



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL



#### TESIS

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA VEGETACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA EN RELACIÓN A LA CLIMATOLOGÍA DE LOS AÑOS 1970-2000

PRESENTADA POR:

KENT JONATHAN CHICALLA RIOS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES Y  
MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2021



## DEDICATORIA

A la memoria de mi abuela Jesusa Cuayla Mamani o mamá Jesusa como la familia la llamaba, por haber sido un ejemplo de lucha constante en beneficio y amor para sus seres queridos ante las adversidades de la vida.



## AGRADECIMIENTOS

A Daniel B. Montesinos Tubée por impulsar mis estudios con su amplio conocimiento de la vegetación y enseñanza en campo.

A Jesús A. Cutipa Ccopa, Piero C. Peñaloza Chambilla y Omer R. Córdova Córdova por su ayuda en los viajes y labores de campo.

A mi abuelo Hermenegildo Checalla Cuayla por su valioso tiempo y esfuerzo como guía en los trabajos de campo.

A mis padres, familia y amigos cercanos por sus aportes directos e indirectos en la realización de este estudio.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico	3
1.1.1. El Clima	3
1.1.2. La Temperatura	3
1.1.3. La Precipitación	4
1.1.4. El Clima en Perú	4
1.1.5. El Clima en el Departamento de Moquegua	5
1.1.6. La Bioecología	6
1.1.7. La Comunidad vegetal	6
1.1.8. Fitosociología	7
1.1.9. Fitogeografía	8
1.1.10. Las comunidades vegetales al sur de Perú	9
1.1.11. Las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua	10
1.1.12. El mapa geográfico	10
1.1.13. La distribución geográfica de la vegetación	11
1.1.14. Modelamiento Espacial de Nicho ecológico (ENM) y Distribución de Especies (SDM)	12
1.1.15. La estación meteorológica	12
1.1.16. Los ecosistemas	13
1.2. Antecedentes	14



## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema	18
2.2. Enunciados del problema	19
2.2.1. Pregunta general	19
2.2.2. Preguntas específicas	19
2.3. Justificación	20
2.4. Objetivos	20
2.4.1. Objetivo general	20
2.4.2. Objetivos específicos	20
2.5. Hipótesis	21
2.5.1. Hipótesis general	21
2.5.2. Hipótesis específicas	21

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio	22
3.2. Población	24
3.3. Muestra	24
3.4. Método de investigación	24
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	24
3.5.1. Materiales utilizados	28
3.5.1.1 Equipos	28
3.5.1.2. Software	28

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	29
4.1.1. Identificación de los indicadores climáticos de los años 1970-2000 que influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua	29
4.1.2. Cuantificación de la extensión de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000	62
4.2. Contraste de Hipótesis	64
4.3. Discusión	65



CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	79

Puno, 15 de febrero de 2021

**ÁREA:** Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente  
**TEMA:** Distribución geográfica de la vegetación  
**LÍNEA:** Biodiversidad y Medio Ambiente



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Valoración del coeficiente Kappa	27
2. Extensión de área de distribución en km <sup>2</sup> y porcentajes de las unidades o comunidades vegetales modeladas en el Departamento de Moquegua	63
3. Matriz de confusión para las comunidades o unidades vegetales del Departamento de Moquegua tratadas en este estudio	64
4. Comparativa entre clasificaciones bioclimáticas incluyendo formaciones vegetales propuestas anteriormente y las comunidades o unidades vegetales de este estudio	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Diagrama ombrotérmico del Departamento de Moquegua.	23
2. Mapa de ubicación del área de estudio en coordenadas geográficas.	23
3. Vegetación de una región (letra C). Las letras (a) y (b) indican el tipo de comunidad o unidad vegetal diferente; cuadrados negros indican los levantamientos fitosociológicos.	24
4. Curva de evaluación del modelo (ROC).	26
5. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para <i>Xenophilietum ciliolatum-poposum</i> .	30
6. Curva respuesta de <i>Xenophilietum ciliolatum-poposum</i> para bio6 (Temperatura mínima del mes más frío).	30
7. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para <i>Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae</i> .	31
8. Curva respuesta de <i>Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae</i> para bio2 (Rango diurno medio).	31
9. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i> .	32
10. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i> para bio3 (Isotermia).	33
11. Curva respuesta de <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i> para bio6 (Temperatura mínima del mes más frío).	33
12. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i> para bio10 (Temperatura media del cuatrimestre más cálido)	33
13. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i> para bio11 (Temperatura media del cuatrimestre más frío).	34
14. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de <i>Tetraglochim cristatum</i> .	35
15. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Tetraglochim cristatum</i> para bio14 (Precipitación del mes más seco).	35
16. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Tetraglochim cristatum</i> para bio17 (Precipitación del trimestre más seco).	35
17. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Tetraglochim cristatum</i> para bio3 (Isotermia).	36



18. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para <i>Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae</i> .	37
19. Curva respuesta de <i>Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae</i> para bio14 (Precipitación del mes más seco).	37
20. Curva respuesta de <i>Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae</i> para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).	37
21. Curva respuesta de <i>Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae</i> para bio3 (Isotermia).	38
22. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae</i> .	39
23. Curva respuesta de <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae</i> para bio14 (Precipitación del mes más seco).	39
24. Curva respuesta de <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae</i> para bio5 (Temperatura máxima del mes más cálido).	39
25. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para <i>Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum inamoena</i> .	40
26. Curva respuesta de <i>Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum inamoena</i> para bio4 (Temperatura estacional).	41
27. Curva respuesta de <i>Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum inamoena</i> para bio14 (Precipitación del mes más seco).	41
28. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de <i>Diplostephium tacorense</i> .	42
29. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Diplostephium tacorense</i> para bio6 (Temperatura mínima del mes más frío).	42
30. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i> .	43
31. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i> para bio13 (Precipitación del mes más húmedo).	44
32. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i> para bio16 (Precipitación del trimestre más húmedo).	44
33. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i> para bio4 (Temperatura estacional).	44
34. Curva respuesta de la Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i> para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).	45



35. Curva respuesta de la Comunidad de Anredera diffusa y Calceolaria pisacomensis bio12 (Precipitación anual).	45
36. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de Corryocactus brevistylus.	46
37. Curva respuesta de la Comunidad de Corryocactus brevistylus para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).	46
38. Curva respuesta de la Comunidad de Corryocactus brevistylus para bio14 (Precipitación del mes más seco).	47
39. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis.	48
40. Curva respuesta de Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis para bio13 (Precipitación del mes más húmedo).	48
41. Curva respuesta de Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).	48
42. Curva respuesta de Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis para bio4 (Temperatura estacional).	49
43. Curva respuesta de Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis para bio12 (Precipitación anual).	49
44. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de Tecoma fulva y Prosopis calderensis.	50
45. Curva respuesta de la Comunidad de Tecoma fulva y Prosopis calderensis para bio4 (Temperatura estacional).	50
46. Curva respuesta de la Comunidad de Tecoma fulva y Prosopis calderensis para bio3 (Isotermia).	51
47. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para Cistanthio-Weberbauerocereetum.	52
48. Curva respuesta de Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis para bio4 (Temperatura estacional).	52
49. Curva respuesta de Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis para bio3 (Isotermia).	52
50. Curva respuesta de Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).	53
51. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para Tiquilietea paronychoides.	54



52. Curva respuesta de <i>Tiquilietea paronychoides</i> para bio4 (Temperatura estacional).	54
53. Curva respuesta de <i>Tiquilietea paronychoides</i> para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).	54
54. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i> .	55
55. Curva respuesta de <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i> para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).	56
56. Curva respuesta de <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i> para bio16 (Precipitación del trimestre más húmedo).	56
57. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para <i>Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae</i> .	57
58. Curva respuesta de <i>Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae</i> para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).	57
59. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para <i>Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii</i> .	58
60. Curva respuesta de <i>Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii</i> para bio18 (Precipitación del mes más húmedo).	58
61. Curva respuesta de <i>Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii</i> para bio13 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).	59
62. Test Jackknife para <i>Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae</i> .	60
63. Curva respuesta de <i>Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae</i> para bio18 (Precipitación del mes más húmedo).	60
64. Curva respuesta de <i>Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae</i> para bio13 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).	60
65. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para <i>Nicotianetum paniculatae</i> .	61
66. Curva respuesta de <i>Nicotianetum paniculatae</i> para bio18 (Precipitación del mes más húmedo).	62
67. Curva respuesta de <i>Nicotianetum paniculatae</i> para bio16 (Precipitación del trimestre más húmedo).	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Ficha de recolección de Datos biológicos (asociaciones, comunidades o unidades de vegetación). UTM WGS 84. Zona 19k.	80
2. Ficha de recolección de Datos climáticos (indicadores). Resolución espacial: 30" (1 km <sup>2</sup> ); Formato ASCII. Fuente: WorldClim (2019).	89
3. Índices AUC para las 19 comunidades vegetales en relación a los 19 indicadores climáticos. Áreas en azul muestran el rango de variación del resultado.	90
4. Mapa de distribución geográfica de las comunidades vegetales tratadas en este trabajo para el Departamento de Moquegua.	95
5. Mapa de Levantamientos fitosociológicos de las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua entre los años 2012 y 2018.	96
6. Paisajes de la asociación <i>Xenophilietum ciliolatum-poposum</i> a 4850 m al extremo E del Departamento de Moquegua en cuenca alta del río Moquegua (izquierda y centro). Floración de <i>Xenophilum ciliolatum</i> (derecha).	97
7. Paisaje de la asociación <i>Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae</i> a 4600 m al E del volcán Ticsani en la en la cuenca alta del río Moquegua (izquierda). Individuo de <i>Xenophyllum digitatum</i> (derecha).	97
8. Paisaje de la comunidad de <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i> a 4600 m cerca de la frontera con los Departamentos de Puno y Tacna (izquierda). Individuo de <i>Festuca ortophylla</i> en fructificación (derecha).	98
9. Paisaje de la comunidad de <i>Tetraglochim cristatum</i> a 4400 m cerca al cruce "Chilligua" en la cuenca del río Tambo (izquierda). Individuo de <i>Tetraglochim cristatum</i> en flor (derecha).	98
10. Paisaje de la asociación <i>Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae</i> a 4000 m arriba del CP. Carumas en la cuenca del río Tambo (izquierda). Arbusto de <i>Nordenstamia longistyla</i> en floración (derecha).	99
11. Paisaje de la asociación <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae</i> a 3800 m cerca al CP. Muylaque en la cuenca del río Tambo (izquierda). Especie característica de subunidad <i>Mostacillastrum dianthoides</i> (derecha).	99
12. Paisaje de la asociación <i>Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum-inamoenae</i> a 3200 en alrededores del CP. San Cristóbal en la cuenca del río Tambo	

- (izquierda). Floración de especies características de clase: *Baccharis gnidiifolia* (centro) y *Calceolaria inamoena* (derecha). 100
- 13.** Paisaje de la Comunidad de *Diplostephium tacorense* a 3500 m al E del distrito de Ubinas en la cuenca del río Tambo (izquierda). Arbusto de *Diplostephium tacorense* (derecha). 100
- 14.** Paisaje de la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* a 2900 m arriba del CP. Challahuayo en la cuenca del río Tambo (izquierda). Individuo de *Calceolaria pisacomensis* (derecha). 101
- 15.** Paisaje de la comunidad de *Corryocactus brevistylus* a 3200 m al NO del CP. Ilubaya en la cuenca del río Moquegua (izquierda). Cactus columnar *Corryocactus brevistylus* en flor (derecha). 101
- 16.** Paisaje de la asociación *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* a 2700 m al S del CP. Matalaque en la cuenca del río Tambo (izquierda). Especie característica *Weberbauerocereus torataensis* en floración (derecha). 102
- 17.** Paisaje de la comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* a 2400 m entre los CP. de Coalaque y Omate en la cuenca del río Tambo (izquierda). Floración del árbol de *Prosopis calderensis* (derecha). 102
- 18.** Paisaje de la asociación *Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* a 2150 m en alrededores del cerro “Baul” de la cuenca del río Moquegua (izquierda). Ejemplar completo de *Cistanthe paniculata* (derecha). 103
- 19.** Paisaje de la clase *Tiquilietea paronychoides* a 1300 m cerca al valle de Omate en la cuenca del río Tambo (izquierda). Flores de la especie característica *Euphorbia peruviana* (derecha). 103
- 20.** Paisaje de la asociación *Tillandsietum purpureo-landbeckii* (izquierda) a 1000 m en el sector “Las pulgas” de la cuenca del río Moquegua. Especie características únicas: *Tillandsia landbeckii* y *T. pupurea* (derecha). 104
- 21.** Paisaje de la asociación *Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae* a 400 m cerca la ciudad de Ilo (izquierda). Especie arbustiva característica de *Grindelia glutinosa* (derecha). 104
- 22.** Paisaje de la asociación *Caesalpinio spinosi-Salvietum hankei* a 700 m en lomas de Huacaluna (izquierda). Especie arbórea de *Caesalpinia spinosa* (derecha). 105

23. Paisaje de la asociación *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae* a 1200 m en lomas de Huacaluna (izquierda). Especie característica: *Loxanthocereus cf. sextonianus* (derecha). 105
24. Paisaje de la asociación *Nicotianetum paniculatae* a 800 m en lomas de Amoquinto (izquierda). Especie característica: *Nicotiana paniculata* (derecha) 106
25. Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 1. *Xenophilietum ciliolatum-poposum*, 2. *Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae* y 3. Comunidad de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* (vegetación de pajonales, almohadillares y herbazales de superpuna). \*=Nombre sintaxonómico en espera de publicación a nivel de especie. 107
26. Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 4. Comunidad de *Tetraglochim cristatum* y 5. *Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae* (matorrales, tolares y pajonales de puna). 108
27. Tabla fitosociológica de la comunidad o unidad vegetal: 6. *Polylepideto subtusalbida rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae* (bosque relicto de queñua). 109
28. Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 7. *Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum inamoenae* y 8. Comunidad de *Diplostephium tacorense* (matorrales de prepuna subhúmeda y seca). 110
29. Tabla fitosociológica de la comunidad o unidad vegetal: 9. Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* (matorral de prepuna subhúmeda). 111
30. Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 10. Comunidad de *Corryocactus brevistylus* y 11. *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* (cardonales con matorrales desérticos). 112
31. Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 12. Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* (bosque espinoso relicto desértico y 13. *Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* (cardonal-matorral desértico). 113
32. Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 14. clase *Tiquieletea paronychoides* (matorral hiperárido) y 15. *Tillandsietum purpureo-landbeckii* (tillandsial). 114



- 33.** Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 16.  
Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae (loma arenosa), 17.  
Caesalpinio spinosum-Salvietum haenkeii (loma arbórea), 18. Corryocato  
brachypetali-Stevietum melissaeifoliae (cardonal de loma pedregosa) y 19.  
Nicotiano paniculatae-Viguieretum weberbaueri (loma degradada por  
acción antropogénica). 115
- 34.** Listado florístico de las unidades de vegetación para el presente estudio en  
el Departamento de Moquegua. 116

## RESUMEN

Se presenta un avance en el conocimiento de la distribución geográfica de las comunidades vegetales (ecosistemas) en el Departamento de Moquegua (sur del Perú), por cuanto, los objetivos de este estudio fueron: 1. Determinar la relación entre las comunidades vegetales con 19 indicadores climáticos y 2. Cuantificar la extensión de cada comunidad vegetal en el Departamento de Moquegua, mediante un tipo de investigación cuantitativa no experimental. Se recopiló información de cada comunidad o unidad vegetal procedente de la literatura disponible; la información de los parámetros climáticos procedió de la base de datos online de WordClim2. Para el análisis se utilizó la técnica de “Modelado de Distribución de Especies” con el programa MaxEnt 3.3.3 y Google Earth Pro 7.3, para la evaluación de estos modelos se usó el índice AUC (Area Under Curve); para graficar la extensión de las comunidades se utilizó el programa ArcGis 10.3. y para su evaluación se utilizó el Índice de Kappa. Como resultados por objetivos: 1. Se identificaron cinco indicadores climáticos principales que agrupan a su vez a las unidades vegetales; 2. Se cuantificó la extensión de las 19 comunidades vegetales, alcanzando los 3345.57 km<sup>2</sup>, las asociaciones *Polylepideto-Chuquiragetum* y *Pycnophyllo-Xenophylletum* ocupan las mayores áreas de extensión y distribución, todas ocurrieron al centro y sur del Departamento de Moquegua.

**Palabras clave:** clima, comunidades vegetales, MaxEnt, modelamiento, Moquegua, sur del Perú.



## ABSTRACT

An advance in the knowledge of the geographical distribution of plant communities (ecosystems) in the Moquegua Department (southern Peru) is presented, since the objectives of this study were: 1. To determine the relationship between plant communities with 19 climatic indicators and 2. Quantify the extension of each plant community in Moquegua region through on-experimental quantitative research. Information on each community or plant unit was collected from the available literature; the information on the climatic parameters came from WordClim2 online database. For the analysis the “Species Distribution Modeling” technique was used with MaxEnt 3.3.3 program and Google Earth Pro 7.3, for the evaluation of these models the AUC (Area Under Curve) index was used; To plot the extension of the communities ArcGis 10.3 program was used. and for its evaluation the Kappa Index was used. As results objectives: 1. Five main climatic indicators were identified like a group the plant units; 2. The extension of the 19 plant communities was quantified, reaching 3345.57 km<sup>2</sup>, the *Polylepideto-Chuquiragetum* and *Pycnophyllo-Xenophylletum* associations occupy the largest extension and distribution areas, all of which occurred in the center and south of Moquegua Department.

**Keywords:** climate, plant communities, MaxEnt, modeling, Moquegua, southern Peru.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas naturales a través del tiempo y a nivel mundial se han venido modificando y en el peor de los casos se ha perdido por el desarrollo extensivo de la sociedad humana con sus múltiples actividades (Navarro, 2015). Parte de las consecuencias sobre estos recursos naturales por este fenómeno en la dimensión ecológica es la disminución de la biodiversidad; extinguiéndose muchas especies silvestres (UICN, 2001) entre ellas especies endémicas. En la dimensión social y económica principalmente podríamos citar a la pérdida de oportunidades desarrollo económico y sostenible para las poblaciones humanas urbanas y rurales.

La biodiversidad del Departamento de Moquegua es relativamente alta y singular (Chicalla-Rios, 2017; Montesinos-Tubée *et al.*, 2016, 2015; Montesinos *et al.*, 2012;), es repartida en dos regiones geográficas extensas: el desierto costero y la región andina. Para disminuir los efectos de la degradación de la biodiversidad a distintos niveles de administración superior se hace necesario elaborar planes de gestión y manejo de ecosistemas naturales, donde, en primer lugar, se debe conocer sus características y límites naturales (biogeografía).

En el Departamento de Moquegua se han realizado importantes avances en temas biogeográficos y fitosociológicos provenientes de Chicalla-Rios (2017), Montesinos-Tubée *et al.* (2016, 2015) y Montesinos *et al.* (2012), sin embargo, a pesar de estos progresos en el conocimiento, los ecosistemas diagnosticados no han sido estudiados a detalle en cuanto a sus distribución y climatología a nivel micro; ésta información podría ayudar de forma directa a la problemática de la gestión en el uso de suelo y las amenazas a los servicios ecosistémicos que brinda la biodiversidad, como por ejemplo: la agricultura extensiva en lomas de Ilo (Distrito de Ilo) y Pampa Sunispaya (matorral desértico del Distrito de San Cristóbal), la fragmentación del desierto altoandino o arenal de superpuna (Chicalla-Rios 2017) y las quemadas de pastizales-matorrales subhúmedos en las Provincias General Sánchez Cerro y Mariscal Nieto, ni que decir de las concesiones y actividad minera a gran escala en las mencionadas provincias.

Por ello, el contar con mapas de vegetación con información fitosociológica ayudará a obtener una línea base detallada de los ecosistemas naturales para su posterior monitoreo óptimo que ha de realizarse por el gobierno nacional y empresas privadas de los rubros minero, industrial, transportes, etc. asentadas en el Departamento de Moquegua, además

que, se pueda realizar técnicas de restauración ambiental pues se tendría el área geográfica de ocurrencia y la composición de unidad vegetal junto a sus características ecológicas originales antes de que ocurriese algún disturbio. Cabe mencionar que es posible identificar áreas naturales con diversos grados de alteración (sobrepastoreo, contaminación de suelos, quemas, etc.) de acuerdo al tipo de vegetación ocurrente (sintaxonomía).

Así mismo, la determinación geográfica de las comunidades vegetales con sus elementos nativos y endémicos serán de utilidad para el establecimiento de áreas que necesitan ser destinadas a la conservación por el SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado).

Ante este panorama, los objetivos de este estudio se centraron en: a) Determinar la distribución geográfica de las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000, y b) Identificar los indicadores climáticos de los años 1970-2000 que influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua. Para lo cual se ha realizado un gran esfuerzo de muestreo de comunidades o unidades vegetales entre los años 2012 a 2018 realizado por el autor a nivel departamental, que sirvieron para el análisis de datos además de información secundaria y una gran base de datos climáticos. Aun así, es importante tomar en cuenta y complementar a futuro los resultados de este trabajo con mapas edáficos, filogenia de especies, barreras geográficas, historia antropogénica y análisis de imágenes satelitales. Finalmente, a pesar que en un principio se pretendía ambiciosamente conocer la distribución de toda la vegetación existente en el Departamento, se ha revelado que aún existen vacíos de información en donde se debe continuar con el levantamiento de datos fitosociológicos, además de volver a registrar datos de ubicación de manera correcta en los levantamientos fitosociológicos de los trabajos publicados al norte del Departamento de Moquegua.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco teórico

##### 1.1.1. El Clima

La sucesión de cambios atmosféricos en periodos anuales en un área determinada es conocida como clima. Los climas se condicionan por la atmósfera y por los elementos del tiempo (radiación solar, temperatura, humedad, precipitaciones, presión atmosférica, el viento, etc.). Los principales condicionantes climáticos utilizados en las clasificaciones bioclimáticas en el mundo son la temperatura y la precipitación pluvial según Brack & Mendiola (2010), Ferreyra & Brack (1986), ellos considerados como factores independientes mientras que los factores bióticos en estas clasificaciones son considerados como esencialmente dependientes por INRENA (1994), el clima por tanto es uno de los factores ecológicos que mayor influencia ejercen sobre el suelo, la flora y la fauna (Ferreyra & Brack, 1986). Asimismo, por cualquier división natural del clima existe una variación local de la fisionomía en el caso de la vegetación, vinculada a condiciones específicas de topografía, suelo, exposición, actividad animal y actividades antrópicas (INRENA, 1994).

##### 1.1.2. La Temperatura

Es el efecto del calentamiento por el sol, gracias a ello es posible cuantificar la sensación de frío o calor con distintos instrumentos, tiene directa influencia en el desarrollo de la biota y los seres humanos según Brack & Mendiola (2010). El enfriamiento y calentamiento siendo una influencia de la energía que emite la superficie de la tierra y la presión atmosférica, hace que las masas de aire se eleven y bajen (Smith & Smith, 2007).

### 1.1.2.1. Clases de temperaturas

- **Temperatura ambiente.** Es la temperatura que se registra en los lugares donde desenvuelve el ser humano, para su medición se utiliza un termómetro ambiental empleando valores Celsius o Fahrenheit (Raffino, 2020).

- **Temperatura del cuerpo.** Es la temperatura del cuerpo humano, siendo 36 °C un valor normal y a partir de 37 °C (o 98°F) se considera que el individuo padece fiebre (Raffino, 2020).

- **Temperatura seca.** Es la llamada temperatura ambiente, no tiene en cuenta la radiación calorífica de objetos que rodean ese ambiente, ni la humedad y velocidad del aire. Se mide con un termómetro de mercurio cuyo bulbo es pintado de color blanco brillante para no absorber la radiación (Nall, 2004).

- **Temperatura húmeda.** Es la temperatura que se mide con un termómetro de mercurio situado en la sombra, con su bulbo envuelto por algodón húmedo y dispuesto bajo una corriente de aire. Se utiliza para medir la sensación térmica (Raffino, 2020).

### 1.1.3. La Precipitación

Es el fenómeno de caída de agua de las nubes en estado líquido (garúa, lluvia) o sólido (nieve, granizada). Se produce por la condensación del vapor de agua debido a la disminución de la temperatura.

El producto de la combinación entre la temperatura y precipitación es la evaporación terrestre conocida como evapotranspiración. Esta última en conjunto con la temperatura define las condiciones de una región, por ejemplo, se presentan climas áridos cuando la evapotranspiración es mayor que la precipitación, y climas húmedos cuando la evapotranspiración es menor que la precipitación (Brack & Mendiola, 2010).

### 1.1.4. El Clima en Perú

Debido a su localización latitudinal entre la línea ecuatorial y los 18° de latitud sur, el Perú debería contener un clima lluvioso y cálido, sin embargo, el país posee climas muy variados y contrastados con diversas formas de clasificar, esto debido a la influencia de factores o fenómenos como: la cordillera de los Andes, la corriente oceánica peruana, el anticiclón del Pacífico sur, la contracorriente ecuatorial o fenómeno del Niño, el

anticiclón del Atlántico sur y el ciclón Ecuatorial (Brack & Mendiola, 2010; Ferreyra & Brack, 1986).

De acuerdo a la última clasificación climática por SENAMHI (2020), el Perú presenta 38 climas, que van desde los tipos de climas áridos hasta los muy lluviosos, siguiendo la clasificación climática de Thornthwaite con ajustes metodológicos propios; de estos climas, 12 son asignados al Departamento de Moquegua, siendo el predominante el Clima árido y templado, con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año.

### **1.1.5. El Clima en el Departamento de Moquegua**

El Departamento se caracteriza por dos estaciones marcadas: la estación de lluvias o húmeda, que ocurre de diciembre a abril (no para las lomas costeras), y la estación seca (estación húmeda en lomas costeras), de abril a diciembre (Montesinos, 2010). Esto se explica en la precipitación pluvial, así en la costa árida y desértica se llega a escasos milímetros (mm), mientras que en los sectores más altos como los nevados de las Montañas o región andina se estima un promedio anual entre 500-600 mm al año. Es de mencionar el fenómeno de condensación de las neblinas invernales provenientes de pacífico entre las cotas de 0-1200 m s.n.m. según Gutiérrez (2014) y a veces hasta los 1400 m s.n.m., que produce una alta humedad y precipitación que da origen a la vegetación de Lomas costeras. Así mismo y de manera extraordinaria se presenta el fenómeno ENOS “El Niño”, donde las Lomas pueden registrar precipitaciones de hasta 715.4 mm como lo sucedido en las Lomas de Mejía para el Departamento de Arequipa durante el fenómeno ENOS en el año 1997-1998 (Jiménez *et al.*, 1999). De igual manera se ha observado y registrado que el fenómeno produce altas precipitaciones en zonas semidesérticas de la costa peruana (Jaimes, 1999), que da como consecuencia un gran aumento temporal de la diversidad biológica en estos paisajes áridos y semiáridos al sur de Perú (Montesinos-Tubée *et al.*, 2015).

En cuanto a la temperatura, varía en función a la altitud partiendo desde las zonas semicálidas y desecadas en el área de la costa desértica con una temperatura promedio de 20 °C, hasta zonas húmedas y frías de Puna con unos 3 °C en promedio (Sociedad Geográfica de Lima, 2008), produciéndose variadas combinaciones térmicas entre el día y la noche en las zonas intermedias y altas.

### **1.1.6. La Bioecología**

Es una de las ramas de la ciencias biológicas que estudia la relación entre el medio ambiente y las comunidades de los seres vivos incluyendo a la ecología humana según Mostacero *et al.*, (2007), Clements & Shelford, (1939), en los últimos tiempos y por un sentido práctico es posible definirla actualmente como un sinónimo de la ecología, sin embargo, la bioecología posee el gran mérito adicional de ser comprendido de inmediato, una cualidad que ciertamente no exhibe en la actualidad la ecología con sus diversos usos. En consecuencia, esta ventaja se verá reforzada a medida que el campo se vuelva, por un lado, más analítico y, por otro, más sintético. Se puede decir que la bioecología se considera ecología en el sentido más amplio (Clements & Shelford, 1939). Según Smith & Smith (2007) las principales ramas de estudio que se pueden derivar de la ecología son:

- Ecología de poblaciones.
- Ecología evolutiva.
- Ecología de comunidades.
- Ecología fisiológica.
- Ecología del comportamiento.
- Ecología del paisaje.
- Ecología de la conservación.
- Ecología de la restauración.
- Ecología global.

### **1.1.7. La Comunidad vegetal**

Es la asociación de plantas caracterizada por rasgos florísticos y sociológicos definidos (organización) con independencia por la presencia de especies características de un ecosistema en particular, la ciencia que estudia este fenómeno es la fitosociología (Braun-Blanquet, 1979). El carácter de comunidad que se manifiesta en las interrelaciones entre los organismos constituye un fenómeno social; de la acción conjunta de los organismos resulta el proceso social. Partiendo de esta base filosófica, puede dividirse a la Biología en: la ciencia de los seres aislados (Idiobiología) y la ciencia de las comunidades de seres vivos (Biosociología, Bioecología, entre otros). En relación con la Botánica debe diferenciarse: la ciencia de las plantas aisladas y la ciencia de las comunidades vegetales (Fitosociología).

### 1.1.7.1. Clasificación de las comunidades vegetales

Las clases o la tipología de comunidades vegetales son mejor entendidas como las unidades taxonómicas de vegetación según Braun-Blanquet (1979), a continuación, se explican cada una de ellas en orden de menor a mayor rango para los fines de este trabajo:

- **Asociación.** Es la unidad básica de clasificación fitosociológica. Debe presentar una combinación mínima de especies entre características, diferenciales y acompañantes.

- **Alianza.** Unidad inmediatamente superior a la asociación. Es la reunión de asociaciones que tienen especies en común y que luego éstas serán características de la alianza. Estas especies que no se presentan o lo hacen en baja proporción y vigor en las demás alianzas y cuyo óptimo ecológico se localiza en una determinada alianza, se unen a especies característica transgresivas, las cuales, son características de una determinada asociación dentro de la alianza y se pueden presentar dentro de otras asociaciones de la misma alianza.

- **Orden.** Las alianzas florísticamente y ecológicamente próximas se reúnen en órdenes. Se diferencian por muchas especies características, por ello, no hay dificultad en determinar a qué orden pertenece algún conjunto de vegetación. Los órdenes tienen una amplitud ecológica bastante considerable y solo reaccionan a variaciones profundas de las condiciones vitales.

- **Clase.** Los órdenes florísticamente semejantes se reúnen en clases de vegetación. Sus especies características tienen generalmente una gran amplitud ecológica, esta particularidad las hace fácilmente diferenciables entre clases. Generalmente las clases con una organización elevada formada por comunidades de varios estratos están condicionadas por el clima general, no siempre es así, pues, las condiciones edáficas y las actividades humanas también son decisivas para varias clases.

### 1.1.8. Fitosociología

La Fitosociología o Sociología vegetal estudia la relación entre plantas formando comunidades vegetales. Cada comunidad vegetal una vez haya sido diferenciada permite delimitar el estudio pretendido de sus organismos y sus interrelaciones entre ellos y/o con su medio ambiente local (Braun-Blanquet, 1979).

Las unidades fitosociológicas son de gran interés para entender la variación de la cubierta vegetal y poder aplicar estrategias de conservación a un territorio dado, además la necesidad de conocer la flora de un territorio en cada inventario fitosociológico, hace que sea un modelo ideal para determinar la diversidad global de unidades biogeográficas que pueden abarcar amplias regiones de un continente. La comparación entre inventarios fitosociológicos nos permite establecer una jerarquía (asociaciones, alianzas, órdenes y clases), que, frente a patrones fisionómicos, son capaces de dar una imagen geográfica de la distribución de las comunidades vegetales (Galán de Mera, 2005).

Teniendo en cuenta que la asociación u otro syntaxón cualquiera sea su rango, se muestra una constitución particular. En otras palabras, es el conjunto de taxones normalmente presentes en las comunidades vegetales representados por una sintaxa específica y no por la presencia de taxas dominantes o algún preferencial. El nombre de los sintaxas obedece a normas determinadas, es basado en el principio de autoría y en la indicación de un inventario representativo de la sintaxa elegida de un conjunto de muestras de la asociación tal cual. Las normas, la forma sobre cómo tipificar y las autorías en nuestro espacio se dan en el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.*, 2000).

En resumen, los nombres de los sintaxa vienen dados por los nombres científicos de una o dos especies de la composición normal del syntaxón y añadiendo desinencias específicas que denotan el rango sintaxonómico. Ejemplo:

*Echinopsio schoenii* – *Proustietea cuneifoliae*: desinencia -etea (clase).

*Echinopsio sc hoenii* – *Proustietalia cuneifoliae*: desinencia -etalia (orden)

*Echinopsio schoenii* – *Prouestion cuneifoliae*: desinencia -ion (alianza)

*Echinopsio schoenii* – *Proustietum cuneifoliae*: desinencia -etum (asociación)

*proustietosum cuneifoliae* (en minúscula): desinencia -etosum (subasociación)

Etimológicamente, "etum" significa "conjunto de". Así, un *prostietum* es, literalmente, un conjunto de varios individuos de *Proustia coneifolia*: es decir, un Matorral de *Proustia coneifolia*. Las demás desinencias son arbitrarias.

### 1.1.9. Fitogeografía

La Fitogeografía o Geografía Botánica, es la rama de las ciencias que estudia la distribución de la vegetación que cubre el planeta y las leyes que fijan tal distribución. Cada especie vegetal ostenta requerimientos ambientales específicos: luz, humedad,

temperatura, etc., los factores del clima son vitales en la distribución de las especies botánicas en el planeta. Asimismo, otros elementos significativos son la fisiografía, el suelo y la interacción con los animales. En la realidad natural, estos elementos ambientales se mezclan de manera complicada e inclusive se anulan o compensan. Por ejemplo, en sectores húmedos, la representación de superficies rocosas, permeables, suelos sueltos, etc. alcanzan para el desarrollo especies xerofitas, o de semillas de gran dormancia, mientras que, en sectores desérticos, la existencia humedales y/o canales de regadío hace posible el desarrollo de especies hidrófitas. Las especies vegetales también se distribuyen acorde a las ocasiones que han tenido para su reproducción, ampliándose su área geográfica. De tal modo que, una especie más antigua ha adquirido más oportunidades de ampliarse en el espacio geográfico que otra de origen nuevo; una especie que posee mecanismos de dispersión de semillas más eficiente, como alas o ganchos para pegarse a algunos animales o en forma de frutos, ampliará su área de distribución más cómodamente que otra planta sin estas características; las especies con características germinativas altas o con semillas capaces de germinar después de varios años de dormancia también estarán en ventaja.

Según Luebert (2011) la fitogeografía estudia las áreas utilizando como unidades básicas de análisis a los inventarios florísticos locales, analizándolos y comparándolos en varios niveles jerárquicos en taxonomía para enunciar hipótesis sobre sus orígenes y relaciones. En biogeografía, una noción céntrica en el tratado de áreas es el de “elemento florístico”, determinado a modo de un conjunto de taxones que conviven en un área geográfica con una ecología y una historia en común (Wulf, 1943), y cuya composición florística puede ser comparada.

Existen divisiones geográficas previas a este trabajo más que nada sobre los taxones y en congruencia con los niveles de vegetación a nivel territorial basados en las propuestas (Galán de Mera *et al.*, 2012), (Braun-Blanquet, 1979), (Mostacero *et al.*, 2007).

#### **1.1.10. Las comunidades vegetales al sur de Perú**

La vegetación en el Perú ha sido estudiada por profesionales de todo el mundo desde la publicación de la gran obra de Weberbauer (1945), aun así, en la actualidad existen extensos lugares con vacíos de información en flora y vegetación. Desde el punto de vista fitosociológico existen aportes de Gutte (1985, 1986), Müller & Gutte (1985), Galán de Mera & Gómez (2001, 2003), Galán de Mera, Virginia & Cáceres (2002), Galán de Mera,

Cáceres & Gonzáles (2003, 2002), Galán de Mera *et al.*, (2009), Galán de Mera & Orellana (1996, 2006). El trabajo de Galán de Mera *et al.* (2009) reúnen la información fitosociológica en 19 asociaciones para el sur del Perú. Montesinos-Tubée, Cleef & Sýkora (2015) adicionan seis asociaciones para las montañas áridas y semiáridas (2000-3260 m) de la provincia de Arequipa en el sur del Perú, es con este estudio donde se optimiza la técnica del levantamiento fitosociológico o relevé en relación a la geografía y ambiente para un correcto análisis ecológico.

#### **1.1.11. Las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua**

En el Departamento de Moquegua afortunadamente se tiene grandes avances en el conocimiento fitosociológico, es así que, Montesinos-Tubée (2012), Montesinos-Tubée *et al.* (2016, 2015, 2012) describen la vegetación de las zonas biogeográficas de Prepuna (3100-3800 m), Puna (3800-4500 m) y Superpuna (4500-4800 m) en la cuenca del río Tambo (Norte de Moquegua). Chicalla (2017) y Chicalla-Rios (manuscrito no publicado) hacen lo propio hacia el Centro, Sur, Este y Oeste del Departamento, describiendo casi la totalidad de la vegetación considerando las cuencas hidrográficas y quebradas costeras del Departamento, se clasifica así la totalidad de unidades básicas de vegetación terrestre evaluadas hasta el momento en 62 asociaciones o comunidades vegetales, sin embargo, no era posible cuantificar la extensión verdadera por comunidad vegetal pues no se han realizado cálculos matemáticos para aproximar el área de dichas comunidades, por lo que, se requiere modelarlas para conocer su distribución y extensión, dando la posibilidad de aproximarnos a llenar los vacíos de información respecto a las áreas de ocurrencia de los ecosistemas en el Departamento de Moquegua a través de su vegetación.

#### **1.1.12. El mapa geográfico**

Es la representación clara, emblemática y usual de la extensión del geosistema sobre la superficie de un papel (Chancos, 1979). Un mapa debe tener las siguientes cualidades; Ser exacto, pues, la reproducción de los rasgos o elementos debe corresponder con la realidad y precisión acorde a la escala de la representación; Ser completo, la información debe ser la necesaria y suficiente; Apropiado para su propósito: Su contenido debe estar orientado a satisfacer las necesidades de información del cual fue motivo; Legible, la exposición de los elementos gráficos debe ser la apropiada y la presentación pulcra y estética (Raisz, 1963).

### 1.1.12.1. Clases de mapas geográficos

- **Mapas generales.** Son aquellos que simbolizan la información básica y general sobre: el relieve, el sistema fluvial, principales ciudades y poblados, vías de comunicación y otros hechos por humanos según Chancos (1979), elaborados a partir de información secundaria y mediciones de campo, a través de representación de satélite, fotos aéreas, medidas directas, etc. (Carl, 1983).

- **Mapas específicos o temáticos.** Son aquellos que representan un determinado aspecto o tema de la realidad geográfica, como producto de proyectos de investigación especializada (Ñaupas, 1983). Representan cierto grado de detalle según sea su finalidad y uso, de esta manera toman diversos nombres, por ejemplo: mapas geológicos, mapas hidrográficos, mapas hidrogeológicos, mapas de suelo, etc. (Chancos, 1979).

### 1.1.13. La distribución geográfica de la vegetación

Para entender el concepto de Distribución geográfica en el contexto de la vegetación es necesario entender el concepto de Biogeografía, siendo este uno de los cometidos de la geografía en la caracterización y definición de los paisajes vigentes. Por ello es necesario instituir la relación que existe entre los organismos o comunidades biológicas y los elementos del entorno (medio ambiente). La Biogeografía es la ciencia que estudia la localización terrestre de la biodiversidad en un área geográfica determinada, en donde sus comunidades establecen relaciones con los factores que constituyen su hábitat (Mostacero *et al.*, 2007).

El entorno cambia de un lugar a otro a medida que lo hace: la topografía, la altitud, el clima, u otros elementos, ello implica a que los seres vivos (especies) como las plantas recurran a variadas estrategias o mecanismos de adaptación. El conocimiento en áreas de distribución de las especies resulta de enorme interés ya que proporciona información acerca del conjunto de condiciones ambientales e incluso humanas que son capaces de tolerar (resiliencia). Al resultar de una combinación de factores cuali-cuantificables se pueden considerar como indicadores de condiciones ambientales homogéneas (estables) y pueden incluso servir como unidades de descripción (García, 2010).

#### **1.1.14. Modelamiento Espacial de Nicho ecológico (ENM) y Distribución de Especies (SDM)**

El concepto actual de nicho fue presentado por Hutchinson (1957), como un hipervolumen en un espacio ecológico multidimensional, determinado por las exigencias de la especie para su reproducción y sobrevivencia. Según esta definición, en el Modelamiento Espacial de Nicho ecológico (ENM por sus siglas en inglés) cada dimensión del nicho representa una variable ambiental importante para la supervivencia de la especie. Las variables que dan la forma al nicho ecológico de una especie pueden ser bióticas o abióticas, y pueden representarse en valores numéricos (como la temperatura, precipitación, humedad, etc.), u otros tipos de valores como los categóricos (textura de suelos, zonas protegidas, etc.) (Benito de Pando, 2009).

En cambio, el Modelamiento de la Distribución de Especies (MDE) es una construcción numeral que especifica en el espacio ecológico las relaciones existentes entre la presencia de una especie y los valores de variables ambientales con predominio en su distribución. El resultado es expresado en el espacio geográfico como un mapa digital que representa la idoneidad del hábitat o la probabilidad de presencia de la especie (Benito de Pando, 2009). Según esta definición, hay cinco elementos a destacar en cualquier MDE: registros de presencia de la especie (coordenadas), variables ambientales (bioclimáticas) acopiadas en mapas digitales, un algoritmo que analiza la relación entre ambas entradas, un modelo definido en el espacio ecológico, y la representación geográfica del resultado en forma de mapa.

Luebert & Pliscoff (2017) realizaron un arduo trabajo relacionado al presente tema, pero a nivel nacional (Chile) utilizando clasificaciones bioclimáticas y recomendando hasta cierto punto la utilización de datos climáticos más finos gracias a la interpolación de datos recolectados de estaciones meteorológicas locales, puesto que denotan mayor exactitud en los modelamientos.

#### **1.1.15. La estación meteorológica**

Una estación meteorológica consiste en una estructura o dispositivo dotado con sensores (temperatura, humedad, velocidad de viento, dirección de viento, gas metano, etc.) que responde a estímulos eléctricos, los cuales permiten registrar y coleccionar información meteorológica en forma automática y en tiempo real. Esto permite realizar un monitoreo de variaciones de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar, dirección y

velocidad del viento, lluvia, humedad relativa, presión atmosférica, etc. (Medina-García *et al.*, 2008).

#### 1.1.15.1. Clases de estaciones meteorológicas

Las estaciones meteorológicas se pueden clasificar según la aplicación a las que va dirigido su proceso objetivo (Ferrer, 2017):

- **Agro meteorológicas.** Orientadas al estudio biológico en relación a los factores climáticos y el ciclo de los seres vivos. Relaciones entre tiempo, clima, planta, animales, etc.
- **Climatológicas.** Dirigidas a la investigación a través de sistemas de sensores de fenómenos como: tiempo atmosférico, precipitaciones, temperatura del aire, humedad, etc.
- **Sinópticas.** Orientadas al estudio de elementos meteorológicos en horas determinadas internacionalmente. Medición de variables como: nubosidad, velocidad del viento y otros fenómenos atmosféricos. Dichos datos son procesados y utilizados para modelos globales y locales de pronósticos con el fin de ser aplicados en los servicios de aviación.

#### 1.1.16. Los ecosistemas

El ecosistema se entiende como la comunidad biótica y su relación con su entorno, también llamado sistema ecológico (Mostacero *et al.*, 2007). Es una relación establecida entre animales y plantas (biota) dentro de un área geográfica en reciprocidad con los factores ambientales o físicos (abiótico) (Brack & Mendiola, 2012).

En el Perú, gran parte del territorio es montañoso, la estructura de los dominios morfoclimáticos y morfogenéticos es más que todo vertical que horizontal, por ello, se puede hablar de “pisos” climáticos y altitudinales entre varios tipos más (Milla, 2002). La evidencia existente del escalonamiento de los elementos biogeográfico (fauna, flora, suelo) permitió definir variadas clasificaciones usando diversos criterios de clasificación.

##### 1.1.16.1. Tipos de ecosistemas

MINAM (2018) propone 36 ecosistemas para el Perú agrupándolas en cinco regiones naturales:

- **Selva Tropical.** Incluye a las formaciones vegetales de la amazonia como pantanos, sabana, bosques, el pacal y el varillal.

- **Yunga.** Contiene formaciones vegetales andino-amazónicas como bosques menos húmedos y matorrales.
- **Andina.** Compuesta por formaciones vegetales propias de la puna alta, puna y prepuna como el páramo, pajonales, Bofedales, matorrales, bosques relictos y secos, entre otros.
- **Costa.** La componen la vegetación de ambientes áridos y secos a excepción de las comunidades azonales de humedales y manglares. Se encuentran las formaciones de bosques estacionalmente secos, lomas costeras, matorrales y desierto.
- **Ecosistemas acuáticos.** Compuesto de ambientes azonales como lagos, lagunas y ríos.

## 1.2. Antecedentes

Weberbauer (1945) en su gran libro “El mundo vegetal de los Andes peruanos”, en su paso por Moquegua, clasifica por primera vez la vegetación en los andes occidentales del sur peruano en cuatro pisos de vegetación en base a su limitación altitudinal: 1. Desértico (500-2600 m), 2. de Cactáceas columnares, *Franseria fruticosa* y reducida vegetación herbácea (2600-3600 m), 3. Mesotérmico de tolares (3600-4000 m) y 4. Microtérmico de tolares (3800-4500 m).

Hueck (1972) en su libro “Mapa de la vegetación de América del Sur” distingue 16 formaciones vegetales para el Perú bajo criterios fitogeográficos más complejos, donde el Departamento de Moquegua contiene cuatro formaciones: Desierto de la costa del pacífico, Bosque seco y formaciones de suculentas de la región del Pacífico, Vegetación andina de alta montaña sin mayor clasificación y Puna.

INRENA (1994) en su libro “Mapa Ecológico del Perú” hace referencia a 12 unidades ecológicas que ocurren en el Departamento de Moquegua según cálculos matemáticos utilizados en la climatología y su relación con la vegetación del Perú observados hasta esa fecha.

Rodríguez (1995) en el libro “Diversidad biológica del Perú” ubica en el Perú al Departamento de Moquegua como una extensión territorial con vacíos de información en diversidad biológica de prioridad 1, denominada “Cordillera Huanza-Andes Occidentales” y como zona prioritaria de conservación de las plantas, denominándose “Vertientes Occidentales del Sur” en conjunto con grandes sectores de Arequipa, Puno y Tacna. Además de presentar un mapa y su correspondiente memoria descriptiva acerca de las “Provincias Biogeográficas o grandes paisajes del Perú”, en base al Mapa Ecológico del Perú, Mapa de capacidad de uso mayor y Mapa Geológico del Perú.

Pizarro (1999) en su artículo científico realiza un análisis de los espacios biogeográficos en el sur del Perú y las especies que la pueden constituir en base a estudios anteriores, proponiendo que el extremo sur peruano (Moquegua y Tacna) se considere como una bioregión particular subdividida en: Desierto bajo (hasta 1500 m) y Desierto alto (1500-2200 m).

Arakaki y Cano (2001) en su artículo científico describen la vegetación de la cuenca del río Moquegua y parte de la cuenca del río Tambo, clasificándola para la región Costa en: Lomas, Monte ribereño y Desierto, y para la región de Vertientes occidentales del Sur: Pisos de cactáceas, Monte ribereño, Matorral, Estepa arbustiva, Bosque de *Polylepis* y Vegetación subnival.

Mostacero *et al.* (2007) en su libro “Biogeografía del Perú” realizan un gran esfuerzo por sistematizar cualitativamente la distribución de las plantas y animales en el Perú en categorías biogeográficas con dominios: Oceánico-pacífico, Neotropical y Amazónico, sin embargo, no considera los aspectos geográficos del sur del Perú donde casi ni hay mención.

Sociedad Geográfica de Lima (2008) en su libro “Anuario Geográfico de Moquegua” reúne información procedente de Tosi (1960), donde clasifica siete formaciones vegetales en Moquegua. Además, clasifica y cuantifica el área de las Comunidades vegetales o Regiones fitogeográficas del Departamento de Moquegua en: Tierras con bosques (0.41%), Tierras con matorrales (19.86%), Tierras con herbazales subdividido en Pajonal/césped de puna (19.75%) y Herbazal de tundra (3.47%), Bofedal (0.65%), Tierras con agricultura (1.46%) y otras tierras subdividido en Tierras alto andinas con escasa vegetación (11.16%) y Planicies costeras con estribaciones andinas sin vegetación (42.36%).

Brack y Mendiola (2010) en su libro “Ecología del Perú” reconoce 11 ecorregiones para el Perú, donde el Departamento de Moquegua contiene cuatro de ellos a nivel muy general: Mar frío de la corriente peruana, Desierto del pacífico (ubicación promedio 1000 m), Serranía esteparia (1000-3800 m) y Puna (3500-3800 m).

Galán de Mera y Linares (2012) en su artículo realizan por primera vez un mapa fitogeográfico para el Departamento vecino de Arequipa en base a la información fitosociológica (60 asociaciones) que denominan series de vegetación (vegetación potencial y etapas de sustitución), series climatófilas (relacionadas al clima), series

edafófilas (relacionadas al suelo) y pisos bioclimáticos (vegetación coincidente con intervalos del Índice de termicidad).

Gutiérrez (2012) en su informe “Propuesta de Plan de implementación de modalidades de conservación en la Región Moquegua” propone 11 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en el Departamento de Moquegua en base a la biodiversidad amenazada, conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos. Hace uso de enfoques de participación social y criterios de Sistema de Información Geográfica (SIG).

OSINFOR (2013) en su artículo hace uso del modelamiento espacial nichos ecológicos para evaluar la presencia de especies forestales maderables en la amazonia del Perú, siendo una metodología práctica y confiable para el conocimiento de la distribución geográfica de especies y su correlación climática.

MINAM (2015) presenta en su libro “Mapa nacional de cobertura vegetal” la cobertura vegetal clasificadas en base a imágenes satelitales Landsat 5 y criterios geográficos, fisionómicos, humedad y florísticos. El mapa muestra la distribución geográfica, superficie y atributos biofísicos en general de 60 unidades de cobertura vegetal del país. Donde el Departamento de Moquegua contiene las unidades de: Lomas, Matorral arbustivo de Montaña, Cardonal, Agricultura costera y andina, Pajonal altoandino, Bosque relicto alto andino, y Bofedal.

Larico *et al.* (2016) en su resumen de congreso realizan el modelamiento y distribución potencial de siete especies del género *Corryocactus* Briton & Rose para el Departamento de Arequipa utilizando registros de especies, software Maxent y SIG, y la base de datos WorldClim. Hallándose la distribución potencial y el área de ocupación por cada especie y concluyendo la gran utilidad del modelamiento de distribución de especies para predecir el espacio geográfico-ecológico en el pasado e incluso el futuro de las especies, lo que ayuda a definir prioridades en conservación a gran escala.

Arias (2016) señala en su tesis sobre modelado de nicho ecológico en tres especies de los Departamentos de Huánuco, Pasco y Junín, que, el modelado con el software Maxent tiene un buen desempeño, corroborado a través de cuadros de validación y verificación en campo, indicándose además que los modelos son herramientas que predicen efectivamente la distribución geográfica de las especies.

Montesinos-Tubée *et al.* (2016) en su artículo científico propone una zonificación bioclimática en base a sus resultados fitosociológicos para la cuenca alta del río Tambo en el Departamento de Moquegua, clasificando zonas de vegetación en: Superpuna (*Antho.-Dielsiochioetea*), Puna (*Calam. vicunarum*; *Antho-Dielsiochioetea*; *Notho. nivae*), Prepuna (*Echinopsio-Proustietea*) y Xerofíticas (*Ambrosio-Weberbauerocerion*; *Corryocaction brevistyli*) (para el Departamento de Arequipa).

SERFOR (2016) en su libro “Memoria descriptiva del mapa de ecozonas-Perú” realiza una clasificación ecológica para el Perú denominado “Ecozonas” con software SIG teniendo a la vez los insumos cartográficos como: mapas de regiones naturales, fisiográfico, cobertura vegetal, accesibilidad y desplazamiento, deforestación, red hidrográfica y centros poblados. Se encuentra, que, el Departamento de Moquegua está conformado por dos (costa y sierra) de las seis Ecozonas halladas para el país.

Chicalla-Rios (2017) en su artículo científico registra preliminarmente de manera cualitativa nueve formaciones vegetales: lomas, monte ribereño, tillandsial, matorral desértico, matorral subhúmedo, pajonal, bosque de queñua, bofedal y almohadillar para el Departamento de Moquegua acorde a sus características fisionómicas, climáticas y flora particular.

MINAM (2018) en su libro “Mapa nacional de ecosistemas del Perú” presenta en base a criterios bioclimáticos, de cobertura vegetal, fisiográficos y de pisos ecológicos; para servir como recurso en la identificación de la distribución especial de los ecosistemas naturales terrestres a escala nacional; consta de 36 ecosistemas identificados, de los cuales ocho ecosistemas naturales ocurren en el Departamento de Moquegua : Pajonal de puna seca, Bofedal, Zona periglaciaria y glaciaria, Matorral de puna seca, Bosque relicto (queñoal y otros), Matorral andino, Loma costera y Desierto costero.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

Desde hace miles de años los recursos naturales de nuestro planeta han satisfecho todas nuestras necesidades, de ellos obtenemos bienes, servicios ambientales hasta ingresos económicos. Sin embargo, la población humana se ha incrementado exponencialmente en el último siglo y con ello el nivel de sus necesidades, por consecuencia, el aprovechamiento y consumo de los recursos naturales ha ido incrementándose a una mayor velocidad que el tiempo que demora la naturaleza en regenerarlo o recuperarlo. Por ello los ecosistemas naturales a nivel mundial se han modificado y en peor de los casos se ha perdido por el desarrollo extensivo y a gran escala de múltiples actividades (agricultura, ganadería, minería, gas, urbanización, diques, etc.) (Navarro, 2015). Parte de los recursos naturales del planeta son la biodiversidad, ella también ha disminuido, tanto que ha llevado y puede aún conllevar a la extinción de muchas especies silvestres; según UICN (2001) señala que alrededor de 12 529 especies en el mundo (plantas y animales principalmente) están amenazadas y en peligro de extinción debido a su alto endemismo.

Dentro de la vegetación en el Perú, los registros de flora llegan a 19 542 plantas con semillas (Vasquez & Rojas, 2016), 777 especies están amenazadas según Decreto Supremo N° 043-2006-AG, de las cuales 5 509 son endémicas (León *et al.*, 2006). En la historia, con la llegada de los conquistadores españoles los recursos vegetales se fueron degradando a causa del sobrepastoreo con animales exóticos (ovinos, equinos, caprinos principalmente), el establecimiento de la flora holártica y cosmopolitas (Galán de Mera *et al.*, 2012), y demás alteraciones ecológicas que dieron paso a un cambio en el paisaje nativo costero, andino y amazónico.

En el Departamento de Moquegua existe una variada biodiversidad (genética, específica y ecosistémica) dentro de los ecosistemas de desiertos costeros y altoandinos, lomas, lagunas altoandinas, bofedales, matorrales, queñuales entre otros que son considerados ecosistemas frágiles (Gutiérrez, 2014). Estos ecosistemas diagnosticados no han sido estudiados a profundidad, presentando inexactitudes en cuanto a sus límites y extensión, por ende, no se gestionan eficientemente. En la actualidad existen amenazas y presiones a esta biodiversidad como: la caza furtiva, extracción de especies silvestres, quema de pastizales-matorrales, fragmentación del paisaje, cambio de uso de suelo, presencia de residuos sólidos urbanos y de construcción, entre otros impactos ambientales negativos principalmente por la acción antropogénica pasada y que aun ocurre prácticamente en todos los ecosistemas del Departamento (Chicalla, 2013; Gutiérrez, 2014) sin olvidar el fenómeno actual del Cambio climático.

Para disminuir los efectos de la degradación a la biodiversidad a nivel departamental es necesario conocer primeramente sus características y límites naturales a nivel cuali-cuantitativo, esto permitirá en el mejor de los casos el establecimiento de áreas destinadas a la conservación por el SERNANP, la adecuada gestión de los territorios (Ordenamiento territorial) y la anhelada restauración ambiental lista para ser implementada. En este trabajo se recurrirá a datos ordenados de las comunidades vegetales (Chicalla-Rios & Montesinos-Tubée, 2019; Montesinos-Tubée *et al.*, 2016; Montesinos *et al.*, 2012) para modelar su distribución geográfica en relación a indicadores climáticos dentro del Departamento de Moquegua.

## **2.2. Enunciados del problema**

### **2.2.1. Pregunta general**

1.3.1.1. ¿Cuál es la distribución geográfica de las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000?

### **2.2.2. Preguntas específicas**

1.3.2.1. ¿Qué indicadores climáticos de los años 1970-2000 influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua?

1.3.2.2. ¿Cuál es la extensión de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000?

### **2.3. Justificación**

En este trabajo, además de aumentar el conocimiento de la biodiversidad en flora, da a conocer la clasificación y delimitación geográfica detallada de los ecosistemas del Departamento de Moquegua en base a la vegetación.

Desde el aspecto social-económico, este estudio revela los recursos vegetales que son característicos y dominantes (por su endemismo y su cobertura) con potencial de ser aprovechados sosteniblemente (extracción controlada, siembra, estudio de propiedades medicinales, etc.) a distintos niveles altitudinales y por cuencas, con el fin de que se usen sosteniblemente, se impulse su transformación y valor agregado con una visión de inclusión y equidad especialmente con las poblaciones menos favorecidas en el ámbito rural.

Desde el aspecto ecológico, este trabajo será de utilidad para la ubicación y gestión de nuevas o el afianzamiento de existentes áreas de conservación en el Departamento de Moquegua, como también la de apoyar en la restauración de ecosistemas alterados por el hombre, conocer zonas potenciales para la forestación y reforestación, como información base para realizar monitoreos sobre la salud a nivel cuali-cuantitativo de los ecosistemas, para los planes de Ordenamiento Territorial hoy en día requeridos por los gobiernos locales y como insumo para futuros trabajos sobre los servicios ambientales de los ecosistemas.

### **2.4. Objetivos**

#### **2.4.1. Objetivo general**

1.4.1.1. Determinar la distribución geográfica de las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000.

#### **2.4.2. Objetivos específicos**

1.4.2.1. Identificar los indicadores climáticos de los años 1970-2000 que influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua.

1.4.2.2. Cuantificar la extensión de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000.



## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis general**

1.5.1.1. La distribución geográfica de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua no se relaciona con la climatología de los años 1970-2000.

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

1.5.2.1. Los indicadores climáticos de los años 1970-2000 influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua.

1.5.2.2. La extensión de las comunidades vegetales no se cuantifica en el Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó en todo el ámbito geográfico del Departamento de Moquegua; se ubica al sur de la República del Perú, entre las coordenadas UTM (Zona 19 S): 392691.7 a 235599.9 Este y 8233878.8 a 8027720.6 Norte (Sociedad Geográfica de Lima, 2008), limita por el Norte con los Departamentos de Arequipa y Puno, por el Sur: con el Departamento de Tacna y el Océano pacífico, por el Este: con los Departamentos de Puno y Tacna, por el Oeste: con el Departamento de Arequipa y el Océano pacífico. El Departamento a nivel geográfico es interesante por acoger la cuenca del río Moquegua y la mayor extensión de la cuenca del río Tambo, además de quebradas costeras (intercuencas), en un rango altitudinal de 0-5000 m de altitud, representando así una gran superficie de la costa sur (4 973.69 km<sup>2</sup>) y la zona andina (11 200.96 km<sup>2</sup>) occidental peruana. En la figura 1 se aprecia dos relaciones bien marcadas conforme se asciende altitudinalmente: a) la disminución de la temperatura y, b) el aumento de la precipitación.

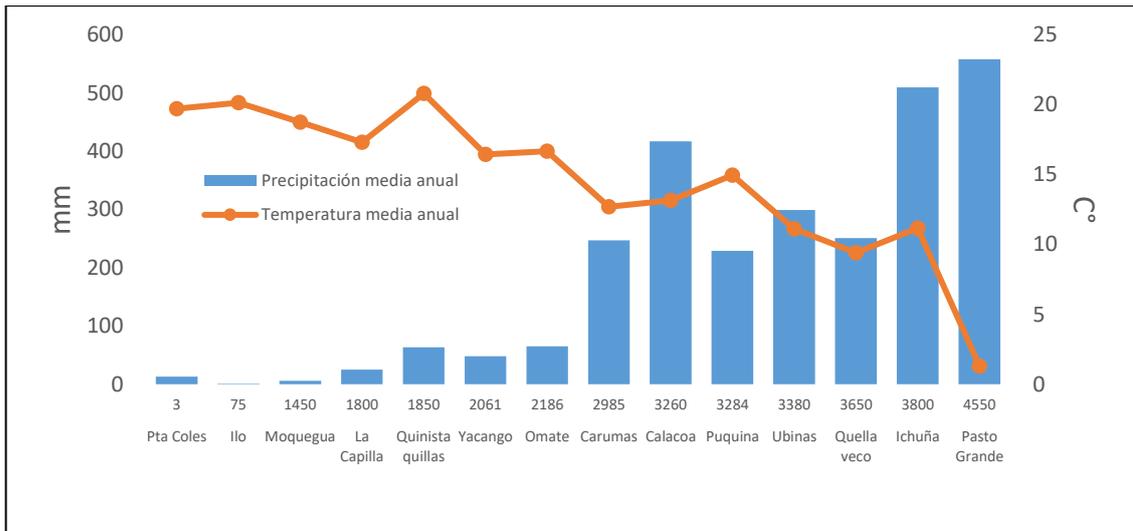


Figura 1. Diagrama ombrotérmico del Departamento de Moquegua.

Fuente: Datos de ANA (2018), SENAMHI (2018), Knight Piésold Consulting (2013) y ONERN (1976).

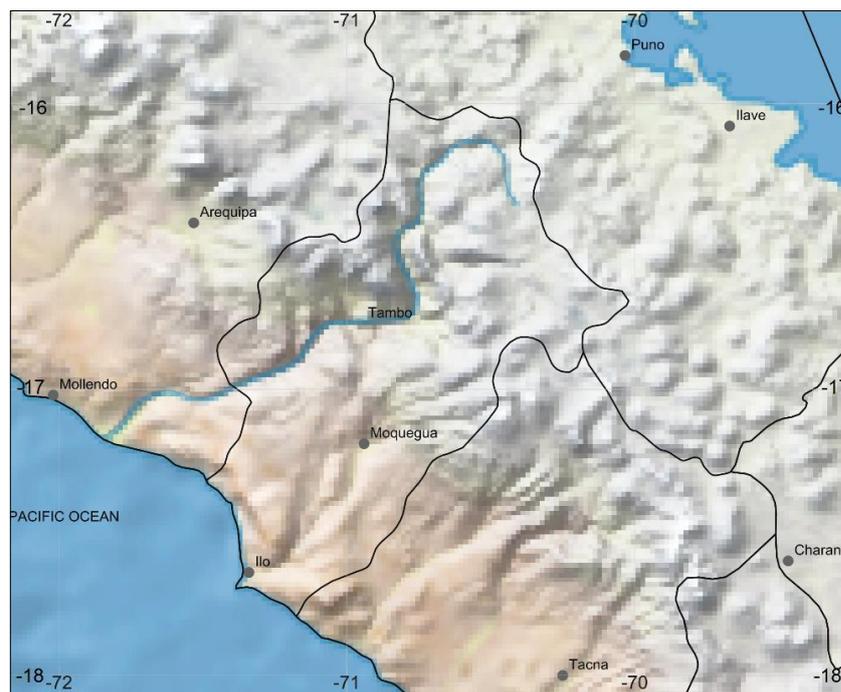


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio en coordenadas geográficas.

### 3.2. Población

La población es la vegetación existente dentro del Departamento de Moquegua. La vegetación es conjunto de plantas que ocupan una determinada zona o región (Sarmiento, 2001).

### 3.3. Muestra

La muestra es la comunidad vegetal, también llamada asociación fitosociológica o comunidad solamente de ser el caso (figura 3), este tipo de muestra procede de la escuela de Zurich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979) y ha sido utilizada en el sur del Perú por Chicalla (2017), Montesinos-Tubée, Cleef & Sýkora (2016, 2015) y Montesinos-Tubée, Sýkora, Quipuscoa-Silvestre & Cleef (2012). En este estudio se seleccionaron 19 comunidades vegetales que ocurren en el Departamento de Moquegua. La muestra es probabilística estratificada (Hernández *et al.*, 2014).

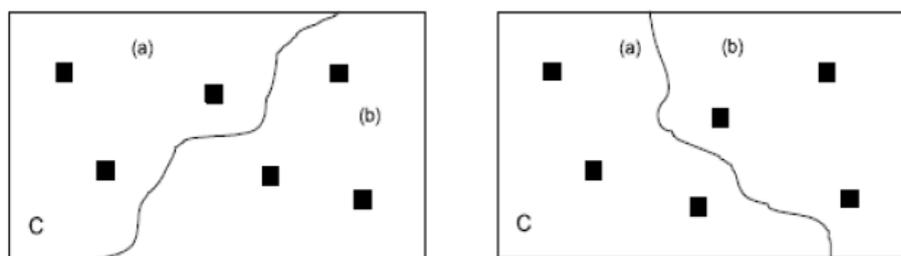


Figura 3. Vegetación de una región (letra C). Las letras (a) y (b) indican el tipo de comunidad o unidad vegetal diferente; cuadrados negros indican los levantamientos fitosociológicos.

Fuente: Mostacedo & Fredericksen (2000).

### 3.4. Método de investigación

La investigación es cuantitativa, de diseño no experimental, pues las variables se cuantifican y no se manipulan. Es de alcance correlacional (Hernández *et al.*, 2014).

### 3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

Para lograr el primer objetivo específico se determinó usar los indicadores climáticos que podrían influir en cada comunidad vegetal utilizando la técnica de “Modelado de Distribución de Especies” o “Species Distribution Models (SDM)” (Guisan & Zimmermann, 2000; Soberón & Nakamura, 2009; Soberón & Peterson, 2005), haciendo uso del software MaxEnt 3.3.3 (Phillips *et al.*, 2006), siguiendo los procedimientos

recomendados por Martínez (2012) y Laurente (2017), se compilaron y prepararon los datos biológicos y ambientales para introducirlos al programa MaxEnt 3.3.3.k. Se describe los procedimientos a continuación:

- Para la obtención de datos biológicos se reunió y evaluó 61 unidades o comunidades vegetales (muestras) procedentes de:

Datos primarios gracias a levantamientos fitosociológicos previamente realizados bajo la metodología de Braun-Blanquet (1979); estimándose la cobertura de especies (0-100%) a través de cuadrantes o relevés de cinco categorías (metros): 4x4, 5x5, 6x6, 10x10 y 15x15, y transectos de tres categorías (metros): 2x10, 3x15, 5x20 en áreas homogéneas de vegetación entre los años 2012 y 2018, más tarde se analizó esta información con el software TWINSpan (Hill, 1979), un software de clasificación jerárquica dicotómica que realiza un test del promedio de correlación entre unidades vegetales y cuya salida de datos se presenta en una tabla con especies de plantas en filas y relevés (levantamiento de cuadrantes y transectos fitosociológicos en campo) en columnas.

Datos secundarios procedieron de la literatura de Chicalla-Rios y Montesinos-Tubée (2019), Chicalla (2017), Montesinos-Tubée *et al.* (2016, 2015) y Montesinos-Tubée *et al.* (2012), ambas fuentes de datos se colectaron con el instrumento denominado “Ficha de recolección de datos biológicos” (anexo 1), el cual fue procesado con los programas Microsoft Excel 2016 y Google Earth 7.3.2., quedando 19 unidades vegetales fiables para el análisis. Se excluyó 42 comunidades o unidades vegetales poco fiables (sesgo) por su inexacto y pobre registro en coordenadas geográficas en campo, bajo número de levantamientos fitosociológicos representativos y otros por su mayor dependencia al sustrato de desarrollo (vegetación azonal) no necesariamente dependiente del clima. Para el caso de las nuevas unidades de vegetación, los nombres sintaxonómicos se trataron utilizando el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica según Weber *et al.* (2000), cabe resaltar que las citas que se utilizan en las tablas fitosociológicas (anexo 25 al 33) también se encuentran estandarizadas (Weber *et al.*, 2000) y no es necesaria su referenciación en el Capítulo de Bibliografía.

- Para la obtención de datos ambientales, se extrajeron 19 capas bioclimáticas procedentes de la base de datos en línea de Worldclim 2 según Fick & Hijmans (2017) con el instrumento denominado “Ficha de recolección de datos climáticos” (anexo 2) ésta

contiene información cuantitativa a nivel global (excepto de la Antártida), datos mensuales promedio del clima como la temperatura mínima, media y máxima, y de precipitación de 30 años (1970-2000). Los datos disponibles tienen una resolución de 30 minutos (equivalente a 1 km<sup>2</sup> aproximadamente) concibiéndose por la interpolación de promedio mensual de datos de estaciones meteorológicas distribuidas a nivel mundial.

Todos los datos (biológicos y ambientales) se transformaron al formato de archivo ASCII con extensión “.csv” para ser analizados con el software MaxEnt 3.3.3, este programa utiliza el modelo de “Máxima entropía” (Phillips *et al.*, 2006) para modelar Distribuciones geográficas de especies con datos de presencia.

Ya con los resultados de MaxEnt, se utilizó la herramienta “Jackknife” (incluido en el software), el cual, excluye una variable y corre el modelo con las demás, es decir, compara la ganancia que tiene el modelo con todas los indicadores y la ganancia que tiene el modelo sin el indicador que fue excluido. El indicador que al ser excluido del modelo afecta en forma considerable a la eficiencia de este es considerada una variable de importancia.

Para la evaluación del modelo se utilizó el **Índice AUC** (Area Under Curve). El estadístico AUC es el área bajo la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), en la curva el eje de las coordenadas simboliza la tasa de presencias incorrectamente clasificadas (1- especificidad) y el de las ordenadas la tasa de presencias correctamente clasificadas, o de sensibilidad (figura 4). El AUC es una integral determinada por la curva al variar en los umbrales de corte.

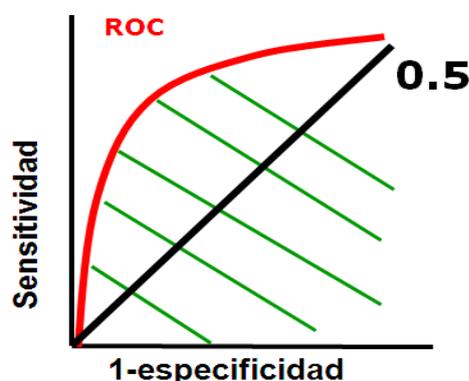


Figura 4. Curva de evaluación del modelo (ROC).

Fuente: Reguerin (2012).

El AUC, sostiene valores entre 0 y 1, entonces: valores menores a 0.7 indican una calidad del modelo pobre, valores de 0.7-0.8 indican que la calidad del modelo es buena, valores de 0.8-0.9 indicarían que la calidad del modelo es muy buena, por último, valores mayores a 0.9 indican que la calidad del modelo es excelente.

Para lograr el segundo objetivo específico se cuantificó la extensión de las comunidades vegetales. Para ello se exportaron los gráficos de distribución por cada comunidad vegetal, obtenido con MaxEnt 3.3.3 al software de análisis SIG: ArcGis 10.3 (ESRI, 2002), convirtiendo el formato ASCII al formato SHP para el tratamiento de “polígonos” y estimar así las extensiones de las comunidades vegetales con la herramienta “Raster calculator”, esta herramienta permite crear y ejecutar expresiones de Álgebra de mapas, es decir, permite realizar una multitud de operaciones matemáticas entre archivos raster (matemáticas, trigonométricas, operaciones condicionales, lógicas, etc.). Finalmente se corrigió detalles de superposiciones de capas gracias al conocimiento ecológico del autor y se elaboró la cartografía en un mapa.

Para la evaluación de la confiabilidad del mapa se utilizó la **Matriz de confusión**; donde la métrica utilizada fue el **coeficiente Kappa** (Landis & Koch, 1977). El coeficiente Kappa puede tomar valores entre -1 y +1. Mientras más cercano a +1, mayor es el grado de concordancia inter-observador, por el contrario, mientras más cercano a -1, mayor es el grado de discordancia inter-observador. Un valor de  $k = 0$  refleja que la concordancia observada es precisamente la que se espera a causa exclusivamente del azar (tabla 1).

Tabla 1

*Valoración del coeficiente Kappa*

<b>Coeficiente Kappa</b>	<b>Fuerza de la concordancia</b>
0	Pobre ( <i>Poor</i> )
0.01 - 0.20	Leve ( <i>Slight</i> )
0.21 - 0.40	Aceptable ( <i>Fair</i> )
0.41 - 0.60	Moderada ( <i>Moderate</i> )
0.61 - 0.80	Considerable ( <i>Substantial</i> )
0.81 - 1.00	Casi perfecta ( <i>Almost perfect</i> )

Fuente: Adaptado de Landis & Koch (1977).



### **3.5.1. Materiales utilizados**

#### **3.5.1.1 Equipos:**

- 01 GPS.
- 01 Laptop Lenovo Y520.

#### **3.5.1.2. Software:**

- ArcGis 10.3.
- Google Earth 7.3.2
- MaxEnt 3.3.3.k.
- Microsoft Excel 2016.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Identificación de los indicadores climáticos de los años 1970-2000 que influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua

Se describen los indicadores climáticos de cada comunidad o unidad vegetal además de su morfología, ecología y especies características para una mejor comprensión. Los detalles de composición de especies y sintaxonomía de cada comunidad vegetal se encuentran en el Capítulo de anexos (25 al 33).

##### i. *Xenophilietum ciliolatum-poposum*

**Morfología y ecología:** Herbazal subnival limitado a roquedos de media a alta pendiente con poco suelo, distribuido entre 4700-4900 m s.n.m.

**Especies características:** *Xenophyllum ciliolatum*, *X. poposum* y mínimamente, *Descurainia* sp. *Mnioides coarctata*. Son diferenciales *Erigeron lanceolatus*, *Poa* sp. y *Leicheria daucifolia* (anexo 25).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 5) los indicadores que explican mejor el modelo fueron **bio2** (Rango diurno medio) y **bio6** (Temperatura mínima del mes más frío). Los porcentajes de contribución al modelo más altos fueron **bio6** (30.6%) y **bio2** (28.1%). En los gráficos de curva respuesta **bio6** (figura 6) contiene información más útil, observándose una fuerte relación entre las temperaturas muy bajas de invierno (menores a -17°C) y la ocurrencia de esta unidad vegetal con un 95% de probabilidad.

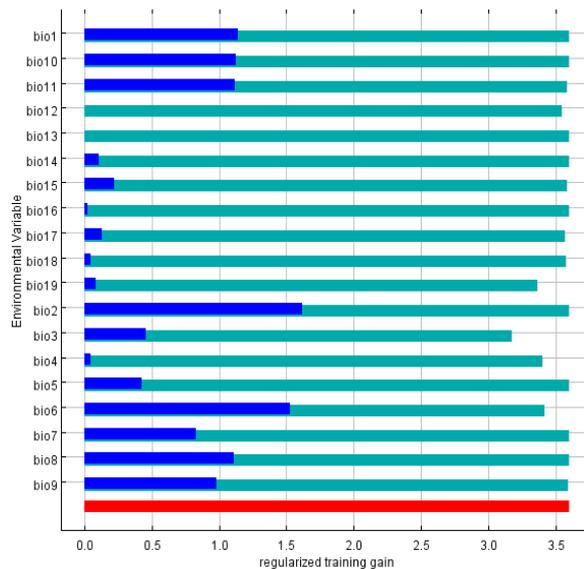


Figura 5. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para *Xenophiletum ciliolatum-poposum*.

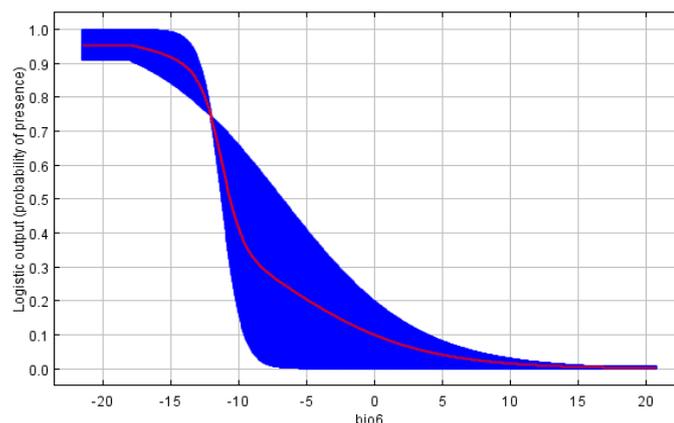


Figura 6. Curva respuesta de *Xenophiletum ciliolatum-poposum* para bio6 (Temperatura mínima del mes más frío).

## ii. *Pycnophyllo glomeratae*-*Xenophylletum digitatae*

**Morfología y ecología:** Almohadillar bajo desértico de suelos constituidos por abundante material pómez de superpuna distribuido entre 4500-4700 m s.n.m.

**Especies características:** *Arenaria pedunculosa*, *Junelia minima*, *Nototriche rugosa*, *Pycnophyllum glomeratum*, *Xenophyllum digitatum*, *Senecio trifurcifolius* y *S. sp. nov.* con subunidades representadas por *Nototriche sp. nov.*, *Nototriche azorella* y *Werneria glaberrima* (anexo 25).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 7): **bio2** (Rango diurno medio) es el indicador más importante para la distribución de la unidad vegetal. En los porcentajes de contribución al modelo, el más alto fue el indicador **bio2** (48.5%). En los gráficos de curva respuesta, **bio2** (figura 8) contiene información más útil, por lo que, se observa una fuerte relación entre el rango de variación de la temperatura diurna (días y noches) (a partir de 25°C) y la ocurrencia de esta unidad vegetal con un 93% de probabilidad.

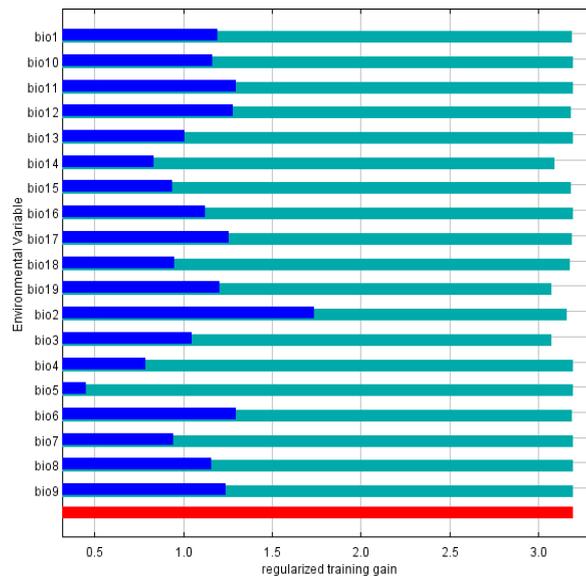


Figura 7. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para *Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae*.

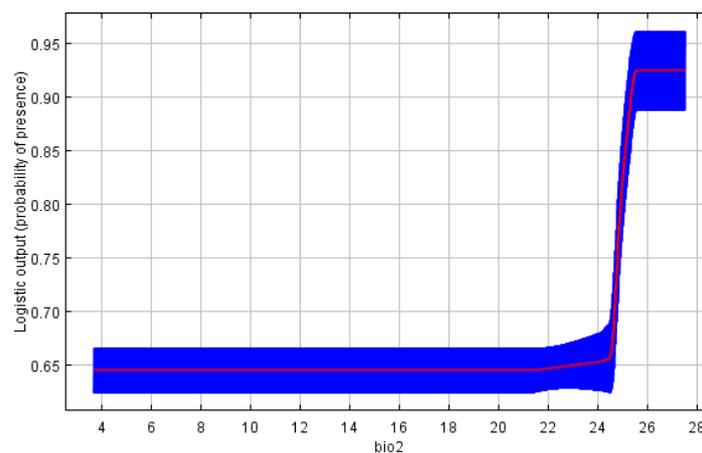


Figura 8. Curva respuesta de *Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae* para bio2 (Rango diurno medio).

### iii. Comunidad de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima*

**Morfología y ecología:** Pajonal duro de suelos arenosos de superpuna distribuido entre 4200-4600 m s.n.m.

**Especies características:** *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* (anexo 25).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 9), **bio2** (Rango diario medio) y **bio6** (Temperatura mínima del mes más frío) son los indicadores más importantes. En los porcentajes de contribución al modelo, los valores más altos fueron el indicador **bio2** con 29.2% y **bio3** (Isotermia) con 22.1%. En los gráficos de curva respuesta, **bio3** contiene información más útil, por lo que, en lugares donde la variación de la temperatura diaria entre la media anual supera el 90% (amplitud térmica alta) es probable al 95% la presencia de esta unidad vegetal (figura 10). El indicador **bio6** explica que, en lugares donde se dan temperaturas menores a  $-15^{\circ}\text{C}$  en el mes más frío (¿junio-julio?) ocurre la unidad vegetal con una probabilidad de 79% (figura 11). Los indicadores **bio10** (Temperatura media del cuatrimestre más cálido) y **bio11** (Temperatura media del cuatrimestre más frío) explican que, en lugares donde ocurren medias de temperatura máxima de  $0^{\circ}\text{C}$  en la temporada cálida (figura 12) y mínima de  $-10^{\circ}\text{C}$  en temporada fría respectivamente, ocurre la unidad vegetal con una probabilidad de 82% (figura 13).

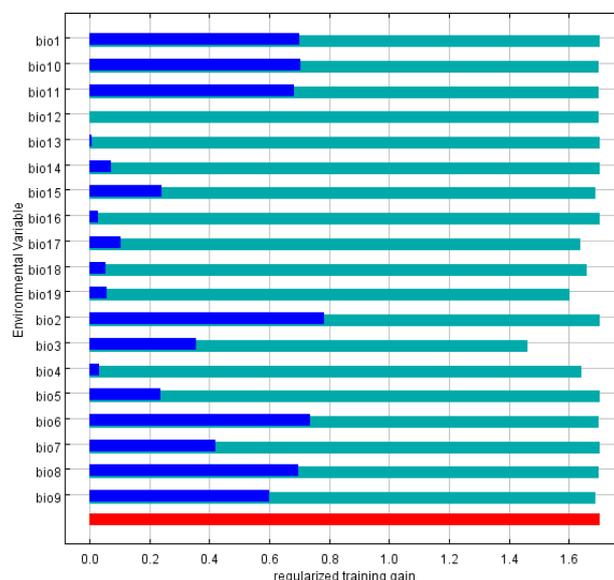


Figura 9. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima*.

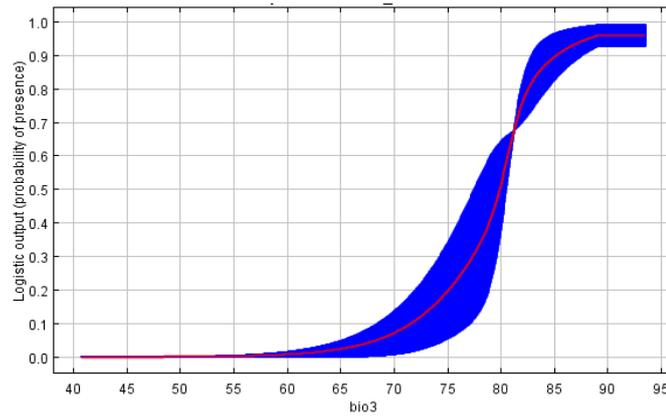


Figura 10. Curva respuesta de la Comunidad de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* para bio3 (Isotermia).

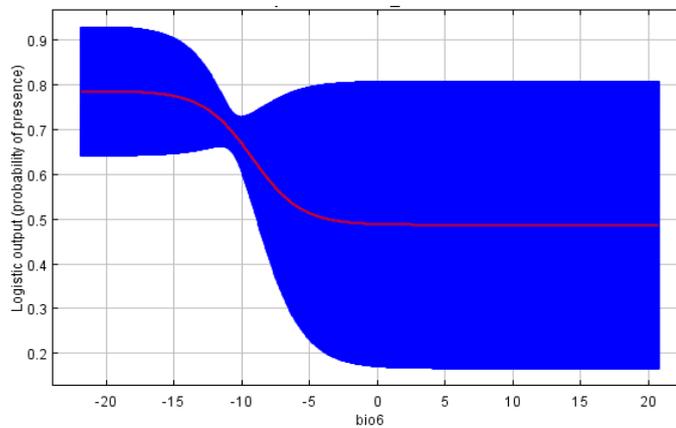


Figura 11. Curva respuesta de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* para bio6 (Temperatura mínima del mes más frío).

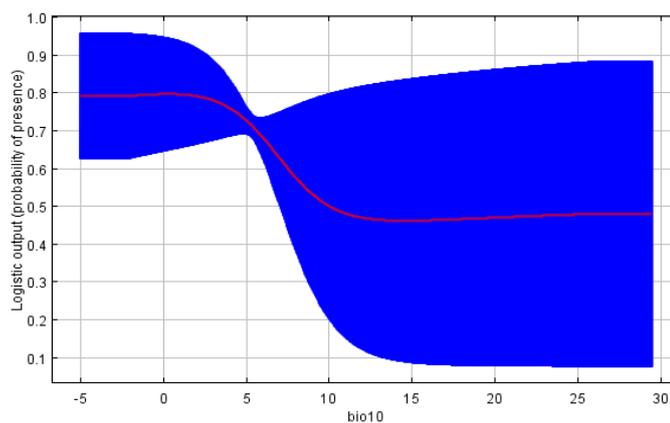


Figura 12. Curva respuesta de la Comunidad de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* para bio10 (Temperatura media del cuatrimestre más cálido)

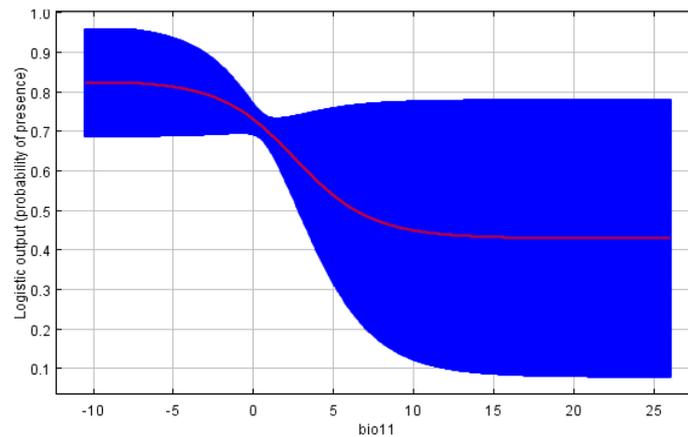


Figura 13. Curva respuesta de la Comunidad de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* para bio11 (Temperatura media del cuatrimestre más frío).

#### iv. Comunidad de *Tetraglochim cristatum*

**Morfología y ecología:** Tolar-pajonal típico de puna seca abierta distribuido entre 3500-4500 m s.n.m.

**Especies características:** *Tetraglochim cristatum*, *Azorella compacta*, *Chersodoma jodopapa*, *Belloa kunthiana*, *Parastrephia quadrangularis* y *Senecio nutans* principalmente (anexo 26).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 14) los indicadores más importantes fueron **bio14** (Precipitación del mes más seco), **bio3** (Isotermia), **bio15** (Estacionalidad de la precipitación) y **bio17** (Precipitación del trimestre más seco). En los porcentajes de contribución al modelo, el indicador **bio14** es de 42.6% y **bio3** de 22.3%. En los gráficos de curva respuesta, **bio14** (figura 15) y **bio17** (figura 16) explican que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones de ningún tipo entre los meses más secos del año (junio, julio y agosto) hay una probabilidad de 82 y 88% respectivamente de ocurrencia de la unidad vegetal. Con **bio3** (figura 17) se observa que, en lugares donde la variación de las temperaturas medias de todos los meses del año varía en 90% (amplitud térmica alta) es probable al 84% la presencia de esta unidad vegetal.

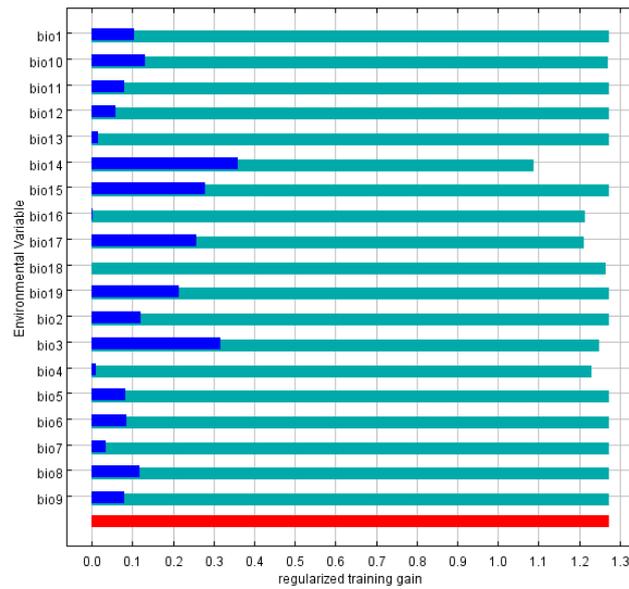


Figura 14. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de *Tetraglochim cristatum*.

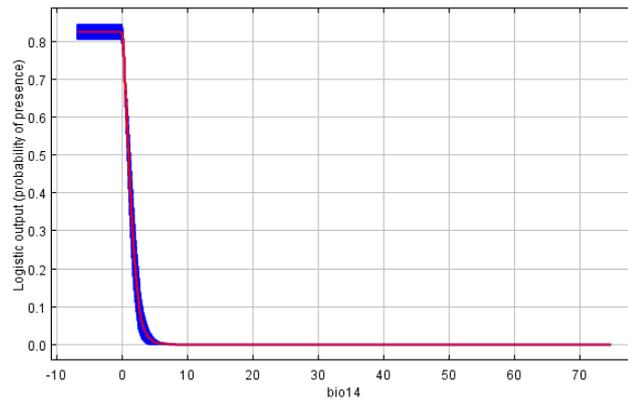


Figura 15. Curva respuesta de la Comunidad de *Tetraglochim cristatum* para bio14 (Precipitación del mes más seco).

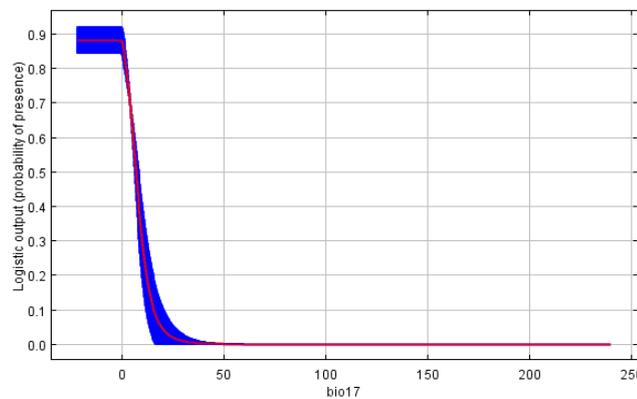


Figura 16. Curva respuesta de la Comunidad de *Tetraglochim cristatum* para bio17 (Precipitación del trimestre más seco).

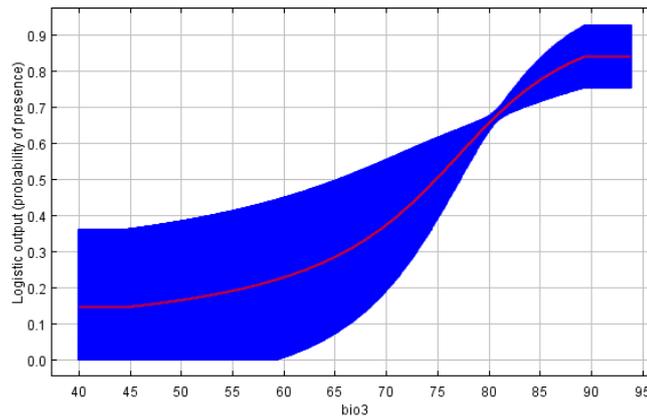


Figura 17. Curva respuesta de la Comunidad de *Tetraglochim cristatum* para bio3 (Isotermia).

#### v. *Festuco dolichophyllae*-*Nordenstamietum longistylae* Chicalla-Rios 2017

**Morfología y ecología:** Matorral-pajonal de puna subhúmeda abierta distribuido entre 3400-4050 m s.n.m.

**Especies características:** *Festuca dolichophylla* y *Nordenstamia longistyla*. Mínimamente *Clematis millefoliata*, *Brayopsis calcyna* y *Ribes brachybotrys*. Subunidades representadas por *Austrocyllindropuntia subulata*, *Calceolaria sclerophylla* y *Grindelia tarapacana*. (anexo 26).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 18), los indicadores más importantes fueron **bio14** (Precipitación del mes más seco), **bio15** (Estacionalidad de la precipitación) y **bio17** (Precipitación del trimestre más seco), **bio19** (Precipitación del cuatrimestre más frío) y **bio3** (Isotermia). En el porcentaje de contribución al modelo, el indicador **bio14** fue la más influyente con 44.1%. En los gráficos de curva respuesta, **bio14** (figura 19) explica que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones de ningún tipo entre los meses más secos del año (junio y julio) hay una probabilidad de 79% de ocurrencia de la unidad vegetal, **bio15** (figura 20) explica que, en lugares donde existe una variación de más del 180% de precipitación al año ocurre esta unidad vegetal con una probabilidad del 86%. **Bio3** (figura 21) explica que, en lugares donde la variación de la temperatura diurna media entre la media anual supera el 90% (amplitud térmica alta) se presenta la unidad vegetal con una probabilidad de 85%.

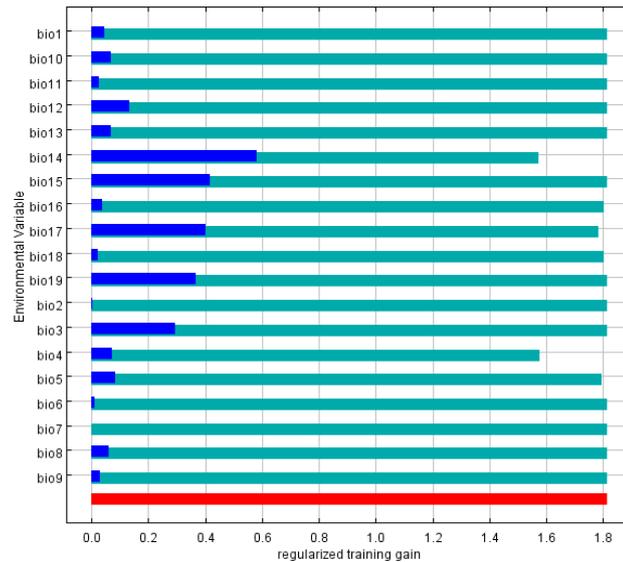


Figura 18. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae*.

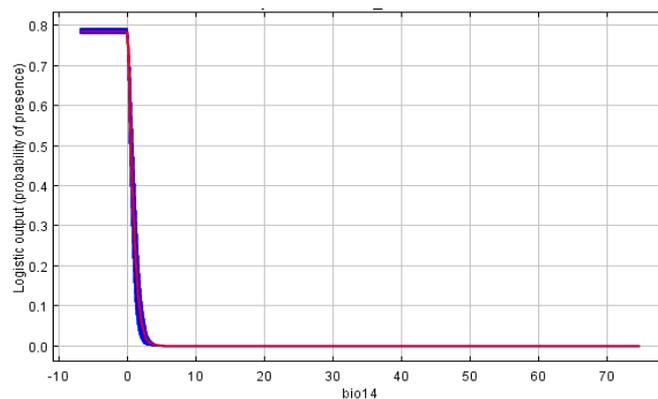


Figura 19. Curva respuesta de *Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae* para bio14 (Precipitación del mes más seco).

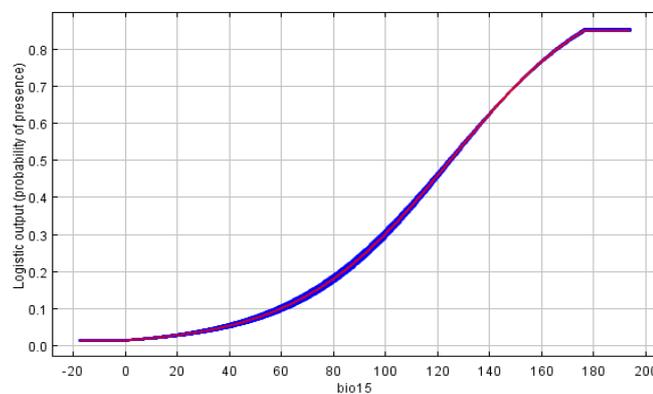


Figura 20. Curva respuesta de *Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae* para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).

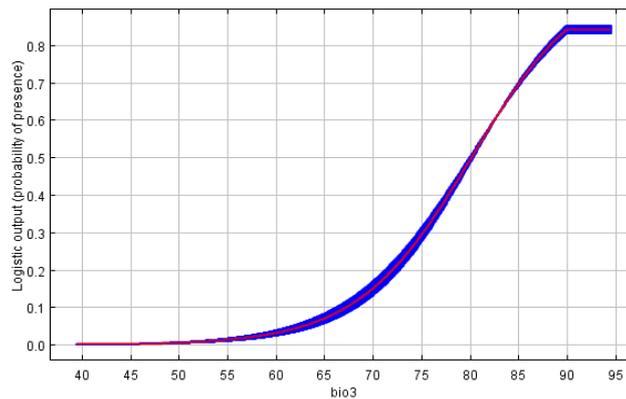


Figura 21. Curva respuesta de *Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae* para bio3 (Isotermia).

#### vi. Polyepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae

**Morfología y ecología:** Bosque relictivo bajo-medio de puna seca-subhúmeda semiabierto distribuido entre 3400-4050 m s.n.m.

**Especies características:** *Festuca* sp., *Gamochaeta humillis*, *Chuquiraga rotundifolia*, *Junellia juniperina*, *Polylepis subtusalbida*, *P. rugulosa*. y mínimamente *Astragalus triflorus*. Con subunidades representadas por *Adesmia spinosissima*, *Mutisia lanígera* y *Mostacillastrum dianthoides* (anexo 27)

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 22), los indicadores más importantes fueron **bio14** (Precipitación del mes más seco) y **bio15** (estacionalidad de la precipitación). En los porcentajes de contribución al modelo, el indicador **bio14** fue el más influyente con 35.4%, seguido de **bio15** con 25.9% y **bio5** (Temperatura máxima del mes más cálido) con 22.4%. En los gráficos de curva de respuesta, **bio14** (figura 23) y **bio5** (figura 24) son los que explican mejor el modelo. **bio14** explica que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones de ningún tipo entre los meses más secos del año (junio y julio) hay una probabilidad de 79% de ocurrencia de la unidad vegetal, mientras que **bio5** (figura 24) explica que, la probabilidad (97%) de ocurrencia de la unidad vegetal aumenta mientras los valores máximos de temperatura se acercan a 5°C en los meses de verano, complementando; si los valores exceden los 5°C la ocurrencia y desarrollo de la unidad tiende a disminuir.

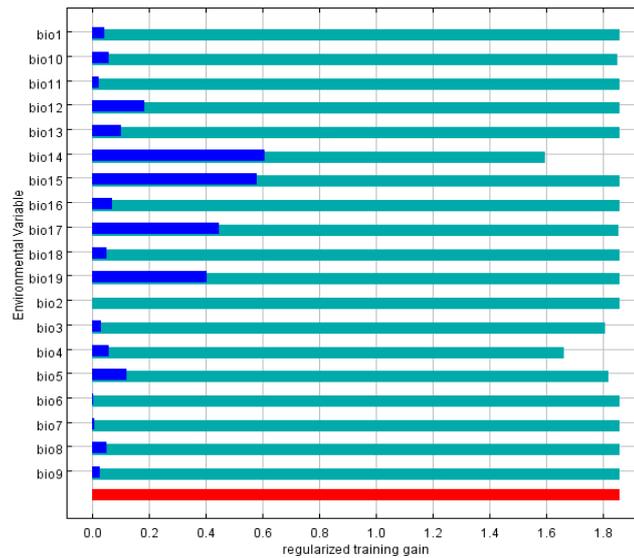


Figura 22. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para *Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae*.

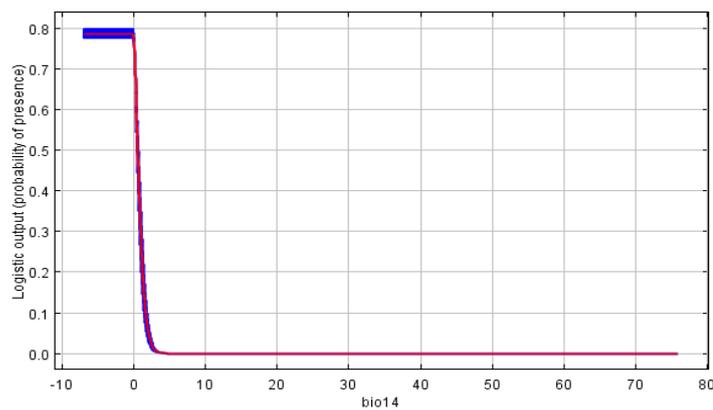


Figura 23. Curva respuesta de *Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae* para bio14 (Precipitación del mes más seco).

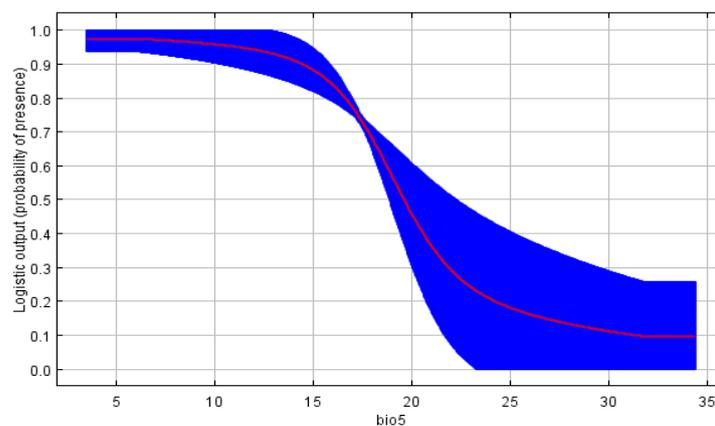


Figura 24. Curva respuesta de *Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae* para bio5 (Temperatura máxima del mes más cálido).

## vii. *Bacchario gnidiifolii*-*Calceolarietum inamoenae*

**Morfología y ecología:** Matorral medio-alto de prepuna subhúmeda cerrada distribuido entre 3400-4050 m s.n.m.

**Especies características:** *Aristiegueta Balli*, *Baccharis gnidiifolia*, *Bromus berteruanus*, *Calceolaria inamoena*, *Cantua buxifolia*, *Sarcostemma andinum* y *Stevia macbridei*. Subunidades representadas por *Cantua candelilla* y *Vasquezia oppositifolia* (anexo 28).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 25), los indicadores más influyentes fueron: **bio14** (Precipitación del mes más seco), **bio15** (estacionalidad de la precipitación), **bio3** (Isotermia), **bio17** (Precipitación del trimestre más seco) **bio19** (Precipitación del cuatrimestre más frío) y **bio4** (Temperatura estacional). En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio4** (Temperatura estacional) con 27.2%, **bio15** (estacionalidad de la precipitación) con 25.3% y **bio14** con 22.1%. En los gráficos de curva respuesta, **bio4** (figura 26) explica que, en lugares donde ocurren variaciones de temperaturas medias mensuales menores al 50% en la amplitud térmica media hay una probabilidad de 95% de ocurrencia de la unidad vegetal, mientras que **bio14** (figura 27) explica que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones de ningún tipo entre los meses más secos del año (junio y julio) hay una probabilidad de 66% de ocurrencia de la unidad vegetal.

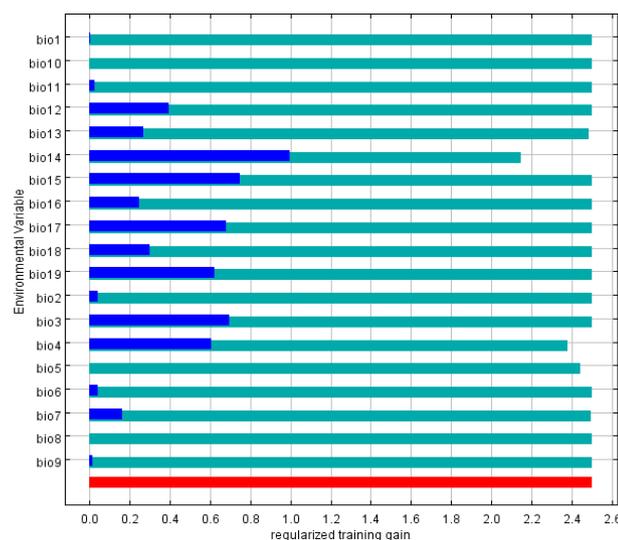


Figura 25. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para *Bacchario gnidiifolii*-*Calceolarietum inamoenae*.

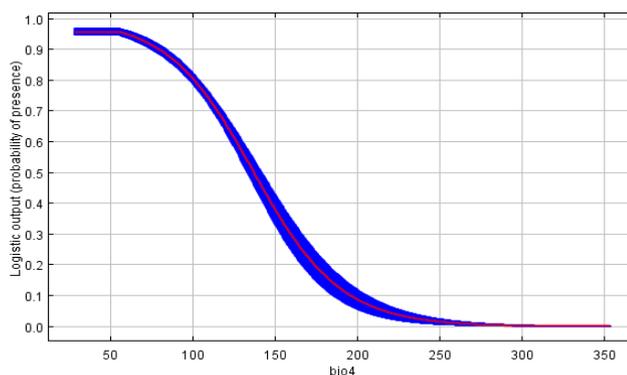


Figura 26. Curva respuesta de *Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum inamoenae* para bio4 (Temperatura estacional).

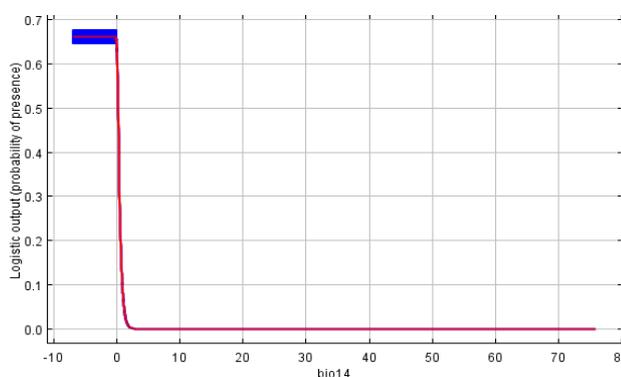


Figura 27. Curva respuesta de *Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum inamoenae* para bio14 (Precipitación del mes más seco).

### viii. Comunidad de *Diplostephium tacorense*

**Morfología y ecología:** Matorral bajo-medio de prepuna seca semiabierto distribuido entre 3050-3800 m s.n.m.

**Especies características:** *Diplostephium tacorense*, *Spergularia fasciculata* y *Stipa neesiana*. Son diferenciales: *Adesmia miraflorensis* y *Ephedra rupestris* (anexo 28).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 28), el indicador más importante es **bio6** (Temperatura mínima del mes más frío). En los porcentajes de contribución al modelo, el indicador más influyente también fue **bio6** con 54.8%. En los gráficos de curva respuesta, **bio6** (figura 29) explica que, en los espacios geográficos donde las temperaturas mínimas de los meses más fríos se encuentran cerca de 0°C existe una probabilidad del 78% de ocurrencia de la unidad vegetal.

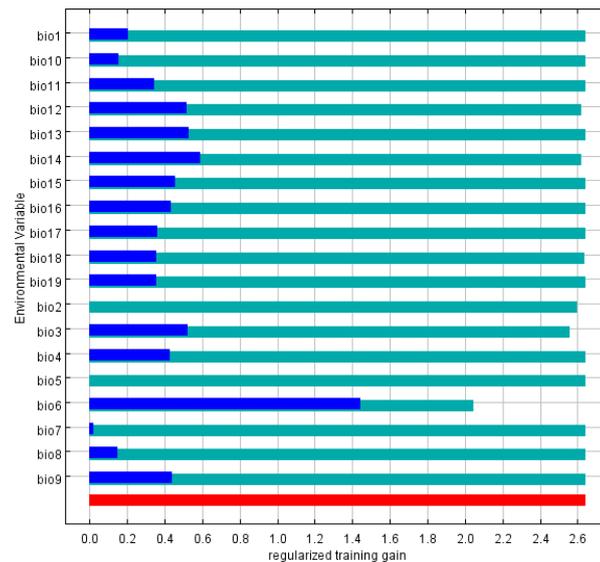


Figura 28. Test Jackknife de la importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de *Diplostephium tacorense*.

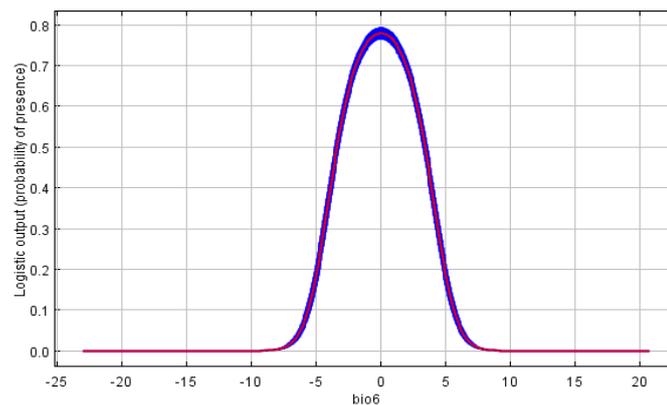


Figura 29. Curva respuesta de la Comunidad de *Diplostephium tacorense* para bio6 (Temperatura mínima del mes más frío).

#### ix. Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis*

**Morfología y ecología:** Matorral bajo-medio de prepuna subhúmeda distribuido entre 2400-3200 m s.n.m.

**Especies características:** *Anredera diffusa*, mínimamente *Achirocline* sp., *Calceolaria pisacomensis*, *Hutia longiflora*, *Machrosporopus arequipa*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Passiflora peduncularis* y *Siphocampylus candollei* (anexo 29).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 30), los indicadores más influyentes fueron, **bio13** (Precipitación del mes más húmedo), **bio16** (Precipitación del trimestre

más húmedo), **bio4** (Temperatura estacional), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido), **bio3** (Isotermia), **bio12** (Precipitación anual) y **bio6** (Temperatura mínima del mes más frío). En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron: **bio4** (Temperatura estacional) con 35.1% y **bio18** con 22.1%. En los gráficos de curva respuesta, **bio13** (figura 31) explica que, en los espacios geográficos que reciben entre 60 y 300 mm de precipitación entre enero y febrero ocurre la unidad vegetal con un 100% de probabilidad. **Bio16** (figura 32) explica que, en los espacios geográficos que reciben más de 200 mm en la época de lluvias ocurre la unidad vegetal con una probabilidad de 82%. **bio4** (figura 33) explica que, en los lugares donde ocurre una variación en la temperatura del 50% respecto a las medias mensuales ocurre la unidad vegetal con un 93% de probabilidad, **bio18** (figura 34) explica que en lugares donde se presentan precipitaciones escasas (0-50 mm) en los meses más cálidos (¿enero-marzo?) ocurre ésta unida vegetal, con una probabilidad entre el 80 y 92%. **Bio12** (figura 35) explica que, en lugares donde se registran precipitaciones anuales muy bajas (cercanas a 0 mm) ocurre la unidad vegetal con una probabilidad de 79%. Sin embargo, precipitaciones alrededor de 500 mm ocasionarían la presencia de la unidad vegetal en un 50% de probabilidad máxima.

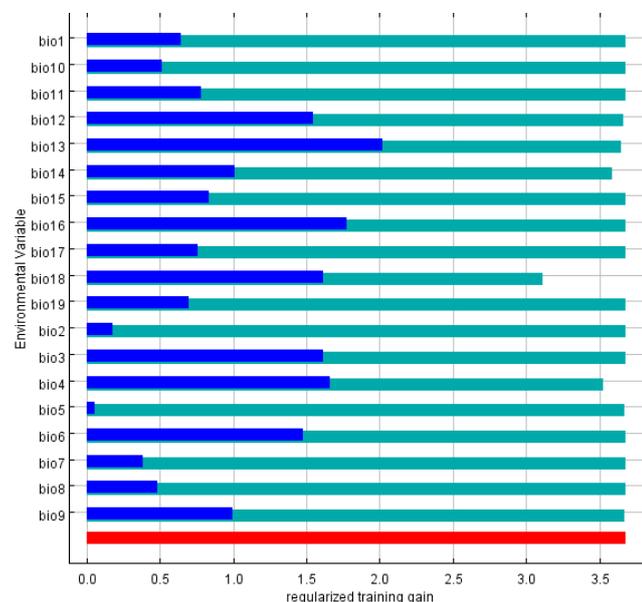


Figura 30. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis*.

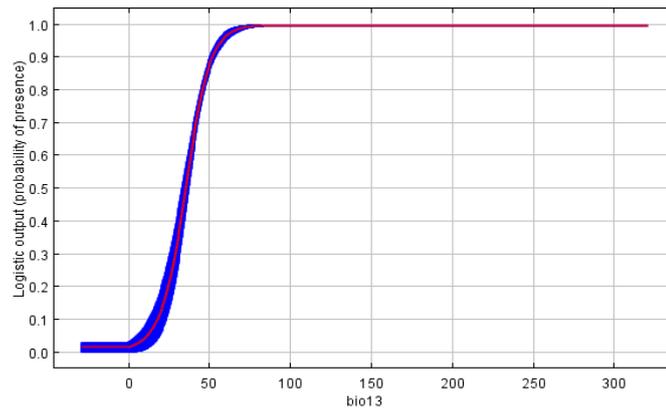


Figura 31. Curva respuesta de la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* para bio13 (Precipitación del mes más húmedo).

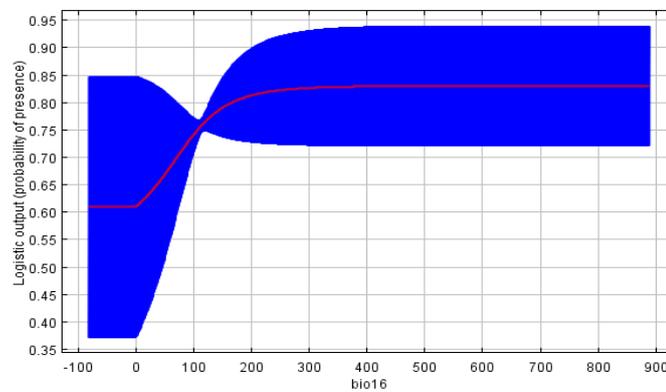


Figura 32. Curva respuesta de la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* para bio16 (Precipitación del trimestre más húmedo).

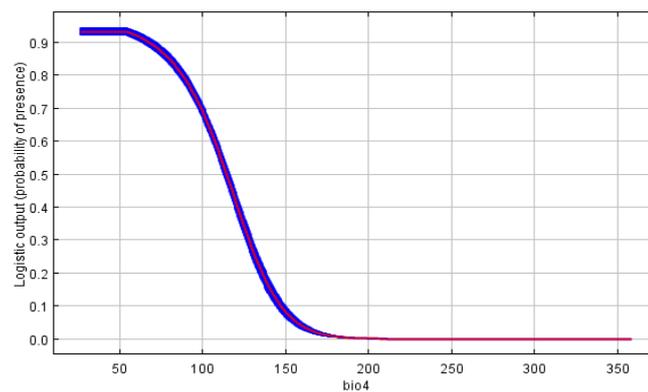


Figura 33. Curva respuesta de la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* para bio4 (Temperatura estacional).

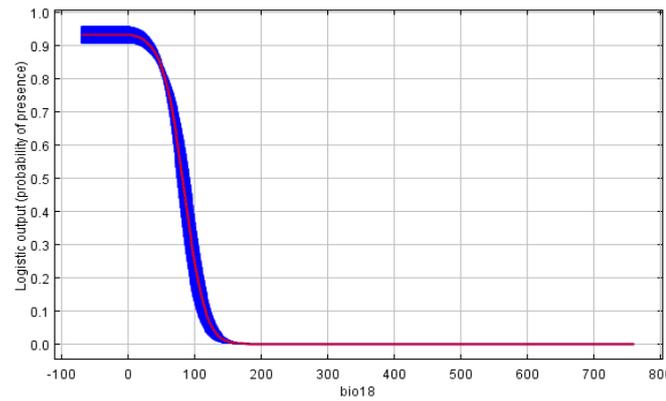


Figura 34. Curva respuesta de la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).

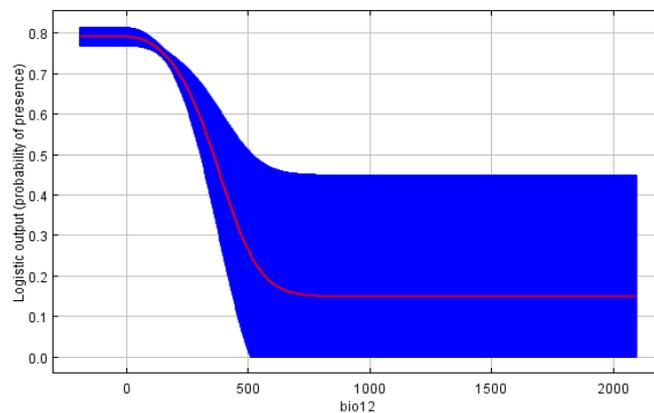


Figura 35. Curva respuesta de la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* bio12 (Precipitación anual).

#### x. Comunidad de *Corryocactus brevistylus*

**Morfología y ecología:** Cardonal-matorral medio-alto desértico semiabierto distribuido entre 2500-3200 m s.n.m.

**Especies características:** *Corryocactus brevistylus*, *Croton ruizianus* y *Cumulopuntia* sp., *Plantago* sp. Se comportan como diferenciales *Fuertesimalva chilensis*, *Lepidium strictum*, *Pectocarya linearis*, *Cryptantha peruviana*, *Oxalis laxa* var. *hispidissima* y *Bougainvillea spinosa* (anexo 30).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 36), los indicadores más influyentes fueron **bio15** (Estacionalidad de la precipitación), seguido de **bio14** (Precipitación del mes más seco), **bio17** (Precipitación del trimestre más seco) y **bio19** (Precipitación del cuatrimestre más frío). En los porcentajes de contribución al modelo, el indicador más

influyente fue **bio15** con 50.1%. En los gráficos de curva respuesta, **bio15** (figura 37) explica mejor el modelo y expone que, la probabilidad de presencia de esta unidad vegetal es casi del 100% donde ocurren variaciones de las precipitaciones en un 180%. **Bio14** (figura 38) explica que, en lugares donde nunca no se dan precipitaciones entre los meses de junio-julio existe una probabilidad de 65% de ocurrencia de la unidad vegetal.

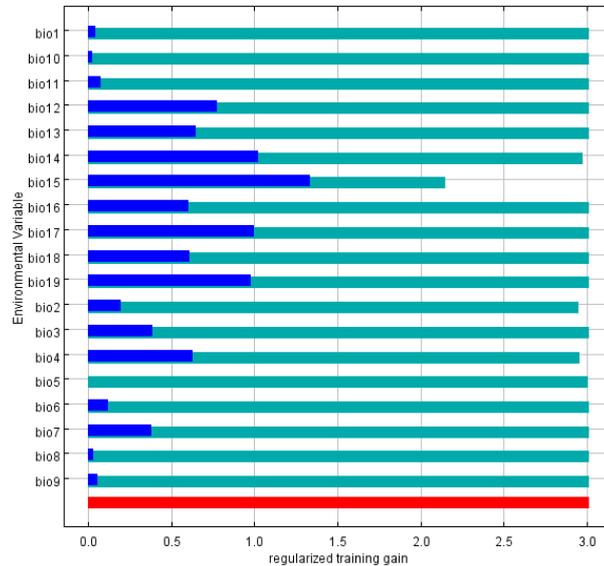


Figura 36. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de *Corryocactus brevistylus*.

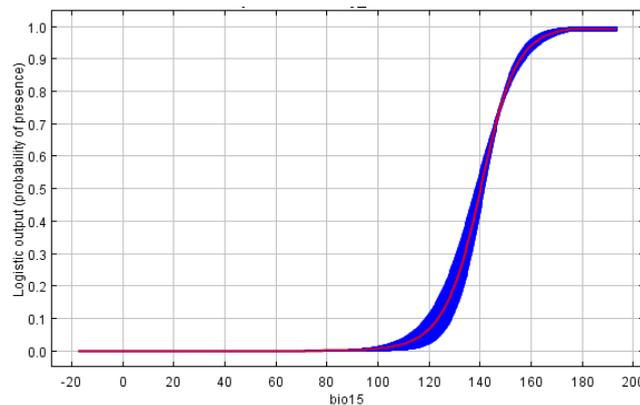


Figura 37. Curva respuesta de la Comunidad de *Corryocactus brevistylus* para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).

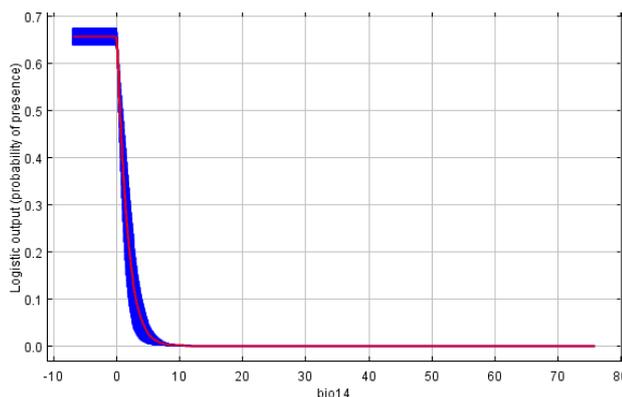


Figura 38. Curva respuesta de la Comunidad de *Corryocactus brevistylus* para bio14 (Precipitación del mes más seco).

#### xi. *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis*

**Morfología y ecología:** Cardonal-matorral medio-alto desértico semiabierto distribuido entre 2450-3200 m s.n.m.

**Especies características:** *Eragrostis weberbaueri*, *Krameria lappacea*, *Mentzelia scabra* subsp. *chilensis* y *Weberbaureocereus torataensis*. Subcomunidades representadas por *Corryocactus aureus* y *Gochnatia arequipensis* (anexo 30).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 39), los indicadores más influyentes fueron **bio13** (Precipitación del mes más húmedo), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido), **bio3** (Isotermia) y **bio4** (Temperatura estacional) y **bio16** (Precipitación del trimestre más húmedo), **bio6** (Temperatura mínima del mes más frío) y **bio12** (Precipitación anual). En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron: **bio4** con 37.3%, **bio18** con 16.3% y **bio13** con 12.1%. En los gráficos de curva respuesta, **bio13** (figura 40) explica que, en lugares donde llueva más de 65 mm en el mes más húmedo (generalmente en febrero bajo condiciones de eventos extraordinarios) ocurre la unidad vegetal con una probabilidad de 99%, **bio18** (figura 41) explica que en lugares donde no se presentan precipitaciones en los meses más cálidos ocurre ésta unidad vegetal con una probabilidad del 92%, **bio4** (figura 42) explica que, en los lugares donde ocurre una variación de la temperatura de hasta 50% (disminución de presencia cuando es >50%) se da presencia de esta unidad vegetal con un 95% de probabilidad, finalmente **bio12** (figura 43) explica que, en los lugares donde ocurren precipitaciones menores a 100 mm al año tiene ocurrencia esta unidad vegetal con una probabilidad de 80%.

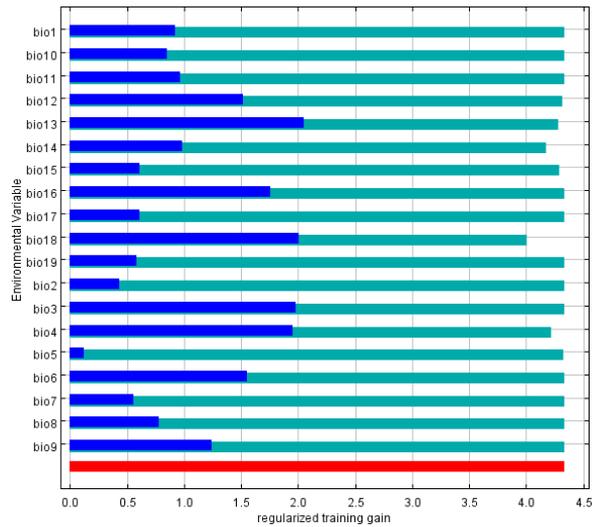


Figura 39. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis*.

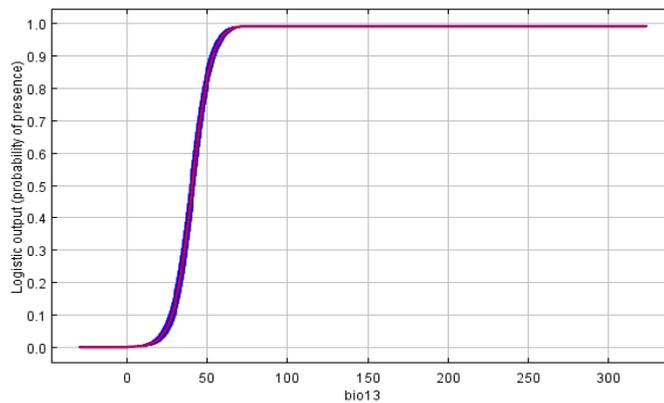


Figura 40. Curva respuesta de *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* para bio13 (Precipitación del mes más húmedo).

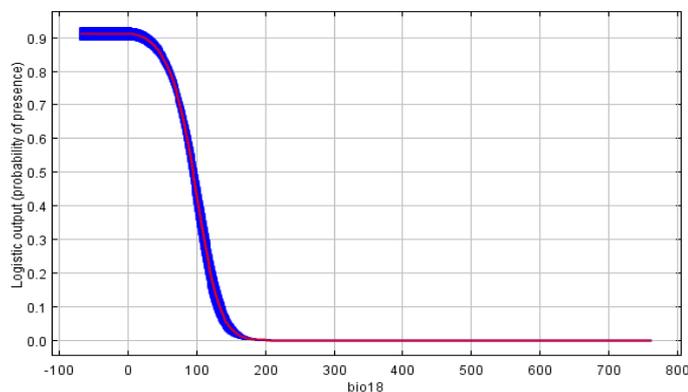


Figura 41. Curva respuesta de *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).

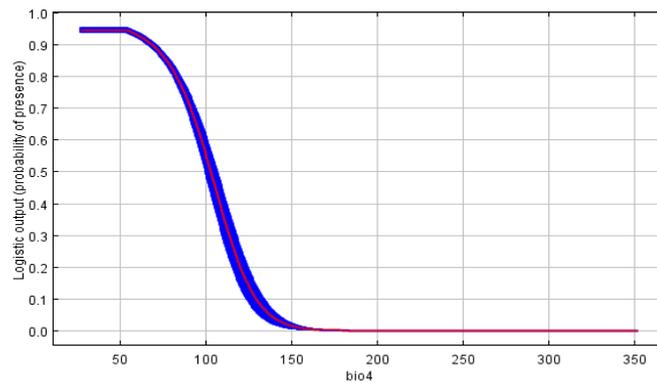


Figura 42. Curva respuesta de *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* para bio4 (Temperatura estacional).

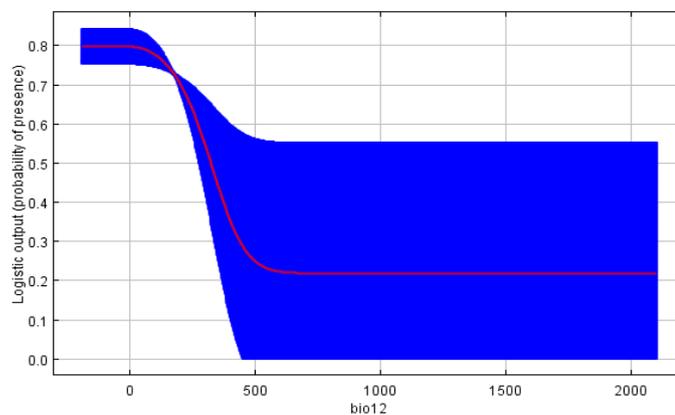


Figura 43. Curva respuesta de *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* para bio12 (Precipitación anual).

## xii. Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis*

**Morfología y ecología:** Bosque relictivo medio desértico muy abierto distribuido entre 1600-2500 m s.n.m.

**Especies características:** *Orobancha tacnaensis*, *Prosopis calderensis* y *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* (anexo 31).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 44), **bio3** (Isotermia) y **bio4** (Temperatura estacional) fueron los indicadores más influyentes. En los porcentajes de contribución al modelo, el indicador más influyente fue **bio4** (Temperatura estacional) con 61.9%. En los gráficos de curva respuesta, **bio4** (figura 45) contiene información más útil, se explica que, en los lugares donde ocurre una variación en el promedio de temperatura mensual de hasta 50% (amplitud térmica media anual) hay una probabilidad

de 83% de ocurrencia de la unidad vegetal. El indicador **bio3** (figura 46) muestra que, en lugares donde la oscilación de temperatura diurna media mensual entre la media anual es 90% hay 72% de probabilidad de ocurrencia de la unidad vegetal.

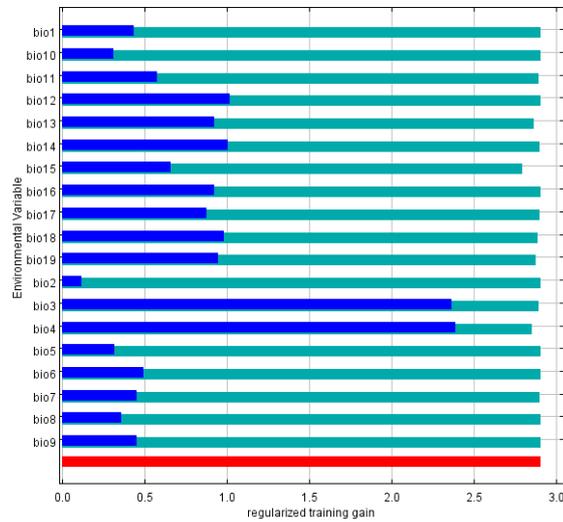


Figura 44. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para la Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis*.

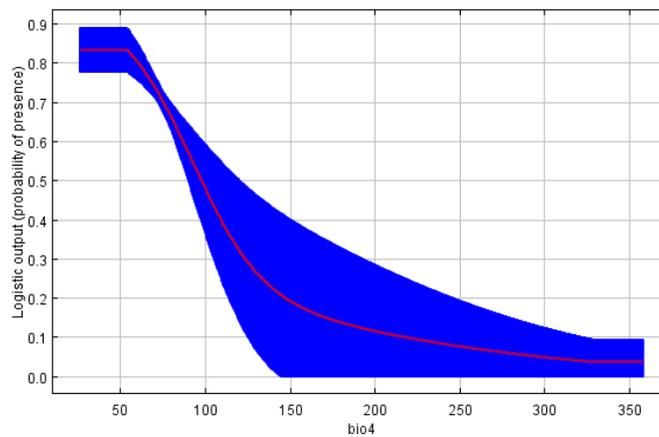


Figura 45. Curva respuesta de la Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* para bio4 (Temperatura estacional).

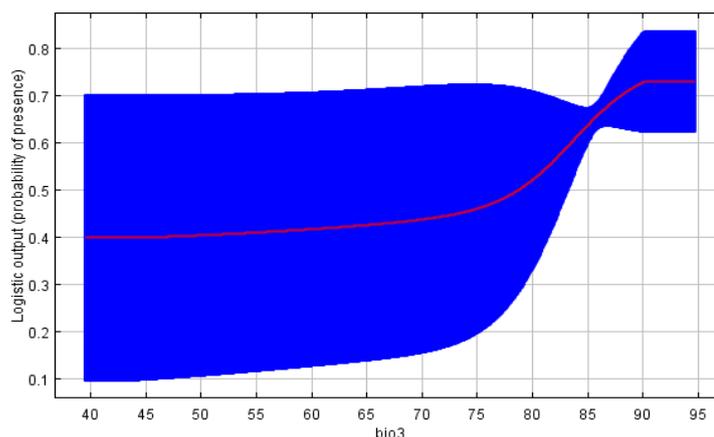


Figura 46. Curva respuesta de la Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* para bio3 (Isotermia).

### xiii. *Cistanthio paniculatae*-*Weberbauerocereetum torataensis*

**Morfología y ecología:** Cardonal-matorral medio-alto desértico abierto distribuido entre 1950-3000 m s.n.m.

**Especies características:** *Cheilanthes fractifera*, *Cistanthe paniculata*, *Cumulopuntia* cf. *unguispina*, *Fuertesimalva chilensis* y *Weberbauerocereus torataensis*. Son diferenciales *Sigesbeckia* cf. *zorullensis*, *Porophyllum ruderale*, *Fagonia chilensis*, *Fuertesimalva chilensis*, *Heterosperma diversifolium*, *Lepidium strictum*, *Pectocarya linearis*, *Fuertesimalva peruviana* y *Chenopodium álbum* (anexo 31).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 47): **bio4** (Temperatura estacional) y **bio3** (Isotermia) fueron los indicadores más influyentes. En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio15** (Estacionalidad de la precipitación) con 31.2%, **bio4** con 23.9% y **bio13** (Precipitación del mes más húmedo) con 20.3%. En los gráficos de curva respuesta, **bio4** explica que, en los lugares donde ocurre una variación de temperatura anual de hasta 60% (disminución de ocurrencia cuando es > 60%) se da presencia de esta unidad vegetal con un 87% de probabilidad (amplitud térmica media) (figura 48). **Bio3** (figura 49) explica que, en lugares donde el cociente de la variación diurna de temperatura entre la temperatura media anual es mayor al 90% ocurre esta unidad vegetal con un 92% de probabilidad. El indicador **bio15** (figura 50) explica que, en lugares donde existe una variación de más de 180 % de precipitación existe una probabilidad de 89% de ocurrencia de la unidad vegetal.

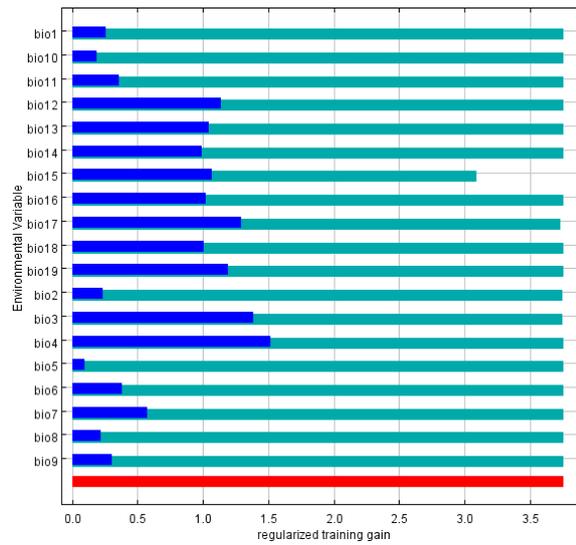


Figura 47. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Cistanthio-Weberbauerocereetum*.

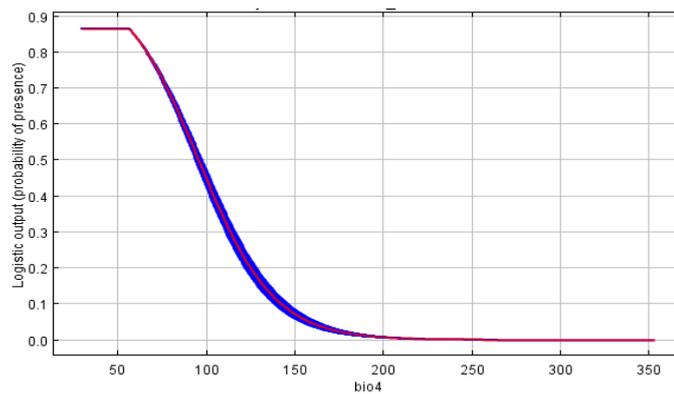


Figura 48. Curva respuesta de *Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* para bio4 (Temperatura estacional).

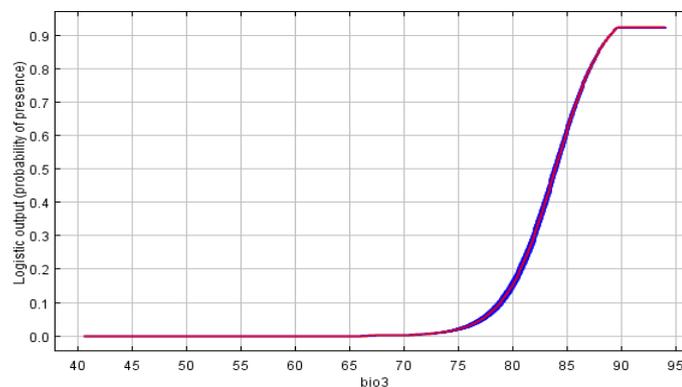


Figura 49. Curva respuesta de *Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* para bio3 (Isothermia).

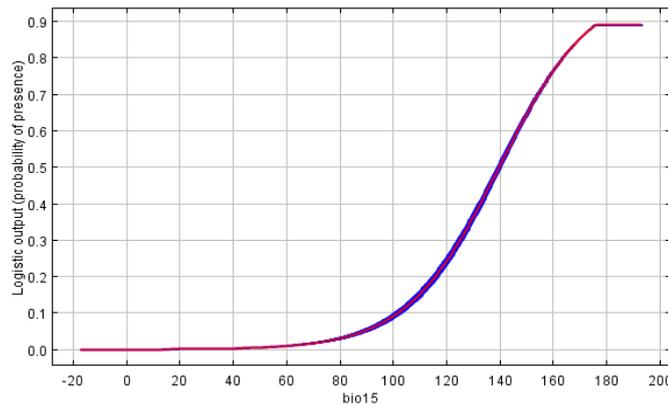


Figura 50. Curva respuesta de *Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).

#### xiv. *Tiquilietea paronychoides*

**Morfología y ecología:** Matorral bajo-medio hiperárido muy abierto distribuido entre 1200-2600 m s.n.m.

**Especies características (de clase):** *Cristaria cf. multifida*, *Eremodraba intricatissima*, *Euphorbia peruviana*, *Oxalis sp.*, *Tiquilia elongata* y *T. paronychoides*. Con unidades representadas principalmente por *Atriplex rotundifolia*, *Reyesia chilensis*, *Tichocline peruvianum*, *Weberbauerocerus werberbaueri*, *Exodeconus flavus*, *Presliophytum incanum* y *Malesherbia ardens* (anexo 32).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 51): **bio4** (Temperatura estacional), **bio13** (Precipitación del mes más húmedo), **bio16** (Precipitación del trimestre más húmedo), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido) y **bio12** (Precipitación anual) son los indicadores más importantes para la distribución de la unidad vegetal. En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio16** (Precipitación del trimestre más húmedo) con 26.5%, **bio4** con 26.1% y **bio15** (Estacionalidad de la precipitación) con 18.1%. En los gráficos de curva respuesta, los indicadores más significativos fueron **bio4** (figura 52) y **bio15** (figura 53). **bio4** explica que, en los lugares donde ocurre una variación de la temperatura media mensual de hasta 50% (disminución de presencia cuando es > 50%) (amplitud térmica media-baja) se da presencia de esta unidad vegetal con un 70% de probabilidad (figura 48), mientras que, **bio15** explica que, en lugares donde existe una variación de más de 175% en la precipitación existe una probabilidad de 85% de ocurrencia de la unidad vegetal.

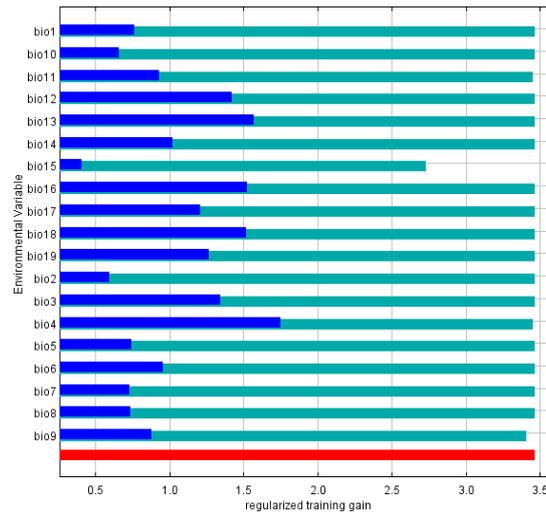


Figura 51. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Tiquilietea paronychoides*.

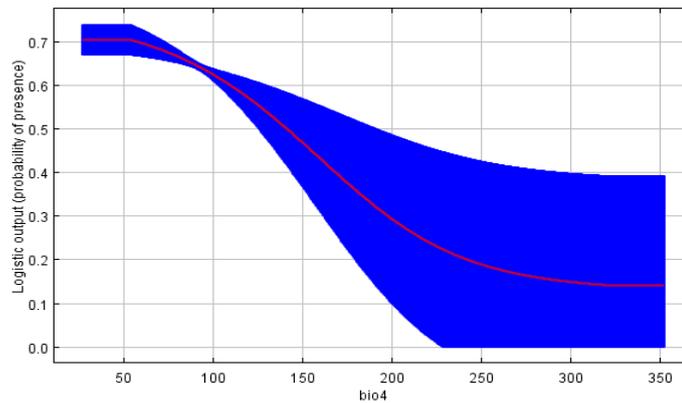


Figura 52. Curva respuesta de *Tiquilietea paronychoides* para bio4 (Temperatura estacional).

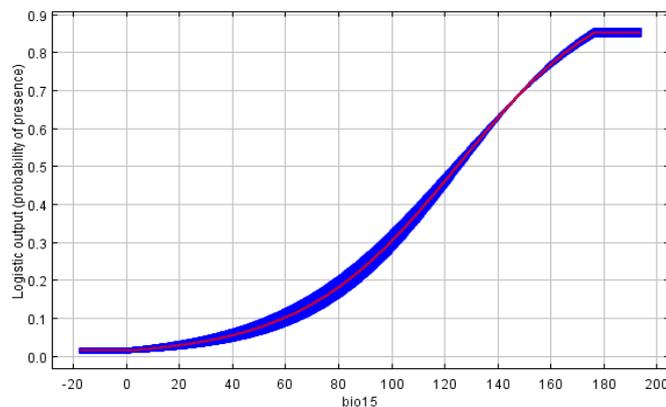


Figura 53. Curva respuesta de *Tiquilietea paronychoides* para bio15 (Estacionalidad de la precipitación).

## xv. *Tillandsietum purpureo-landbeckii*

**Morfología y ecología:** Tillandsial semiabierto distribuido entre 900-1000 m s.n.m.

**Especies características:** *Tillandsia purpurea* y *T. landbeckii* (anexo 32).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 54), **bio12** (Precipitación anual), **bio16** (Precipitación del trimestre más húmedo), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido) y **bio13** (Precipitación del mes más húmedo) son los indicadores más importantes para la distribución de la unidad vegetal. En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio16** con 50.7% y **bio13** con 24.4%. En los gráficos de curva respuesta, el indicador que explica mejor el modelo fue **bio18** (figura 55), ella explica que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones en los meses más cálidos hay una probabilidad de 93% de ocurrencia de la unidad vegetal. El indicador que explica de manera regular el modelo es **bio16** (figura 56), explica que en lugares donde existe precipitación en los meses más húmedos (<200 mm en forma de neblina saturada por metro cúbico) hay una probabilidad mínima de 50% y máxima de 74% de ocurrencia de la unidad vegetal.

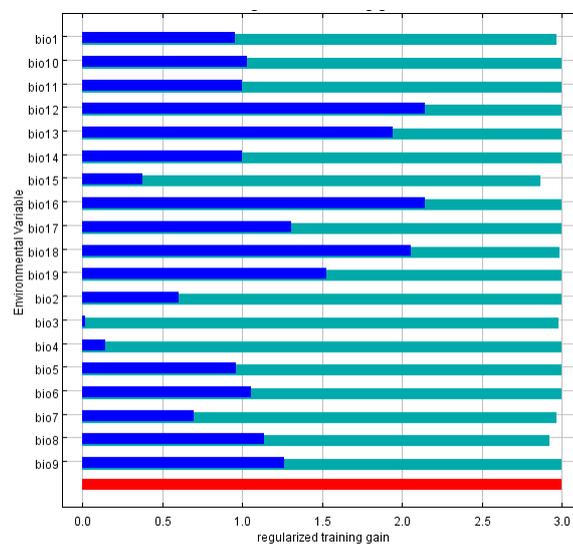


Figura 54. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Tillandsietum purpureo-landbeckii*.

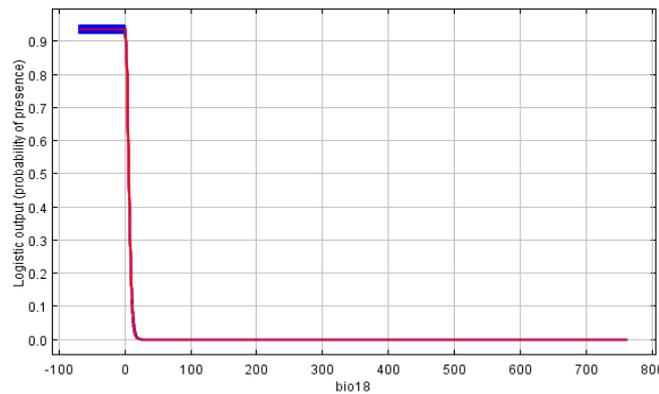


Figura 55. Curva respuesta de *Tillandsietum purpureo-landbeckii* para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).

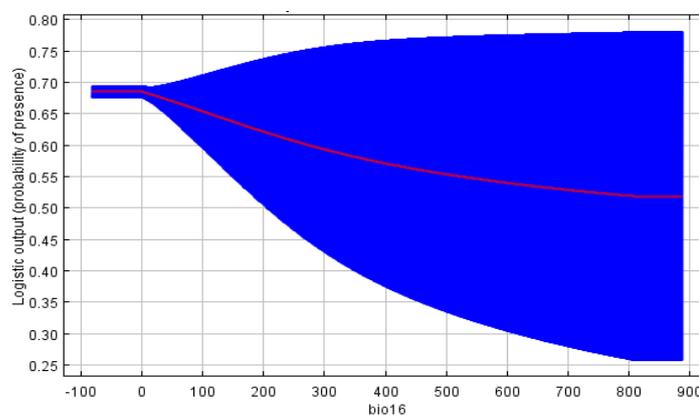


Figura 56. Curva respuesta de *Tillandsietum purpureo-landbeckii* para bio16 (Precipitación del trimestre más húmedo).

#### xvi. *Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae*

**Morfología y ecología:** Loma costera arenosa semiabierta distribuida entre 10-500 m s.n.m.

**Especies características:** *Grindelia glutinosa* y *Eragrostis peruviana*. Especie diferencial: *Chenopodium petiolare*.

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 57), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido), **bio3** (isotermia) y **bio2** (rango diurno medio) son los indicadores climáticos más importantes para la distribución geográfica de la unidad vegetal. En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio2** con 30.1% y **bio18** con 18.2%. En los gráficos de curva respuesta, el indicador que explica mejor el modelo es **bio18** (figura 58), ella explica que, en los

lugares donde no ocurren precipitaciones en los meses más cálidos hay una probabilidad de 75% de ocurrencia de la unidad vegetal.

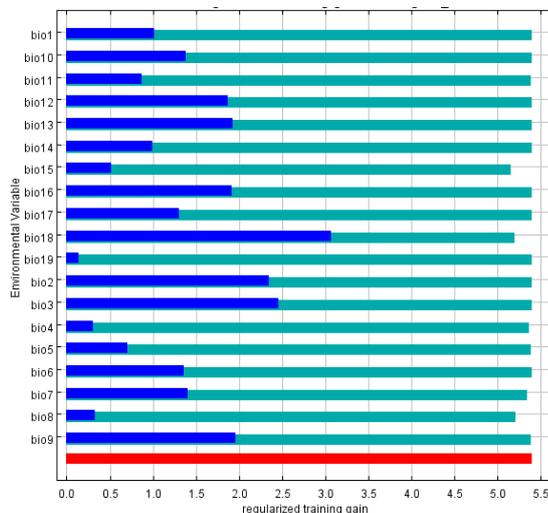


Figura 57. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae*.

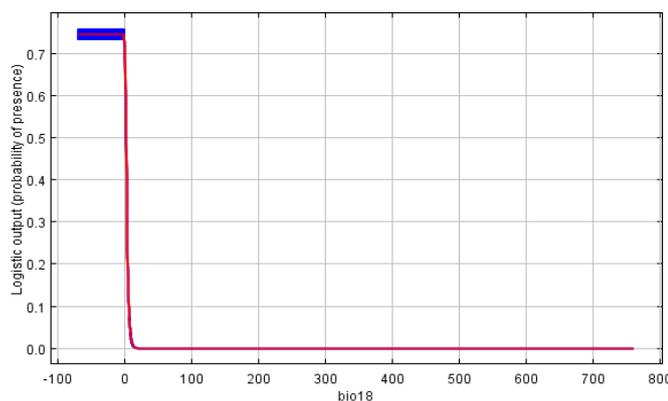


Figura 58. Curva respuesta de *Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae* para bio18 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).

### xvii. *Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii*

**Morfología y ecología:** Loma costera arbórea abierta distribuida entre 350-100 m s.n.m.

**Especies características:** *Caesalpinia spinosa*, *Trichocereus uyupampensis*, *Eragrostis peruviana*, *Grindelia glutinosa*, *Stipa nardioides* y *Salvia haenkei*. Son especies diferenciales: *Croton ruizianus*, *Pectocarya laterifolia*, *Nicotiana glauca*, *Tiquilia litoralis*, *Heliotropium krauseanum*, *Marrubium vulgare* y *Glandularia clavata* (anexo 32).

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 59), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido), **bio13** (Precipitación del mes más húmedo) y **bio16** (Precipitación del trimestre más húmedo) son los indicadores climáticos más importantes para la distribución geográfica de la unidad vegetal. En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio13** con 37.4% y **bio18** con 11.1%. En los gráficos de curva respuesta, el indicador que explica mejor el modelo es **bio18** (figura 60) y **bio13** (figura 61), **bio18** explica que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones, pero si alta humedad en los meses más cálidos hay una probabilidad de 75% de ocurrencia de la unidad vegetal, **bio13** explica que en los lugares donde se presentan precipitaciones muy escasas, pero con presencia de alta humedad entre agosto-setiembre hay una probabilidad de 90% de ocurrencia de la unidad vegetal.

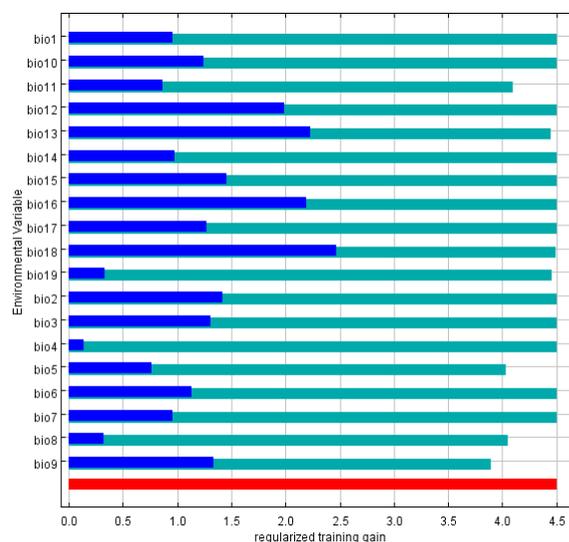


Figura 59. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii*.

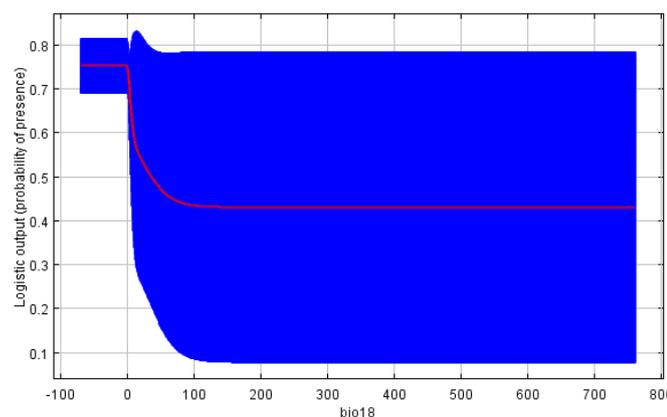


Figura 60. Curva respuesta de *Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii* para bio18 (Precipitación del mes más húmedo).

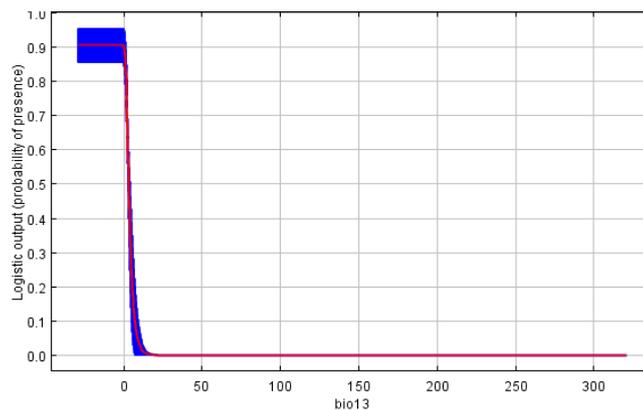


Figura 61: Curva respuesta de *Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii* para bio13 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).

#### xviii. *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae*

**Morfología y ecología:** Cardonal de Loma costera pedregosa muy abierta distribuida entre 950-1250 m s.n.m.

**Especies características:** *Corryocactus brachypetalus*, *Haageocereus decumbens*, *Loxanthocereus cf. sextonianus*, *Tillandsia aff. werdermannii* y mínimamente *Eragrostis ciliaris*.

**Indicadores climáticos:** En el test Jackknife (figura 62), **bio16** (Precipitación del trimestre más húmedo), **bio13** (Precipitación del mes más húmedo), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido) y **bio12** (Precipitación anual) son los indicadores climáticos más importantes para la distribución geográfica de la unidad vegetal. En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio13** con 45.5%, **bio15** (estacionalidad de la precipitación) con 19.7% y **bio18** con 10.2%. En los gráficos de curva respuesta, los indicadores que explican mejor el modelo son **bio18** (figura 63), y **bio13** (figura 64), **bio18** explica que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones, pero si alta humedad en los meses más cálidos, hay una probabilidad de 89% de ocurrencia de la unidad vegetal, **bio13** explica que en los lugares donde se presentan precipitaciones muy escasas, pero con presencia de alta humedad entre agosto-setiembre, hay una probabilidad de 81% de ocurrencia de la unidad vegetal.

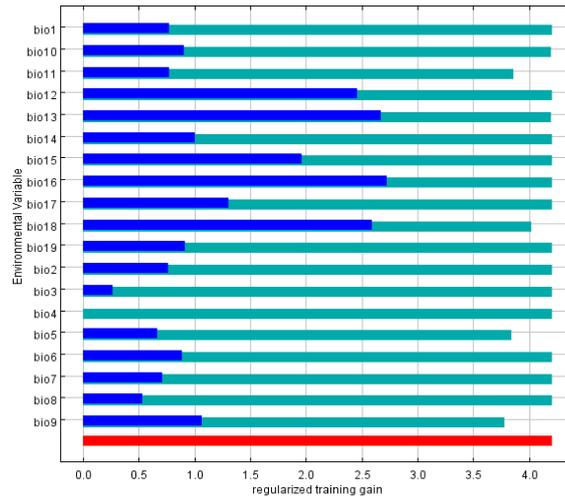


Figura 62. Test Jackknife para *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae*.

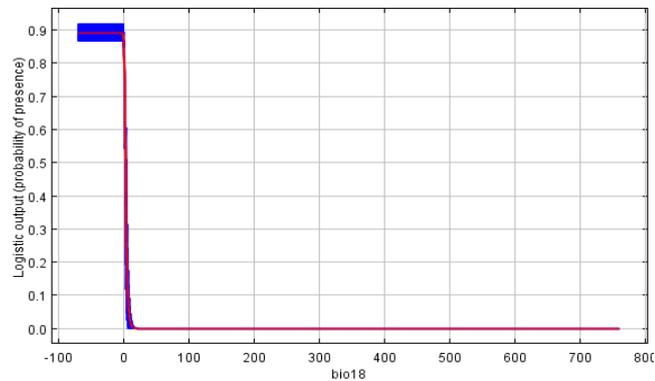


Figura 63. Curva respuesta de *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae* para bio18 (Precipitación del mes más húmedo).

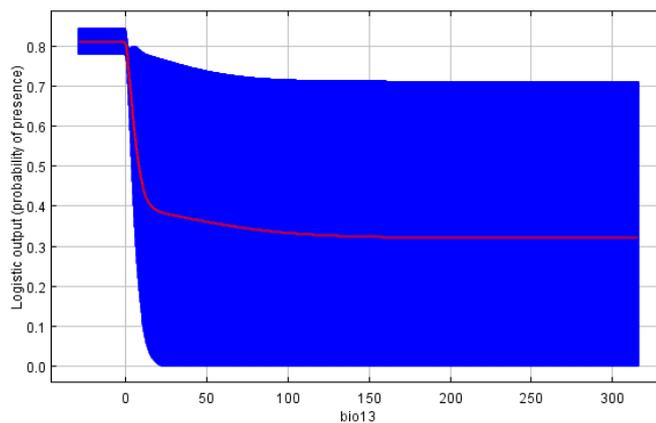


Figura 64. Curva respuesta de *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae* para bio13 (Precipitación del cuatrimestre más cálido).

### xix. *Nicotianetum paniculatae*

**Morfología y ecología:** Loma costera monoespecífica degradada por acción antrópica distribuida entre 100-900 m s.n.m.

**Especies características:** *Cyperus cf. hermaphroditus*, *Nicotiana paniculata*, y *Viguiera weberbaueri*. Especies diferenciales son *Ludwigia octovalis*, *Paspalum flavum* y *Palaua dissecta*.

En el test Jackknife (figura 65), **bio18** (Precipitación del cuatrimestre más cálido), **bio16** (Precipitación del trimestre más húmedo), **bio13** (Precipitación del mes más húmedo), y **bio12** (Precipitación anual) son los indicadores climáticos más importantes para la distribución geográfica de la unidad vegetal. En los porcentajes de contribución al modelo, los indicadores más influyentes fueron **bio13** con 34.7%, **bio7** (Rango anual de temperatura) con 20.2% y **bio2** (rango diurno medio) con 18.2%. En los gráficos de curva respuesta, los indicadores que explican mejor el modelo son **bio18** (figura 66) y **bio16** (figura 67), **bio18** explica que, en los lugares donde no ocurren precipitaciones, pero si alta humedad en los meses más cálidos, hay una probabilidad de 74% de ocurrencia de la unidad vegetal, **bio16** explica que, en los lugares donde se presentan precipitaciones muy escasas, pero con presencia de alta humedad entre julio-setiembre, hay una probabilidad de 73% de ocurrencia de la unidad vegetal.

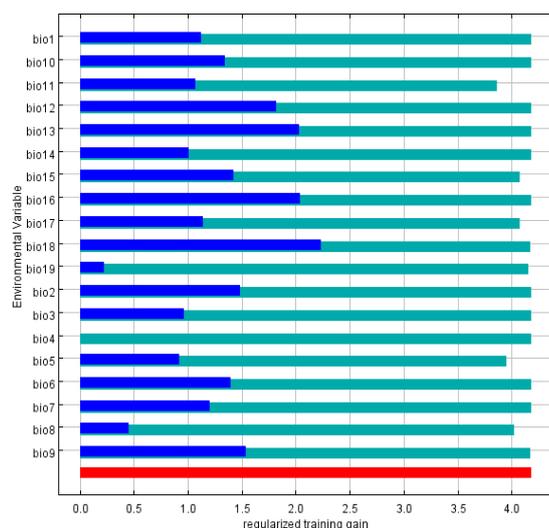


Figura 65. Test Jackknife de importancia de los indicadores climáticos para *Nicotianetum paniculatae*.

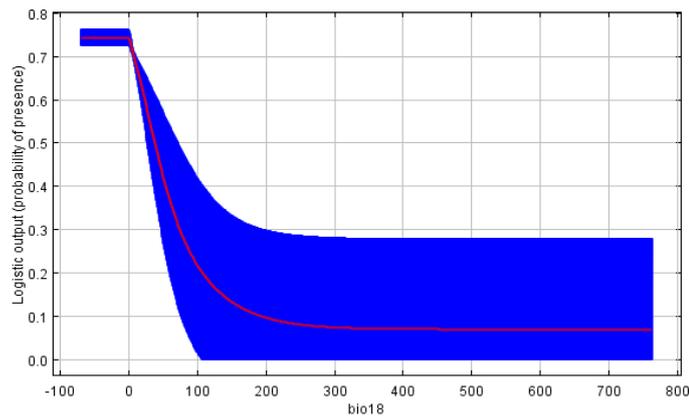


Figura 66. Curva respuesta de *Nicotianetum paniculatae* para bio18 (Precipitación del mes más húmedo).

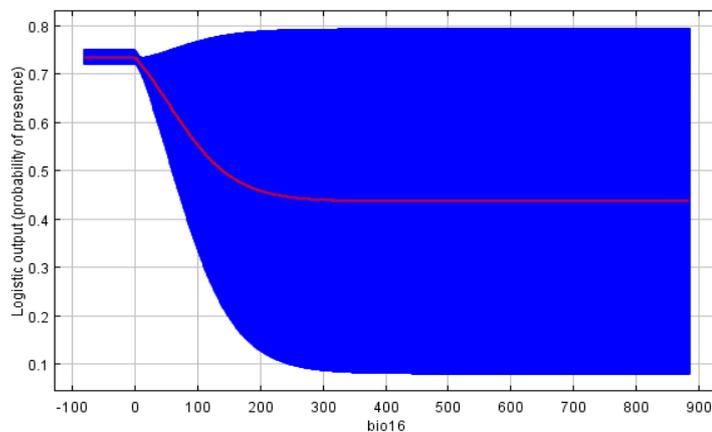


Figura 67. Curva respuesta de *Nicotianetum paniculatae* para bio16 (Precipitación del trimestre más húmedo).

Los índices AUC resultantes para las 19 comunidades vegetales en relación a los 19 indicadores climáticos se encuentran entre los valores de 0.892 a 0.999, lo que indica una fiabilidad de los modelos de: muy buena a excelente (anexo 3).

#### 4.1.2. Cuantificación de la extensión de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000:

Luego del tratamiento cartográfico con ArcGis de las 19 unidades de vegetación producto del modelamiento con Maxent y a la corrección manual de áreas gracias al conocimiento biogeográfico del autor se obtuvo una extensión total de 3345.57 km<sup>2</sup>, se detalla la extensión por comunidad o unidad vegetal (tabla 2) y se muestra el mapa de Distribución geográfica de la vegetación en el anexo 4.

Tabla 2

*Extensión del área de distribución en km<sup>2</sup> y porcentajes de las unidades o comunidades vegetales modeladas en el Departamento de Moquegua*

#	Comunidad vegetal	Área en km <sup>2</sup>	%
1	<i>Xenophylletum ciliolatum-poposum</i>	153.515	4.6%
2	<i>Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae</i>	553.274	16.5%
3	Comunidad de <i>Festuca orthophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	186.913	5.6%
4	Comunidad de <i>Azorella compacta</i> y <i>Tetraglochim cristatum</i>	288.272	8.6%
5	<i>Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae</i>	111.061	3.3%
6	<i>Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae</i>	699.022	20.9%
7	<i>Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum inamoenae</i>	216.978	6.5%
8	Comunidad de <i>Diplostephium tacorense</i>	112.885	3.4%
9	Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	137.797	4.1%
10	Comunidad de <i>Corryocactus brevistylus</i>	140.317	4.2%
11	<i>Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis</i>	81.186	2.4%
12	Comunidad de <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	101.969	3.0%
13	<i>Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis</i>	163.163	4.9%
14	<i>Tiquilietea paronychoides</i>	188.504	5.6%
15	<i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	13.673	0.4%
16	<i>Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae</i>	44.791	1.3%
17	<i>Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii</i>	11.65	0.3%
18	<i>Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae</i>	90.367	2.7%
19	<i>Nicotianetum paniculatae</i>	50.234	1.5%
Total		3345.571	100%

De acuerdo a la matriz de confusión (tabla 3), el resultado del Coeficiente de Kappa es de 0.75, lo que representa un grado o fuerza de concordancia “Considerable” entre los puntos de registro y el modelamiento ejecutado, otorgando confiabilidad a la cartografía resultante.

Tabla 3

*Matriz de confusión para las 19 comunidades o unidades vegetales del Departamento de Moquegua tratadas en este estudio*

Comunidad vegetal	Xenophilletum	Pycnophyllo-Xenophilletum	Festuca y Calamagrostis	Tetraglochim cristatum	Festuco-Nordenstamietum	Polylepideto-Chuquiragetum	Bacchario-Calceolarietum	Diplostephium tacorense	Anredera y Calceolaria	Corryocactus brevistylus	Kramerio-Weberbauerocereetum	Tecoma y Prosopis	Cistantho-Weberbauerocereetum	Tiquilietea paronychoides	Tillandsietum	Eragrostio-Grindeletum	Caesalpinio-Salvietum	Corryocato-Stevietum	Nicotianetum paniculatae
Xenophilletum	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pycnophyllo-Xenophilletum	6	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festuca y Calamagrostis	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetraglochim cristatum	0	2	4	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festuco-Nordenstamietum	0	0	0	1	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polylepideto-Chuquiragetum	0	0	0	3	0	22	2	4	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bacchario-Calceolarietum	0	0	0	0	4	0	21	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diplostephium tacorense	0	0	0	4	0	1	3	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anredera y Calceolaria	0	0	0	0	0	0	6	2	16	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Corryocactus brevistylus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kramerio-Weberbauerocereetum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	1	0	0	0	0	0	0	0
Tecoma y Prosopis	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	8	0	5	0	0	0	0	0
Cistantho-Weberbauerocereetum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	35	0	0	0	0	0	0
Tiquilietea paronychoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
Tillandsietum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
Eragrostio-Grindeletum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
Caesalpinio-Salvietum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2	0
Corryocato-Stevietum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Nicotianetum paniculatae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11

## 4.2. Contraste de Hipótesis

4.2.1. Se rechaza que, la distribución geográfica de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua no se relacione con la climatología de los años 1970-2000.

4.2.1.2. Se acepta que, los indicadores climáticos de los años 1970-2000 influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua.

**4.2.1.3.** Se rechaza que, la extensión de las comunidades vegetales no se cuantifica en el Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000.

### 4.3. Discusión

**Primero:** Diversas clasificaciones bioecológicas a nivel macro y meso se han utilizado para sintetizar y describir las formaciones vegetales y/o ecosistemas en el Departamento de Moquegua (MINAM, 2018, 2015; Chicalla-Rios, 2017; INRENA, 1994; ONERN, 1976, 1974) en la tabla 4 se aprecia la correspondencia e inclusión de las comunidades vegetales o ecosistemas (a nivel micro) aquí tratados con aquellas clasificaciones. Se evidencia, que, los presentes indicadores climáticos son congruentes o muy cercanos a los indicadores de anteriores estudios, por lo tanto, se adiciona a las conclusiones de Larico *et al.* (2016), Arias (2016) y OSINFOR (2013) en que, el uso del software Maxent no solo predice efectivamente la distribución geográfica de una especie y su correlación climática, sino que, también es aplicable a las comunidades vegetales como unidades diagnosticadas bajo el correcto uso del método fitosociológico.

**Segundo:** Considerando la superficie de cubierta vegetal total aproximada (66%) del Departamento de Moquegua (GRM, 2018), este trabajo explica el 35% de esta cubierta, quedando un 65% por graficarse entre las comunidades halladas por Montesinos-Tubée *et al.* (2016, 2015) y Montesinos *et al.* (2012) al norte de Departamento de Moquegua, las comunidades azonales (bofedales, monte ribereño, roquedales, etc.) y los vacíos de información aquí revelados. Los resultados obtenidos de acuerdo a las metodologías adoptadas no tienen precedentes en el sur del Perú.

Tabla 4

Comparativa entre clasificaciones bioclimáticas incluyendo formaciones vegetales propuestas anteriormente y las comunidades o unidades vegetales de este estudio. Se incluye sitios prioritarios vigentes para el Departamento de Moquegua.

Núm	Comunidad vegetal	Este estudio				Chiclla-Ríos (manuscrito no publicado)			INRENA 1994			ONERN 1974-76			Sitio Prioritario (Gutierrez 2012)			
		Rango altitudinal	Temp (C°)	PP (mm)	Cuenca	Morfo-ecología propuesta	Temp (C°)	PP (mm)	Piso bioclimático y ombroclima	MINAM 2018	Chiclla-Ríos 2017	MINAM 2015	Zona de vida	Temp (C°)		PP (mm)	Temp (C°)	PP (mm)
1	<i>Xenophilietum citiolum - poposum</i>	4700-4900	-	<500	M, T	Herbazal subnival	-	-	Criotropical subhúmedo **	Zona periglaciaria y glaciar	-	-	Tundra húmeda-Alpino cálido	1-2	125-250	1-2	450-600	"Arenal Alto Andino"
2	<i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	4500-4700	0	<510	M, T	Almohadillar desértico pomez de superpuna	1	558	Criotropical subhúmedo	Almohadillar periglaciaria y glaciar	-	-	Tundra húmeda-Alpino cálido	1-2	125-251	1-2	450-600	"Arenal Alto Andino", "Humedales de Pasto Grande y Chilota", "Arenal Alto Andino"
3	Comunidad de <i>Festuca orthophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	4200-4600	-	<500	M, T	Pajonal en arenal de superpuna	1	558	Supratropical subhúmedo	-	Pajonal	-	Tundra húmeda-Alpino cálido	3-6	125-252	3-6	350-450	"Humedales de Pasto Grande y Chilota", "Arenal Alto Andino"
4	Comunidad de <i>Tetraglochin cristatum</i>	3500-4500	-	-	M, T	Tolar-pajonal de puna	11	509	Supratropical subhúmedo	Pajonal de puna seca	Pajonal	Pajonal andino sub-tipo tolar	Páramo húmedo-Subalpino Subtropical	3-6	500-1000	3-6	350-450	"Humedales de Pasto Grande y Chilota"
5	<i>Festuco dolichophyllae - Nordenstamietum longisylae</i>	3400-4050	-	-	T	Matorral de puna subhúmeda	11	509	Supratropical subhúmedo	Pajonal de puna seca	Pajonal	Pajonal andino sub-tipo tolar	Páramo húmedo-Subalpino Subtropical	3-6	500-1000	3-6	350-450	"Valle del Ticsani"
6	<i>Polyplecto subusulbido rugulosa - Chuquiragatum rotundifoliae</i>	3300-4200	-	-	M, T	Bosque relicto de queñua	9.4	251	Supratropical seco-subhúmedo*	Bosque relicto altoandino	Bosque de queñua	Bosque relicto altoandino	Matorral desértico-Subalpino subtropical	3-6	240-285	3-6	350-450*	"Queñual de Muyllaque", "Queñual de Arondaya y Cuellar"
7	<i>Bacchario gnidifolii - Calceolarietum inamoetae</i>	3000-3900	-	-	T	Matorral de prepuna subhúmeda	13	417	Mesotropical subhúmedo	Matorral andino	Matorral subhúmedo	Matorral-subtipo Piso medio y alto	Estepa-Montano Bajo Subtropical	6-12	226-667	6-12	200-350	"Valle del Ticsani"
8	Comunidad de <i>Diplostrophium tacorense</i>	3050-3800	-	<250	M	Matorral de prepuna seca	11	229	Supratropical seco	Matorral andino	-	Matorral-subtipo Piso medio y alto	Estepa-Montano Bajo Subtropical	-	226-667	-	-	"Chilata"
9	Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	2400-3200	-	<300	T	Matorral de prepuna subhúmeda	12	247	Mesotropical árido, Mesotropical seco	Matorral andino	-	Matorral-subtipo Piso medio y alto	Desierto árido-Montano Subtropical	6-12	62-125	-	-	"Valle del Ticsani", "Queñual de Muyllaque"

Comunidad de	2500-3200	-	M	Cardonal- matorral desértico	-	-	Mesotropical árido*, Mesotropical seco*	Matorral de Puna seca	Matorral desértico	Matorral - subtipo Piso medio y alto	Estepa- Montano Bajo Subtropical	7-11	226- 667	14	20-100	"Queñonal de Arondaya y Cueljar"
10 <i>Corryocactus brevistylus</i>																
11 <i>Krameria lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	2450-3200	65- 100	T	Cardonal- matorral desértico	-	-	Mesotropical árido*, Mesotropical seco*	Matorral desértico	Matorral desértico	Cardonal	Desierto árido- Montano Subtropical	6-12	62- 125	12- 15	100- 200	-
12 <i>Tecoma fulva y Prosopis calderensis</i>	1600-2500	-	T	Bosque relicto desértico	20	63	Termotropical hiperárido-árido, Mesotropical árido	Desierto costero (<2500)	Matorral desértico	Cardonal	Desierto- Montano Bajo Subtropical	11-13	120- 220	15-17	-	-
13 <i>Cistantho paniculatae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	1950-3000	-	M	Cardonal- matorral desértico	16	48	Termotropical árido, Mesotropical árido	Desierto costero (<2500)	Matorral desértico	Cardonal	Desierto árido- Templado Cálido	6-12	62- 125	14	20-100	-
14 <i>Tiquilitea paronychoides</i>	1200-2600	-	M, T	Matorral hiperárido	18	6	Termotropical ultrahiperárido- hiperárido-árido, Mesotropical árido	Desierto costero	-	Desierto costero	Desierto desecado- Templado cálido	16-19	4-15	-	-	-
15 <i>Tillandsia purpureo-landbeckii</i>	900-1100	<15	M	Tillandsial	-	-	Termotropical ultrahiperárido	Desierto costero	Tillandsial	Desierto costero	Desierto desecado- Templado cálido	16-19	4-15	16	5	-
16 <i>Eragrostis peruviana - Grindeletum glutinosa</i>	10-500*	-	M	Loma arenosa	19	12	Termotropical ultrahiperárido**	Loma costera	Lomas	Loma	Desierto Superárido - Subtropical	19-20	18-49	18	100	Lomas de Huacaluna y Tachahuay
17 <i>Caesalpinio spinosi - Salvietum hanketii</i>	350-1000	-	M	Loma arbórea	-	-	Termotropical ultrahiperárido**	Loma costera	Lomas	Loma	Desierto Superárido - Subtropical	19-20	18-49	18	100	Lomas de Huacaluna y Tachahuay
18 <i>Corryocato brachypetali - Stevietum melissaeifoliae</i>	950-1250	-	M	Cardonal de loma pedregosa	-	-	Termotropical ultrahiperárido **	Loma costera	Lomas	Loma	Desierto Superárido - Subtropical	19-20	18-49	18	100	Lomas de Huacaluna y Tachahuay
19 <i>Nicotianum paniculatae</i>	100-900	-	M	Loma degradada	-	-	Termotropical ultrahiperárido **	Loma costera	Lomas	Loma	Desierto Superárido - Subtropical	19-20	18-49	18	100	Lomas de Amoquiuto

\* = Probable por falta de estaciones meteorológicas.

\*\* = Posiblemente erróneo por falta de estaciones meteorológicas.

## CONCLUSIONES

**Conclusión general:** Es posible determinar la distribución geográfica de las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000; los resultados de este trabajo arrojaron 19 unidades de vegetación modeladas y graficadas con confiabilidad y sin precedentes para el Perú.

**Primero:** Se han identificado los indicadores climáticos de los años 1970-2000 que influyen en las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua, estas son:

- i. Las bajas temperaturas de invierno para las comunidades: *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* en temporada cálida (pajonal en arenal de superpuna), *Diplostephium tacorense* (matorral de prepuna seca) y asociación *Xenophiletum ciliolatum-poposum* (herbazal subnival);
- ii. Los meses secos y con temperatura variable para las asociaciones: *Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae* (matorral de puna subhúmeda), *Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum-inamoenae* (matorral de prepuna subhúmeda), *Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae* (bosque relicto de queñua), comunidad de *Tetraglochim cristatum* (tolar-pajonal de puna) y comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* (bosque relicto desértico);
- iii. La cantidad y temporalidad de la precipitación, y los meses secos con alta temperatura para las asociaciones: *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* (65-100 mm) (cardonal-matorral desértico), *Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* (cardonal-matorral desértico), las comunidades de *Corryocactus brevistylus* (cardonal-matorral desértico), *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* (solo cantidad y temporalidad de la precipitación) (matorral de prepuna subhúmeda) y la clase *Tiquilietea paronychoides* (matorral hiperárido);
- iv. La alta humedad temporal y meses secos para las asociaciones: *Tillandsietum purpureo-landbeckii* (tillandsial), *Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii* (loma arbórea), *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae* (cardonal de loma pedregosa), *Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae* (loma arenosa) y *Nicotianetum paniculatae* (loma degradada);
- v. La alta variación de la temperatura entre el día y la noche para la asociación *Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae* (almohadillar desértico pómez de superpuna).

**Segundo:** Las comunidades o unidades de vegetación pertenecientes a una unidad de vegetación mayor (alianzas, órdenes y clases fitosociológicas) no responden necesariamente a uno o varios indicadores climáticos en común, varias de ellas están más relacionadas a indicadores climáticos específicos (microclimas); los ejemplos más destacados quizá sean los de la comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* (bosque relicto desértico) que se encuentra más relacionada a las fluctuaciones específicas de la temperatura (bio4) y no a los indicadores o variables de precipitación como el resto de unidades vegetación que comparten un espacio geográfico similar, esto hace suponer que esta comunidad estaría mejor acostumbrada o ser más resiliente a periodos largos de sequía como ocurre con los bosques de *Polylepis* spp. en el sur occidente del Perú y a aprovechar el agua de los huaycos producto de las lluvias en sectores altitudinalmente más elevados; y la asociación *Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae* (almohadillar desértico pómez de superpuna) donde su indicador climático más importante es la alta variación de la temperatura (bio2) siendo esta característica climática la que la hace diferente del resto de unidades vegetales en este estudio.

**Tercero:** Se ha cuantificado la extensión de las de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua en relación a la climatología de los años 1970-2000 con un grado de confiabilidad considerable; comprende un total de 3345.57 km<sup>2</sup>, representando casi la totalidad del área centro y sur del Departamento. En este estudio las unidades vegetales resultantes con mayores extensiones se ubicaron en la región Puna y son: la asociación *Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae* (bosque relicto de queñua) con 20.9% (699.022 km<sup>2</sup>), seguido de *Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae* (almohadillar desértico pómez de superpuna) con 16.5% (553.274 km<sup>2</sup>) y la Comunidad de *Tetraglochim cristatum* (tolar-pajonal) con 8.6% (288.272 km<sup>2</sup>), el resto de comunidades se extienden en menor cuantía con 54% (1805.003 km<sup>2</sup>), no obstante, la mayoría de estas comunidades relativamente pequeñas concentran altos niveles de endemismos nacionales y regionales que son claves para la conservación de estos ecosistemas.

**Cuarto:** Los espacios vacíos que se aprecian en el mapa se explican en tres razones;

- i. Existencia de un desierto abiótico entre los sectores de lomas costeras (0-1000 m) y matorral hiperárido-desértico (>1000 m) con excepción de la comunidad de *Tillandsial* (~900 m).



- ii. Áreas con vacíos de información que se presentan entre las comunidades graficadas.
- iii. Áreas muestreadas en otros trabajos, pero con datos deficientes de georeferenciación, ubicadas al norte del departamento de Moquegua (prepuna, puna y superpuna), por lo que, no fue posible su modelamiento y gráficos.

## RECOMENDACIONES

**Primero:** Tomar en cuenta mapas geográficos confiables de los tipos suelo superficiales, mapas topográficos detallados, análisis de imágenes satelitales, forestación histórica y barreras naturales de distribución como montañas y desiertos para poder graficar fielmente la distribución de la totalidad de comunidades vegetales.

**Segundo:** Implementar más estaciones meteorológicas en sectores estratégicos para definir mejor el nivel detalle la extensión de las comunidades vegetales del Departamento de Moquegua en relación a la climatología. Gracias a este estudio, dichas estaciones pueden ser ubicadas dentro de las áreas de cada comunidad vegetal aquí graficadas, sería interesante registrar datos actuales para conocer la incidencia del cambio climático en cada uno de estos ecosistemas.

**Tercero:** Se debe volver a registrar las ubicaciones de las comunidades vegetales al norte del Departamento de manera correcta y tomar muestras de las áreas que aparecen en este estudio como con vacíos de información a fin de completar la vegetación total del Departamento de Moquegua.

**Cuarto:** Este trabajo debe servir como punto de partida para el desarrollo de nueva investigación científica en las áreas ambientales y biológicas, como, biología de la conservación, economía botánica, etnobiología, interacción planta-animal, cambio climático, entre otras, también debe considerarse la valorización de los servicios ecosistémicos que brindan las comunidades vegetales halladas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANA (2018). Información de recursos hídricos. Sistema nacional de información de recursos hídricos. Consultado el 10 de marzo de 2018. Recuperado de <http://portal.snirh.gob.pe/>
- Arakaki, M., & Cano, A. (2001). Vegetación y estado de conservación de la cuenca del Río Ilo-Moquegua, Lomas de Ilo y áreas adyacentes. *Arnaldoa*, 8(1), 49–70.
- Arias, D. (2016). *Modelado del nicho ecológico de Diablo fuerte, (Prumnopitys harmsiana), Ulcumano (Retrophillum rospigliosii), y Nogal (Juglans neotropica) en las regiones de Huánuco, Pasco y Junín*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Benito de Pando, B. M. (2009). *Ecoinformática Aplicada a la Conservación y Simulación de Efectos del Cambio Global en la Distribución de la Flora de Andalucía*. Departamento de Botánica. Universidad de Granada. <https://doi.org/10.1021/jp037210t>
- Brack, A. & Mendiola, C. (2010). *Ecología del Peru* (3ra edición). Lima.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología: bases para el estudio de comunidades vegetales*. Biomass Chem Eng. Madrid: Blume Ediciones.
- Carl, H. (1983). *Manual de fotografía aérea*. Barcelona: Editorial Omega
- Chancos, J. (1979). *Cartografía y lectura de Mapas*. Lima, Perú: Editorial A.O.M.
- Chicalla-Rios, K. J. & Montesinos-Tubée, D. B. (2019). *Informe Final: Ecología y Conservación de Las Comunidades Vegetales del Desierto Costero Y Montañas Andinas del departamento de Moquegua, 2017-2018*. Moquegua.
- Chicalla, K. J. (2017). Florística y dos nuevas asociaciones fitosociológicas andinas en la subcuenca alta del río Carumas-Putina del departamento de Moquegua. *Revista Ciencia y Tecnología Para El Desarrollo-UJCM*, 3(5), 71–82.
- Chicalla-Rios, K. J. (2017). Adiciones a la flora y vegetación del Departamento de Moquegua, Perú. Cuencas del río Moquegua, río Tambo e intercuencas costeras. *Revista Ciencia y tecnología para el desarrollo-UJCM* 3(6): 36-54.
- Chicalla, K. J. (2013). *Evaluación ambiental de las zonas Sayhuane, Chigmune y Challapatja y el grado de vulnerabilidad de las especies vegetales Gynoxys longistyla y Lupinus aff. toratensis en el Distrito San Cristóbal, Provincia Mariscal Nieto, Región Moquegua en el año 2013*. Universidad José Carlos Mariátegui.
- Clements, F. E. & Shelford, V. E. (1939). *Bio-ecology*. New York, J. Wiley & Son

- ESRI. (2002). *SIG DE ESRI, ¿Qué es ArcGIS?™. Network*. Recuperado de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Ferrer, R. D. (2017). *Desarrollo de una estación meteorológica autónoma de bajo costo*. Universidad Santo Tomás Bucaramanga.
- Ferreya, R., & Brack, A. (1986). Flora y vegetación del Perú. In *Flora y vegetación del Perú* (p. 319). Barcelona: Juan Mejía Baca.
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Galán de Mera, A. (2005). Clasificación fitosociológica de la vegetación de la región del Caribe y América del Sur. *Arnaldoa*, 12(1–2), 86–111.
- Galán de Mera, A., Cáceres, C., & Gonzáles, A. (2002). Las comunidades con cactáceas del sur del Perú, II. Nueva asociación y alianza del desierto pacífico. *Acta Botánica Malacitana*, 27, 270–272.
- Galán de Mera, A., Cáceres, C., & Gonzáles, A. (2003). La Vegetación de la Alta Montaña Andina del sur del Perú. *Acta Botánica Malacitana*, 28, 121–147.
- Galán de Mera, A., & Gómez, J. (2001). Las comunidades con cactáceas del sur del Perú. *Acta Botánica Malacitana*, 26, 240–246.
- Galán de Mera, A., & Gómez, J. (2003). Comunidades de aerófitos: Una aproximación fitosociológica sobre el desierto pacífico peruano. *Documents Phytosociologiques*, 20, 127–133.
- Galán de Mera, A., & Linares, E. (2012). *La vegetación de la región Arequipa (PERÚ)*. Arequipa.
- Galán de Mera, A., Linares, E., Campos, J., & Orellana, J. A. (2009). Nuevas observaciones sobre la vegetación del sur del Perú. Del desierto Pacífico al Altiplano. *Acta Botánica Malacitana*, 34, 107–144. <https://doi.org/10.1037/e536392011-001>
- Galán de Mera, A., Linares, E. L., Campos, J., Vera, C. T., & Orellana, J. A. (2012). Las comunidades vegetales relacionadas con los ambientes humanos en el sur del Perú Plant communities linked with human environments in southern Peru. *Phytocoenologia*, 41(4), 265–305. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2011/0041-0502>
- Galán de Mera, A., Virginia, R., & Cáceres, C. (2002). Una aproximación sintaxonómica

- sobre la vegetación del Perú. Clases, Órdenes y Alianzas. *Acta Botánica Malacitana*, 27, 75–103.
- Galán de Mera, A., & Orellana, J. A. (1996). Las comunidades con *Corryocactus brevistylus* del Sur de Perú. *Phytologia*, 80(1), 40–47.
- Galán de Mera, A., & Orellana, J. A. (2006). Aproximación al esquema sintaxonómico de la vegetación de la región del Caribe y América del Sur. *Anales de Biología*, 28, 3–27.
- García, J. C. (2010). Biogeografía. In *Biogeografía* (pp. 1–52). Cantabria: Universidad de Cantabria.
- GRM. (2018). Mapa temático de cubierta vegetal del departamento de Moquegua. Gobierno Regional de Moquegua. Moquegua.
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147–186. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9)
- Gutiérrez, E. (2012). *Propuesta de Plan de Implementación de Modalidades de Conservación en la Región Moquegua*. Moquegua.
- Gutiérrez, E. (2014). *Estrategia Regional de Diversidad Biológica-Moquegua 2014-2020*. Moquegua: Gobierno Regional Moquegua.
- Gutte, P. (1985). Beitrag zur Kenntnis zentralperuanischer Pflanzengesellschaften IV. Die grasreiche Vegetation der alpine Stufe. *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe*, 34(4), 357–401.
- Gutte, P. (1986). Beitrag zur Kenntnis zentralperuanischer Pflanzengesellschaften III. Pflanzengesellschaften der subalpinen Stufe. *Feddes Repertorium*, 97, 319–371.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). Mexico D.F.: McGRAW-HILL. Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hill M.O. (1979). Twinspan, a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and the attributes. Cornell University, Department of Ecology and Systematics, Ithaca, New York.
- Hueck, K. (1972). Mapa de la vegetación de América del Sur. G. Fisher.
- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22, 415–427.
- INRENA. (1994). *Mapa ecológico del Perú*. Lima: Ministerio de Agricultura.
- Jaimes, E. (1999). Condiciones meteorológicas a nivel global y local, cambio climático y el Niño 1997-98. *Rev. Peru. Biol., Extraordin*, 1–8.

- Jiménez, P., Talavera, C., Villegas, L., Huamán, E., & Ortega, A. (1999). Condiciones meteorológicas en las lomas de Mejia en " El Niño 1997-98" y su influencia en la vegetación. *Rev. Peru. Biol., Extraordin*, 133–136.
- Knight Piésold Consulting (2013). Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado para el Proyecto Minero Chupaca, Anexo F.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 33, 159–174.
- Larico, C., Balvin, M., Calizaya, Y., Pilco, C. & Apaza, R. (2016). Modelamiento y distribución potencial del género *Corryocatus* Britton & Rose (Cactaceae) en el departamento de Arequipa-Perú. In *Resúmen del XX Congreso Nacional de Biología* (p. 34). Puno: Colegio de Biólogos de Puno.
- Laurente, M. (2017). Modelos de nichos ecológicos. In *Curso*. Instituto de Biodiversidad y Paisajes.
- León, B., Pitman, N., & Roque J.. (2006). Introducción a las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 9–22. Recuperado de [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=8644556](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8644556)
- Luebert, F. (2011). Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama. *Revista de Geografía Norte Grande*, (50), 105–133.
- Luebert, F., & Pliscoff, P. (2017). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile* (2da edición). Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Martínez, E. (2012). Introducción al Modelado de Nichos Ecológicos y Distribuciones de Especies. Mexico: Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Medina-García, G., Grageda- Grageda, J., Ruiz-Corral, J. A. y Báez-González A.D. (2008). *Uso de estaciones meteorológicas en la agricultura*. México: INIFAP.
- Milla, C. (2002). *Enciclopedia temática del Perú: La ecogeografía*. Lima: Editorial Milla Batres.
- MINAM. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: Memoria descriptiva*. Lima: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- MINAM. (2018). *Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú*. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.07.007>
- Montesinos-Tubée, D. B., Cleef, A. M. & Sýkora, K. V. (2016). The Superpuna

- vegetation of Moquegua, South Peru: Chasmophytes, grasslands and cushion communities. In *The mountain vegetation of South Peru: Syntaxonomy, Ecology, Phytogeography and Conservation* (p. 334). Wageningen.
- Montesinos-Tubée, D. B., Cleef, A. M., & Sýkora, K. V. (2015). The Puna vegetation of Moquegua, South Peru: Chasmophytes, grasslands and *Puya raimondii* stands. *Phytocoenologia*, 45(4), 365–397. <https://doi.org/10.1127/phyto/2015/0006>
- Montesinos-Tubée, D. B., Sýkora, K. V., Quipuscoa-Silvestre, V., & Cleef, A. M. (2015). Species composition and phytosociology of xerophytic plant communities after extreme rainfall in South Peru. *Phytocoenologia*, 45(3), 203–250. <https://doi.org/10.1127/phyto/2015/0023>
- Montesinos, D. B. (2010). *Plant Communities of the South Andes of Peru : Syntaxonomy and Synecology*. Wageningen University.
- Montesinos, D. B., Cleef, A. M., & Sýkora, K. V. (2012). Andean shrublands of Moquegua, South Peru: Prepuna plant communities. *Phytocoenologia*, 42(1–2), 29–55. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2012/0042-0516>
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz: El País.
- Mostacero, J., Mejía, F. R., Zelada, W. E., & Medina, C. A. (2007). *Biogeografía del Perú*. Lima: Asamblea Nacional de Rectores.
- Müller, G. K., & Gutte, P. (1985). Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der FluBauen, Sümpfe und Gewässer der zentralperuanischen Küsteregion. *Math.-Naturwiss. R.*, 34(4), 410–429.
- Nall, D. H. (2004). Looking across the water: Climate-adaptive buildings in the United States & Europe. *The Construction Specifier*, 57, 50–56
- Navarro, M. (2015). *El Reto de la Conservación en Tacna*. Recuperado de [http://www.elretodelaconservacion.com/wpcontent/uploads/2017/04/libro\\_version\\_electronica.pdf](http://www.elretodelaconservacion.com/wpcontent/uploads/2017/04/libro_version_electronica.pdf)
- Ñaupas, H. (1983). *Manual De Cartografía Geográfica*. Perú: Edición CIPAC.
- ONERN. (1976). Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa; Cuencas de los ríos Moquegua - Locumba - Sama y Caplina. Volumen I. Lima, Perú.
- ONERN. (1974). *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa: Cuencas de los ríos Quilca y Tambo (Vol. 1)*. Lima: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

- OSINFOR. (2013). *Modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la Amazonía Peruana. Serie Técnica N° 4*. Lima: Organismo Superior de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre Perú. Recuperado de [http://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/modelamiento\\_nichos\\_ecologicos.pdf](http://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/modelamiento_nichos_ecologicos.pdf)
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Pizarro, J. (1999). Espacios biogeográficos del extremo sur del Perú. *Ciencia y Desarrollo*, 6, 94–102.
- Raffino M. E. (2020) Concepto de. Recuperado de <https://concepto.de/temperatura/>. Consultado: 11 de mayo de 2020.
- Raisz. (1963) *Cartografía*. España: Editorial Omega.
- Reguerin, J. M. (2012). *Distribución potencial de especies de la familia Araliaceae de la región Maididi*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Rodríguez, L. O. (1995). *Diversidad biológica Perú*. (L. O. Rodríguez, Ed.). Lima: FANPE.
- Sarmiento, F. O. (2001). *Diccionario de Ecología de Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica*. Quito: Editorial Abya-Yala.
- SENAMHI (2018). Información meteorológica de las estaciones de Punta Coles, Ilo, Moquegua, Yacango, Quinistaquillas, Omate, Calacoa, Ichuña y Ubinas.
- SENAMHI (2020). Climas del Perú. Resumen ejecutivo. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/1509670-resumen-ejecutivo-climas-del-peru-mapa-de-clasificacion-climatica>
- SERFOR. (2016). *Memoria descriptiva del mapa de ecozonas - Perú*. Lima: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).
- Soberon, J., & Nakamura, M. (2009). Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901637106>
- Soberón, J., & Peterson, A. T. (2005). Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. *Biodiversity Informatics*, 2, 1–10. <https://doi.org/10.17161/bi.v2i0.4>



- Sociedad Geográfica de Lima. (2008). *Anuario Geográfico de Moquegua*. Lima.
- Smith, T. & Smith, R. (2007). *Ecología* (6ta edición). Madrid. PEARSON EDUCATION S.A.
- Tosi, J. (1960). Zonas de vida natural en el Perú. Instituto latinoamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA Zona Andina. Proyecto 39.
- UICN. (2001). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN*. Oxford.
- Vasquez, R., & Rojas, R. (2016). *Clave para identificar grupos de familias de Gymnospermae y Angiospermae del Perú*. Missouri: Jardín Botánico de Missouri.
- Weber H. E., Moravec J. & Theurillat, J. P. (2000). International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science*, 11, 739–768. <https://doi.org/10.2307/3236580>
- Weberbauer, A. (1945). Las vertientes occidentales, los territorios altoandinos y los valles interandinos. In *El mundo vegetal de los Andes Peruanos* (pp. 291–308). Lima: Ministerio de Agricultura.
- Wulf, E. V. (1943). *An introduction to historical plant geography*. Waltham, Massachusetts: Chronica Botanica Company



# ANEXOS

**Anexo 1.** Ficha de recolección de Datos biológicos (asociaciones, comunidades o unidades de vegetación). UTM WGS 84. Zona 19k.

N°	Levantamientos fitosociológicos	Coordenadas UTM		Altitud (m)	Provincia
		E	N		
1	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	345162	8134272	4737	Mariscal Nieto
2	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	345174	8134254	4740	Mariscal Nieto
3	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	333864	8148351	4830	Mariscal Nieto
4	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	333914	8148316	4842	Mariscal Nieto
5	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	345179	8132851	4730	Mariscal Nieto
6	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	345184	8132860	4730	Mariscal Nieto
7	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	329799	8148038	4801	Mariscal Nieto
8	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	345457	8133962	4704	Mariscal Nieto
9	Ass. <i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	345451	8133789	4723	Mariscal Nieto
10	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	335616	8137740	4459	Mariscal Nieto
11	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	335448	8143435	4748	Mariscal Nieto
12	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	335282	8144359	4689	Mariscal Nieto
13	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	332299	8146848	4728	Mariscal Nieto
14	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	337990	8140223	4499	Mariscal Nieto
15	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	341087	8139993	4545	Mariscal Nieto
16	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	341239	8139964	4560	Mariscal Nieto
17	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	385056	8146570	4606	Mariscal Nieto
18	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	384568	8144751	4638	Mariscal Nieto
19	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	372327	8154389	4527	Mariscal Nieto
20	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	332004	8147826	4839	Mariscal Nieto
21	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	334078	8151158	4860	Mariscal Nieto
22	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	334273	8151873	4853	Mariscal Nieto
23	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	334343	8153975	4906	Mariscal Nieto
24	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	384018	8144801	4651	Mariscal Nieto
25	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	336888	8139554	4483	Mariscal Nieto
26	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	330981	8158093	4801	Mariscal Nieto
27	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	345062	8134117	4696	Mariscal Nieto
28	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	381647	8143523	4688	Mariscal Nieto
29	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	323665	8130740	4392	Mariscal Nieto
30	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	323669	8130708	4398	Mariscal Nieto
31	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	305628	8197899	4711	General Sánchez Cerro
32	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	365580	8136294	4552	Mariscal Nieto
33	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	365562	8136302	4555	Mariscal Nieto
34	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	351578	8133466	4562	Mariscal Nieto
35	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	348213	8133190	4615	Mariscal Nieto
36	Ass. <i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	385056	8146570	4606	Mariscal Nieto
37	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	370358	8134932	4575	Mariscal Nieto
38	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	370356	8134967	4581	Mariscal Nieto
39	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	370308	8134955	4576	Mariscal Nieto
40	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	370664	8135615	4609	Mariscal Nieto
41	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	370634	8135649	4612	Mariscal Nieto

42	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	370655	8135650	4603	Mariscal Nieto
43	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	322492	8126586	4435	Mariscal Nieto
44	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	322526	8126553	4445	Mariscal Nieto
45	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	376746	8147333	4545	Mariscal Nieto
46	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	323989	8132422	4328	Mariscal Nieto
47	Com. <i>Festuca ortophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	323995	8132446	4335	Mariscal Nieto
48	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	323577	8133960	4200	Mariscal Nieto
49	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	323615	8133956	4210	Mariscal Nieto
50	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	323636	8133948	4210	Mariscal Nieto
51	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	323658	8133946	4215	Mariscal Nieto
52	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	320238	8171365	3575	General Sánchez Cerro
53	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	315537	8193967	3741	General Sánchez Cerro
54	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	323230	8150776	3904	Mariscal Nieto
55	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	319945	8121043	3944	Mariscal Nieto
56	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	325859	8154215	4190	Mariscal Nieto
57	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	325786	8154172	4202	Mariscal Nieto
58	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	325942	8154485	4163	Mariscal Nieto
59	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	256756	8165287	3337	General Sánchez Cerro
60	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	321050	8124183	4271	Mariscal Nieto
61	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	321081	8124191	4272	Mariscal Nieto
62	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	323902	8129384	4501	Mariscal Nieto
63	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	328209	8166064	4200	Mariscal Nieto
64	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	328137	8168105	3873	Mariscal Nieto
65	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	320173	8171344	3558	General Sánchez Cerro
66	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	316310	8192764	3936	General Sánchez Cerro
67	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	311686	8195465	4162	General Sánchez Cerro
68	Com. <i>Tetraglochim cristatum</i>	318147	8197974	4480	General Sánchez Cerro
69	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	297686	8186655	4020	General Sánchez Cerro
70	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	297708	8186655	4035	General Sánchez Cerro
71	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	298019	8186496	3904	General Sánchez Cerro
72	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322606	8151676	3773	Mariscal Nieto
73	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322532	8151698	3780	Mariscal Nieto
74	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322541	8151830	3825	Mariscal Nieto
75	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322518	8151955	3876	Mariscal Nieto
76	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322503	8152085	3960	Mariscal Nieto
77	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322445	8151907	3850	Mariscal Nieto
78	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323002	8148900	3953	Mariscal Nieto
79	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322773	8149098	3764	Mariscal Nieto
80	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323502	8149297	3851	Mariscal Nieto
81	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323600	8149096	3963	Mariscal Nieto
82	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323825	8149377	3901	Mariscal Nieto

83	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323501	8149707	3904	Mariscal Nieto
84	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323485	8149966	3913	Mariscal Nieto
85	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323128	8150262	3850	Mariscal Nieto
86	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322865	8150337	3866	Mariscal Nieto
87	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322790	8150595	3868	Mariscal Nieto
88	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	322932	8150482	3887	Mariscal Nieto
89	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323137	8149117	3873	Mariscal Nieto
90	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	323251	8149771	3835	Mariscal Nieto
91	Ass. <i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	320119	8151549	3728	Mariscal Nieto
92	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319880	8120977	3940	Mariscal Nieto
93	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319655	8120878	3915	Mariscal Nieto
94	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319657	8120895	3917	Mariscal Nieto
95	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319799	8120993	3906	Mariscal Nieto
96	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319828	8121005	3921	Mariscal Nieto
97	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319947	8121004	3918	Mariscal Nieto
98	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319886	8120972	3909	Mariscal Nieto
99	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	318116	8121203	4043	Mariscal Nieto
100	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	318073	8121308	4050	Mariscal Nieto
101	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	318032	8121301	4044	Mariscal Nieto
102	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	317984	8121287	4040	Mariscal Nieto
103	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	317225	8157073	3750	Mariscal Nieto
104	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	317727	8156965	3805	Mariscal Nieto
105	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	317966	8157314	3909	Mariscal Nieto
106	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	318534	8157149	4060	Mariscal Nieto
107	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	319312	8157561	4177	Mariscal Nieto
108	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	316486	8119328	3630	Mariscal Nieto
109	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	316470	8119324	3640	Mariscal Nieto
110	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	300256	8184372	3629	General Sanchez Cerro
111	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	310816	8116713	3340	Mariscal Nieto
112	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	318462	8119239	3601	Mariscal Nieto
113	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	316503	8119268	3615	Mariscal Nieto
114	Ass. <i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	316482	8119307	3623	Mariscal Nieto
115	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii</i> - <i>Calceolarietum-inamoenae</i>	319742	8150253	3630	Mariscal Nieto
116	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii</i> - <i>Calceolarietum-inamoenae</i>	320013	8151347	3744	Mariscal Nieto
117	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii</i> - <i>Calceolarietum-inamoenae</i>	320063	8151338	3732	Mariscal Nieto
118	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii</i> - <i>Calceolarietum-inamoenae</i>	320016	8151309	3725	Mariscal Nieto
119	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii</i> - <i>Calceolarietum-inamoenae</i>	319605	8150171	3596	Mariscal Nieto
120	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii</i> - <i>Calceolarietum-inamoenae</i>	317015	8156510	3570	Mariscal Nieto

121	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	290416	8162983	3143	General Sanchez Cerro
122	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	281385	8165413	3474	General Sanchez Cerro
123	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	281404	815378	3475	General Sanchez Cerro
124	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	281263	8164965	3423	General Sanchez Cerro
125	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	276884	8158212	3375	General Sanchez Cerro
126	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	275161	8158072	3232	General Sanchez Cerro
127	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318829	8149537	3400	Mariscal Nieto
128	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318855	8149547	3410	Mariscal Nieto
129	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318785	8149530	3390	Mariscal Nieto
130	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318807	8149664	3490	Mariscal Nieto
131	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318740	8149660	3480	Mariscal Nieto
132	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318675	8149693	3500	Mariscal Nieto
133	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318671	8149628	3450	Mariscal Nieto
134	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318552	8149595	3430	Mariscal Nieto
135	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318478	8149452	3340	Mariscal Nieto
136	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318352	8149491	3370	Mariscal Nieto
137	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318352	8149464	3350	Mariscal Nieto
138	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	317123	8148984	3080	Mariscal Nieto
139	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	317177	8148966	3085	Mariscal Nieto
140	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	317071	8149026	3080	Mariscal Nieto
141	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	317077	8149064	3100	Mariscal Nieto
142	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	317122	8149084	3130	Mariscal Nieto
143	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	317272	8148850	3049	Mariscal Nieto
144	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318493	8149072	3080	Mariscal Nieto
145	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318517	8149082	3094	Mariscal Nieto
146	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318495	8149105	3103	Mariscal Nieto
147	Ass. <i>Bacchario gnidiifolii - Calceolarietum-inamoenae</i>	318474	8149117	3080	Mariscal Nieto
148	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	314930	8149351	3078	Mariscal Nieto
149	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	317157	8155942	3216	Mariscal Nieto
150	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	310776	8116794	3325	Mariscal Nieto
151	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	310827	8116737	3342	Mariscal Nieto
152	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	314618	8118136	3557	Mariscal Nieto
153	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	314625	8118114	3578	Mariscal Nieto
154	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	316443	8114151	3602	Mariscal Nieto
155	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	290383	8162999	3143	General Sanchez Cerro
156	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	281357	8164238	3297	General Sanchez Cerro
157	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	279789	8158609	3057	General Sanchez Cerro
158	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	279157	8159005	3132	General Sanchez Cerro
159	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	271418	8157459	3143	General Sanchez Cerro
160	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	261915	8165060	3472	General Sanchez Cerro
161	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	317652	8175696	3502	General Sanchez Cerro
162	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	317625	8175686	3525	General Sanchez Cerro

163	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	316956	8180138	3409	General Sanchez Cerro
164	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	316940	8180133	3428	General Sanchez Cerro
165	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	315613	8190314	3793	General Sanchez Cerro
166	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	312371	8198135	3611	General Sanchez Cerro
167	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	312381	8196436	3819	General Sanchez Cerro
168	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	299954	8183875	3600	General Sanchez Cerro
169	Com. <i>Diplostephium tacorense</i>	302044	8186826	3334	General Sanchez Cerro
170	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	319125	8149097	3012	Mariscal Nieto
171	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	319347	8149093	2964	Mariscal Nieto
172	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	319327	8148802	3006	Mariscal Nieto
173	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	311710	8148546	2812	Mariscal Nieto
174	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	314700	8148552	2817	Mariscal Nieto
175	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	315243	8160977	2715	Mariscal Nieto
176	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	312245	8162287	2810	General Sanchez Cerro
177	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290490	8162825	3104	General Sanchez Cerro
178	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290390	8161421	2880	General Sanchez Cerro
179	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	282526	8162907	2765	General Sanchez Cerro
180	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	282821	8161679	2684	General Sanchez Cerro
181	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	285551	8158310	2446	General Sanchez Cerro
182	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	280693	8158189	2786	General Sanchez Cerro
183	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	280605	8158464	2853	General Sanchez Cerro
184	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	280305	8158442	2923	General Sanchez Cerro
185	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	318509	8142532	2892	Mariscal Nieto
186	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	314786	8193379	3520	General Sanchez Cerro
187	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	314798	8193394	3539	General Sanchez Cerro
188	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	301131	8186598	3190	General Sanchez Cerro
189	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	311845	8162376	2772	General Sanchez Cerro
190	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290586	8162925	3147	General Sanchez Cerro
191	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290656	8162971	3139	General Sanchez Cerro
192	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290457	8162854	3127	General Sanchez Cerro
193	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290427	8162012	3024	General Sanchez Cerro
194	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290406	8161893	2980	General Sanchez Cerro
195	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290231	8161920	2936	General Sanchez Cerro
196	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	290439	8159086	2596	General Sanchez Cerro
197	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	282569	8163105	2784	General Sanchez Cerro
198	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	264306	8163416	3422	General Sanchez Cerro
199	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	318850	8142180	2939	Mariscal Nieto
200	Com. <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	318752	8142172	2929	Mariscal Nieto
201	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	308295	8116022	3172	Mariscal Nieto

202	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	308328	8116034	3186	Mariscal Nieto
203	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	308377	8116024	3197	Mariscal Nieto
204	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	302477	8113945	2774	Mariscal Nieto
205	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	304253	8113914	2770	Mariscal Nieto
206	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	319742	8150253	3630	Mariscal Nieto
207	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	302761	8113508	2644	Mariscal Nieto
208	Com. <i>Corryocactus brevistylus</i>	302741	8113533	2657	Mariscal Nieto
209	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	311849	8147025	2467	Mariscal Nieto
210	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	311855	8147056	2468	Mariscal Nieto
211	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	312029	8147068	2472	Mariscal Nieto
212	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	312209	8147046	2475	Mariscal Nieto
213	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	312277	8147026	2481	Mariscal Nieto
214	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	312309	8147055	2482	Mariscal Nieto
215	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313592	8147703	2502	Mariscal Nieto
216	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313609	8147706	2507	Mariscal Nieto
217	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313536	8147683	2493	Mariscal Nieto
218	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313492	8147689	2484	Mariscal Nieto
219	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313480	8147703	2479	Mariscal Nieto
220	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313507	8147682	2490	Mariscal Nieto
221	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313522	8147710	2480	Mariscal Nieto
222	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	314667	8148590	2832	Mariscal Nieto
223	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	314734	8148733	2876	Mariscal Nieto
224	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	303665	8178820	3160	General Sanchez Cerro
226	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	303656	8178850	3180	General Sanchez Cerro
227	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	308740	8168294	2547	General Sanchez Cerro
228	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	309838	8164784	2733	General Sanchez Cerro
229	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	314927	8155689	2583	Mariscal Nieto
230	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	313931	8157840	2750	Mariscal Nieto
231	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	304433	8178588	2858	General Sanchez Cerro
232	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	303669	8178872	3184	General Sanchez Cerro
233	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	306001	8179027	2558	General Sanchez Cerro
234	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	305528	8175988	2553	General Sanchez Cerro
235	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	305537	8175030	2571	General Sanchez Cerro
236	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	307354	8170208	2362	General Sanchez Cerro
237	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	308550	8168550	2525	General Sanchez Cerro
238	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	308716	8168319	2539	General Sanchez Cerro
239	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	308711	8168271	2540	General Sanchez Cerro
240	Ass. <i>Kramerio lappaceae - Weberbauerocereetum torataensis</i>	309814	8165170	2698	General Sanchez Cerro

241	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	309007	8167076	2458	General Sanchez Cerro
242	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	283766	8159039	2316	General Sanchez Cerro
243	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	286773	8157265	2270	General Sanchez Cerro
244	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	286708	8157198	2290	General Sanchez Cerro
245	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	296437	8130366	2467	Mariscal Nieto
246	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	298272	8137837	2341	Mariscal Nieto
247	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	298216	8137841	2340	Mariscal Nieto
248	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	304131	8148833	2095	General Sanchez Cerro
249	Com. <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	307199	8147810	1687	General Sanchez Cerro
250	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304138	8106368	1973	Mariscal Nieto
251	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	305976	8114570	3011	Mariscal Nieto
252	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	305398	8114503	2895	Mariscal Nieto
253	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	305377	8114398	2904	Mariscal Nieto
254	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304242	8113946	2771	Mariscal Nieto
255	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304118	8113900	2753	Mariscal Nieto
256	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	307187	8115265	2970	Mariscal Nieto
257	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302723	8108100	2250	Mariscal Nieto
258	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302714	8108152	2243	Mariscal Nieto
259	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303355	8107929	2122	Mariscal Nieto
260	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303353	8107927	2124	Mariscal Nieto
261	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303332	8107949	2121	Mariscal Nieto
262	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303318	8107962	2115	Mariscal Nieto
263	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303287	8108087	2148	Mariscal Nieto
264	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303305	8107906	2133	Mariscal Nieto
265	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302831	8107539	2212	Mariscal Nieto
266	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302784	8107554	2210	Mariscal Nieto
267	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302709	8107571	2234	Mariscal Nieto
268	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302744	8107983	2246	Mariscal Nieto
269	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302648	8107934	2257	Mariscal Nieto
270	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302639	8107931	2257	Mariscal Nieto
271	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302639	8107969	2246	Mariscal Nieto
272	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302656	8107949	2256	Mariscal Nieto
273	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302762	8108125	2247	Mariscal Nieto
274	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302778	8108196	2272	Mariscal Nieto
275	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302783	8108283	2314	Mariscal Nieto
276	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	302695	8107596	2250	Mariscal Nieto
277	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304168	8106388	1981	Mariscal Nieto
278	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304147	8106430	1994	Mariscal Nieto
279	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304107	8106525	2037	Mariscal Nieto
280	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304080	8106305	2002	Mariscal Nieto
281	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	304054	8106290	2004	Mariscal Nieto
282	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303865	8106292	2020	Mariscal Nieto
283	Ass. <i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	303880	8106288	2056	Mariscal Nieto
284	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	297843	8128546	2578	Mariscal Nieto
285	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	297857	8128496	2601	Mariscal Nieto

286	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	297868	8128397	2579	Mariscal Nieto
287	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	297260	8128677	2550	Mariscal Nieto
288	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	297282	8128650	2545	Mariscal Nieto
289	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	297250	8128625	2547	Mariscal Nieto
290	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	297322	8128594	2566	Mariscal Nieto
291	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	288726	8096546	1292	Mariscal Nieto
292	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	288663	8096547	1288	Mariscal Nieto
293	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	288518	8096611	1293	Mariscal Nieto
294	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	283702	8097152	1430	Mariscal Nieto
295	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	283365	8097412	1420	Mariscal Nieto
296	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	283012	8097517	1400	Mariscal Nieto
297	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	280508	8095936	1258	Mariscal Nieto
298	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	280579	8095939	1259	Mariscal Nieto
299	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	263050	8090863	1364	Mariscal Nieto
300	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	262762	8090954	1363	Mariscal Nieto
301	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	287726	8154027	2001	Mariscal Nieto
302	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	287306	8146178	1390	Mariscal Nieto
303	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	288562	8096642	1294	Mariscal Nieto
304	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	285908	8098274	1380	Mariscal Nieto
305	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	285711	8098547	1392	Mariscal Nieto
306	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	285647	8098608	1394	Mariscal Nieto
307	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	280500	8096010	1260	Mariscal Nieto
308	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	302405	8146419	1953	Mariscal Nieto
309	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	302437	8146266	1955	Mariscal Nieto
310	Class. <i>Tiquilietea paronichoides</i>	287231	8146317	1416	Mariscal Nieto
311	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	279985	8064365	1086	Mariscal Nieto
312	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	279993	8064363	1083	Mariscal Nieto
313	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280122	8064438	1088	Mariscal Nieto
314	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280160	8064457	1087	Mariscal Nieto
315	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280180	8064481	1090	Mariscal Nieto
316	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280170	8064512	1097	Mariscal Nieto
317	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280201	8064513	1092	Mariscal Nieto
318	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280201	8064519	1089	Mariscal Nieto
319	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280190	8064542	1097	Mariscal Nieto
320	Ass. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	280137	8064522	1099	Mariscal Nieto
321	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	258240	8042926	345	Ilo
322	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	258262	8042962	355	Ilo
323	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	258272	8043001	360	Ilo
324	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	258292	8043058	371	Ilo
325	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	258266	8042938	339	Ilo
326	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	260243	8042002	432	Ilo
327	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	260252	8041962	451	Ilo
328	Ass. <i>Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</i>	260263	8041900	453	Ilo
329	Ass. <i>Caesalpinio spinosi - Salvietum hankeii</i>	276983	8035599	954	Ilo
330	Ass. <i>Caesalpinio spinosi - Salvietum hankeii</i>	276862	8032279	362	Ilo
331	Ass. <i>Caesalpinio spinosi - Salvietum hankeii</i>	276839	8033517	500	Ilo

332	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276811	8033450	495	Ilo
333	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276597	8034483	810	Ilo
334	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	273588	8034464	801	Ilo
335	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276793	8032366	637	Ilo
336	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	277026	8034170	447	Ilo
337	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276855	8033539	631	Ilo
338	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276145	8032202	532	Ilo
339	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	275642	8034105	927	Ilo
340	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276383	8034654	780	Ilo
341	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276426	8034563	878	Ilo
342	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276401	8034555	882	Ilo
343	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276461	8034584	875	Ilo
344	Ass. <i>Caesalpinio spinosi</i> - <i>Salvietum hankeii</i>	276477	8034526	852	Ilo
345	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	277934	8035584	999	Ilo
346	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	276886	8035593	991	Ilo
347	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	277145	8036503	1174	Ilo
348	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	277037	8036309	1200	Ilo
349	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	276983	8035599	1016	Ilo
350	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	277036	8036301	1175	Ilo
351	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	277207	8036698	1144	Ilo
352	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	277197	8036715	1227	Ilo
353	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	277280	8036299	1156	Ilo
354	Ass. <i>Corryocato brachypetali</i> - <i>Stevietum melissaeifoliae</i>	276981	8036134	1155	Ilo
355	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	239244	8090088	755	Ilo
356	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	239447	8090214	778	Ilo
357	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	239371	8090102	756	Ilo
358	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	239435	8090270	801	Ilo
359	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	246104	8076762	217	Ilo
360	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	246124	8076768	221	Ilo
361	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	242962	8078926	200	Ilo
362	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	237161	8090712	900	Ilo
363	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	247292	8073775	142	Ilo
364	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	247319	8073813	147	Ilo
365	Ass. <i>Nicotianetum paniculatae</i>	247352	8073860	164	Ilo

**Anexo 2.** Ficha de recolección de Datos climáticos (indicadores). Resolución espacial: 30'' (1 km<sup>2</sup>); Formato ASCII. Fuente: WorldClim (2019).

N°	Variables bioclimáticas	Código	Unidad
1	Temperatura media anual	BIO1	°C
2	Rango diurno medio (promedio mensual (temperatura máxima - temperatura mínima))	BIO2	°C
3	Isotermia (BIO2 / BIO7) (* 100)	BIO3	%
4	Temperatura estacional (desviación estándar * 100)	BIO4	%
5	Temperatura máxima del mes más cálido	BIO5	°C
6	Temperatura mínima del mes más frío	BIO6	°C
7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)	BIO7	°C
8	Temperatura media de cuatrimestre más húmedo	BIO8	°C
9	Temperatura media de cuatrimestre más seco	BIO9	°C
10	Temperatura media del cuatrimestre más cálido	BIO10	°C
11	Temperatura media del cuatrimestre más frío	BIO11	°C
12	Precipitación anual	BIO12	mm
13	Precipitación del mes más húmedo	BIO13	mm
14	Precipitación del mes más seco	BIO14	mm
15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)	BIO15	%
16	Precipitación del trimestre más húmedo	BIO16	mm
17	Precipitación del trimestre más seco	BIO17	mm
18	Precipitación del cuatrimestre más cálido	BIO18	mm
19	Precipitación del cuatrimestre más frío	BIO19	mm

**Anexo 3.** Índices AUC para las 19 comunidades vegetales en relación a los 19 indicadores climáticos. Areas en azul muestran el rango de variación del resultado.

Núm.	Comunidad	AUC	Grafico AUC (Sensibilidad vs. Especificad)
1	<i>Xenophilietum ciliolatum - poposum</i>	0.932	
2	<i>Pycnophyllo glomeratae - Xenophylletum digitatae</i>	0.987	
3	Comunidad de <i>Festuca orthophylla</i> y <i>Calamagrostis minima</i>	0.892	

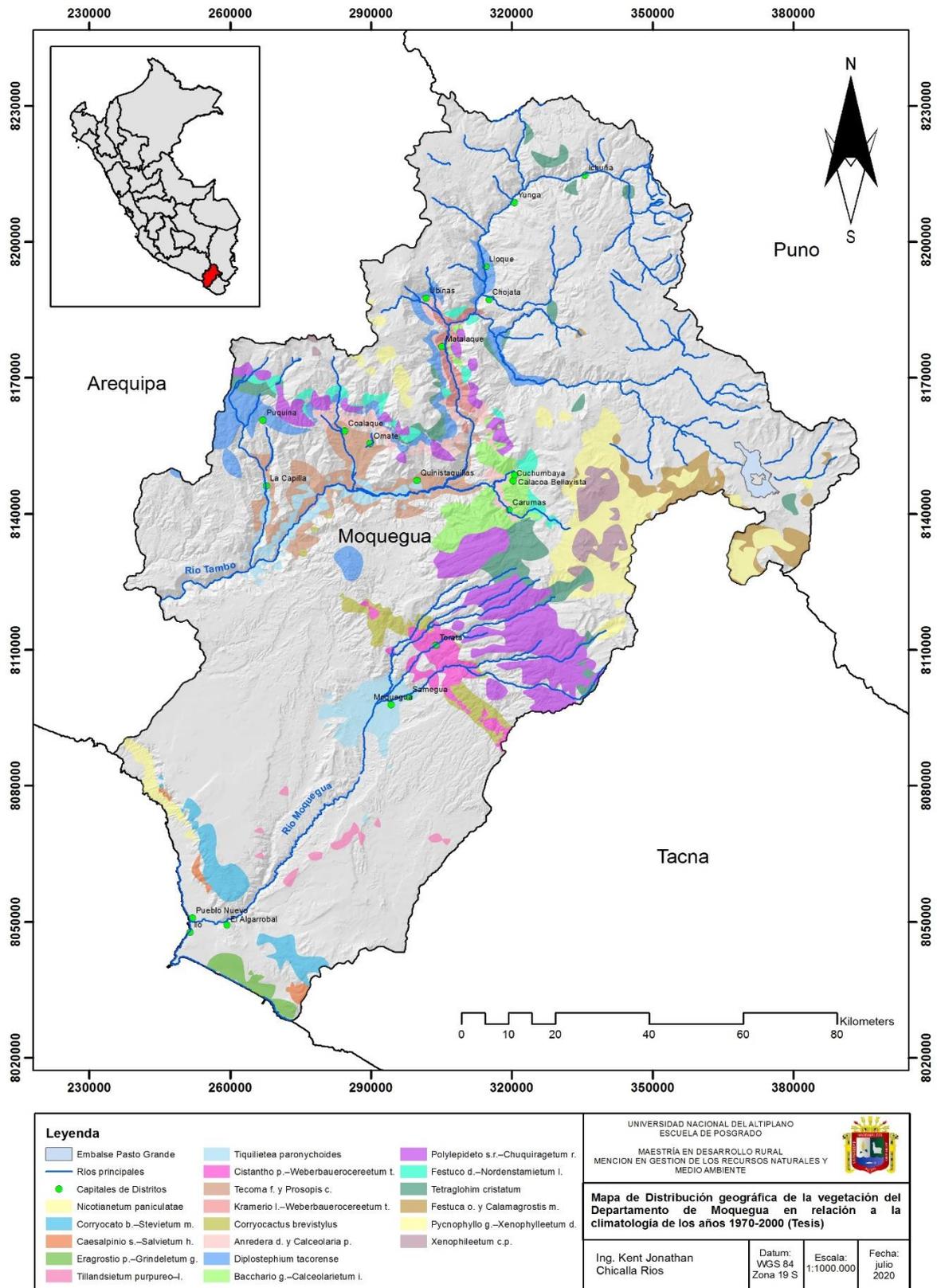
4	Comunidad de <i>Tetraglochim cristatum</i>	0.928	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Tetra_cris</p>
5	<i>Festuco dolichophyllae</i> - <i>Nordenstamietum longistylae</i>	0.956	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Fest_Nord</p>
6	<i>Polylepideto subtusalbido rugulosae</i> - <i>Chuquiragetum rotundifoliae</i>	0.988	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Polylep_Chuq</p>
7	<i>Bacchario gnidiifolii</i> - <i>Calceolarietum-inamoenae</i>	0.988	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Bacc_Calce</p>

8	Comunidad de <i>Diplostephium tacorense</i>	0.985	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Diplo_taco</p>
9	Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i>	0.994	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Anred_Calceol</p>
10	Comunidad de <i>Corryocactus brevistylus</i>	0.989	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Corry_brevis</p>
11	<i>Kramerio lappaceae</i> – <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	0.998	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Krame_Weber</p>

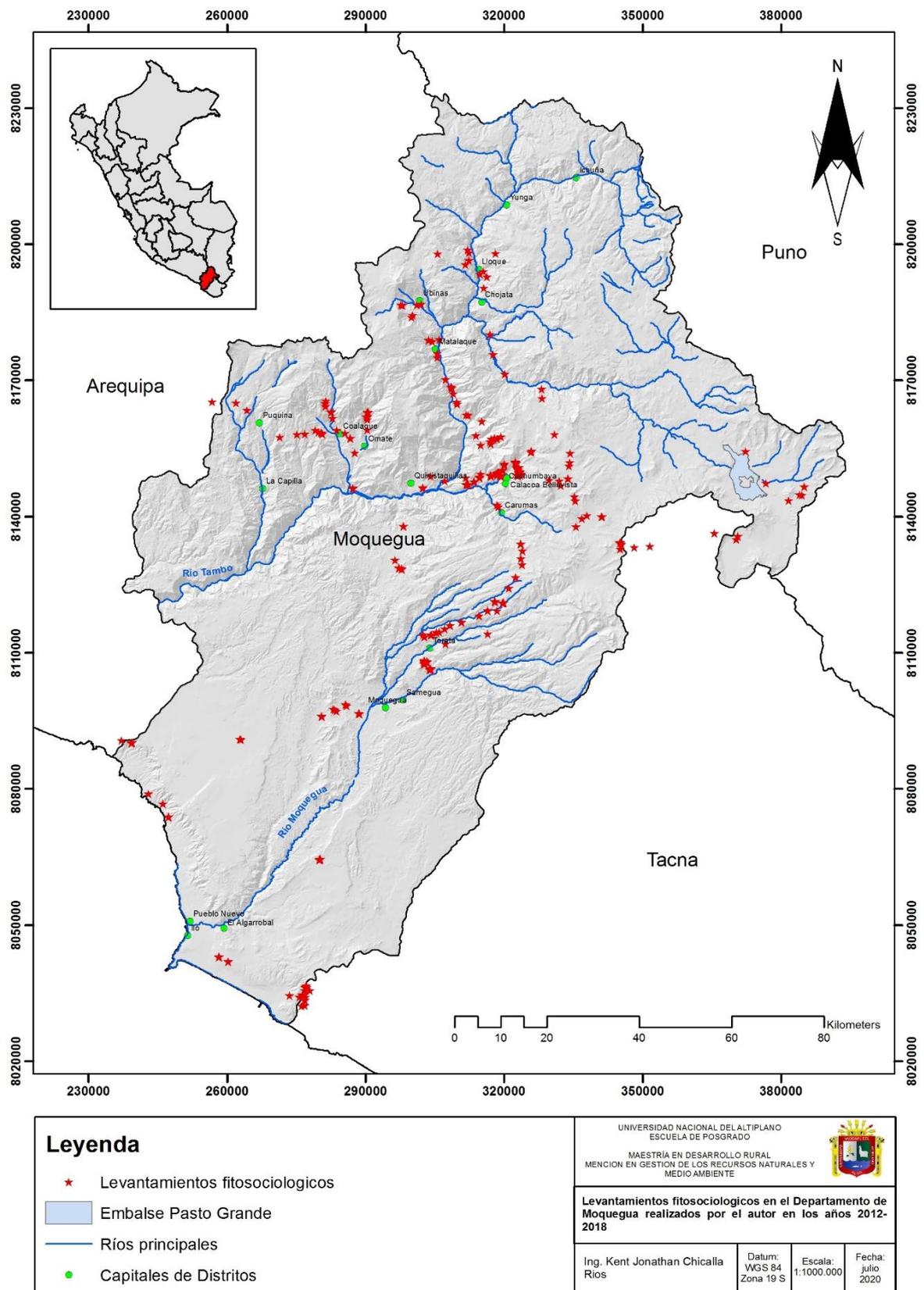
12	Comunidad de <i>Tecoma fulva</i> y <i>Prosopis calderensis</i>	0.985	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Prosop-Oroba</p>
13	<i>Cistanthio paniculatae</i> - <i>Weberbauerocereetum torataensis</i>	0.998	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Cistan-Weber</p>
14	<i>Tiquilietea paronychoides</i>	0.989	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Tiqui_paro</p>
15	<i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i>	0.996	<p>Average Sensitivity vs. 1 - Specificity for Tillandsia</p>
16	<i>Eragrostio peruviani</i> - <i>Grindeletum glutinosae</i>	0.999	

17	<i>Caesalpinio spinosi - Salvietum hankeii</i>	0.957	
18	<i>Corryocato brachypetali - Stevietum melissaeifoliae</i>	0.998	
19	<i>Nicotianetum paniculatae</i>	0.985	

**Anexo 4.** Mapa de distribución geográfica de las comunidades vegetales tratadas en este trabajo para el Departamento de Moquegua.



**Anexo 5.** Mapa de Levantamientos fitosociológicos de las comunidades vegetales en el Departamento de Moquegua entre los años 2012 y 2018.



**Anexo 6.** Paisajes de la asociación *Xenophiletum ciliolatum-poposum* a 4850 m al extremo E del Departamento de Moquegua en cuenca alta del río Moquegua (izquierda y centro). Floración de *Xenophilum ciliolatum* (derecha).



**Anexo 7.** Paisaje de la asociación *Pycnophyllo glomeratae-Xenophylletum digitatae* a 4600 m al E del volcán Ticsani en la en la cuenca alta del río Moquegua (izquierda). Individuo de *Xenophyllum digitatum* (derecha).



**Anexo 8.** Paisaje de la comunidad de *Festuca ortophylla* y *Calamagrostis minima* a 4600 m cerca de la frontera con los Departamentos de Puno y Tacna (izquierda). Individuo de *Festuca ortophylla* en fructificación (derecha).



**Anexo 9.** Paisaje de la comunidad de *Tetraglochim cristatum* a 4400 m cerca al cruce “Chilligua” en la cuenca del río Tambo (izquierda). Individuo de *Tetraglochim cristatum* en flor (derecha).



**Anexo 10.** Paisaje de la asociación *Festuco dolichophyllae-Nordenstamietum longistylae* a 4000 m arriba del CP. Carumas en la cuenca del río Tambo (izquierda). Arbusto de *Nordenstamia longistyla* en floración (derecha).



**Anexo 11.** Paisaje de la asociación *Polylepideto subtusalbido rugulosae-Chuquiragetum rotundifoliae* a 3800 m cerca al CP. Muylaque en la cuenca del río Tambo (izquierda). Especie característica de subunidad *Mostacillastrum dianthoides* (derecha).



**Anexo 12.** Paisaje de la asociación *Bacchario gnidiifolii-Calceolarietum-inamoenae* a 3200 en alrededores del CP. San Cristóbal en la cuenca del río Tambo (izquierda). Floración de especies características de clase: *Baccharis gnidiifolia* (centro) y *Calceolaria inamoena* (derecha).



**Anexo 13.** Paisaje de la Comunidad de *Diplostephium tacorense* a 3500 m al E del distrito de Ubinas en la cuenca del río Tambo (izquierda). Arbusto de *Diplostephium tacorense* (derecha).



**Anexo 14.** Paisaje de la Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* a 2900 m arriba del CP. Challahuayo en la cuenca del río Tambo (izquierda). Individuo de *Calceolaria pisacomensis* (derecha).



**Anexo 15.** Paisaje de la comunidad de *Corryocactus brevistylus* a 3200 m al NO del CP. Ilubaya en la cuenca del río Moquegua (izquierda). Cactus columnar *Corryocactus brevistylus* en flor (derecha).



**Anexo 16.** Paisaje de la asociación *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* a 2700 m al S del CP. Matalaque en la cuenca del río Tambo (izquierda). Especie característica *Weberbauerocereus torataensis* en floración (derecha).



**Anexo 17.** Paisaje de la comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* a 2400 m entre los CP. de Coalaque y Omate en la cuenca del río Tambo (izquierda). Floración del árbol de *Prosopis calderensis* (derecha).



**Anexo 18.** Paisaje de la asociación *Cistanthio paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* a 2150 m en alrededores del cerro “Baul” de la cuenca del río Moquegua (izquierda). Ejemplar completo de *Cistanthe paniculata* (derecha).



**Anexo 19.** Paisaje de la clase *Tiquilietea paronychoides* a 1300 m cerca al valle de Omate en la cuenca del río Tambo (izquierda). Flores de la especie característica *Euphorbia peruviana* (derecha).



**Anexo 20.** Paisaje de la asociación *Tillandsietum purpureo-landbeckii* (izquierda) a 1000 m en el sector “Las pulgas” de la cuenca del río Moquegua. Especies características únicas: *Tillandsia landbeckii* y *T. pupurea* (derecha).



**Anexo 21.** Paisaje de la asociación *Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae* a 400 m cerca la ciudad de Ilo (izquierda). Especies arbustiva característica de *Grindelia glutinosa* (derecha).



**Anexo 22.** Paisaje de la asociación *Caesalpinio spinosi-Salvietum hankeii* a 700 m en lomas de Huacaluna (izquierda). Especie arbórea de *Caesalpinia spinosa* (derecha).



**Anexo 23.** Paisaje de la asociación *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae* a 1200 m en lomas de Huacaluna (izquierda). Especie característica: *Loxanthocereus* cf. *sextonianus* (derecha).



**Anexo 24.** Paisaje de la asociación *Nicotianetum paniculatae* a 800 m en lomas de Amoquinto (izquierda). Especie característica: *Nicotiana paniculata* (derecha)











**Anexo 29.** Tabla fitosociológica de la comunidad o unidad vegetal: 9. Comunidad de *Anredera diffusa* y *Calceolaria pisacomensis* (matorral de prepuna subhúmeda).

Especies / Nro. de Levantamiento fitosociológico	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200			
<b>ECHINOPSIO SCHOENII - PROUSTIETEA CUNEIFOLIAE Montesinos, Cleef &amp; Sýkora / Echinopsio schoenii - Proustietalia cuneifoliae Montesinos, Cleef &amp; Sýkora</b>																																		
<i>Trichocereus shoenii</i>	5	5	5	.	3	4	.	.	4	2	2	5	.	.	.	4	4	6	6	.	.	.	.	.	.	.	5	2	.	.	6	.		
<i>Dalea cylindrica</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.		
<i>Ligaria cuneifolia</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Cheilanthes myriophylla</i>	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Bomarea ovata</i>	2	3	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Echeveria peruviana</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Oxalis megalorriza</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Proustia cuneifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Salvia oppositiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Senecio arnaldii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Kageneckion lanceolatae</b>																																		
<i>Kageneckia lanceolata</i>	4	4	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	3	4	.	.	.	.	.	4	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	4	.	
<i>Balbisia meyeniana</i>	.	.	.	4	6	.	.	3	.	4	2	2	4	2	4	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	3	.	.	
<i>Senecio attenuatus</i>	.	.	.	.	.	.	1	5	.	.	.	.	2	3	2	.	.	.	.	.	.	2	2	3	4	4	.	.	.	.	.	.		
<i>Lophopappus berberedifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Gnaphalium elegans</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Solanum paposanum</i>	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Valeriana interrupta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<b>9. Comunidad de <i>Anredera diffusa</i> y <i>Calceolaria pisacomensis</i></b>																																		
<i>Anredera diffusa</i>	2	.	2	1	1	3	.	.	4	3	2	1	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Siphocampylus candollei</i>	.	.	4	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Passiflora peduncularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Hutia longiflora</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Calceolaria pisacomensis</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	4	.	4	4	.	.	.	.	.	.		
<i>Achyrocline sp.</i>	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	2	1	3	.	.	.	.		
<i>Machrosporopis arequipa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Especies acompañantes</b>																																		
<i>Adesmia miraflorensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ambrosia artemisioides</i>	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Aristida adsencionis</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	
<i>Aristiegueta balli</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Baccharis latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	5	4	.	1	6	.	6	6	4	.	.		
<i>Bowlesia sodiroana</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	5	3	3	.	1	.	.	.		
<i>Caiophora cirsiifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Calceolaria inamoena</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Cantua candelilla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Colletia spinosissima</i>	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Corryocactus brevistylus</i>	.	.	.	4	4	5	5	3	2	4	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Croton ruizianus</i>	5	.	5	6	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Cumulopuntia dimorpha</i>	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Descurainia miryophylla</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ephedra americana</i>	.	.	.	.	.	2	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Eragrostis nigricans</i>	.	.	1	.	1	.	.	2	4	1	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Eragrostis weberbaueri</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Erodium cicutarium</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Fuertesimalva limensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Galinsoga mandoni</i>	3	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Galium aparine</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Gnaphalium americanum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Gnaphalium sp.4</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Grindelia boliviana</i>	.	.	.	.	.	.	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Grindelia tarapacana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Heliotropium arborescens</i>	3	2	6	.	.	.	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lupinus paniculatus</i>	.	.	.	.	.	3	4	.	.	2	2	.	.	2	.	.	.	.	3	.	2	6	7	6	6	5	.	.	.	.	.	.		
<i>Malva parviflora</i>	.	1	.	.	1	2	1	.	1	.	1	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Monnina pterocarpa</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Mutisia acuminata</i> var. <i>hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Nassella pubiflora</i>	.	.	.	.	.	.	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	3	1	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Oenothera sandiana</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.	
<i>Ophryosporus heptanthus</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	.	5	6	.	4	2	.	5	5	.	5	3	6	3	5	4	4	6	6	.	5	1	6	4	4	7	6	5	.	6	6	.		
<i>Parietaria debilis</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Pennisetum clandestinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Polyachyrus sphaerocephalus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Puya cylindrica</i>	.	.	.	4	5	4	6	.	.	.	.	.	3	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Schinus molle</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	
<i>Senecio tovarii</i>	.	.	.	3	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Stipa ichu</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tagetes multiflora</i>	1	1	1	.	.	.	2	.	1	.	.	1	.	.	.	2	3	2	.	1	1	.	2	1	1	.	.	.	.	2	1	.		
<i>Tarasa operculata</i>	5	.	2	2	.	2	.	.	3	1	2	3	2	4	5	5	4	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Tarasa rahmerii</i>	3	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>arequipensis</i>	.	3	.	.	.	3	.</																											





Anexo 32. Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 14. clase *Tiqueitea paronychoides* (matorral hiperárido) y 15. *Tillandsietum purpureo-landbeckii* (tillandsial).

Especies / Nro. de Levantamiento fitosociológico	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320		
<b>TILLANDSIETEA LANDBECKII</b>																																							
Galán de Mera & Gómez Carrión 2003 / <i>Tillandsietalia landbeckii</i>																																							
Galán de Mera & Gómez Carrión 2003																																							
<b>(14) TIQUILIEA PARONYCHOIDES / <i>Tiquilietalia paronychoides</i></b>																																							
<i>Tiquilia paronychoides</i>	.	.	.	.	.	.	7	5	6	.	3	.	4	5	2	2	4	.	6	5	4	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Eremodra intricatissima</i>	1	.	1	1	1	1	1	.	2	3	3	3	2	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Cristaria cf. multifida</i>	1	1	1	1	1	1	1	.	2	.	.	.	.	.	3	2	2	1	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Euphorbia peruviana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tiquilia elongata</i>	.	1	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Oxalis sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Reyesio chilensis - <i>Atriplexion rotundifoliae</i></b>																																							
<i>Cryptantha parviflora</i>	1	2	.	1	1	1	3	2	.	3	4	2	5	4	3	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tetragonia ovata</i>	1	.	1	1	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Nolana spargularioides</i>	2	.	1	2	.	2	4	.	.	3	3	.	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Reyesia chilensis</i>	.	1	1	.	1	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Atriplex rotundifolia</i>	.	.	5	5	4	2	.	4	4	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Hoffmannseggia miranda</i>	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>(14) <i>Weberbaueretum weberbaueri</i></b>																																							
<i>Exodeconus pusillus</i>	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Trichocline peruvianum</i>	.	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Atriplex sp.</i>	.	.	3	4	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Gilia glutinosa</i>	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Eustephia coccinea</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Weberbauerocereus weberbaueri</i>	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Helogyne sp. nov.</i>	.	.	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>(14) <i>Tiquilietum paronychoidi</i></b>																																							
<i>Exodeconus flavus</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	5	3	4	2	3	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Cistanthe celosioides</i>	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	3	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Cistanthe paniculata ssp. sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	3	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tiquilia sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Phacelia sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Solanum pennellii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Nolana latipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>(14). <i>Presliophyto incanum - Malesherbietum ardens</i></b>																																							
<i>Presliophytum incanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	4	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Malesherbia ardens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	4	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Leptoglossis albicans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Kallstroemia parviflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Coursetia heterantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Nolana platyphylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Mentzelia parviflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Domeykoa saniculifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tiquilia dichotoma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b><i>Tillandsion latifoliae</i> Galán de Mera &amp; Gómez Carrión 2003</b>																																							
<b>15. <i>Tillandsietum purpureo-landbeckii</i></b>																																							
<i>Tillandsia purpurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	3	4	7	7	8	8	7	7	6		
<b>Especies acompañantes</b>																																							
<i>Ambrosia artemisioides</i>	.	.	1	.	.	.	.	3	4	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Aphyllocladus denticulatus</i>	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Aristida adscencionis</i>	1	1	1	1	1	1	.	2	1	3	.	1	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Baccharis salicifolia</i>	.	.	5	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Chondrosium simplex</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	1	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Encelia canescens</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	3	4	3	.	.	.	4	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ephedra americana</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eragrostin nigricans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	3	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Fagonia chilensis</i>	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	3	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Schinus molle</i>	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Senecio yurenensis</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Solanum peruvianum</i>	.	.	4	.	.	.	2	.	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tarasa operculata</i>	.	.	3	.	1	.	.	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Tessaria integrifolia</i>	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

**Anexo 33.** Tabla fitosociológica de las comunidades o unidades vegetales: 16. *Eragrostio peruviani-Grindeletum glutinosae* (loma arenosa), 17. *Caesalpinio spinosum-Salvietum haenkeii* (loma arbórea), 18. *Corryocato brachypetali-Stevietum melissaeifoliae* (cardonal de loma pedregosa) y 19. *Nicotiano paniculatae-Viguietum weberbaueri* (loma degradada por acción antropogénica).

Especies / Nro. de Levantamiento fitosociológico	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365							
<b>CARICO CANDICANTIS-CAESALPINIETEA SPINOSAE Galán de Mera, Linares, Campos &amp; Vicente Orellana 2009 / Citharexylum flexuosum-Crotonetalia almifolii Galán de Mera et al. 2009</b>																																																			
<b>NICOTIANO GLUTINOSAE-AMBROSIEAEA ARBORESCENTIS Galán de Mera &amp; Cáceres in Galán de Mera, Rosa &amp; Cáceres 2002 / Nicotianetalia paniculato-glutinosa Galán de Mera &amp; Cáceres in Galán de Mera, Rosa &amp; Cáceres 2002</b>																																																			
<i>Caesalpinia spinosa</i>								6	6	6	7	7	7	7	7	5	5																																		
<i>Citharexylum flexuosum</i>								7																					6																						
<i>Grindelia glutinosa</i>	4	4	5	4	6	6	6	4	5	6	7	4	6	5	4	4	5	6	4	6	6	5	6	4	4			3	2																						
<i>Nolana confinis</i>	3				1					2																			5				4																		
<i>Tillandsia landbeckii</i>																													2																						
<b>Grindelio glutinosi-Stevion melissaeifoliae</b>																																																			
<i>Stevia melissaeifolia</i>								5				4	4	6		5	3											7	6	4	2	4	6		5	2															
<i>Spergularia collina</i>								4					1					2																		2															
<b>16. Eragrostio peruviani - Grindeletum glutinosae</b>																																																			
<i>Eragrostis peruviana</i>	5	5	4	5	6	5	1	2																																											
<i>Chenopodium petiolare</i>			4	3		3	2			2			1																																						
<b>17. Caesalpinio spinosum-Salvietum haenkeii</b>																																																			
<i>Salvia haenkei</i>								4				4																																							
<i>Croton ruizianum</i>								5	6	4	5	6	5	6	4	5	5																																		
<i>Pectocarya lateriflora</i>													1	1	1	1																																			
<i>Trichocereus uyupampensis</i>																5																																			
<i>Nicotiana glauca</i>																																																			
<i>Tiquilia litoralis</i>																1																																			
<i>Heliotropium krauseanum</i>																																																			
<i>Marrubium vulgare</i>																1																																			
<i>Stipa nardioides</i>																																																			
<i>Glandularia clavata</i>																																																			
<b>18. Corryocato brachypetali - Stevietum melissaeifoliae</b>																																																			
<i>Corryocactus brachypetalus</i>								4																																											
<i>Haageocereus decumbens</i>																																																			
<i>Loxanthocereus sextonianus</i>																																																			
<i>Tillandsia werdermannii</i>																																																			
<i>Eragrostis ciliaris</i>																																																			
<b>Nicotianon paniculatae</b>																																																			
<i>Nicotiana paniculata</i>																																																			
<b>19. Nicotiano paniculatae-Viguietum weberbaueri</b>																																																			
<i>Cyperus cf. hermaphroditus</i>																																																			
<i>Viguiera weberbaueri</i>																																																			
<i>Palaua dissecta</i>																																																			
<i>Paspalum flavum</i>																																																			
<i>Ludwigia octovalis</i>																																																			
<b>Especies acompañantes</b>																																																			
<i>Alternanthera halimifolia</i>																																																			
<i>Parietaria debilis</i>																																																			
<i>Gnaphalium purpureum</i>																																																			
<i>Erodium cicutarium</i>																																																			
<i>Mentzelia scabra</i> subsp. <i>chilensis</i>																																																			
<i>Solanum peruvianum</i>																																																			
<i>Fuertesimalva peruviana</i>																																																			
<i>Calandrinia ciliata</i>																																																			
<i>Capsella bursapastoris</i>																																																			
<i>Phyla nodiflora</i>																																																			
<i>Cotula australis</i>																																																			
<i>Dichondra microcalix</i>																																																			
<i>Hypericum silenoides</i>																																																			
<i>Salvia rhombifolia</i>																																																			
<i>Spergularia congestifolia</i>																																																			
<i>Heliotropium arborescens</i>																																																			
<i>Gilia laciniata</i>																																																			
<i>Pennisetum clandestinum</i>																																																			

**Anexo 34.** Listado florístico de las unidades de vegetación para el presente estudio en el Departamento de Moquegua.

Familia	Especie
AIZOACEAE	<i>Tetragonia ovata</i>
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea dulcis</i>
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea ovata</i>
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera arequipensis</i>
AMARANTHACEAE	<i>Atriplex rotundifolia</i>
AMARANTHACEAE	<i>Atriplex</i> sp.
AMARANTHACEAE	<i>Chenopodium album</i>
AMARANTHACEAE	<i>Chenopodium ambrosoides</i>
AMARYLLIDACEAE	<i>Eustephia coccinea</i>
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i>
APIACEAE	<i>Azorella compacta</i>
APIACEAE	<i>Bowlesia sodiroana</i>
APIACEAE	<i>Cyclospermum laciniatum</i>
APIACEAE	<i>Domeykoa saniculifolia</i>
APIACEAE	<i>Eremocharis confinis</i>
APOCYNACEAE	<i>Sarcostemma andinum</i>
ASPARAGACEAE	<i>Oziroe biflora</i>
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium triphyllum</i>
ASTERACEAE	<i>Achyrocline ramosissima</i>
ASTERACEAE	<i>Achyrocline</i> sp.
ASTERACEAE	<i>Ambrosia artemisioides</i>
ASTERACEAE	<i>Aphyllocladus denticulatus</i>
ASTERACEAE	<i>Aristiegueta balli</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis boliviensis</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis caespitosa</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis genistelloides</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis gnidiifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis salicifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i>
ASTERACEAE	<i>Belloa kunthiana</i>
ASTERACEAE	<i>Belloa longifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Belloa pickeringii</i>
ASTERACEAE	<i>Belloa piptolepis</i>
ASTERACEAE	<i>Belloa schultzii</i>
ASTERACEAE	<i>Chaethantera stuebelii</i>
ASTERACEAE	<i>Chersodoma antennaria</i>



ASTERACEAE	<i>Chersodoma jodopapa</i>
ASTERACEAE	<i>Chuquiraga rotundifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Conyza deserticola</i>
ASTERACEAE	<i>Diplostephium tacorense</i>
ASTERACEAE	<i>Encelia canescens</i>
ASTERACEAE	<i>Erigeron lanceolatus</i>
ASTERACEAE	<i>Erigeron pazensis</i>
ASTERACEAE	<i>Galinsoga mandonii</i>
ASTERACEAE	<i>Galinsoga mandoni</i>
ASTERACEAE	<i>Gamochaeta humillis</i>
ASTERACEAE	<i>Gnaphalium elegans</i>
ASTERACEAE	<i>Gnaphalium americanum</i>
ASTERACEAE	<i>Gnaphalium elegans</i>
ASTERACEAE	<i>Gnaphalium purpureum</i>
ASTERACEAE	<i>Gnaphalium sp.</i>
ASTERACEAE	<i>Gnaphalium sp.4</i>
ASTERACEAE	<i>Gochnatia arequipensis</i>
ASTERACEAE	<i>Grindelia bergii</i>
ASTERACEAE	<i>Grindelia boliviana</i>
ASTERACEAE	<i>Grindelia tarapacana</i>
ASTERACEAE	<i>Helogyne sp. nov.</i>
ASTERACEAE	<i>Heterosperma diversifolium</i>
ASTERACEAE	<i>Heterosperma nanum</i>
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris chillensis</i>
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris meyeniana</i>
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris sp.</i>
ASTERACEAE	<i>Laennecia artemisioides</i>
ASTERACEAE	<i>Leucheria daucifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Lophoppapus berberedifolius</i>
ASTERACEAE	<i>Lophoppapus foliosus</i>
ASTERACEAE	<i>Mnioides coarctata</i>
ASTERACEAE	<i>Monnina pterocarpa</i>
ASTERACEAE	<i>Mutisia acuminata var. hirsuta</i>
ASTERACEAE	<i>Mutisia lanigera</i>
ASTERACEAE	<i>Nordenstamia longistyla</i>
ASTERACEAE	<i>Onoseris odorata</i>
ASTERACEAE	<i>Ophryosporus heptanthus</i>
ASTERACEAE	<i>Ophryosporus peruvianus</i>
ASTERACEAE	<i>Oriastrum stuebelii</i>
ASTERACEAE	<i>Parastrephia lucida</i>
ASTERACEAE	<i>Parastrephia quadrangularis</i>
ASTERACEAE	<i>Perezia ciliosa</i>



ASTERACEAE	<i>Perezia multiflora</i>
ASTERACEAE	<i>Polyachyrus sphaerocephalus</i>
ASTERACEAE	<i>Porophyllum ruderale</i>
ASTERACEAE	<i>Proustia cuneifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Schkuhria multiflora</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio arnaldii</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio attenuatus</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio cf. moqueguensis</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio culcitioides</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio gamolepis</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio humillimus</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio neoviscosus</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio nutans</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio phylloleptus</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio rufescens</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio sp.</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio sp. nov.</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio sp.1</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio spinosus</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio tovari</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio tovarii</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio trifurcifolius</i>
ASTERACEAE	<i>Senecio yuensis</i>
ASTERACEAE	<i>Sigesbeckia cf. jorullensis</i>
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i>
ASTERACEAE	<i>Stevia macbridei</i>
ASTERACEAE	<i>Tagetes multiflora</i>
ASTERACEAE	<i>Tessaria integrifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Trichocline caulescens</i>
ASTERACEAE	<i>Trixis cacalioides</i>
ASTERACEAE	<i>Vasquezia oppositifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Viguiera lanceolata</i>
ASTERACEAE	<i>Werneria aretioides</i>
ASTERACEAE	<i>Werneria glaberrima</i>
ASTERACEAE	<i>Werneria pectinata</i>
ASTERACEAE	<i>Werneria sp.</i>
ASTERACEAE	<i>Xenophyllum cicliolatum</i>
ASTERACEAE	<i>Xenophyllum poposum</i>
ASTERACEAE	<i>Xenophyllum digitatum</i>
ASTERACEAE	<i>Zinnia peruviana</i>
BASELLACEAE	<i>Anredera diffusa</i>
BIGNONIACEAE	<i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>arequipensis</i>



BORAGINACEAE	<i>Cryptantha parviflora</i>
BORAGINACEAE	<i>Cryptantha peruviana</i>
BORAGINACEAE	<i>Heliotropium arborescens</i>
BORAGINACEAE	<i>Nama dichotoma</i>
BORAGINACEAE	<i>Pectocarya laterifolia</i>
BORAGINACEAE	<i>Pectocarya linearis</i>
BORAGINACEAE	<i>Phacelia</i> sp.
BORAGINACEAE	<i>Tiquilia dichotoma</i>
BORAGINACEAE	<i>Tiquilia elongata</i>
BORAGINACEAE	<i>Tiquilia paronychoides</i>
BORAGINACEAE	<i>Tiquilia</i> sp.
BRASSICACEAE	<i>Brayopsis calcyna</i>
BRASSICACEAE	<i>Descurainia depressa</i>
BRASSICACEAE	<i>Descurainia miryophylla</i>
BRASSICACEAE	<i>Descurainia</i> sp.
BRASSICACEAE	<i>Eremodraba intricatissima</i>
BRASSICACEAE	<i>Lepidium bipinatifolium</i>
BRASSICACEAE	<i>Lepidium strictum</i>
BRASSICACEAE	<i>Machrosporus arequipa</i>
BRASSICACEAE	<i>Mostacillastrum dianthoides</i>
BRASSICACEAE	<i>Mostacillastrum gracile</i>
BRASSICACEAE	<i>Sisymbrium irio</i>
BROMELIACEAE	<i>Puya cylindrica</i>
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia capillaris</i>
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia purpurea</i>
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia</i> sp.
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia usneoides</i>
CACTACEAE	<i>Armatocereus riomajensis</i>
CACTACEAE	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>
CACTACEAE	<i>Corryocactus aureus</i>
CACTACEAE	<i>Corryocactus brevistylus</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia</i> aff. <i>unguispina</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia boliviana</i> ssp. <i>ignescens</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia boliviana</i> subsp. <i>dactylifera</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia boliviana</i> subsp. <i>ignescens</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia</i> cf. <i>unguispina</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia dimorpha</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia</i> sp.
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>
CACTACEAE	<i>Cumulopuntia unguispina</i>
CACTACEAE	<i>Cylindropuntia rosea</i>



CACTACEAE	<i>Haageocereus platinospinum</i>
CACTACEAE	<i>Neoraimondia arequipensis</i>
CACTACEAE	<i>Neowerdermannia peruviana</i>
CACTACEAE	<i>Neowerdermannia peruviana</i>
CACTACEAE	<i>Opuntia ficus indica</i>
CACTACEAE	<i>Oreocereus hempelianus</i>
CACTACEAE	<i>Oreocereus leucotrichus</i>
CACTACEAE	<i>Trichocereus shoenii</i>
CACTACEAE	<i>Tunilla soehrensii</i>
CACTACEAE	<i>Weberbauerocereus torataensis</i>
CACTACEAE	<i>Weberbauerocereus weberbaueri</i>
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria inamoena</i>
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria lobata</i>
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria pisacomensis</i>
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria sclerophylla</i>
CAMPANULACEAE	<i>Siphocampylus candollei</i>
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana interrupta</i>
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana nivalis</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria sp.</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria pedunculosa</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Cardionema ramosissima</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria divaricata</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Paronychia microphylla</i> var. <i>arequipensis</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Pycnophyllum glomeratum</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Pycnophyllum molle</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Silene</i> cf. <i>andicola</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Silene genovevae</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Spergularia fasciculata</i>
CARYOPHYLLACEAE	<i>Stellaria cuspidata</i>
CRASSULACEAE	<i>Crassula connata</i>
CRASSULACEAE	<i>Echeveria peruviana</i>
CRASSULACEAE	<i>Sedum reniforme</i>
EPHEDRACEAE	<i>Ephedra americana</i>
EPHEDRACEAE	<i>Ephedra rupestris</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Croton ruizianus</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia hinkleyorum</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia peruviana</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha macrantha</i>
FABACEAE	<i>Adesmia miraflorensis</i>
FABACEAE	<i>Adesmia spinosissima</i>
FABACEAE	<i>Astragalus arequipensis</i>



FABACEAE	<i>Astragalus micranthellus</i>
FABACEAE	<i>Astragalus triflorus</i>
FABACEAE	<i>Coursetia heterantha</i>
FABACEAE	<i>Dalea cylindrica</i>
FABACEAE	<i>Dalea exilis</i>
FABACEAE	<i>Dalea moquehuana</i>
FABACEAE	<i>Hoffmannseggia miranda</i>
FABACEAE	<i>Lupinus ananeanus</i>
FABACEAE	<i>Lupinus misticola</i>
FABACEAE	<i>Lupinus paniculatus</i>
FABACEAE	<i>Lupinus paruroensis</i>
FABACEAE	<i>Lupinus sp.</i>
FABACEAE	<i>Lupinus subacaulis</i>
FABACEAE	<i>Otholobium pubescens</i>
FABACEAE	<i>Prosopis calderensis</i>
GENTIANACEAE	<i>Gentianella poculifera</i>
GERANIACEAE	<i>Erodium cicutarium</i>
GERANIACEAE	<i>Geranium sessiflorum</i>
GROSSULARIACEAE	<i>Ribes brachybotrys</i>
IRIDACEAE	<i>Olsynium junceum</i>
KRAMERIACEAE	<i>Krameria lappacea</i>
LORANTHACEAE	<i>Ligaria cuneifolia</i>
LOSACEAE	<i>Caiophora cirsiifolia</i>
LOSACEAE	<i>Mentzelia parviflora</i>
LOSACEAE	<i>Mentzelia scabra</i> subsp. <i>chilensis</i>
LOSACEAE	<i>Presliophytum incanum</i>
MALVACEAE	<i>Cristaria cf. multifida</i>
MALVACEAE	<i>Fuertesimalva chilensis</i>
MALVACEAE	<i>Fuertesimalva limensis</i>
MALVACEAE	<i>Fuertesimalva peruviana</i>
MALVACEAE	<i>Malva parviflora</i>
MALVACEAE	<i>Nototriche azorella</i>
MALVACEAE	<i>Nototriche mandoniana</i>
MALVACEAE	<i>Nototriche meyeri</i>
MALVACEAE	<i>Nototriche obcuneata</i>
MALVACEAE	<i>Nototriche rugosa</i>
MALVACEAE	<i>Nototriche sp. nov.</i>
MALVACEAE	<i>Nototriche turritella</i>
MALVACEAE	<i>Tarasa operculata</i>
MALVACEAE	<i>Tarasa rahmeri</i>
MARCHANTIACEAE	<i>Marchantia polimorfa</i>



NYCTAGINACEAE	<i>Allionia incarnata</i>
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spinosa</i>
ONAGRACEAE	<i>Epilobium fragile</i>
ONAGRACEAE	<i>Oenothera aff. sandiana</i>
ONAGRACEAE	<i>Oenothera nana</i>
ONAGRACEAE	<i>Oenothera sandiana</i>
OROBANCHACEAE	<i>Bartsia bartsioides</i>
OROBANCHACEAE	<i>Bartsia peruviana</i>
OROBANCHACEAE	<i>Orobanche tacnaensis</i>
OXALIDACEAE	<i>Oxalis laxa</i> var. <i>hispidissima</i>
OXALIDACEAE	<i>Oxalis megalorriza</i>
OXALIDACEAE	<i>Oxalis moqueguensis</i>
OXALIDACEAE	<i>Oxalis nubigena</i>
OXALIDACEAE	<i>Oxalis</i> sp.
PASSIFLORACEAE	<i>Malesherbia ardens</i>
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora peduncularis</i>
PIPERACEAE	<i>Peperomia scutaleifolia</i>
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago sericea</i> var. <i>lanuginosa</i>
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago</i> sp.
POACEAE	<i>Anthochloa</i> sp.
POACEAE	<i>Aristida adscencionis</i>
POACEAE	<i>Aristida adsencionis</i>
POACEAE	<i>Bromus berteroanus</i>
POACEAE	<i>Bromus catharticus</i>
POACEAE	<i>Calamagrostis minima</i>
POACEAE	<i>Calamagrostis vicunarum</i>
POACEAE	<i>Calamagrostis curvula</i>
POACEAE	<i>Chondrosum simplex</i>
POACEAE	<i>Dielsiochloa floribunda</i>
POACEAE	<i>Dissanthelium calycinum</i>
POACEAE	<i>Eragrostis nigricans</i>
POACEAE	<i>Eragrostis weberbaueri</i>
POACEAE	<i>Festuca</i> cf. <i>procera</i>
POACEAE	<i>Festuca dolichophylla</i>
POACEAE	<i>Festuca ortophylla</i>
POACEAE	<i>Festuca rigens</i>
POACEAE	<i>Festuca</i> sp.
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>
POACEAE	<i>Nassella pubiflora</i>
POACEAE	<i>Pennisetum clandestinum</i>
POACEAE	<i>Poa candamona</i>
POACEAE	<i>Poa</i> sp.



POACEAE	<i>Poacea</i> sp.
POACEAE	<i>Stipa neesiana</i>
POACEAE	<i>Stipa plumosa</i>
POACEAE	<i>Stipa</i> sp.
POACEAE	<i>Triniochloa stipoides</i>
POACEAE	<i>Vulpia myuros</i>
POLEMONIACEAE	<i>Bryantiella glutinosa</i>
POLEMONIACEAE	<i>Cantua buxifolia</i>
POLEMONIACEAE	<i>Cantua candelilla</i>
POLEMONIACEAE	<i>Gilia laciniata</i>
POLEMONIACEAE	<i>Huthia longiflora</i>
POLEMONIACEAE	<i>Microsteris gracilis</i>
POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>
POLYGONACEAE	<i>Muhlenbergia peruviana</i>
PORTULACACEAE	<i>Calandrinia ciliata</i>
PORTULACACEAE	<i>Cistanthe celosioides</i>
PORTULACACEAE	<i>Cistanthe paniculata</i>
PORTULACACEAE	<i>Cistanthe paniculata</i> ssp. sp.
PORTULACACEAE	<i>Cistanthe</i> sp.
PORTULACACEAE	<i>Portulaca pilosa</i>
PTERIDACEAE	<i>Argyrochosma nivea</i>
PTERIDACEAE	<i>Astrolepis sinuata</i>
PTERIDACEAE	<i>Cheilanthes fractifera</i>
PTERIDACEAE	<i>Cheilanthes myriophylla</i>
PTERIDACEAE	<i>Cheilanthes pruinata</i>
PTERIDACEAE	<i>Pellaea ternifolia</i>
RANUNCULACEAE	<i>Clematis millefoliata</i>
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>
ROSACEAE	<i>Kageneckia lanceolata</i>
ROSACEAE	<i>Polylepis subtusalbida-rugulosa</i>
ROSACEAE	<i>Tetraglochim cristatum</i>
RUBIACEAE	<i>Galium aparine</i>
RUBIACEAE	<i>Galium corymbosum</i>
SANTALACEAE	<i>Quinchamalium procumbens</i>
SOLANACEAE	<i>Exodeconus flavus</i>
SOLANACEAE	<i>Exodeconus pusillus</i>
SOLANACEAE	<i>Fabiana stephanii</i>
SOLANACEAE	<i>Leptoglossis albicans</i>
SOLANACEAE	<i>Leptoglossis albiflora</i>
SOLANACEAE	<i>Lycianthes lycioides</i>
SOLANACEAE	<i>Nolana latipes</i>
SOLANACEAE	<i>Nolana platyphylla</i>



SOLANACEAE	<i>Nolana spergularioides</i>
SOLANACEAE	<i>Reyesia chilensis</i>
SOLANACEAE	<i>Salpichroa tristis</i>
SOLANACEAE	<i>Salvia oppositiflora</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum acroscopicum</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum excisirhombeum</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum fragile</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum paposanum</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum pennellii</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum peruvianum</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>
URTICACEAE	<i>Parietaria debilis</i>
VERBENACEAE	<i>Glandularia clavata</i>
VERBENACEAE	<i>Junellia minima</i>
VERBENACEAE	<i>Junellia juniperina</i>
VERBENACEAE	<i>Mulguraea arequipensis</i>
VIVIANACEAE	<i>Balbisia meyeniana</i>
WOODSIACEAE	<i>Woodsia montevidensis</i>
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Fagonia chilensis</i>
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Kallstroemia parviflora</i>