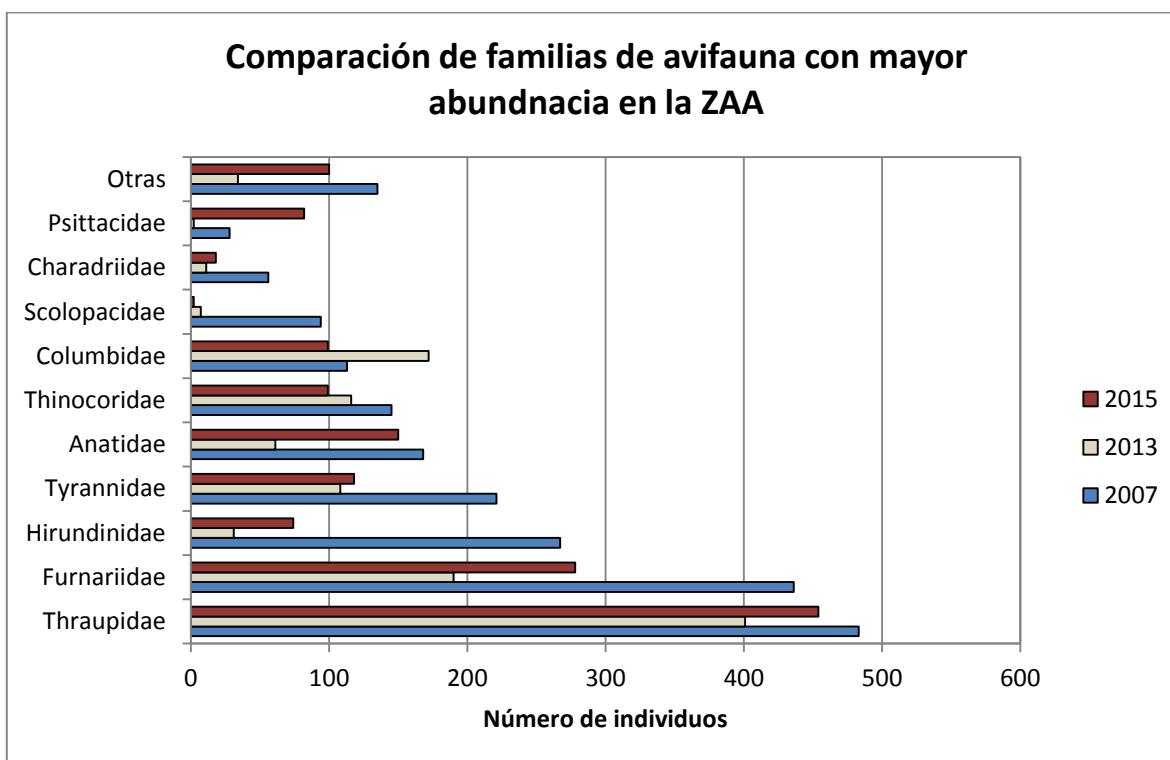


Figura 31. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época húmeda)

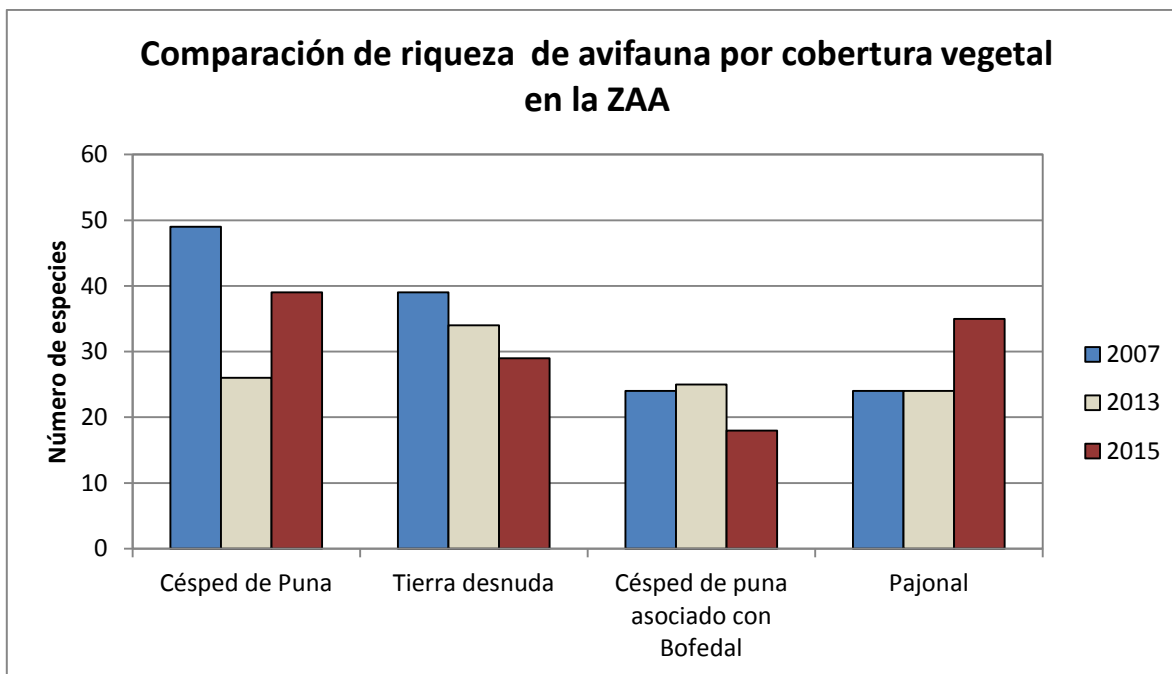


Figura 32. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

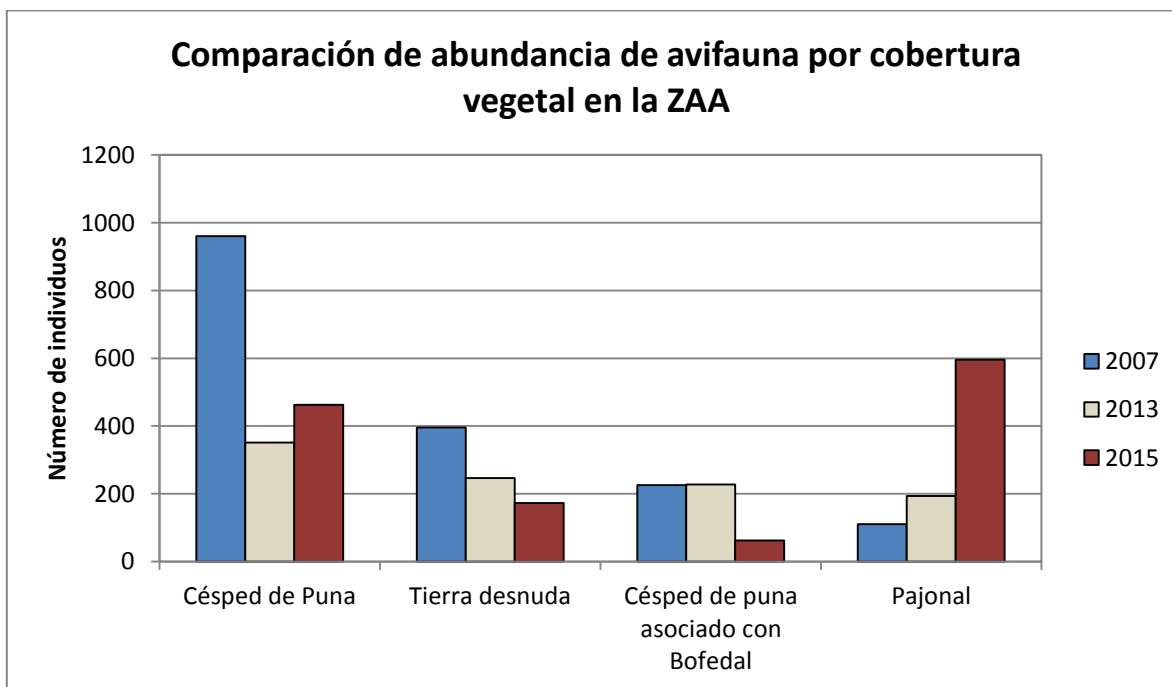


Figura 33. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

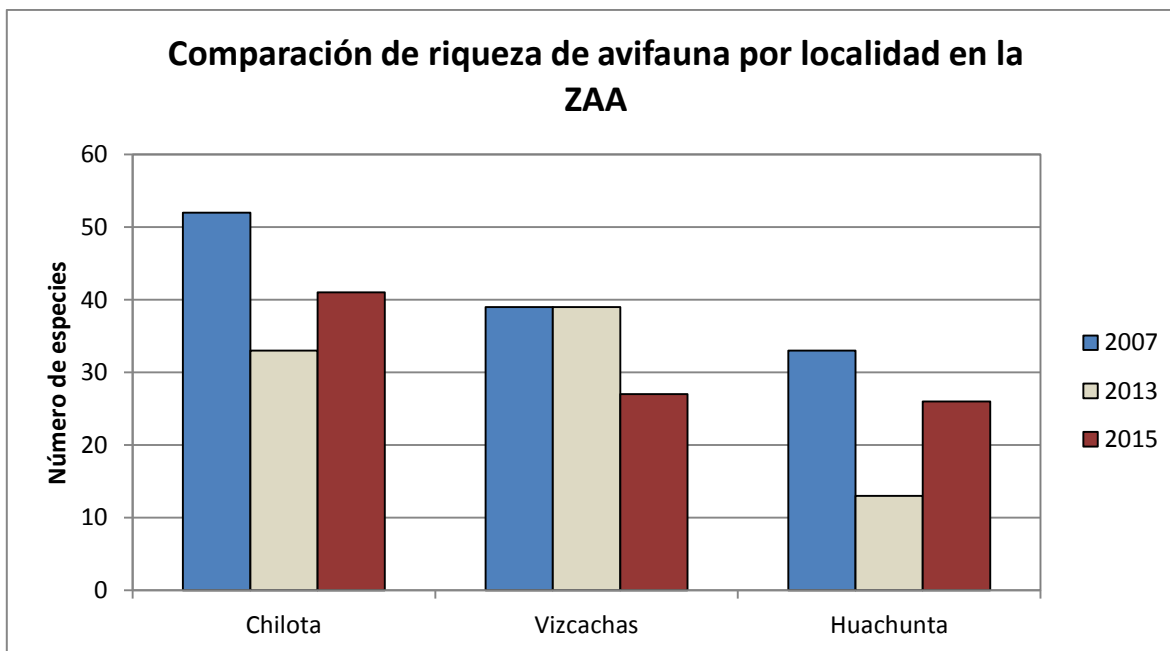


Figura 34. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)

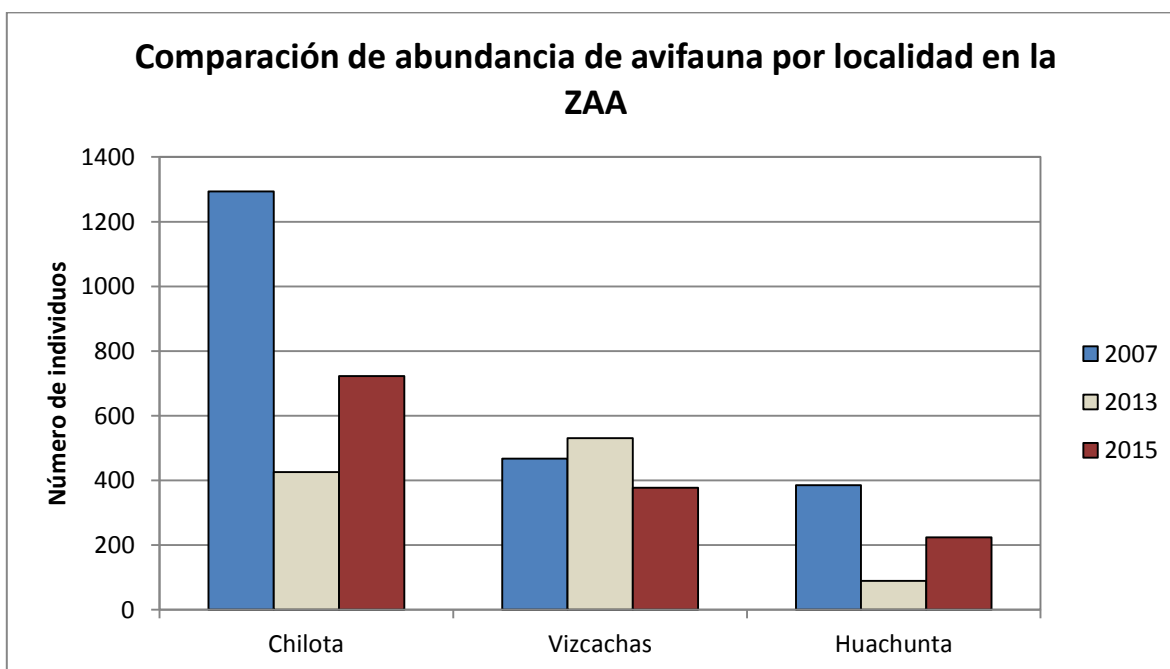
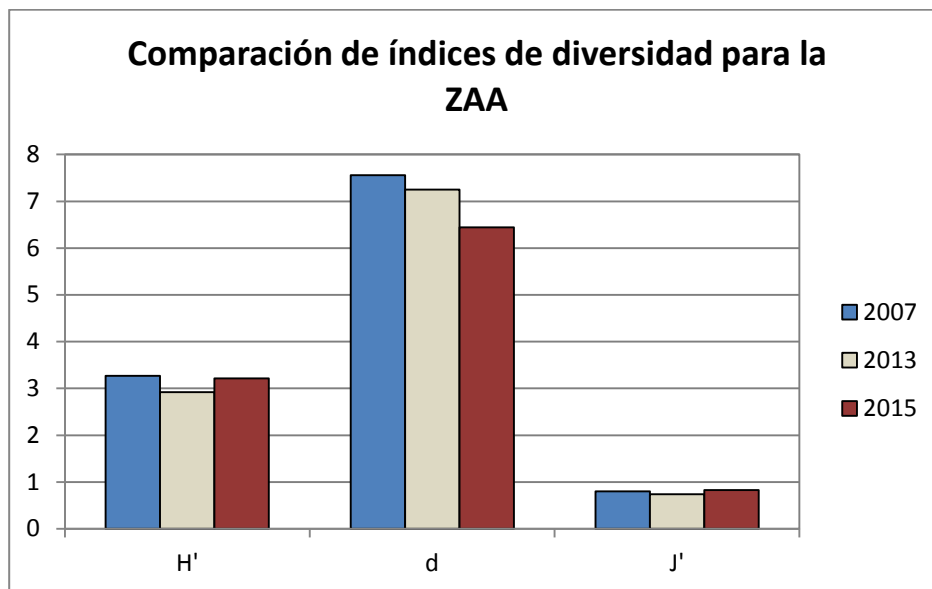


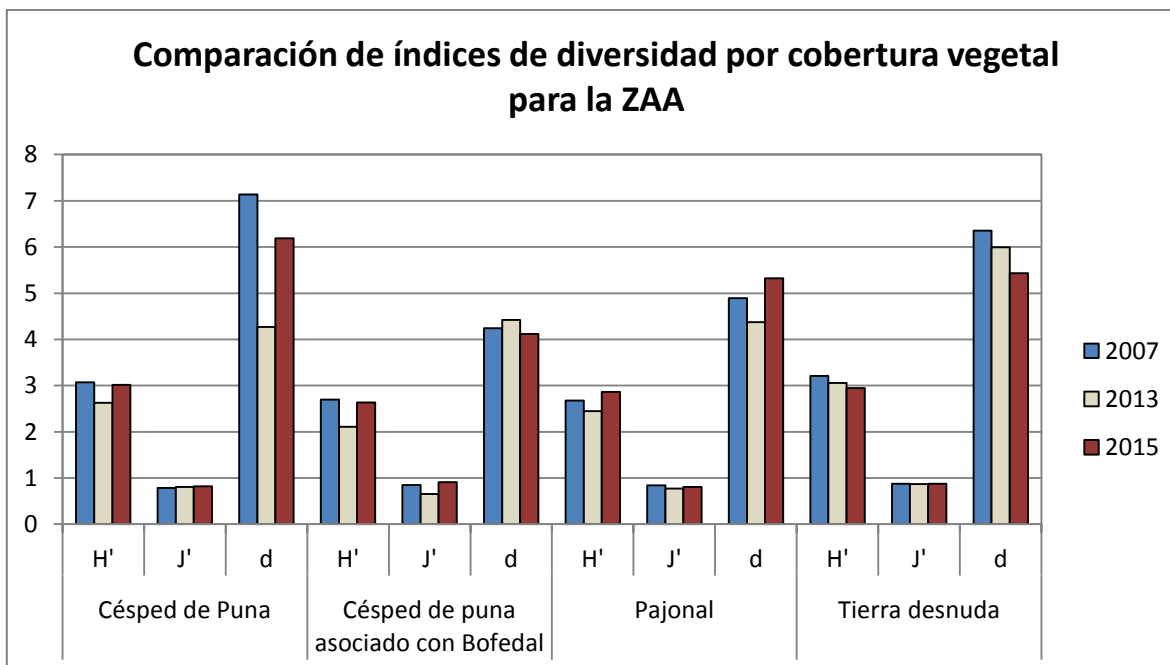
Figura 35. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.2.2.2. Comparación de índices de diversidad



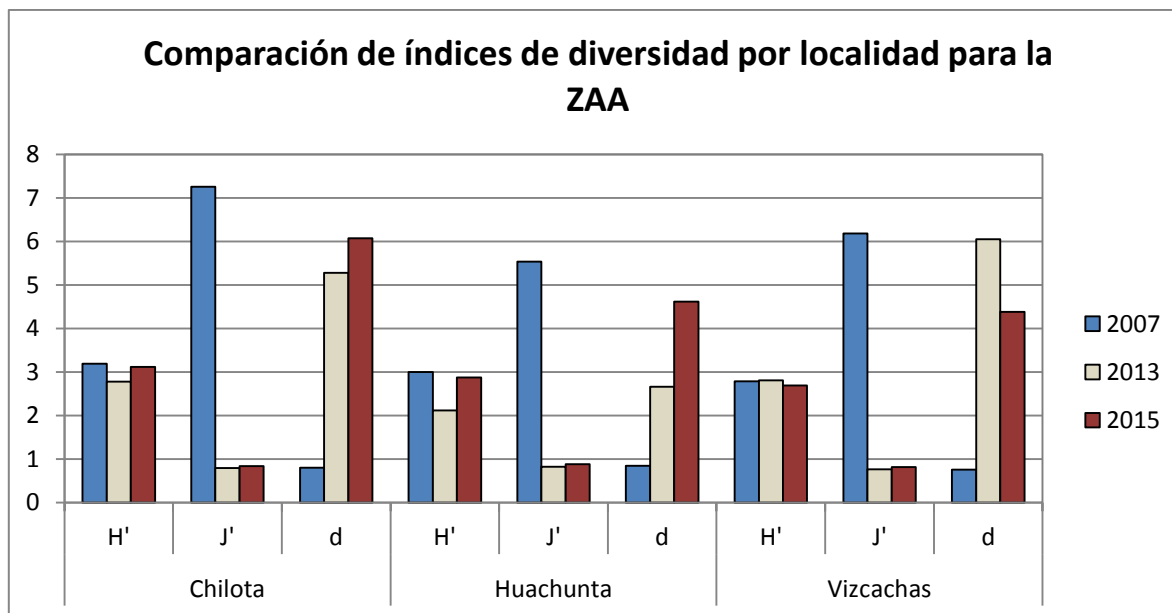
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 36. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 37. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 38. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época húmeda)

4.3. Componente: MAMÍFEROS

4.3.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.3.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

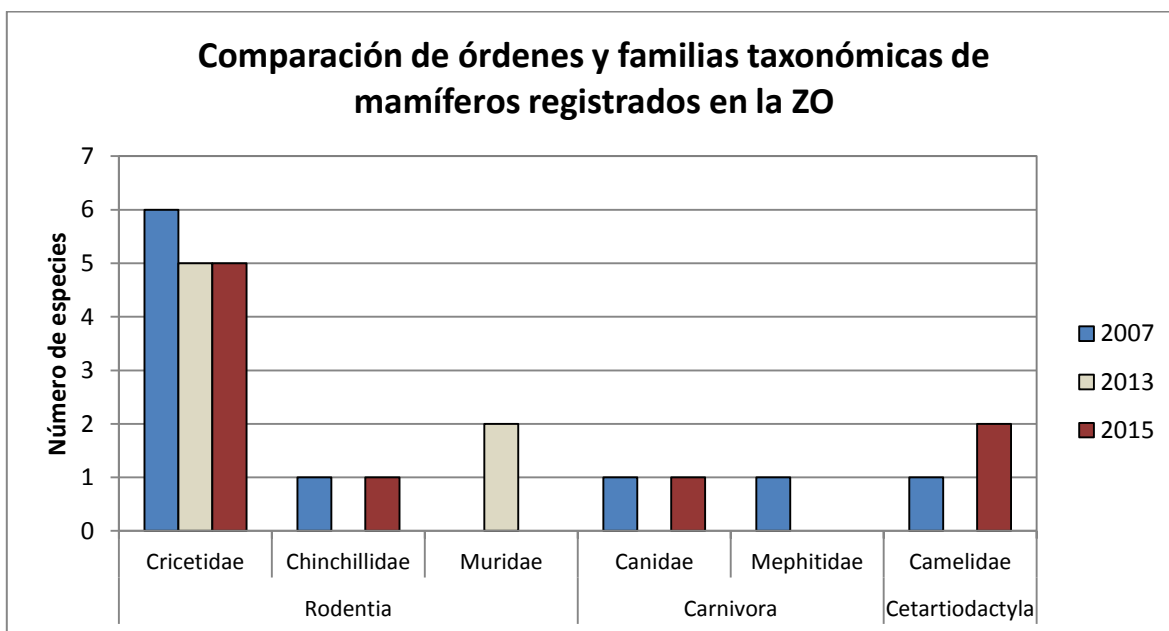


Figura 39. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época húmeda)

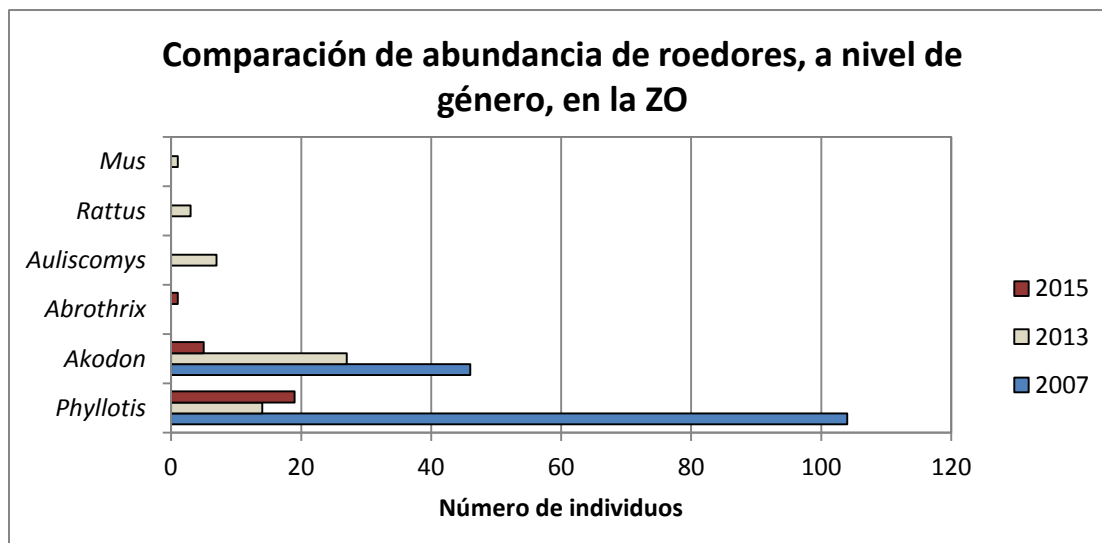


Figura 40. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)

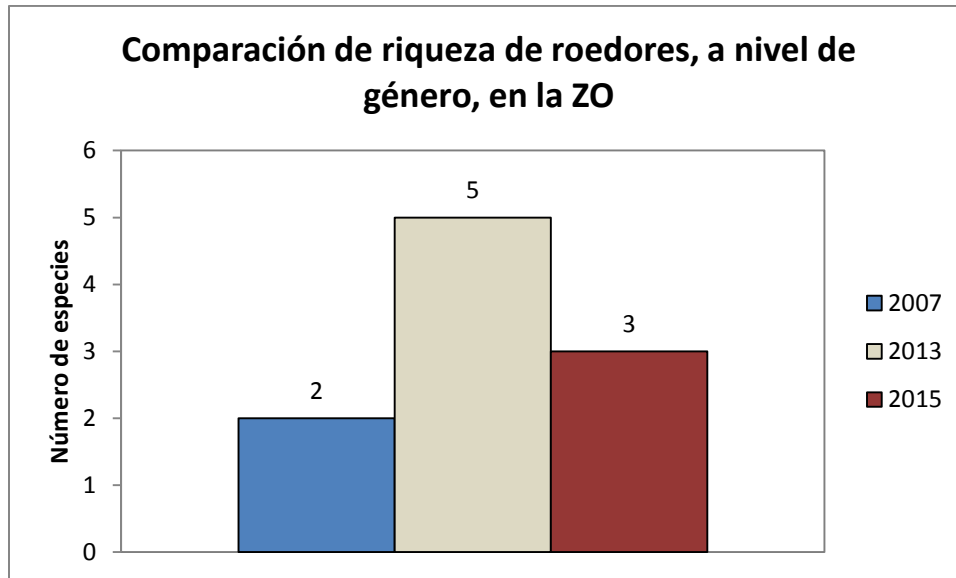


Figura 41. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)

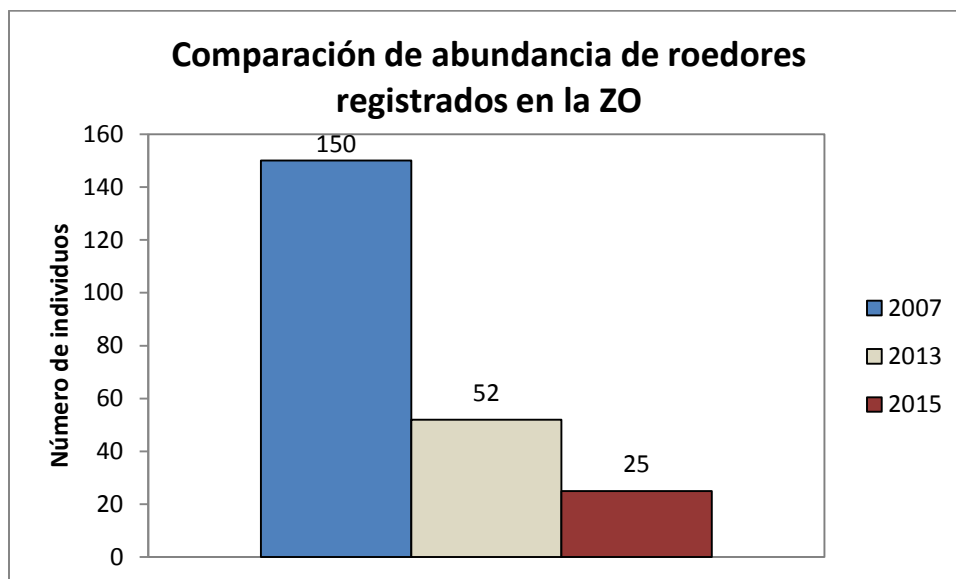


Figura 42. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época húmeda)

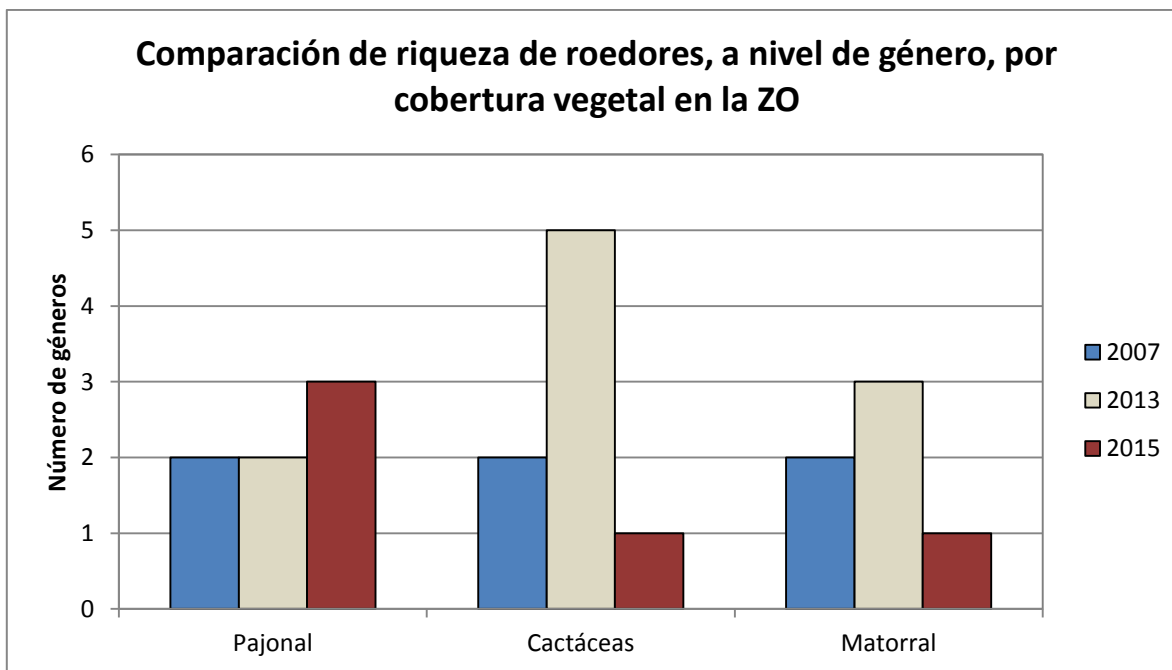


Figura 43. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

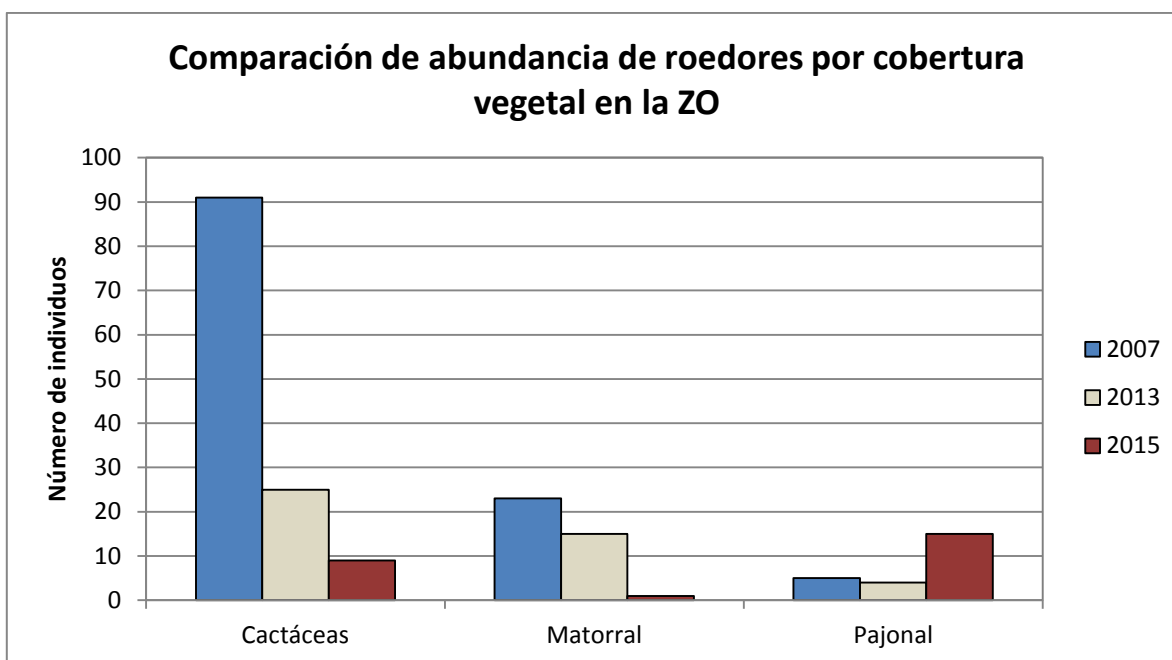


Figura 44. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

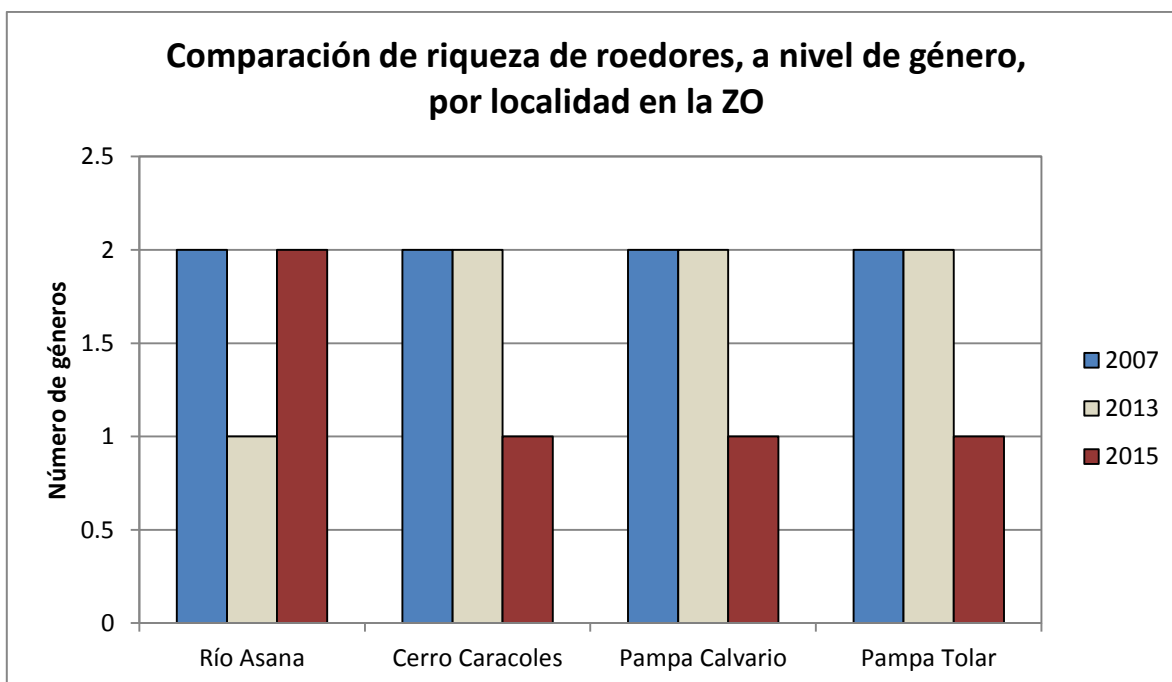


Figura 45. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de géneros, por localidad en la ZO (época húmeda)

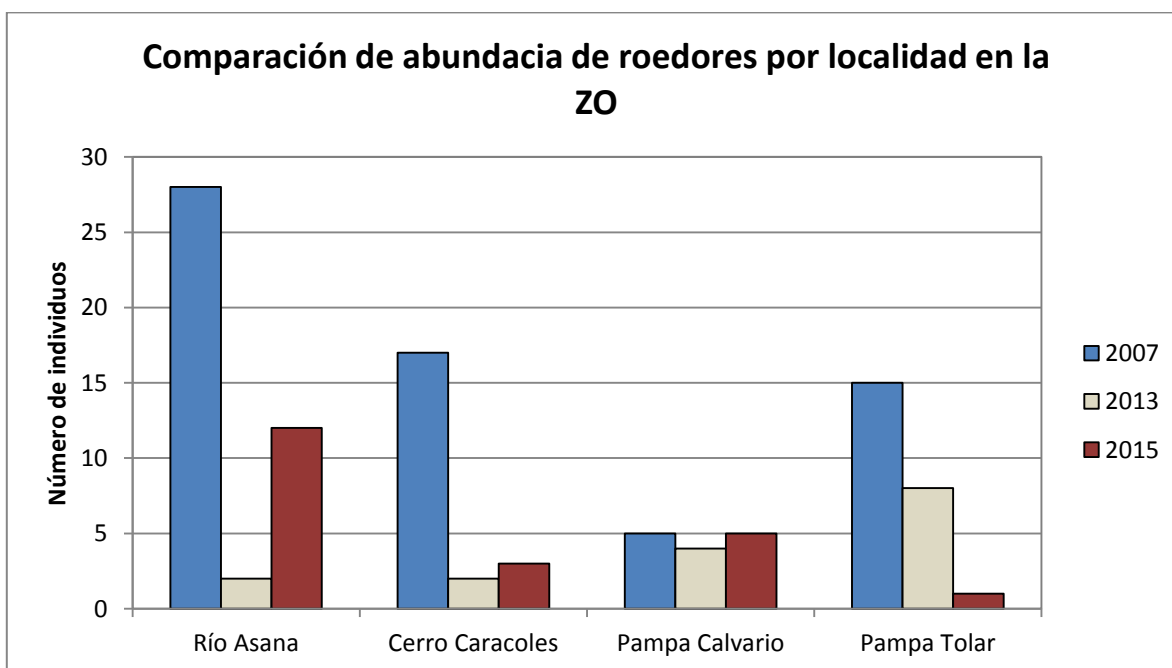
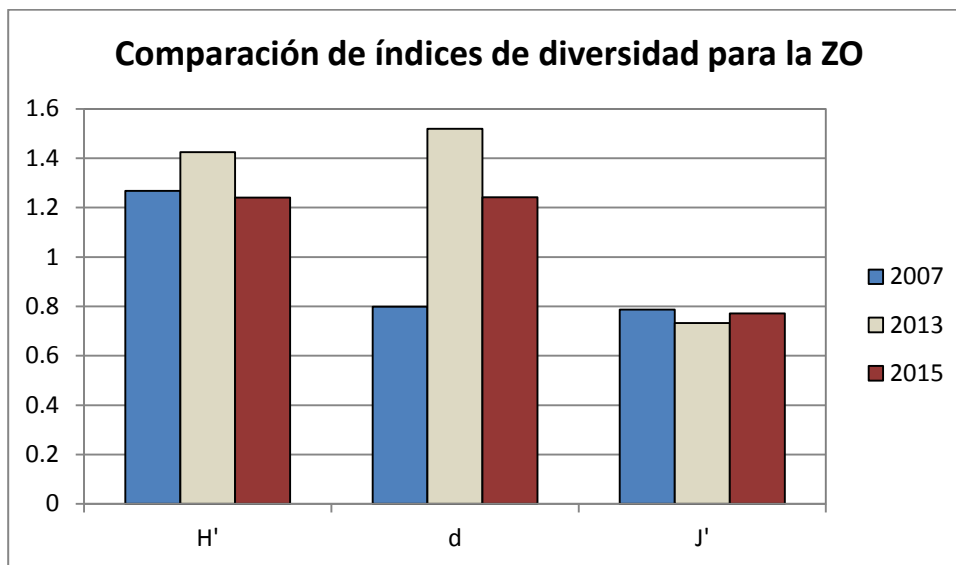


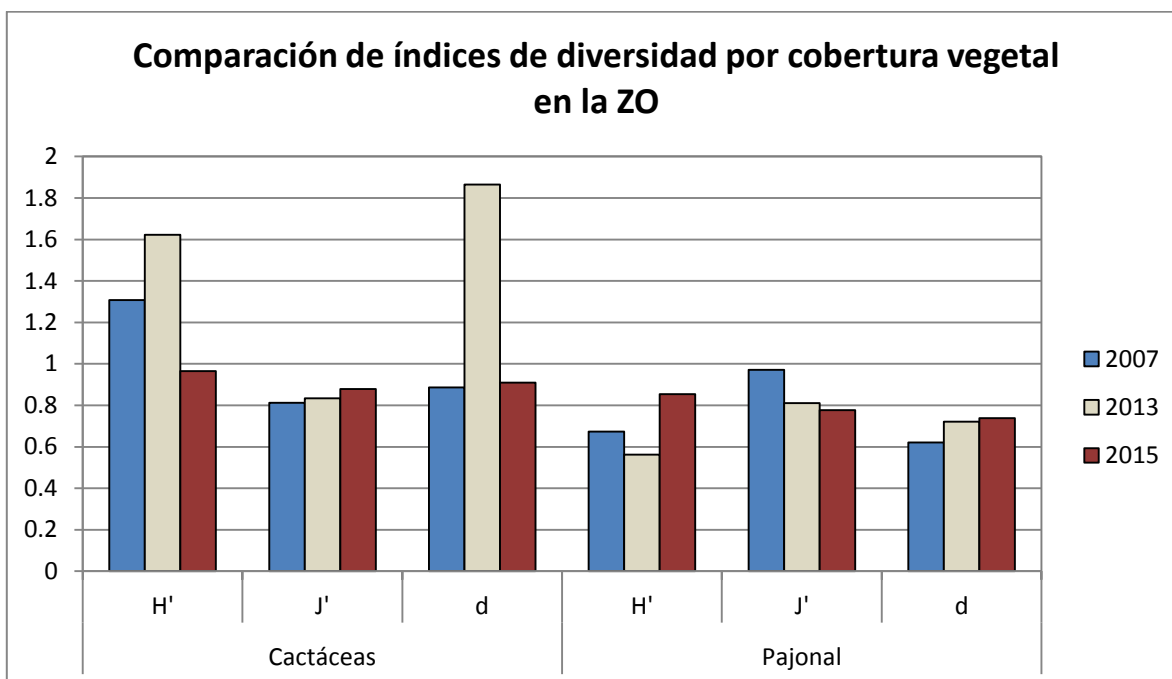
Figura 46. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época húmeda)

4.3.1.2. Comparación de índices de diversidad



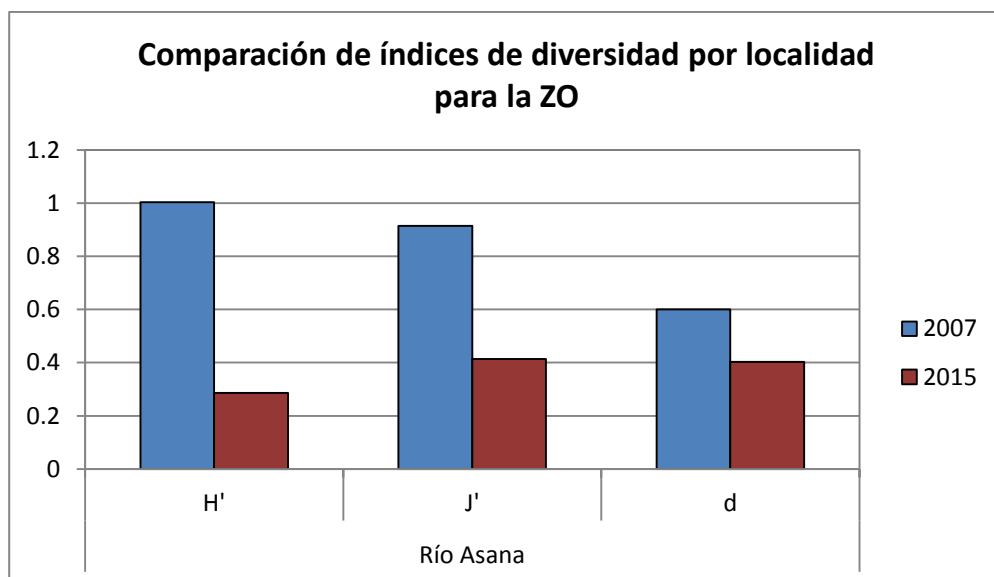
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 47. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 48. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 49. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)

4.3.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda

4.3.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

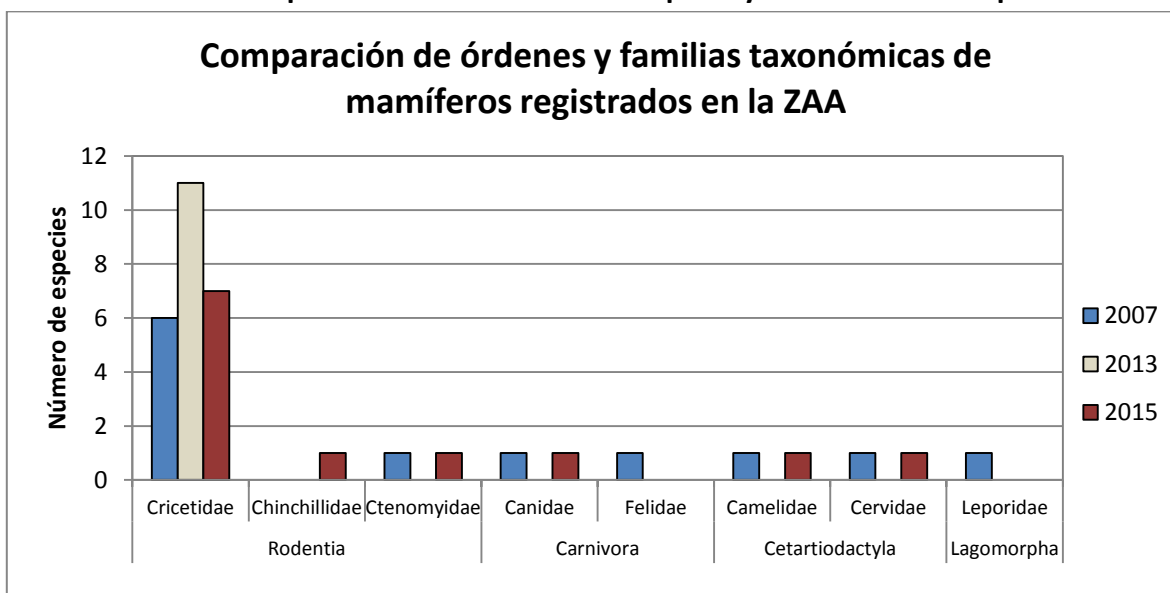


Figura 50. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época húmeda)

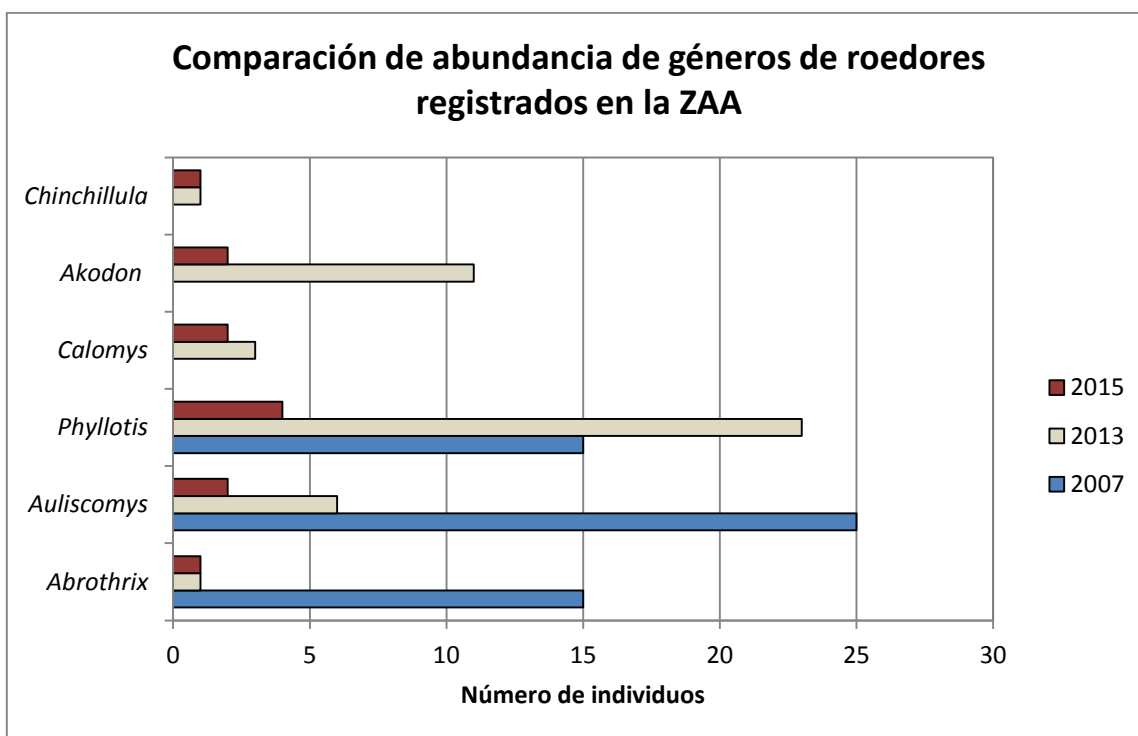


Figura 51. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)

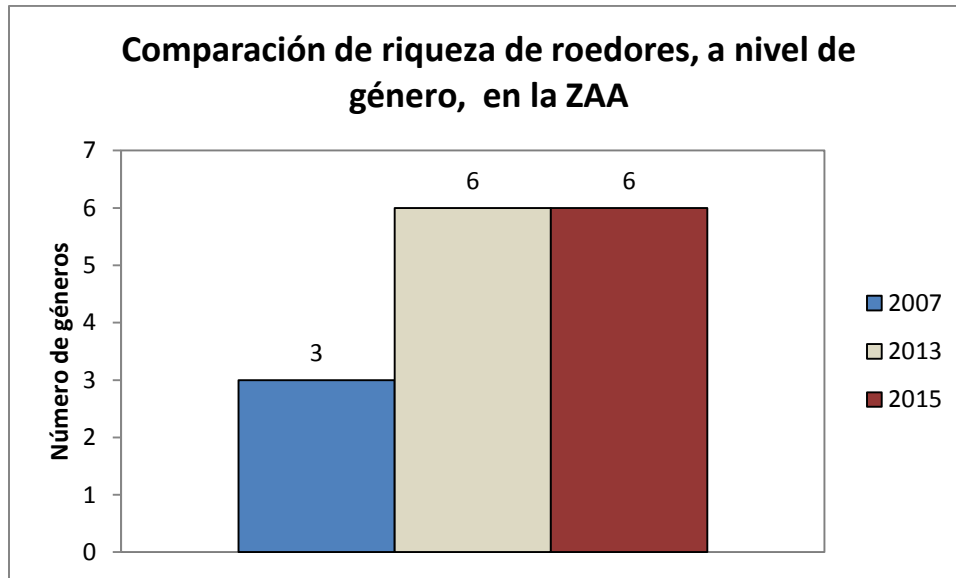


Figura 52. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)

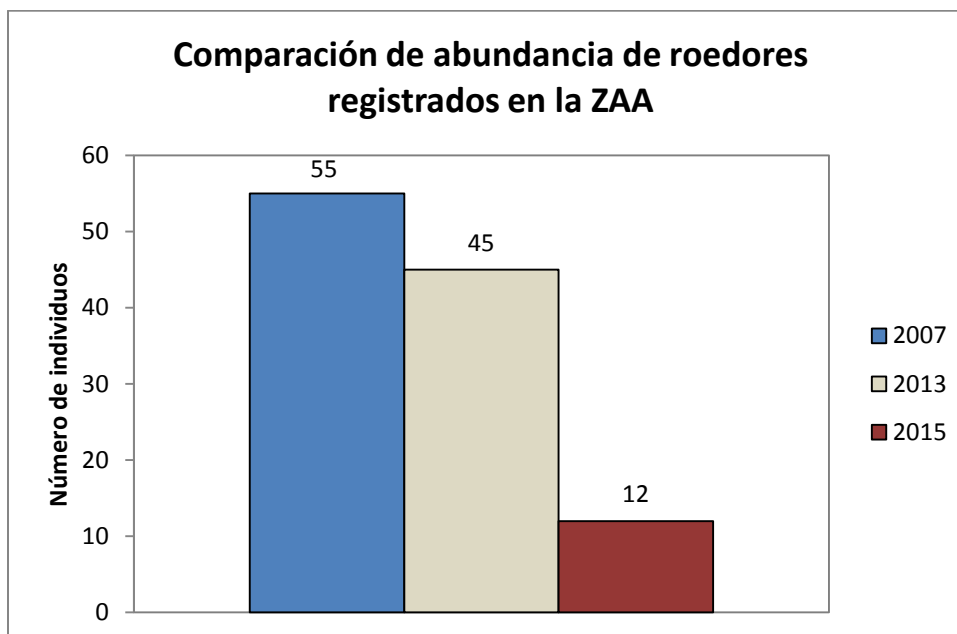


Figura 53. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época húmeda)

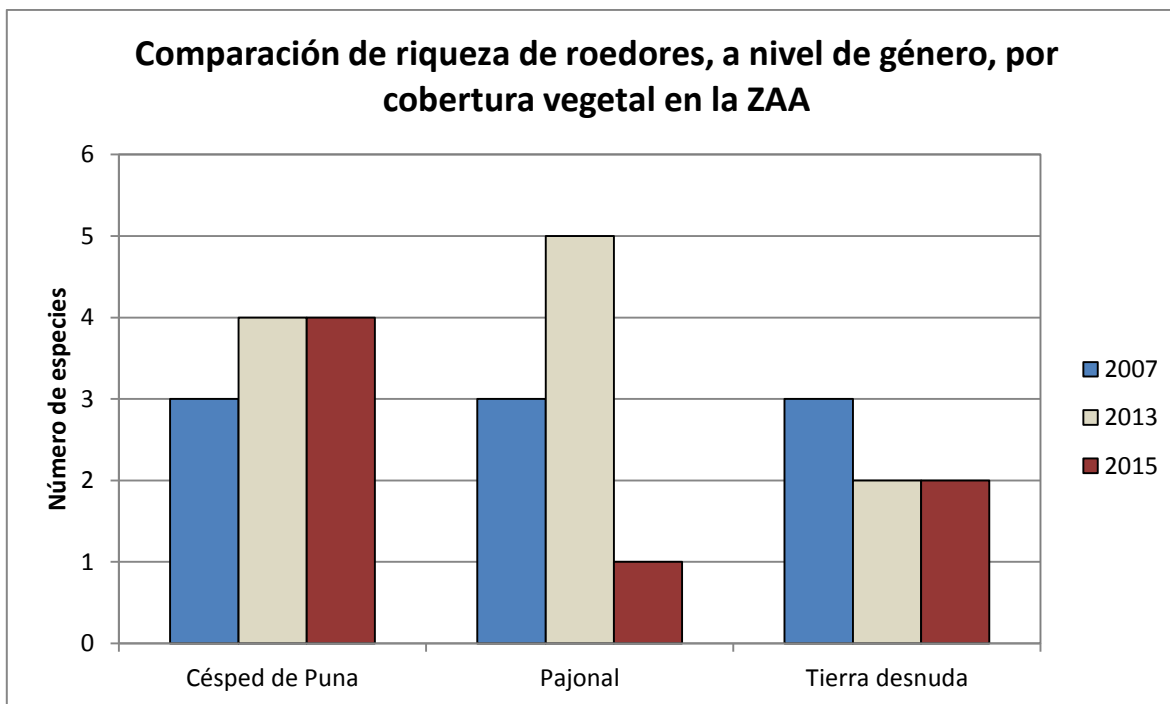


Figura 54. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

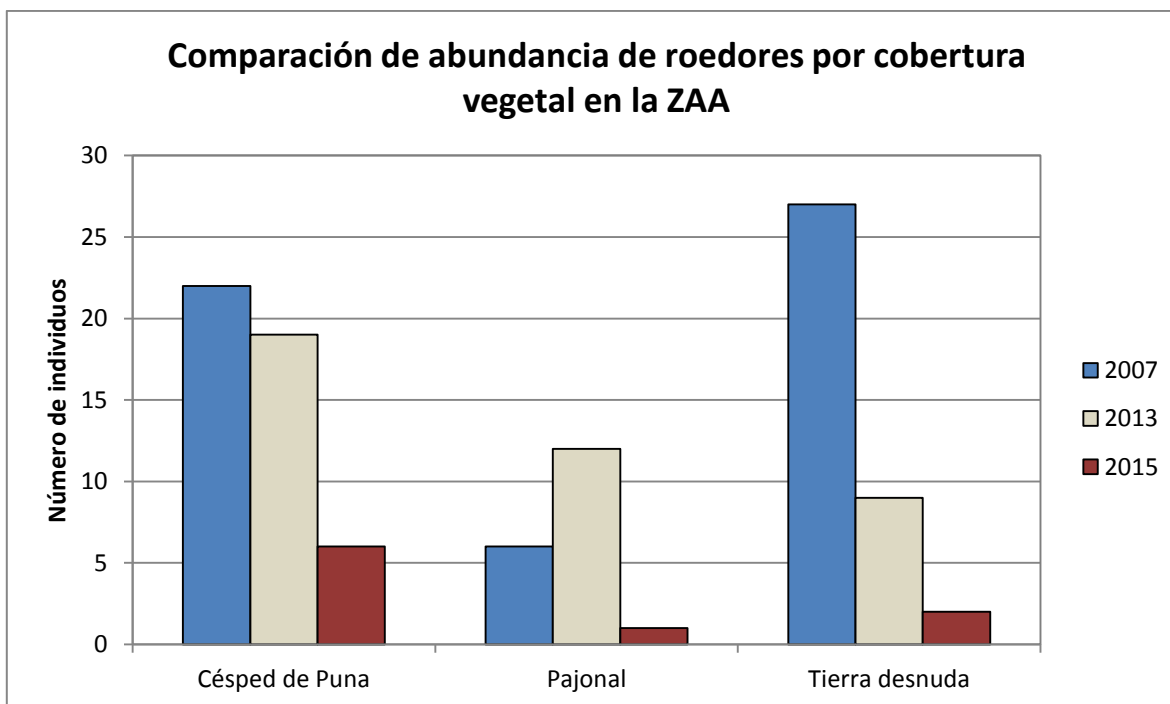


Figura 55. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

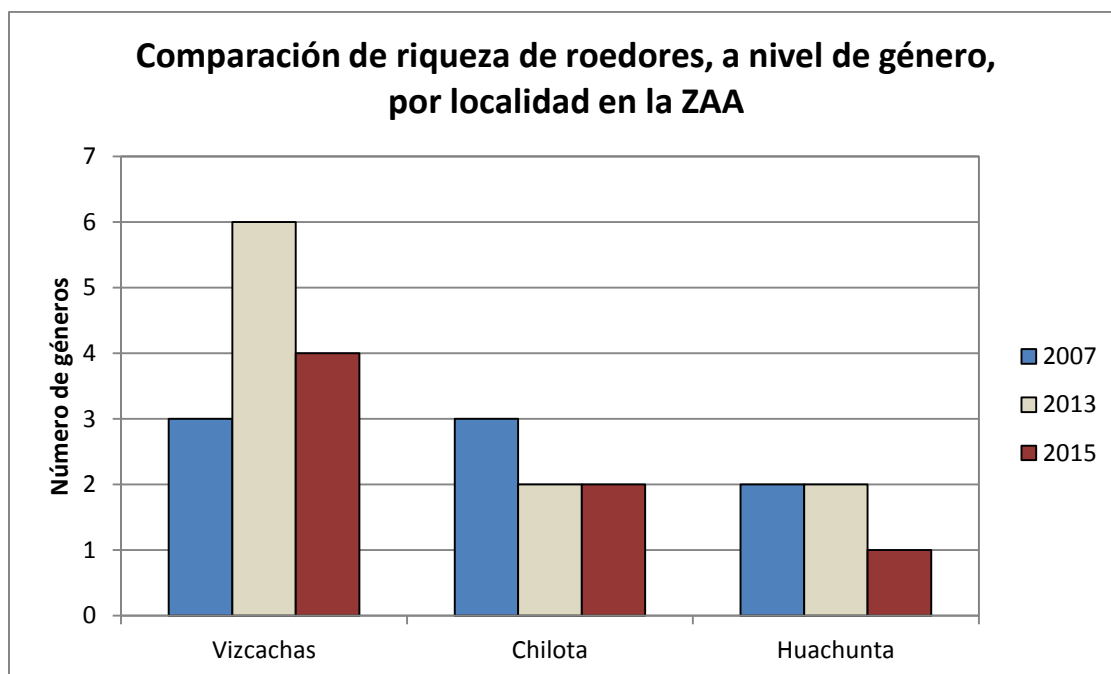


Figura 56. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZAA (época húmeda)

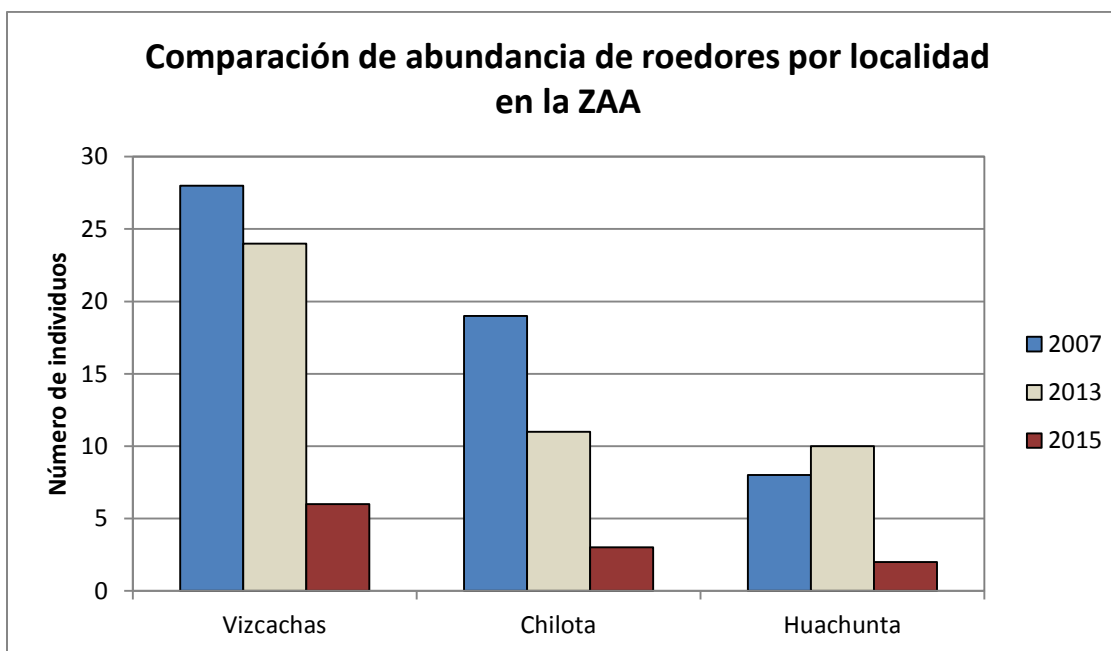
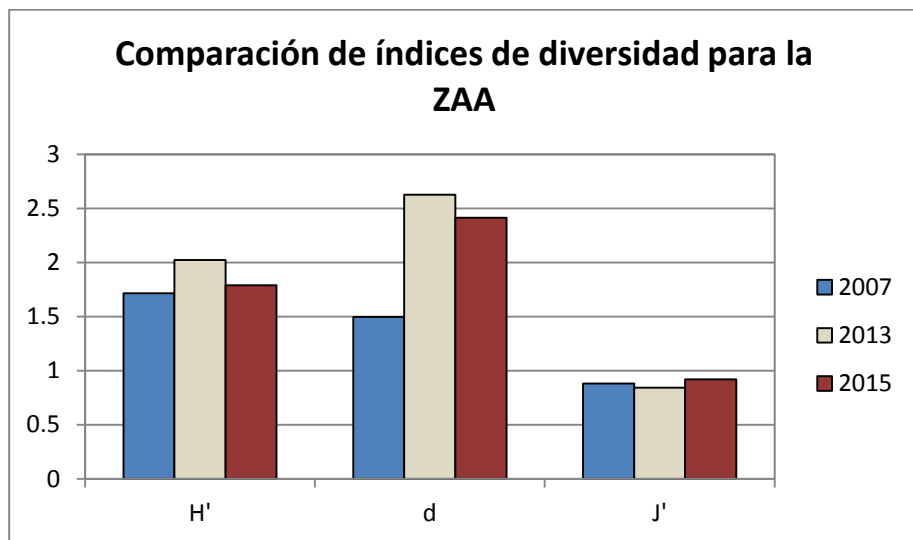


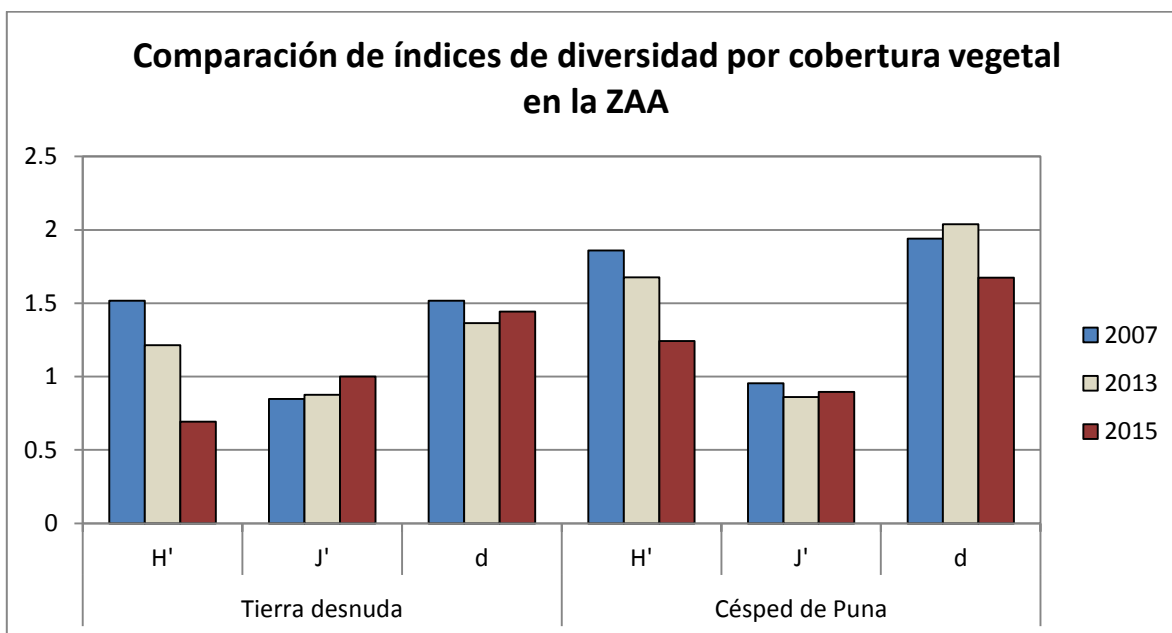
Figura 57. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época húmeda)

4.3.2.2. Comparación de índices de diversidad



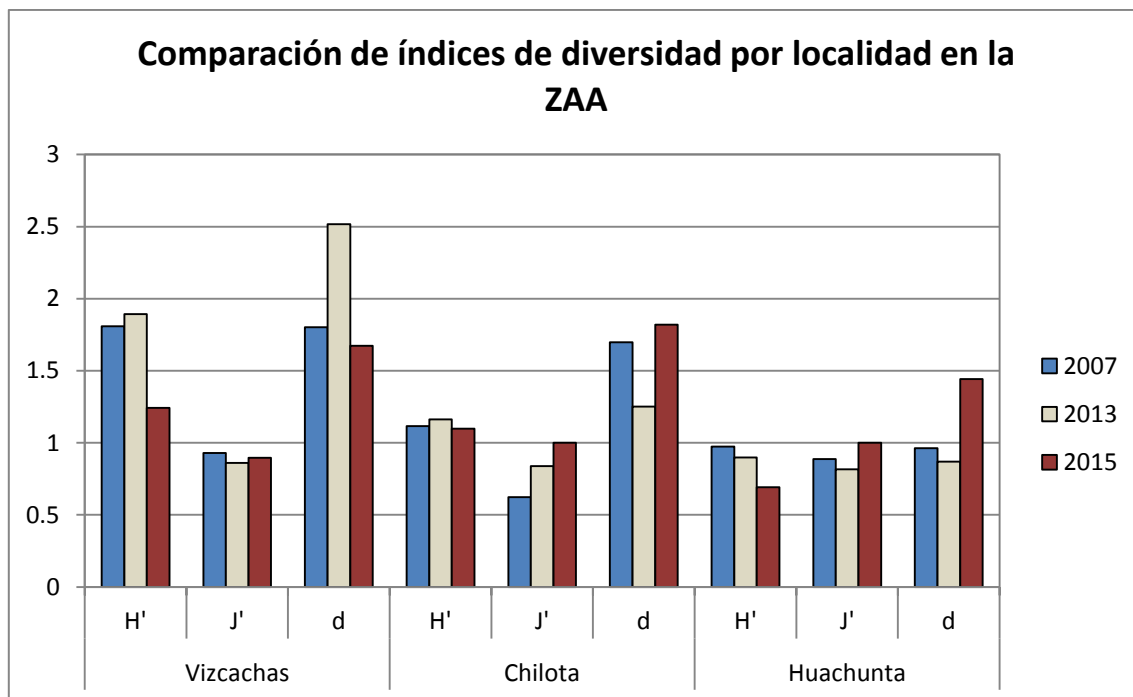
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 58. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 59. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 60. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época húmeda)

4.4. Componente: HERPETOFAUNA

4.4.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época húmeda

4.4.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

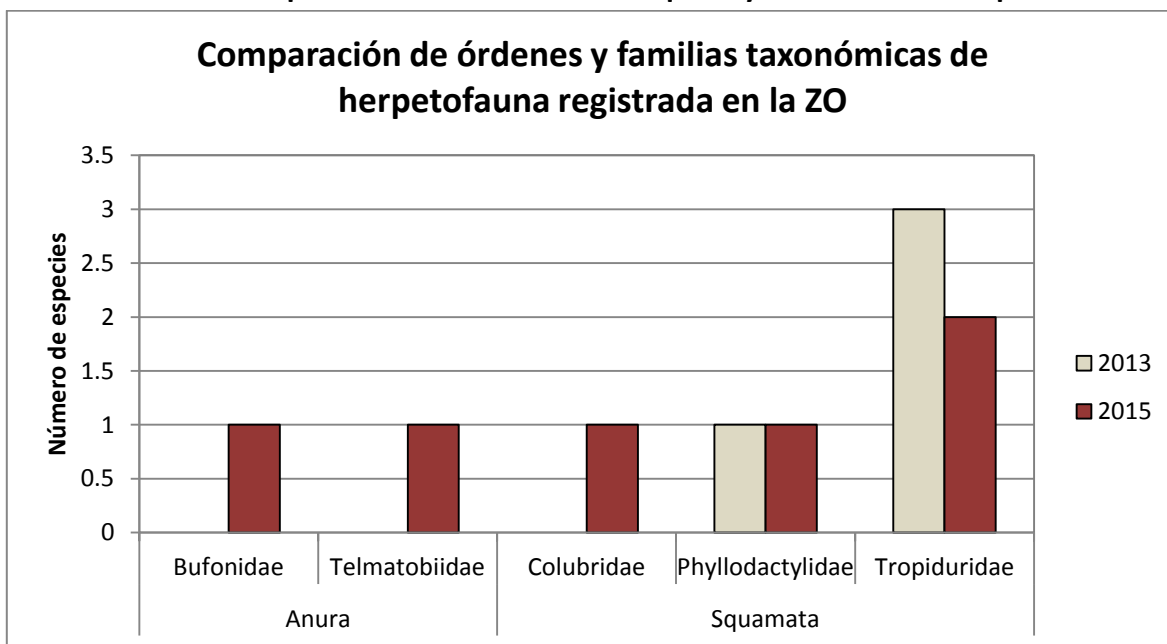


Figura 61. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZO (época húmeda)

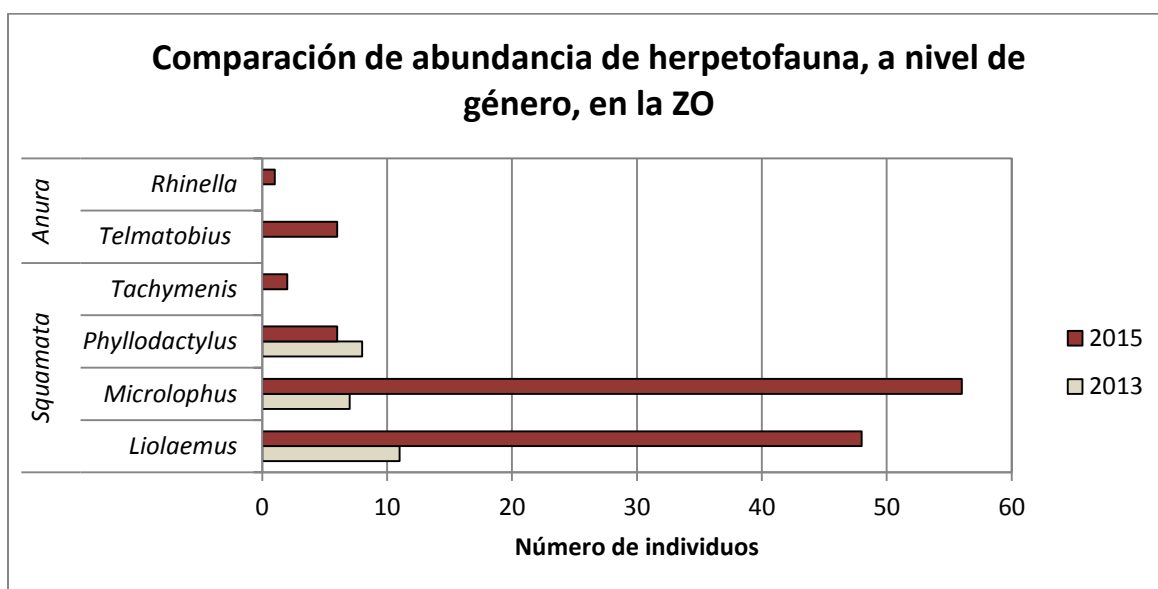


Figura 62. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época húmeda)

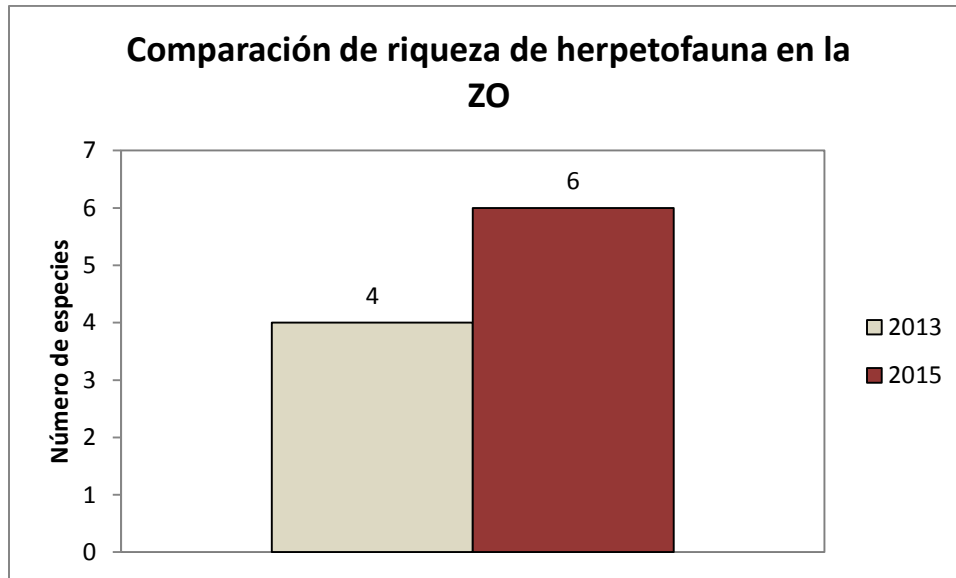


Figura 63. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época húmeda)

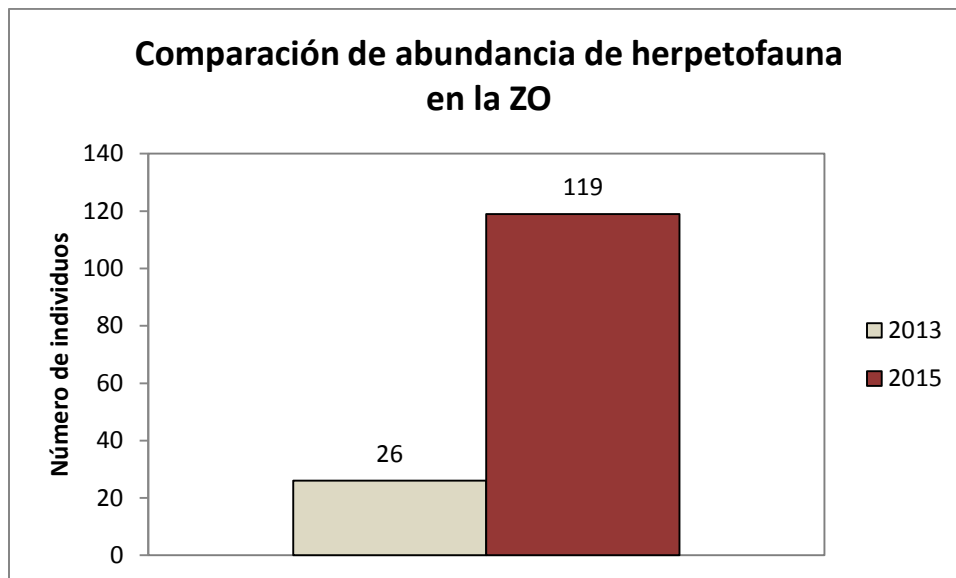


Figura 64. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época húmeda)

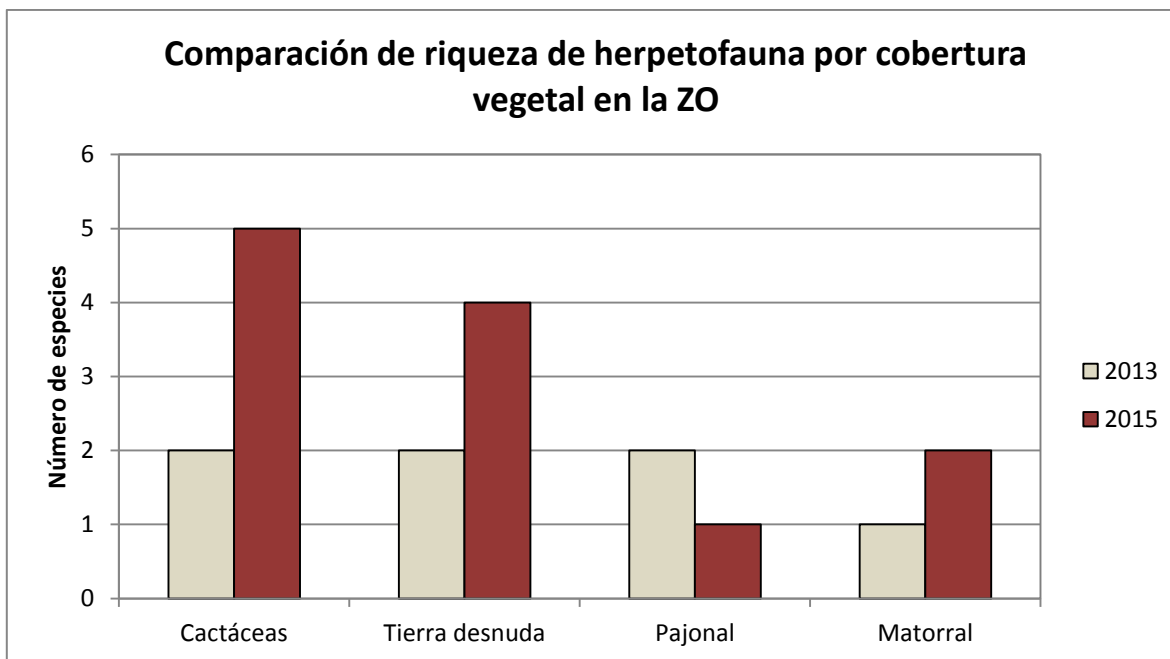


Figura 65. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

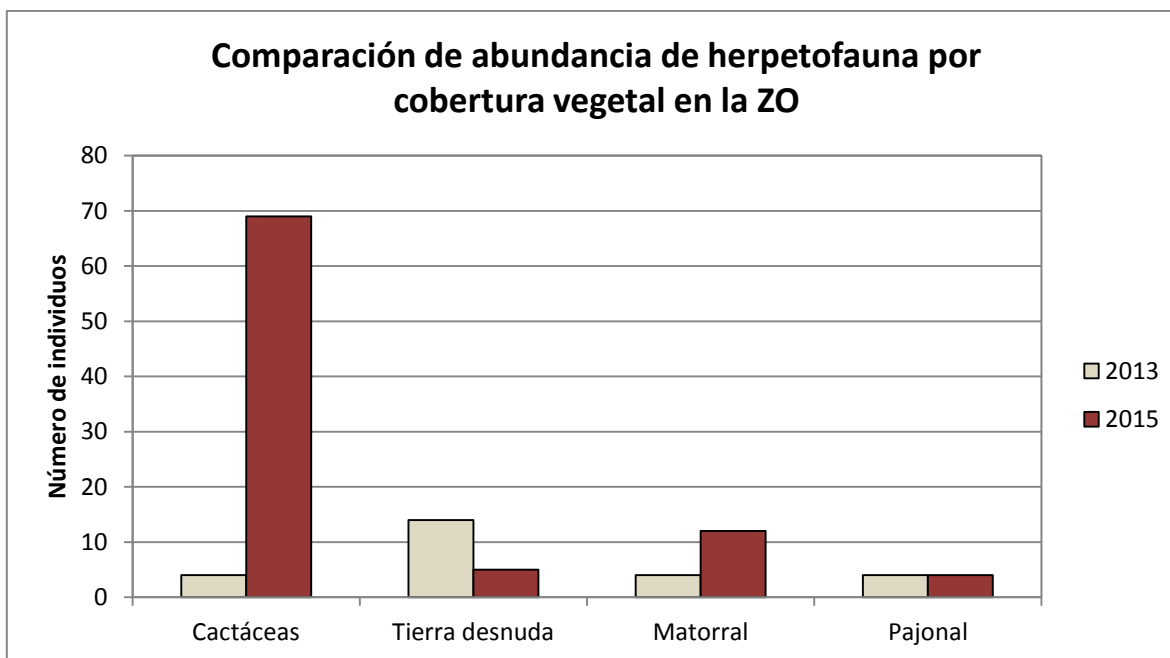


Figura 66. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época húmeda)

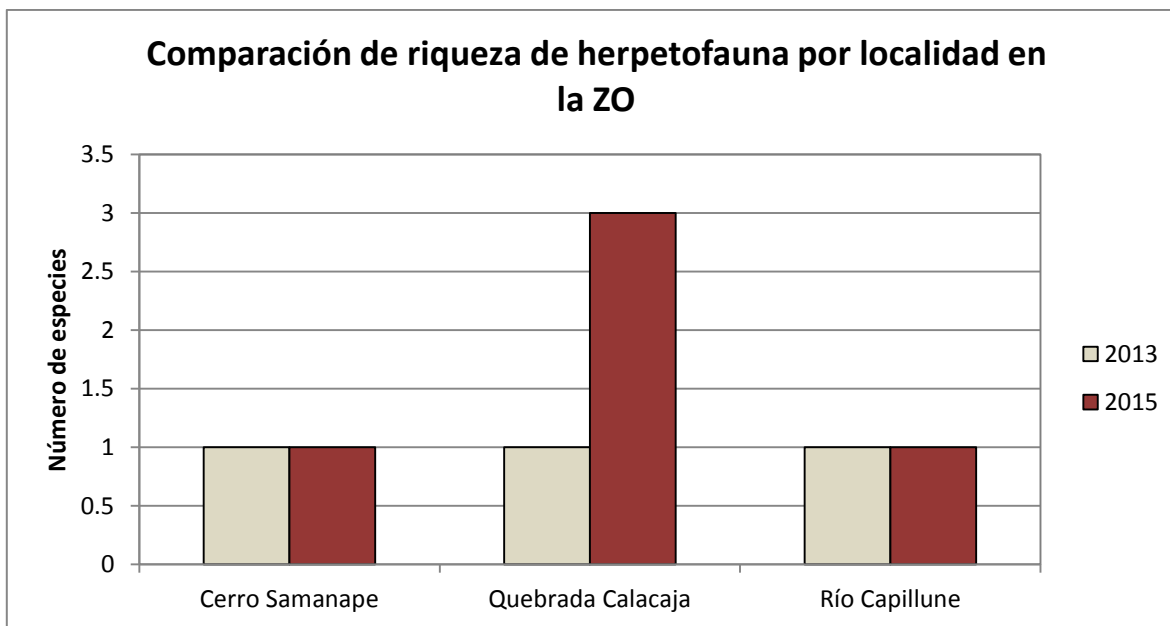


Figura 67. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)

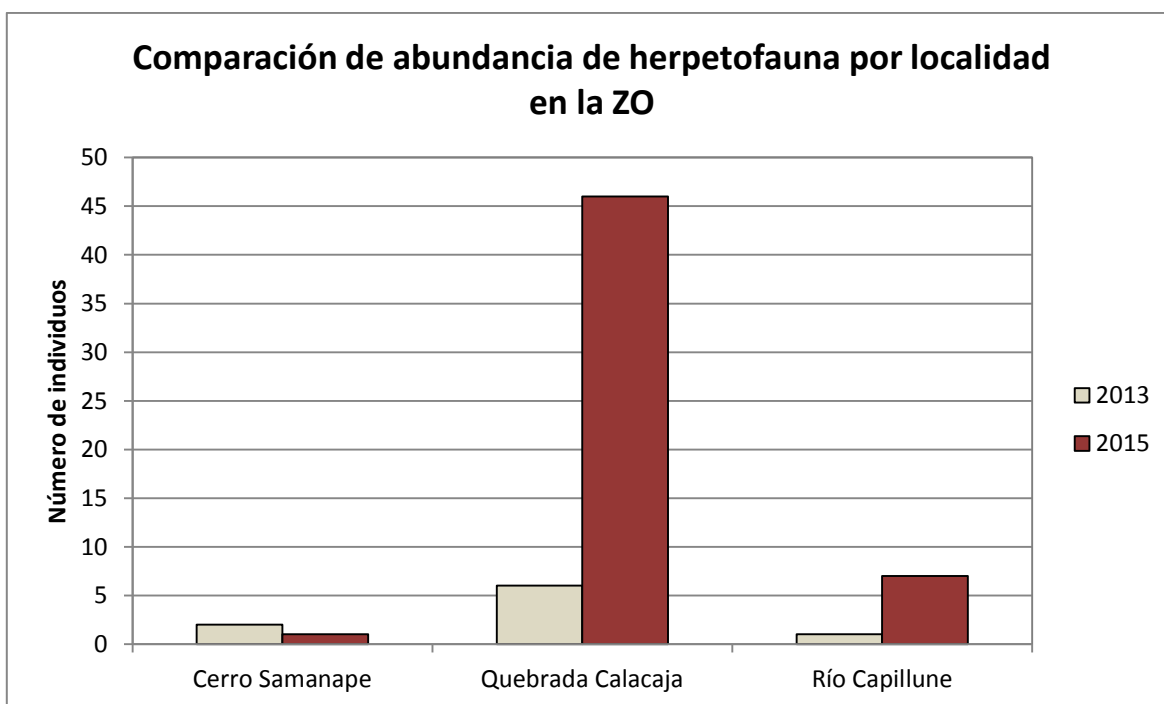
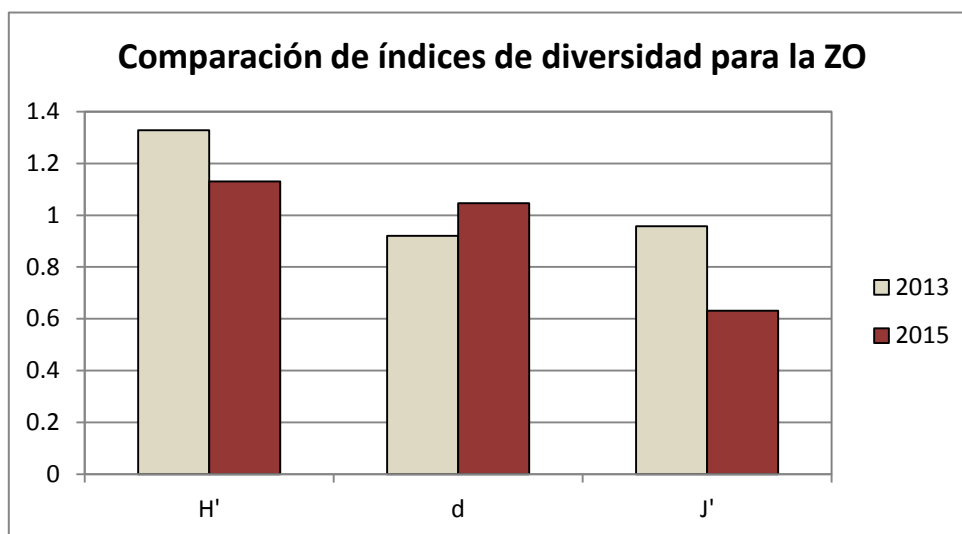


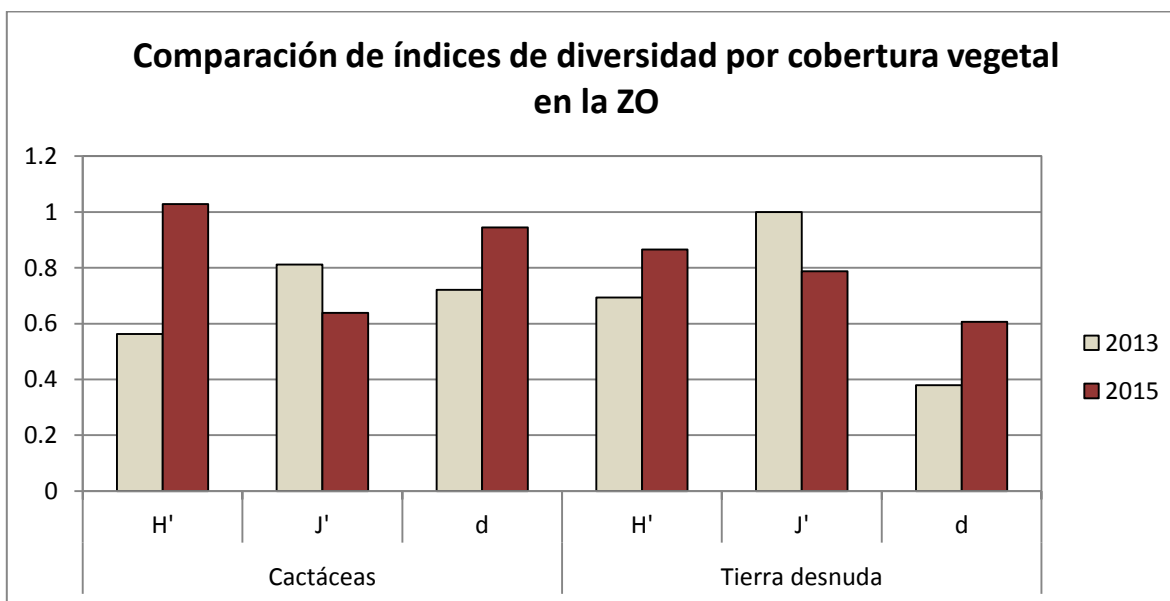
Figura 68. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época húmeda)

4.4.1.2. Comparación de índices de diversidad



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 69. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 70. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época húmeda)

4.4.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época húmeda

4.4.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

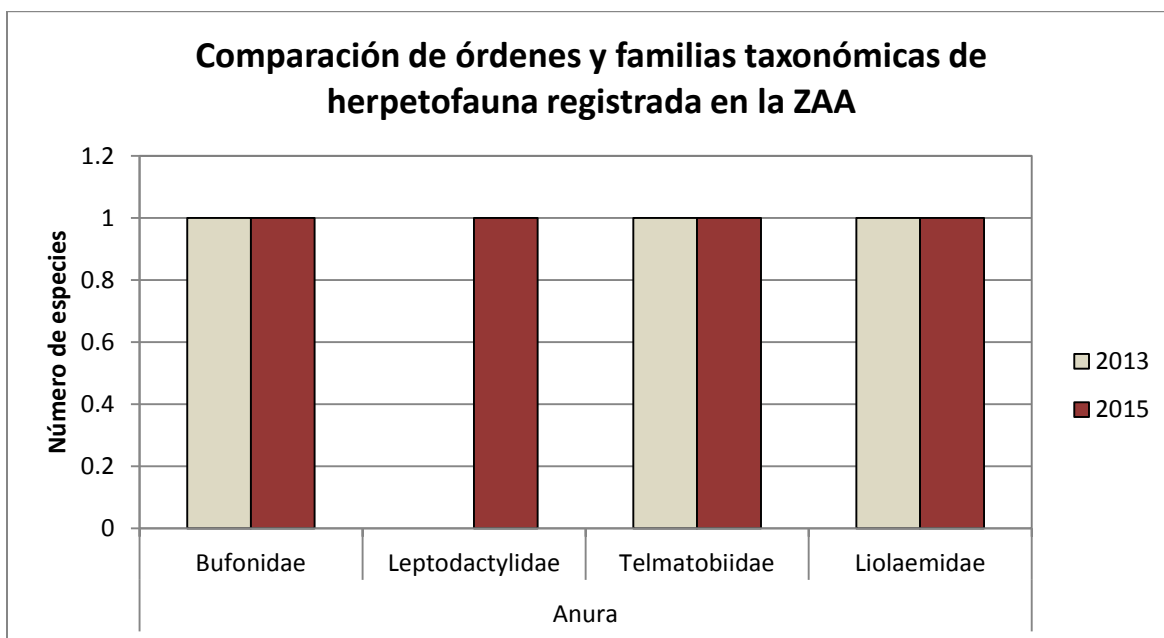


Figura 71. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de herpetofauna registrada en la ZAA (época húmeda)

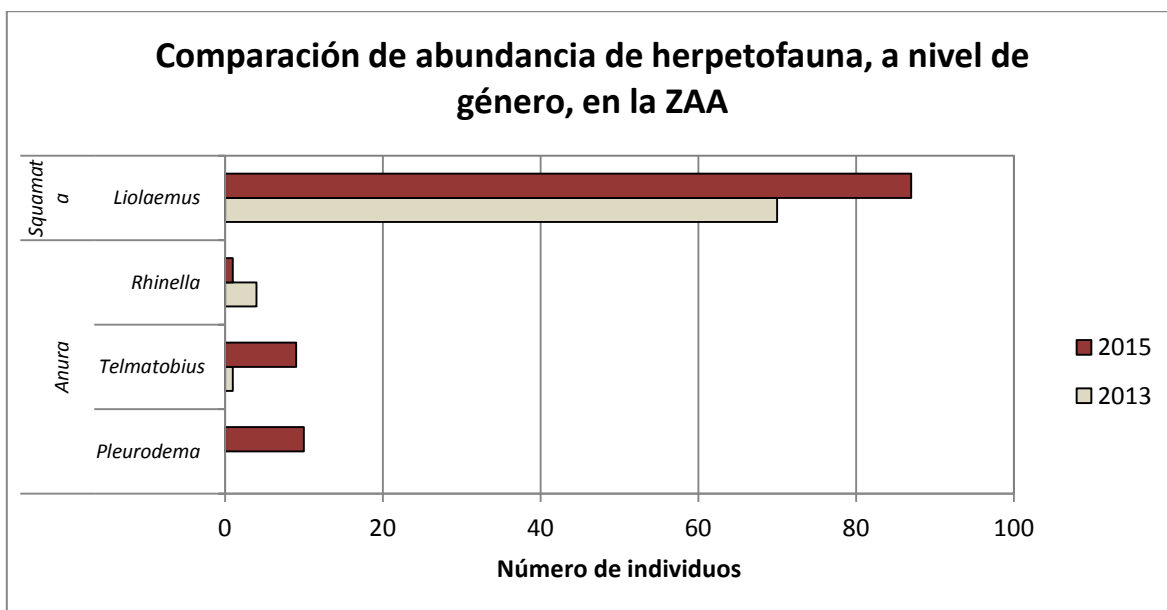


Figura 72. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZAA (época húmeda)

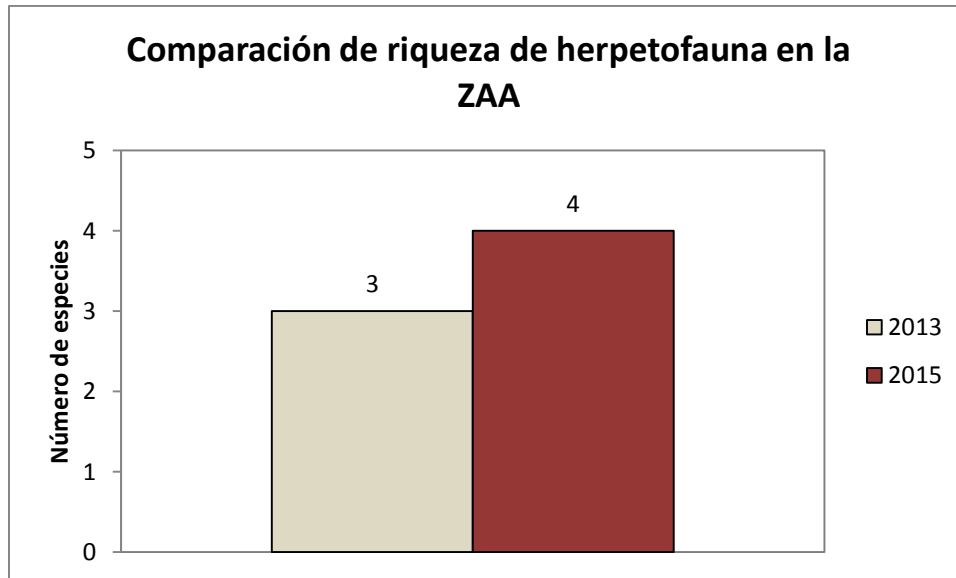


Figura 73. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZAA (época húmeda)

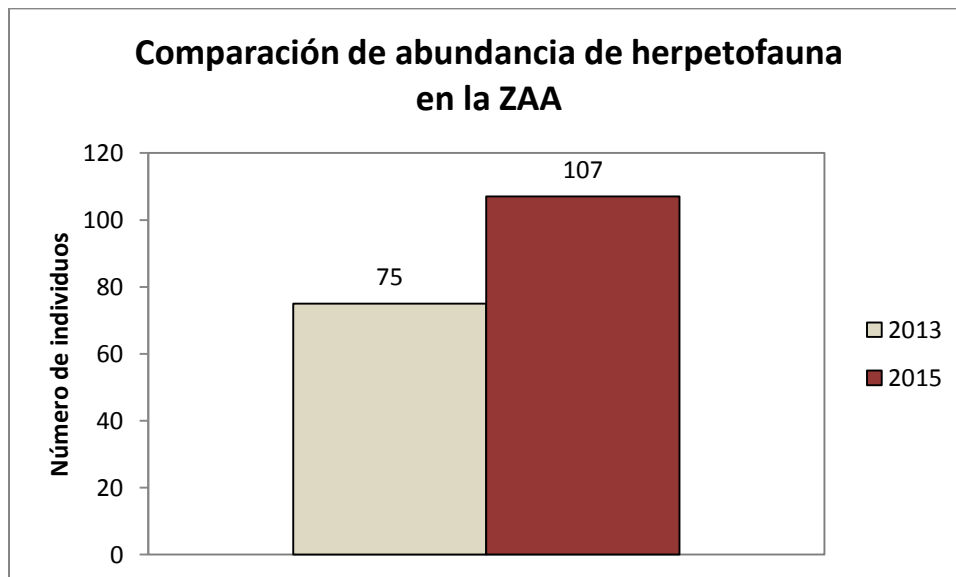


Figura 74. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZAA (época húmeda)

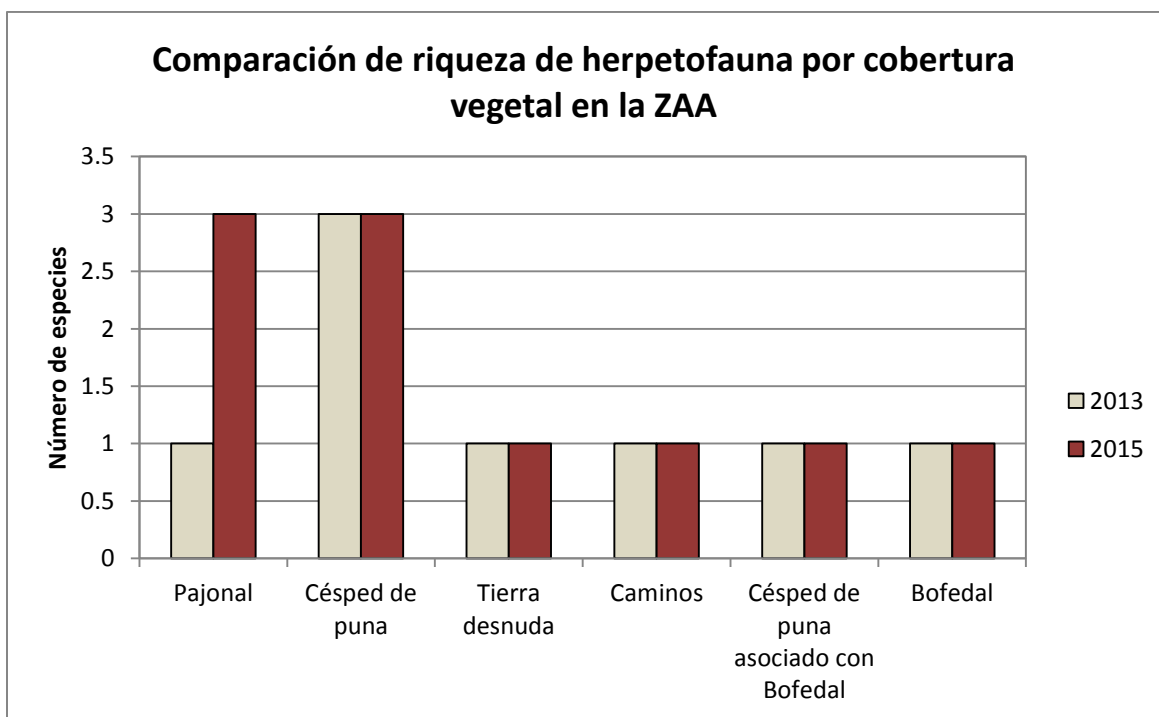


Figura 75. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

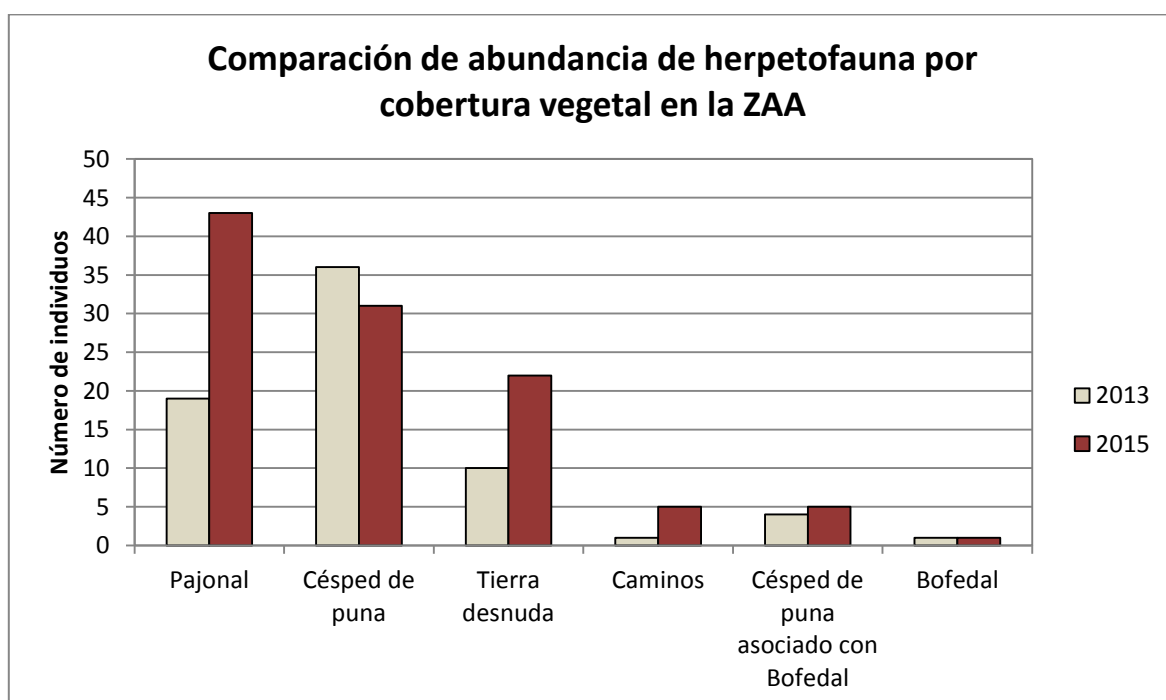


Figura 76. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época húmeda)

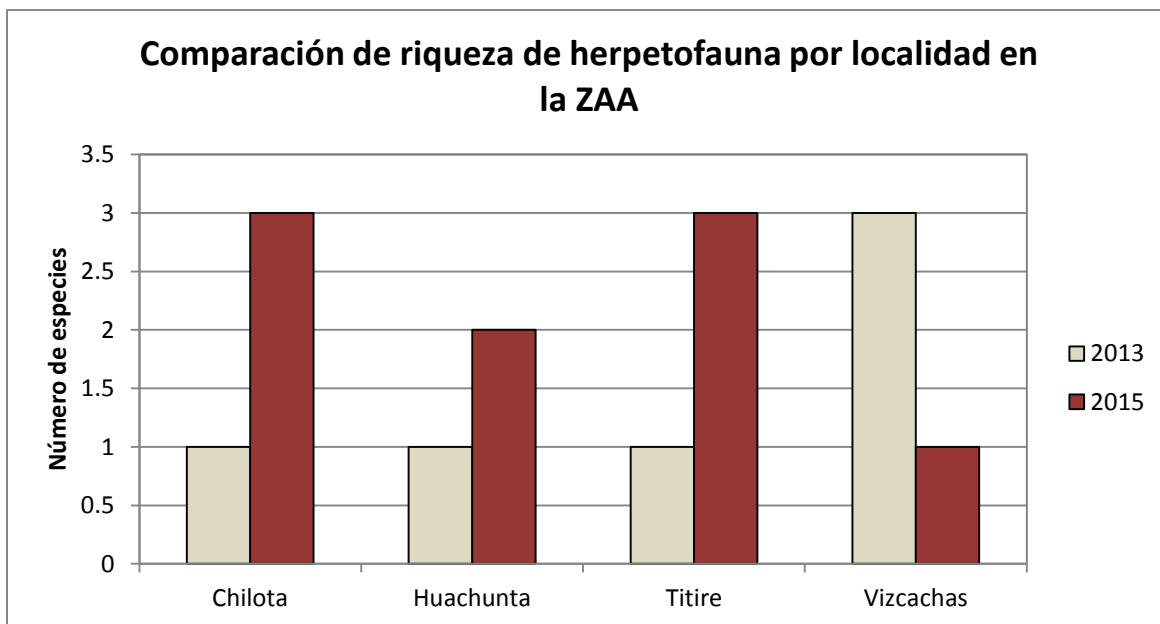


Figura 77. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)

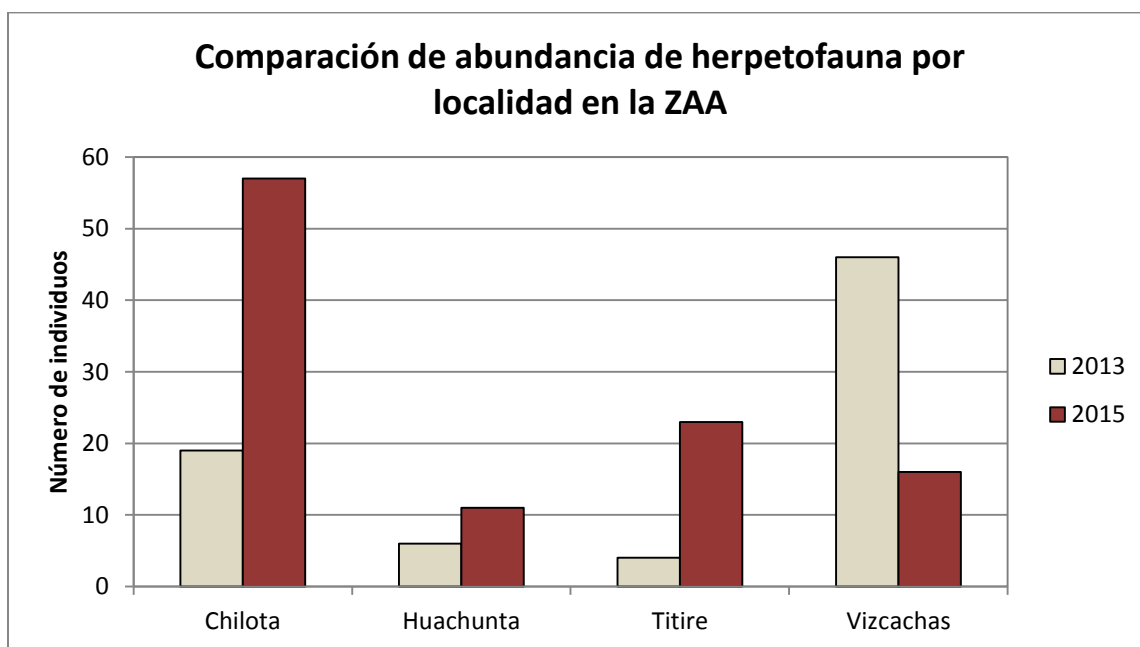
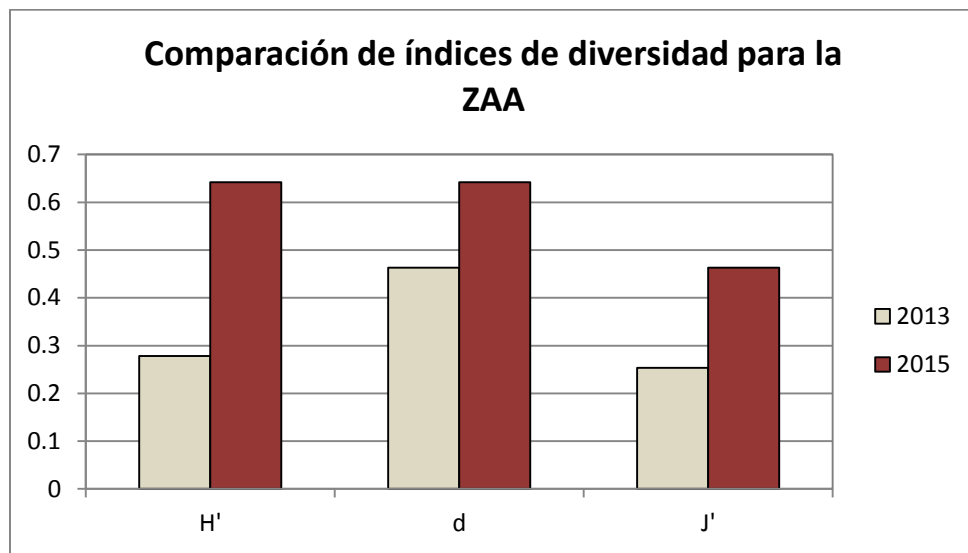


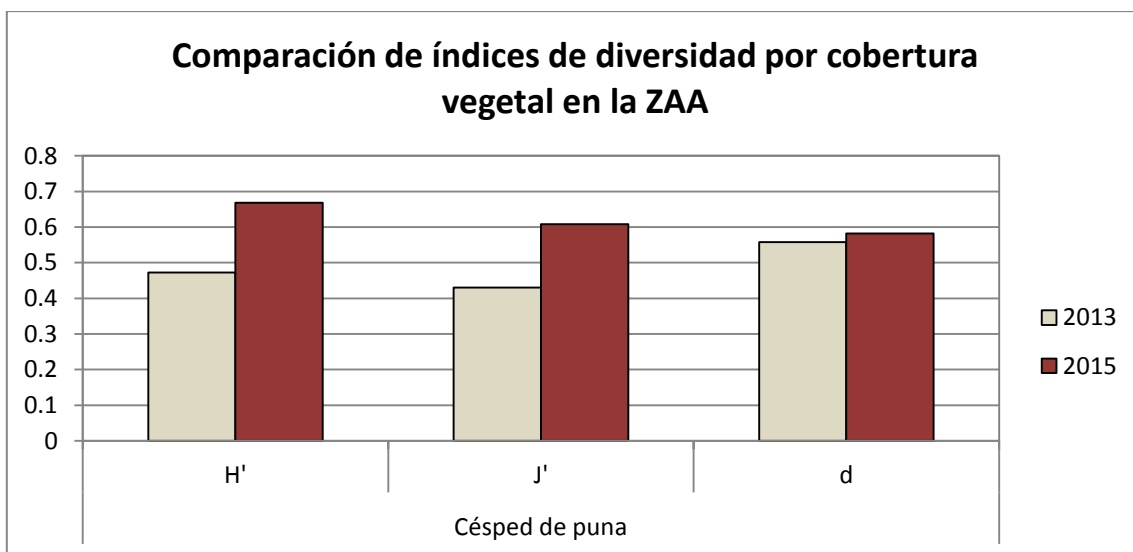
Figura 78. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época húmeda)

4.4.2.1. Comparación de índices de diversidad



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 79. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZAA (época húmeda)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 80. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZAA (época húmeda)

**Capítulo V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los
componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA
(2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca**

V. Comparación de los resultados de las evaluaciones de los componentes flora y fauna silvestre, correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015, para la época seca

5.1. Comparación del componente: FLORA SILVESTRE

5.1.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Operaciones (ZO) durante la época seca

5.1.1.1. Comparación de resultados de la composición florística

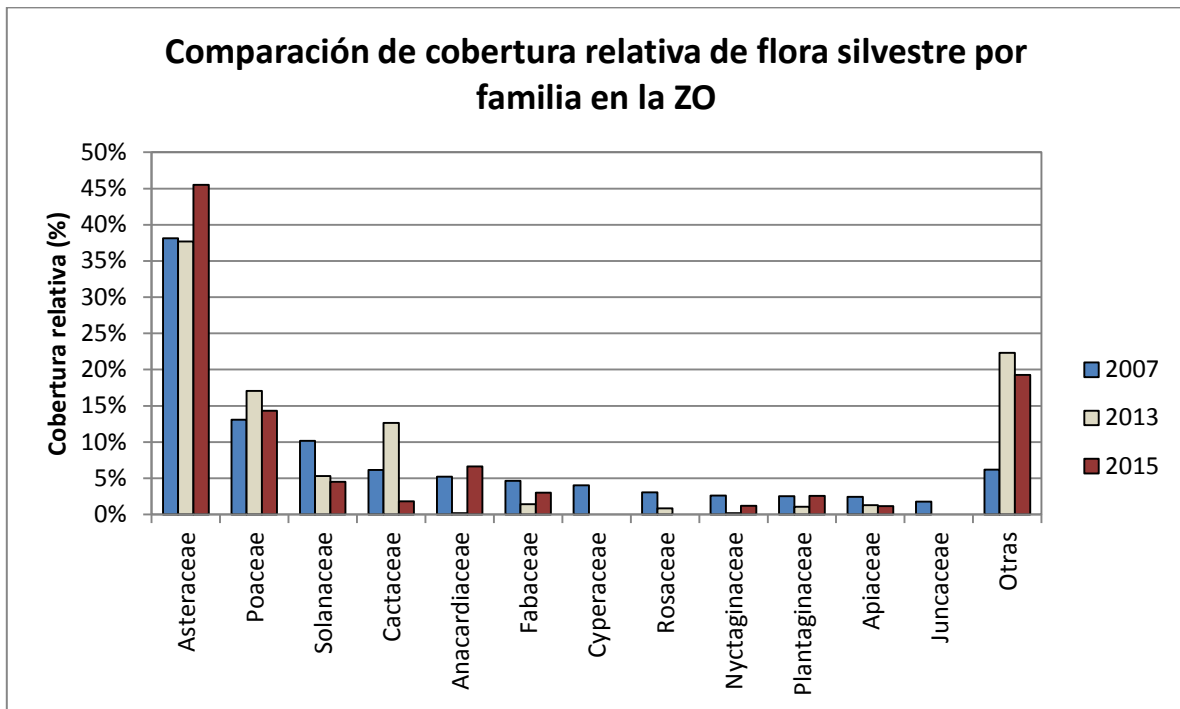


Figura 81. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZO (época seca)

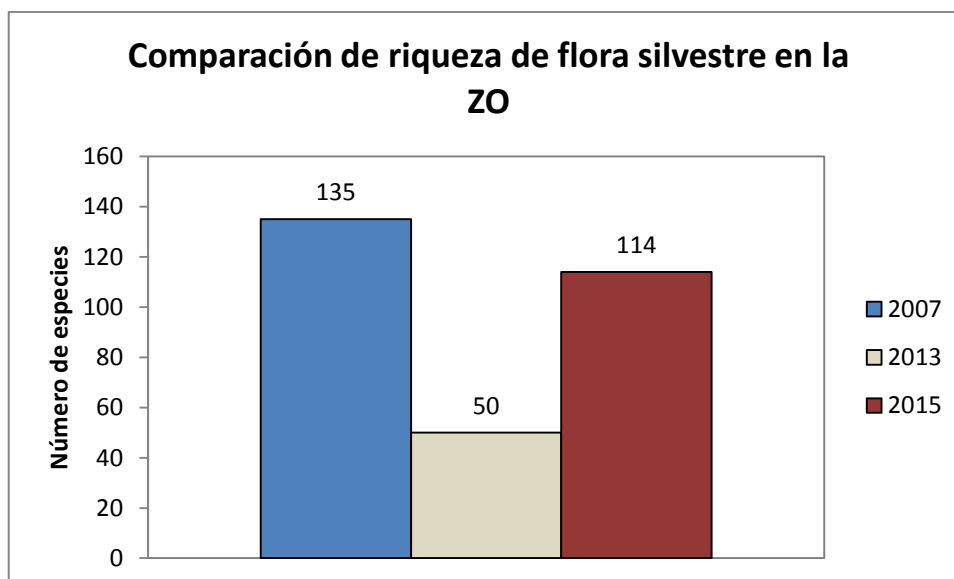


Figura 82. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre registrada en la ZO (época seca)

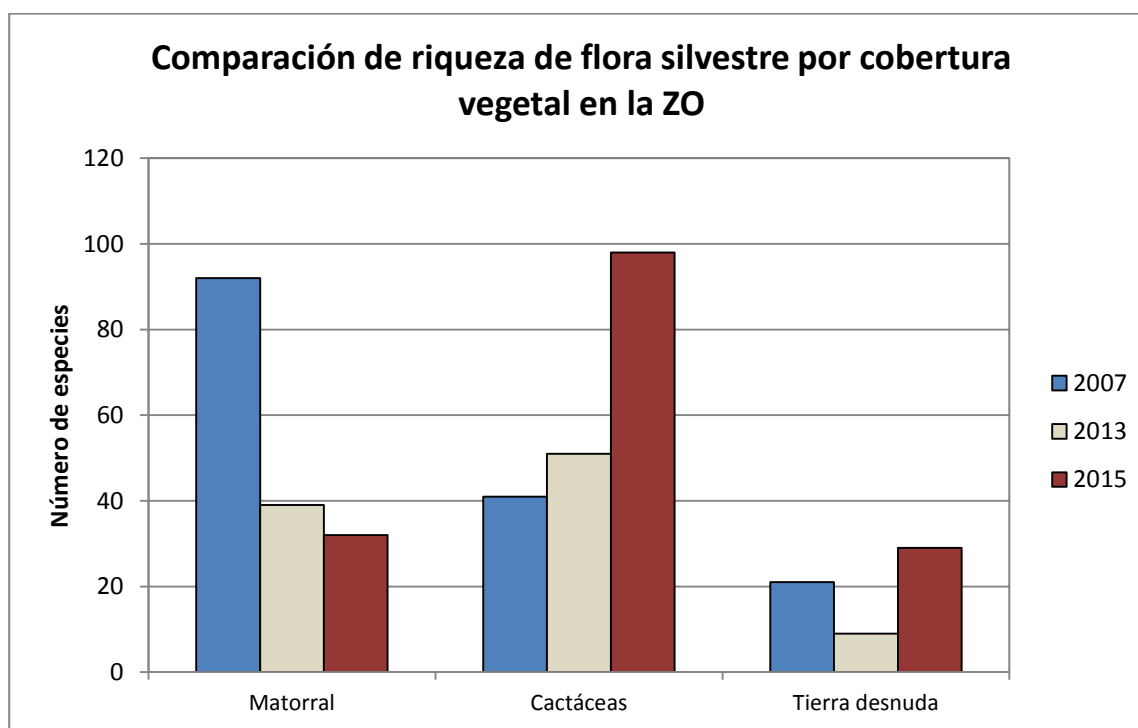


Figura 83. Comparación de riqueza de especies de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

5.1.1.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

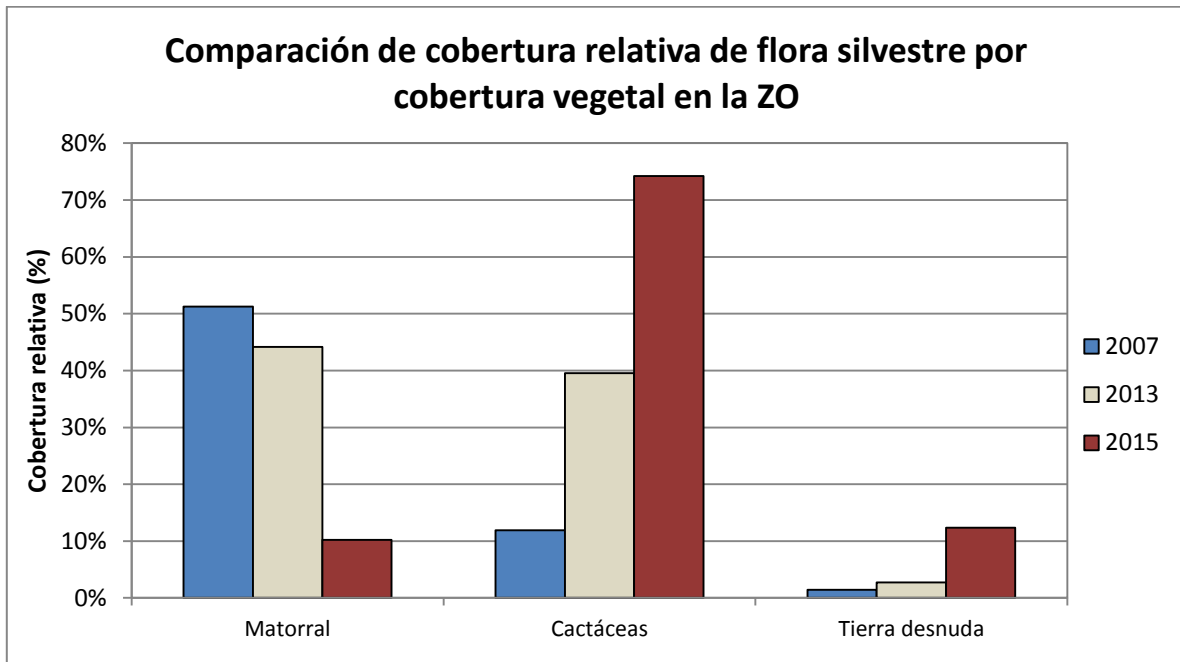
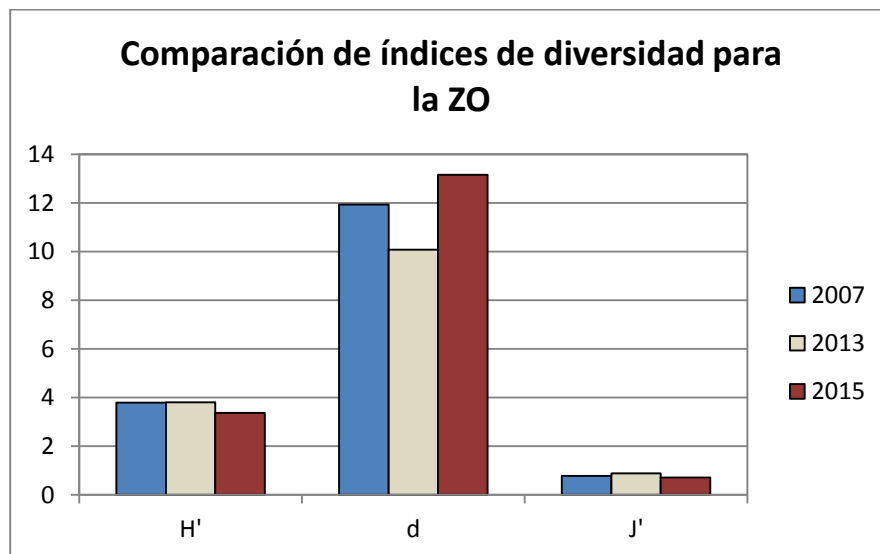


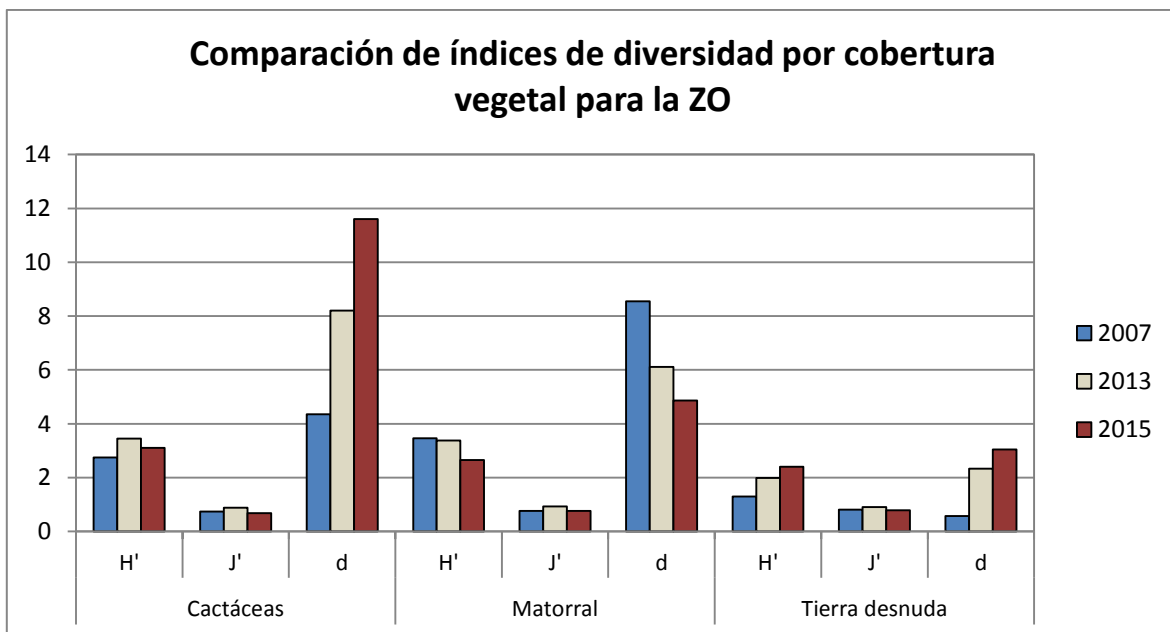
Figura 84. Comparación de cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

5.1.1.3. Comparación de índices de diversidad



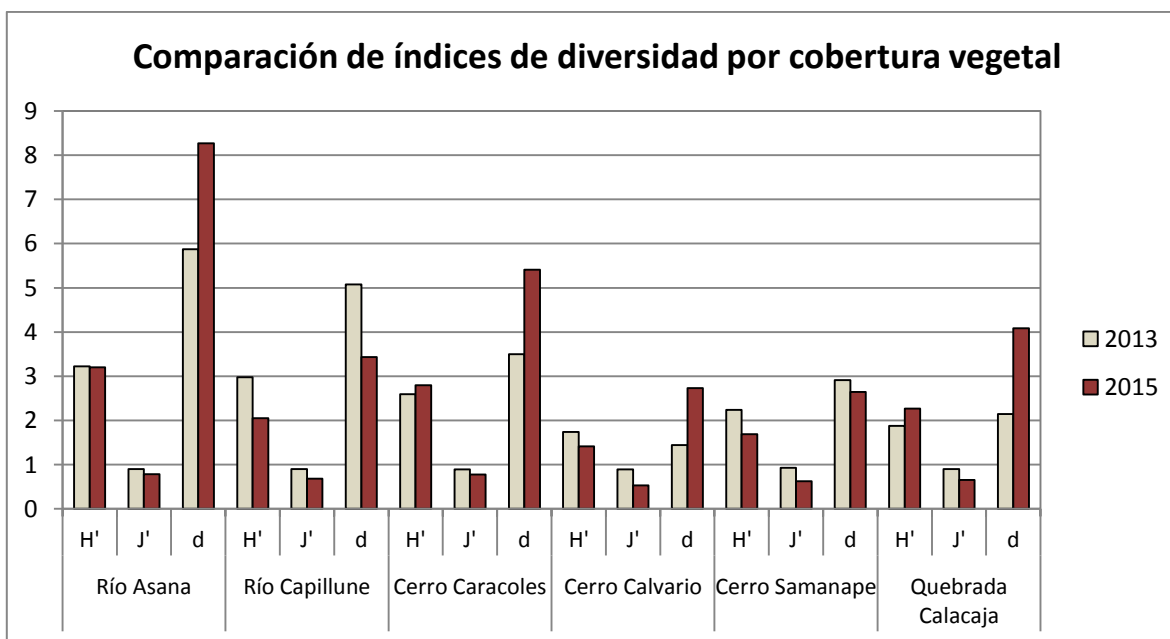
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 85. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 86. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 87. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZO (época seca)

5.1.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) durante la época seca

5.1.2.1. Comparación de resultados de composición florística

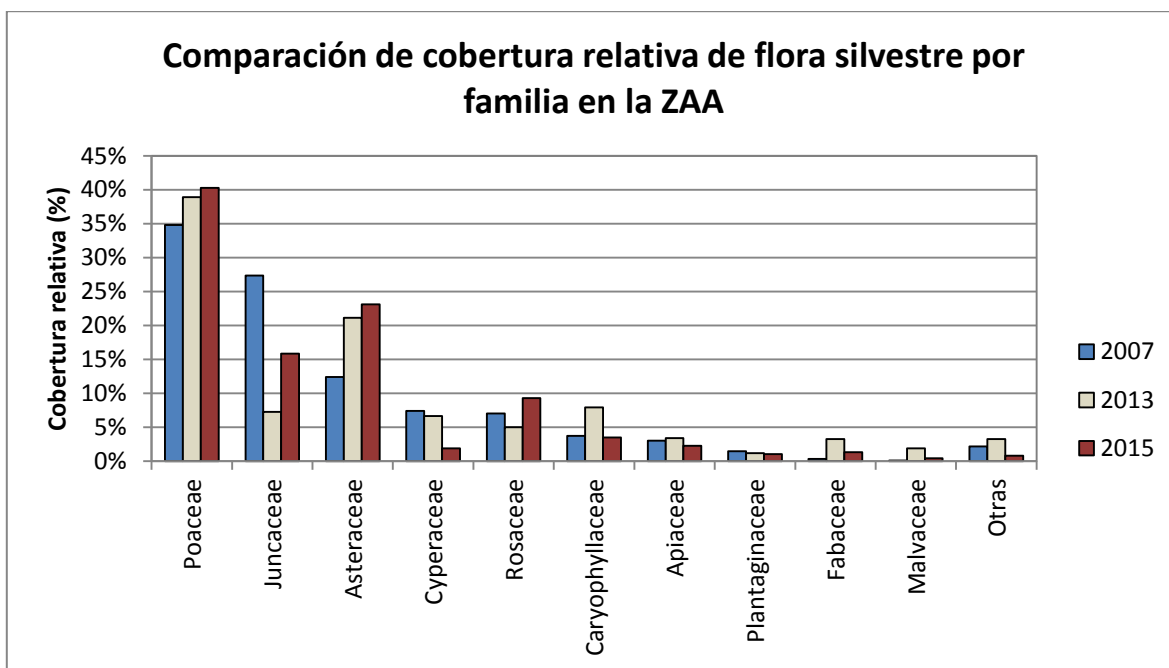


Figura 88. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre registrada por familia en la ZAA (época seca)

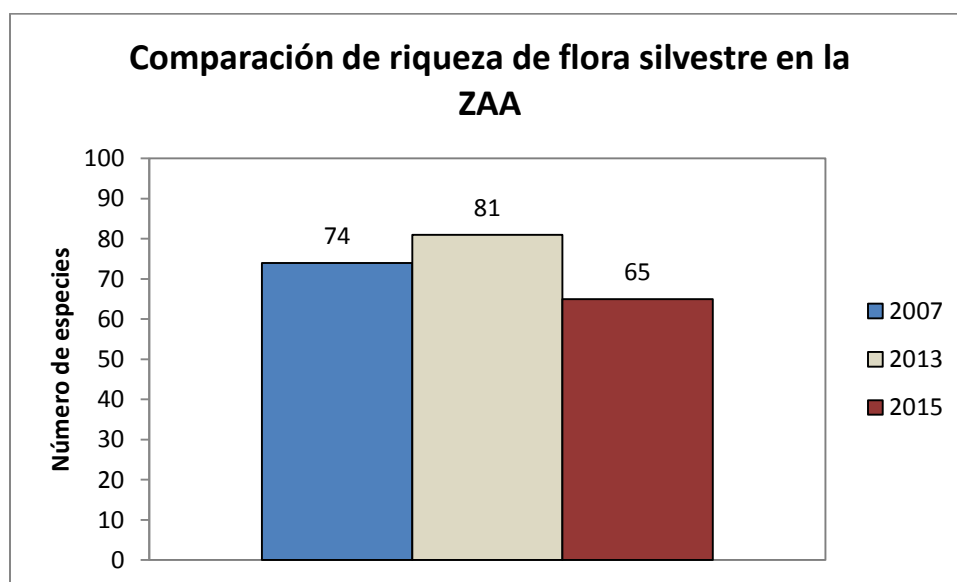


Figura 89. Comparación de la riqueza de flora silvestre registrada en la ZAA (época seca)

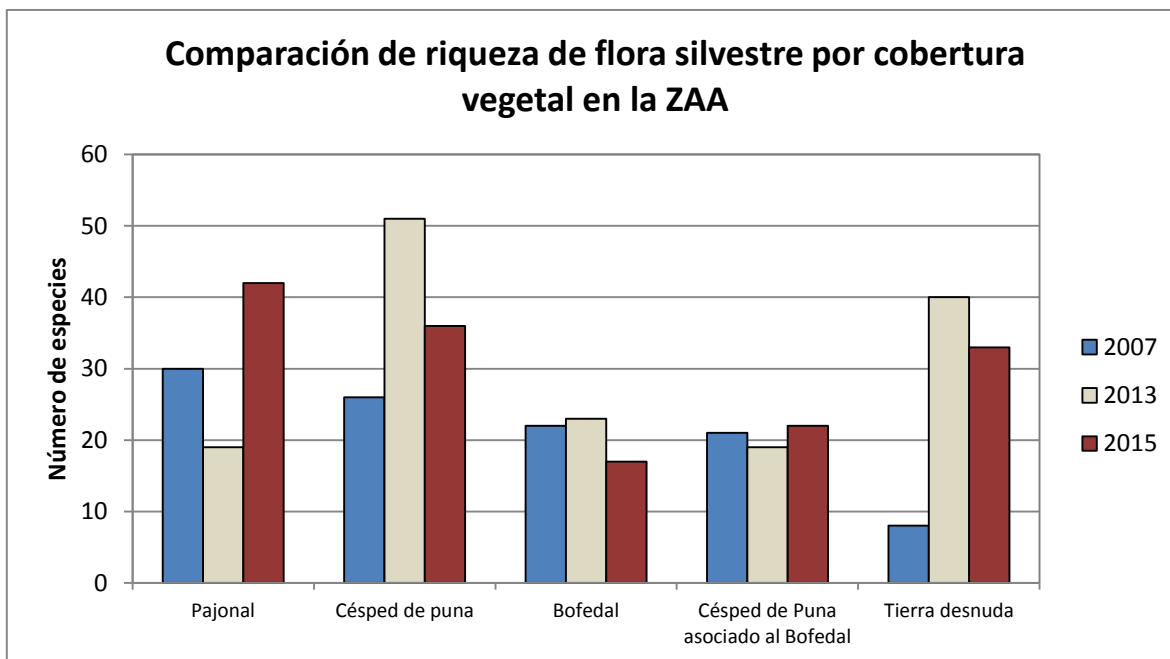


Figura 90. Comparación de riqueza de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

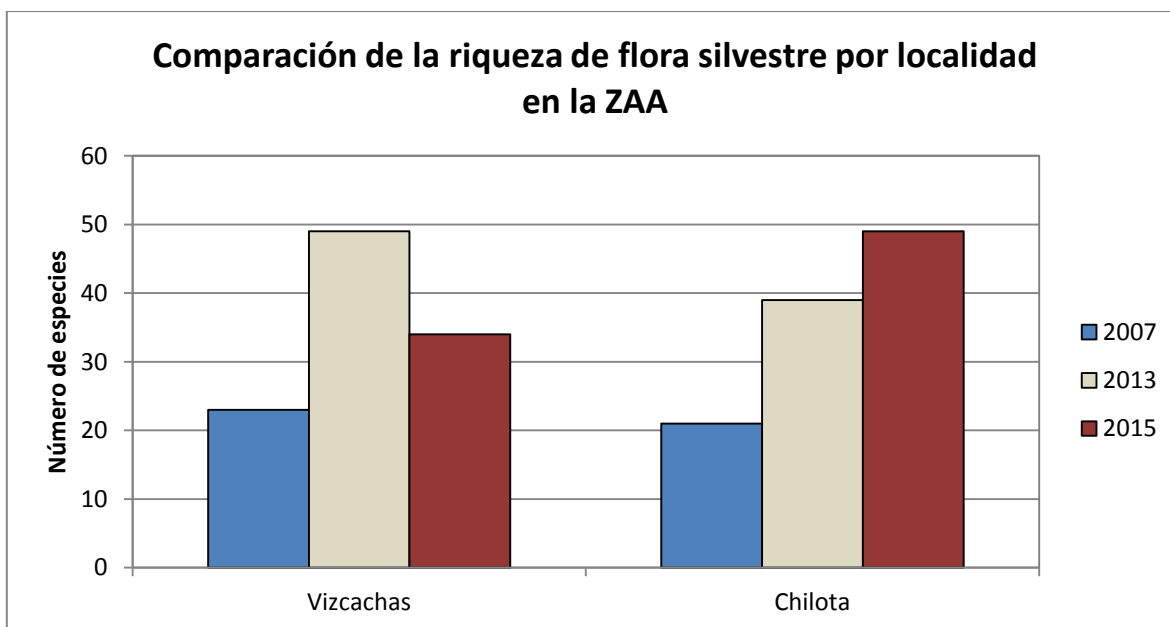


Figura 91. Comparación de riqueza de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca)

5.1.2.2. Comparación de resultados de cobertura vegetal

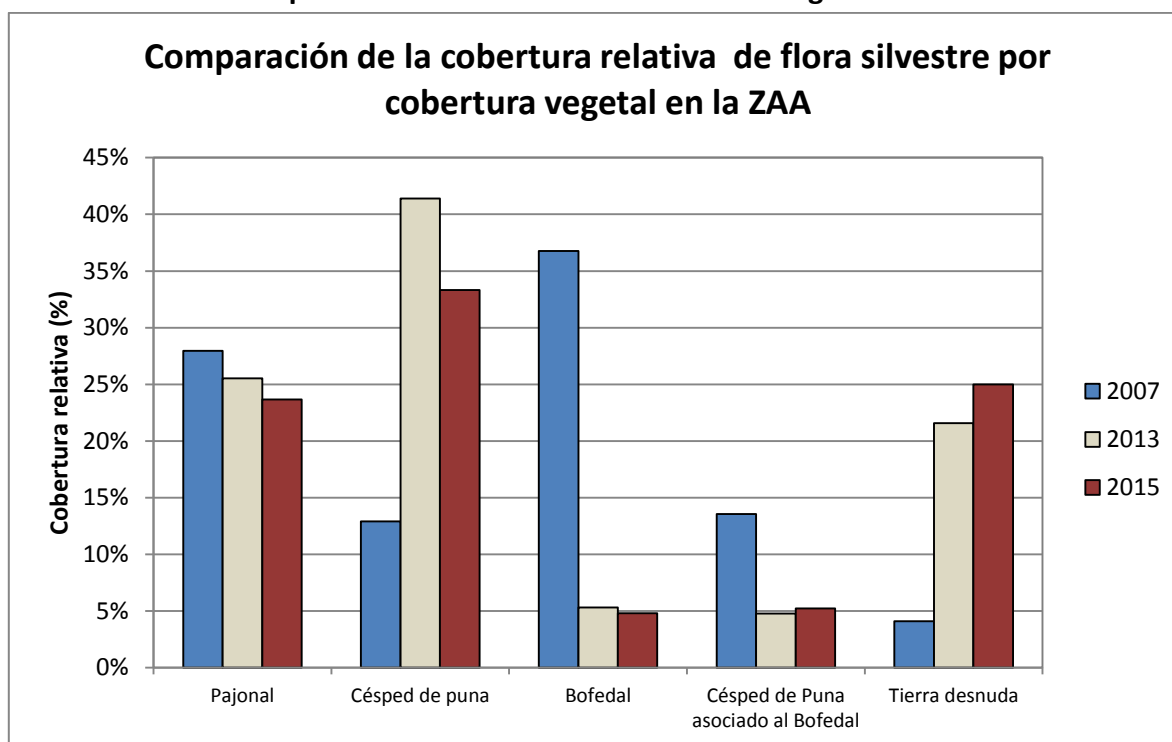


Figura 92. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

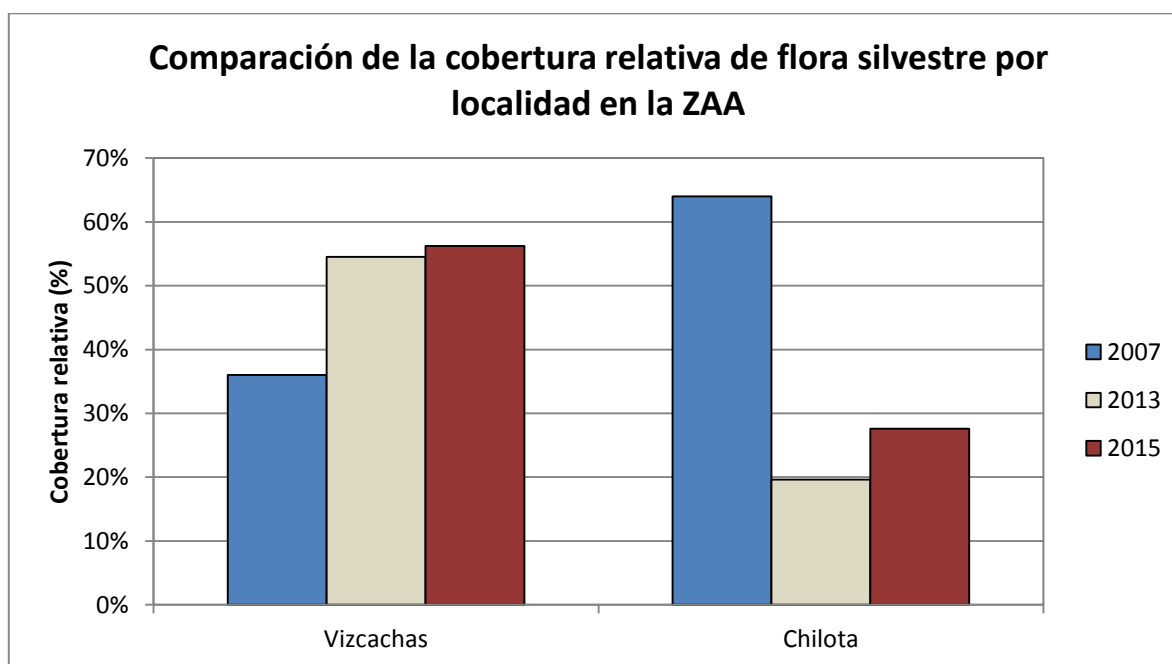
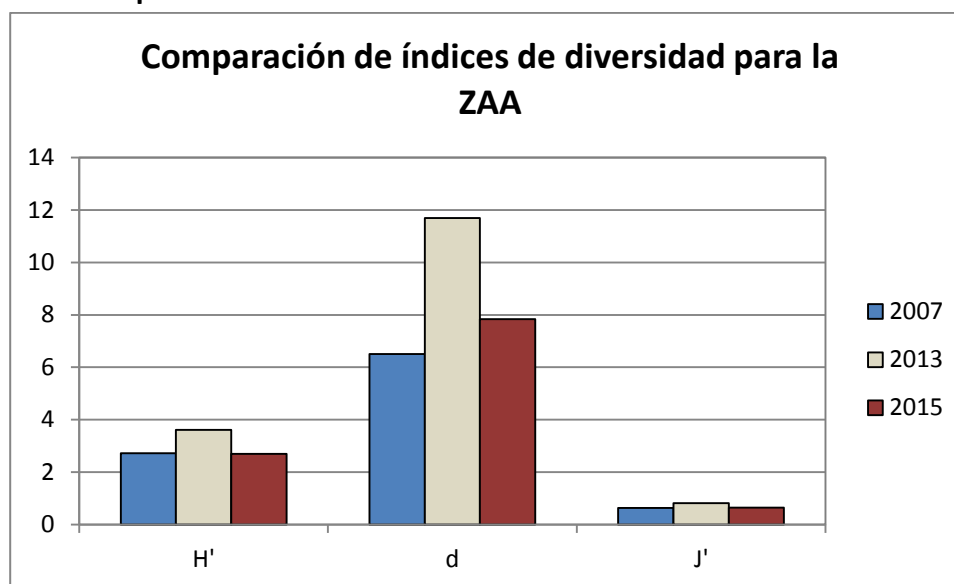


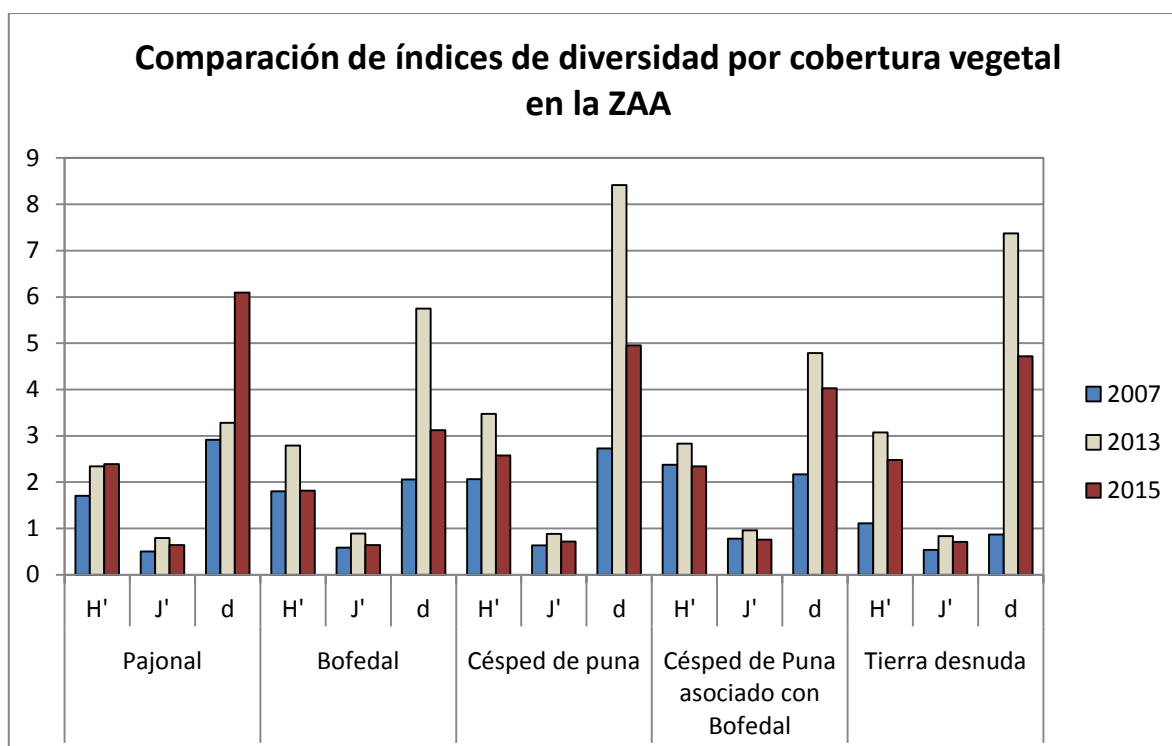
Figura 93. Comparación de la cobertura relativa de flora silvestre por localidad en la ZAA (época seca)

5.1.2.3. Comparación de índices de diversidad



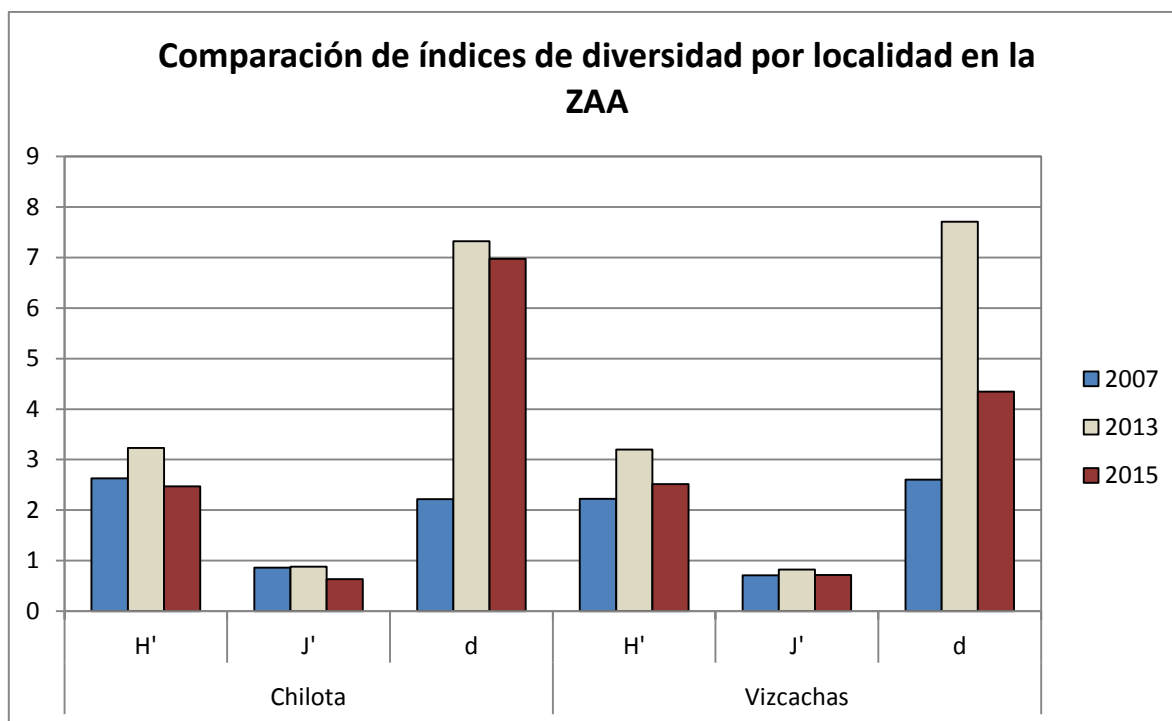
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 94. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 95. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 96. Comparación de índices de diversidad de flora silvestre por localidad para la ZAA (época seca)

5.2. Comparación del componente: AVIFAUNA

5.2.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca

5.2.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

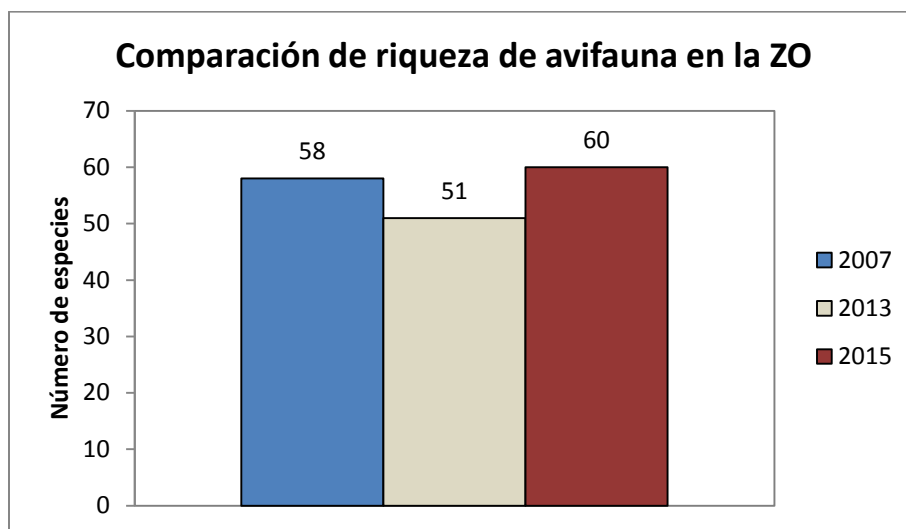


Figura 97. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZO (época seca)

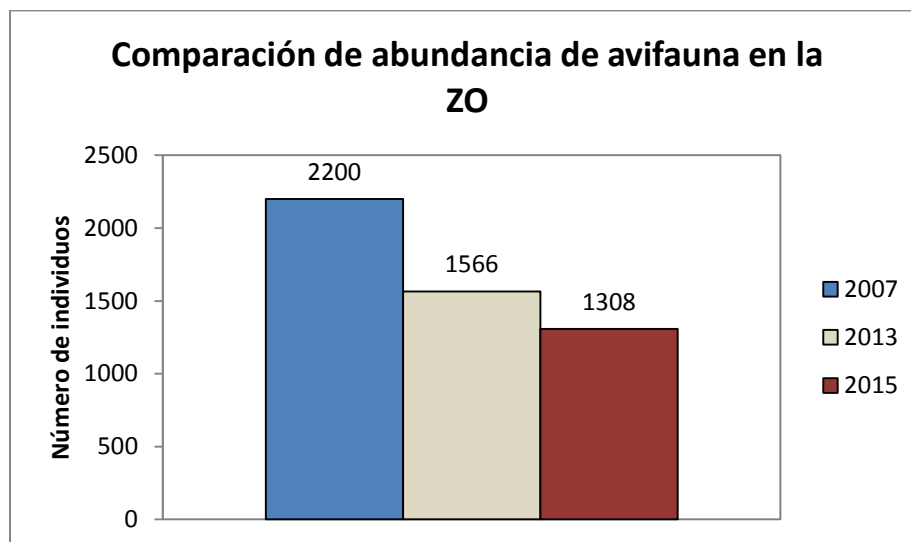


Figura 98. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZO (época seca)

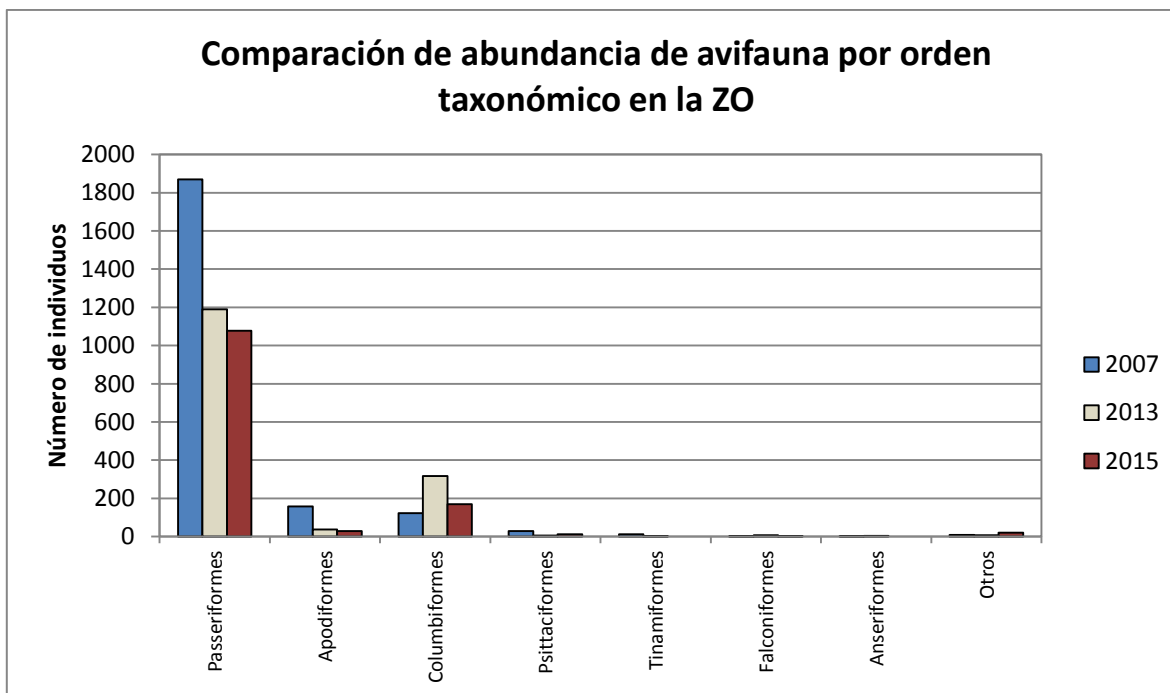


Figura 99. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZO (época seca)

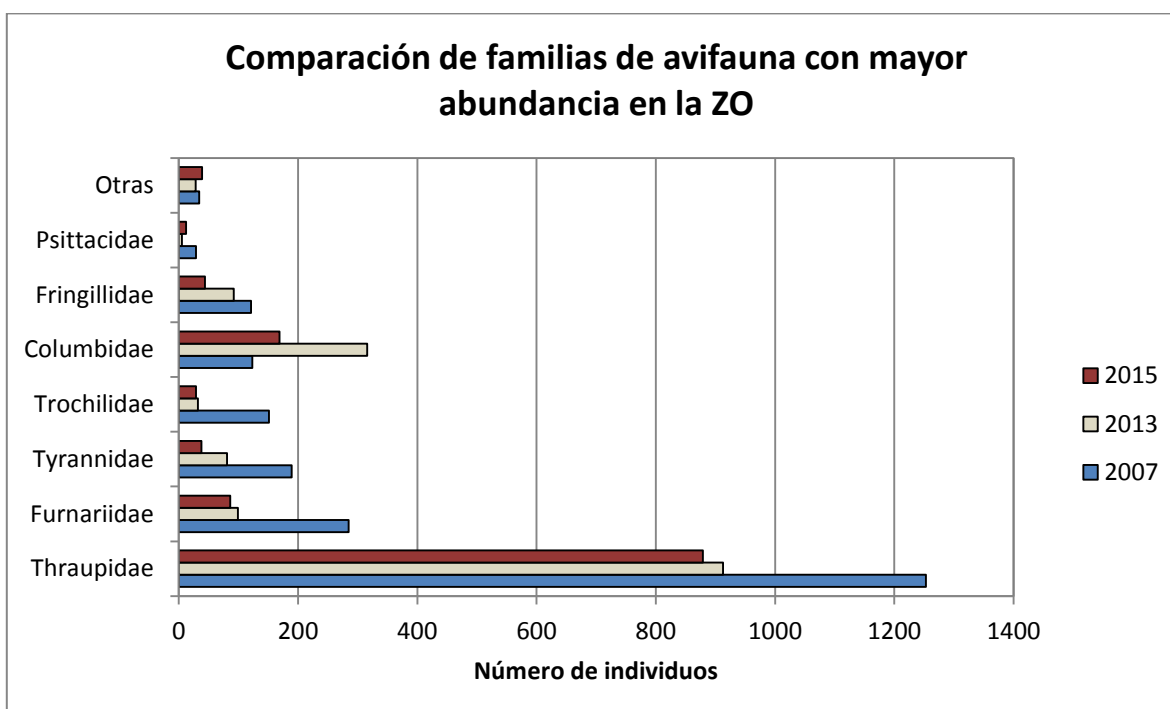


Figura 100. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZO (época seca)

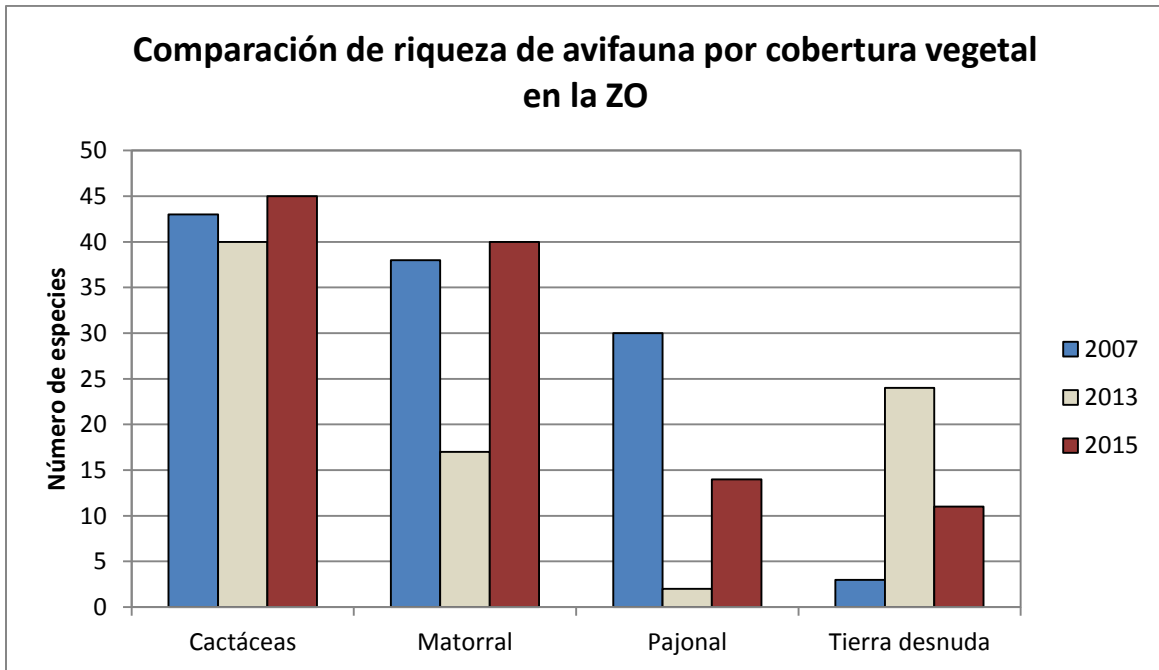


Figura 101. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

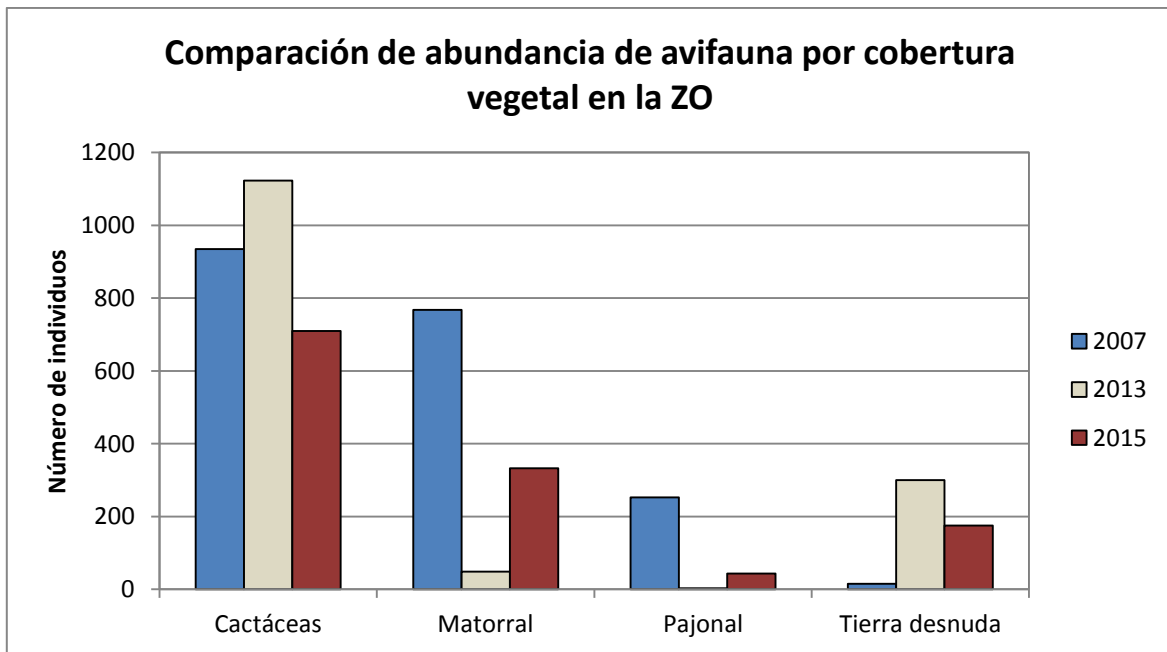


Figura 102. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

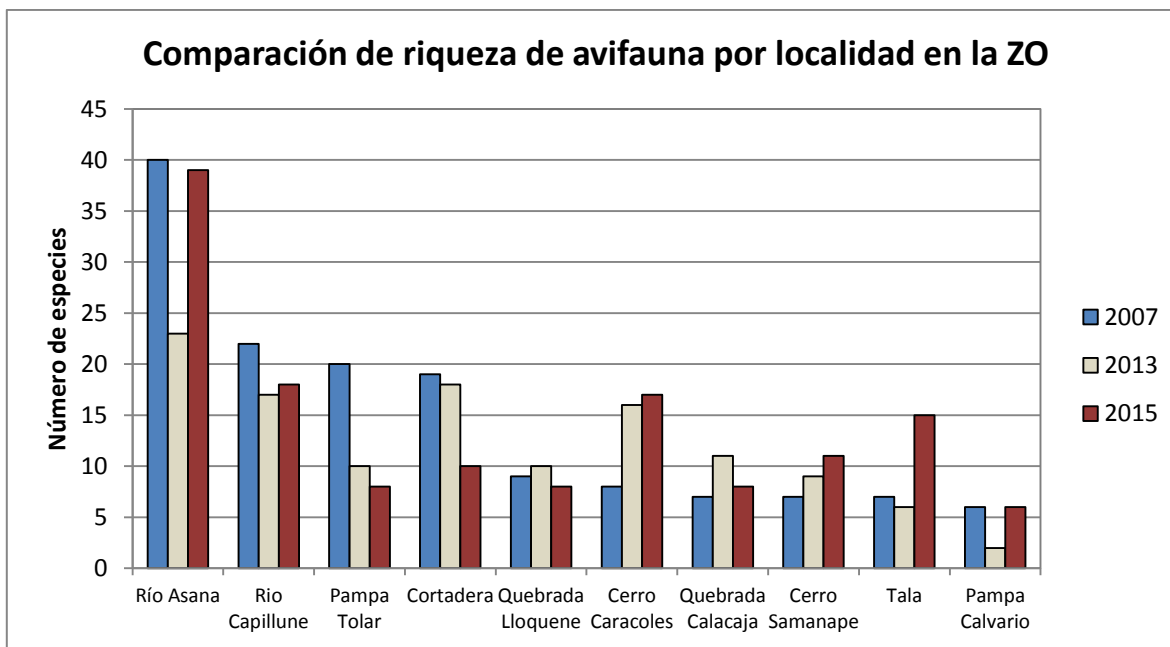


Figura 103. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZO (época seca)

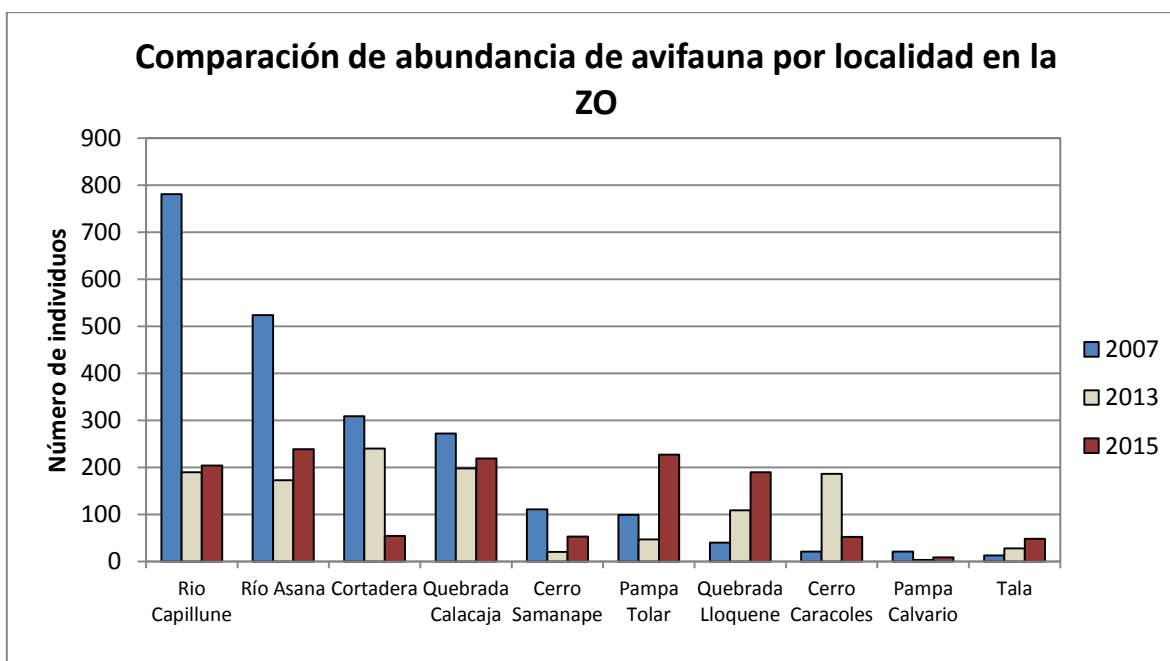
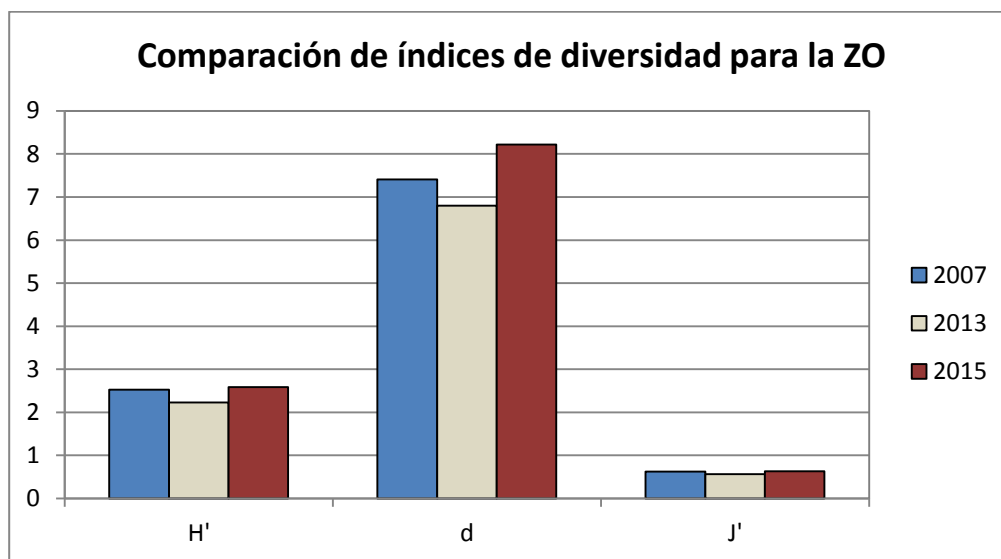


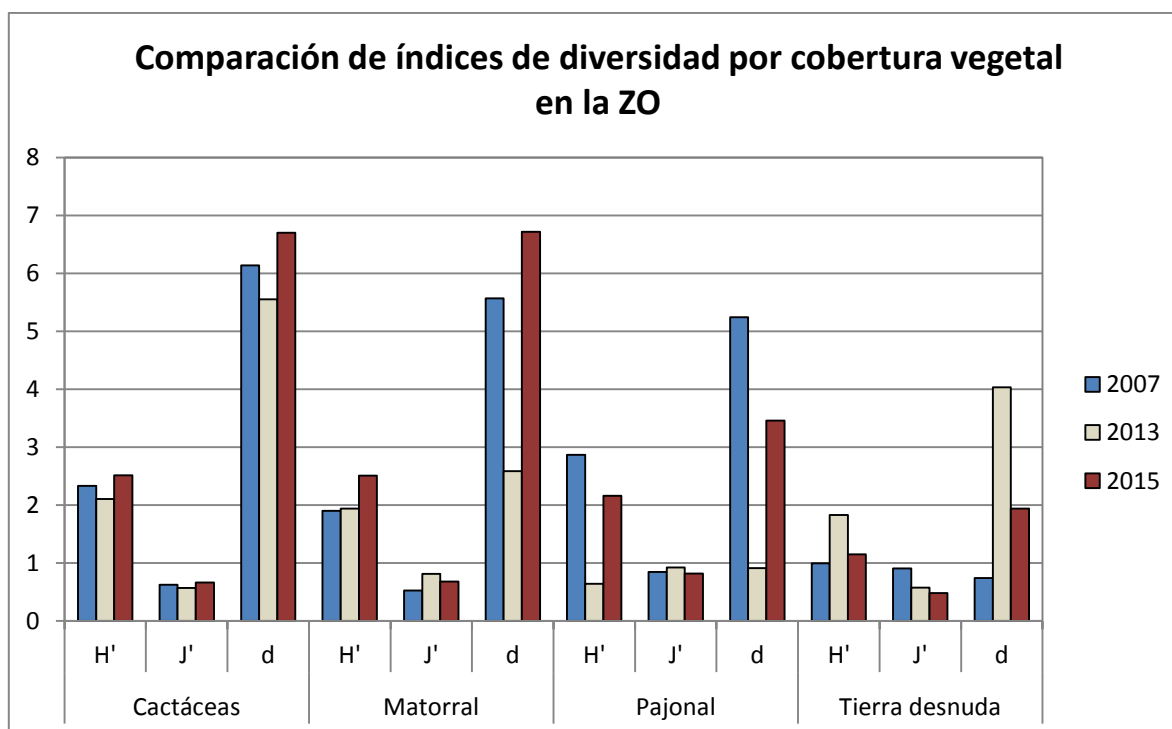
Figura 104. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZO (época seca)

5.2.1.2. Comparación de índices de diversidad



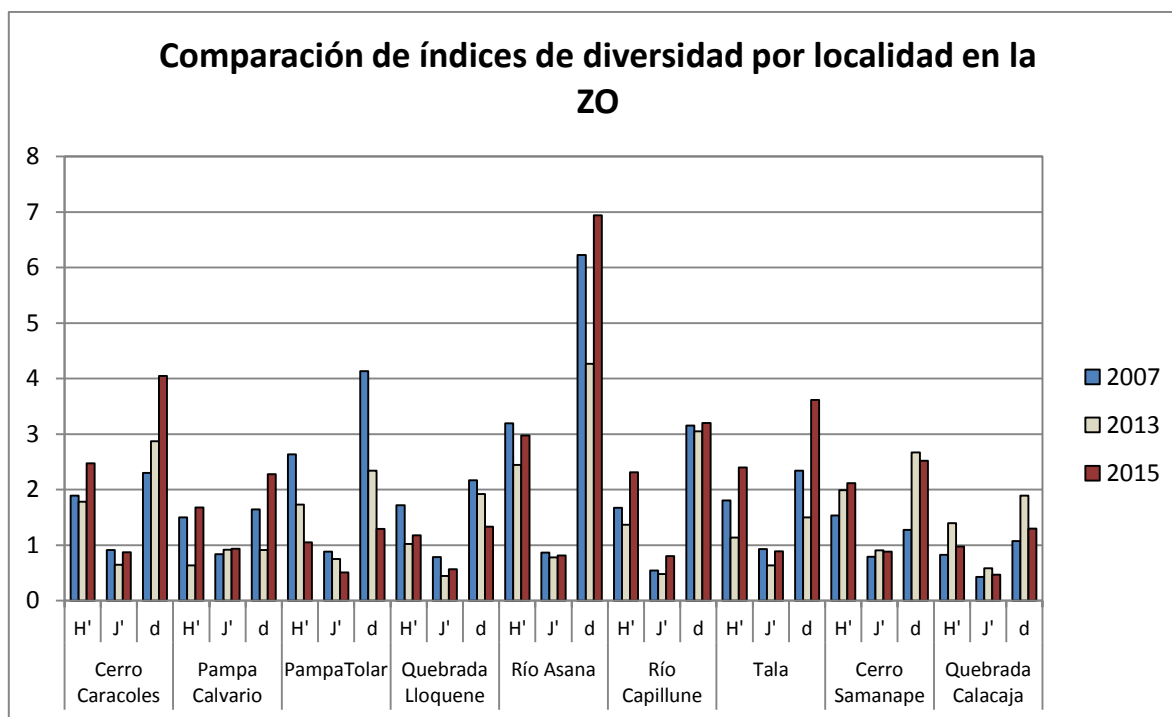
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 105. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 106. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 107. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZO (época seca)

5.2.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca

5.2.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

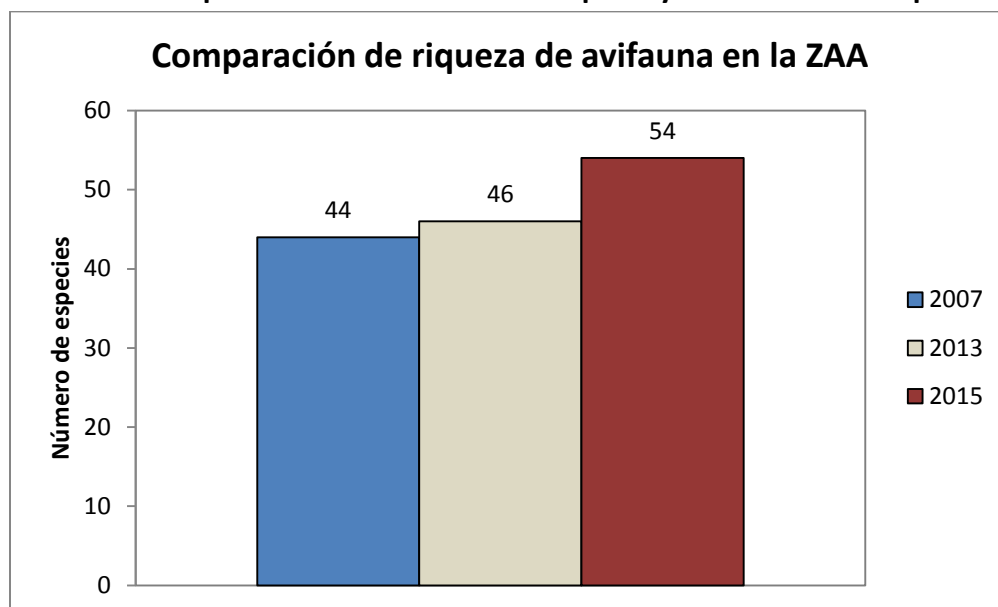


Figura 108. Comparación de la riqueza de avifauna registrada en la ZAA (época seca)

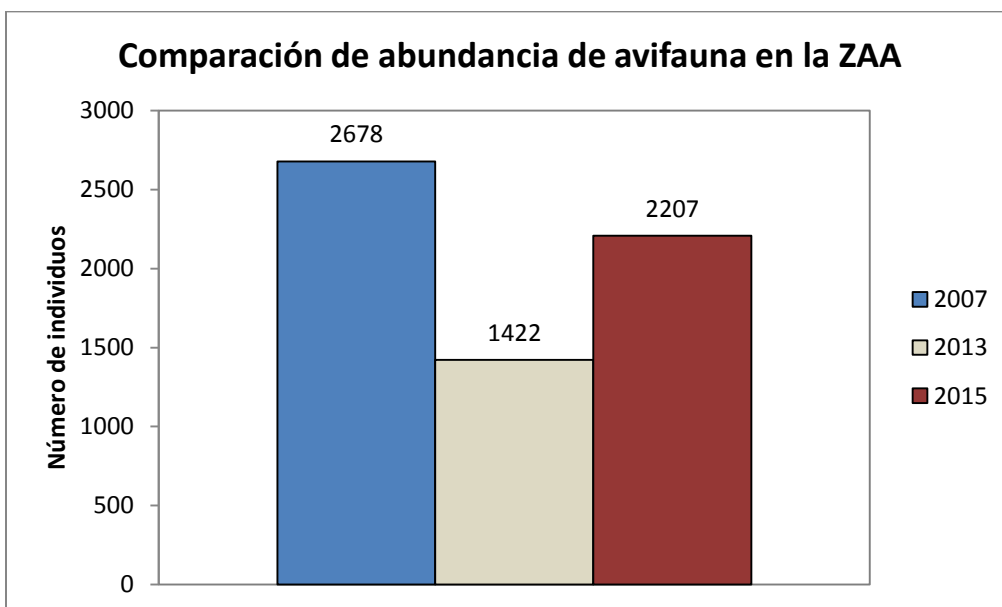


Figura 109. Comparación de la abundancia de avifauna registrada en la ZAA (época seca)

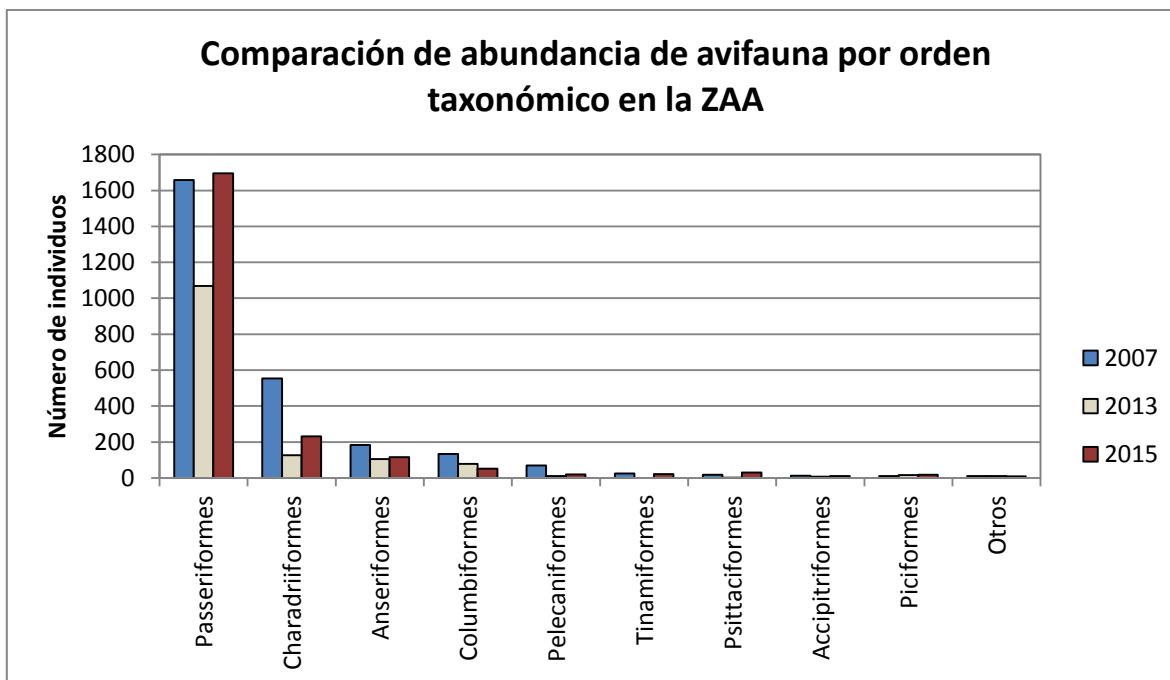


Figura 110. Comparación de la abundancia de avifauna por orden taxonómico en la ZAA (época seca)

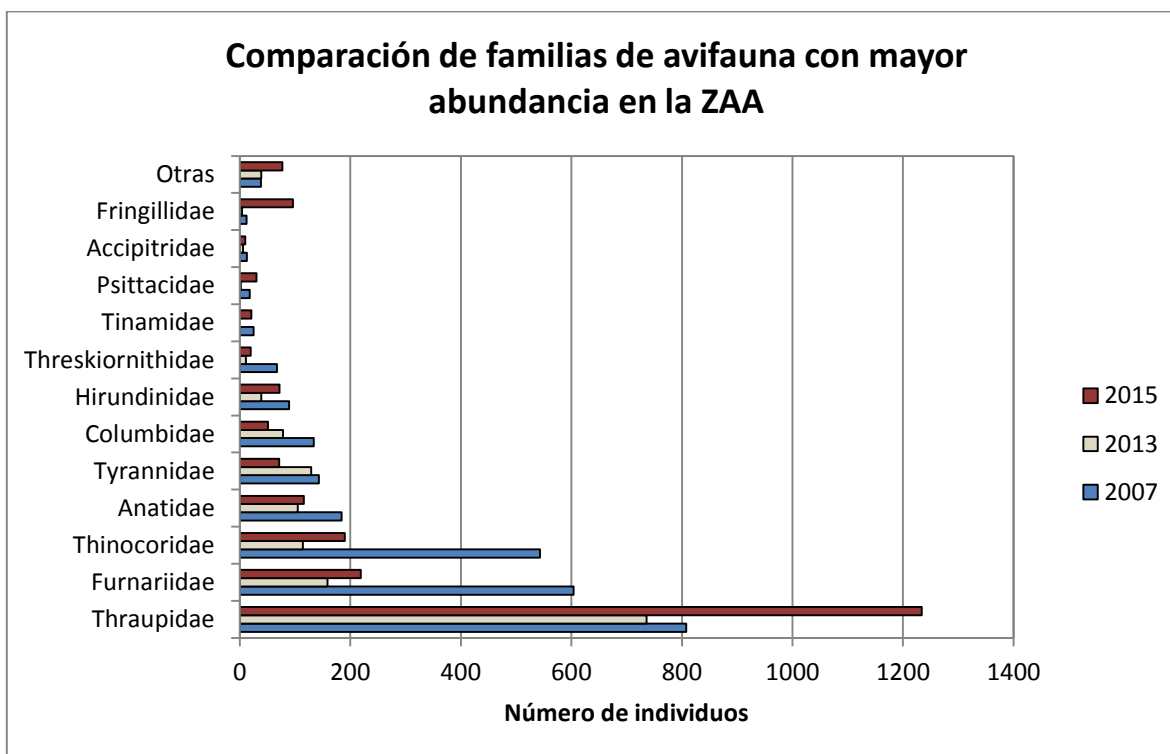


Figura 111. Comparación de las familias de avifauna con mayor abundancia en la ZAA (época seca)

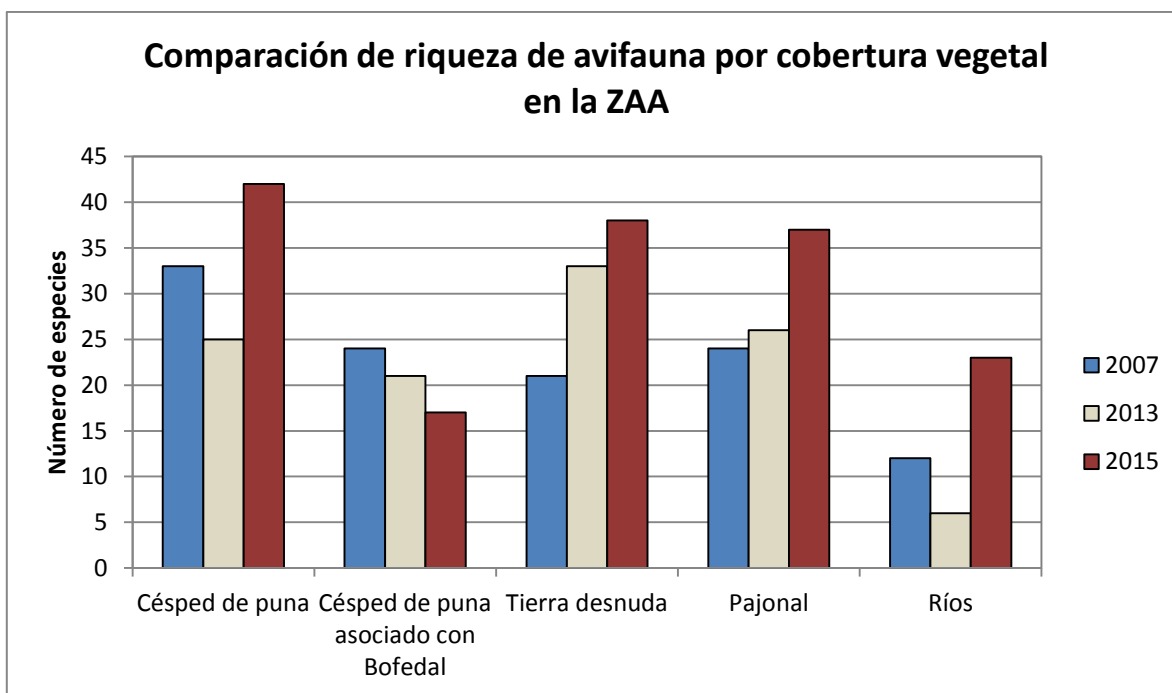


Figura 112. Comparación de la riqueza de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

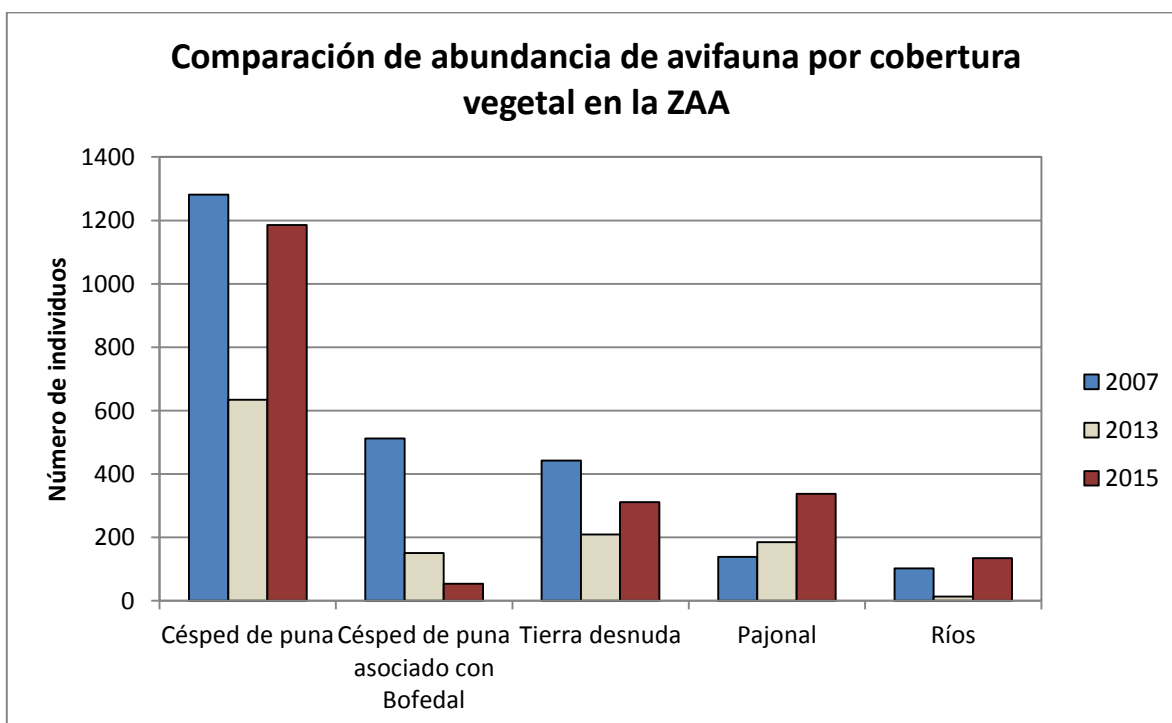


Figura 113. Comparación de la abundancia de avifauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

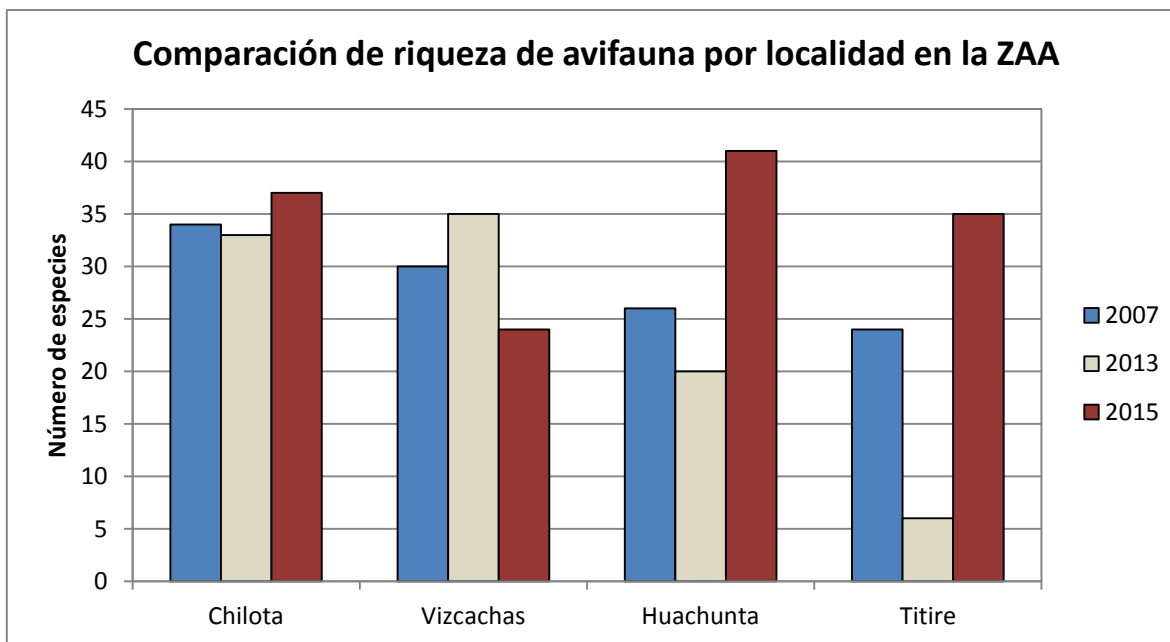


Figura 114. Comparación de la riqueza de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)

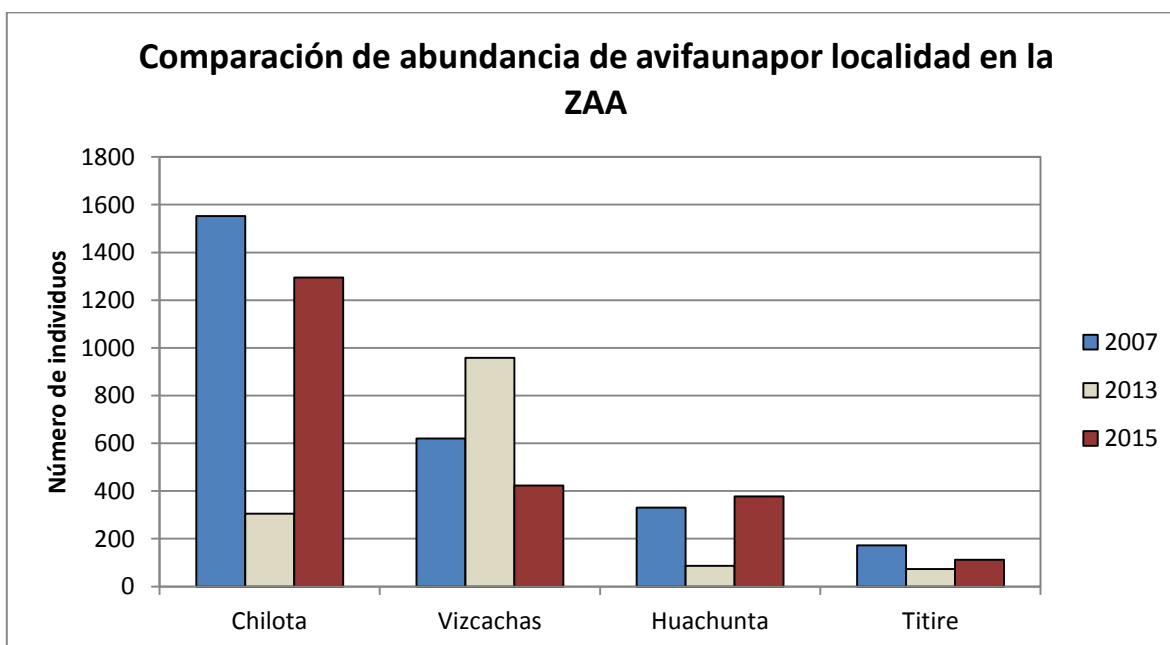


Figura 115. Comparación de la abundancia de avifauna por localidad en la ZAA (época seca)

5.2.2.2. Comparación de índices de diversidad

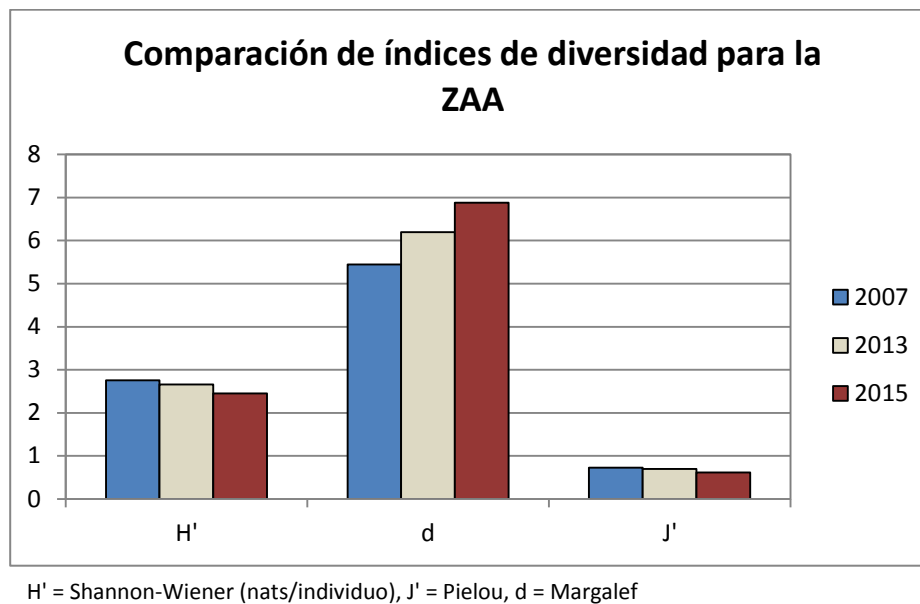


Figura 116. Comparación de índices de diversidad de avifauna para la ZAA (época seca)

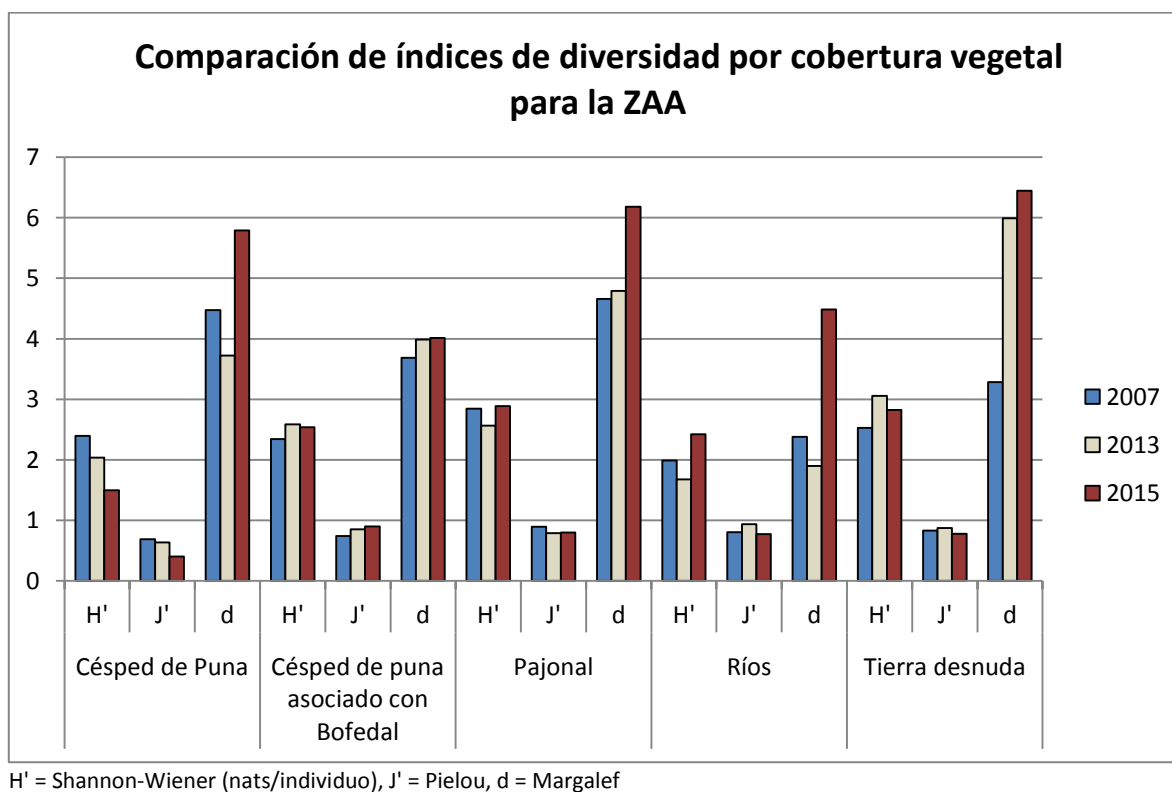
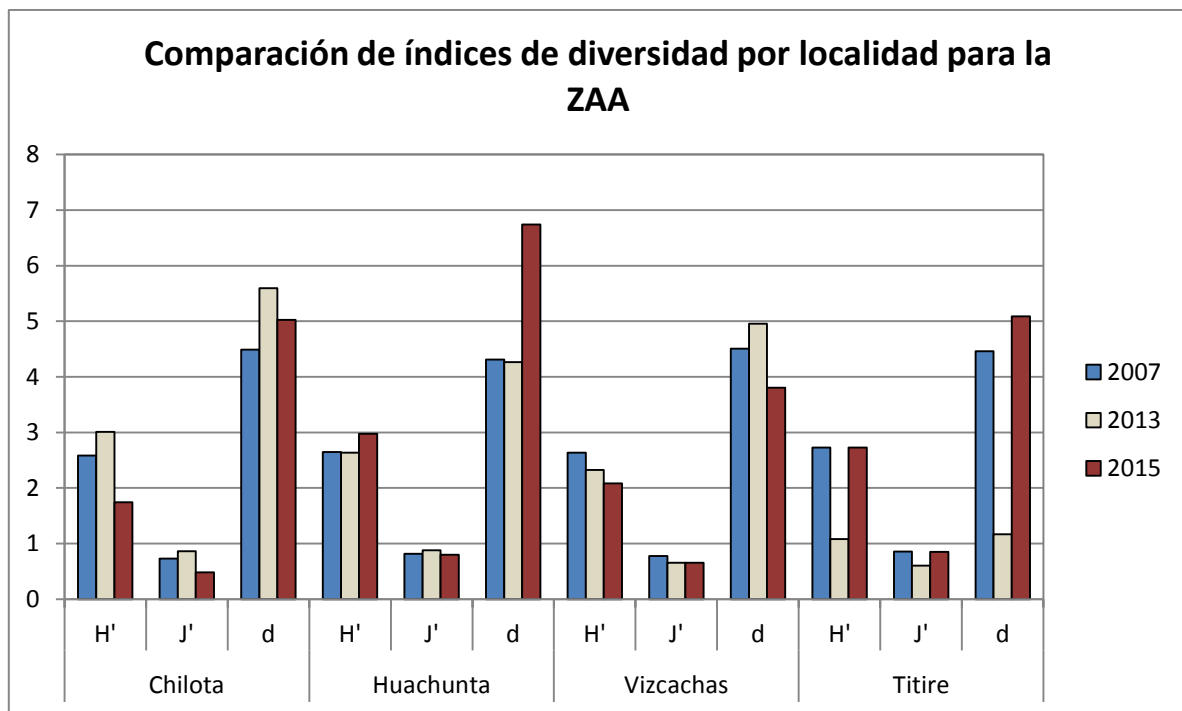


Figura 117. Comparación de índices de diversidad de avifauna por cobertura vegetal para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 118. Comparación de índices de diversidad de avifauna por localidad para la ZAA (época seca)

5.3. Componente: MAMÍFEROS

5.3.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca

5.3.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

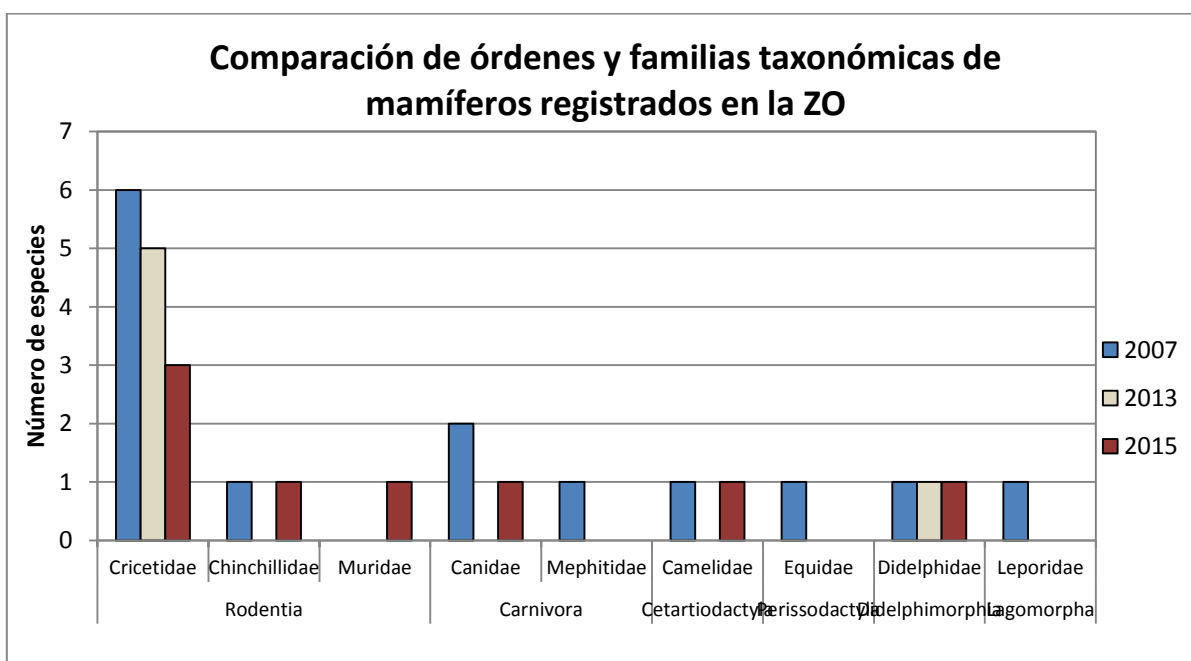


Figura 119. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZO (época seca)

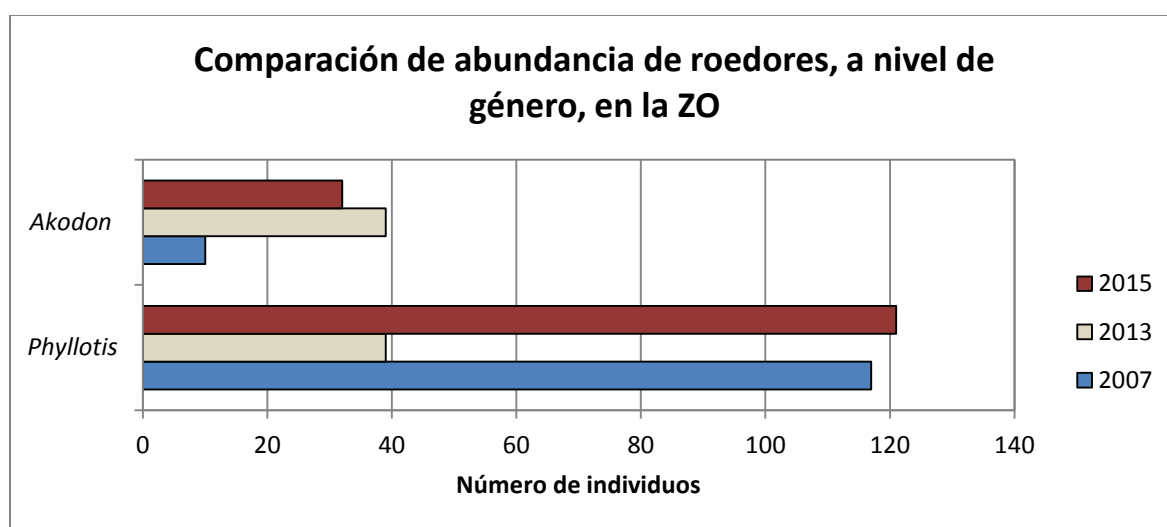


Figura 120. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)

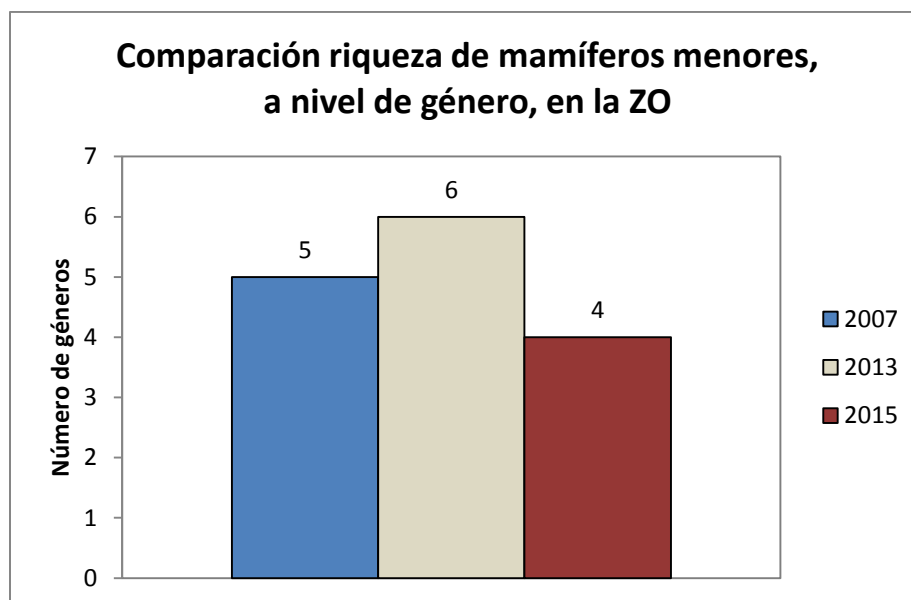


Figura 121. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZO (época seca)

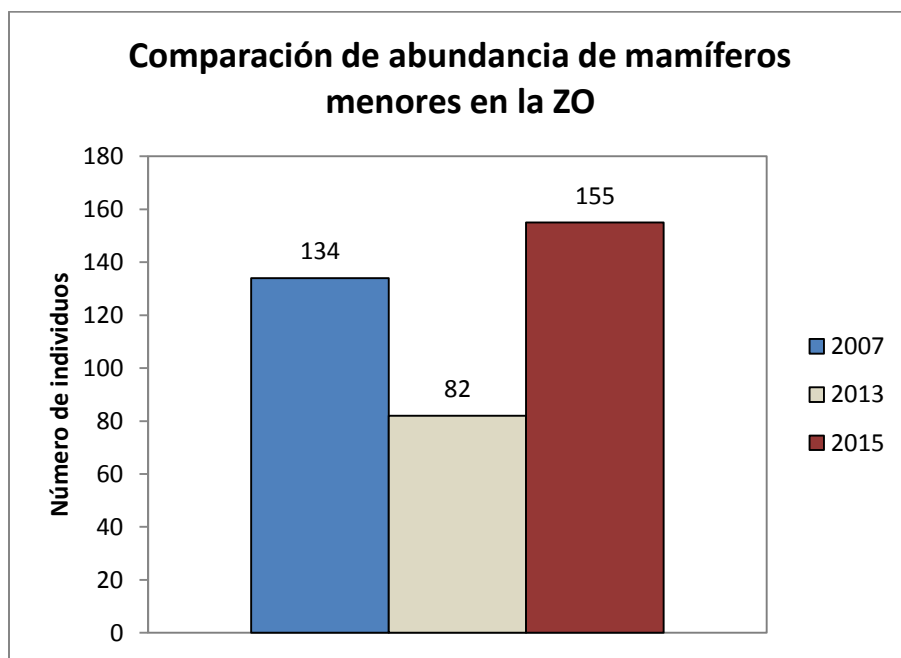


Figura 122. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZO (época seca)

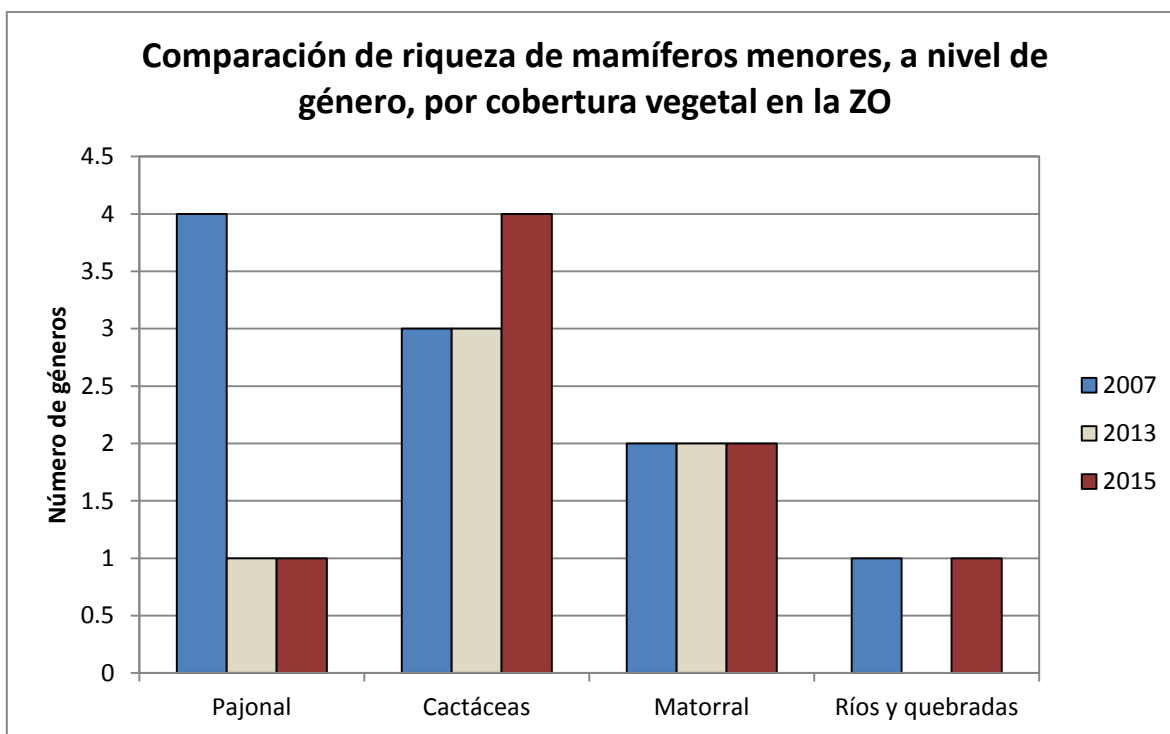


Figura 123. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

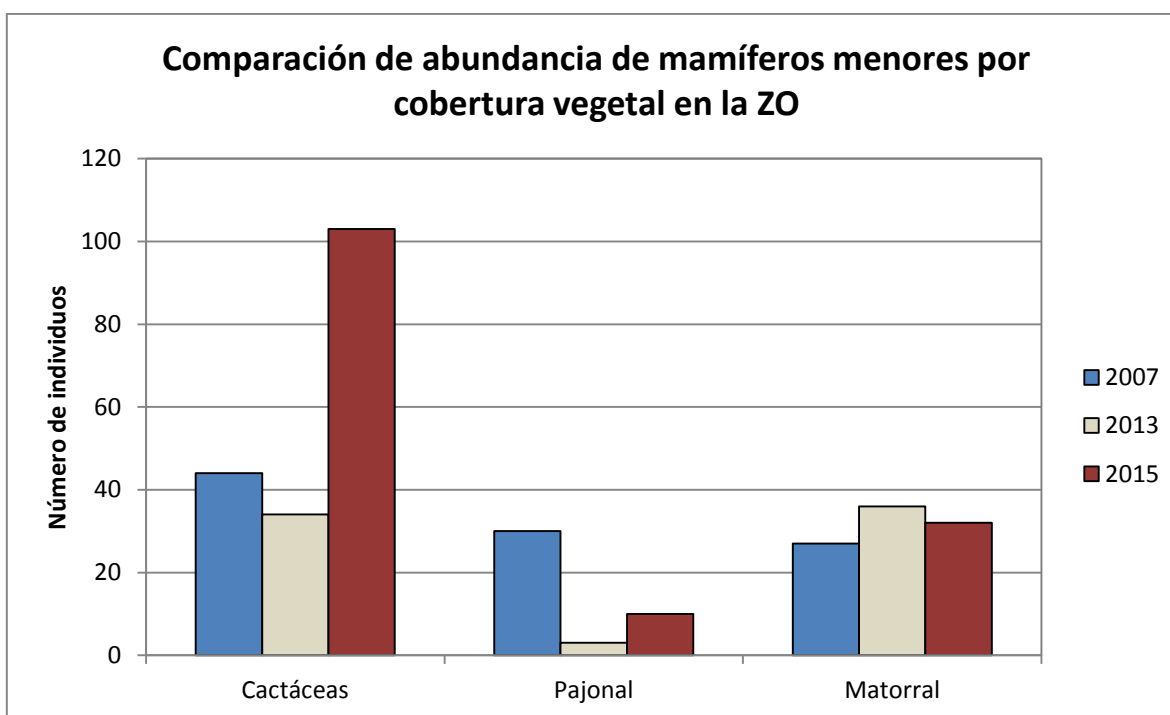


Figura 124. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

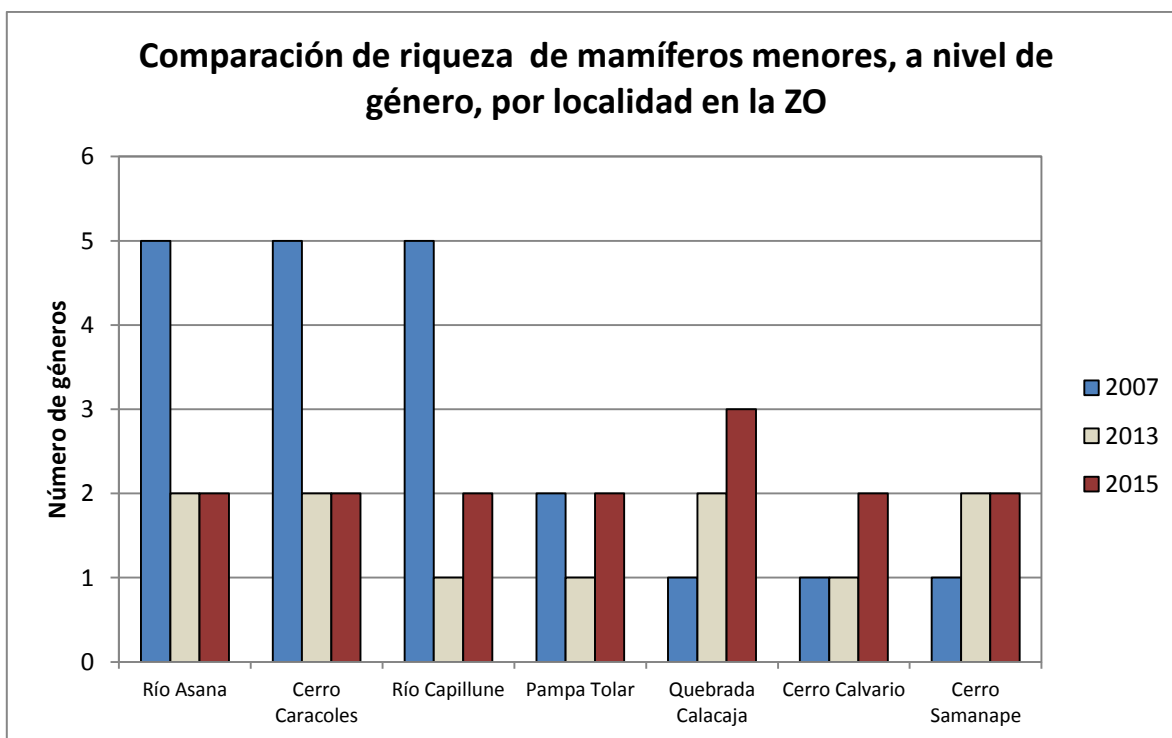


Figura 125. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por localidad en la ZO (época seca)

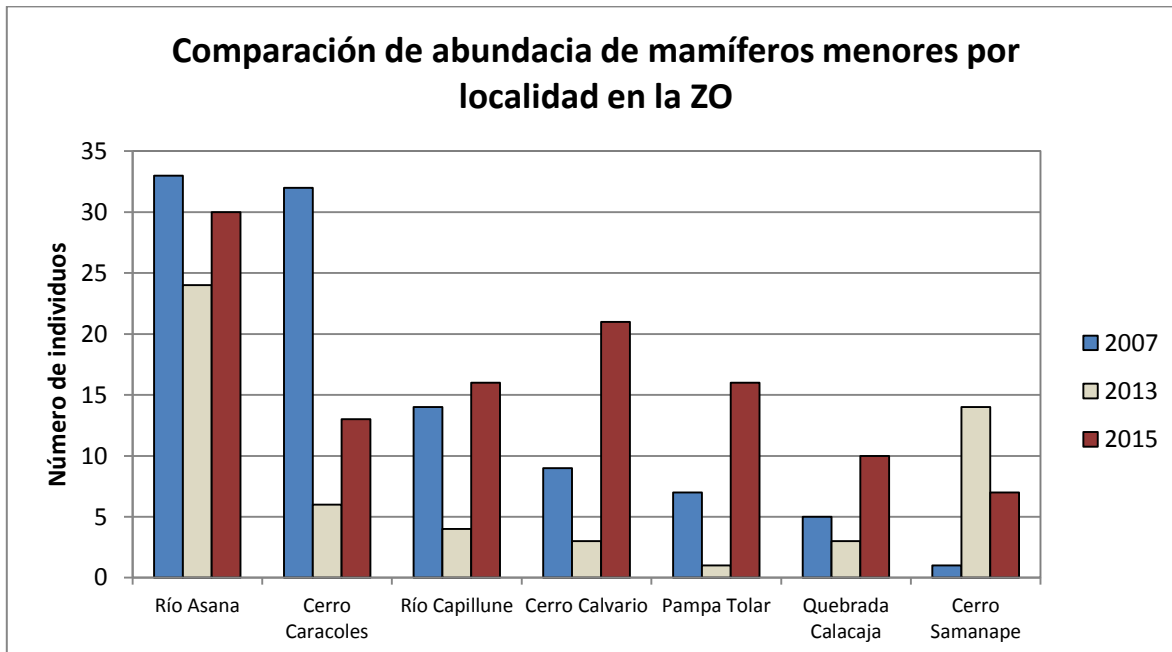
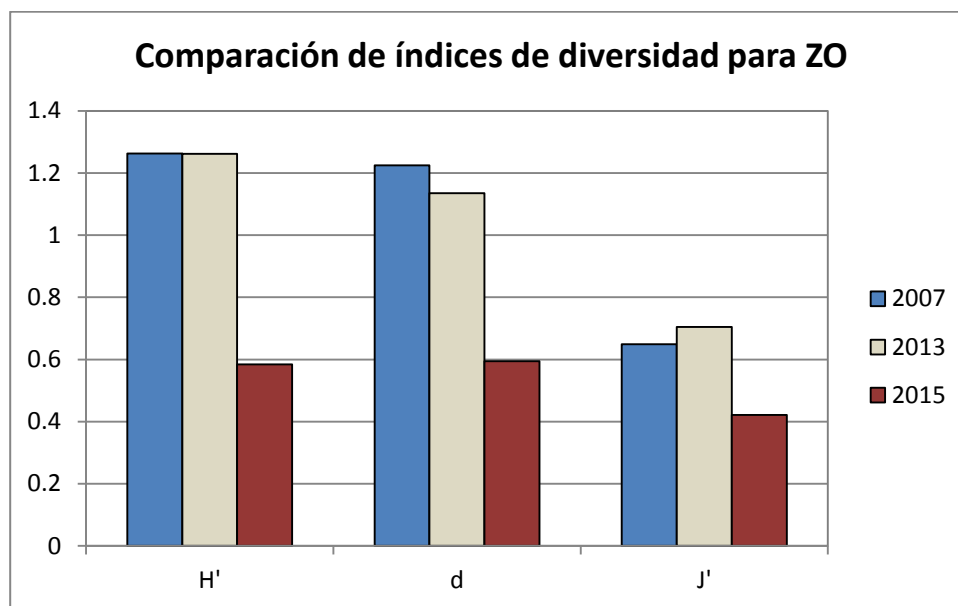


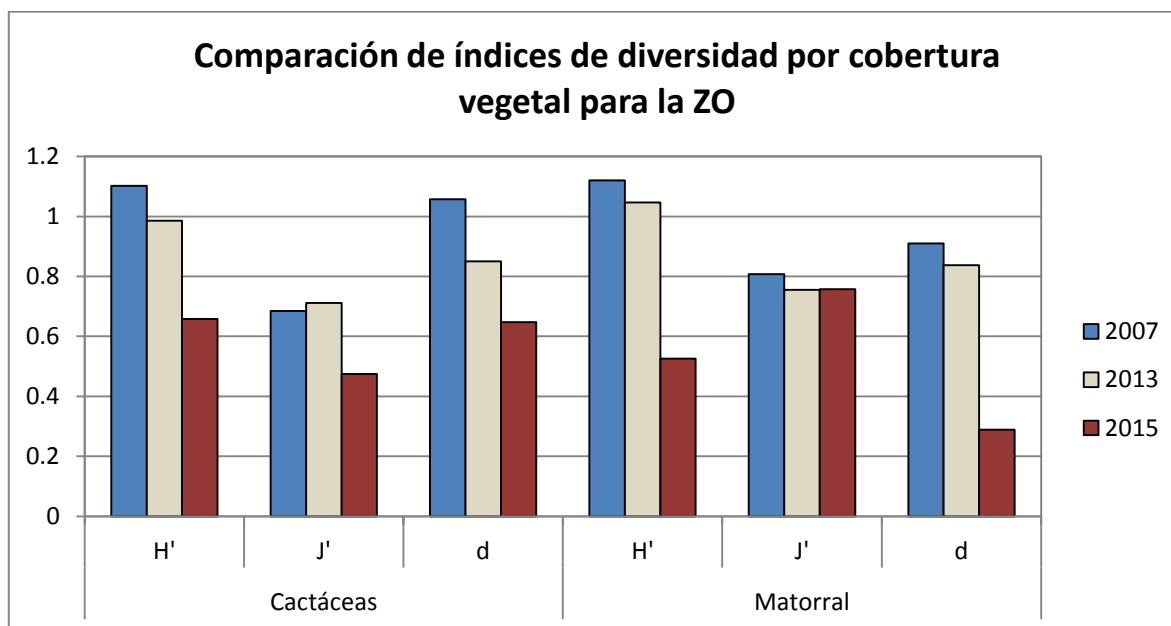
Figura 126. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZO (época seca)

5.3.1.2. Comparación de índices de diversidad



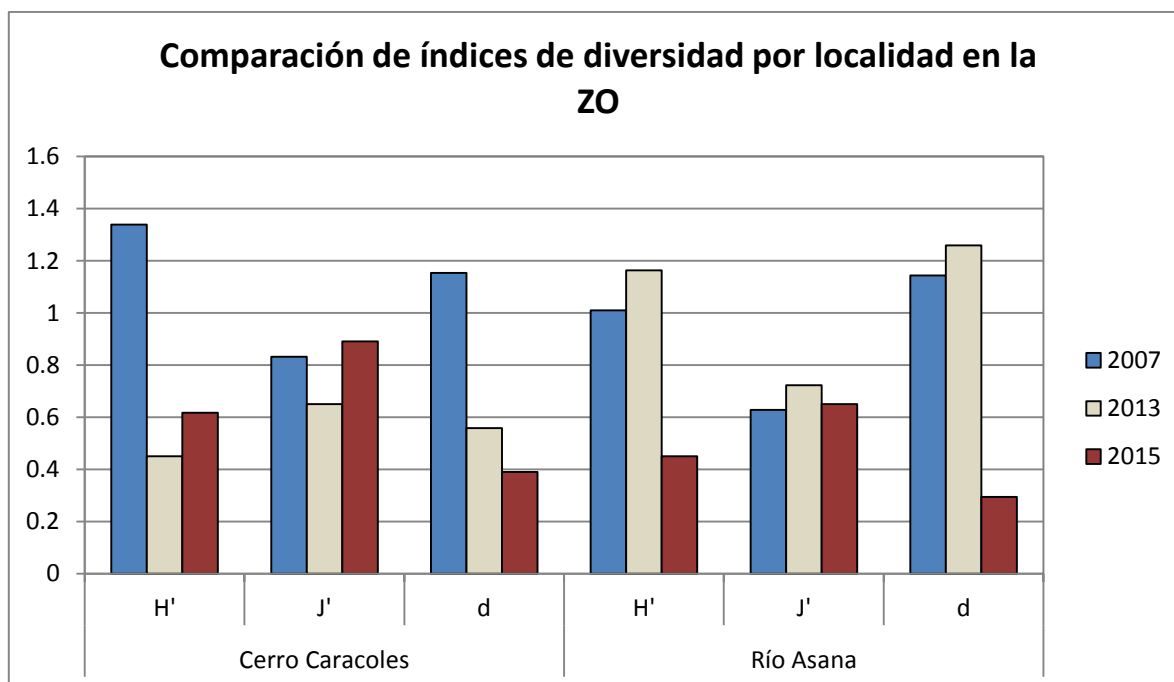
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 127. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 128. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 129. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)

5.3.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca

5.3.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

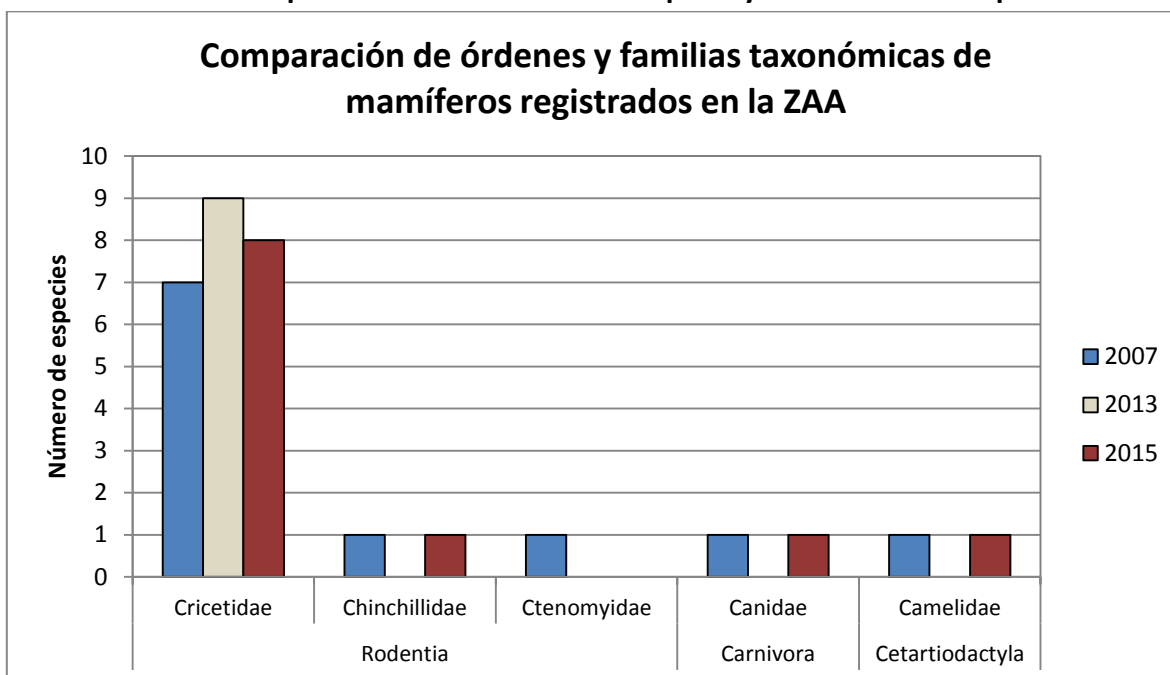


Figura 130. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de los mamíferos registrados en la ZAA (época seca)

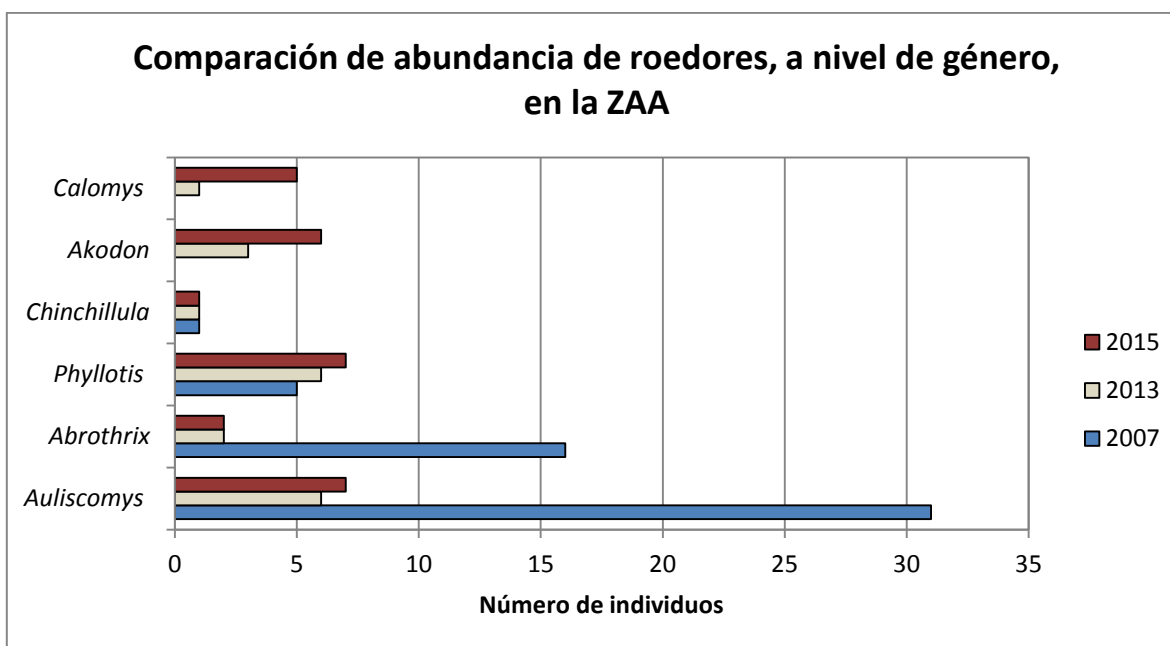


Figura 131. Comparación de la abundancia de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)

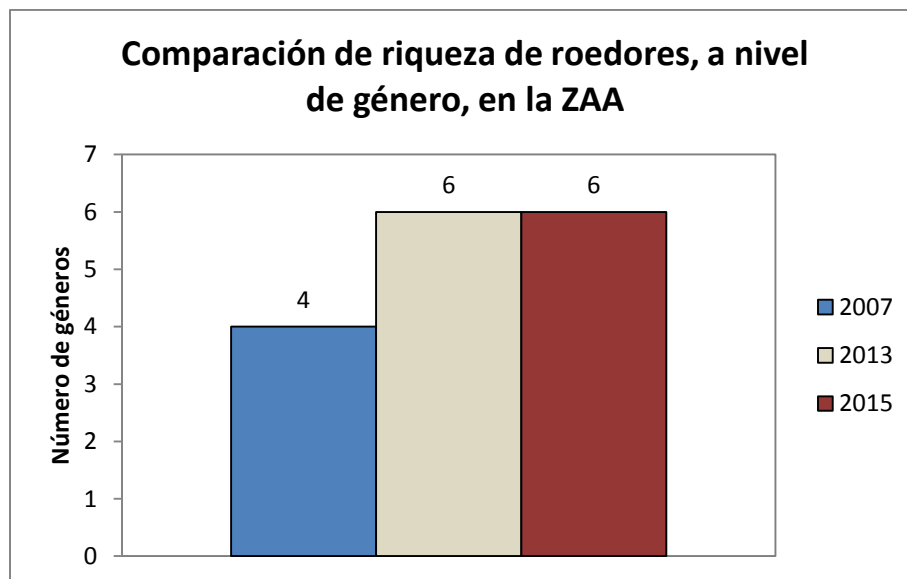


Figura 132. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, en la ZAA (época seca)

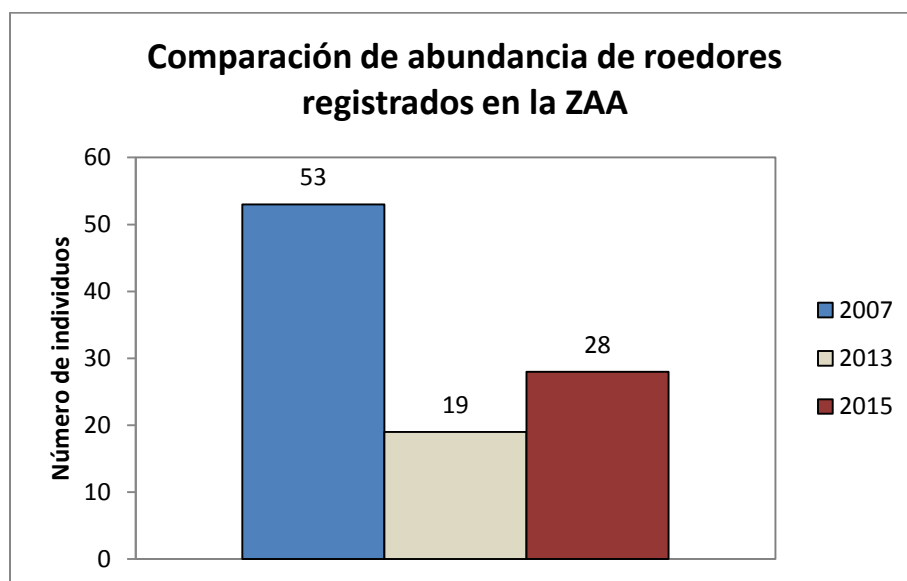


Figura 133. Comparación de abundancia de roedores registrados en la ZAA (época seca)

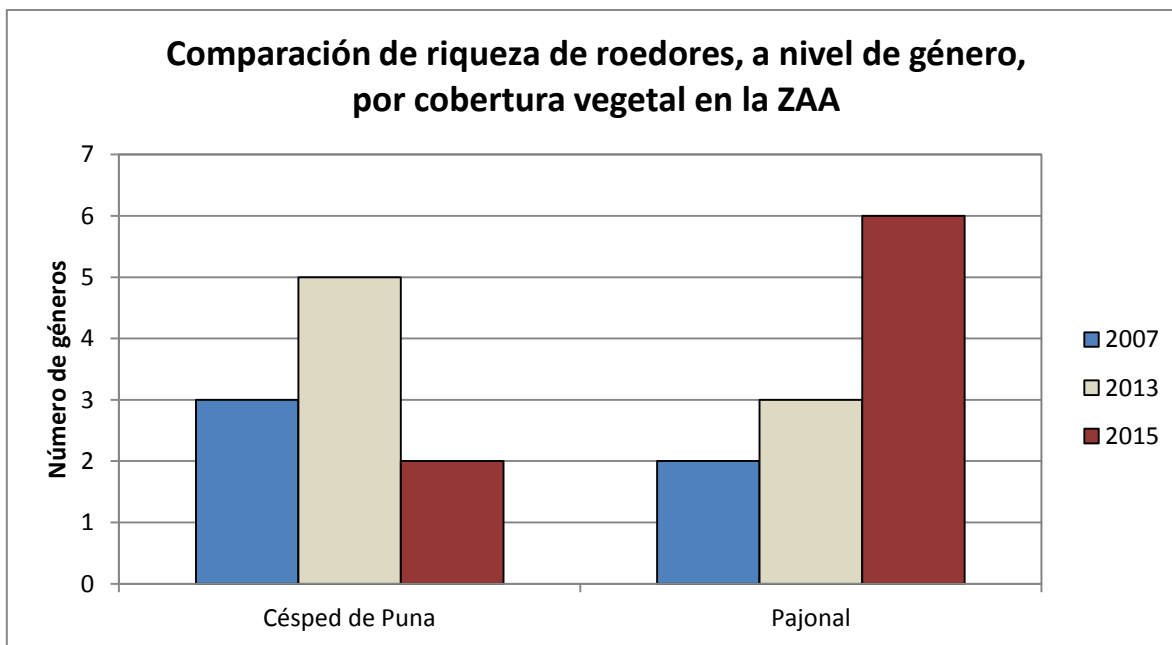


Figura 134. Comparación de riqueza de roedores, a nivel de género, por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

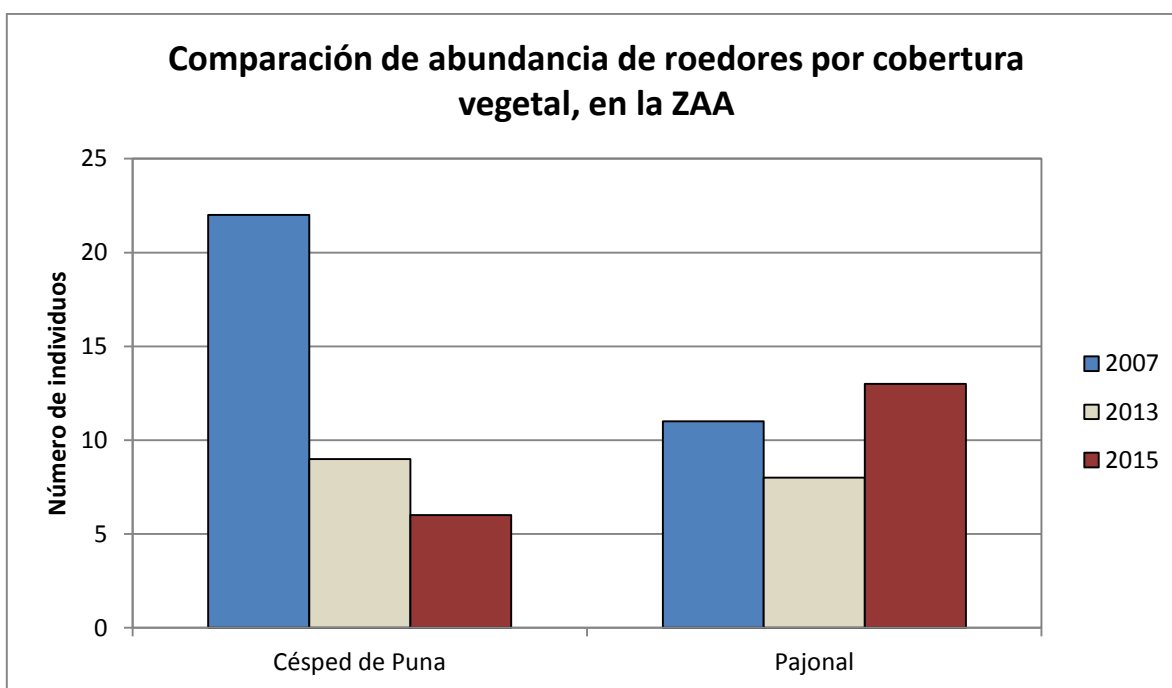


Figura 135. Comparación de la abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

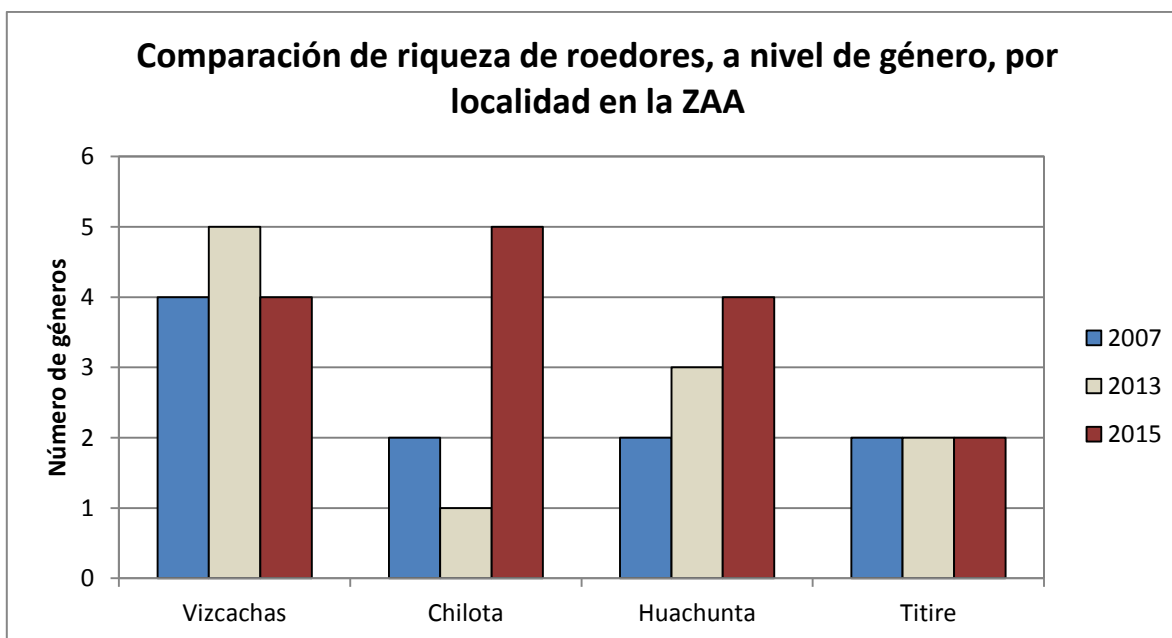


Figura 136. Comparación de riqueza, a nivel de género, de roedores por localidad en la ZAA (época seca)

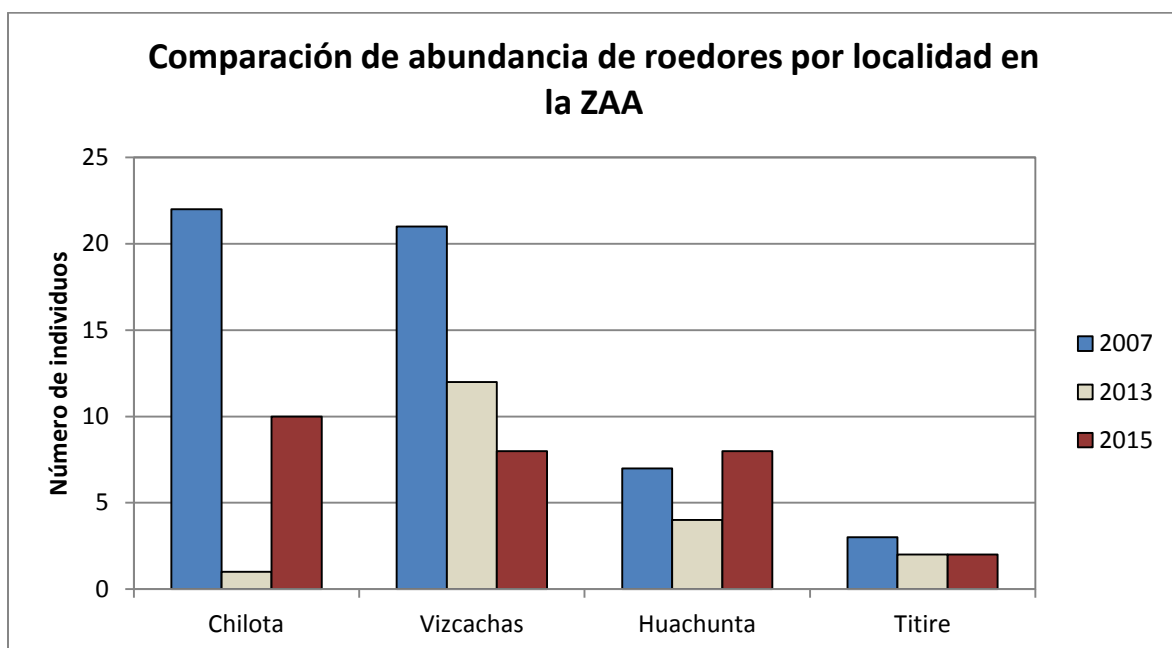
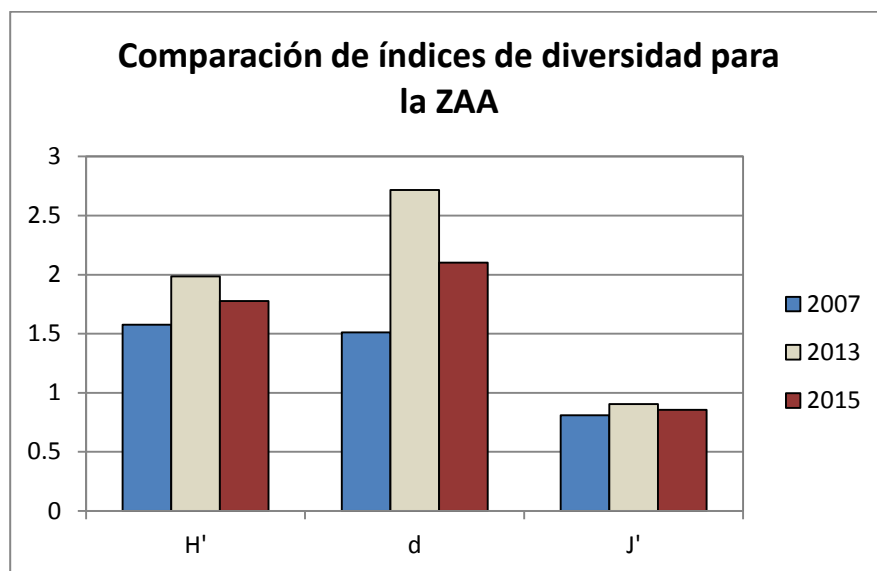


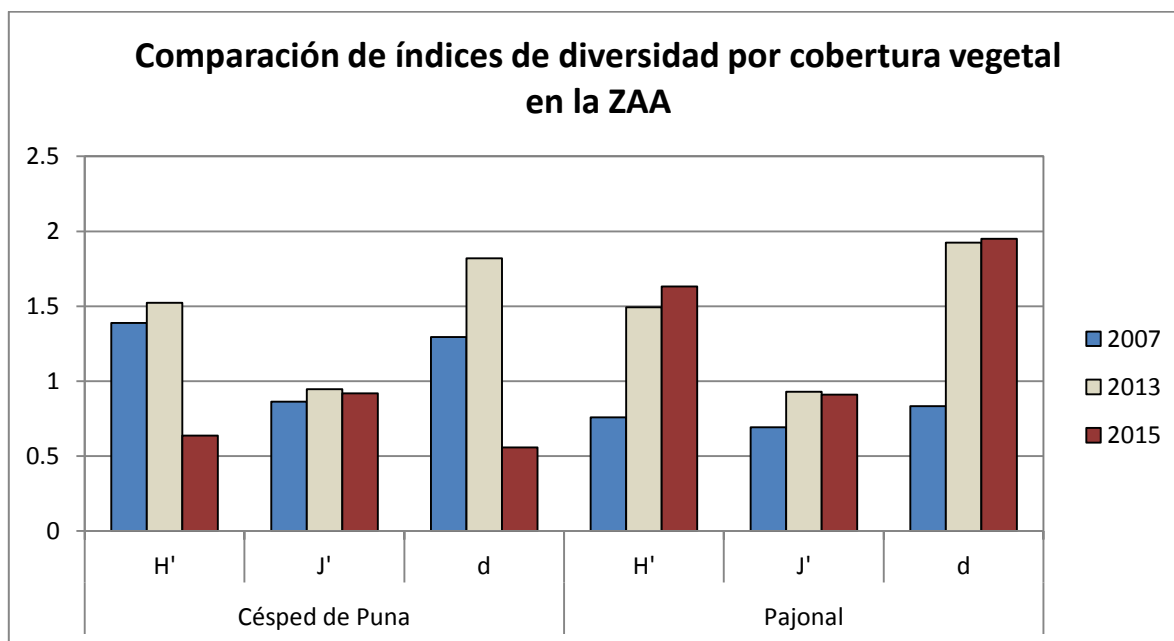
Figura 137. Comparación de la abundancia de roedores por localidad en la ZAA (época seca)

5.3.2.2. Comparación de índices de diversidad



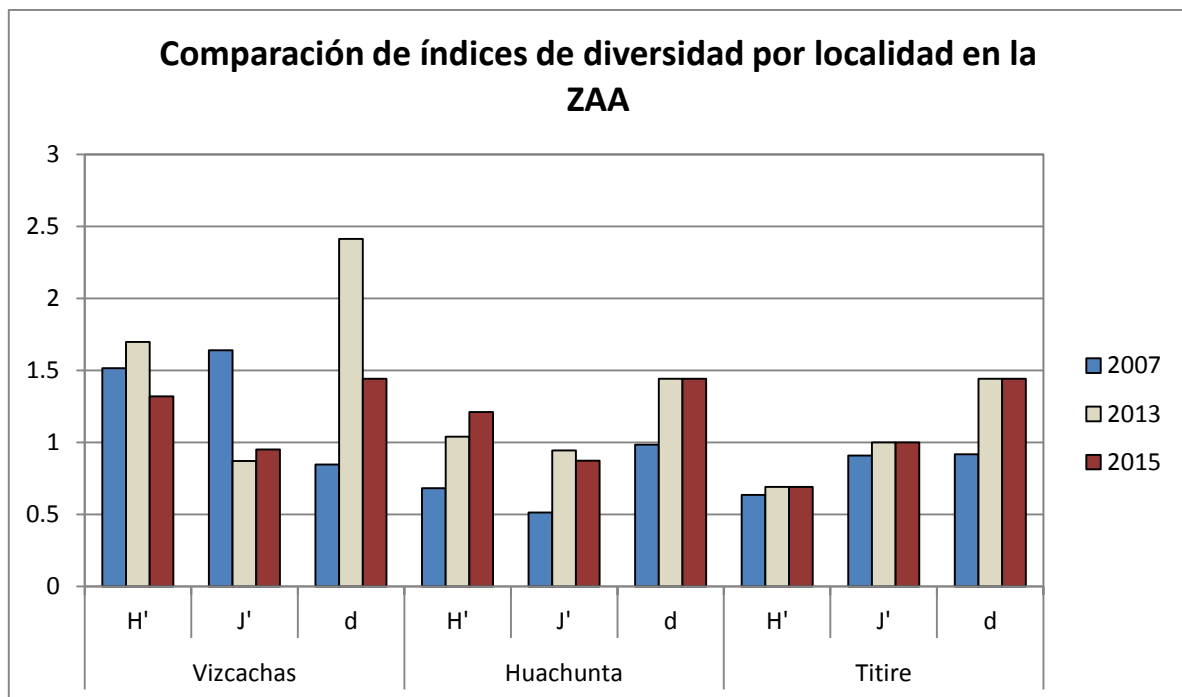
H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 138. Comparación de índices de diversidad de mamíferos para la ZAA (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 139. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para la ZO (época seca)



H' = Shannon-Wiener (nats/individuo), J' = Pielou, d = Margalef

Figura 140. Comparación de índices de diversidad de mamíferos por localidad para la ZO (época seca)

5.4. Componente: HERPETOFAUNA

5.4.1. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de operaciones (ZO) durante la época seca

5.4.1.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

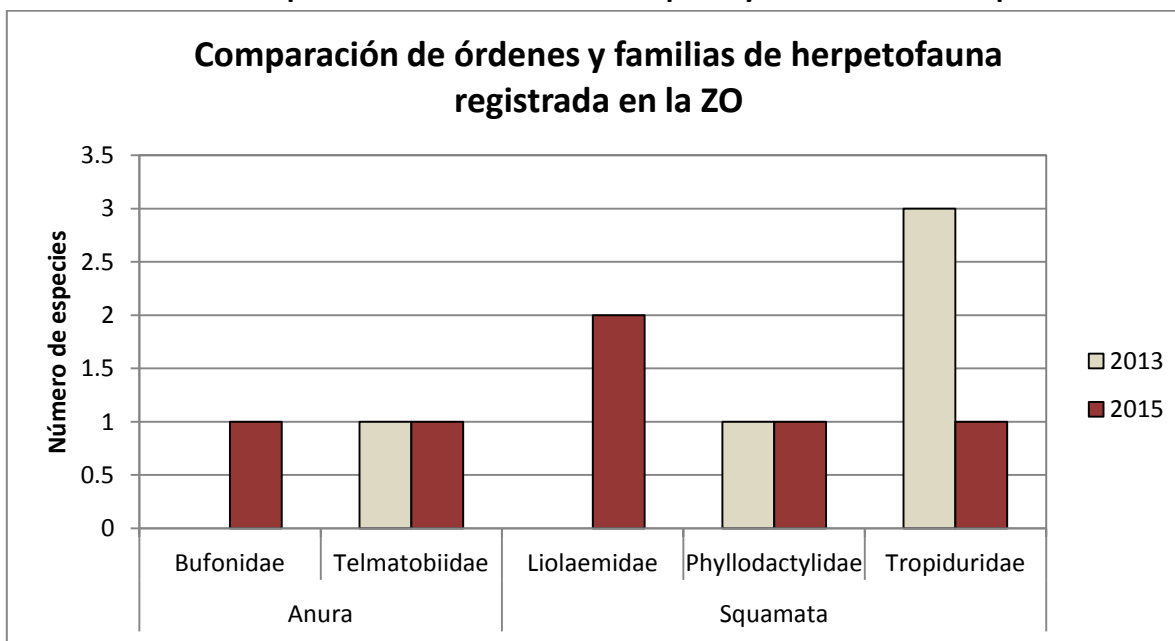


Figura 141. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZO (época seca)

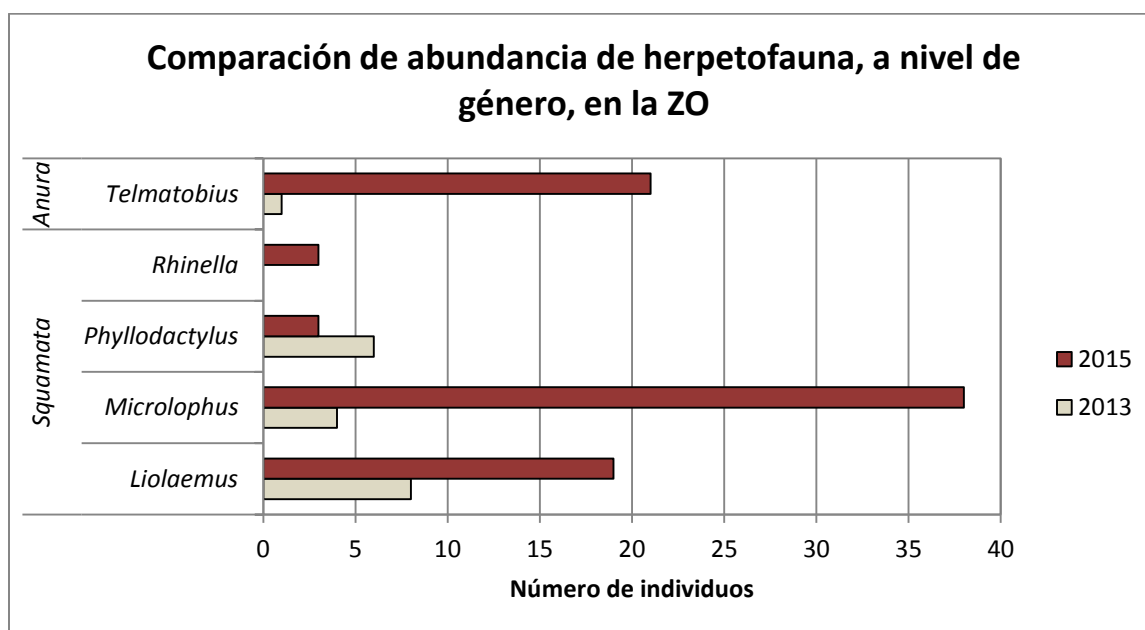


Figura 142. Comparación de la abundancia de herpetofauna, a nivel de género, en la ZO (época seca)

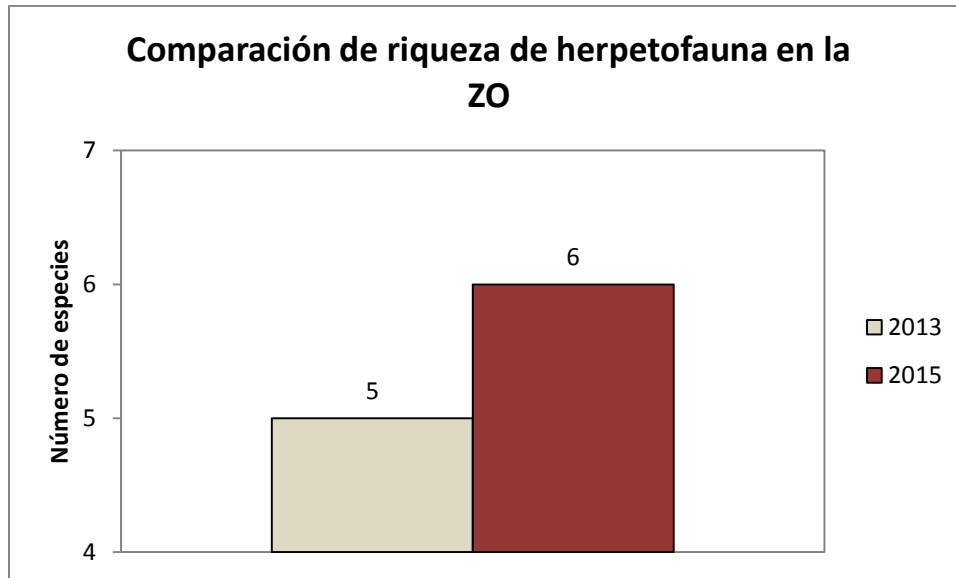


Figura 143. Comparación de riqueza de herpetofauna, en la ZO (época seca)

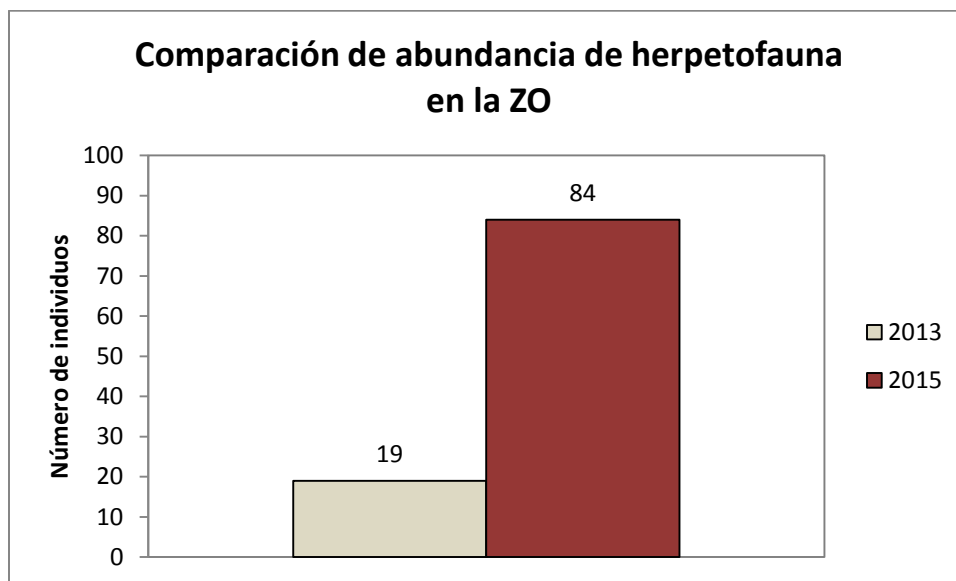


Figura 144. Comparación de abundancia de herpetofauna en la ZO (época seca)

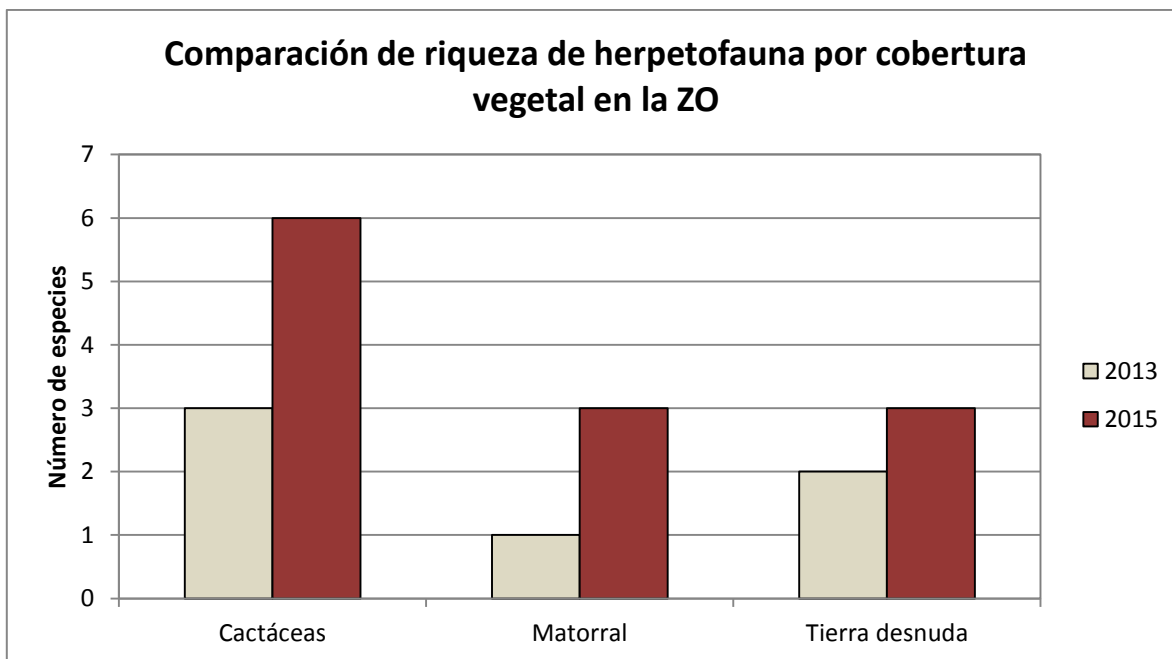


Figura 145. Comparación de riqueza de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

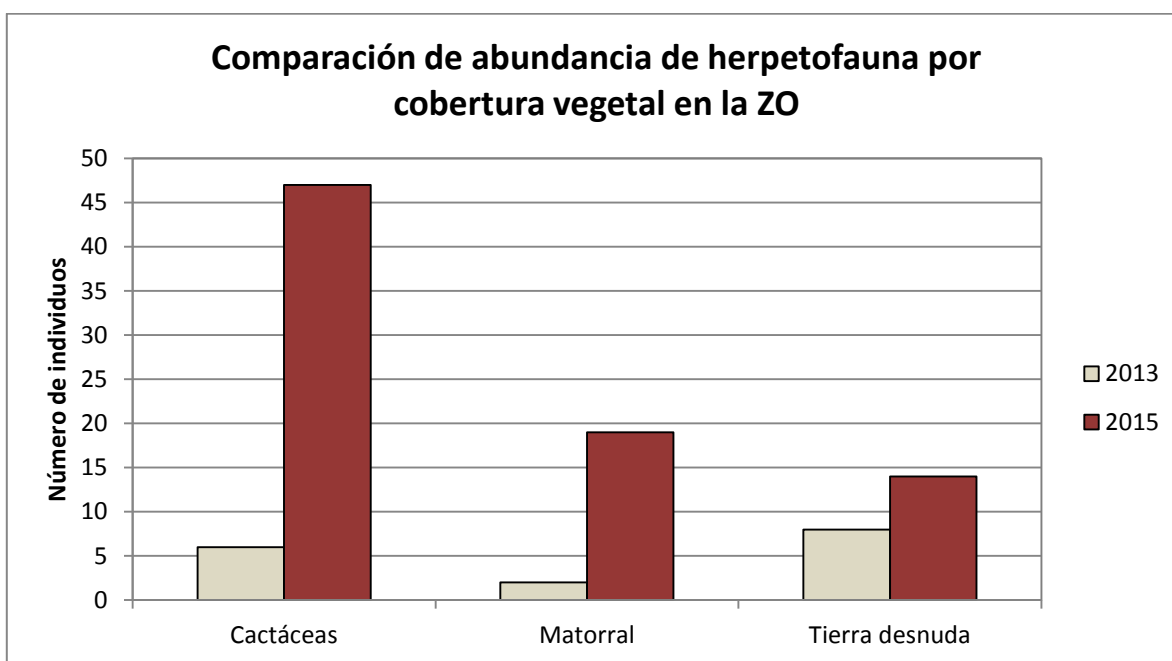


Figura 146. Comparación de la abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZO (época seca)

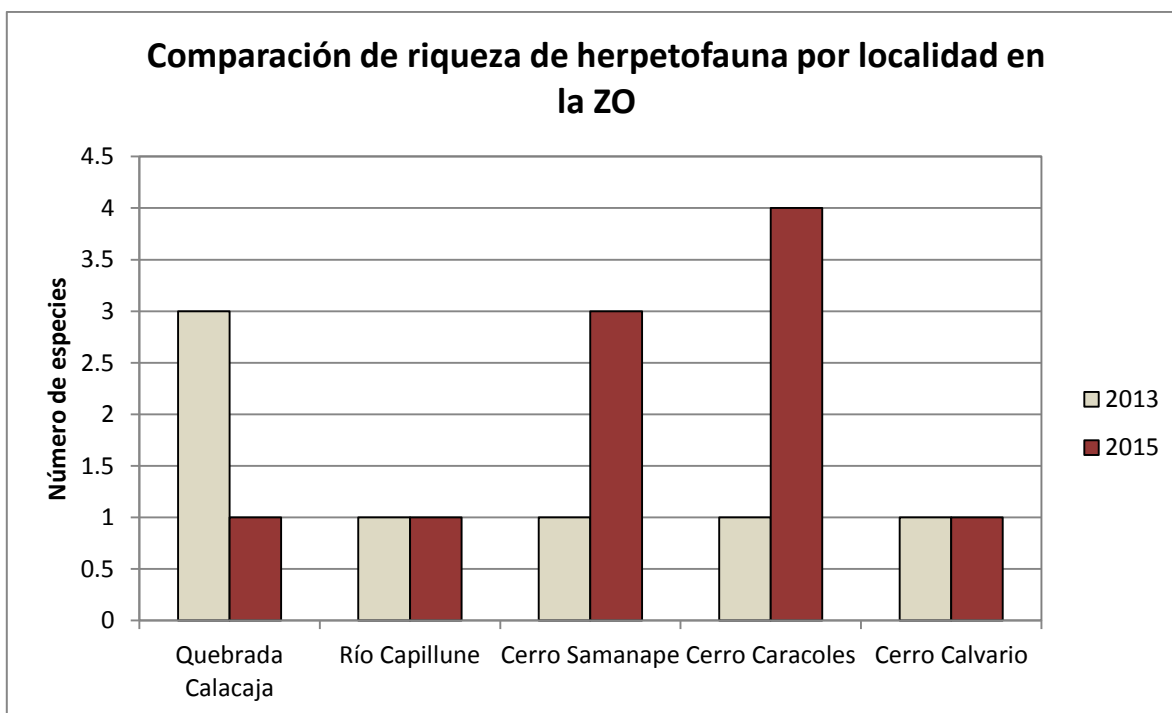


Figura 147. Comparación de riqueza de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)

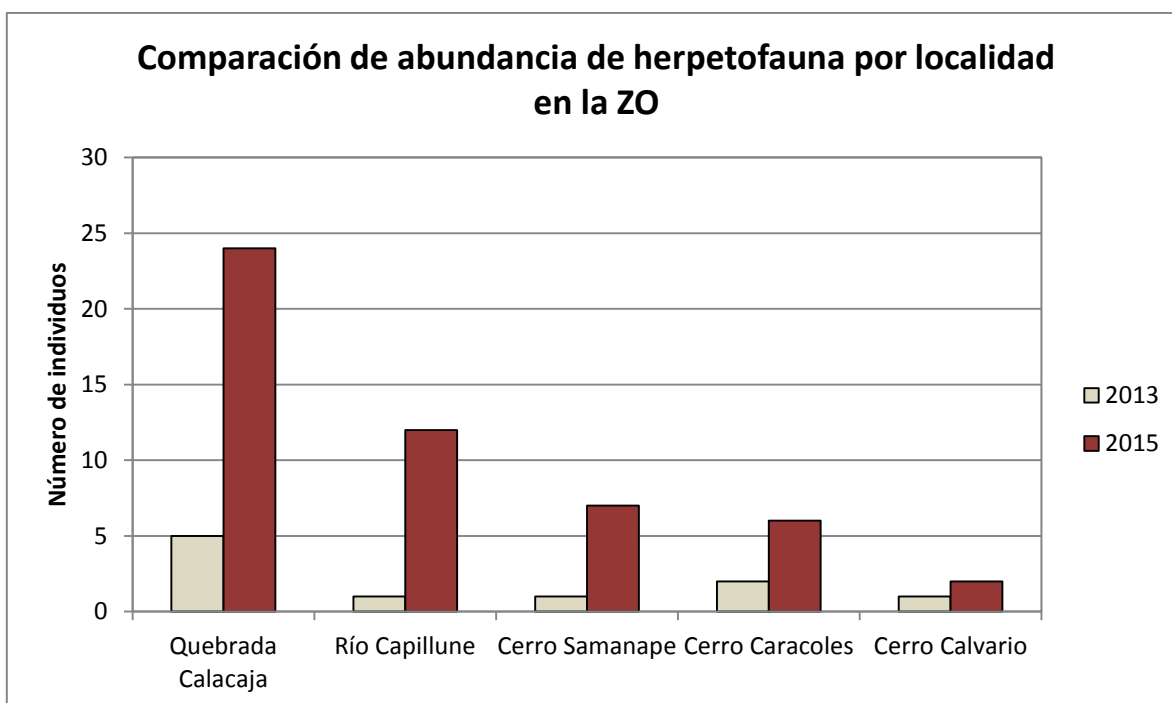


Figura 148. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZO (época seca)

5.4.1.2. Comparación de índices de diversidad

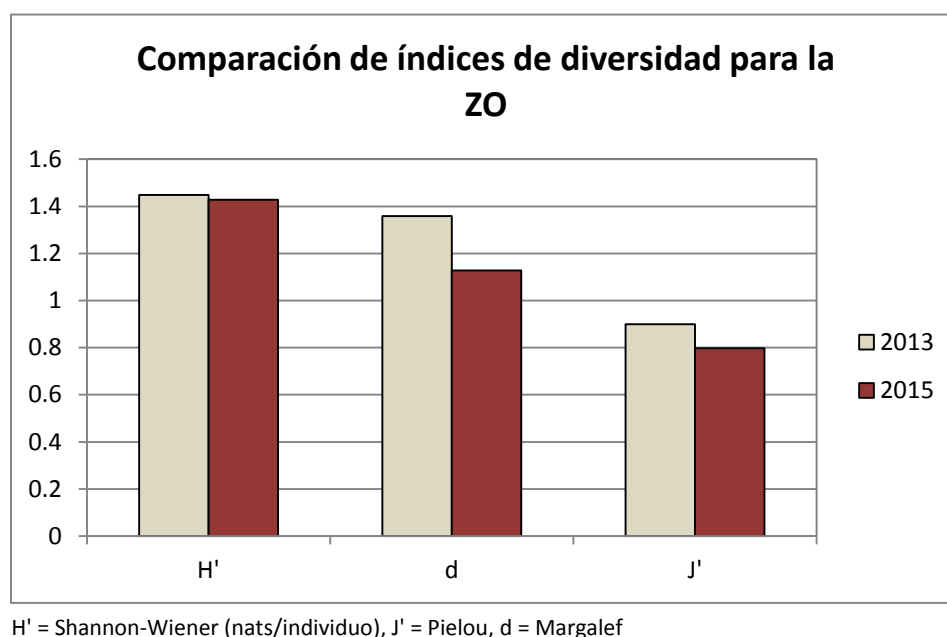


Figura 149. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna para la ZO (época seca)

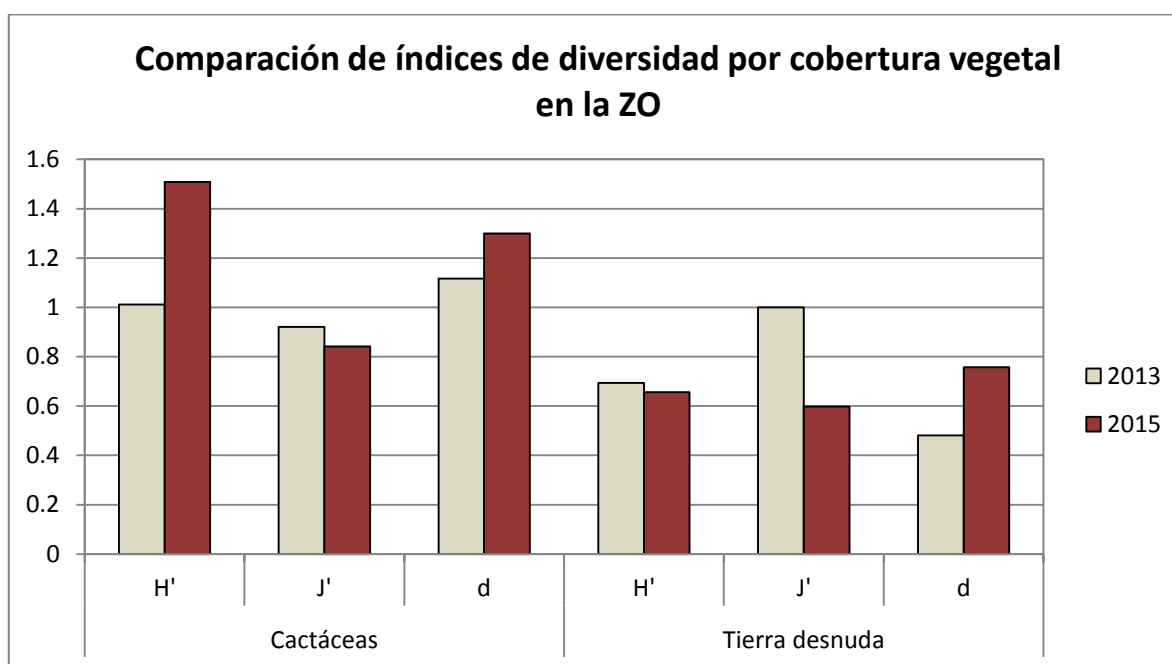


Figura 150. Comparación de índices de diversidad de herpetofauna por cobertura vegetal para la ZO (época seca)

5.4.2. Comparación de resultados obtenidos en la Zona de abastecimiento de agua (ZAA) durante la época seca

5.4.2.1. Comparación de resultados de riqueza y abundancia de especies

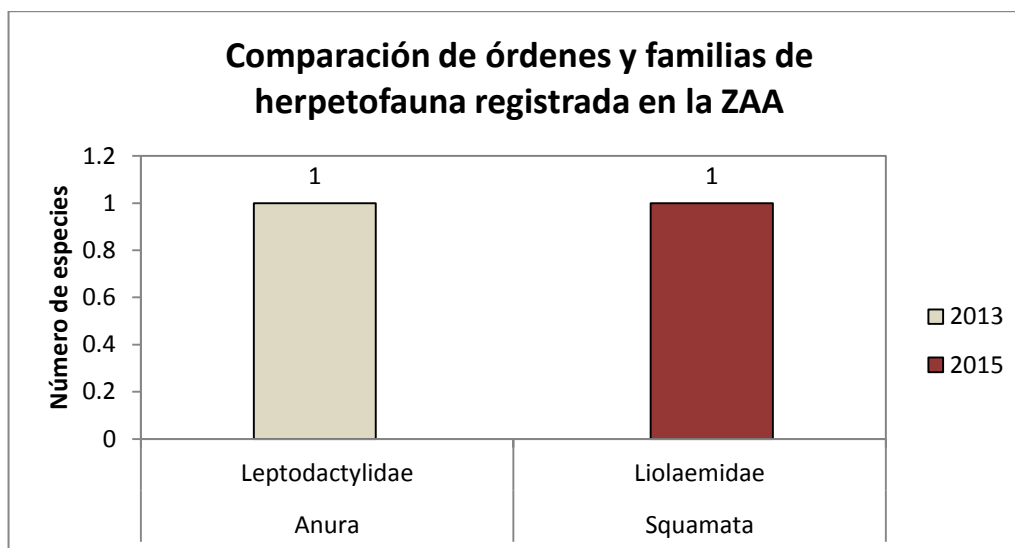


Figura 151. Comparación de los órdenes y familias taxonómicas de la herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)

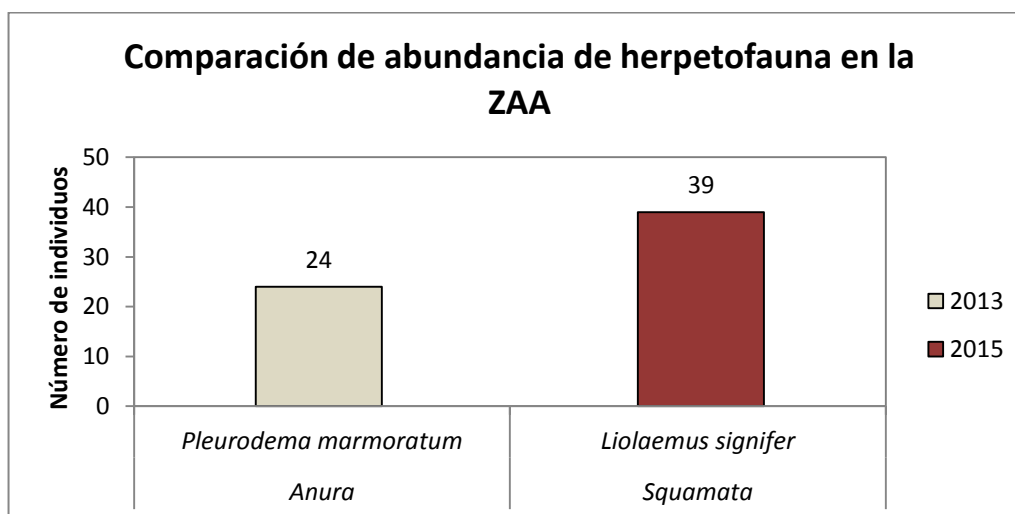


Figura 152. Comparación de la abundancia de herpetofauna registrada en la ZAA (época seca)

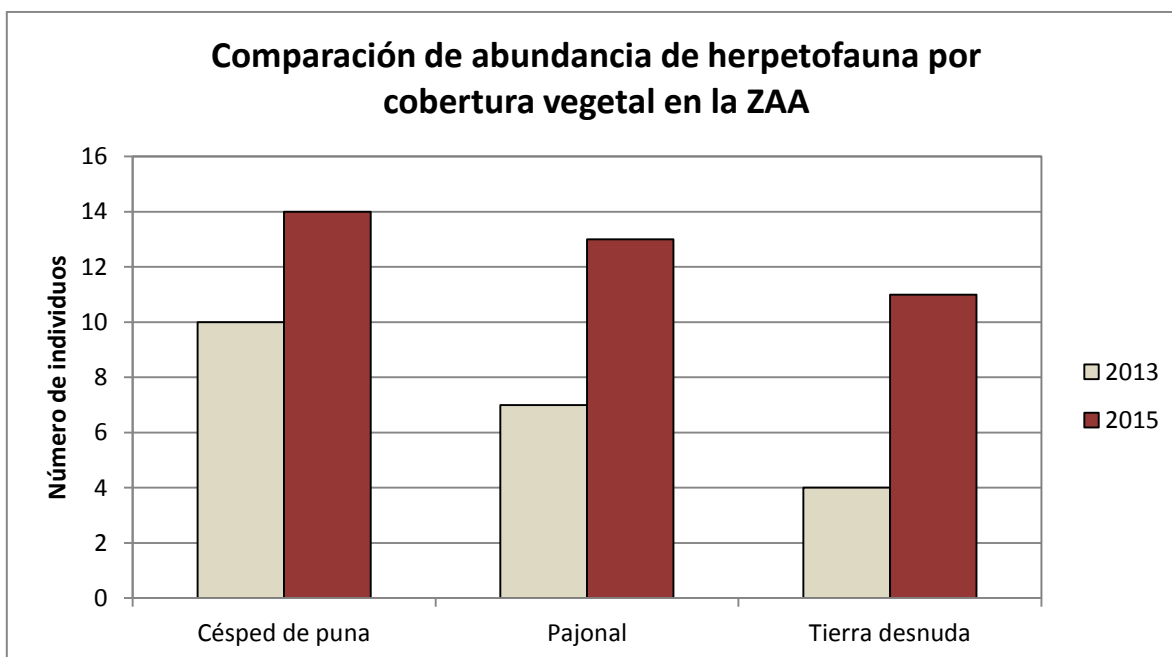


Figura 153. Comparación de abundancia de herpetofauna por cobertura vegetal en la ZAA (época seca)

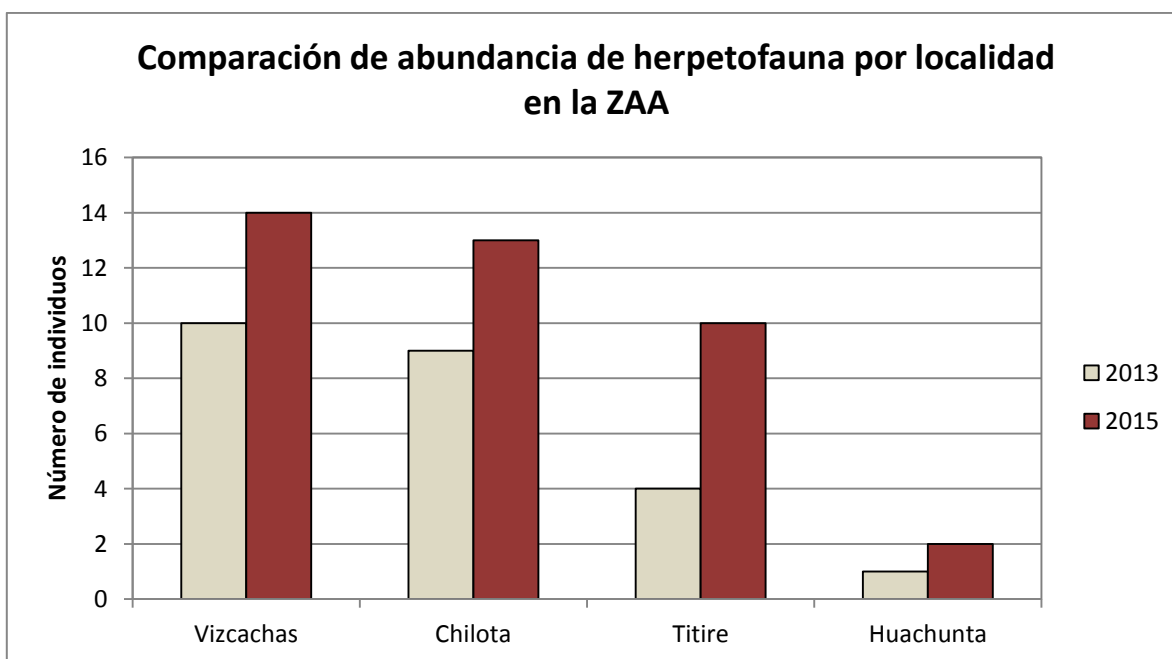


Figura 154. Comparación de la abundancia de herpetofauna por localidad, en la ZAA (época seca)

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015.

VI. Conclusiones y recomendaciones de la comparación de los resultados de las evaluaciones de flora y fauna silvestre correspondientes a la LB EIA (2007, 2013) y el MAP 2015

6.1. Flora silvestre

6.1.1. Conclusiones

Época húmeda

- Para los tres años de evaluación (2007, 2013 y 2015), Asteraceae es la familia botánica con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones. En la zona de abastecimiento de agua la familia con mayor cobertura relativa es Poaceae.
- En la zona de operaciones se registra una riqueza de 184 especies de flora silvestre para el año 2007, 81 especies para el año 2013 y 172 especies para el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua se tiene una riqueza de 106 especies de flora para el año 2007, 88 especies para el año 2013 y 83 especies para el año 2015.
- En la zona de operaciones, las coberturas vegetales matorral y cactáceas son las que presentan mayor diversidad y cobertura relativa de flora silvestre para los tres años de evaluación. En el año 2007 se registró la mayor riqueza en el matorral, con 116 especies y una cobertura relativa de 43%. En el año 2013, las cactáceas presentan la mayor riqueza con 51 especies y 40% de cobertura relativa. Para el año 2015, las cactáceas también presentan la mayor riqueza con 146 especies y 76% de cobertura relativa.
- En la zona de abastecimiento de agua, para los años 2007 y 2015 el pajonal es la cobertura vegetal que presenta mayor diversidad de flora silvestre (55 especies), mientras que en el año 2013 el césped de puna es la cobertura vegetal más diversa (54 especies). En cuanto a la cobertura relativa, para el año 2007 el pajonal presenta el mayor valor con 27%, mientras que el césped de puna presenta la mayor cobertura relativa en los años 2013 y 2015 con 35% y 33% respectivamente.

Época seca

- Para los tres años de evaluación, Asteraceae y Poaceae son las familias botánicas con mayor cobertura relativa en la zona de operaciones y para la zona de abastecimiento de agua la familia con mayor cobertura relativa es Poaceae.
- En la zona de operaciones se registra una riqueza de 135 especies de flora silvestre para el año 2007, 50 especies para el año 2013 y 114 especies para el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua se tiene una riqueza de 74 especies de flora

silvestre para el año 2007, 81 especies para el año 2013 y 65 especies para el año 2015.

- En la zona de operaciones, para el año 2007 el matorral es la cobertura vegetal que presenta mayor diversidad de flora silvestre (92 especies), mientras que para los años 2013 y 2015 la mayor diversidad se presenta en las cactáceas, con 51 especies y 98 especies respectivamente. El matorral presenta la mayor cobertura relativa para los años 2007 (51%) y 2013 (44%). Para el 2015, las cactáceas presentan la mayor cobertura relativa (74%) mientras que el matorral es la cobertura vegetal con menor valor (10%).
- En la zona de abastecimiento de agua, para los años 2007 y 2015 el pajonal es la cobertura vegetal que presenta mayor diversidad de flora silvestre (30 especies y 42 especies respectivamente), mientras que en el año 2013 el césped de puna es la cobertura vegetal más diversa (51 especies). En cuanto a la cobertura relativa, para el año 2007 el bofedal presenta el mayor valor con 37%, mientras que el césped de puna presenta la mayor cobertura relativa en los años 2013 y 2015 con 41% y 33% respectivamente.

6.2. Avifauna

6.2.1. Conclusiones

Época húmeda

- En la zona de operaciones la riqueza de avifauna es de 48 especies para el año 2007 y 54 especies para las evaluaciones de los siguientes años. En la zona de abastecimiento de agua la riqueza de avifauna registrada en el año 2007 es de 58 especies, en el año 2013 es de 52 especies y en el año 2015 se registra 48 especies.
- Para la zona de operaciones la mayor abundancia de aves se registra en el 2013 y corresponde a 1355 individuos. Para la zona de abastecimiento de agua el mayor registro de individuos se da en el 2007 con 2146 aves. Para los tres años de evaluación y las dos zonas de estudio, el orden Passeriforme y la familia Thraupidae presentan la mayor abundancia de avifauna.
- Para los tres años de evaluación la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor riqueza de aves en la zona de operaciones. En el año 2007 se registró la menor riqueza y abundancia para esta cobertura vegetal. En los años 2013 y 2015 se registra la misma riqueza (45 especies) y abundancias con diferencias considerables, siendo la abundancia registrada en el 2013 de 1115 individuos y en el 2015 de 503 individuos.
- Para el año 2007 y 2015, el césped de puna es la cobertura vegetal de la zona de abastecimiento de agua que presenta mayor riqueza con 49 especies de avifauna

registradas en el año 2007 y 39 especies registradas en el año 2015. Para el año 2013, se registra el mayor número de especies en la tierra desnuda. Con respecto a la abundancia, en el 2007 se registra la mayor abundancia de aves (960 individuos), en el 2013 la mayor abundancia es registrada en el césped de puna (351 individuos) y en el 2015 el pajonal presenta la mayor abundancia (596 individuos).

Época seca

- En la zona de operaciones la riqueza de avifauna es de 58 especies para el año 2007, 51 especies para el año 2013 y 60 especies para el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua la riqueza de avifauna registrada en el año 2007 es de 44 especies, en el año 2013 es de 46 especies y en el año 2015 se registra 54 especies.
- Para la zona de operaciones, la mayor abundancia de avifauna es de 2200 individuos y se registra en el año 2007. Para la zona de abastecimiento de agua el mayor registro de aves se da en el 2007 con 2678 individuos. Para los tres años de evaluación y las dos zonas de estudio, el orden Passeriforme y la familia Thraupidae presentan la mayor abundancia de avifauna.
- Para los tres años de evaluación, en la zona de operaciones, la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor riqueza y abundancia de avifauna. La riqueza registrada es similar para los tres años: 43 especies para el año 2007, 40 especies para el año 2013 y 45 especies para el año 2015. La mayor abundancia para esta cobertura se presenta en el año 2013 con 1123 individuos. Por otro lado, la menor abundancia se registra en el año 2015 con 710 individuos.
- Para el año 2007 y el año 2015, el césped de puna es la cobertura vegetal de la zona de abastecimiento de agua que presenta mayor riqueza de avifauna con 33 y 42 especies respectivamente. Para el año 2013, se registra el mayor número de especies en la tierra desnuda (33 especies). Con respecto a la abundancia, para los tres años de evaluación la mayor cantidad de aves se registra en el césped de puna, registrándose en el año 2007 la mayor abundancia con 1281 individuos.

6.3. Mamíferos

6.3.1. Conclusiones

Época húmeda

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de mamíferos se presenta en el año 2007 con 10 especies distribuidas en 4 familias y 3 órdenes. En el 2015 se registra una diversidad similar con 9 especies distribuidas en 4 familias y 3 órdenes. Para el año 2013 se registra 6 especies de roedores. Para la zona de abastecimiento de

agua, en los años 2007 y 2015 se registra una riqueza total de 12 especies de mamíferos. En el año 2007 estas especies se distribuyen en 7 familias y 4 órdenes y para el año 2015 en 6 familias y 3 órdenes. En la evaluación del año 2013 se registra 11 especies de roedores, todos pertenecientes a la familia Cricetidae.

- En la zona de operaciones, para los tres años de evaluación la riqueza total de roedores de la familia Cricetidae es similar: 6 especies para el año 2007 y 5 especies en los años 2007 y 2015. Los roedores con mayor abundancia registrada pertenecen a los géneros *Phyllotis* y *Akodon*. El género *Auliscomys* se registra sólo en el año 2013 y el género *Abrothrix* presenta registros en el año 2015. En la zona de abastecimiento de agua la mayor riqueza de roedores de la familia Cricetidae se presenta en el 2013 con 11 especies. Para el año 2007 el género *Auliscomys* presenta la mayor abundancia registrada. Para los años 2013 y 2015 la mayor abundancia se registra para el género *Phyllotis*.
- La abundancia total de roedores es mayor para el año 2007 con un registro de 150 individuos en la zona de operaciones y 55 individuos en la zona de abastecimiento de agua. En el año 2015 se presenta la menor abundancia de roedores con 25 individuos registrados en la zona de operaciones y 12 en la zona de abastecimiento de agua.
- Para el año 2007, en la zona de operaciones las coberturas vegetales pajonal, cactáceas y matorral presentan igual riqueza de géneros de roedores. Para el año 2013 la mayor riqueza se registra en las cactáceas y para el año 2015 la mayor riqueza se registra en el pajonal. En la zona de abastecimiento de agua, se registra igual riqueza para las coberturas vegetales césped de puna, pajonal y tierra desnuda. Para el año 2013 el pajonal presenta la mayor riqueza de géneros de roedores y para el año 2015 la mayor riqueza de géneros se registra en el césped de puna.
- Para los años 2007 y 2013, en la zona de operaciones se registra la mayor abundancia de roedores en la cobertura vegetal cactáceas. Para el año 2015, se registra una mayor cantidad de individuos en el pajonal. En la zona de abastecimiento de agua, para el año 2007 se registra la mayor abundancia de roedores en la cobertura vegetal tierra desnuda. Para los años 2013 y 2015 en el césped de puna se presenta el mayor registro de individuos.

Época seca

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de mamíferos se presenta en el año 2007 con un registro total de 14 especies distribuidas en 8 familias y 6 órdenes. En el año 2015 se registra una diversidad de 8 especies distribuidas en 6 familias y 4 órdenes. En el año 2013 se registra 5 especies pertenecientes al orden Rodentia. Para la zona de abastecimiento de agua, en el año 2007 se registra una riqueza total de 11 mamíferos distribuidos en 5 familias y 3 órdenes. Para el año 2015 se registra igual riqueza de mamíferos distribuidos en 4 familias y 3 órdenes. Para el año 2013 se registra 9 especies de roedores de la familia Cricetidae.

- En la zona de operaciones, para el año 2007 se presenta la mayor riqueza de roedores de la familia Cricetidae (6 especies). La menor riqueza se registra en el año 2015 (3 especies). Los roedores con mayor abundancia registrada pertenecen a los géneros *Phyllotis* y *Akodon*. En la zona de abastecimiento de agua la mayor riqueza de roedores de la familia Cricetidae se presenta en el 2013 con 9 especies. Para el año 2007 el género *Auliscomys* presenta la mayor abundancia registrada. Para los años 2013 y 2015 la mayor abundancia se registra para los géneros *Auliscomys* y *Phyllotis*.
- La abundancia total de roedores registrados en la zona de operaciones es mayor para el año 2015 con 155 individuos. Para la zona de abastecimiento de agua la mayor abundancia se presenta en el año 2007 con 53 individuos. La menor cantidad de individuos registrados para la zona de operaciones y la zona de abastecimiento de agua se presenta en el año 2013.
- Para el año 2007, en la zona de operaciones la cobertura vegetal pajonal presenta la mayor riqueza de géneros de roedores. Para los años 2013 y 2015 la mayor riqueza se registra en las cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua, para los años 2007 y 2013 la cobertura vegetal césped de puna presenta mayor riqueza de géneros de roedores. Para el año 2015 la mayor riqueza de géneros se registra en el pajonal.
- Para la zona de operaciones, en los años 2007 y 2015 la abundancia de roedores registrados es mayor en la cobertura vegetal cactáceas. Para el año 2013, el matorral presenta la mayor cantidad de individuos registrados. Para la zona de abastecimiento de agua, en los años 2007 y 2013 se registra la mayor abundancia de roedores en la cobertura vegetal césped de puna. Para el año 2015 el pajonal presenta el mayor registro de individuos.

6.4. Herpetofauna

6.4.1. Conclusiones

Época húmeda

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de herpetofauna se registra en el año 2015 con un total de 6 especies distribuidas en 5 familias y 2 órdenes. En el año 2013 se registra una diversidad de 4 especies del orden Squamata distribuidas en 2 familias. Para la zona de abastecimiento de agua, la mayor diversidad se registra en el año 2015 con una riqueza total de 4 especies del orden Anura distribuidas en 4 familias. Para el año 2015 se registra una riqueza de 3 especies del orden Anura distribuidas en 3 familias.

- Para la zona de operaciones la mayor abundancia de herpetofauna se registra en el año 2015 con 119 individuos. Para este año, el género *Micropholus* presenta la mayor cantidad de registros (56 individuos). Para el año 2013 la abundancia pertenece al género *Liolaemus* con 11 individuos registrados. En la zona de abastecimiento de agua, la mayor abundancia se registra en el año 2015 con 107 individuos. Para los años 2013 y 2015, el género con mayor cantidad de individuos registrados es *Liolaemus* con 70 individuos y 87 individuos respectivamente.
- Para el año 2013, en la zona de operaciones las coberturas vegetales: cactáceas, tierra desnuda y pajonal presentan igual riqueza. Para el año 2015 la mayor riqueza se registra en las cactáceas. En la zona de abastecimiento de agua, para el año 2013 la cobertura vegetal césped de puna presenta mayor riqueza de herpetofauna. Para el año 2015 la mayor riqueza se registra en las coberturas vegetales pajonal y césped de puna.
- Para el año 2015, en la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor abundancia (69 individuos) mientras que en el año 2013 la tierra desnuda registra la mayor abundancia (14 individuos). Para los dos años de evaluación la cobertura vegetal pajonal presentó la menor abundancia (4 individuos). En la zona de abastecimiento de agua, para el año 2015 la cobertura vegetal pajonal registra la mayor abundancia de herpetofauna (43 individuos). Para el año 2013, en la cobertura vegetal césped de puna se presenta la mayor abundancia (36 individuos). Para los dos años de evaluación la menor abundancia se registra en el bofedal.

Época seca

- Para la zona de operaciones, la mayor diversidad de herpetofauna se registra en el año 2015 con un total de 6 especies distribuidas en 5 familias y 2 órdenes. En el año 2013 se registra una diversidad de 5 especies distribuidas en 3 familias y 2 órdenes. Para la zona de abastecimiento de agua, para ambos años se presenta la misma riqueza. Se registra una especie del orden Anura para el año 2013 y una especie del orden Squamata para el año 2015.
- Para la zona de operaciones la mayor abundancia de herpetofauna se registra en el año 2015 con 84 individuos. Para este año, el género *Micropholus* presenta la mayor cantidad de registros (38 individuos). Para el año 2013 la mayor abundancia pertenece al género *Liolaemus* con 8 individuos registrados. En la zona de abastecimiento de agua, la mayor abundancia se presenta en el año 2015 con 39 individuos de *Liolaemus signifer* registrados. Para el año 2013 la abundancia registrada es de 24 individuos de la especie *Pleurodema marmoratum*.
- Para los dos años de evaluación, en la zona de operaciones, la cobertura vegetal cactáceas es la que presenta mayor riqueza (6 especies), mientras que el matorral registra la menor cantidad de especies.

- Para el año 2015, en la zona de operaciones la cobertura vegetal cactáceas presenta la mayor abundancia (47 individuos) mientras que la cobertura vegetal tierra desnuda presenta la menor abundancia (14 individuos). Para el año 2013, se registra la mayor cantidad de individuos en la cobertura vegetal tierra desnuda (8 individuos) y la menor abundancia se presenta en el matorral (2 individuos). En la zona de abastecimiento de agua, para los dos años de evaluación la cobertura vegetal césped de puna registra la mayor abundancia de herpetofauna con 10 individuos registrados en el 2013 y 14 individuos registrados en el 2015. Las menores abundancias se registran en la cobertura vegetal tierra desnuda con 4 individuos en el año 2013 y 11 individuos en el año 2015.

6.5. Recomendaciones

En lo sucesivo, el enfoque metodológico para la evaluación periódica del componente de flora y fauna silvestre debe plantear un protocolo con elementos uniformes, en cuanto a la ubicación geográfica de los transectos, el número de transectos por subcomponente (flora, aves, mamíferos, herpetofauna), el momento preciso y duración de las salidas de campo en la época húmeda y la seca, el tipo de trampas y redes, los horarios para los registros oportunistas de herpetofauna y mamíferos mayores o la captura de registros fotográficos de especímenes biológicos, entre otros.

Validación de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco de Anglo American Quellaveco S.A.: Componentes Flora y Fauna silvestre

Informe Final – Validación de la LBA



Mayo, 2016

Contenido

Capítulo VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco 7

VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco 8

7.1.	Introducción	8
7.2.	Marco del estudio	8
7.3.	Análisis de la metodología de muestreo del componente flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental (LB EIA).....	10
7.5.	Análisis de los cambios en la cobertura vegetal.....	16
7.5.1.	Análisis de coberturas con sensores remoto	16
7.5.2.	Leyenda del Mapa de Cobertura Vegetal.....	16
7.5.3.	Área de trabajo:.....	17
7.5.4.	Materiales y equipos	18
7.5.5.	Metodología	18
7.5.6.	Resultados	18
7.6.	Metodología propuesta para la validación	30
7.7.	Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por zonas (LB EIA – MAP 2015).....	34
7.7.1.	Flora Silvestre	34
❖	Zona de Operaciones – Época húmeda.....	34
❖	Zona de Operaciones – Época seca	35
❖	Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda.....	36
❖	Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca	37
7.7.2.	Avifauna.....	39
❖	Zona de Operaciones – Época húmeda.....	39
❖	Zona de Operaciones – Época seca	40
7.8.	Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por cobertura vegetal (LB EIA – MAP 2015)	44
7.8.1.	Flora Silvestre	44
❖	Zona de Operaciones – Época húmeda.....	44
❖	Zona de Operaciones – Época seca	48

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda.....	51
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca	55
7.8.2. Avifauna.....	59
❖ Zona de Operaciones – Época húmeda.....	59
❖ Zona de Operaciones – Época seca	63
7.9. Resultados	75
7.9.1. Flora silvestre	75
7.9.2. Avifauna.....	76
Capítulo VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco	77
VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco	78
8.1. Conclusiones.....	78
8.2. Recomendaciones	79
IX. Bibliografía.....	80
9.1. Referencias Bibliográficas:	80

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Áreas de trabajo analizadas</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (LB EIA)</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (MAP 2015).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (LB EIA)</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (MAP 2015).</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) – MAP 2015</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) - LB-EIA</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) - MAP2015</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) – LB-EIA</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10. Identificación de la estructura jerárquica de la comunidad.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 11. Identificación de los cambios en la estructura de la comunidad</i>	<i>32</i>
<i>Figura 12. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 13. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época seca LB EIA - MAP 2015).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 14. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>36</i>
<i>Figura 15. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 16. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época húmeda LB EIA - MAP 2015).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 17. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 18. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015).....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 19. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 20. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>44</i>
<i>Figura 21. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>45</i>
<i>Figura 22. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>46</i>
<i>Figura 23. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>47</i>
<i>Figura 24. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>48</i>
<i>Figura 25. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>49</i>

<i>Figura 26. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	50
<i>Figura 27. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	51
<i>Figura 28. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	52
<i>Figura 29. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	53
<i>Figura 30. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	54
<i>Figura 31. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	55
<i>Figura 32. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	56
<i>Figura 33. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	57
<i>Figura 34. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	58
<i>Figura 35. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	59
<i>Figura 36. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	60
<i>Figura 37. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	61
<i>Figura 38. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	62
<i>Figura 39. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	63
<i>Figura 40. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	64
<i>Figura 41. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	65
<i>Figura 42. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	66
<i>Figura 43. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	67
<i>Figura 44. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	68
<i>Figura 45. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)</i>	69
<i>Figura 46. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)</i>	70

<i>Figura 47. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)</i>	<i>71</i>
<i>Figura 48. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 49. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015).....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 50. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA - MAP 2015).....</i>	<i>74</i>

Índice de Cuadros

<i>Cuadro 1. Leyenda empleada en la Zona de Abastecimiento de Agua y la Zona de Operaciones....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 2. Imágenes LANDSAT descargadas para la interpretación</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro 3. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZAA, entre los años 2006 y 2014.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 4. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZO, entre los años 2006 y 2014.....</i>	<i>29</i>
<i>Cuadro 5. Coberturas vegetales analizadas para la validación</i>	<i>31</i>
<i>Cuadro 6. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de cada zona.....</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 7. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de la cobertura vegetal.....</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 8. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de cada zona</i>	<i>76</i>
<i>Cuadro 9. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de las coberturas vegetales</i>	<i>76</i>

Capítulo VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco

VII. Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco

7.1. Introducción

Uno de los mecanismos ideados para conocer el efecto de las actividades humanas sobre la naturaleza y sus recursos lo constituyen los estudios o evaluaciones de impacto ambiental, los mismos que consideran un diagnóstico de la salud de las poblaciones de animales y plantas silvestres, así como de los suelos y cuerpos de agua e incluyen las medidas para reducir o amortiguar las eventuales incidencias que podrían ocurrir sobre dichos recursos.

En el caso concreto del componente biótico, se recoge información en el campo, utilizando métodos estandarizados, para caracterizar las distintas formaciones vegetales y las comunidades de flora y fauna silvestre presentes en el área de estudio. Esto implica elaborar mapas de vegetación, establecer parcelas de muestreo en diferentes tipos de cobertura vegetal y realizar búsquedas exhaustivas para detectar, de manera directa o mediante evidencias, la mayor cantidad de especies de plantas y animales silvestres existentes en el área. Todo ello conforma el componente de flora y fauna silvestre como línea base o referente a partir del cual se evalúan objetivamente los efectos de una o más actividades humanas sobre la vida silvestre.

En el último año, el Proyecto minero Quellaveco, de AngloAmericanQuellaveco S.A., ha priorizado la validación de la Línea Base Ambiental, en su componente de flora y fauna silvestre, de modo que a través de la organización ProNaturaleza se ha desarrollado el levantamiento de datos sobre la diversidad biológica del área de Quellaveco durante la época húmeda y la época seca, tanto en la Zona de Operaciones como en la Zona de Abastecimiento de Agua. De esta manera, se ha recogido información, en base a metodologías apropiadas y confiables, sobre la cobertura vegetal, así como sobre la riqueza, densidad y estado de las plantas, mamíferos, aves, reptiles y anfibios presentes en el área de influencia del Proyecto.

Así las cosas, ese cúmulo de información brindará luces sobre la consistencia de la Línea Base Ambiental del Proyecto, pero además contribuirá decididamente al mejor conocimiento sobre los animales y plantas de un Departamento como Moquegua que, junto con Huancavelica, es considerada una de las Regiones biológicamente más desconocidas del país.

7.2. Marco del estudio

El presente trabajo de validación se ha llevado a cabo en el marco del Estudio de Impacto

Ambiental y Línea Base Ambiental del Proyecto minero Quellaveco, de Anglo American Quellaveco S.A. Una vez que se desarrollaron los distintos componentes de la Línea Base Ambiental y sus modificatorias, se vio por conveniente validar los estudios de dichos componentes, de manera que Anglo American Quellaveco S.A. contactó a ProNaturaleza para elaborar esta labor.

En el caso de la presente validación, el componente de interés ha sido la Flora y Fauna Silvestre; en ese sentido, fue necesario elaborar mapas de cobertura vegetal y definir el diseño de muestreo en campo, así como realizar salidas de campo durante la época húmeda (marzo–abril 2015 en la Zona de Operaciones y junio 2015 en la Zona de Abastecimiento de Agua) y la época seca (octubre–noviembre 2015), para evaluar la vegetación y las especies de plantas y animales silvestres terrestres utilizando metodologías probadas y confiables.

Para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad de la flora silvestre, se establecieron transectos utilizando la metodología de Punto – intersección (para cada uno se registró datos de ubicación geográfica y altitud con un equipo GPS). Del mismo modo, se realizó un inventario florístico mediante la recolecta de especímenes en el área de estudio.

Para la evaluación de aves se utilizó la técnica de conteo por puntos para hacer las mediciones y comparaciones de diversidad, abundancia y riqueza de especies; sin embargo, el registro de la avifauna se realizó de modo continuo, realizándose observaciones en los recorridos entre los puntos (en cada ambiente los puntos de observación y los lugares de colecta de evidencias fueron georreferenciados con un GPS).

Por otro lado, para la evaluación de mamíferos menores se utilizaron trampas de captura viva cebadas con una mezcla de frutos secos, semillas, miel de abeja y vainilla. El registro de mamíferos medianos y mayores fue en base a búsquedas de indicios directos (avistamientos) e indirectos (huellas, heces, madrigueras, otros) de la presencia de estos animales en el área. Dichos datos no fueron considerados en los cálculos de índices de diversidad ya que sólo se tomaron datos cualitativos.

Por último, para la evaluación de anfibios y reptiles el método de muestreo utilizado fue el de Evaluación por Encuentro Visual (VES, por sus siglas en inglés), el cual consiste en el establecimiento de recorridos de búsqueda intensiva (y oportunista) dentro de un hábitat o área determinado durante un periodo de tiempo preestablecido. Los recorridos de VES fueron establecidos en los diferentes hábitats dentro del área de estudio y se tomó nota de las condiciones del tiempo, características básicas de las zonas evaluadas, número de especies e individuos registrados y otros datos relevantes.

Toda la información recogida en campo ha sido sistematizada, analizada e interpretada con el objetivo de evaluar la robustez de la Línea Base Ambiental – Componente Flora y Fauna Silvestre, proceso que se ha documentado en el presente trabajo.

Los análisis de validación de la LBA o Primer MEIA se realizó en base a los componentes de flora silvestre y avifauna, incluyendo los datos respectivos a los años 2007 – LB EIA (Knight Piésold Consultores 2008) y 2015 – MAP 2015 (E&E Perú S.A. 2015).

En el caso de los mamíferos, el único grupo que tiene información cuantitativa es el de roedores pequeños o ratones; sin embargo, los datos para la evaluación de la época seca para el año 2015 se encuentran a nivel de géneros (ej. *Phyllotis* sp. o *Akodon* sp.), lo que imposibilita la comparación con la época seca de ese año y con las evaluaciones del LB EIA; adicionalmente, la ubicación geográfica de los transectos con los que se registró información sobre roedores pequeños en el año 2013 (4ta MEIA) no coincide con la ubicación de los transectos de la LB EIA ni del MAP 2015, de modo que tampoco es posible contrastar los resultados.

En el caso de los anfibios y reptiles (herpetofauna), en la LB EIA sólo se registró información de modo oportunista, de manera que no hay datos para comparar. Se considera que este grupo es muy importante por su particular sensibilidad a cambios y bioindicador de disturbios en su entorno. Mientras que, por otro lado, la ubicación geográfica de los transectos usados para evaluar herpetofauna en la 4ta MEIA no coincide con la ubicación de los transectos del MAP 2015, así que no es posible comparar los resultados entre esos dos años.

Para los análisis de validación del LBA o Primer MEIA no se consideraron los datos provenientes de la evaluación de la 4ta MEIA (Knight Piésold Consultores 2013), principalmente porque la ubicación geográfica de los transectos (unidades muestrales) no coincide con la ubicación de los transectos de la LB EIA ni del MAP 2015, de modo que no es posible comparar los resultados. Ello no constituye una opinión subjetiva, sino que efectivamente se contrastaron los datos de rango-abundancia de géneros de animales y plantas por cobertura vegetal para la LB EIA, 4ta MEIA y MAP 2015 y lo que se observa es que entre los datos de la 4ta MEIA y de la LB EIA y el MAP 2015 no existe correspondencia o vínculo.

7.3. Análisis de la metodología de muestreo del componente flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental (LB EIA)

Se ha revisado la metodología de muestreo con el objetivo de analizar su pertinencia, así como su adecuación a la legislación vigente en el momento que se aplicó.

- **Flora silvestre y vegetación**

Las evaluaciones botánicas de campo, tanto para la zona de operaciones como para la zona de abastecimiento de agua, se desarrollaron en dos estaciones: una correspondiente a la época de mayor precipitación o época húmeda (marzo – abril 2007) y otra correspondiente a la época seca (julio 2007 – enero 2008).

Esto guarda coherencia con lo que se sugiere para áreas geográficas donde existen contrastes marcados en la cobertura vegetal debido a los regímenes estacionales de precipitaciones. Ante la existencia de contrastes, la distancia entre una evaluación y otra debe ser de al menos 3 meses, para que las diferencias en la cobertura vegetal sean sustantivas, lo que se reflejará en las comunidades de fauna silvestre (Ministerio del Ambiente 2015b).

Por otro lado, al inicio de los trabajos de campo, se hicieron recorridos de inspección y reconocimiento preliminar de las formaciones vegetales y de las áreas previstas como zonas de operaciones y de abastecimiento de agua del proyecto, a fin de planificar la ubicación de los sitios de muestreo y calcular los esfuerzos muestrales necesarios. Todo ello en concordancia con lo que se sugiere para evaluaciones biológicas en campo, en el sentido de realizar recorridos preliminares con varios días de anticipación para identificar los accesos a las áreas de estudio, definir los sitios a muestrear, abrir transectos, entre otros (Ministerio del Ambiente 2015b).

Para recoger en campo datos cuantitativos y cualitativos de las características de la vegetación silvestre, tanto en la zona de operaciones como en la zona de abastecimiento de agua, se usaron transectos de 30 metros de longitud (en todas las formaciones vegetales, para comparar la diversidad, riqueza, abundancia, curvas de acumulación de especies y análisis de similitud). En cada transecto se realizó un barrido total de la vegetación que lo intersectaba, tomando datos de cobertura sobre la línea del mismo. Dichos transectos georreferenciados para su ubicación como futuros puntos de monitoreo y para ser ubicados sobre el mapa de formaciones vegetales. Todo ello corresponde, efectivamente, a una metodología estándar sugerida para el estudio de vegetación (Ministerio del Ambiente 2015b).

Del mismo modo, para ambas zonas (de operaciones y de abastecimiento de agua), los datos de la determinación taxonómica también sirvieron para la determinación de las categorías de protección, nacionales e internacionales, de la flora, así como para determinar las especies endémicas presentes en el área de estudio. Adicionalmente, se tomaron fotografías de la vegetación en campo, como apoyo para la caracterización de la fisonomía de las formaciones vegetales y para la identificación taxonómica de las especies botánicas.

En la zona de operaciones se evaluaron 103 transectos cuantitativos de vegetación para la época húmeda y 118 transectos cuantitativos, así como ocho cualitativos para la época seca. Mientras que en la zona abastecimiento de agua se evaluaron 71 transectos para la época húmeda y 74 transectos para la época seca. En ambas zonas, la unidad mínima de muestreo presenta una superficie aproximada de 0.003 hectáreas o 30 m² y la curva de acumulación de especies o curva área-especie ha empezado a estabilizarse; mientras que si se estima el número mínimo de unidades muestrales (transectos), basado en la superficie de cada zona (operaciones, 39,000 hectáreas y abastecimiento de agua, 63,500 hectáreas), este debería ser de 44 y 69,

respectivamente (Ministerio del Ambiente 2015b), lo que ha sido alcanzado en las evaluaciones de campo para ambas zonas.

¿La metodología para evaluar la vegetación y flora silvestre se adecuó a la legislación vigente en el momento que realizó la Línea Base Ambiental? En general, hasta el año 2015, los inventarios de la flora y vegetación en el país se realizaban con diferentes criterios y metodologías, por lo que los resultados no necesariamente eran comparables; recién en el año 2015, el Ministerio del Ambiente aprobó, mediante Resolución Ministerial 059–2015–MINAM, la “Guía de inventario de la flora y vegetación”; es decir, hasta antes de dicha guía no existía una norma que oficializara una metodología estándar para la evaluación de vegetación y flora en el Perú.

- **Fauna silvestre**

Aves

La caracterización de la avifauna del área se realizó a través de análisis cualitativos y conteos directos. Así, en las zonas evaluadas se hizo un reconocimiento preliminar del área y un registro cualitativo mediante observaciones oportunistas y búsquedas exhaustivas de avifauna.

Posteriormente, se utilizó la metodología de “conteo por puntos” través de líneas o estaciones de conteo consecutivas. Las estaciones de conteo estuvieron separadas entre sí por una distancia aproximada de 200 metros. En cada una se contó el número de individuos observados durante aproximadamente cinco minutos cubriendo un radio no mayor a 100 metros. Cada conjunto de puntos de conteo tuvo una distancia aproximada de 2000 metros de longitud. Con la finalidad de facilitar el conteo, se emplearon binoculares 10 x 50 y contómetros manuales. Esta es una metodología apropiada y confiable para evaluación de aves, como se evidencia en la “Guía de inventario de la fauna silvestre” (Ministerio del Ambiente 2015a).

Del mismo modo, debido a la naturaleza de las formaciones vegetales, se colocaron redes de niebla únicamente en la zona de operaciones, con la finalidad de confirmar la determinación de algunas especies; dichas capturas no proporcionaron datos cuantitativos. Las capturas fueron realizadas con el fin de coleccionar especímenes, por lo que las aves fueron liberadas luego de su identificación. Esto es coherente con lo que se sugiere regularmente para las evaluaciones ornitológicas (Ministerio del Ambiente 2015a).

Por otro lado, la comunidad de aves fue caracterizada mediante su diversidad biológica. Esta diversidad es consecuencia tanto del número de especies como de la homogeneidad en las abundancias de las diferentes especies (equidad o uniformidad). De este modo, la medición de la diversidad va más allá de la elaboración de listas de especies y requiere de la cuantificación de sus abundancias; así, se ha empleado para

la medición de la diversidad el índice de Shannon-Wiener (H'), la equidad de Pielou (J') y la riqueza de Margalef (d). Como en el caso anterior, ello es coherente con lo que se recomienda con regularidad para caracterizar las comunidades de aves (Ministerio del Ambiente 2015a).

Para analizar el componente amplitud de nicho o rango de utilización del medio por las especies de avifauna se consideró la distribución de las especies registradas contrastándolas con los lugares de avistamiento y se tomó en cuenta el porcentaje de incidencia de las especies en cada formación vegetal y zona evaluada. Esto último también es recomendado como un estándar en las evaluaciones de avifauna (Ministerio del Ambiente 2015a).

Por último, se elaboraron listas de especies con alguna categoría de amenaza de acuerdo con la legislación peruana (D.S. N°034-2004-AG), con la lista roja de la UICN (2007) y con los apéndices de la CITES (2007). Asimismo, se elaboró una lista de sensibilidad, prioridad de conservación e investigación de la avifauna (según Stotz et al. 1996). Es importante destacar que el D.S. N°034-2004-AG ha sido actualizado mediante D.S. N°004-2014-MINAGRI, mientras que los listados de UICN y los apéndices CITES siguen vigentes.

Mamíferos

Mamíferos pequeños

Se eligieron puntos de muestreo de mamíferos pequeños, considerando las formaciones vegetales más representativas y abarcando tan la zona de operaciones como la zona de abastecimiento de agua del proyecto. En cada punto de muestreo se tomaron datos básicos de ubicación geográfica, como coordenadas UTM y elevación. Esto guarda coherencia con sugerido con regularidad para evaluaciones de mastofauna (Ministerio del Ambiente 2015a).

Para el muestreo de roedores se usó el método de trampeo por transectos, de modo que en cada punto de muestreo se estableció un transecto lineal de 240 metros, dividido en 25 estaciones con dos trampas cada una (una de captura viva, tipo Sherman; y una de golpe, tipo Víctor), estando las estaciones separadas 10 metros entre sí.

El esfuerzo de captura en la zona de operaciones fue de 1420 trampas-noche (30 transectos) y de 1300 trampas-noche (26 transectos) en la zona de abastecimiento de agua, para la época de lluvias. En la época seca se colocaron 1680 trampas-noche (35 transectos) en la zona de operaciones y 1500 trampas-noche (30 transectos) en la zona de abastecimiento de agua (cada transecto se ubicó abarcando un solo tipo de formación vegetal).

Cada trampa fue cebada con una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla. Las trampas fueron colocadas durante el día y revisadas y recolectadas a la mañana siguiente. Este método es ampliamente utilizado como estándar para evaluaciones de roedores pequeños (Ministerio del Ambiente 2015a).

Para la captura de pequeños mamíferos voladores se instalaron redes de neblina en los puntos de mayor actividad de murciélagos como quebradas y senderos. Se colocaron un total de diez redes de neblina, expresado en un esfuerzo de captura de diez redes-noche. Los individuos capturados fueron inmovilizados y se tomaron datos de edad, sexo, condición reproductiva y medidas externas para su determinación y/o comparación con especímenes modelo de mastofauna. Igualmente, este método es ampliamente utilizado como estándar para evaluar murciélagos (Ministerio del Ambiente 2015a).

Mamíferos medianos y grandes

Para determinar la presencia de éstos se hicieron avistamientos y registros indirectos como huellas, fecas y madrigueras. También se tomaron en cuenta referencias de pobladores. Se registraron datos de ubicación, tipo de vegetación y número de individuos, como lo recomienda la literatura especializada (Ministerio del Ambiente 2015a).

Los datos obtenidos para la zona de operaciones y la zona de abastecimiento de agua fueron analizados en forma separada. Se elaboraron matrices de abundancias de roedores capturados en cada transecto de muestreo para cada zona, calculando el índice de diversidad de Shannon y Wiener (H'), así como la equidad de Pielou (J') y riqueza de Margalef (d). Mientras que los datos de mamíferos medianos y grandes no fueron incluidos en el cálculo de los índices de diversidad debido a que sólo se tomaron datos cualitativos.

Se compararon las abundancias relativas totales de las especies de roedores capturadas tanto en la época húmeda como en la época seca. No se trabajó con abundancias absolutas por la diferencia entre el esfuerzo de captura entre una y otra época. Asimismo, se elaboraron matrices de abundancia de roedores capturados en cada formación vegetal en las diferentes áreas de evaluación. La abundancia relativa de las especies capturadas se calculó utilizando el índice de captura: número de individuos por cada 100 trampas-noche. Adicionalmente, se determinó la amplitud de nicho de las especies de roedores capturados, como una medida de la extensión o diversidad de los recursos que utiliza cada una de ellas. Todo ello guarda coherencia con lo que se sugiere regularmente para las evaluaciones de mamíferos menores (Ministerio del Ambiente 2015a).

Se seleccionaron especies importantes tomando en cuenta su importancia en conservación, su estado en las listas de conservación nacional (D.S. N°034-2004-AG)

y/o internacional de acuerdo con la lista roja de la IUCN (2007) y a los apéndices de la CITES (2007). Asimismo se tomó en cuenta la importancia ecológica y socioeconómica de las especies registradas. Como ocurre con las aves, es importante notar que el D.S. N°034-2004-AG ha sido actualizado mediante D.S. N°004-2014-MINAGRI, mientras que los listados de UICN y los apéndices CITES siguen vigentes.

Anfibios y reptiles

Los anfibios y reptiles se evaluaron mediante capturas oportunistas y búsquedas intensivas en zonas de mayor posibilidad de encontrar estos especímenes. Para el caso de reptiles se removieron las piedras y rocas para su captura. En el caso de los anfibios, esta búsqueda fue en los cuerpos de agua y/o zonas húmedas, lugares que mayormente frecuentan. En ese sentido, no se obtuvieron datos cuantitativos de herpetofauna. Estas prácticas de captura u observación oportunista se incluyen entre los métodos estándar para evaluar anfibios y reptiles (Ministerio del Ambiente 2015a).

¿La metodología para evaluar la fauna silvestre se adecuó a la legislación vigente en el momento que realizó la Línea Base Ambiental? En general, hasta el año 2015, los inventarios de animales silvestres en el país se realizaban con diferentes criterios y metodologías, por lo que los resultados no necesariamente eran comparables; recién en el año 2015, el Ministerio del Ambiente aprobó, mediante Resolución Ministerial 057-2015-MINAM, la “Guía de inventario de la fauna silvestre”; es decir, hasta antes de dicha guía no existía una norma que oficializara una metodología estándar para la evaluación de animales silvestres en el Perú.

7.5. Análisis de los cambios en la cobertura vegetal

7.5.1. Análisis de coberturas con sensores remoto

El levantamiento de la información de la cobertura de la tierra mediante el uso de sensores remotos y herramientas del SIG (Sistema de Información Geográfica) proporciona información fundamental para los estudios ambientales, ya que proporcionan información para entender la distribución de las poblaciones, así como para describir las comunidades biológicas presentes.

Actualmente para este tipo de estudios emplean principalmente las herramientas y técnicas de la teledetección. Ésta se define como el proceso de adquisición de información a distancia, sin que exista contacto físico entre la fuente de información, objeto y el receptor de la misma y el sensor (Montoya, 1996).

7.5.2. Leyenda del Mapa de Cobertura Vegetal

La metodología empleada para la realización de los Mapas de Cobertura Vegetal empleó una leyenda jerárquica, basada en la adaptación para la Región Andina de la leyenda CORINE LandCover (CDC-UNALM *et al.* 2012). Esta leyenda que vincula distintos niveles de detalle espacial (escala espacial) con distintos niveles de detalle temático (niveles de la leyenda jerárquica).

Cuadro 1. Leyenda empleada en la Zona de Abastecimiento de Agua y la Zona de Operaciones

Cobertura Vegetal	
Zona de Abastecimiento de Agua	Zona de Operaciones
Afloramiento Rocoso	Afloramiento rocoso
Bofedales	Bofedales
Caminos	Cactáceas
Césped de Puna	Caminos
Césped de puna asociado al Bofedal	Césped de Puna
Laguna	Estanque
Nevado	Matorral
Pajonal	Pajonal
Pedregal	Pedregal
Ríos	Plantaciones
Salar	Polylepis
Tierra desnuda	Ríos y quebradas
	Territorios agrícolas
	Tierra desnuda
	Vegetación ribereña
	Zonas de extracción minera
	Zonas urbanizadas

7.5.3. Área de trabajo:

El área de trabajo se extendió en las áreas de trabajo definidas en la Línea Base Ambiental: Zona de Abastecimiento de Agua y Zona de Operaciones, pertenecientes respectivamente a los cuadrantes: 2/72 y 3/72.

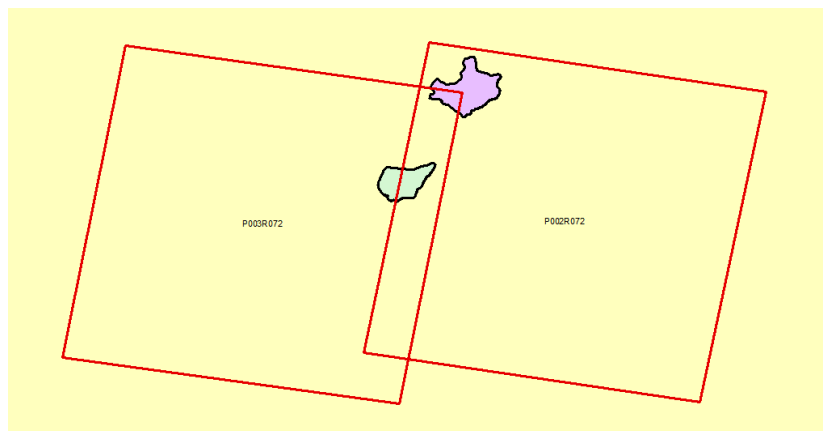


Figura 1. Áreas de trabajo analizadas

Cuadro 2. Imágenes LANDSAT descargadas para la interpretación

Imágenes LANDSAT				
Zona	Path	Row	Satélite	Fecha
Zona de Abastecimiento de Agua	002	072	LANDSAT 8	31/05/2014
Zona de Operaciones	003	072	LANDSAT 8	06/05/2014
Zona de Abastecimiento de Agua	002	072	LANDSAT 5	25/05/2006
Zona de Operaciones	003	072	LANDSAT 5	16/05/2006

7.5.4. Materiales y equipos

- ❖ Imágenes satelitales Landsat 8¹ que abarcan los siguientes cuadrantes 272y 372.
- ❖ Imágenes satelitales Landsat 5² que abarcan los siguientes cuadrantes 272y 372.
- ❖ Computadora LG con procesador Intel(R) Core (TM) i7, RAM 16 GB y sistema operativo de 64 bits.
- ❖ Software ArcGis

7.5.5. Metodología

La metodología empleada para la elaboración de los mapas de cobertura vegetal, se basó en la propuesta metodológica desarrollada en el proyecto “Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina - Componente Nacional Perú – Primera Etapa – 2012” (CDC-UNALM *et al.* 2012). Esta propuesta metodológica fue desarrollada por la UNALM, a través de dos instituciones: el Centro de Datos para la Conservación (CDC-UNALM) y el Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG (LTA-UNALM). En un esfuerzo conjunto con especialistas de la Dirección General de Ordenamiento Territorial del MINAM (DGOT-MINAM), así como con la participación de especialistas de los cuatro países miembros de la Comunidad Andina.

Esta metodología se basa en una clasificación supervisada en base a segmentos, empleando el algoritmo de clasificación RandomForest, implementado a través del paquete estadístico de RandomForest (Liaw y Wiener 2002), mediante la plataforma del R Project (v. 2.15). El algoritmo RandomForest es un algoritmo de clasificación no lineal, compuesto por cientos de árboles de decisiones, que permite identificar patrones en los datos que se incorporan como entrada de información, maximizando así las diferencias de las variables que se quieren clasificar (Breiman 2001, Perichinsky 2007).

7.5.6. Resultados

a) Unidades de cobertura vegetal

A continuación se presenta las coberturas vegetales determinadas para el análisis de cobertura vegetal del presente estudio:

¹ Imágenes Landsat 8, con resolución espacial de 30 metros, pero con un mejoramiento de la resolución espacial a 15 metros. Descargadas de la base de datos de la USGS - U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

² Imágenes Landsat 5, con resolución espacial de 30 metros. Descargadas de la base de datos de la USGS - U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

Zona de Abastecimiento de Agua - ZAA

Áreas naturales con vegetación o muy poca vegetación

- Bofedales
- Césped de Puna
- Césped de puna asociado al Bofedal
- Pajonal
- Tierra desnuda o con poca vegetación

Áreas naturales sin vegetación

- Pedregal
- Afloramiento Rocoso

Superficies de agua

- Ríos
- Laguna
- Salar
- Nevado

Territorios artificializados

- Caminos

Zona de Operaciones - ZO

Áreas naturales con vegetación o muy poca vegetación

- Bofedales
- Cactáceas
- Césped de Puna
- Matorral
- Pajonal
- Polylepis
- Vegetación ribereña
- Tierra desnuda o con poca vegetación

Áreas naturales sin vegetación

- Pedregal
- Afloramiento rocoso

Superficies de agua

- Ríos y quebradas

Territorios artificializados

- Territorios agrícolas
- Zonas de extracción minera
- Zonas urbanizadas
- Caminos
- Plantaciones

b) Grandes unidades de cobertura vegetal

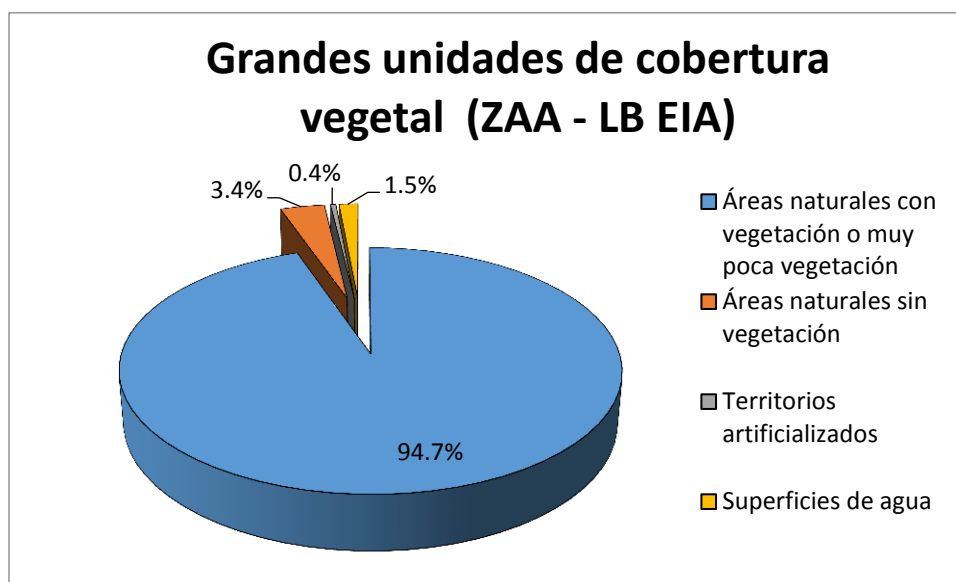


Figura 2. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (LB EIA)

Grandes unidades de cobertura vegetal (ZAA - MAP 2015)

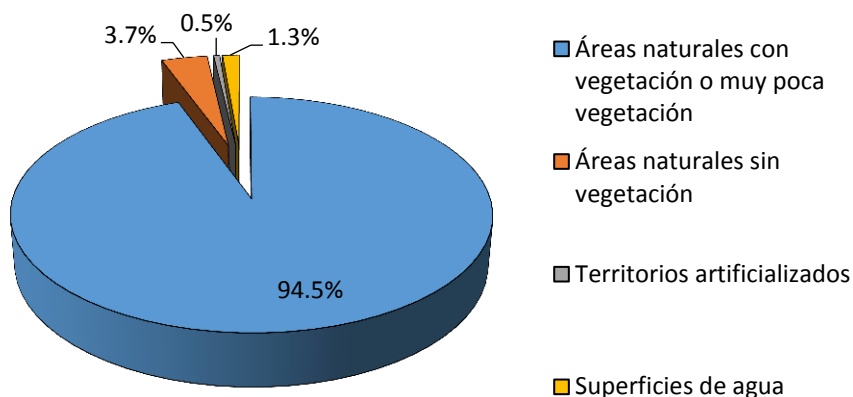


Figura 3. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZAA (MAP 2015)

Grandes unidades de cobertura vegetal (ZO - LB EIA)

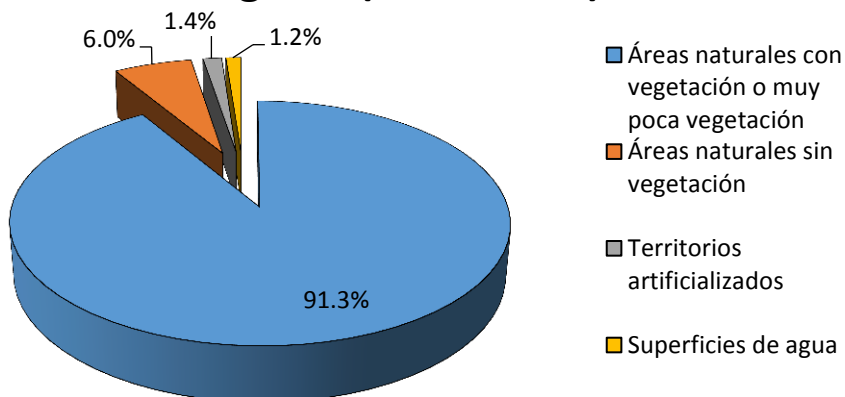


Figura 4. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (LB EIA)

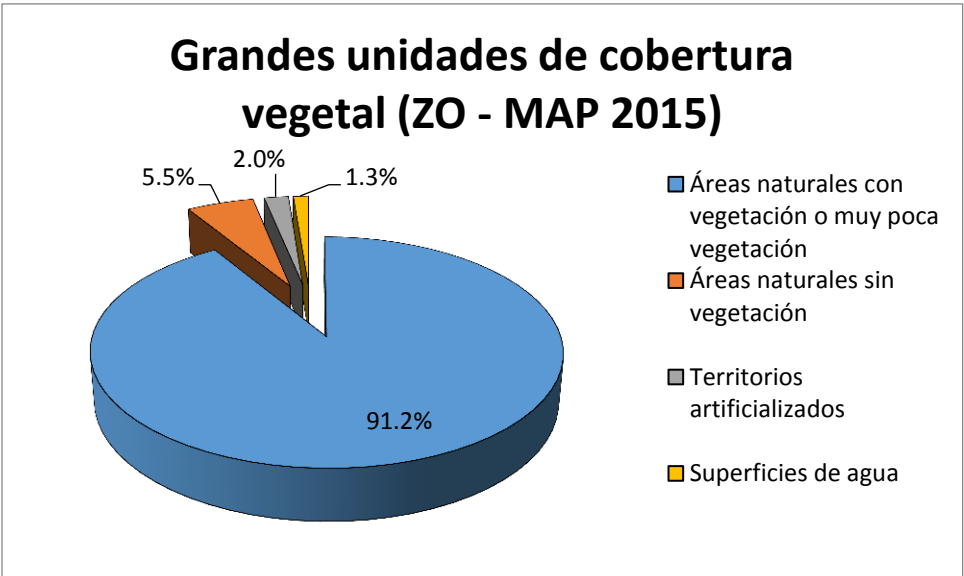


Figura 5. Representación de las grandes unidades de cobertura de la tierra en la ZO (MAP 2015)

c) Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua - ZAA

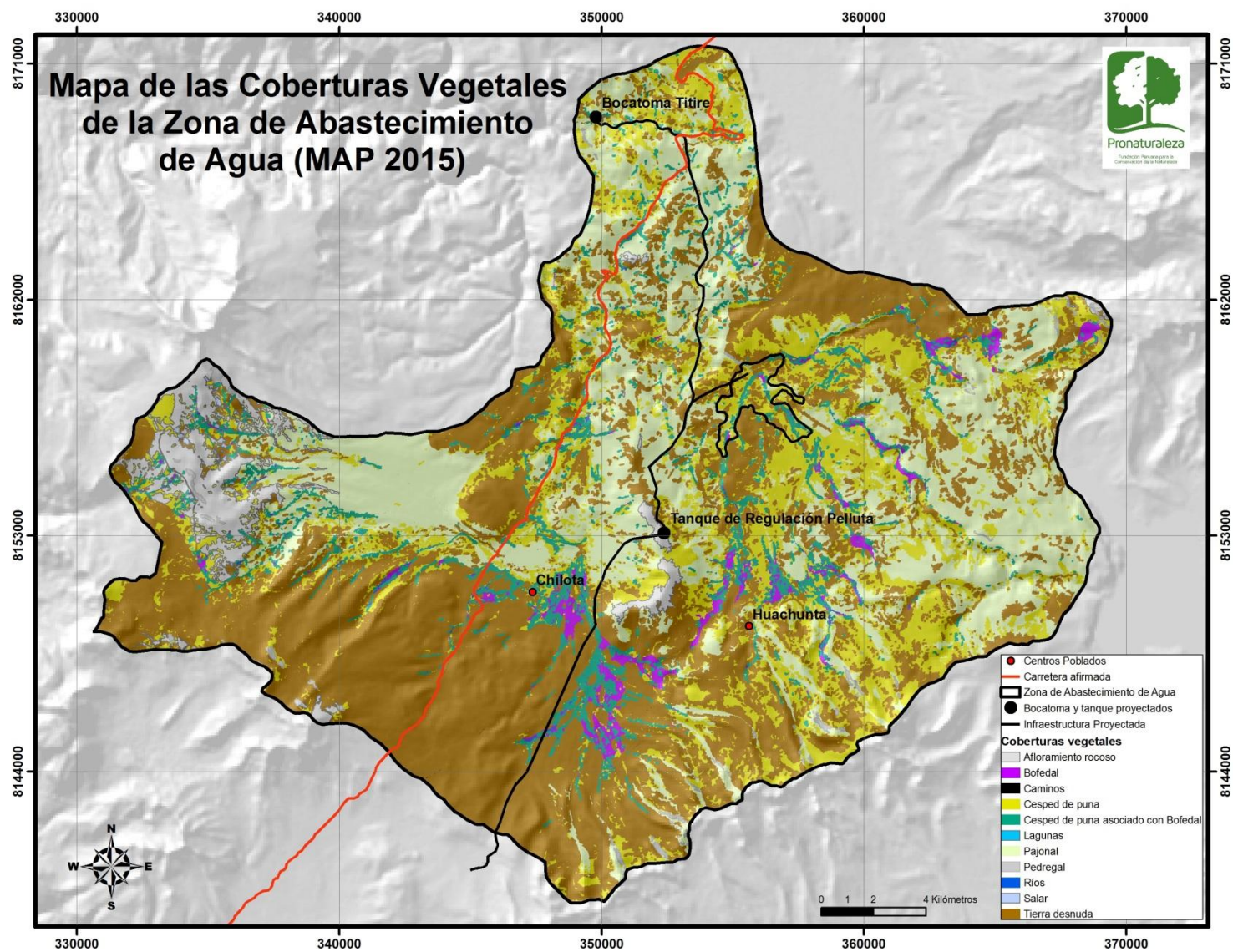


Figura 6. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) – MAP 2015

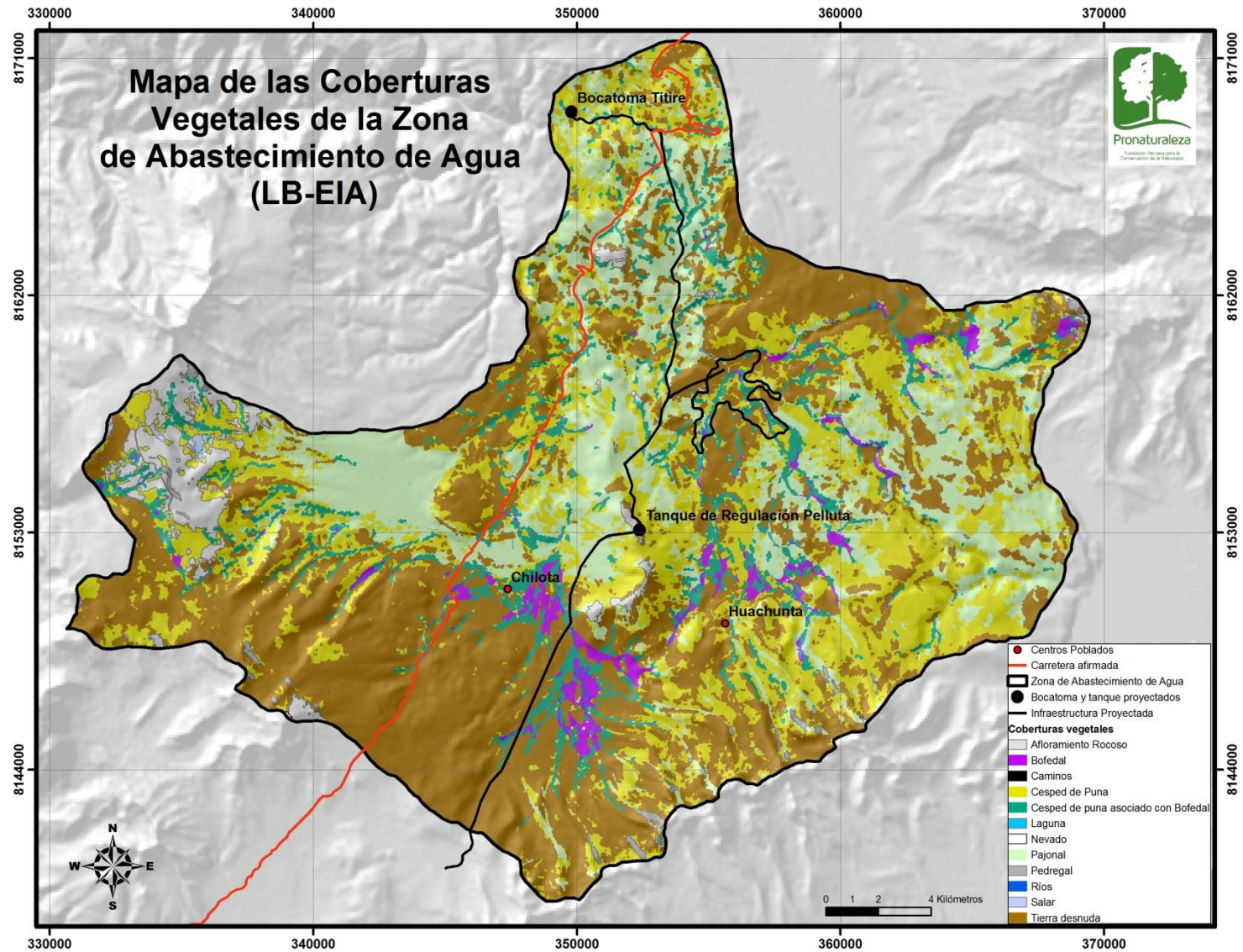


Figura 7. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua (ZAA) - LB-EIA

d) Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones - ZO

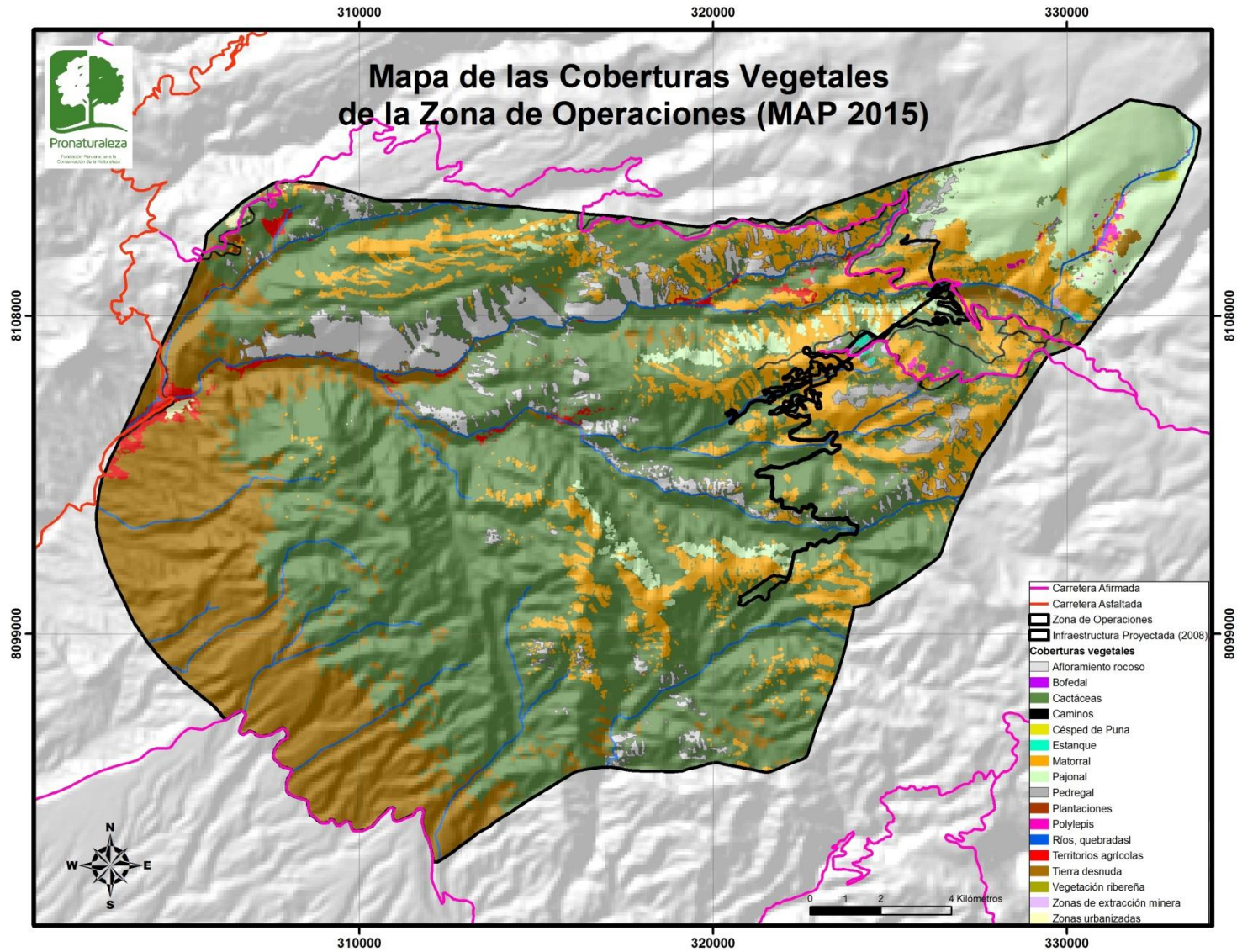


Figura 8. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) - MAP2015

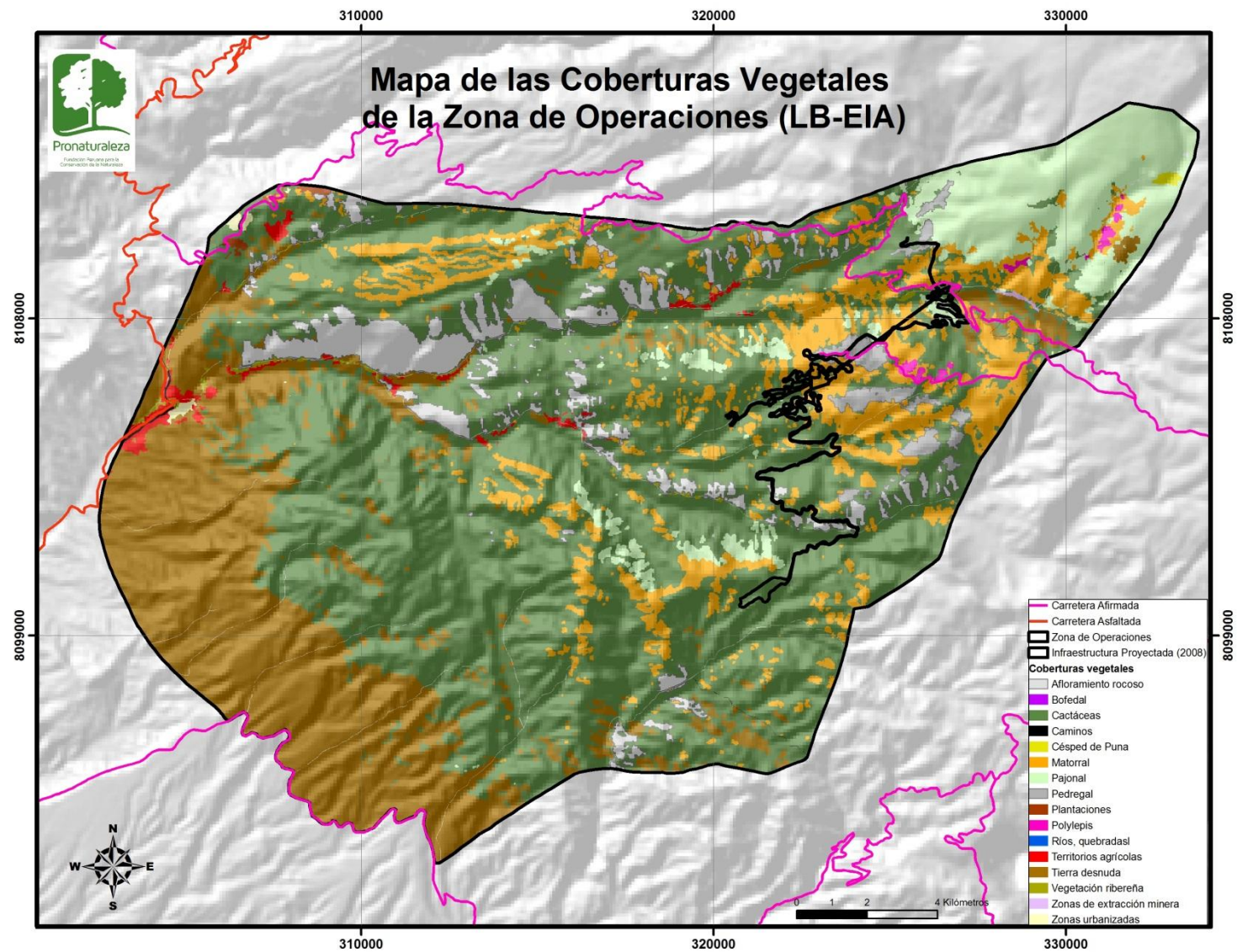


Figura 9. Mapa de la Cobertura Vegetal en la Zona de Operaciones (ZO) – LB-EIA

e) Análisis de los cambios de Cobertura Vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua y la Zona de Operaciones, entre las evaluaciones LB EIA y MAP 2015

Cuadro 3. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZAA, entre las evaluaciones LB EIA y MAP 2015

Cobertura Vegetal	Extensión ZAA MAP 2015 (Ha)		Extensión ZAA LB EIA (Ha)		Variación de la extensión respecto al LB EIA *	% de cambio respecto al LB EIA
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Afloramiento Rocoso	2,066.16	3.30%	1,814.73	2.90%	251.44	13.90%
Bofedales	1,539.77	2.50%	1,635.82	2.60%	-96.06	-5.90%
Caminos	303.29	0.50%	256.97	0.40%	46.32	18.00%
Césped de Puna	13,104.48	20.90%	16,562.26	26.40%	-3,457.78	-20.90%
Césped de puna asociado al bofedal	2,221.88	3.50%	3,108.85	4.90%	-886.97	-28.50%
Laguna	7.07	0.00%	15.03	0.00%	-7.97	-53.00%
Nevado			8.48	0.00%	-8.48	-100.00%
Pajonal	19,227.61	30.60%	14,921.52	23.80%	4,306.09	28.90%
Pedregal	255.6	0.40%	337.23	0.50%	-81.63	-24.20%
Ríos	775.5	1.20%	831.05	1.30%	-55.55	-6.70%
Salar	61.7	0.10%	72.3	0.10%	-10.6	-14.70%
Tierra desnuda	23,245.75	37.00%	23,244.55	37.00%	1.2	0.00%
Total	62,808.79	100.00%	62,808.79	100.00%		

**Valores positivos indican aumento de la extensión y valores negativos indican disminución de la extensión de la cobertura vegetal*

A partir de este análisis multitemporal de las coberturas vegetales se destacan cambios en la extensión y distribución de las coberturas vegetales en la ZAA, destacando:

La contracción del nevado hacia su centro, dejando expuesta las superficies rocosas, de allí el aumento de la cobertura afloramiento rocoso.

Un cambio interesante es la disminución de la extensión de los bofedales y lagunas altoandinas, las cuales abren paso para el avance del césped de puna y el césped de puna asociado a los bofedales. Así mismo el desplazamiento de estas coberturas permite el avance de los pajonales logrando así dominar estos espacios, de allí el aumento en su extensión en casi una tercera parte. Teniendo en cuenta que el periodo de análisis es de 8 años (2006 - 2014) se podría inferir que parte de estos cambios en las extensiones y distribución de la cobertura vegetal puedan deberse a cambios en el régimen hídrico en la zona, influenciados en cierta medida por los cambios en los patrones climáticos.

Cuadro 4. Extensión y Cambios de Cobertura Vegetal en la ZO, entre las evaluaciones LB EIA y MAP 2015

Cobertura Vegetal	Extensión ZO MAP 2015 (Ha)		Extensión ZO LB EIA (Ha)		Variación de la extensión respecto al LB EIA *	% de cambio respecto al LB EIA
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Afloramiento rocoso	1,876.78	4.80%	1,940.65	5.00%	-63.87	-3.30%
Bofedales	4.97	0.00%	4.63	0.00%	0.34	7.40%
Cactáceas	22,081.56	56.40%	21,672.25	55.30%	409.3	1.90%
Caminos	153.67	0.40%	114.82	0.30%	38.85	33.80%
Césped de Puna	13.77	0.00%	19.08	0.00%	-5.31	-27.80%
Estanque	20.14	0.10%				
Matorral	4,339.03	11.10%	3,718.81	9.50%	620.22	16.70%
Pajonal	2,581.74	6.60%	2,759.46	7.00%	-177.72	-6.40%
Pedregal	284.91	0.70%	425.94	1.10%	-141.02	-33.10%
Plantaciones	47.2	0.10%	52.02	0.10%	-4.82	-9.30%
Polylepis	60.53	0.20%	64.77	0.20%	-4.25	-6.60%
Ríos y quebradas	489.72	1.30%	457.06	1.20%	32.66	7.10%
Territorios agrícolas	451.77	1.20%	331.18	0.80%	120.59	36.40%
Tierra desnuda	6,588.38	16.80%	7,448.13	19.00%	-859.75	-11.50%
Vegetación ribereña	65.86	0.20%	90.49	0.20%	-24.63	-27.20%
Zonas de extracción minera	60.87	0.20%	15.19	0.00%	45.68	300.80%
Zonas urbanizadas	46.8	0.10%	53.22	0.10%	-6.42	-12.10%
Total	39,167.70	100.00%	39,167.70	100.00%		

*Valores positivos indican aumento de la extensión y valores negativos indican disminución de la extensión de la cobertura vegetal

Del mismo modo, aunque menores que los que se registraron en la ZAA, en el caso de la ZO resaltan cambios en la extensión y distribución de las coberturas vegetales, tales como:

La escasa disminución de la superficie con tierra desnuda y el aumento en extensión las cactáceas y Matorrales. Del mismo modo, se destaca la disminución de los pajonales y el avance de los matorrales en esos espacios.

Durante el periodo de análisis se reporta un aumento de las actividades operativas, de allí el aumento de la extensión de la zona de extracción minera y los caminos en la zona.

7.6. Metodología propuesta para la validación

La metodología propuesta ha sido desarrollada expresamente para este estudio, siguiendo procedimientos, protocolos, estándares y prácticas empleados ampliamente para evaluaciones de flora y fauna, ya que luego de una exhaustiva búsqueda de antecedentes en la literatura no fue posible ubicar un antecedente que se ajustara a este tipo de estudios.

Más aún por la peculiaridad de tratarse de un estudio de Línea Base Biológica desarrollado con anterioridad; de modo que pueden haber ocurrido cambios en el entorno, ya sea por condiciones naturales (por sucesión vegetal o simple efecto de los factores climáticos) o por factores presumiblemente atribuibles a actividades humanas.

El objetivo de la intervención de ProNaturaleza es interpretar de la manera más objetiva posible los eventuales cambios y analizar a qué procesos se puede atribuir estos.

En ese sentido, es necesario no perder de vista que los animales y plantas silvestres, a diferencia de otros elementos naturales, pueden ser muy dinámicos en cuanto a su desarrollo poblacional y movimientos.

Por lo que la ausencia de una especie en un muestreo no necesariamente es evidencia de su inexistencia o desaparición, de manera que la interpretación de los cambios en la estructura y composición de las comunidades de animales y plantas tiene un nivel de complejidad que no se presenta en otros campos de las ciencias naturales.

Se identificaron los cambios en las coberturas vegetales, analizando las variaciones en términos de distribución y extensión; para este último se cuantificó la variación de la superficie de la cobertura vegetal respecto al año inicial de análisis (LB EIA).

Luego se vincularon los resultados de los análisis de las coberturas vegetales con la información de los componentes de flora y fauna silvestre evaluados. A través de los gráficos de rango-abundancia de géneros por cobertura vegetal, desarrollados para los componentes de flora silvestre y avifauna. Con la finalidad de analizar los efectos de

los cambios de las coberturas vegetales sobre la estructura y composición de las comunidades evaluadas.

Se empleó la comparación de los gráficos de rango-abundancia, para el LB EIA y el MAP 2015, a nivel de géneros por cobertura vegetal; este análisis compara la estructura de la comunidad, a través de la dominancia de los géneros del componente de flora y fauna silvestre, según la cobertura vegetal respectiva.

Se vincularon ambos análisis mediante los cambios en la cobertura vegetal reportados para las respectivas zonas analizadas (zona de abastecimiento de agua y zona de operaciones), donde se identificaron aquellas coberturas vegetales que experimentaron cambios más notorios (ver el siguiente cuadro).

Cuadro 5. Coberturas vegetales analizadas para la validación

Zona de Operaciones	Cactáceas
	Matorrales
	Pajonal
	Tierra desnuda
Zona de abastecimiento de agua	Césped de puna
	Césped de puna asociado a los bofedales
	Pajonal
	Bofedal

Se evaluó el efecto de los cambios en las coberturas vegetales reportados en el tiempo, sobre la estructura de la comunidad, en términos de la dominancia, para cada cobertura vegetal analizada, según el componente, la zona y época evaluada.

Para lo cual se establecieron cuartiles en el gráfico de rango-abundancia de géneros, considerando a los géneros que se encontraban en el primer cuartil como aquellos géneros dominantes en la comunidad y aquellos que se encontraban en el tercer y último cuartil como subordinados.

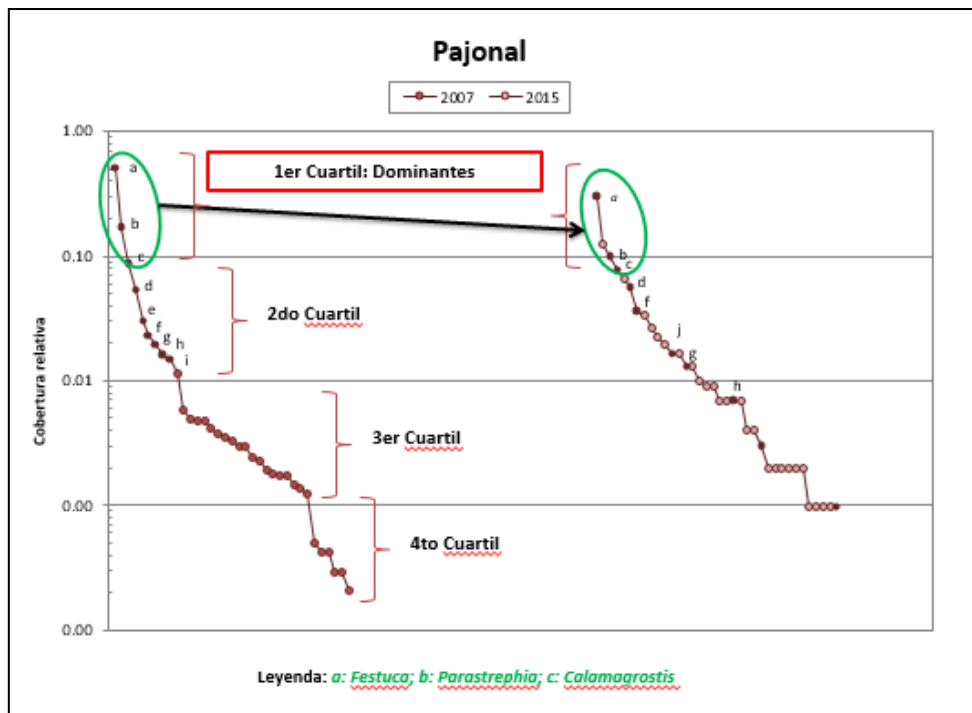


Figura 10. Identificación de la estructura jerárquica de la comunidad

Se verificó la permanencia o variación de las posiciones de los grupos dominantes y subordinados entre las evaluaciones, a fin de notar los cambios en cuanto a las estructuras de las comunidades evaluadas. Del mismo modo, se identificaron los cambios en la composición de las comunidades.

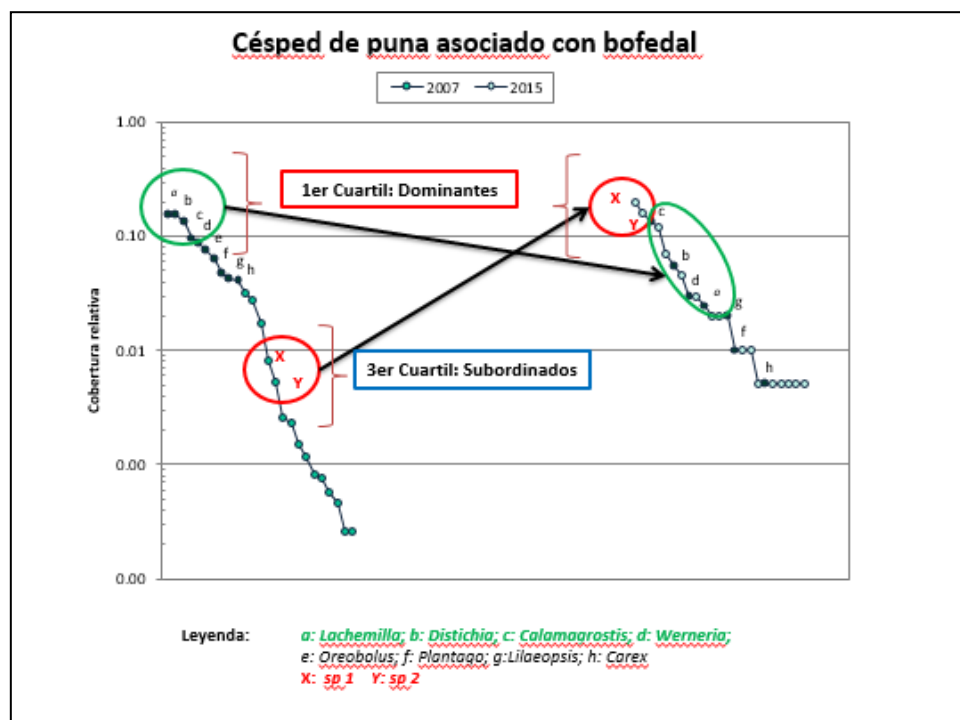


Figura 11. Identificación de los cambios en la estructura de la comunidad

Se consideró como cambio moderado a aquellos casos en donde se cambia drásticamente la estructura y composición de la comunidad, ya sea porque cambien casi todos los elementos del nivel dominante (varían a otras posiciones o desaparecen), o porque hay un ordenamiento diferente con distintos elementos a los iniciales. Así mismo, los cambios leves se atribuyeron a los casos cuando se presentaron pocos cambios en las posiciones de la jerarquía, pero en general los elementos del nivel dominante se mantuvieron en el tiempo.

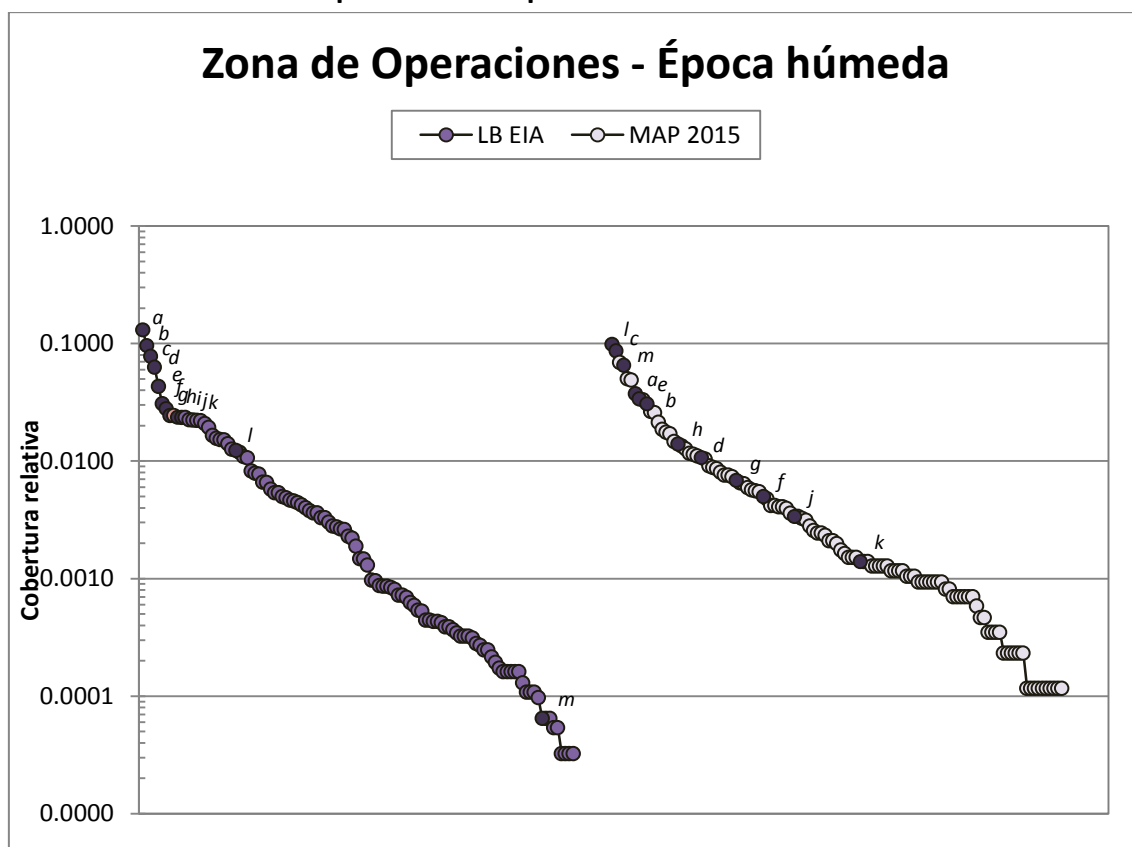
Además, para complementar este análisis se identificó, según información bibliográfica, la sensibilidad de las especies a disturbios o alteraciones antrópicas y su posible relación con estos cambios.

7.7. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por zonas (LB EIA – MAP 2015)

7.7.1. Flora Silvestre

7.7.1.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda



Leyenda: a: *Baccharis*; b: *Fabiana*; c: *Ambrosia*; d: *Stipa*; e: *Festuca*; f: *Cumulopuntia*; g: *Adesmia*; h: *Chersodoma*; i: *Cortaderia*; j: *Bougainvillea*; k: *Azorella*; l: *Plantago*; m: *Vulpia*

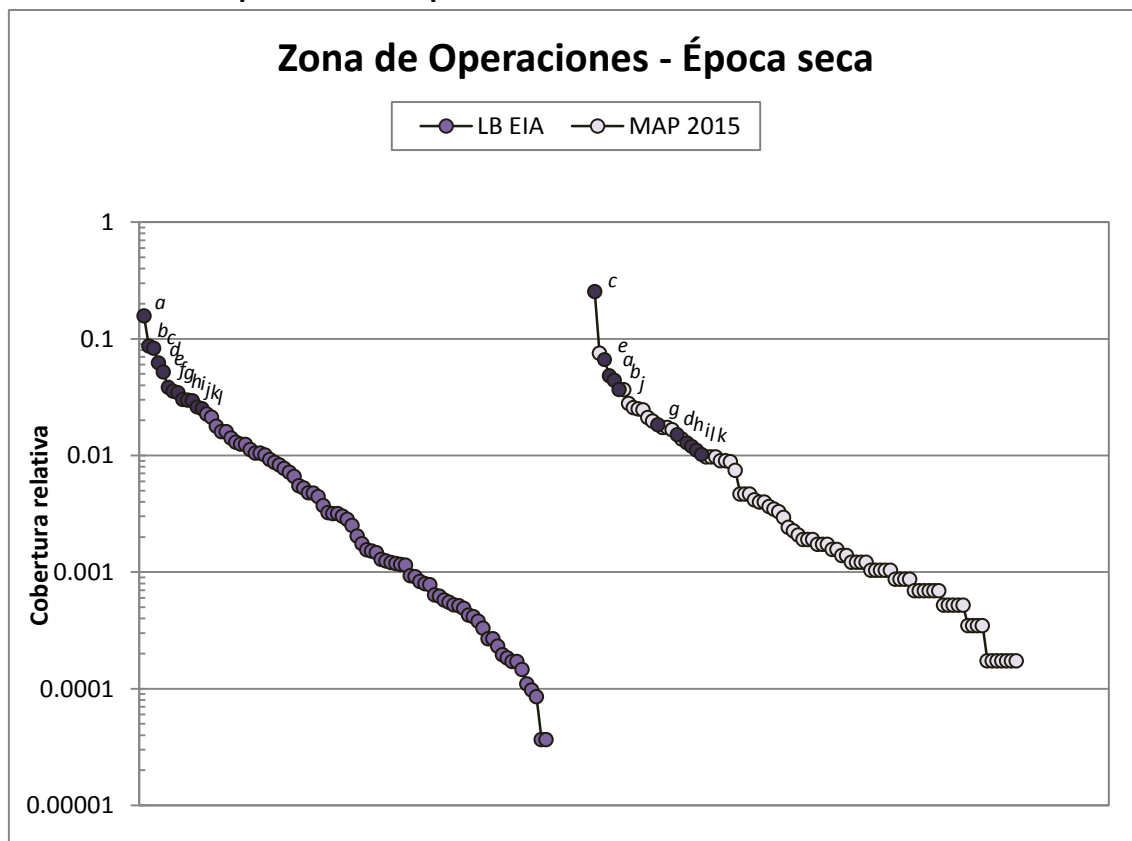
Figura 12. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona operaciones durante la época húmeda.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 58% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en el cuartil superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción del género *Cortaderia*. Con respecto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia: *Baccharis*, *Fabiana* y *Ambrosia*, se mantienen en el grupo dominante con algunas variaciones en su jerarquía.

De las variaciones más resaltantes, se observa la disminución de la jerarquía del género *Stipa*, que deja de ocupar el grupo de mayor dominancia. La abundancia del género *Plantago* aumenta y se posiciona como el género con mayor dominancia en la última evaluación. Así mismo, el género *Vulpia* aumenta de forma notoria su dominancia y pasa de ocupar un nivel suprimido a posicionarse en el grupo de mayor dominancia.

❖ Zona de Operaciones – Época seca



Leyenda: a: *Baccharis*; b: *Fabiana*; c: *Ambrosia*; d: *Stipa*; e: *Schinus*; f: *Ophryosporus*; g: *Adesmia*; h: *Parastrephia*; i: *Opuntia*; j: *Dilpstephium*; k: *Festuca*; l: *Bougainvillea*; m: *Vulpia*

Figura 13. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZO (época seca LB EIA - MAP 2015)

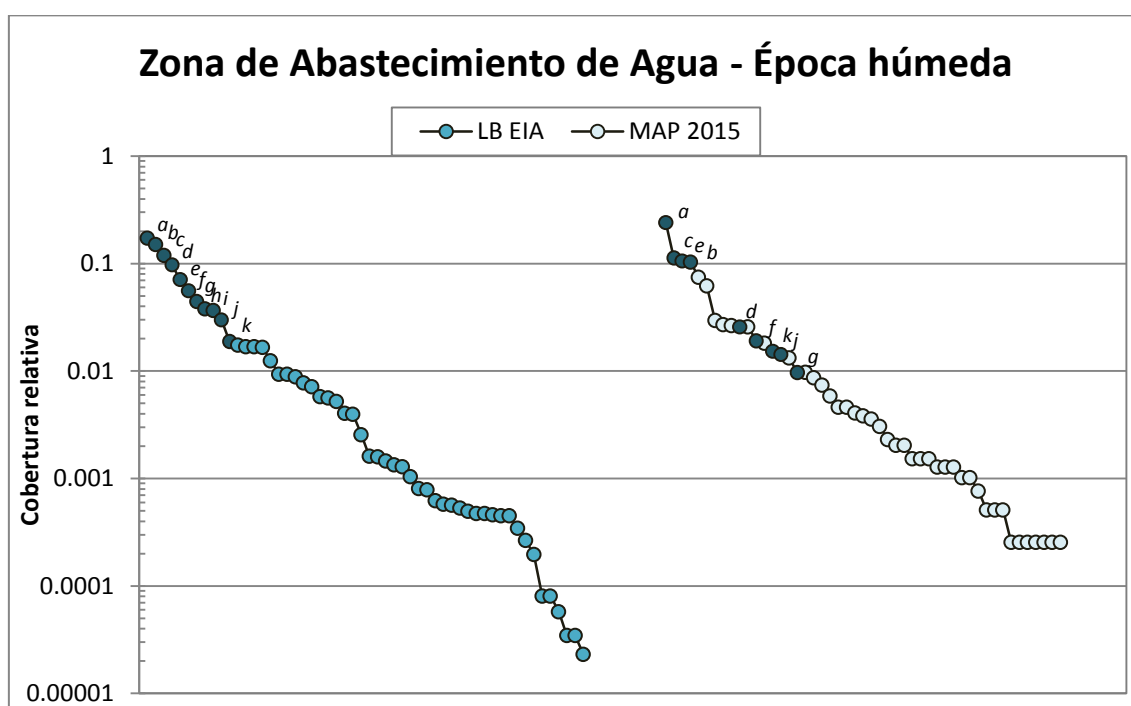
Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona operaciones durante la época seca.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 56% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en el cuartil superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se mantienen en la evaluación del último año. En cuanto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia: *Baccharis*, *Fabiana* y *Ambrosia* se mantienen en el grupo dominante con algunas variaciones en su jerarquía. El género *Ambrosia* se posiciona en el nivel más alto de la jerarquía y el género *Baccharis* es desplazado por los géneros *Vulpia* y *Schinus*. La mayoría de géneros de dominancia media mantiene su jerarquía en la última evaluación.

De las variaciones más notorias, se observa la aparición del género *Vulpia* y su posicionamiento en el grupo de mayor dominancia. Por otra parte, se presenta la disminución de la jerarquía del género *Stipa*, que deja de ocupar el grupo de mayor dominancia.

7.7.1.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Abastecimiento de Agua

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Leyenda: a: *Festuca*; b: *Distichia*; c: *Calamagrostis*; d: *Werneria*; e: *Parastrephia*; f: *Lachemilla*; g: *Plantago*; h: *Oreobolus*; i: *Alchemilla*; j: *Lilaeopsis*; k: *Stipa*; l: *Oxychloe*; m: *Eleocharis*

Figura 14. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

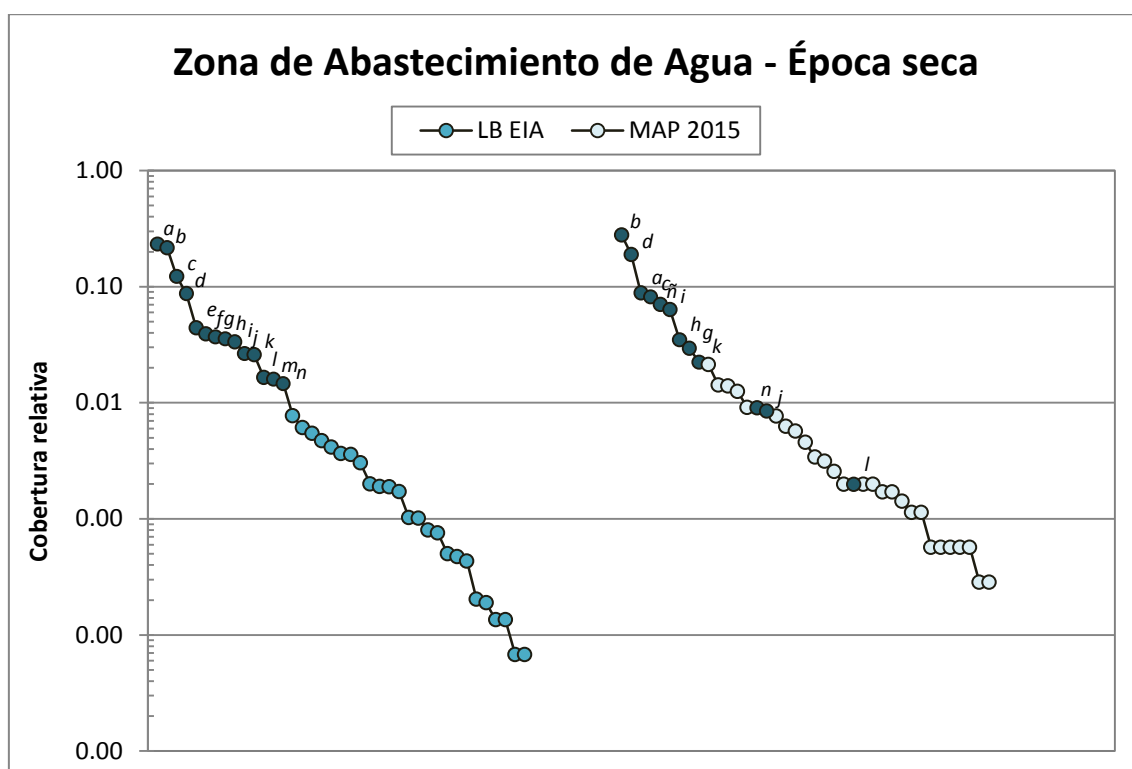
Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona de abastecimiento de agua durante la época húmeda.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 31% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en el cuartil superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que la mayoría de los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción de los géneros *Oreobolus* y *Alchemilla*.

En cuanto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia se mantienen para ambos años de evaluación, con algunas variaciones en su jerarquía. El género *Festuca* se mantiene como el género con mayor dominancia para ambas

evaluaciones. Los géneros *Distichia* y *Calamagrostis* continúan en el grupo dominante, ahora acompañados de los géneros *Parastrephia* y *Oxychloe* (este último género aparece en la última evaluación). Por otro lado, se observa que la abundancia del género *Werneria* disminuye ocupando el grupo de dominancia media. Se observa la aparición del género en el cuartil superior de la estructura de la comunidad del último año de evaluación.

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Distichia*; b: *Festuca*; c: *Calamagrostis*; d: *Parastrephia*; e: *Cyperus*; f: *Juncus*; g: *Lachemilla*; h: *Pycnophyllum*; i: *Tetraglochin*; j: *Lilaeopsis*; k: *Werneria*; l: *Carex*; m: *Hypsela*; n: *Plantago*; ñ: *Oxychloe*

Figura 15. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de flora silvestre presente en la zona de abastecimiento de agua durante la época seca.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 54% de los géneros registrados en la primera evaluación se reportan en el último año. De los géneros ubicados en los cuartiles superiores de la jerarquía de la LB EIA, se observa que la mayoría de los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción de los géneros *Cyperus* y *Juncus*.

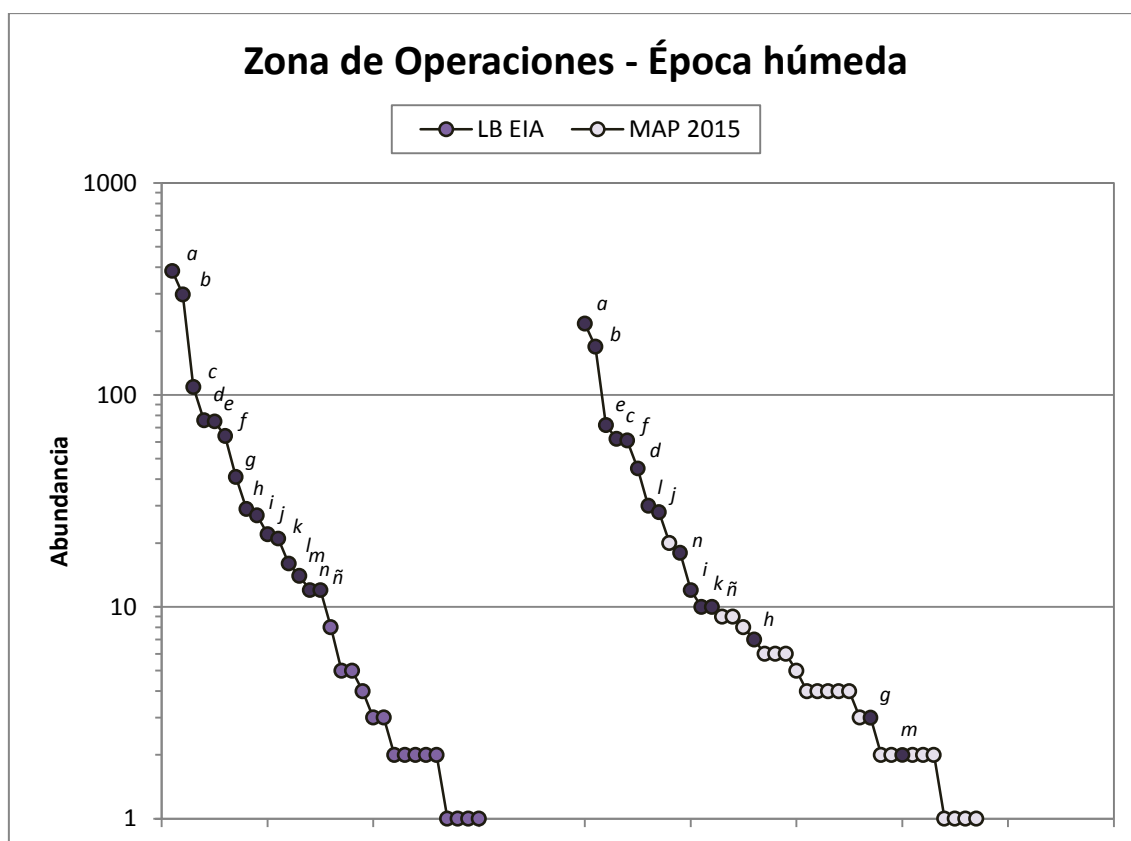
En cuanto a la estructura de la comunidad, los géneros con mayor dominancia se mantienen para ambos años de evaluación, con algunas variaciones en su jerarquía. Para el último año de evaluación se observa que *Festuca* se posiciona como el género de mayor dominancia, seguido de *Parastrephia*, *Distichia* y *Calamagrostis*. Por otro

lado, se observa la aparición del género *Oxychloe* en el cuartil superior de la estructura de la comunidad del último año de evaluación.

7.7.2. Avifauna

7.7.2.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda



Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Sporagra*; d: *Muscisaxicola*; e: *Metriopelia*; f: *Asthenes*; g: *Anairetes*; h: *Oreotrochilus*; i: *Conirostrum*; j: *Leptasthenura*; k: *Pygochelidon*; l: *Ochetorhynchus*; m: *Upucerthia*; n: *Cinclodes*; ñ: *Catamenia*

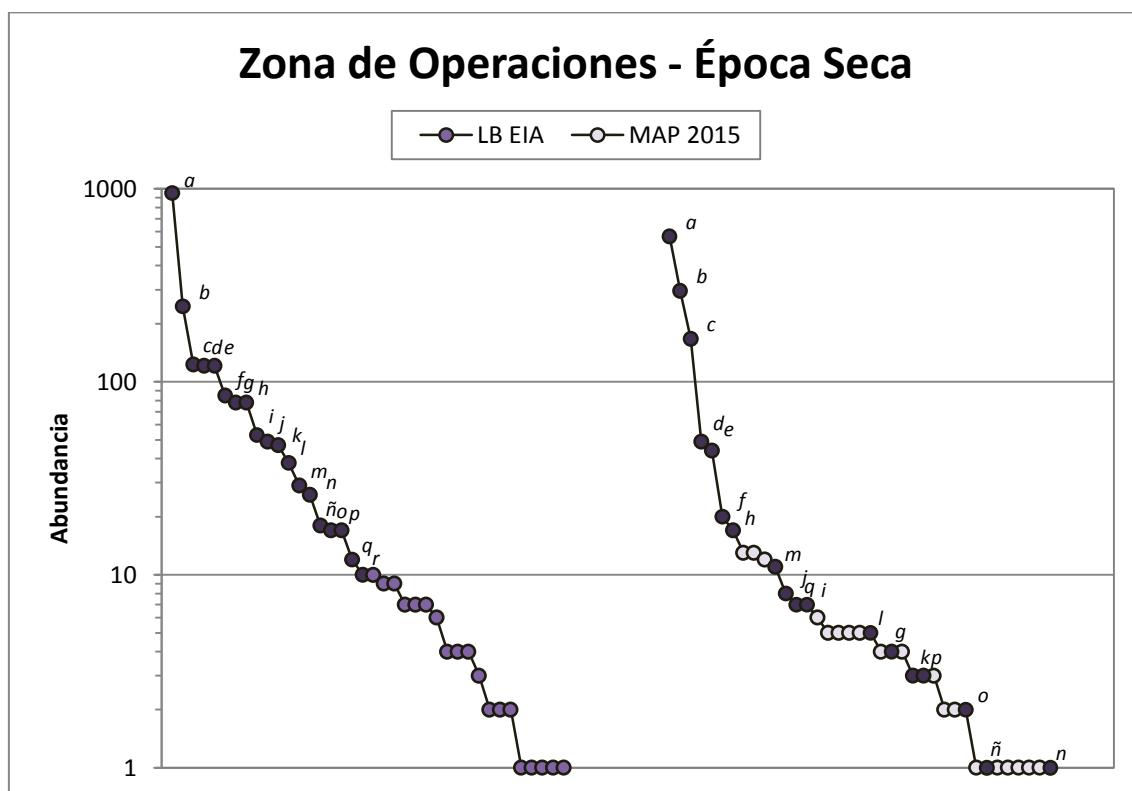
Figura 16. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

Durante la época húmeda, se observa que los cambios ocurridos entre la LB EIA y el MAP 2015, en la zona de operaciones, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 87% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para en la última. Por otro lado, todos los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, también se registran en la evaluación del último año. Con respecto a la estructura de la comunidad, se muestra que los géneros *Phrygilus* y *Sicalis* mantienen notoriamente su dominancia en ambas evaluaciones. Los géneros de dominancia media como *Sporagra*, *Muscisaxicola*, *Metriopelia* y *Asthenes* continúan ocupando esta misma jerarquía.

De las variaciones más notables, destaca la disminución de la posición de los géneros *Upucerthia* y *Anairetes* los cuales pasan a ocupar niveles subordinados en la última evaluación.

❖ Zona de Operaciones – Época seca



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Metriopelia*; d: *Asthenes*; e: *Sporagra*; f: *Leptasthenura*; g: *Anairetes*; h: *Muscisaxicola*; i: *Oreotrochilus*; j: *Cinclodes*; k: *Metallura*; l: *Patagona*; m: *Psilopsiagon*; n: *Ochthoeca*; ñ: *Conirostrum*; o: *Ochetorhynchus*; p: *Diglossa*; q: *Upucerthia*; r: *Tinamotis*

Figura 17. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZO (época seca LB EIA –MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente en la zona operaciones durante la época seca.

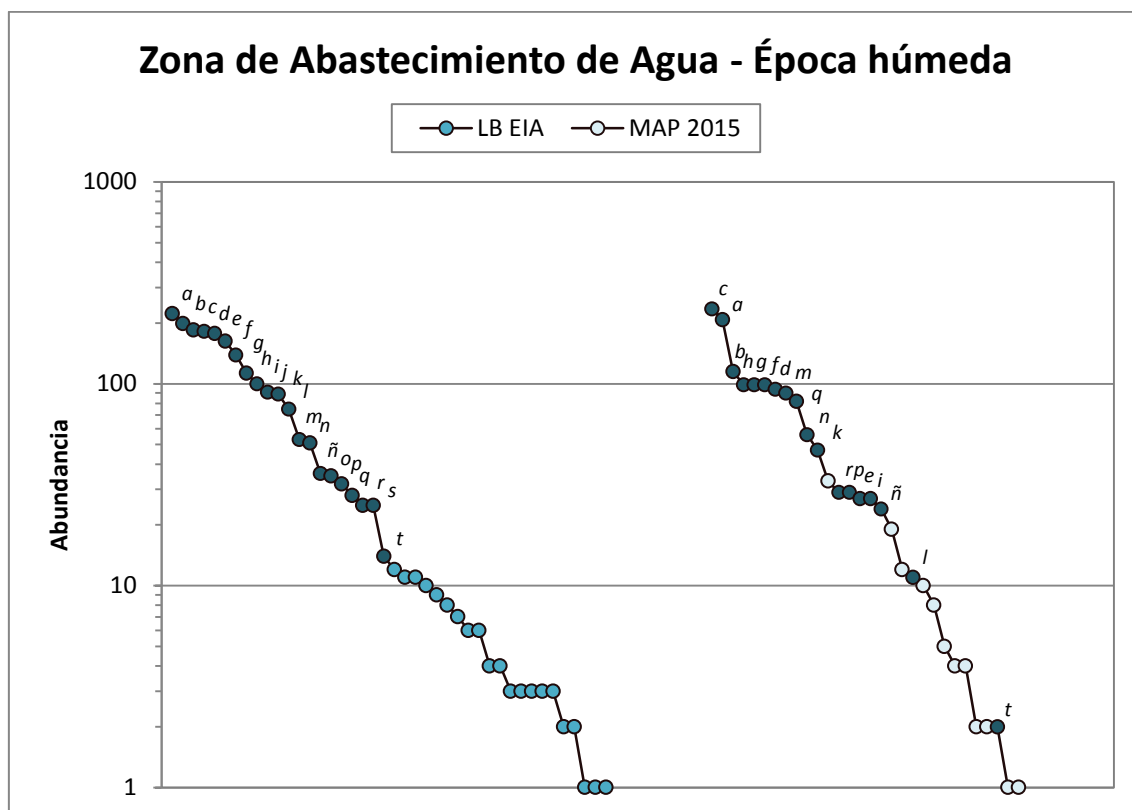
En cuanto a la composición de la comunidad, el 68% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para el último año. De los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se mantienen en la evaluación del último año, con excepción del género *Tinamotis*. Con respecto a la estructura de la comunidad, el grupo de géneros con mayor dominancia: *Sicalis*, *Phrygilus*, *Metriopelia*, *Asthenes* y *Sporagra*, mantienen, en este mismo orden, la jerarquía para ambos años de evaluación.

De las variaciones que se presentan, se observa la disminución de la jerarquía de algunos géneros de dominancia media en la primera evaluación. Los cambios más

notorios son la disminución de la abundancia del género *Ochthoeca* y *Conirostrum* los cuales se encuentran en el nivel suprimido de la estructura de la última evaluación.

7.7.2.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) en la Zona de Abastecimiento de Agua

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Geositta*; c: *Phrygilus*; d: *Muscisaxicola*; e: *Haplochelidon*; f: *Cinclodes*; g: *Thinocorus*; h: *Metriopelia*; i: *Lophonetta*; j: *Calidris*; k: *Pygochelidon*; l: *Diuca*; m: *Anas*; n: *Asthenes*; ñ: *Lessonia*; o: *Vanellus*; p: *Tinamotis*; q: *Psilopsiagon*; r: *Colaptes*; s: *Sporagra*; t: *Charadrius*

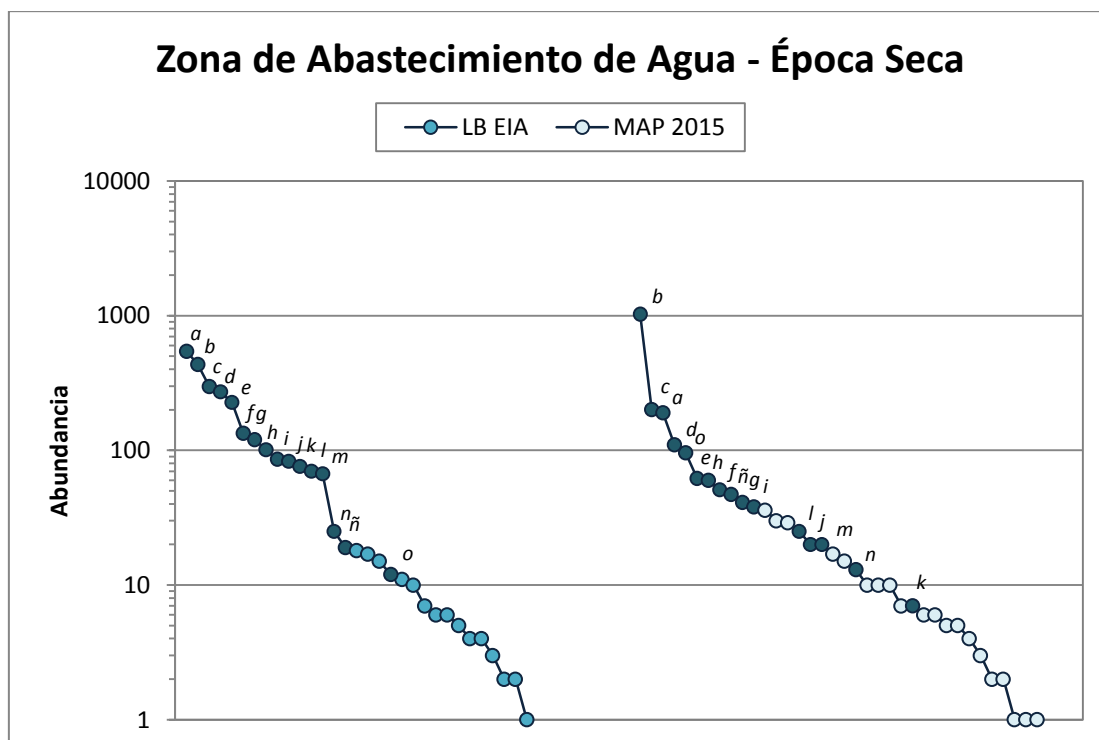
Figura 18. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

Durante la época húmeda, se observa que los cambios ocurridos durante el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente en la zona de abastecimiento de agua.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 60% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para el último año. Por otro lado, de los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa la ausencia de los géneros *Calidris*, *Vanellus* y *Sporagra* en la evaluación del último año. Con respecto a la estructura de la comunidad, se muestra que los géneros *Sicalis*, *Geositta* y *Phrygilus* mantienen su dominancia en ambas evaluaciones. El género *Muscisaxicola* es desplazado por los géneros *Metriopelia*, *Thinocorus* y *Cinclodes*, pero continúa dentro del grupo de mayor dominancia.

De las variaciones más notorias, se observa la disminución de jerarquía del género Haplochelidon el cual se encontraba dentro del grupo con mayor dominancia y pasa a ocupar una jerarquía intermedia en la última evaluación. Así mismo, la abundancia del género Charadrius disminuye pasando a ocupar un nivel de dominancia suprimido en el último año de evaluación.

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Sicalis*; c: *Phrygilus*; d: *Geositta*; e: *Cinclodes*; f: *Metriopelia*; g: *Muscisaxicola*; h: *Anas*; i: *Asthenes*; j: *Lophonetta*; k: *Diuca*; l: *Haplochelidon*; m: *Plegadis*; n: *Tinamotis*; ñ: *Pygocchelidon*

Figura 19. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la ZAA (época seca LB EIA –MAP 2015)

Se observa que los cambios ocurridos durante el periodo de análisis tuvo un cambio leve en la estructura y composición de la comunidad de avifauna presente en la zona de abastecimiento de agua durante la época seca.

En cuanto a la composición de la comunidad, el 81% de los géneros registrados en la primera evaluación se mantiene para el último año. De los géneros ubicados en la media superior de la jerarquía de la LB EIA, se observa que todos los géneros se reportan en la evaluación del último año. Con respecto a la estructura de la comunidad, el grupo de géneros con mayor dominancia: *Thinocorus*, *Sicalis*, *Phrygilus* y *Geositta* se mantiene para la última evaluación. Para la última evaluación el género *Sicalis* se posiciona de forma resaltante en el nivel superior de la jerarquía. De los géneros con dominancia media, en general, se observa que mantienen su jerarquía.

De las variaciones que se presentan en comparación con la primera evaluación, se observa la disminución de la jerarquía de algunos géneros de dominancia media. El

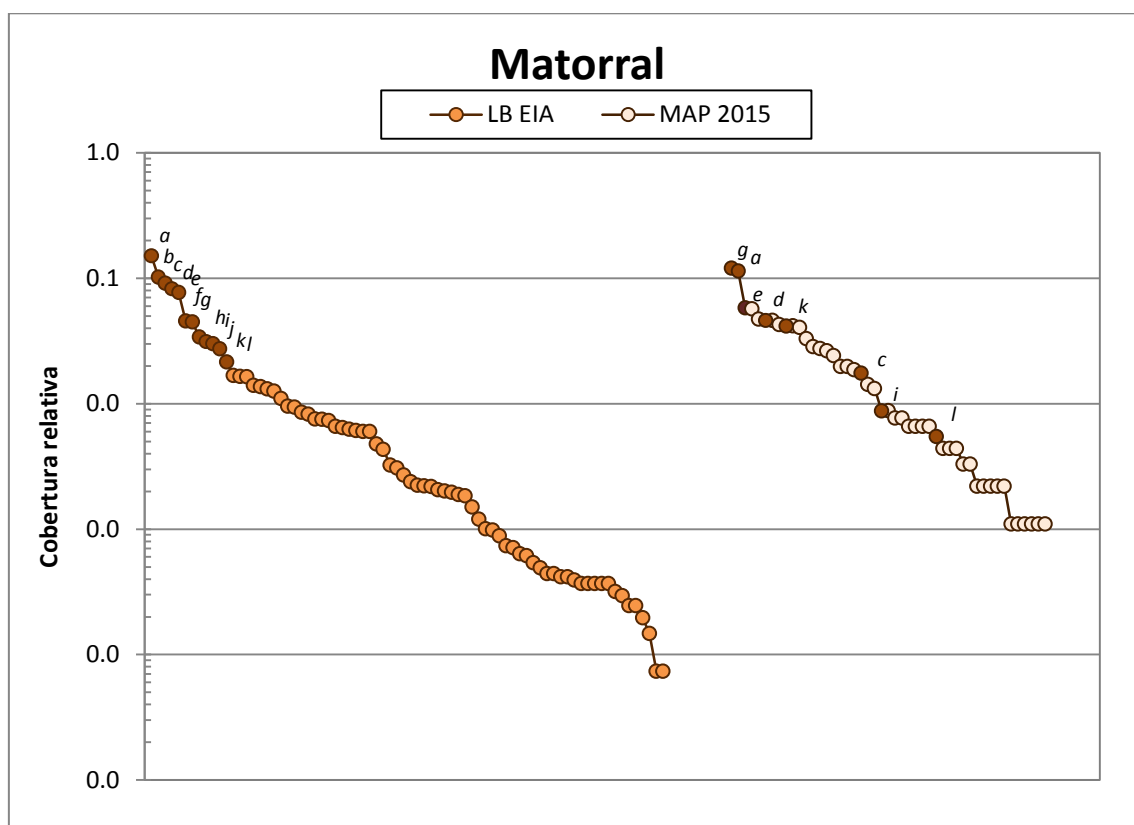
cambio más notorio es la disminución de la abundancia del género Diuca. Por otra parte, se presente un aumento notable de la abundancia del género Sporagra, el cual se posiciona muy cercano al grupo de géneros dominantes para el MAP 2015.

7.8. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades por cobertura vegetal (LB EIA – MAP 2015)

7.8.1. Flora Silvestre

7.8.1.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda

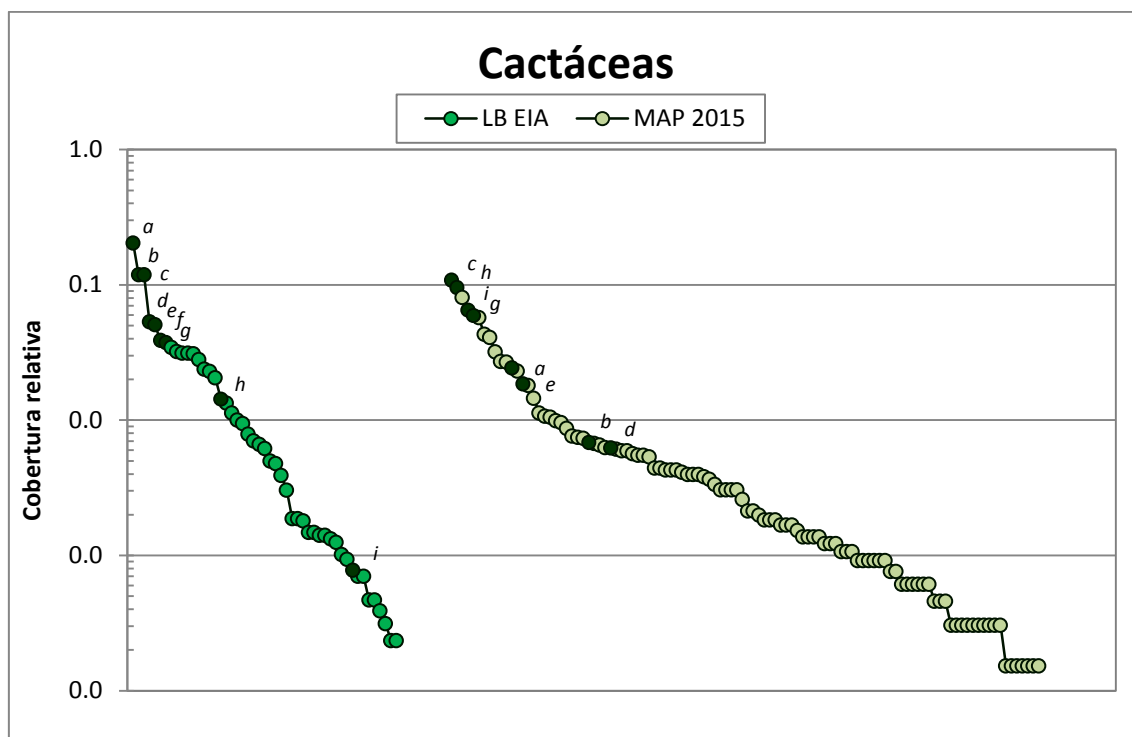


Leyenda: a: *Fabiana*; b: *Ambrosia*; c: *Baccharis*; d: *Festuca*; e: *Stipa*; f: *Azorella*; g: *Chersodoma*; h: *Cumulopuntia*; i: *Chuquiraga*; j: *Nassella*; k: *Parastrephia*; l: *Oreocereus*

Figura 20. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso del componente flora silvestre en la zona de operaciones, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la estructura (analizado a través de la dominancia de los géneros de flora en la cobertura vegetal correspondiente) y composición de la comunidad del matorral. Manteniéndose como dominante en la evaluación del MAP 2015 el género *Fabiana*. Sin embargo, se presentan algunas variaciones como el caso del género *Baccharis*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados y lo opuesto con el género *Chersodoma* que se posiciona como dominante en la última evaluación. Por otro lado,

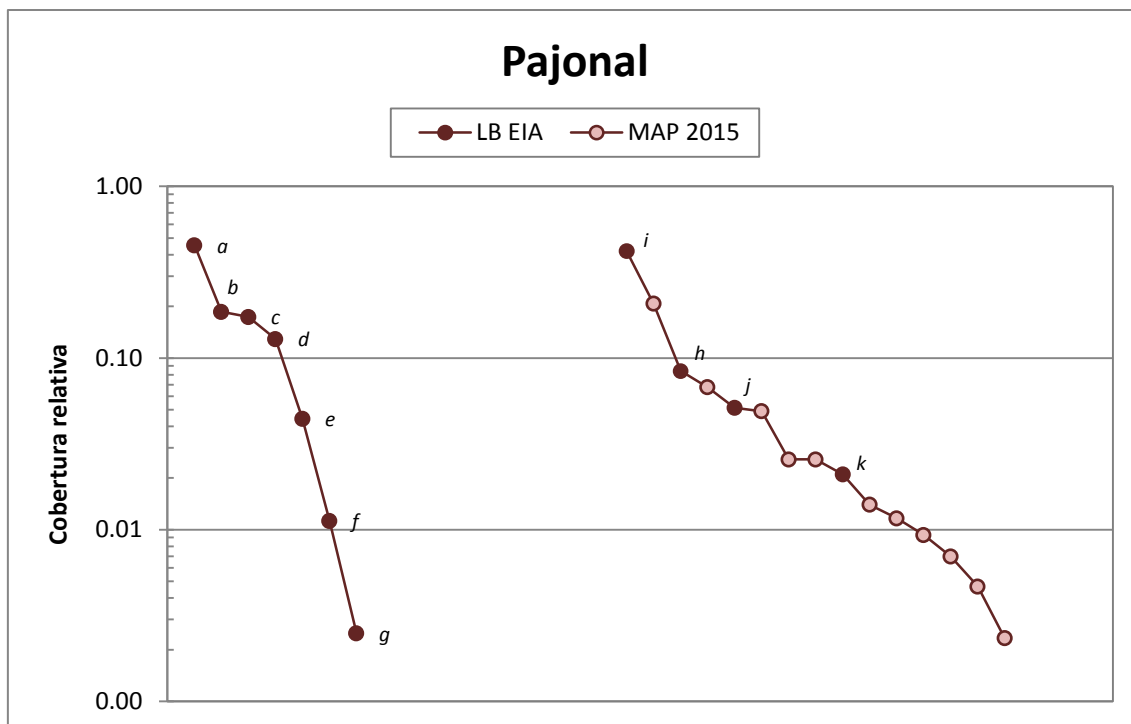
el género *Ambrosia* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: *Fabiana*; b: *Stipa*; c: *Ambrosia*; d: *Cumulopuntia*; e: *Diplostephium*; f: *Acacia*; g: *Tagetes*

Figura 21. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Del mismo modo, para el caso de la comunidad de cactáceas, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante el aumento de la extensión de la cobertura vegetal. Observándose un ordenamiento similar en cuanto a la estructura y composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Manteniéndose como dominante en la última evaluación el género *Ambrosia*. Sin embargo se presentan variaciones en algunos géneros como *Fabiana*, *Stipa*, *Cumulopuntia* y *Diplostephium*, que pasaron a posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015, de éstos las *Cumulopuntia* se encuentran en el apéndice II de CITES. Lo contrario sucede con los géneros *Plantago* y *Vulpia*, que en la última evaluación se posicionaron como dominantes.

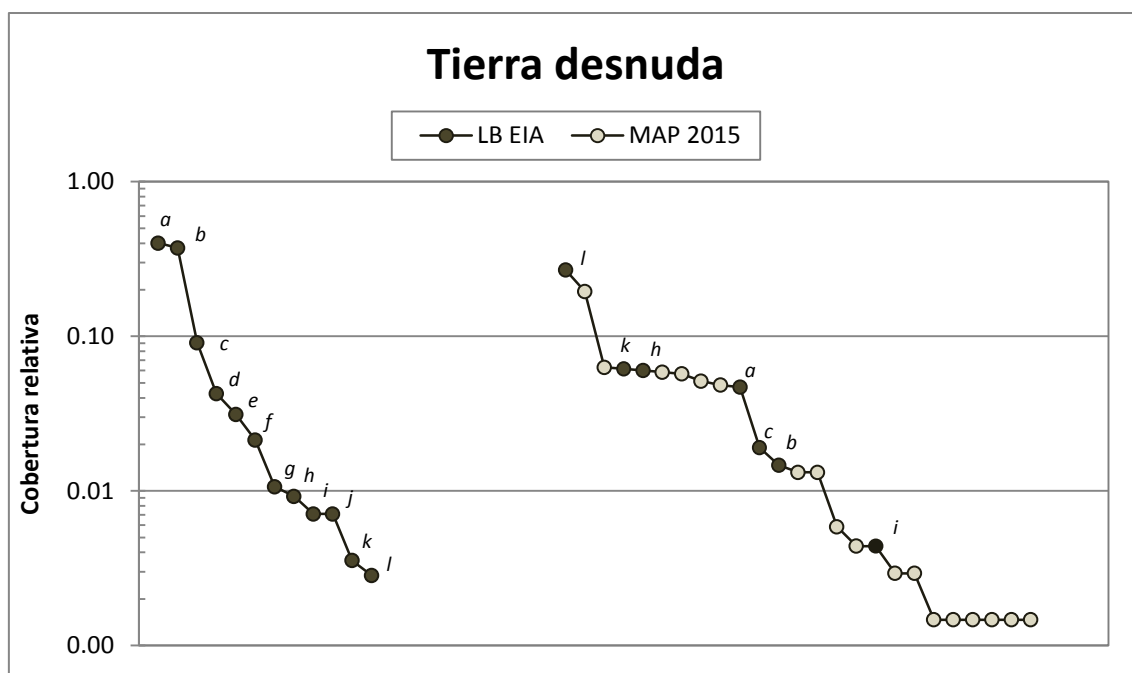


Leyenda: a: *Stipa*; b: *Junellia*; c: *Tetraglochin*; d: *Diplostephium*; e: *Tagetes*; f: *Lupinus*; g: *Sisymbrium*; h: *Parastrephia*; i: *Festuca*; j: *Baccharis*; k: *Azorella*

Figura 22. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de pajonales, se observa que la disminución de la extensión de la cobertura vegetal ha influido en la estructura y composición de la comunidad. Generando un cambio notorio en el ordenamiento de la estructura y composición reportada en la evaluación del MAP 2015 respecto a la de la LB EIA. Además se ha reportado un aumento en la diversidad de especies registradas en la última evaluación, pudiendo deberse al cambio de metodología empleada para la evaluación del componente.

Si bien hay cambios importantes tanto a nivel de estructura como en la composición de la comunidad de los pajonales, se considera poco relevante el cambio de estos, debido a que esta cobertura no está vinculada directamente a la presencia de agua, recurso vital para el área.

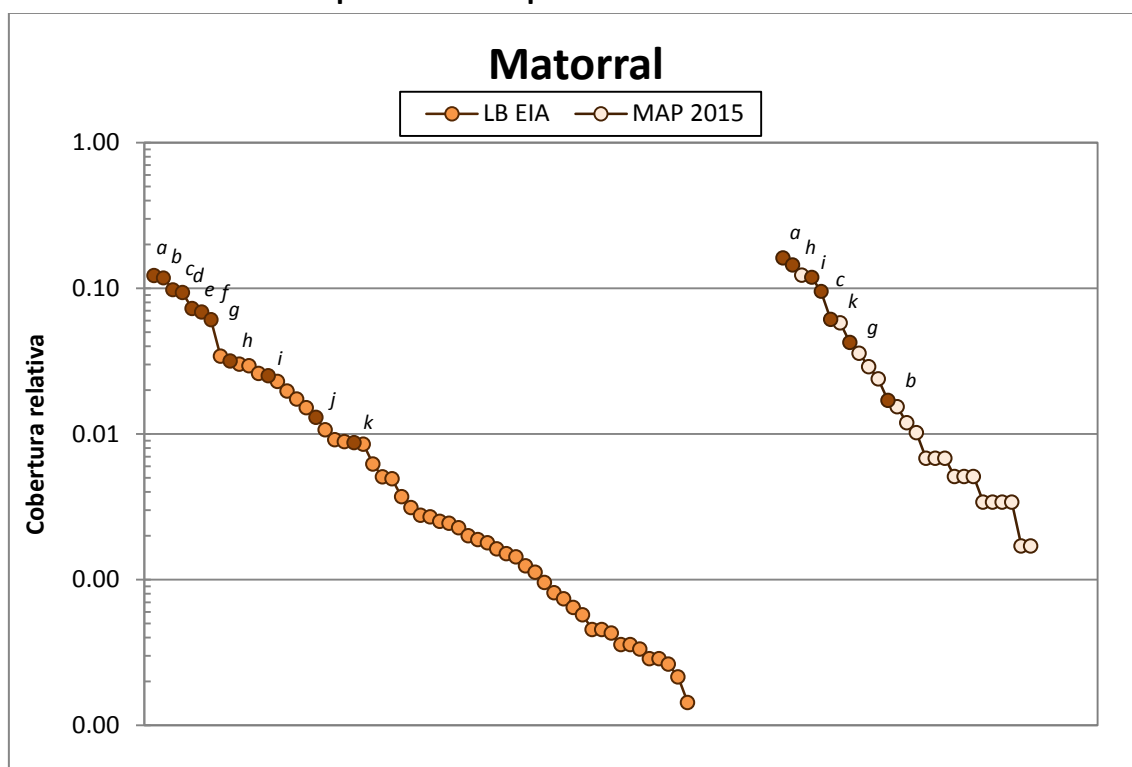


Leyenda: a: *Bougainvillea*; b: *Ambrosia*; c: *Tagetes*; d: *Haageocereus*; e: *Urocarpidium*; f: *Hoffmannseggia*; g: *Nothoscordum*; h: *Tarasa*; i: *Cumulopuntia*; j: *Schkuhria*; k: *Heterosperma*; l: *Plantago*

Figura 23. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

En el caso de la comunidad de flora silvestre ubicada en cobertura tierra desnuda o con escasa vegetación, la reducción de la superficie de la cobertura vegetal ha impactado sobre la estructura de la comunidad. Ya los géneros dominantes (*Bougainvillea* y *Ambrosia*) reportados en la evaluación de la LB EIA han pasado a posiciones subordinadas en el MAP 2015; y más bien otros géneros subordinados en la LB EIA (*Plantago*, *Heterosperma* y *Tarasa*) han pasado a ubicarse como dominantes en la evaluación del MAP 2015. Respecto a la composición de la comunidad ha presentado ciertas variaciones entre ambas evaluaciones. Además se ha registrado un aumento en la diversidad de especies registradas en la última evaluación, pudiendo deberse a al cambio de metodología empleada para la evaluación del componente.

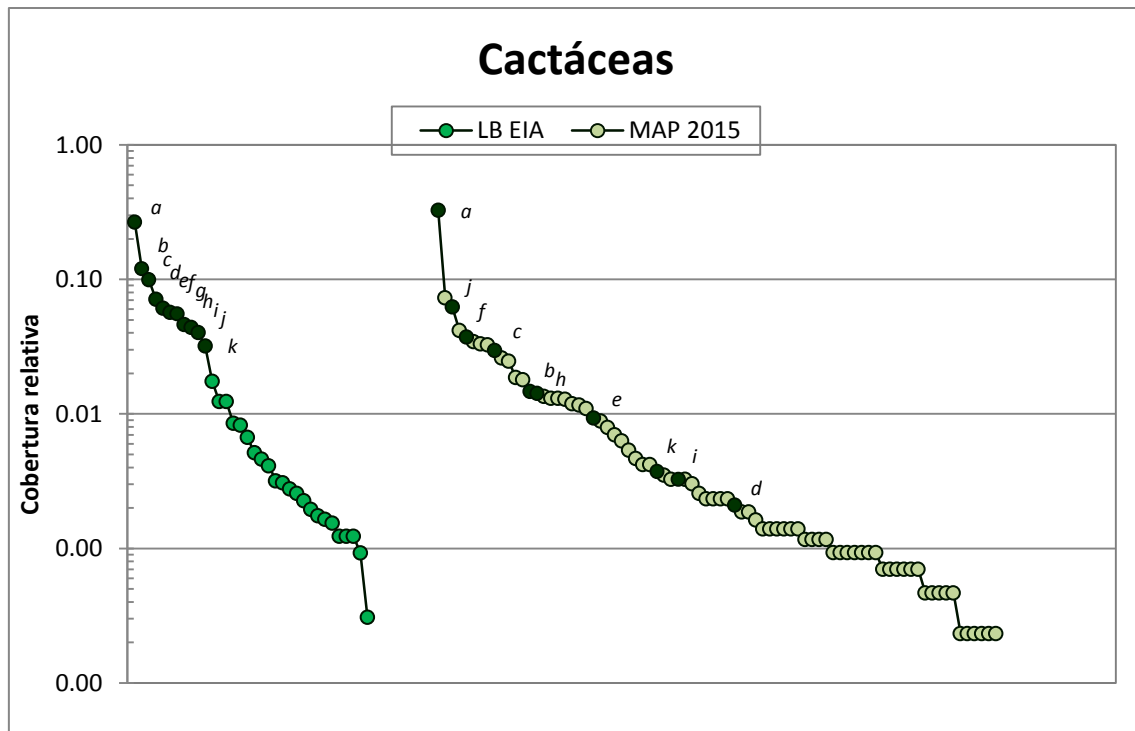
❖ Zona de Operaciones – Época seca



Leyenda: a: *Fabiana*; b: *Baccharis*; c: *Stipa*; d: *Ambrosia*; e: *Ophryosporus*; f: *Schinus*; g: *Parastrephia*; h: *Diplostephium*; i: *Chersodoma*; j: *Balbisia*; k: *Junellia*

Figura 24. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

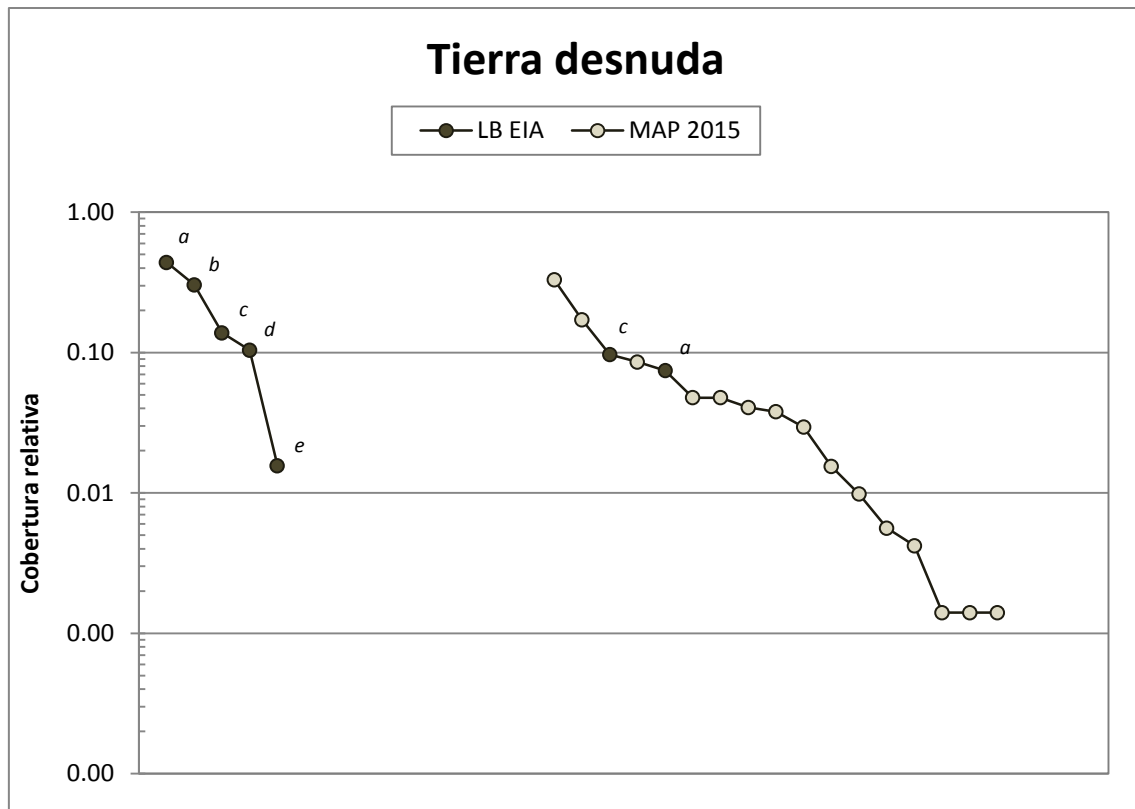
Para el caso del componente flora silvestre en la zona de operaciones, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la estructura de la comunidad del matorral. Manteniéndose como dominantes en la evaluación del MAP 2015 los géneros *Fabiana* y *Stipa*. Sin embargo, se presentan algunas variaciones como el caso del género *Baccharis*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados y lo opuesto con los géneros *Chersodoma* y *Diplostephium* que se posicionan como dominantes en la última evaluación. Por otro lado, el género *Ambrosia* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: Ambrosia; b: Cumulopuntia; c: Dilpostephium; d: Armatocereus; e: Stipa; f: Fabiana; g: Acacia; h: Festuca; i: Oreocereus; j: Baccharis; k: Bougainvillea

Figura 25. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA - MAP 2015)

Del mismo modo, para el caso de la comunidad de cactáceas, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante el aumento de la extensión de la cobertura vegetal. Observándose un ordenamiento similar en cuanto a la estructura composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Manteniéndose como dominante en la última evaluación el género Ambrosia. Sin embargo se presentan variaciones en algunos géneros como Stipa, Cumulopuntia, Armatocereus y Diplostephium, que pasaron a posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015, de éstos las Cumulopuntia se encuentran en el apéndice II de CITES. Lo contrario sucede con el género Baccharis, que en la última evaluación se posicionó como dominante.



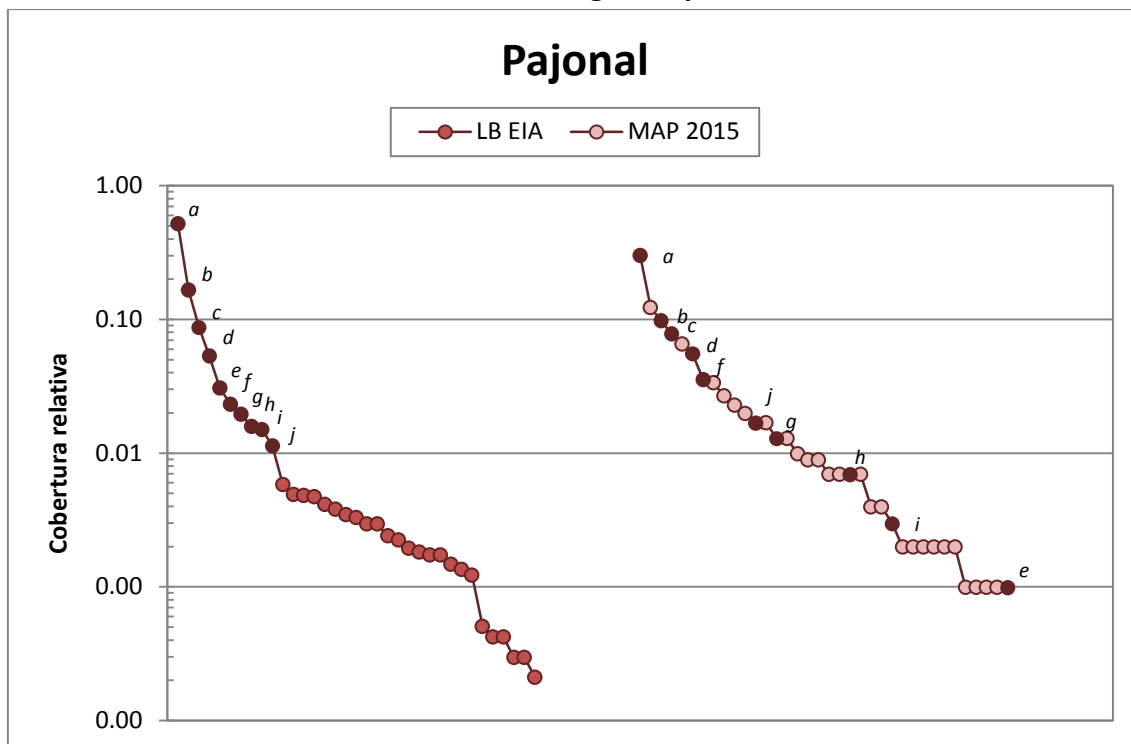
Leyenda: a: Bougainvillea; b: Fabiana; c: Ambrosia; d: Dilpostephium; e: Ephedra

Figura 26. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

En el caso de la comunidad de flora silvestre ubicada en cobertura tierra desnuda o con escasa vegetación, la reducción de la superficie de la cobertura vegetal ha impactado sobre la estructura de la comunidad. Tal como se observa en el caso del género Bougainvillea, considerada como dominante en la evaluación de la LB EIA, y que para la evaluación MAP 2015 pasó a ubicarse en un nivel subordinado. Respecto a la composición de la comunidad ha presentado ciertas variaciones entre ambas evaluaciones. Además se ha registrado un aumento en la diversidad de especies registradas en la última evaluación, pudiendo deberse a al cambio de metodología empleada para la evaluación del componente.

7.8.1.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua

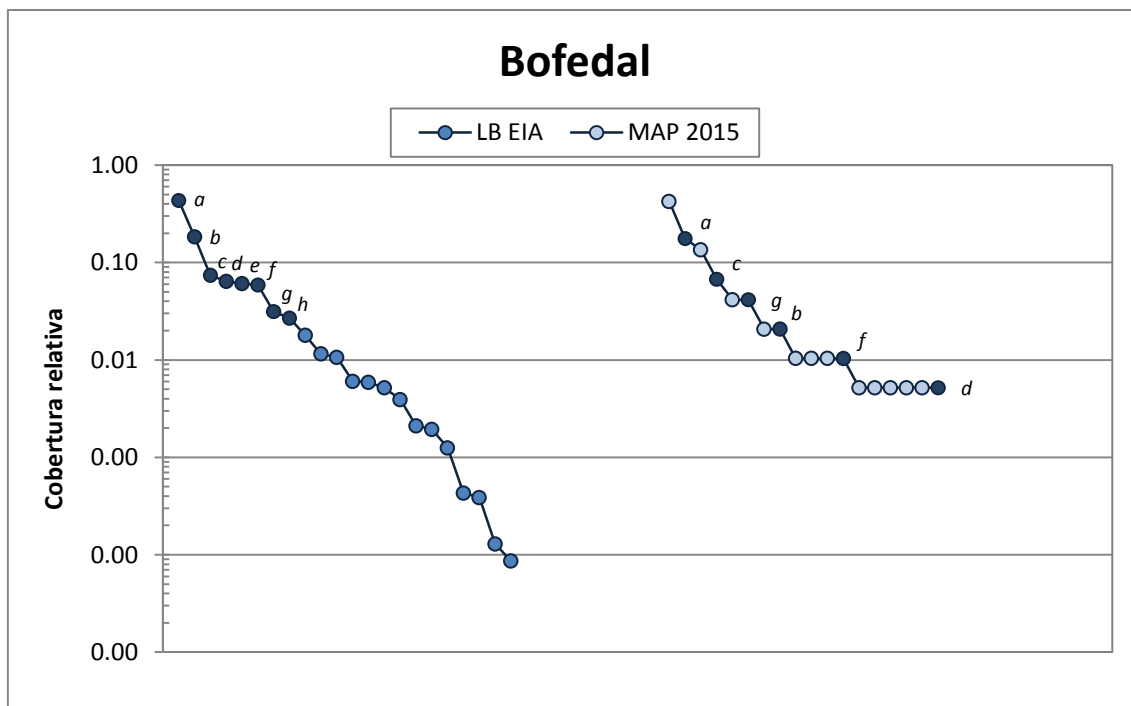
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Leyenda: a: *Festuca*; b: *Parastrephia*; c: *Calamagrostis*; d: *Stipa*; e: *Hypochaeris*; f: *Pycnophyllum*; g: *Tetraglochin*; h: *Nototriche*; i: *Astragalus*; j: *Senecio*

Figura 27. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

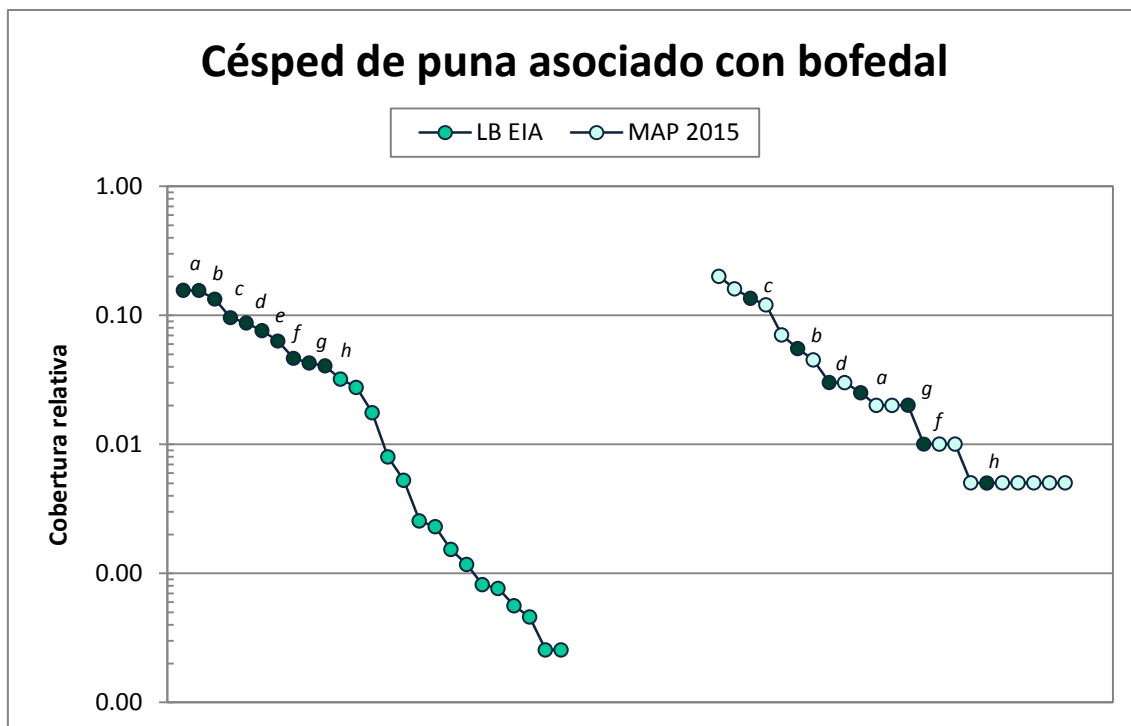
Para el caso del componente flora silvestre en la zona de abastecimiento de agua, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal, casi no generaron cambios perceptibles en la estructura de la comunidad, debido a que se observa que todos los géneros reportados como dominantes (*Festuca*, *Parastrephia*, *Calamagrostis* y *Stipa*) en la evaluación de la LB EIA, se mantienen como tales en la evaluación correspondiente al MAP 2015. Entre las variaciones perceptibles destaca el género *Hypochaeris* que presenta un cambio a posiciones subordinadas.



Leyenda: a: *Distichia*; b: *Werneria*; c: *Lachemilla*; d: *Oreobolus*; e: *Plantago*; f: *Lilaeopsis*; g: *Calamagrostis*; h: *Cyperus*

Figura 28. Gráfico Rangó - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

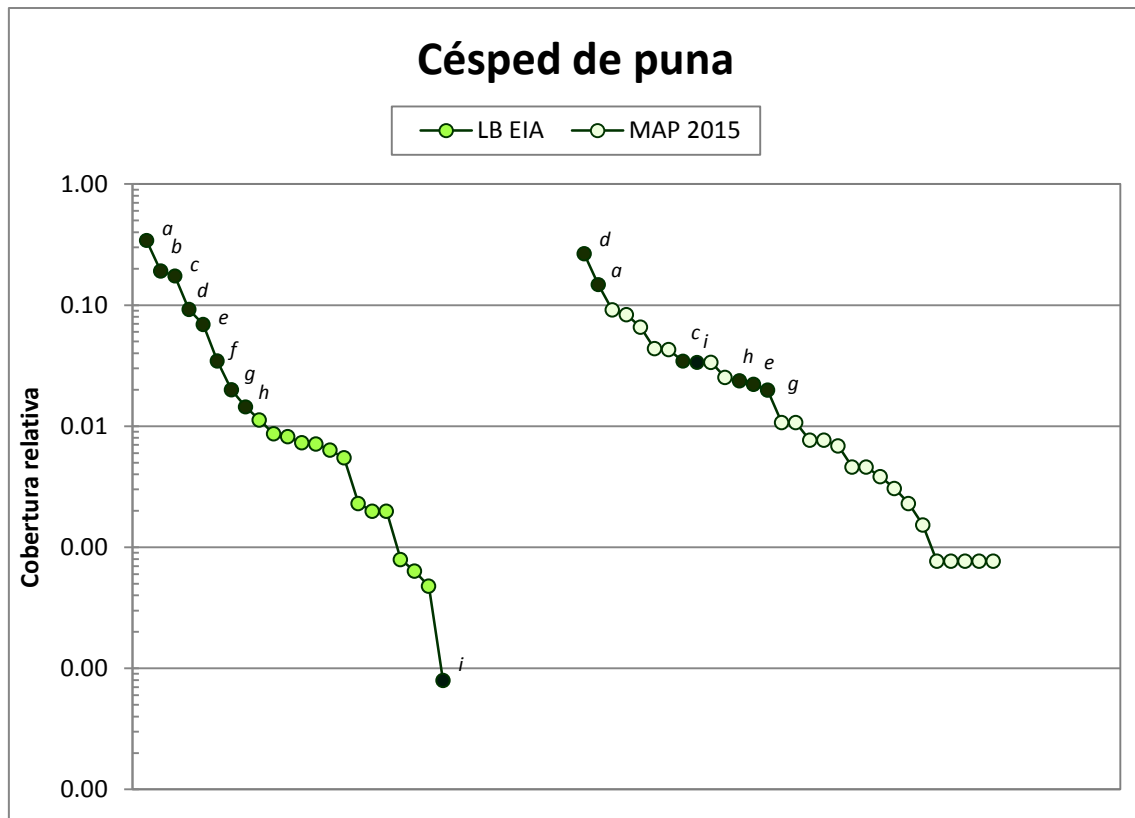
Para el caso de la comunidad de flora silvestre en los bofedales, la disminución de la extensión de la cobertura vegetal (aunque escasa) ocasionó cambios en la estructura de la comunidad. Observándose variaciones en la estructura y composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Sin embargo el género dominante (*Distichia*) se mantiene como tal en la última evaluación, pero ahora acompañada por los géneros *Oxychloe* y *Parastrephia*. Sin embargo, se han reportado variaciones notorias en la posición de los géneros *Werneria*, *Oreobolus* y *Lilaeopsis*, que pasaron a ocupar a posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015. Por otro lado, el género *Plantago* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: *Lachemilla*; b: *Distichia*; c: *Calamagrostis*; d: *Werneria*; e: *Oreobolus*; f: *Plantago*; g: *Lilaepsis*; h: *Carex*

Figura 29. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Del mismo modo, la disminución de la extensión de la cobertura vegetal, cambio levemente en la estructura de la comunidad. Manteniéndose como dominante el género *Calamagrostis* en la última evaluación, pero ahora acompañada por los géneros *Oxychloe*, *Festuca* y *Parastrephia*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Mientras que para los géneros *Lachemilla*, *Distichia*, *Werneria*, *Plantago* y *Carex* en la última evaluación pasaron a posiciones notablemente subordinadas.

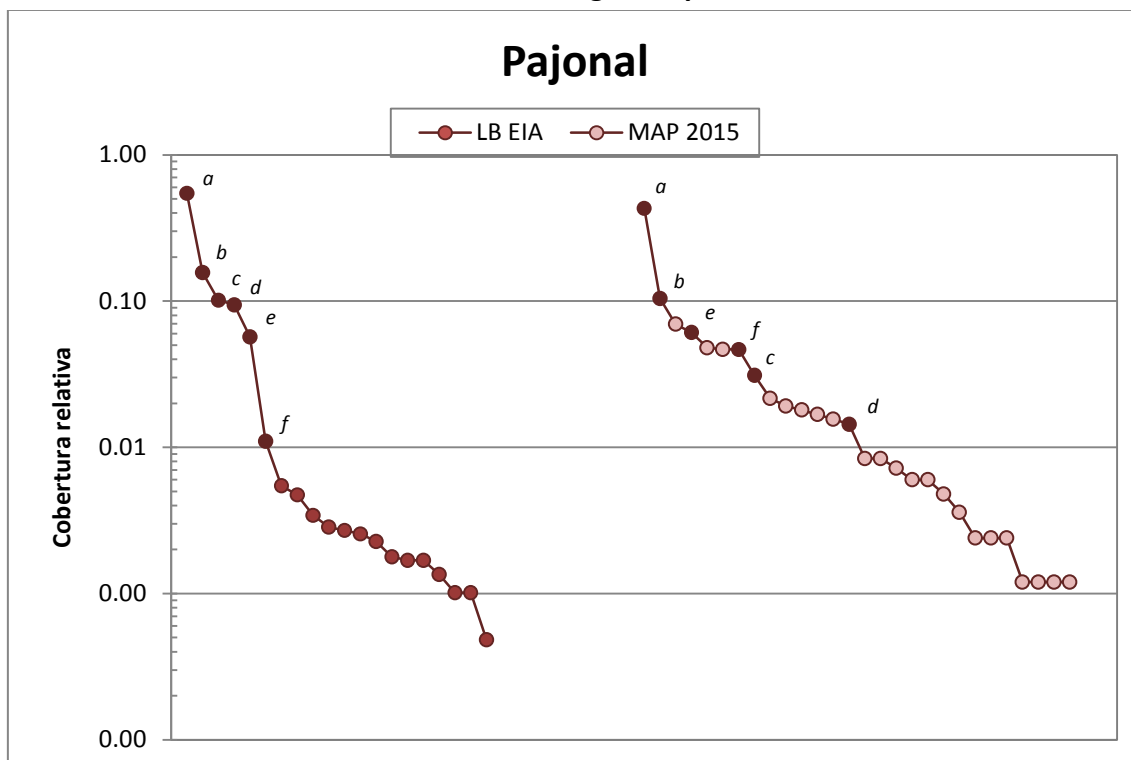


Leyenda: a: *Calamagrostis*; b: *Alchemilla*; c: *Werneria*; d: *Festuca*; e: *Plantago*; f: *Perezia*; g: *Astragalus*; h: *Pycnophyllum*

Figura 30. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de flora silvestre del césped de puna, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión de la cobertura vegetal. Manteniéndose el género dominante (*Calamagrostis*) como tal en la última evaluación, pero ahora acompañado de otros géneros como *Festuca*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Sobre todo en el género *Werneria*, que pasó a ocupar un nivel subordinado en la evaluación del MAP 2015 y lo contrario para el género *Festuca*, que en la última evaluación se posicionó como dominante. Por otro lado, el género *Alchemilla* ya no se reporta en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.

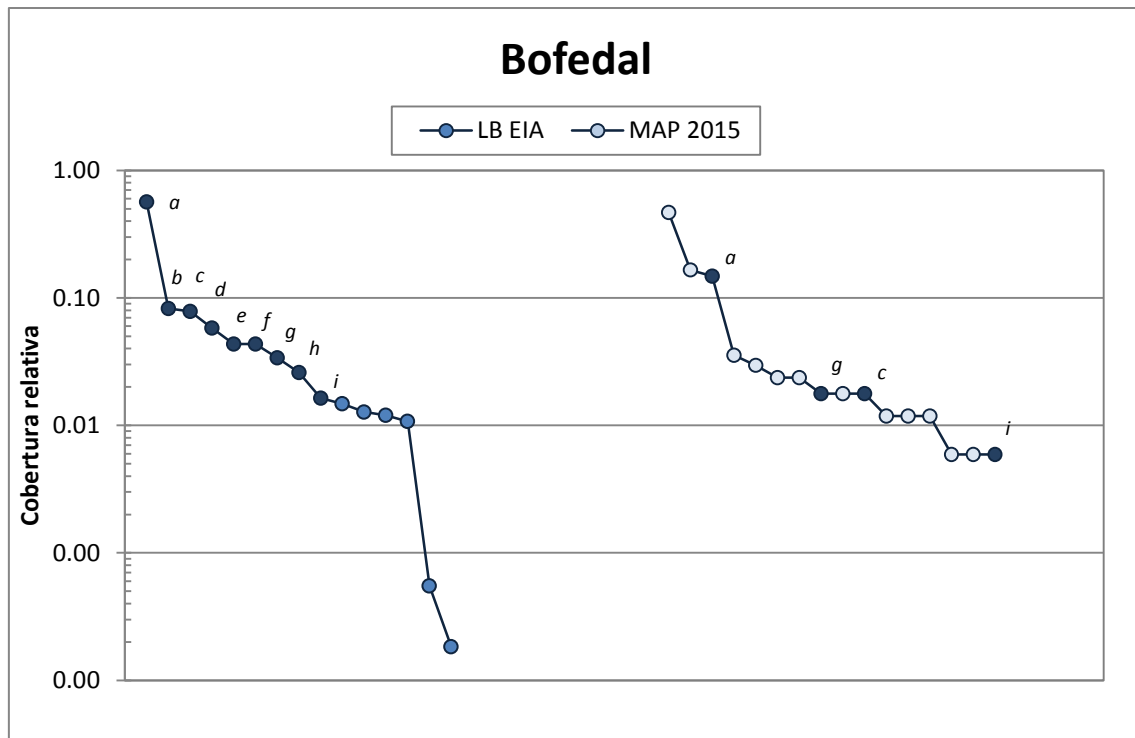
❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Festuca*; b: *Parastrephia*; c: *Pycnophyllum*; d: *Tetraglochin*; e: *Calamagrostis*; f: *Stipa*

Figura 31. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

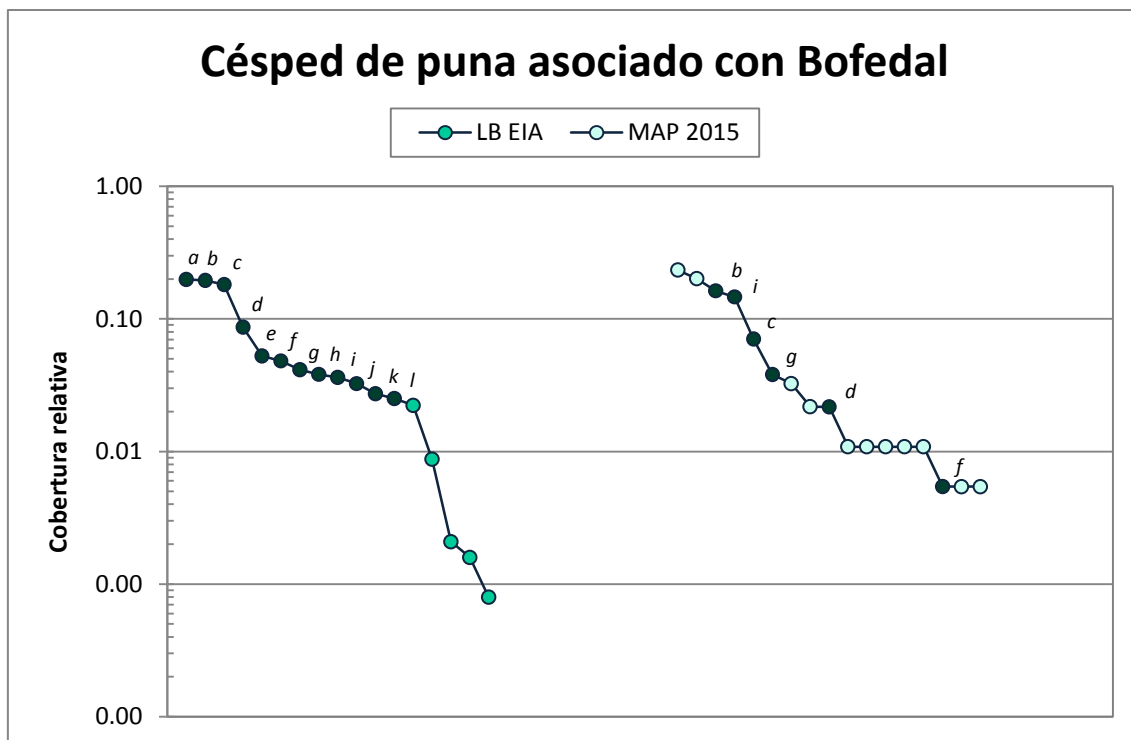
Para el caso del componente flora silvestre en la zona de abastecimiento de agua, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal casi no generaron cambios perceptibles en la estructura de la comunidad, debido a que se observa que todos los géneros reportados como dominantes (*Festuca* y *Parastrephia*) en la evaluación de la LB EIA, se mantienen como tales en la evaluación correspondiente al MAP 2015. Entre las variaciones perceptibles destacan los géneros *Pycnophyllum* y *Tetraglochin* que presenta un cambio a posiciones subordinadas.



Leyenda: a: *Distichia*; b: *Juncus*; c: *Lachemilla*; d: *Lilaeopsis*; e: *Cyperus*; f: *Hypsela*; g: *Calamagrostis*; h: *Plantago*; i: *Carex*

Figura 32. Gráfico Rangó - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

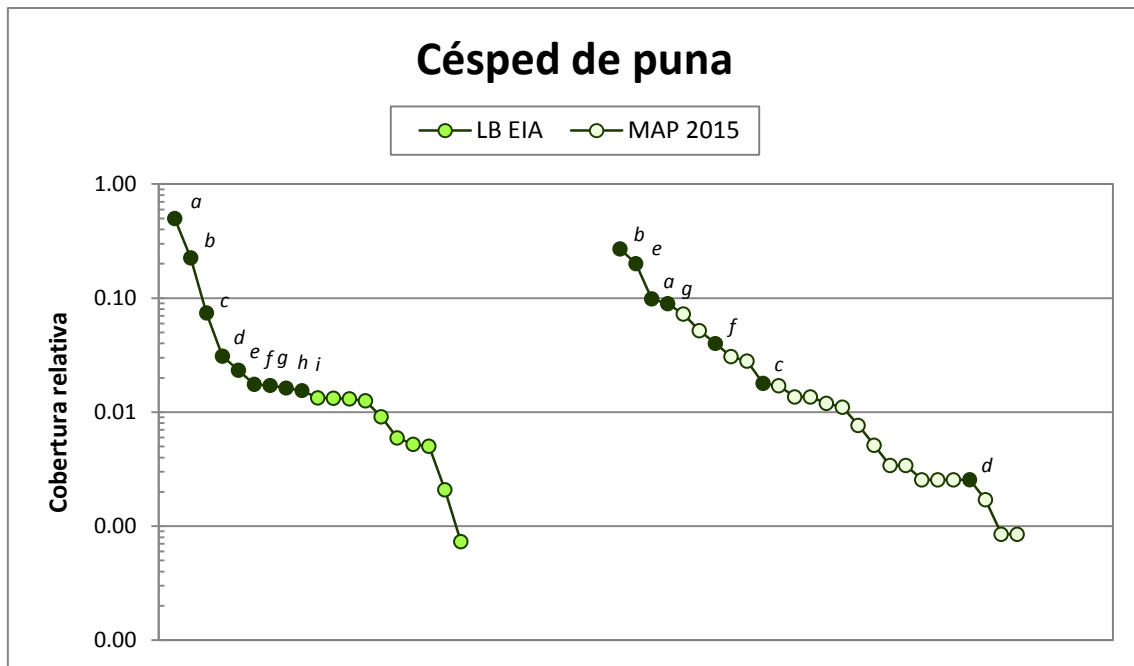
Para el caso de la comunidad de flora silvestre en los bofedales, la disminución de la extensión de la cobertura vegetal (aunque escasa) ocasionó cambios en la estructura de la comunidad. Observándose variaciones en la estructura y composición de la comunidad, reportada en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015, más destacadas en comparación que en la época húmeda. Sin embargo el género dominante (*Distichia*) se mantiene como tal en la última evaluación, pero ahora acompañada por los géneros *Oxychloe* y *Parastrephia*. Se han reportado cambios notables en la posición del género *Lachemilla*, que pasó a ocupar posiciones subordinadas en la evaluación del MAP 2015. Por otro lado, el género *Juncus* y *Lilaeopsis* no se reportan en la última evaluación, esto posiblemente se deba a los cambios en la metodología empleada para la evaluación del componente.



Leyenda: a: *Cyperus*; b: *Calamagrostis*; c: *Distichia*; d: *Werneria*; e: *Juncus*; f: *Carex*; g: *Lachemilla*; h: *Lilaeopsis*; i: *Festuca*; j: *Plantago*; k: *Tetraglochin*; l: *Senecio*

Figura 33. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Del mismo modo, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión de la cobertura vegetal. Manteniéndose como dominante en la última evaluación el género *Calamagrostis*, pero ahora acompañados por *Oxychloe*, *Parastrephia* y *Festuca*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Mientras que para los géneros *Werneria* y *Carex* en la última evaluación pasaron notablemente a posiciones subordinadas.



Leyenda: a: *Calamagrostis*; b: *Festuca*; c: *Werneria*; d: *Carex*; e: *Parastrephia*; f: *Lachemilla*; g: *Tetraglochin*; h: *Oreobolus*; i: *Muhlenbergia*

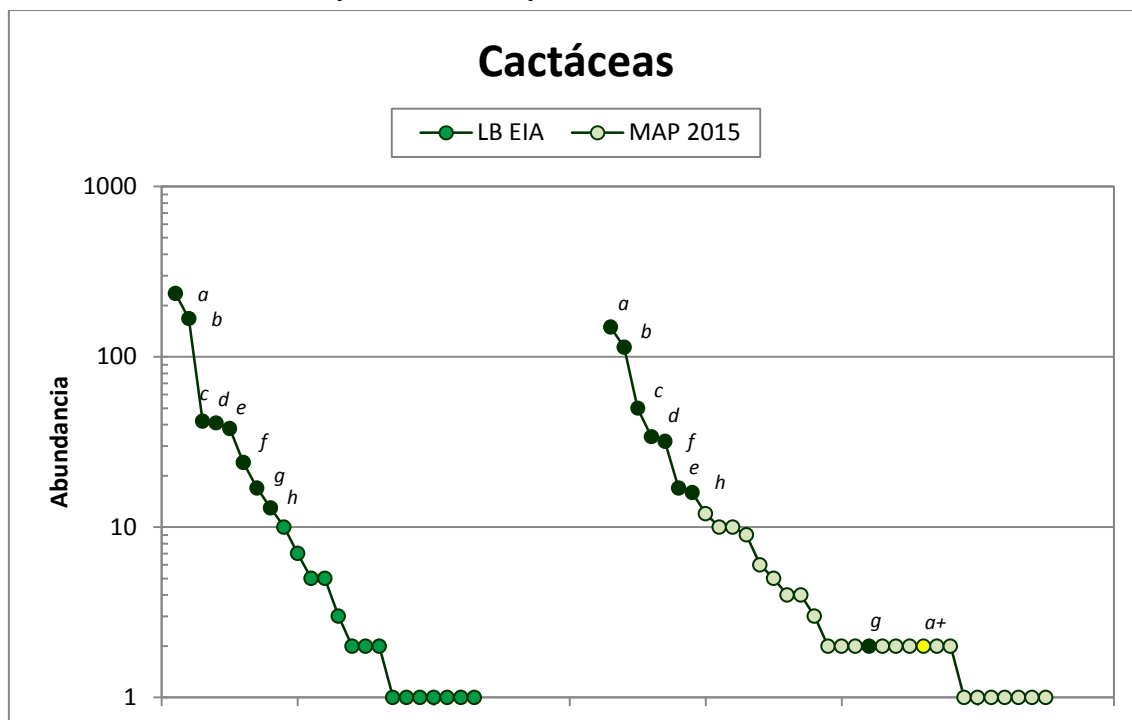
Figura 34. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de flora silvestre del césped de puna, se registró un cambio leve en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión de la cobertura vegetal. Manteniéndose los géneros dominantes (*Calamagrostis* y *Festuca*) como tales en la última evaluación, pero ahora acompañado de otros géneros como *Parastrephia*. Observándose leves cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones de la LB EIA y el MAP 2015. Sobre todo en los géneros *Werneria* y *Carex*, que pasaron a ocupar un nivel subordinado en la evaluación del MAP 2015 y lo contrario para los géneros *Parastrephia* y *Tetraglochin*, que en la última evaluación se posicionaron como codominantes.

7.8.2. Avifauna

7.8.2.1. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Operaciones

❖ Zona de Operaciones – Época húmeda



Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Metriopelia*; d: *Asthenes*; e: *Muscisaxicola*; f: *Sporagra*; g: *Anairetes*; h: *Leptasthenura*; i: *Upucerthia*; a+: *Metallura phoebe* (endémica)

Figura 35. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

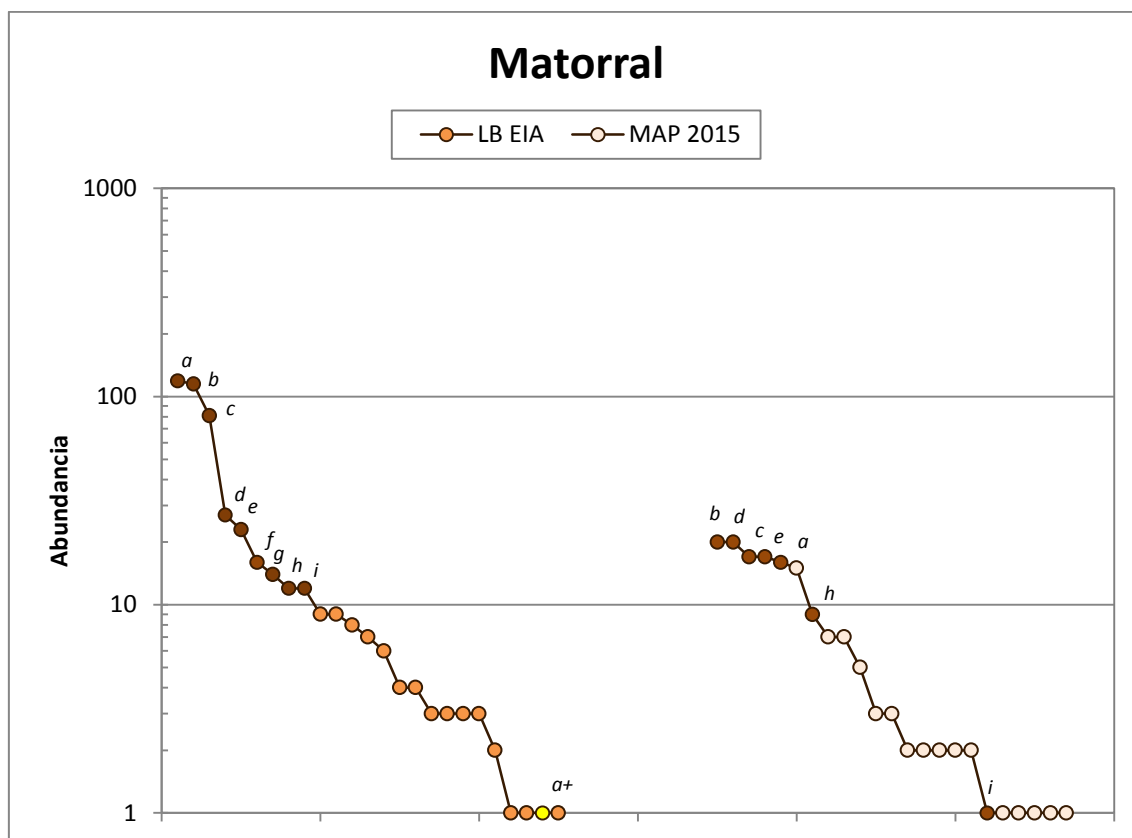
Para el caso del componente avifauna en la zona de operaciones, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal generó un cambio leve en la composición y estructura de la comunidad de avifauna en las cactáceas. La composición de la comunidad muestra que el 72% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

Con respecto a la estructura, el grupo de especies con mayor dominancia en la LB EIA (*Phrygilus*, *Sicalis*, *Metriopelia* y *Asthenes*) se mantiene en la última evaluación. Estos géneros presentan sensibilidad baja y media a los cambios antrópicos.

Se presentan algunas variaciones en las especies de dominancia media. El cambio más notorio es la disminución del género *Anairetes* (*A. flavirostris*). Se trata de una especie insectívora bastante común en los Andes (Schulenberg et al. 2010) que presenta sensibilidad media a los cambios antrópicos. (Stotz et al. 1996).

La especie *Asthenes dorbignyi* mantiene la misma jerarquía para los dos años de evaluación. Es una especie común, de sensibilidad media, calificada como de alta

prioridad para la investigación. Por otra parte, para el MAP 2015 se registra el colibrí endémico *Metallura phoebe*, especie de sensibilidad baja a los cambios antrópicos.



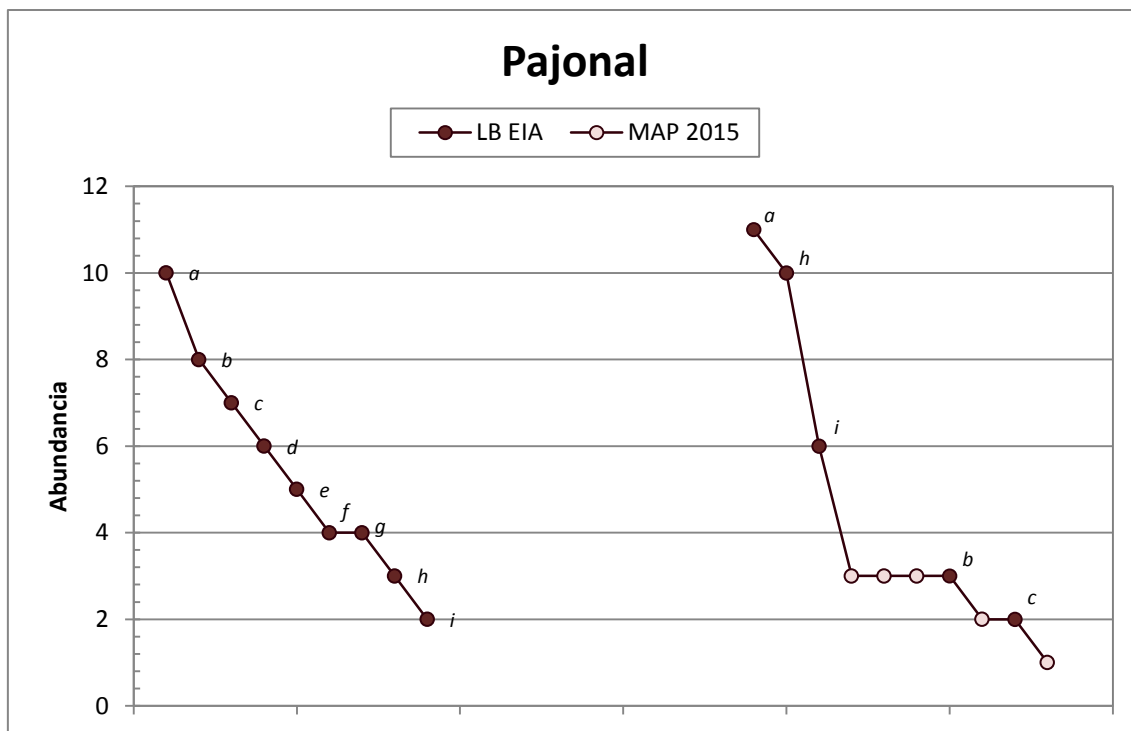
Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Sporagra*; d: *Metriopelia*; e: *Muscisaxicola*; f: *Conirostrum*; g: *Anairetes*; h: *Oreotrochilus*; i: *Pygochelidon*; a+: *Metallura phoebe*(endémica)

Figura 36. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el componente avifauna del matorral, se registró un cambio leve debido al aumento de la extensión de esta cobertura vegetal. En cuanto a la composición de la comunidad, el 68% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

El grupo de géneros con mayor dominancia (*Phrygilus*, *Sicalis*, *Sporagra* y *Metriopelia*) se mantiene con ligeros cambios de jerarquía entre ellos. *Sicalis* pasa a ser el género con mayor dominancia, el género *Phrygilus* disminuye siendo desplazado por los géneros *Muscisaxicola* y *Metriopelia*, los cuales se posicionan como dominantes.

En cuanto a los cambios más resaltantes que se presentan en la estructura de la comunidad, el picaflor del género *Oreotrochilus* (*O. estella*) sufre una notoria disminución, pasando de una dominancia media a ser una especie suprimida para la evaluación del MAP 2015. Esta especie es medianamente común y presenta una sensibilidad media a las perturbaciones antrópicas. Por otro lado, en el MAP 2015 no se tiene registro de los géneros *Conirostrum* y *Anairetes*. Así mismo, no se registra el colibrí endémico *Metallura phoebe*, especie de sensibilidad baja a los cambios antrópicos.

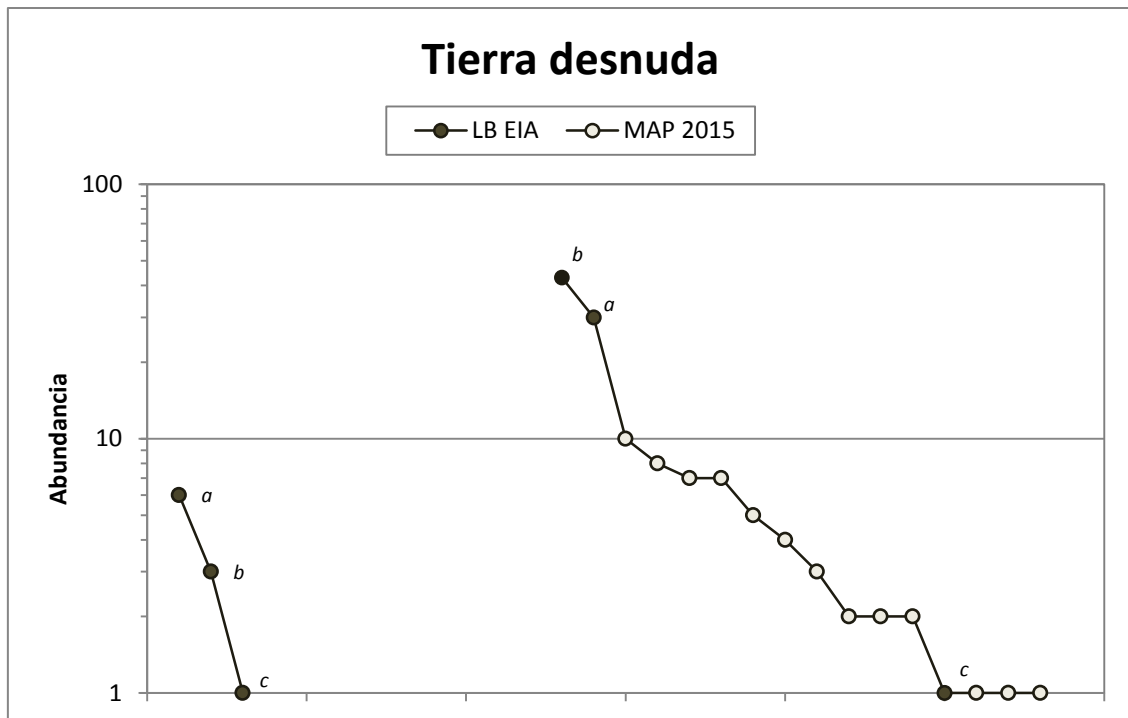


Leyenda: a: *Asthenes*; b: *Muscisaxicola*; c: *Phrygilus*; d: *Pygochelidon*; e: *Leptasthenura*; f: *Upucerthia*; g: *Oreotrochilus*; h: *Cinclodes*; i: *Haplochelidon*

Figura 37. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

La disminución de la extensión de esta cobertura vegetal ocasionó cambios en la composición y estructura de la comunidad de avifauna presente en esta cobertura. Para ambas épocas el número de géneros registrados es similar, sin embargo, sólo el 38% de los géneros registrados en la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

El género *Asthenes* se mantiene dominante para ambos años. Por otro lado, se observa la disminución de la abundancia de los géneros *Muscisaxicola* y *Phrygilus* siendo desplazados por los géneros *Cinclodes* y *Haplochelidon*, especies suprimidas en la evaluación de la LB EIA. Los géneros *Pygochelidon*, *Leptasthenura*, *Upucerthia*, y *Oreotrochilus* no se registran en el último año de evaluación.



Leyenda: *a*: *Sicalis*; *b*: *Phrygilus*; *c*: *Rhodophis*

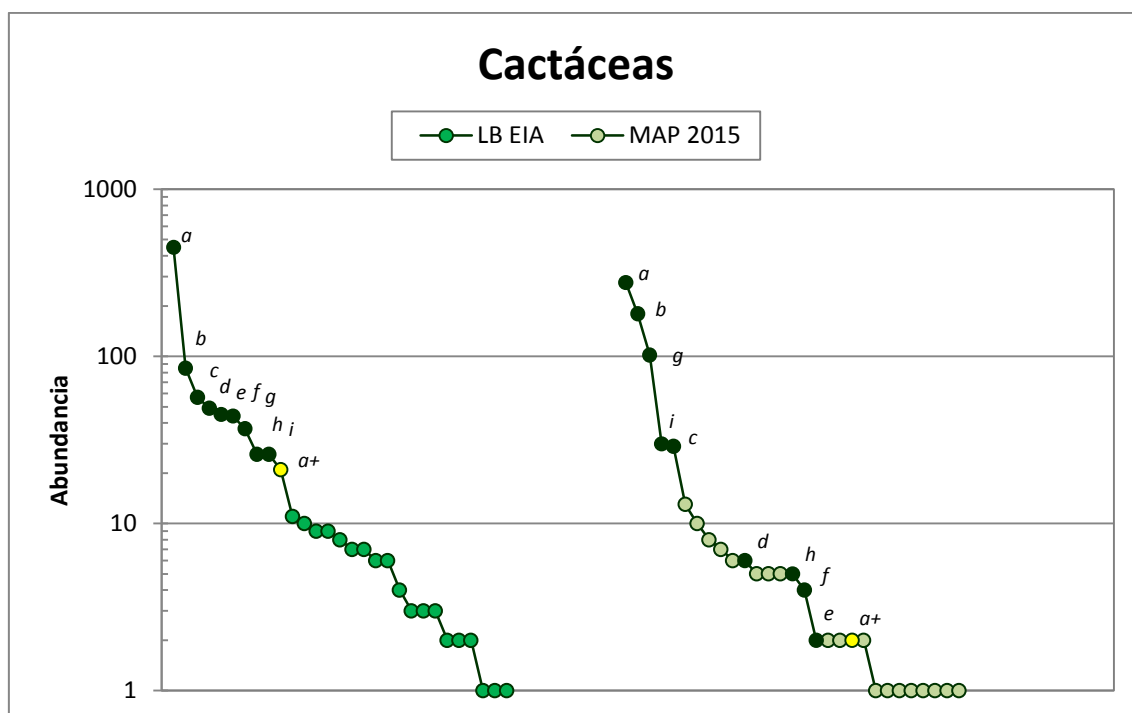
Figura 38. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

De igual manera, la comunidad de avifauna de la cobertura tierra desnuda o con escasa vegetación, presenta cambios debido a la disminución de la superficie de esta cobertura vegetal. En la evaluación de la LB EIA se registró un total de 10 individuos distribuidos en 3 géneros. Para el MAP 2015 se observa un aumento notable en la diversidad y abundancia de géneros registrados, siendo 127 individuos distribuidos en 16 géneros.

La estructura de las especies registradas en la LB EIA presenta un comportamiento similar en la última evaluación. Los géneros *Sicalis* y *Phrygilus* se mantienen como especies dominantes y el colibrí del género *Rhodophis* se presenta como suprimido.

El aumento de la diversidad de especies registrada en la última evaluación, se puede deber a que ante el desplazamiento de la cobertura vegetal tierra desnuda o de escasa vegetación, por otras coberturas con mayor vegetación como los matorrales y las cactáceas se estaría brindando una mayor oferta de recursos (alimento, cobertura) para las aves, ocasionando con ello el aumento de la riqueza y abundancia registrada.

❖ Zona de Operaciones – Época seca



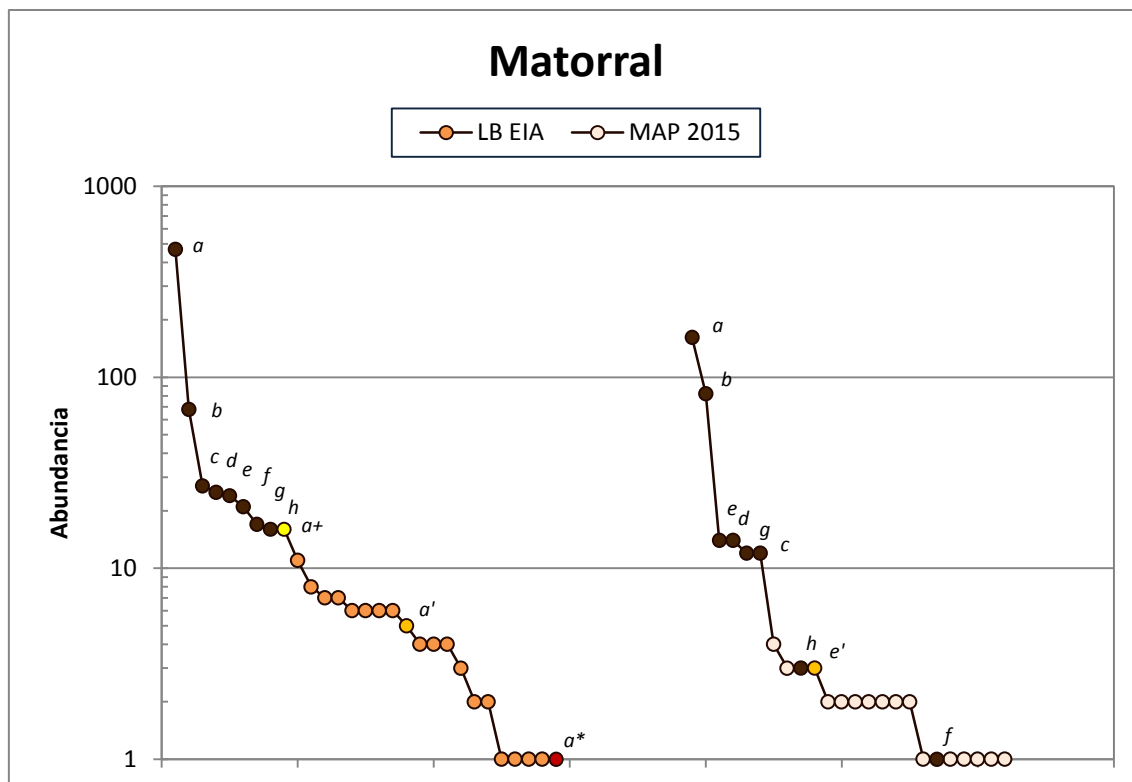
Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Asthenes*; d: *Leptasthenura*; e: *Anairetes*; f: *Muscisaxicola*; g: *Metriopelia*; h: *Oreotrochilus*; i: *Sporagra*; a+: *Metallura phoebe* (Endémica)

Figura 39. Gráfico Rangó - Abundancia de los géneros de avifauna en las cactáceas de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

El aumento de la cobertura vegetal cactáceas impactó levemente en la composición y estructura de la comunidad de avifauna. La composición de la comunidad muestra que el 72% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

En relación a la estructura de la comunidad, los géneros dominantes *Sicalis* y *Phrygilus* se mantienen como tales. Por otro lado, los géneros *Metriopelia* y *Sporagra* aumentan y pasan a formar parte del grupo de las especies con mayor dominancia, desplazando al género *Asthenes*, de sensibilidad media a los cambios antrópicos.

Dentro de las variaciones más resaltantes, se observa la disminución en jerarquía de los géneros *Leptasthenura*, *Muscisaxicola* y *Oreotrochilus*. Así mismo, la jerarquía del género *Anairetes* y el colibrí endémico *Metallura phoebe* disminuye considerablemente pasando a ocupar niveles suprimidos en la última evaluación.



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Muscisaxicola*; d: *Asthenes*; e: *Metriopelia*; f: *Anairetes*; g: *Leptasthenura*; h: *Sporagra*; a+: *Metallura phoebe* (Endémica); a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); e': *Oreomanes fraseri* (Casi Amenazada); a*: *Vultur gryphus* (En Peligro)

Figura 40. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el matorral de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la cobertura vegetal matorral, se observa que el aumento de su extensión genera cambios leves en la composición y estructura de la comunidad de avifauna. La composición de la comunidad muestra que el 52% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

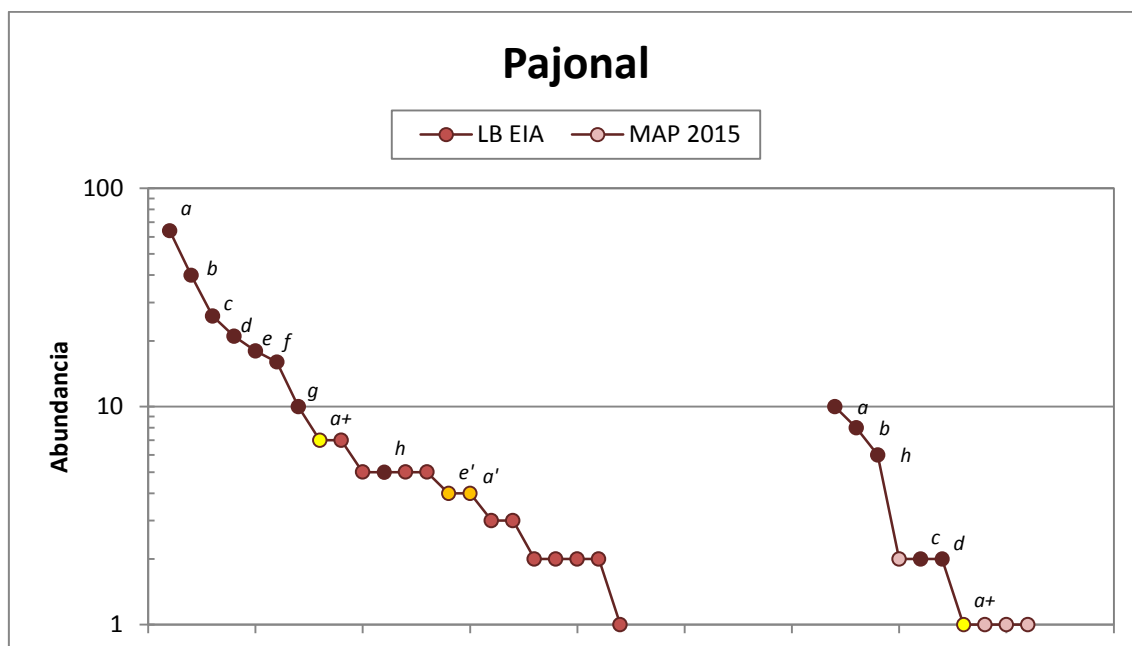
Los géneros *Sicalis* y *Phrygilus* se mantienen dominantes en la última evaluación. Así mismo, el grupo de géneros con dominancia media: *Muscisaxicola*, *Asthenes*, *Metriopelia* y *Leptasthenura*, mantienen su jerarquía para la última evaluación.

Las variaciones más resaltantes son la disminución del género *Sporagra* y del género *Anairetes*. Sobre todo de este último que pasa de ocupar una dominancia media en la LB EIA a posicionarse en la jerarquía inferior.

De las especies protegidas por la legislación peruana, se observa que para la LB EIA se registra la perdiz de la puna *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada) y el cóndor andino *Vultur gryphus* (En Peligro). Por el contrario, en la última evaluación no se tiene registros de estas especies. Estas especies presentan sensibilidad media a los disturbios antrópicos.

Un registro importante en la evaluación del MAP 2015 es el pico de cono gigante *Oreomanes fraseri* cuyo hábitat se encuentra restringido a bosques de *Polylepis*. Esta

especie se encuentra catalogada como Casi Amenazada y además posee alta sensibilidad a las perturbaciones antrópicas.



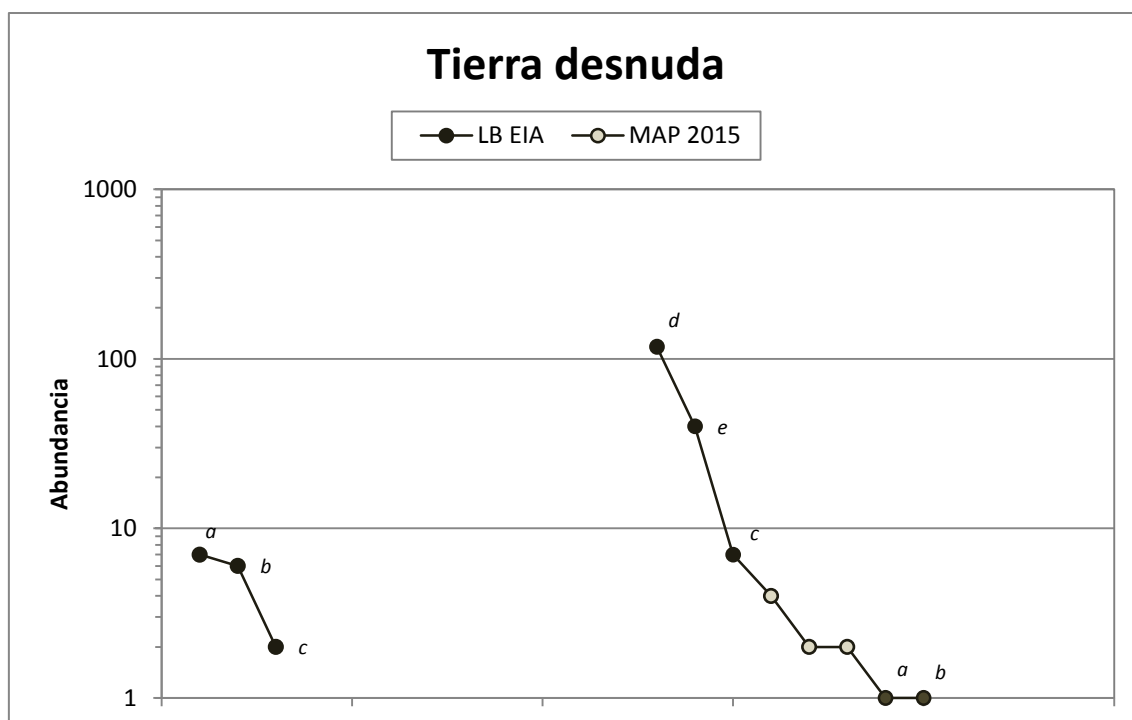
Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sporagra*; c: *Cinclodes*; d: *Asthenes*; e: *Psilopsiagon*; f: *Metriopelia*; g: *Patagona*; h: *Sicalis*; a+: *Metallura phoebe* (Endémica); a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); e': *Oreomanes fraseri* (Casi Amenazada)

Figura 41. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

La disminución de la extensión del pajonal generó cambios en la composición y estructura de la comunidad de avifauna correspondiente a esta cobertura vegetal. Se observa una disminución considerable en la abundancia registrada para el último año. En la primera evaluación se tuvo un registro de 22 géneros y 252 individuos mientras que para el MAP 2015 se registró 10 géneros y 34 individuos. En cuanto a la composición de especies, el 45% de los géneros registrados en la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

Con respecto a la estructura, *Phrygilus* y *Sporagra* se mantienen como los géneros con mayor dominancia. Se observa que la abundancia del género *Sicalis* se mantiene pero su jerarquía aumenta, pasando de ser un género de dominancia media a ubicarse entre las especies con mayor dominancia. Por otro lado, la abundancia del colibrí endémico *Metallura phoebe* disminuye considerablemente y pasa a ubicarse en el nivel inferior de la jerarquía.

Otra variación resaltante es la ausencia de los géneros *Psilopsiagon*, *Metriopelia* y *Patagona* para el último año de evaluación. Así mismo, las especies *Tinamotis pentlandii* y *Oreomanes fraseri*, protegidas por la legislación peruana y, esta última, de alta sensibilidad a los disturbios antrópicos, ya no se reportan en la última evaluación.



Leyenda: a: *Leptasthenura*; b: *Anairetes*; c: *Phrygilus*; d: *Sicalis*; e: *Metriopelia*

Figura 42. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en la tierra desnuda (o con poca vegetación) de la ZO (época seca LB EIA – MAP 2015)

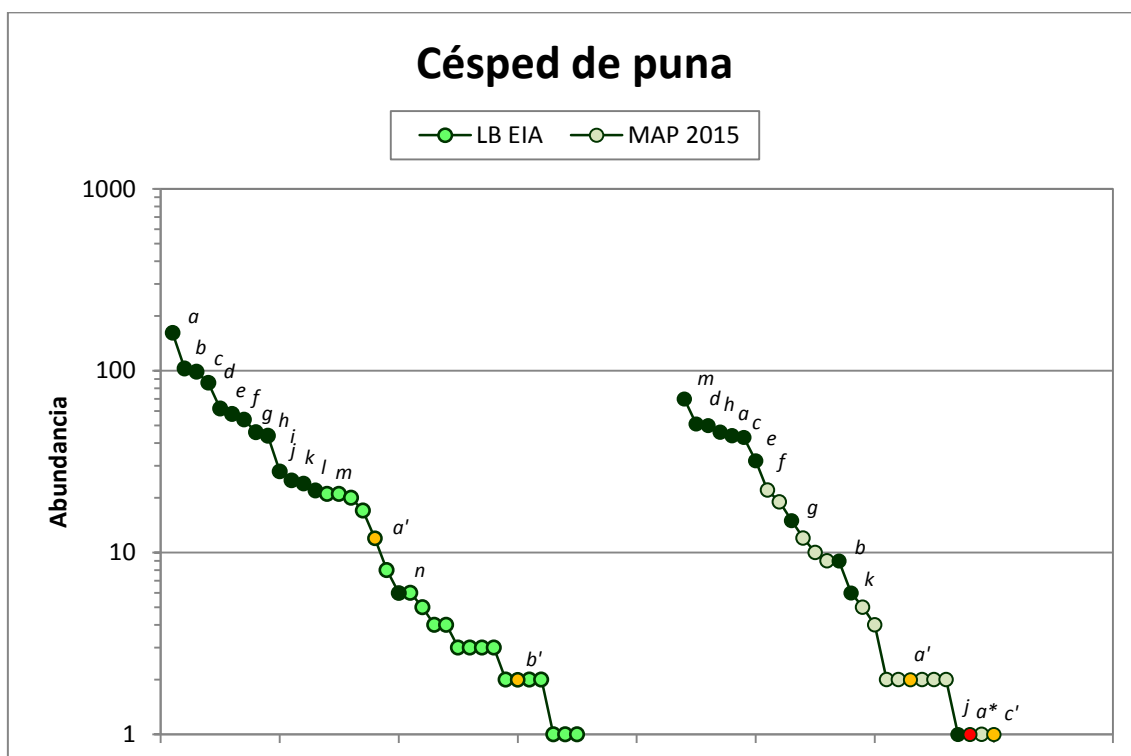
La comunidad de avifauna presente en la cobertura vegetal tierra desnuda o de escasa vegetación sufre cambios debido a la disminución de la superficie de esta cobertura. Se observa un destacable aumento en la diversidad y abundancia registrada para el último año de evaluación. En la LB EIA se registró un total de 15 individuos distribuidos en 3 géneros mientras para la evaluación del MAP 2015 se tiene un registro de 175 individuos distribuidos en 8 géneros.

Con respecto a la composición de la comunidad, los géneros *Leptasthenura* y *Anairetes*, dominantes en la primera evaluación, pasan a ocupar el nivel inferior de la jerarquía. En su lugar, los géneros *Sicalis* y *Metriopelia* se posicionan como los más dominantes. Por otro lado, el género *Phrygilus* mantiene su jerarquía en la última evaluación.

El aumento de la diversidad de especies registrada en la última evaluación, se puede deber a que ante el desplazamiento de la cobertura vegetal tierra desnuda o de escasa vegetación, por otras coberturas con mayor vegetación como los matorrales y las cactáceas se estaría brindando una mayor oferta de recursos (alimento, cobertura) para las aves, ocasionando con ello el aumento de la riqueza y abundancia registrada.

7.8.2.2. Análisis de los cambios en la estructura y composición de las comunidades (LB EIA – MAP 2015) por cobertura vegetal en la Zona de Abastecimiento de Agua

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época húmeda



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Haplochelidon*; c: *Geositta*; d: *Phrygilus*; e: *Cinclodes*; f: *Muscisaxicola*; g: *Pygocelidon*; h: *Metriopelia*; i: *Calidris*; j: *Psilopsiagon*; k: *Lophonetta*; l: *Vanellus*; m: *Thinocorus*; n: *Attagis*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi amenazada); b': *Falco peregrinus* (Casi Amenazada); c': *Phegornis mitchellii* (Casi Amenazada); a*: *Vultur gryphus* (En Peligro)

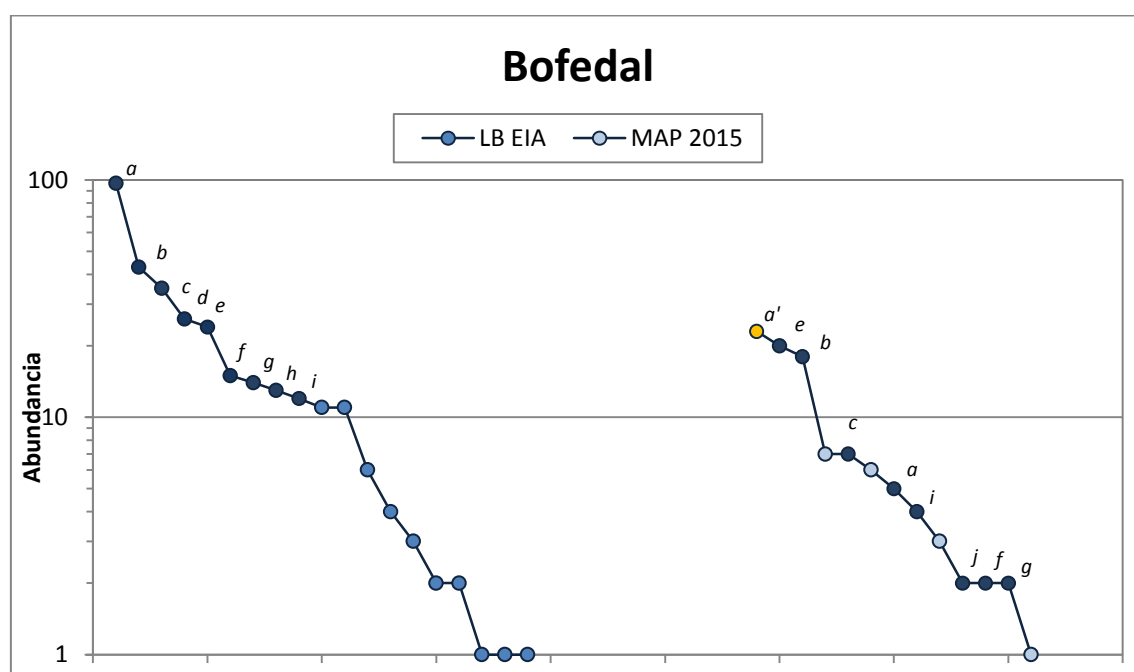
Figura 43. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

Para el caso de la comunidad de avifauna del césped de puna, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la composición y estructura de la comunidad del césped de puna. En cuanto a la composición de la comunidad, el 60% de los géneros registrados para la LB EIA se mantienen en la evaluación del MAP 2015.

Respecto a la estructura, se mantienen como dominantes en la última evaluación la mayoría de géneros registrados como tales en la evaluación de la LB EIA (*Sicalis*, *Geositta* y *Phrygilus*), ahora acompañados además por los géneros *Thinocorus* y *Metriopelia*. La especie dominante según la última evaluación, *Thinocorus orbignyianus*, se considera que posee una sensibilidad media a los cambios antrópicos (Stotz et al. 1996) y es un residente común en la puna abierta (3000 – 4600 m), a menudo se encuentra en bandadas (Schulenberg et al. 2010).

Así mismo, se presentan algunas variaciones, como es el caso del género *Haplochelidon*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.

Cabe destacar que en la primera evaluación se reporta la presencia de las especies *Calidris bairdii* y *Attagis gayi* consideradas como altamente sensibles a los cambios antrópicos (Stotz et al. 1996), las mismas que ya no se reportan en la evaluación del MAP 2015. Además, en la LB EIA se registran dos especies calificadas como Casi Amenazadas por la legislación peruana: la perdiz andina (*Tinamotis pentlandii*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*). Ambas presentan sensibilidad media a los cambios antrópicos. La primera se mantiene en los registros de la última evaluación pero con menor abundancia. Entre los registros destacables de la última evaluación están: *Phegornis mitchellii*, especie sensible a los cambios antrópicos y categorizada como Casi Amenazada por la legislación peruana; y el cóndor andino (*Vultur gryphus*) especie en peligro de extinción.



Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Phrygilus*; c: *Metriopelia*; d: *Haplochelidon*; e: *Muscisaxicola*; f: *Geositta*; g: *Cinclodes*; h: *Calidris*; i: *Lophonetta*; j: *Asthenes*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada)

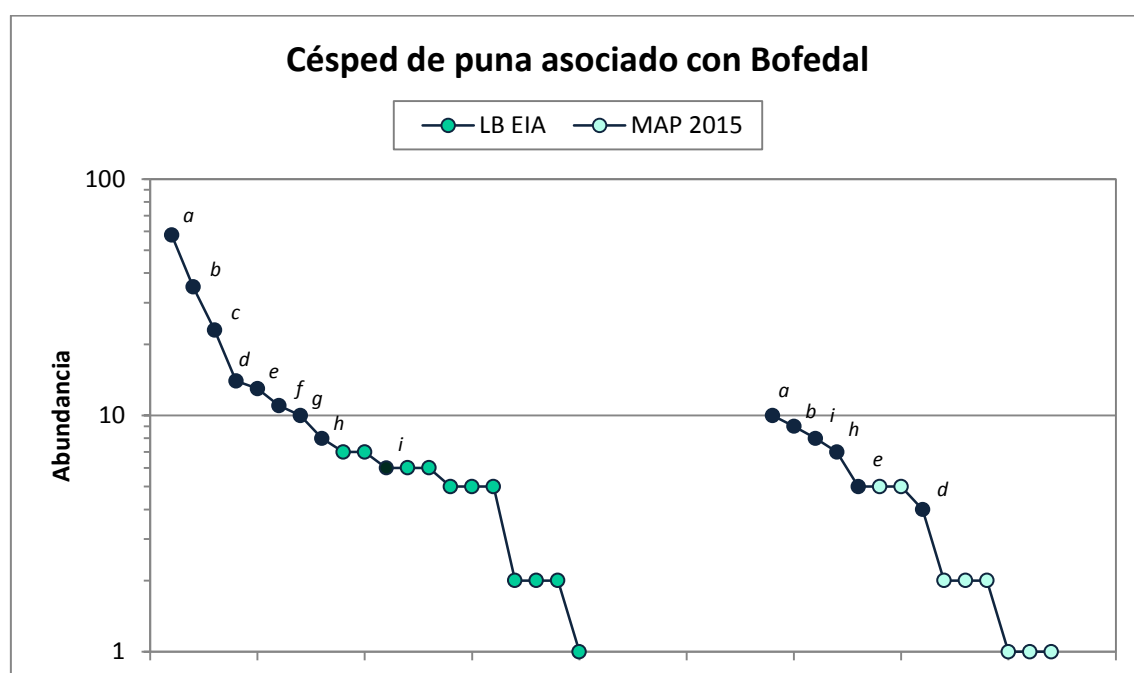
Figura 44. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

El efecto de la disminución de la extensión de la cobertura vegetal impactó en la comunidad del bofedal, en cuanto a su composición y estructura.

Se presentan cambios en cuanto a la composición de las especies y sus abundancias. Respecto a la estructura, se mantiene como dominante en la última evaluación el género *Phrygilus*, ahora acompañado además por los géneros *Muscisaxicola* y *Tinamotis*. La especie dominante según la última evaluación, *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna), se encuentra frecuentemente en coberturas amacolladas en busca de protección contra depredadores.

Así mismo, se presentan algunas variaciones, como es el caso de los géneros *Thinocorus* y *Metriopelia*, que en la última evaluación pasan a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.

Los géneros *Haplochelidon* y *Calidris*, ambos asociados a cuerpos de agua, ya no se reporta en la última evaluación. La especie *Calidris bairdii* es considerada como altamente sensible a los cambios antrópicos (Stotz 1996).



Leyenda: a: *Geositta*; b: *Cinclodes*; c: *Calidris*; d: *Phrygilus*; e: *Muscisaxicola*; f: *Anas*; g: *Charadrius*; h: *Thinocorus*; i: *Sicalis*

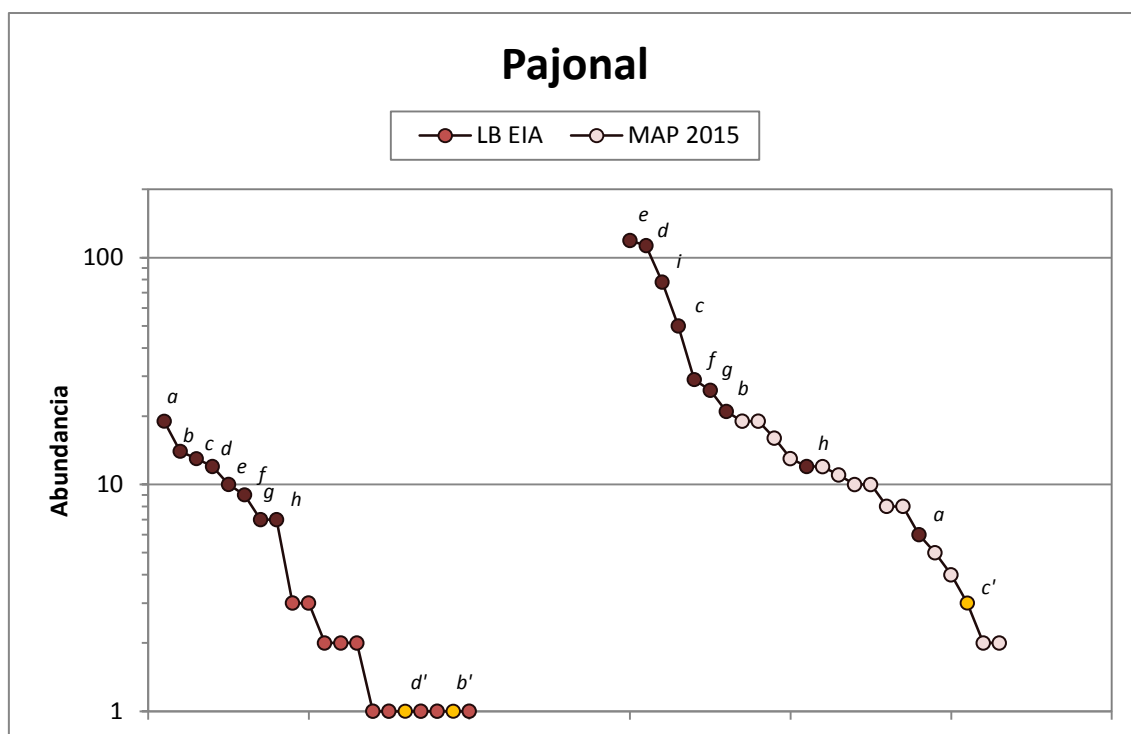
Figura 45. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época húmeda LB EIA - MAP 2015)

El efecto de la disminución de la extensión de la cobertura vegetal impactó en la comunidad del césped de puna asociado al bofedal, en cuanto a su composición y estructura.

Algunos géneros registrados en la evaluación de la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

En cuanto a la estructura, los géneros *Geositta* y *Cinclodes* se mantienen como dominantes en la última evaluación, pero ahora acompañados de *Sicalis* y *Thinocorus*.

Sin embargo, ya no se registran en la última evaluación, los géneros *Calidris*, *Anas* y *Charadrius*, todas asociadas estrechamente a cuerpos de agua. Cabe destacar que la especie *Calidris bairdii* es considerada como altamente sensible a los cambios antrópicos.



Leyenda: a: *Diuca*; b: *Cinclodes*; c: *Anas*; d: *Sicalis*; e: *Phrygilus*; f: *Geositta*; g: *Metriopelia*; h: *Lophonetta*; i: *Psilopsiagon*; b': *Falco peregrinus* (Casi Amenazada); c': *Phegornismitchelli* (Casi amenazada); d': *Fulica gigantea* (Casi amenazada)

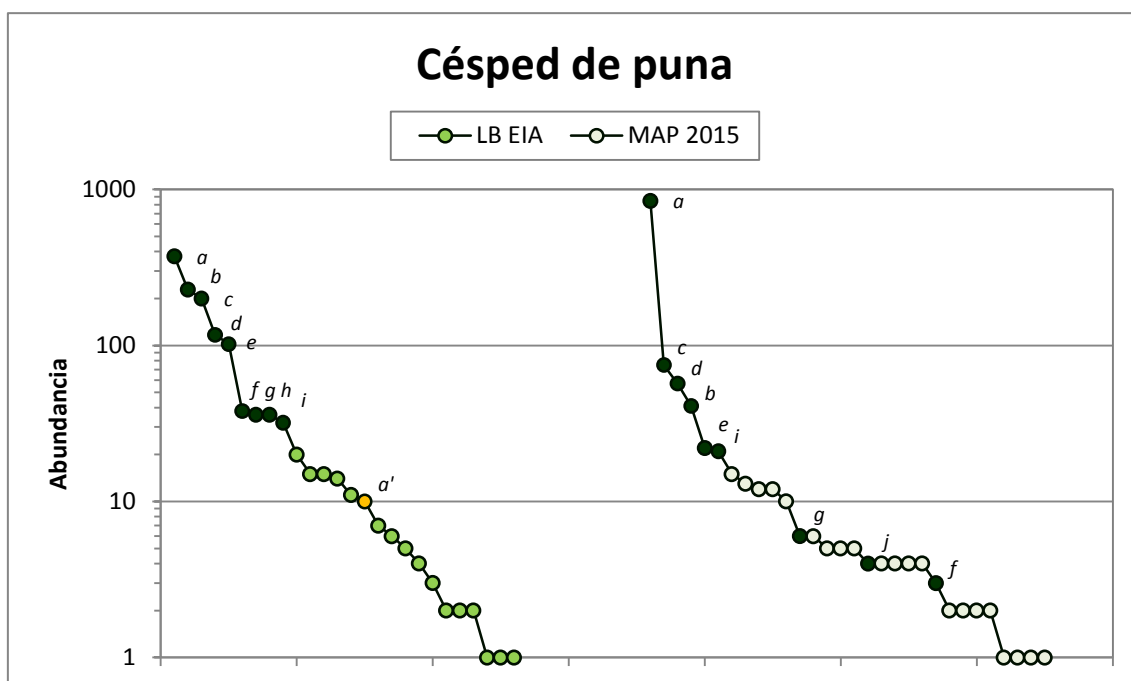
Figura 46. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época húmeda LB EIA – MAP 2015)

El efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la comunidad de la avifauna del pajonal. Se registran cambios leves tanto en la estructura como en la composición de las especies de avifauna de la comunidad.

Los géneros de avifauna en general se mantienen en ambas evaluaciones. Sin embargo, en la última evaluación el género *Diuca* pasa de ser dominante a posiciones suprimidas, la especie *Diuca specularifera* es considerada como medianamente sensible a cambios antrópicos. Mientras que el género *Phrygilus* se posiciona como dominante, junto con *Sicalis* y *Anas* que se mantienen en este grupo encabezando la jerarquía.

Cabe mencionar, que en la evaluación de la LB EIA se registraron las especies *Falco peregrinus* y *Fulica gigantea*, ambas categorizadas por la legislación peruana como de casi amenazadas y sensibles a disturbios, pero en la última evaluación ya no fueron registradas. Sin embargo, se reportó la especie *Phegornis mitchellii*, especie con sensibilidad alta a los disturbios antrópicos y también categorizadas como de casi amenazadas por la legislación peruana.

❖ Zona de Abastecimiento de Agua – Época seca



Leyenda: a: *Sicalis*; b: *Phrygilus*; c: *Thinocorus*; d: *Geositta*; e: *Cinclodes*; f: *Muscisaxicola*; g: *Asthenes*; h: *Haplochelidon*; i: *Anas*; j: *Recurvirostra*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada)

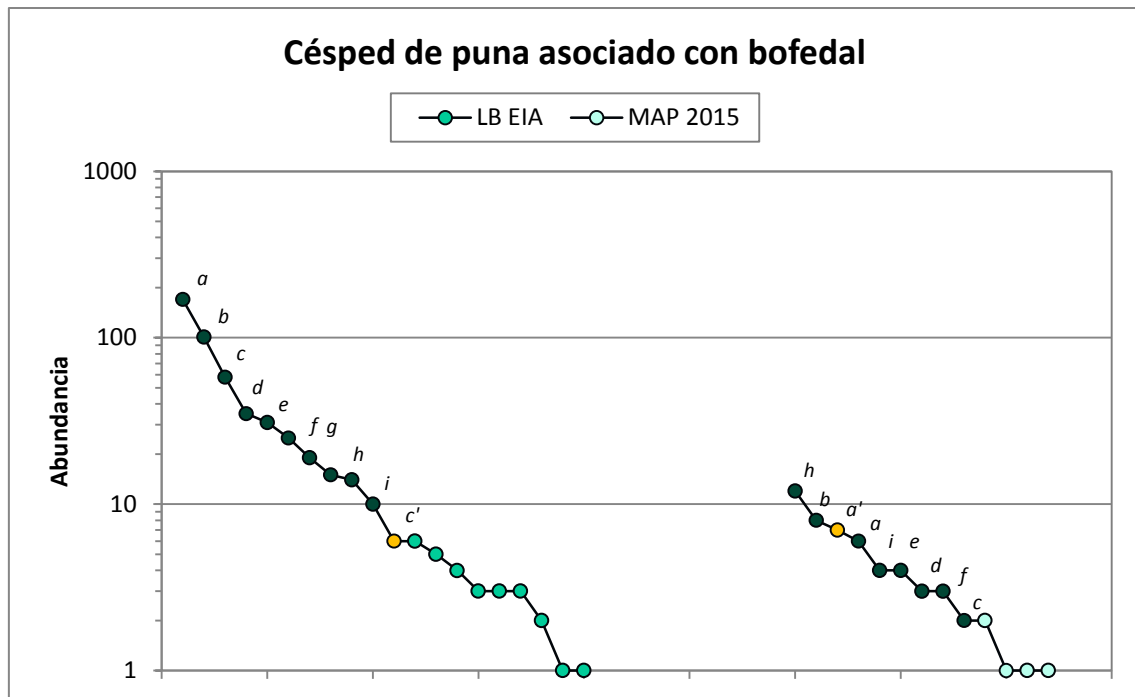
Figura 47. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Para el caso del componente avifauna en el césped de puna, se registró que el efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la composición y estructura de la comunidad.

En cuanto a la composición de la comunidad se mantienen los géneros registrados en la evaluación del MAP 2015.

Respecto a la estructura, se mantienen como dominantes en la última evaluación todos los géneros registrados como tales en la evaluación de la LB EIA (*Sicalis*, *Thinocorus*, *Phrygilus* y *Geositta*).

Sin embargo, se presentan algunas variaciones, como es el caso del género *Haplochelidon*, que en la última evaluación pasa a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.



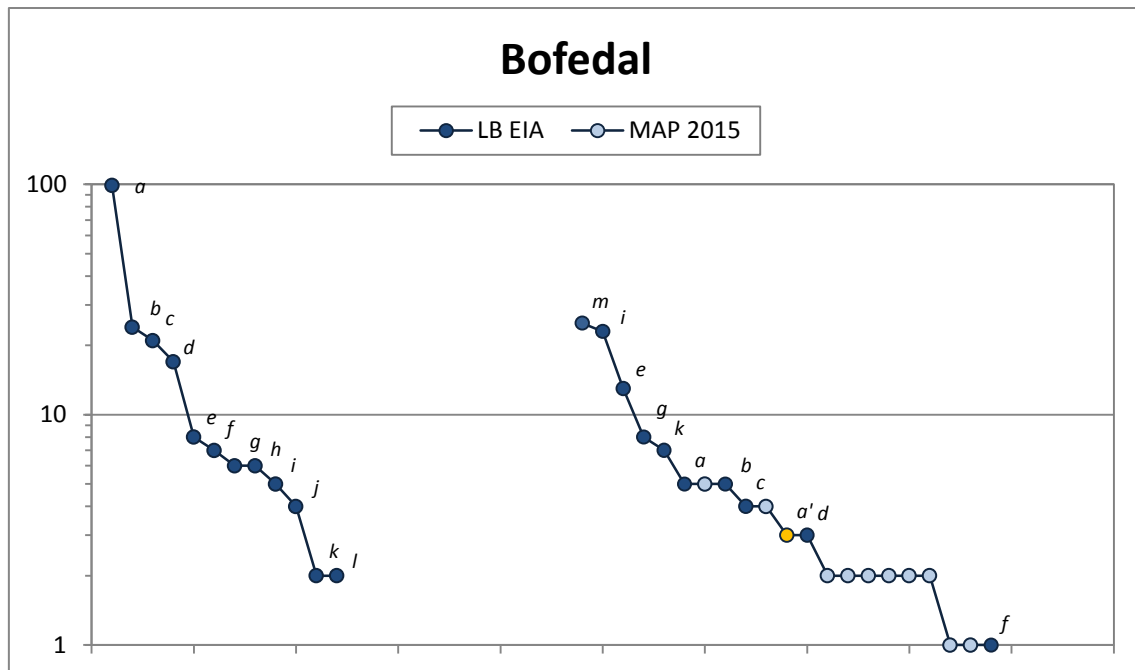
Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Geositta*; c: *Cinclodes*; d: *Sicalis*; e: *Muscisaxicola*; f: *Metriopelia*; g: *Plegadis*; h: *Phrygilus*; i: *Anas*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); c': *Phegornis mitchelli* (Casi Amenazada)

Figura 48. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el césped de puna asociado al bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

Del mismo modo, se registró un cambio en la estructura de la comunidad ante la disminución de la extensión del césped de puna asociado al bofedal.

Se observan cambios en la estructura y composición de la comunidad, reportados en las evaluaciones LB EIA y MAP 2015. Aunque en términos generales la composición de comunidad se mantiene entre las evaluaciones.

En cuanto a la estructura, los géneros *Thinocorus* y *Geositta* se mantienen en el grupo de los dominantes en la última evaluación, pero ahora acompañados de *Phrygilus*, que encabeza la dominancia y *Tinamotis pentlandii* (perdiz andina), que aparece en esta evaluación y se posiciona en este grupo.

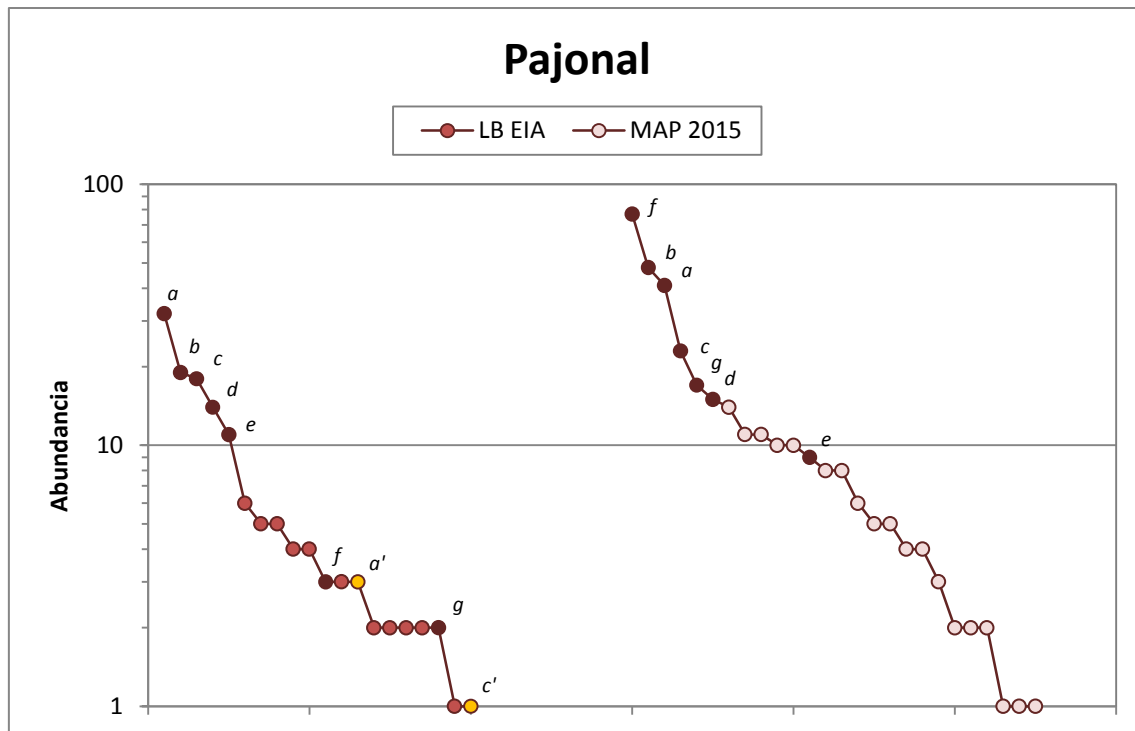


Leyenda: a: *Thinocorus*; b: *Haplochelidon*; c: *Geositta*; d: *Cinclodes*; e: *Muscisaxicola*; f: *Diuca*; g: *Asthenes*; h: *Anairetes*; i: *Phrygilus*; j: *Lophonetta*; k: *Metriopelia*; l: *Sicalis*; m: *Sporagra*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada)

Figura 49. Gráfico Rango - Abundancia de los géneros de avifauna en el bofedal de la ZAA (época seca LB EIA – MAP 2015)

El efecto de la disminución de la extensión de la cobertura vegetal impactó la estructura y composición de la comunidad del bofedal.

En términos generales la composición de comunidad se mantiene entre las evaluaciones. Sin embargo, en cuanto a la estructura se reportan notorias variaciones en la última evaluación; como es el caso del género *Sporagra* ahora encabeza la dominancia de la comunidad, acompañado por el género *Phrygilus* que escala a posiciones al nivel dominante. Los géneros *Thinocorus*, *Haplochelidon*, *Geositta* y *Cinclodes* en la última evaluación pasan a ubicarse en niveles subordinados, debido a que su abundancia disminuye considerablemente.



Leyenda: a: *Phrygilus*; b: *Sicalis*; c: *Psilopsiagon*; d: *Cinclodes*; e: *Asthenes*; f: *Thinocorus*; g: *Pygochelidon*; a': *Tinamotis pentlandii* (Casi Amenazada); c': *Phegornis mitchellii* (Casi Amenazada)

Figura 50. Gráfico Rangó - Abundancia de los géneros de avifauna en el pajonal de la ZAA (época seca LB EIA - MAP 2015)

El efecto del aumento de la extensión de la cobertura vegetal impactó levemente en la comunidad de la avifauna del pajonal. Se registran cambios leves tanto en la estructura como en la composición de las especies de avifauna de la comunidad.

Casi todos los géneros de avifauna registrados en el pajonal en la evaluación de la LB EIA se mantienen en la última evaluación.

En cuando a la estructura de la comunidad, en la última evaluación los géneros dominantes *Phrygilus* y *Sicalis* se mantienen como tales, pero ahora liderados por el género *Thinocorus*. Sin embargo, se reportan algunas variaciones, como es el caso del género *Asthenes* que pasa a posicionarse en niveles suprimidos.

Cabe resaltar que las especie *Phegornis mitchellii* y *Tinamotis pentlandii*, registradas en la evaluación de la LB EIA, ambas con sensibilidad alta y media (respectivamente) a los disturbios antrópicos, ya no fueron reportadas en la última evaluación.

7.9. Resultados

7.9.1. Flora silvestre

Cuadro 6. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de cada zona

Zona	Análisis LB EIA –MAP 2015	
	Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Cambio leve	Cambio leve
Zona de Operaciones	Cambio leve	Cambio leve

Cuadro 7. Cambios sobre las comunidades de flora silvestre a nivel de la cobertura vegetal

Zona	Cobertura vegetal	Análisis LB EIA –MAP 2015	
		Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Césped de puna	Cambio leve	Cambio leve
	Césped de puna asociado a los bofedales	Cambio moderado	Cambio moderado
	Pajonal	Cambio leve	Cambio leve
	Bofedal	Cambio moderado	Cambio moderado
Zona de Operaciones	Cactáceas	Cambio leve	Cambio leve
	Matorrales	Cambio leve	Cambio leve
	Pajonal	Cambio moderado	Cambio moderado
	Tierra desnuda	Cambio moderado	Cambio moderado

Tal como se observa en los gráficos Rango - Abundancia de los géneros de flora silvestre (Figura 12 - 15), los efectos de los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de las comunidades de flora silvestre analizadas a nivel de cada zona de estudio.

Sin embargo, si estos efectos se analizan a nivel de las coberturas vegetales dentro de cada zona (Figuras 20 - 34), se puede diferenciar efectos particulares de los cambios en cada cobertura vegetal, presentando en algunas coberturas cambios más notorios dependiendo de la zona de estudio: zona de operaciones (Figuras 22, 23 y 26) y zona de abastecimiento de agua (Figuras 28, 29, 32 y 33).

Del mismo modo, tanto para los análisis realizados a nivel de las zonas de estudio (Cuadro 6), como para los realizados de manera específica para las coberturas vegetales (Cuadro 7), se evidencia que los efectos de los cambios ocurridos en el periodo analizado son semejantes entre las épocas analizadas (húmeda y seca). Sin embargo, en aquellas coberturas vegetales vinculadas directamente a la disponibilidad hídrica, como los bofedales (Figuras 28 y 32) y césped de puna asociado al Bofedal (Figuras 29 y 33), los efectos de estos cambios se agudizan de manera particular en la temporada seca del año. Por el contrario, para la cobertura Cactáceas, estos efectos son más notorios en la época húmeda (Figuras 21 y 25).

7.9.2. Avifauna

Cuadro 8. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de cada zona

Zona	Análisis LB EIA –MAP 2015	
	Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Cambio leve	Cambio leve
Zona de Operaciones	Cambio leve	Cambio leve

Cuadro 9. Efecto de los cambios sobre la estructura y composición de las comunidades de avifauna a nivel de las coberturas vegetales

Zona	Cobertura vegetal	Análisis LB EIA –MAP 2015	
		Época húmeda	Época seca
Zona de abastecimiento de agua	Césped de puna	Cambio leve	Cambio leve
	Césped de puna asociado a los bofedales	Cambio moderado	Cambio moderado
	Pajonal	Cambio leve	Cambio leve
	Bofedal	Cambio moderado	Cambio moderado
Zona de Operaciones	Cactáceas	Cambio leve	Cambio leve
	Matorrales	Cambio leve	Cambio leve
	Pajonal	Cambio moderado	Cambio moderado
	Tierra desnuda	Cambio moderado	Cambio moderado

Tal como se observa en los gráficos Rango - Abundancia de los géneros de avifauna (Figura 16 - 19), los efectos de los cambios ocurridos en el periodo de análisis, tuvieron un cambio leve en la estructura y composición de las comunidades de avifauna analizadas a nivel de cada zona de estudio.

Sin embargo, si estos efectos se analizan a nivel de las coberturas vegetales dentro de cada zona (Figuras 35 - 50), se puede diferenciar efectos particulares de los cambios en cada cobertura vegetal, presentando en algunas coberturas cambios más notorios dependiendo de la zona de estudio: zona de operaciones (Figuras 37, 38, 41 y 42) y zona de abastecimiento de agua (Figuras 44, 45, 48 y 49).

Del mismo modo, tanto para los análisis realizados a nivel de las zonas de estudio (Cuadro 8), como para los realizados de manera específica para las coberturas vegetales (Cuadro 9), se evidencia que los efectos de los cambios ocurridos en el periodo analizado son semejantes entre las épocas analizadas (húmeda y seca). Sin embargo, en aquellas coberturas vegetales vinculadas directamente a la disponibilidad hídrica, como los bofedales, los efectos de estos cambios se agudizan de manera particular en la temporada seca del año (Figuras 44 y 49).

**Capítulo VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los
Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del
Proyecto Quellaveco**

VIII. Conclusiones de la Validación del Monitoreo de los Componentes flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco

8.1. Conclusiones

- ❖ A nivel de las zonas del proyecto (Zona de Operaciones y Zona de Abastecimiento de Agua), no se perciben cambios notorios entre la LB EIA y el MAP 2015, en cuanto a la estructura y composición de las comunidades de flora silvestre y avifauna; estos cambios se evidencian cuando se analizan por cobertura vegetal al interior de cada zona.
- ❖ Los cambios de extensión de las coberturas vegetales sobre la estructura y composición de las comunidades se evidencian entre la LB EIA y el MAP 2015 y no tanto entre temporadas dentro del mismo año (época húmeda y seca).
- ❖ En el caso de las coberturas vegetales que dependen de la disponibilidad hídrica, estos cambios se hacen notorios sobre todo en la época seca del año.
- ❖ En la Zona de Abastecimiento de Agua, los bofedales y el césped de puna asociado al bofedal (ambas coberturas asociadas a los cuerpos de agua), muestran mayor sensibilidad a cambios de su superficie y variaciones de los regímenes hídricos.
- ❖ Evidenciándose en estas coberturas cambios importantes en términos de composición y estructura, tanto en las comunidades de flora silvestre como de avifauna.
- ❖ Si bien se han identificado modificaciones de algunas coberturas vegetales, esto puede atribuirse en parte a su dinámica natural, variaciones climáticas o a actividades humanas.
- ❖ Los lugares donde se evidencian los cambios en la cobertura vegetal no guardan relación directa con las actividades desarrolladas por el Proyecto Quellaveco.
- ❖ En la Zona de Operaciones, las principales coberturas vegetales donde se perciben cambios en el tiempo son los pajonales y en la tierra desnuda o con poca vegetación; en ambos casos, por su disminución dada la expansión de otras coberturas como cactáceas y matorrales.
- ❖ Si bien estos cambios se presentan tanto a nivel de estructura como en la composición de las comunidades, se consideran poco relevantes, debido a que esas coberturas no están vinculadas directamente a la presencia de agua, recurso vital para el área.
- ❖ Como en el caso anterior (Z. de Abastecimiento de Agua), si bien se han identificado modificaciones de algunas coberturas vegetales, esto puede atribuirse en parte a su dinámica natural, variaciones climáticas o a actividades humanas.
- ❖ El aumento de la riqueza de especies registradas en la última evaluación en la cobertura tierra desnuda, de la Zona de Operaciones, se puede deber a que ante el desplazamiento de esta cobertura vegetal (por la expansión de otras con mayor vegetación como los matorrales y las cactáceas), se favorecería la

formación de una zona de transición entre ambas coberturas, facilitando la mezcla de especies de una cobertura con otra.

- ❖ En el caso del componente avifauna, este cambio estaría brindando una mayor oferta de recursos (alimento, cobertura para anidación, otros) para las aves, ocasionando con ello el aumento de las especies registradas en dicha cobertura (tierra desnuda).
- ❖ Del análisis de la metodología de muestreo del componente flora y fauna silvestre de la Línea Base Ambiental del Proyecto Quellaveco, se desprende que los métodos utilizados para evaluar la flora y fauna silvestre han sido apropiados y confiables y son coherentes con las prácticas estándar ampliamente utilizadas por los especialistas para medir y caracterizar la vegetación y las especies de plantas y animales silvestres en el país.
- ❖ Luego de la evaluación de la Línea Base Ambiental, componentes de flora y fauna del Proyecto Quellaveco y del Monitoreo Ambiental Participativo 2015, no se han encontrado diferencias sustanciales entre los resultados de ambos estudios, por lo que se recomienda validar la Línea Base del Proyecto Quellaveco en sus componentes de flora y fauna silvestre.

8.2. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda hacer un seguimiento permanente sobre todo a las coberturas vinculadas directamente a fuentes de agua. Además de monitorear de manera permanente con especial énfasis en aquellos componentes altamente sensibles a cambios o disturbios en su entorno, como la herpetofauna y la vegetación.
- ❖ Se recomienda estandarizar las metodologías empleadas para ser aplicadas en las sucesivas evaluaciones de los componentes, a fin de poder analizar en el futuro los datos entre las evaluaciones, por ejemplo, en cuanto a la ubicación geográfica de los transectos, el número de transectos por subcomponente (flora, aves, mamíferos, herpetofauna), el momento preciso y duración de las salidas de campo en la época húmeda y la seca, el tipo de trampas y redes, entre otros

IX. Bibliografía

9.1. Referencias Bibliográficas:

- ❖ Breiman, L. 2001. Random Forest. Machine Learning, 45 (1):5-32. Consultado, Marzo 2015. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/u0p06167n6173512/fulltext.pdf>
- ❖ CDC-UNALM, LTA-UNALM, DGOT-MINAM, SGCAN y FDA. 2012. Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina Componente Nacional Perú – Primera Etapa. Centro de Datos para la Conservación, Laboratorio de Teledetección, Dirección General de Ordenamiento Territorial - Ministerio del Ambiente, Secretaria General de la Comunidad Andina y Fundación para el desarrollo Agrario. Lima, Perú. 57 p. Consultado: Febrero 2015. Disponible en: http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/sensores_remotos/cut.html
- ❖ CDC – UNALM. 2012. Anexo 1. Protocolos y formularios. Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina Componente Nacional Perú – Primera Etapa. Lima, Perú. Consultado: Febrero 2015. Disponible en: http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/sensores_remotos/cut.html
- ❖ CITES 2015. Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II y III.
- ❖ E&E Perú S.A. 2015. Monitoreo de Flora y Fauna del Proyecto Quellaveco. Época de lluvias. Informe Semestral de Validación del Estudio de la Línea Base
- ❖ IUCN. 2015.v2. Red list of threatened species. The IUCN species survival commission. IUCN. The World Conservation Union. Gland.
- ❖ Knight Piésold Consultores. 2008. Primera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental – Línea Base Ambiental 2008.
- ❖ Knight Piésold Consultores. 2013. Cuarta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental.
- ❖ Liaw & Wiener. 2002. Classification and Regression by RandomForest. R News 2(3):18—22. Consultado en Febrero 2014. Disponible en: ftp://131.252.97.79/Transfer/Treg/WFRE_Articles/Liaw_02_Classification%20and%20regression%20by%20randomForest.pdf
- ❖ Loza, S; Meneses, R. & Anthelme, F. 2015. Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. Ecología en Bolivia 50(1): 39-56.
- ❖ Ministerio del Ambiente. 2015a. Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 83 p.
- ❖ Ministerio del Ambiente. 2015b. Guía de inventario de la flora y vegetación. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 49 p.
- ❖ Montesinos, D. 2015. Flora moqueguana. Guía práctica para la identificación de plantas silvestres. AngloAmerican. Moquegua, Perú. 252 p.

- ❖ Montoya, A. 1996. Percepción Remota y Procesamiento Digital de Imágenes. Principios Básicos. Bogotá D.C. IGAC-CIAF.
- ❖ Osorio–Zuluaga, G. & N. Duque (eds.). 2014. Indicadores de la línea base ambiental de Caldas. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales. Manizales. 117 p.
- ❖ Perichinsky, G. 2007. Clasificación Automática Basada en Análisis Espectral. Caso De Uso: Procedimientos Clasificatorios Aplicado a Asteroides. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Físicas. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. Consultado Marzo 2015. Disponible en: <http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Doctorado/Tesis/Perichinsky.pdf>
- ❖ Perú. 2006. D.S. Nº 043-2006-AG. Aprueban categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre
- ❖ Perú. 2014. D.S. Nº 004-2014-MINAGRI. Aprueban actualización de la lista de clasificación y categorización de especies amenazadas de Fauna Silvestre legalmente protegidas
- ❖ Pulido, V. 1998. Vocabulario de los nombres comunes de la fauna silvestre del Perú. Lima, Perú. 241 p.
- ❖ Schulenberg, T; Stotz, D; Lane, D; Oneill, J. & Parker, T. 2010. Aves de Perú. Centro de Ornitología y Biodiversidad - CORBIDI, Lima. 660 p.
- ❖ Stotz, D.; Fitzpatrick, J; Parker, T. & Moskovits, D. 1996. Neotropical Birds. Ecology and Conservation. University of Chicago, Chicago.
- ❖ Venero, J. & H. Brokaw. 1980. Ornitofauna de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú. Publicaciones del Museo de Historia Natural “Javier Prado” Serie A Zoología No.26: 1–32.