

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS



**ESTUDIO FITOSOCIOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE
LOS MATORRALES DE ISLA GUADALUPE, MÉXICO**

TESIS:

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA

MARTHA LIZETH CECEÑA SÁNCHEZ

Ensenada, Baja California; noviembre del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

ESTUDIO FITOSOCIOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE
LOS MATORRALES DE ISLA GUADALUPE, MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA

MARTHA LIZETH CECEÑA SÁNCHEZ

Aprobada por:



Dr. José Delgadillo Rodríguez
Director



M. en C. Bernardino Ricardo Eaton
Sinodal



Dr. Alfonso Aguirre Muñoz
Sinodal



M. en C. Tom A. Oberbauer
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que colaboraron directa e indirectamente en el desarrollo de este estudio, en especial a:

El **posgrado** de Manejo en Ecosistemas de Zonas Áridas por aceptarme en el programa y permitirme la oportunidad de desarrollar esta tesis.

A mi **comité de tesis**:

Al Dr. **José Delgadillo** por dirigir la tesis, por sus enseñanzas, por introducirme a la botánica y sobre todo por su amistad. Al Dr. **Alfonso Aguirre** y al proyecto de Isla Guadalupe por las atenciones y todo el apoyo brindado, que sin ello no habría sido posible el desarrollo de esta tesis. También, al Maestro **Ricardo Eaton** por sus ideas siempre claras y su paciencia, y a **Tom Oberbauer** por ser revisor y crítico de este trabajo que continua sobre las bases establecidas a través de muchos años de estudio sobre Isla Guadalupe. A ustedes gracias por aceptar ser mis guías en este proceso, brindarme su tiempo, su conocimiento y unirse a esta investigación que tanto me apasiona.

A ti **Julio** mi compañero de vida, mi equipo, gracias por tu ayuda, por alentarme a seguir en esos momentos en los que todo parecía difícil, por no dejar que me rindiera y recordarme que todo esfuerzo es para fortalecer los cimientos de nuestro futuro juntos.

A **mi familia**, que incondicionalmente están dándome su apoyo y ánimos para continuar en cada etapa de mi vida. Mamita, hoy doy un paso más hacia adelante en este largo camino y sabes que sin tu apoyo no estaría aquí.

A **mis compañeros y amigos** a quienes aprecio mucho, les deseo mucho éxito siempre. Carlos Iván Salinas, gracias por tus asesorías, debo reconocer que te di mucha lata; Alessandra Delgadillo, Natalia Rodríguez, Mitkel Villegas, Israel Torres, Aurelio Álvarez, Alejandra García y Daniela Munguía. GRACIAS.

RESUMEN

Se realizó un estudio fitosociológico de la vegetación presente en los matorrales de Isla Guadalupe, en el cual se logró el análisis estructural de las comunidades y la descripción de las principales asociaciones vegetales. Aplicando el método Fitosociológico de Braun-Blanquet (1932) se generaron un total de 141 inventarios, mediante los cuales se logró la identificación de cinco asociaciones, de las cuales cuatro son endémicas: (1) *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea*, (2) *Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus*, (3) *Atriplex barclayana-Lycium californicum*, (4) *Sphaeralcea sulphurea-Sphaeralcea palmeri* y (5) *Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana* y una subasociación vegetal (*Deinandra greeneana* ssp. *greeneana-Sphaeralcea palmeri*). Se efectuó un análisis de agrupamiento con para clasificar la vegetación con base en la similitud entre los sitios muestreados y el número de especies comunes entre ellas, en el cual se distinguió la formación de dos grupos principales, norte y sur. Para el matorral se identificaron 75 taxa distribuidos en 30 familias y 55 géneros; de los cuales 30 corresponden a subarbustos perennes, 43 herbáceas y dos geófitas. Así mismo, las familias Asteraceae (14 taxa) y Fabaceae (8 taxa) presentan la mayor riqueza de especies nativas en los sitios de muestreo y posiblemente para la isla. Finalmente el análisis de autocorrelación espacial (Índice de Moran, 1950), indica que no existen valores estadísticamente significativos para las variables de abundancia, cobertura vegetal total y riqueza; lo que se atribuye a la heterogeneidad de ambientes y los factores físicos y exclusivos de cada comunidad evaluada, así mismo como la etapa sucesional en que se encuentran. En conclusión hay una respuesta homeostática positiva del ecosistema insular, a favor de la recuperación de sus comunidades vegetales originales.

Palabras clave: Fitosociológico, vegetación, matorrales, Isla Guadalupe, asociaciones vegetales, comunidad.

ABSTRACT

A phytosociological survey of the vegetation was conducted in the scrubs of Isla Guadalupe, where the structural analysis of communities and the description of the main plant associations was achieved. Applying the Phytosociological method of Braun-Blanquet (1932) a total of 141 inventories were conducted, whereby the identification of five associations was achieved, four of them are endemic: (1) *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea*, (2) *Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus*, (3) *Atriplex barclayana-Lycium californicum*, (4) *Sphaeralcea sulphurea-Sphaeralcea palmeri* y (5) *Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana* and a vegetal subassociation (*Deinandra greeneana* ssp. *greeneana-Sphaeralcea palmeri*). An cluster analysis where conducted to classify the vegetation based on the similarity between the sampled sites and the number of common species between them, resulting in the formation of two main groups, north and south. In the scrubs were identified 75 taxa in 30 families and 55 genera; 30 correspond to perennial subshrubs, 43 herbaceous and two geophytes. Likewise, families Asteraceae (14 taxa) and Fabaceae (8 taxa) have the greatest species richness of native species in the sampling sites and possibly for the island. Finally, the analysis of spatial autocorrelation (Moran, 1950), do not indicated statistically significant values for the variables of abundance, total vegetation cover and species richness; this is attributed to the heterogeneity of environments and physical factors, in particular for each community assessed in addition of the successional stage. In conclusion there is a positive homeostatic response of the island ecosystem, for the recovery of their original plant communities.

Keywords: Phytosociological method, vegetation, scrubs, Isla Guadalupe, plant associations, community

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	12
1.1. Flora y Vegetación	12
1.2. Impacto en la vegetación.....	14
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION	17
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.2. JUSTIFICACIÓN	18
CAPITULO III. OBJETIVOS	19
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
3.2. OBJETIVOS PARTICULARES	19
CAPÍTULO IV. MARCO CONCEPTUAL	20
CAPÍTULO V. MATERIAL Y MÉTODOS	21
5.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
5.2. MÉTODOS	25
5.2.1. Método Fitosociológico.....	25
5.2.2. Levantamiento de datos	26
5.2.3. Síntesis de datos	30
5.3.1. Análisis de conglomerados (Clúster)	31
5.4. ANÁLISIS ESPACIAL	32
5.4.1. Sistemas de información geográfica.....	32
5.4.2. Base de datos	32
5.4.3. Representación espacial de los datos: Mapas	33
CAPÍTULO VI. RESULTADOS	34
6.1. COMUNIDADES VEGETALES	34
6. 2. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN	38
6.2.1. Análisis de conglomerados (Clúster)	38
6.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES	41

1. <i>Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea</i> (Tabla 3).....	41
2. <i>Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus</i> (Tabla 4)	44
3. <i>Atriplex barclayana-Lycium californicum</i> (Tabla 5)	47
4. <i>Sphaeralcea palmeri-Sphaeralcea sulphurea</i> (Tabla 6)	50
5. <i>Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana</i> (Tabla 7)	53
6.4. COMPONENTE FLORÍSTICO	56
6.5. ANÁLISIS ESPACIAL	59
6.5.1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (BASES DE DATOS)	59
6.5.2. Representación espacial de los datos: Mapas	59
6.5.3. Abundancia	60
6.5.4. Cobertura	60
6.5.5. Riqueza	61
CAPITULO VII. DISCUSION	62
7.1. COMUNIDADES VEGETALES	62
7.2.- CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN	64
7.2.1.- Análisis de conglomerados	64
7.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES	65
7.3.1. <i>Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea</i>	65
7.3.2. <i>Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus</i>	66
7.3.3. <i>Atriplex barclayana-Lycium californicum</i>	66
7.3.4. <i>Sphaeralcea sulphurea-S. palmeri</i>	67
7.3.5. <i>Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana</i>	68
7.4. COMPONENTE FLORÍSTICO	69
7.5. ANALISIS ESPACIAL	70
7.5.1. Base de datos	70
7.5.2. Representación espacial de los datos: Mapas	70
CAPITULO VIII.- CONCLUSIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Asociaciones vegetales.....	36
Tabla 2. Matriz de similitud (Índice de Jaccard).....	38
Tabla 3. <i>Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea</i>	43
Tabla 4. <i>Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus</i>	46
Tabla 5. <i>Atriplex barclayana-Lycium californicum</i>	48
Tabla 6. <i>Sphaeralcea sulphurea-Sphaeralcea palmeri</i>	52
Tabla 7. <i>Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana</i>	55
Tabla 8. Comparación de la presencia (frecuencia) de especies en los muestreos.....	57
Tabla 9. Asociaciones vegetales reconocidas y superficie.....	59
Tabla 10. Equivalencias del matorral en la Isla Guadalupe.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación zona norte en el periodo de 2012-2014.....	22
Figura 2. Localización de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, México.....	24
Figura 3. Ubicación de los muestreos.....	28
Figura 4. Localización de las asociaciones vegetales en Isla Guadalupe.....	37
Figura 5. Dendrograma de las especies por sitio de muestreo,.....	40
Figura 6. Comunidad de <i>Perityle incana</i>	42
Figura 7. <i>Perityle incana</i>	42
Figura 8. La endémica <i>Sphaeralcea sulphurea</i>	45
Figura 9. Dominancia de <i>S. sulphurea</i> al sur del bosque de Ciprés.....	45
Figura 10. Comunidades de la zona sur (mesa sur).....	49
Figura 11. Comunidad de <i>Deinandra greeneana</i> ssp. <i>greeneana</i> y <i>Sphaeralcea palmeri</i>	49

Figura 12. Asociación de <i>Sphaeralcea</i> (<i>S. sulphurea</i> y <i>S. palmeri</i>) en la parte central de la isla.....	51
Figura 13. Asociación de <i>Ambrosia camphorata</i> al sur de la isla.....	53
Figura 14. Matorral de <i>Ambrosia camphorata</i> y <i>Atriplex barclayana</i>	54
Figura 15. Familias presentes en muestreos.....	56
Figura 16. Especies más abundantes en los muestreos.....	58

ANEXOS

ANEXO 1. Listado de florístico de los matorrales.....	78
--	----

ANEXO 2. Coordenadas UTM.....	84
--------------------------------------	----

ANEXO 3. Mapas

ANEXO 3.1. Mapa de abundancia de especies.....	89
---	----

ANEXO 3.2. Mapa de cobertura.....	90
--	----

ANEXO 3.3. Mapa de riqueza.....	91
--	----

INTRODUCCIÓN

Las comunidades vegetales de Isla Guadalupe constituyen una variante de la transición área mediterránea-desierto, al contar con un importante carácter mediterráneo determinado por la combinación de una significativa proporción de lluvias de invierno y un determinante efecto de las nieblas costeras potenciado por su elevada topografía (González-Abraham *et al.* 2010). La distancia de la isla hacia el continente y su origen geológico han influido en su singularidad biológica y biogeográfica, misma que como isla oceánica es incuestionable. Debido a dichos factores islas como Cedros y Guadalupe son capaces de albergar comunidades de bosques de coníferas, chaparral y matorral costero (Oberbauer, 2002).

La revisión bibliográfica generó numerosos estudios acerca de la flora y vegetación de isla Guadalupe, así como en otras islas mexicanas del Pacífico oriental frente a las costas de Baja California (Junak *et al.* 1994; Moran, 1996, Oberbauer, 1987, 1999, 2002, 2005) y las islas del Canal del sur de California (Veitch *et al.* 2002; Junak, 1995). Por otra parte, se han descrito asociaciones vegetales de los matorrales costeros para la península de Baja California y el suroeste de Estados Unidos (Axelrod, 1978; Westman, 1981, 1983a, b; Peinado y Delgadillo 1992, Delgadillo *et al.* 1992; Peinado *et al.* 1994, 1995, 1997a, 1997b, 2005) en diferentes tipos de vegetación.

A pesar de que isla Guadalupe sufrió una severa transformación del paisaje por el efecto de una población de cabras ferales introducidas a mediados del siglo XIX —recientemente erradicadas—, los remanentes de vegetación que aún existen, guardan elementos dominantes de las comunidades vegetales originales. Tal es el caso de la parte sureste en donde se encuentran comunidades dominadas por los géneros *Lycium*, *Atriplex*, *Ambrosia*, así como la vegetación de los islotes Toro y Zapato, frente al extremo sur, que se encuentra en condiciones casi prístinas y donde las cabras no estuvieron presentes (Oberbauer, 2005).

Para el análisis de las comunidades vegetales de este trabajo, se presenta se siguió el método fitosociológico de Braun-Blanquet (1932) el cual permite conocer el estado actual de las comunidades, sus características estructurales, y la identificación y descripción de

las asociaciones vegetales del matorral principalmente considerando las especies perennes. Se pretende que los resultados de este estudio se constituyan como una línea-base I que sirva como referencia para futuros trabajos de conservación, restauración y rehabilitación ecológica de la vegetación luego de la erradicación de las cabras ferales.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

Isla Guadalupe se encuentra aproximadamente a 260 km al poniente de la península de Baja California, condición que propició el desarrollo evolutivo de especies únicas de flora y fauna (no hay mamíferos, reptiles ni anfibios). Así, su riqueza biológica terrestre es particularmente notable en plantas vasculares (Moran, 1996; León de la Luz, 2003). Esta riqueza despertó desde finales del siglo XIX la curiosidad de estudiosos de las ciencias naturales, así como a los recolectores de guano y cazadores de mamíferos marinos, últimos hicieron la introdujeron en el siglo XIX cabras a la isla con la finalidad de tener carne fresca para sus expediciones (León de la Luz, *et al* 2003; en Santos Del Prado y Peters, 2005; Campbell *et al.* 2005; Aguirre-Muñoz *et al.* 2011). Las cabras se adaptaron rápidamente a las condiciones de la isla y su población tuvo fluctuaciones en función de las variaciones anuales de precipitación y la consecuente abundancia de alimento (Meling, 1985). Por su parte, las plantas nativas de la isla evolucionaron sin desarrollar adaptaciones defensivas contra los nuevos herbívoros, por lo que hubo severos efectos en la estructura de la vegetación y su flora (Coblentz, 1978).

En 1922, Isla Guadalupe fue declarada bajo decreto presidencial como zona a *“permanecer reservada para la protección y desarrollo de las riquezas que ellas contienen, tanto en materia forestal y en rebaños, y en caza y pesca”*. Posteriormente, en 1928, el Presidente Plutarco Elías Calles la decretó como *“Zona Reservada para la Caza y Pesca de especies animales y vegetales”* (DOF, 16 de agosto de 1928), principalmente dirigida a proteger las poblaciones de mamíferos marinos (elefante marino y lobo fino de Guadalupe), que para entonces se encontraban casi en la extinción.

1.1. Flora y Vegetación

El naturalista Edward Palmer (1875; en Moran, 1996) fue el primero en realizar notas sobre la flora y la vegetación de Isla Guadalupe; describió 119 especies de plantas vasculares, 107 nativas y 12 introducidas y además observó un acelerado decremento de la vegetación por causa de las cabras. Greene (1885; en Moran ,1996) fue el segundo botánico en estudiar la flora en la isla agregando nueve especies al listado de Palmer. De

acuerdo a Moran (1996), Rempel es el primer botánico en visitar el islote Zapato describiendo el endemismo *Eriogonum zapatoense*.

En 1890 Rose describió cuatro nuevas especies (*Eschscholzia palmeri*, *Hemizonia greeneana*, *H. Palmeri* y *Sphaeralcea palmeri*), y registró las especies exóticas *Centaurea melitensis*, *Melilotus indica* y *Sonchus tenerrimus*. J.T Howell (1942; en Moran, 1966) describió *Baeropsis guadalupensis* y además registró siete especies nativas y cinco introducidas, entre las cuales está *Bromus rubens* y *Mesembryanthemum nodiflorum*.

Reid Moran realizó varias y prolongadas expediciones entre 1948 y 1996, aportando la mayor contribución sobre la flora y vegetación en Isla Guadalupe, y documentando al mismo tiempo los efectos de las cabras sobre la vegetación. Moran (1996), reportó para la isla un total de 216 especies, subespecies y variedades, incluyendo las consideradas extintas.

Un total de 34 taxa de plantas endémicas, que representa casi el 20% de la flora nativa de la isla (Junak *et al.* 2005), tales como *Pinus radiata* var. *binata*, *Callitropsis guadalupensis* {=*Cupressus g.*}, *Brahea edulis*, *Senecio palmeri*, *Perityle incana*, *Sphaeralcea sulphurea*, *S. palmeri* y *Phacelia phyllomanica*.

Con relación con a la flora de los islotes cercanos, se ha documentado lo siguiente: a) Islote Toro, 32 especies y un híbrido putativo interespecífico, 18 endémicos del archipiélago (56.3%) incluyendo el género endémico monotípico *Baeropsis guadalupensis*; b) Islote Morro Prieto, 27 taxa, y c) Islote Zapato con 39 taxa y una especie endémica *Eriogonum zapatoense*. En total Rebman *et al.* (2002) reportaron 223 taxa para el archipiélago de Isla Guadalupe.

En cuanto a la vegetación de la isla, Meling (1985) hace una descripción en siete tipos: matorral costero, bosque de ciprés, relictos de pino-encino, matorral de rélices, palmar, pastizal y matorral de *Nicotiana glauca*, además de tres subtipos de matorral costero: *Hemizonia-Atriplex*, *Atriplex-Sphaeralcea* y *Ambrosia-Atriplex*. Este mismo autor menciona que entre 1984 y 1985, el 45 % de las especies observadas eran raras y que, en algunos casos, sólo se encontró un individuo; otras observaciones fueron la dominancia de pastos y especies exóticas, así como la no existencia de reclutamiento de árboles debido al intenso ramoneo y pastoreo de las cabras.

Oberbauer (2005, 2006), basado en los vestigios de poblaciones de plantas nativas de Isla Guadalupe y las comunidades de las islas del Canal de California, así como de los matorrales costeros de Baja California hizo una reconstrucción de las comunidades vegetales que existieron en el pasado (antes de la introducción de cabras) y en tiempos modernos, describió 11 comunidades. Además refirió una pérdida total del matorral (*sage scrub*) y otras comunidades en la isla (Matorral de *Artemisia* y Chaparral),

1.2. Impacto en la vegetación

A la par de las cabras ferales, otra grave amenaza para la vegetación fue la llegada de especies exóticas de flora, que se constituyeron como un riesgo para la diversidad biológica de Isla Guadalupe en los últimos dos siglos. (Moran, 1996). Moran (1996), reportó para la isla especies introducidas europeas (46) y del oeste de América (15). Posteriormente, León de la luz *et al.* (2002) registraron 61 especies exóticas (e.g. *Avena barbata*, *Avena* spp., *Bromus rubens*, *Hordeum murinum* ssp. *glaucum* y *Vulpia myuros* var. *hirsuta*), las cuales se cree fueron introducidas como alimento para las cabras a finales del siglo XIX. Estos autores consideraron a estas especies introducidas como una seria amenaza para las plantas nativas, en particular porque su estrategia oportunista las convierte en invasoras de los hábitats de la isla, extendiendo con mucha facilidad su distribución y desplazando a las plantas nativas.

En la actualidad —si bien ya hay un cambio radical de tendencia después de la erradicación de las cabras—, la vegetación en Isla Guadalupe aun presenta los efectos del intenso y sostenido pastoreo y ramoneo, con la consecuente pérdida masiva y modificación de las comunidades vegetales y hábitats de la isla. En estudios previos se ha descrito un decremento de la cobertura del bosque de ciprés de 3850 ha a 85 ha (Rodríguez Malagón, 2006) en un periodo estimado de 1800 a 2003. De acuerdo a Oberbauer (2005), el matorral marítimo desértico fue reducido de 10550 ha a 800 ha. Entre las comunidades vegetales más modificadas se encuentran la del enebro o Junípero (*Juniperus*), el matorral de *Artemisia*, así como el chaparral, los cuales originalmente cubrían grandes porciones de la isla (Oberbauer, 2006).

Si bien no hay una evaluación concluyente de las especies nativas que han desaparecido de la isla por el impacto de las cabras, se ha considerado que 26 especies están extintas (endemismos insulares) o han desaparecido de la isla, incluyendo un género endémico monoespecífico (*Hesperelaea*). Otras especies de plantas parecían estar en el umbral de su desaparición antes de la erradicación de la cabra feral (León de la Luz *et al.* 2002; en Santos del Prado y Peters, 2005). Es importante referir que aún se conservan sitios prístinos como son los islotes Toro, Morro Prieto y Zapato.

En el siglo XXI se ampliaron los estudios detallados de la flora y vegetación de Isla Guadalupe (Rebman *et al.* 2002; Junak, 2001-2005, 2007; Oberbauer, 2005, 2006) con el propósito de evaluar el daño efectuado por parte de las cabras. Así, se implementó un plan para evidenciar los daños y evaluar su potencial recuperación ante la ausencia de las cabras (Junak *et al.* 2005; en Santos Del Prado y Peters, 2005). Para ello, el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI) colocó cercos exclusivos en diferentes hábitats de la isla, con el fin de mantener a las cabras fuera del alcance de la vegetación dentro de los cercos; a su vez, se colocaron 36 transectos permanentes, dentro y fuera de los cercos, para evaluar la respuesta de la vegetación, así como su diversidad y abundancia a través del tiempo (Junak *et al.* 2005). El potencial de una respuesta homeostática positiva o de resiliencia a esta estrategia fue evidente (Aguirre-Muñoz, *et al.* 2003 en Santos Del Prado y Peters, 2005), obteniéndose resultados favorables: aumento de la cobertura vegetal y el redescubrimiento de seis taxa que se creían extintos, así como la localización de individuos de especies endémicas (Junak, *et al.* 2005). El siguiente paso fue la erradicación de especies introducidas y que comenzó a prepararse en el año 2003.

La erradicación efectiva de las cabras inició en 2004 por parte de GECI, con el respaldo de una coordinación interinstitucional que incluyó a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), al Instituto de Ecología (INE), la Secretaría de Marina - Armada de México (SEMAR) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (Aguirre-Muñoz *et al.* 2010). La erradicación concluyó en 2007 extirpando un poco más de 10000 cabras, de las cuales 3000 fueron removidas vivas de la isla, mientras que el resto fueron sacrificadas por cacería terrestre, cacería

aérea y trampeo (Aguirre-Muñoz *et al* 2011). Del 2008 al 2010 se realizaron monitoreos para confirmar la ausencia de cabras, siendo la erradicación exitosa. De esta manera se dió el primer y definitivo paso —en este caso en realidad una condición *sine qua non*— hacia la restauración de la vegetación nativa, registrándose respuestas espectaculares de algunas especies (Aguirre-Muñoz *et al.* 2011), en especial del ciprés, el pino y la palma endémica.

CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar del aislamiento y lejanía al continente, Isla Guadalupe sufrió por cerca de 150 años la introducción de cabras, las cuales desencadenaron afectaciones negativas al equilibrio de los procesos biológicos y a la dinámica de las comunidades vegetales, y provocaron fuertes erosiones de los ya de por sí escasos suelos. A partir de la introducción de la cabra, su incremento provocó la disminución de la cobertura vegetal, erosión de los suelos hasta dejar áreas completamente desnudas, alteraciones y cambios en la estructura de la vegetación, e impidieron el reclutamiento y la regeneración de las especies nativas (Meling, 1985; Moran, 1996; Rebman *et al.* 2002; León de la Luz *et al.* 2003; Garcillán, *et al.* 2008).

Las primeras descripciones de la flora y vegetación de Isla Guadalupe fueron elaboradas cuando las cabras ya estaban presentes en la isla; incluso los primeros naturalistas que exploraron la isla evidenciaron los daños causados sobre la cobertura vegetal (Moran 1949-1996; Meling, 1985; Rebman *et al.* 2002; Junak 2001-2005, 2007; Oberbauer 2005, 2006). Sin embargo, después de la erradicación, se desconoce la composición y estructura actual, y potencialmente original, de las comunidades vegetales.

La descripción sistemática de la estructura actual —ex post la erradicación de la cabra feral— de las comunidades vegetales, particularmente de los matorrales, había quedado como una asignatura pendiente y de gran importancia para el conocimiento y manejo de la isla. Por ello, la presente tesis se plantea como objetivo central el análisis estructural de las comunidades y la descripción de las principales asociaciones vegetales presentes en los matorrales, aplicando el método Fitosociológico de Braun-Blanquet (1932). Como consecuencia, se podrán identificar las respuestas homeostáticas o naturales del ecosistema insular ante la erradicación de la cabra feral, en particular las tendencias de recolonización y distribución de especies de plantas nativas y endémicas en los diferentes hábitats de la isla. Este conocimiento será de gran utilidad para la implementación de

medidas encaminadas a la protección de especies (Simonetti *et al.* 2012) y para informar decisiones con relación a programas de restauración, conservación y manejo vegetal.

2.2. JUSTIFICACIÓN

A partir de la información generada se pretende la creación de una línea base, donde se establezca información diagnóstica confiable sobre las asociaciones vegetales, el estado actual de la estructura y componente florístico de los matorrales.

De la misma manera, y partir de un conocimiento de las comunidades vegetales, principalmente en sus aspectos florísticos, sinecológicos, estructurales y dinámicos, la presente tesis constituye una herramienta de apoyo para estudios a corto, mediano y largo plazo a manera de referencia para evaluar los procesos de degradación o recuperación de la vegetación en áreas que fueron impactadas por las cabras y aplicar las acciones de manejo pertinentes que conduzcan hacia la restauración y la conservación de las comunidades vegetales.

CAPITULO III. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar las comunidades y asociaciones vegetales de los matorrales en Isla Guadalupe, México.

3.2. OBJETIVOS PARTICULARES

Describir la estructura de las comunidades y las principales asociaciones vegetales de los matorrales.

- Determinar el componente florístico en las asociaciones identificadas.
- Representar espacialmente las zonas con mayor abundancia, cobertura y riqueza florística.

CAPÍTULO IV. MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual de la presente tesis es el de caracterizar con trabajo de campo intensivo los elementos que intervienen en la investigación de las comunidades vegetales, así como, una revisión bibliográfica exhaustiva, y la aplicación de aquellas definiciones y conceptos que nos permitirán interpretar resultados y puntualizar las conclusiones.

Así, este estudio tiene como objetivo identificar y evaluar el estado actual de la estructura y composición florística de las diferentes comunidades vegetales de matorral. Para lograr lo anterior, se aplicará el método Fitosociológico propuesto por Braun-Blanquet (1932), y que tiene como propósito el describir las comunidades e identificar las asociaciones vegetales.

De manera amplia se ha utilizado el concepto de vegetación siguiendo las definiciones de los más importantes ecólogos vegetales por su colaboración en el análisis de las comunidades vegetales en Norteamérica:

- a) **Frederic E. Clements (1884-1945):** un grupo de unidades, asociaciones o comunidades, con varios componentes de especies.
- b) **Henry A. Gleason (1882-1975):** como la unión de individuos de plantas hasta especies las cuales están distribuidas de acuerdo a sus propios requerimientos fisiológicos.

Por otra parte, las comunidades vegetales se han definido como "*conjuntos más o menos homogéneos de plantas, pertenecientes a distintos taxones que ocupan un área y medio determinados. Se emplea a veces como sinónimo de fitocenosis, sinecia y asociación*". (Delgadillo, 2014).

En cuanto a la definición de asociación vegetal, se toma la propuesta por Flahault y Schroter (1910), en el 3er. Congreso Internacional de Botánica quienes propusieron la definición de la unidad básica de la clasificación como "*un tipo de comunidad de plantas de composición florística definida, condiciones de hábitat y fisionomía uniforme. La asociación está caracterizada por una recurrente combinación de especies las cuales pueden ser encontradas en sitios de similares condiciones ecológicas*".

CAPÍTULO V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Isla Guadalupe es una isla oceánica que se encuentra localizada en el Océano Pacífico Oriental, dentro de la región biogeográfica del Pacífico Norte Templado, a 260 km al poniente de las costas de la península de Baja California y marca el límite de la zona económica exclusiva del país en la región (Aguirre-Muñoz *et al.* 2010). Sus coordenadas geográficas son 29° lat N y 118° 16' long W (Figura 1). Su origen es volcánico, formada sobre una cresta fósil y con una edad calculada entre 8 y 10 millones de años. Sus dimensiones son de 37 km el eje N-S x 12 km en el eje E-O, con una altitud máxima de 1300 msnm. Existen tres islotes en el extremo sur de la isla principal: Negro (30 m de altitud), El Toro (210m) y Zapato (190m); cada uno con una superficie aproximada de un km² (León de la Luz *et al.* 2002).

Isla Guadalupe como ecosistema, al igual que las otras islas del Pacífico de Baja California, es un ecosistema único en su tipo (Aguirre-Muñoz *et al.* 2003), ya que presenta una topografía muy abrupta, desde el nivel del mar hasta 1.3 km de altitud, y se sitúa en la región sur del sistema de la corriente de California.

Meling (1985) refiere que los suelos en su mayoría se derivan de rocas ígneas con tres tipos principales: adenosoles, vertisoles y litosoles. Los adenosoles contienen fragmentos de vidrio volcánico y lava expulsada durante la erupción y se distribuyen principalmente al norte en zonas forestales, este subtipo de suelo comprende una superficie aproximada de 21.84%. Los vertisoles (crómicos), de tonos pardos, se localizan en la parte central con una superficie de casi el 15%. Por último, los litosoles son suelos muy delgados y tienen una profundidad menor a 10 cm, los cuales se encuentran localizados en pendientes, laderas y acantilados, ocupando un área de aproximadamente 44.3%.

Isla Guadalupe presenta un clima similar al de la costa occidental de Baja California, con características de desértico a templado–seco. La cantidad de precipitación pluvial es

mayor en el invierno debido a tormentas provenientes del norte (Aguirre Muñoz *et al.* 2003). En la llamada punta sur de la isla se presenta la mayor aridez con una precipitación anual de 120 mm, y una temperatura media mensual de 17-19°C (León de la Luz, *et al.* 2003). En la parte central (Pista) se han registrado temperaturas en el rango de 8 a 32°C y una humedad relativa con un rango muy amplio de 5 a 95% (Aguirre-Muñoz *et al.* 2013). Mientras que en la parte norte de la isla, en la zona del bosque de ciprés por estar más expuesta a los vientos y debido a su mayor elevación, la precipitación es mayor (Moran,1996; Castro *et al.* 2005) que en el resto de la isla; además, de la frecuente presencia de niebla, situación que favorece a la vegetación en tiempos de sequía (figura 1). La precipitación en la parte alta de la isla es en promedio de 300 mm por año (Julio Hernández Montoya, comunicación personal).

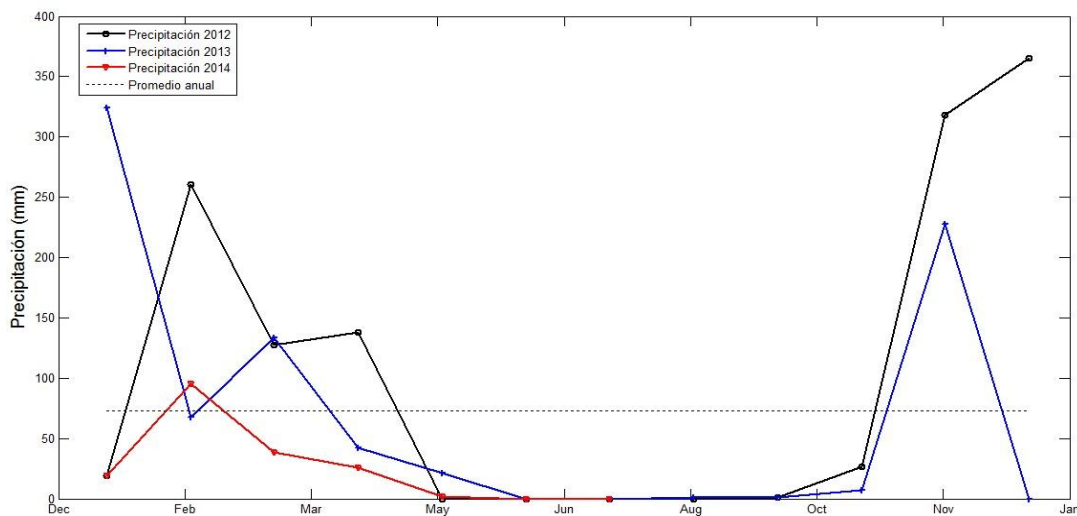


Figura 1. Precipitación correspondiente a la zona norte en el periodo de 2012-2014, en donde se observan los valores máximos de noviembre a febrero y valores mínimos de mayo a septiembre.

Desde el punto de vista Fitogeográfico, Isla Guadalupe es un ecosistema muy particular debido a su ubicación geográfica y aislamiento del continente, lo que ha propiciado la diferenciación de especies de plantas en la isla. Así, debido a esta singularidad, Rzedowski (1978) reconoce a Isla Guadalupe como una provincia florística separada y la denomina "Provincia de Isla Guadalupe". Por otro lado, Moran (1996) considera que la isla es un desplazamiento de la Provincia Florística de California, ya que comparte semejanzas florísticas con las islas del Canal de California.

Isla Guadalupe y sus islotes fueron declaradas Reserva de la Biosfera por decreto presidencial, el 25 de abril de 2005, publicado en el Diario Oficial de la Federación (Poder Ejecutivo Federal, 2005), quedando su administración a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en coordinación con la Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR). Algunas especies de la isla están en alguna categoría de protección de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la isla hay un destacamento permanente de la Secretaría de Marina - Armada de México y una comunidad pesquera conformada de 70 a 120 personas dependiendo de la temporada de pesca, entre pescadores, sus familias y hasta un par de maestros de la CONAFE (Consejo Nacional de Fomento Educativo). Por otra parte, el Grupo Ecología y Conservación de Islas, AC (GECI) tiene su campo base dentro en la parte alta de la isla, junto al bosque de ciprés, con presencia continua de investigadores y técnicos que se dedican de lleno a la restauración y conservación de la isla desde el año 2002 (Obs. pers.)

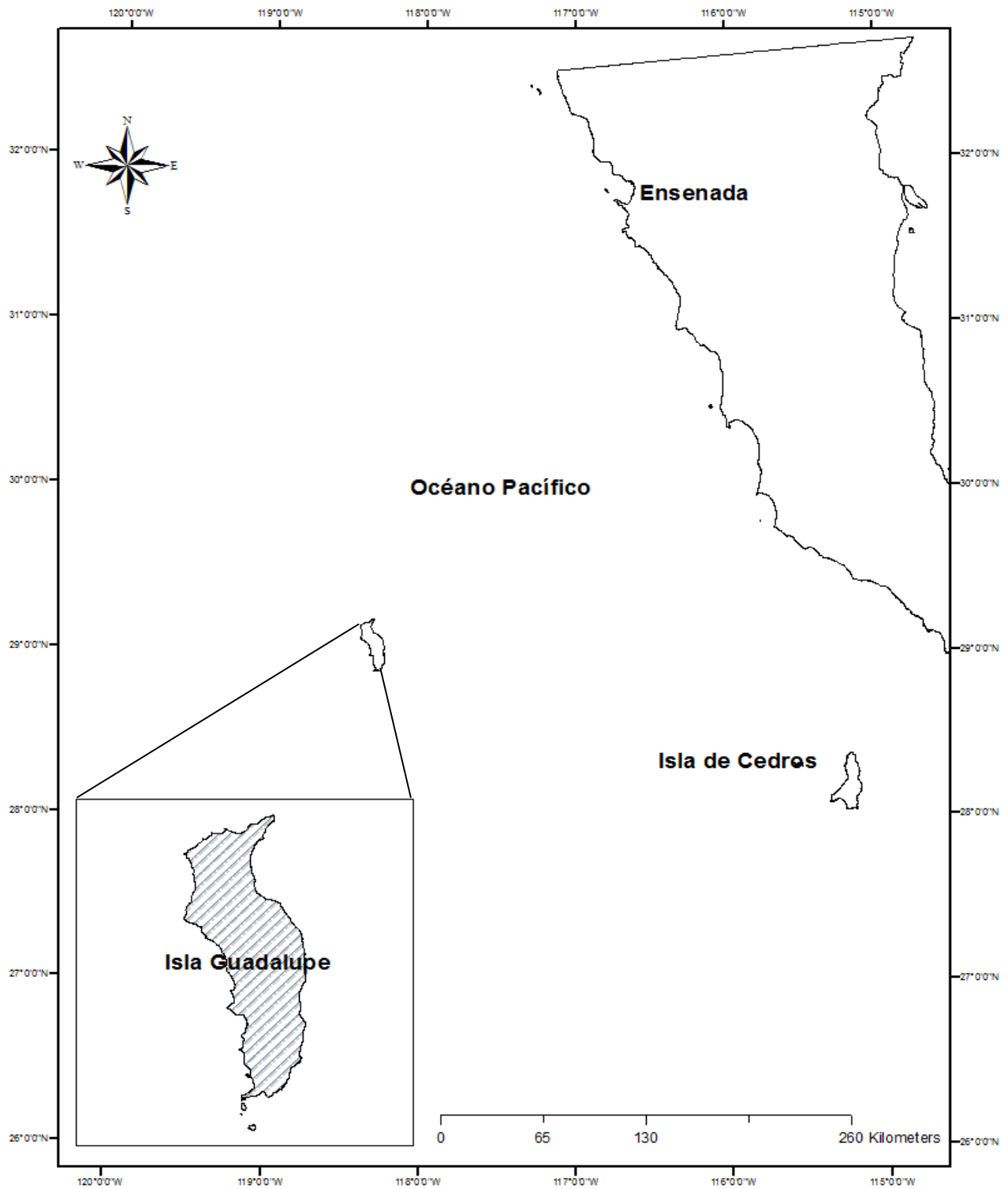


Figura 2. Localización de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, México.

5.2. MÉTODOS

El presente estudio fue diseñado para ser desarrollado en dos periodos de muestreo, marzo de 2013 y marzo de 2014, con una duración de un mes para cada uno. Este programa de muestreo permitió evaluar y determinar la estructura actual de las comunidades, particularmente de los matorrales, así como la identificación de sus posibles asociaciones vegetales. Para ello se realizó la evaluación de la estructura, composición florística, estimación de abundancia y cobertura, e identificación de sus potenciales asociaciones vegetales, a partir de inventarios florísticos detallados y el método fitosociológico de Bran-Blanquet (1932).

5.2.1. Método Fitosociológico

Este método es utilizado en la actualidad para los estudios de vegetación. Se basa en el inventario fitosociológico o inventario florístico, , que permite la obtención de información en campo sobre las especies que componen las comunidades vegetales.. Los inventarios permiten reconocer aquellas especies con valores constantes y porcentaje de abundancia-cobertura y frecuencia, así como determinar una jerarquización de las especies, donde se permitirán conocer a las asociaciones vegetales, consideradas por el método Fitosociológico como las unidades básicas de clasificación.

En una asociación están presentes las especies características: aquellas que muestran una distribución relativamente restringida a una asociación y son indicativas del ambiente en una comunidad (Peinado *et al.* 2005). El método se fundamenta en una primera etapa que son muestreos subjetivos ya que son de tipo preferencial, y una segunda etapa donde se analizan los datos de manera cuantitativa, para disminuir la subjetividad.

5.2.2. Levantamiento de datos

Los datos se obtuvieron mediante un muestreo estratificado. Primeramente, se dividió a la isla estratégicamente en seis localidades, o sitios, donde se ubicaron las áreas de muestreo y se levantaron los inventarios fitosociológicos. Para la clasificación de los matorrales de la isla se siguió la propuesta de Oberbauer (2005) (Cuadro 1).

En cuanto a la selección de las 141 áreas de muestreo, o cuadrantes realizados, se siguió el criterio básico del método fitosociológico (Braun-Blanquet, 1932): un área florísticamente homogénea que contiene especies perennes y una representación apropiada de las comunidades vegetales, mismas que son diferentes según la estructura. El tamaño y forma de los cuadrantes de muestreo se basaron en el concepto de área mínima propuesta por la UNESCO (1973) y posteriormente adaptada por Grossman *et al.* (1998). El área mínima aplicada por cuadrante fue de 100 m² (10 x 10 m²), con una distancia mínima entre cuadrantes de 250 m y máxima de 500 m.

El método fitosociológico se realiza en dos fases: analítica y sintética. La fase analítica consiste en el levantamiento de inventarios florísticos detallados sobre el territorio; es la fase de muestreo o toma de datos de campo, donde se recopila toda la información necesaria acerca de las comunidades vegetales.

Para cada inventario se tomaron los siguientes datos: localidad o sitio, fecha, altitud (m), superficie del cuadrante, número de inventario, ubicación geográfica (coordenadas) con GPS marca Garmin ®, pendiente en grados (°), sustrato, exposición solar, porcentaje de cobertura total del muestreo, fotografías de cada cuadrante, así como el componente florístico total (perennes y anuales) y estado fenológico (v. vegetativo, fl: floración, fr: fructificación). Para el análisis de las comunidades sólo se toman en cuenta las especies perennes que son las indicadoras de la estructura de los matorrales. También se registraron las especies de importancia, por ejemplo especies raras, ubicadas dentro o en zonas aledañas del cuadrante.

Cuadro 1. Número total de inventarios realizados por localidades (sitios) de muestreo.

	Localidades	No. de inventarios
1	Cráter, Camino al aguaje y camino a Campo Norte	25
2	Monte Augusta, laderas noroeste, El Comal	26
3	Mesa sur (zona de líquenes), El Estadio	25
4	Campo Pista (pastizal)	25
5	Matorral sur	25
6	Campo oeste	17

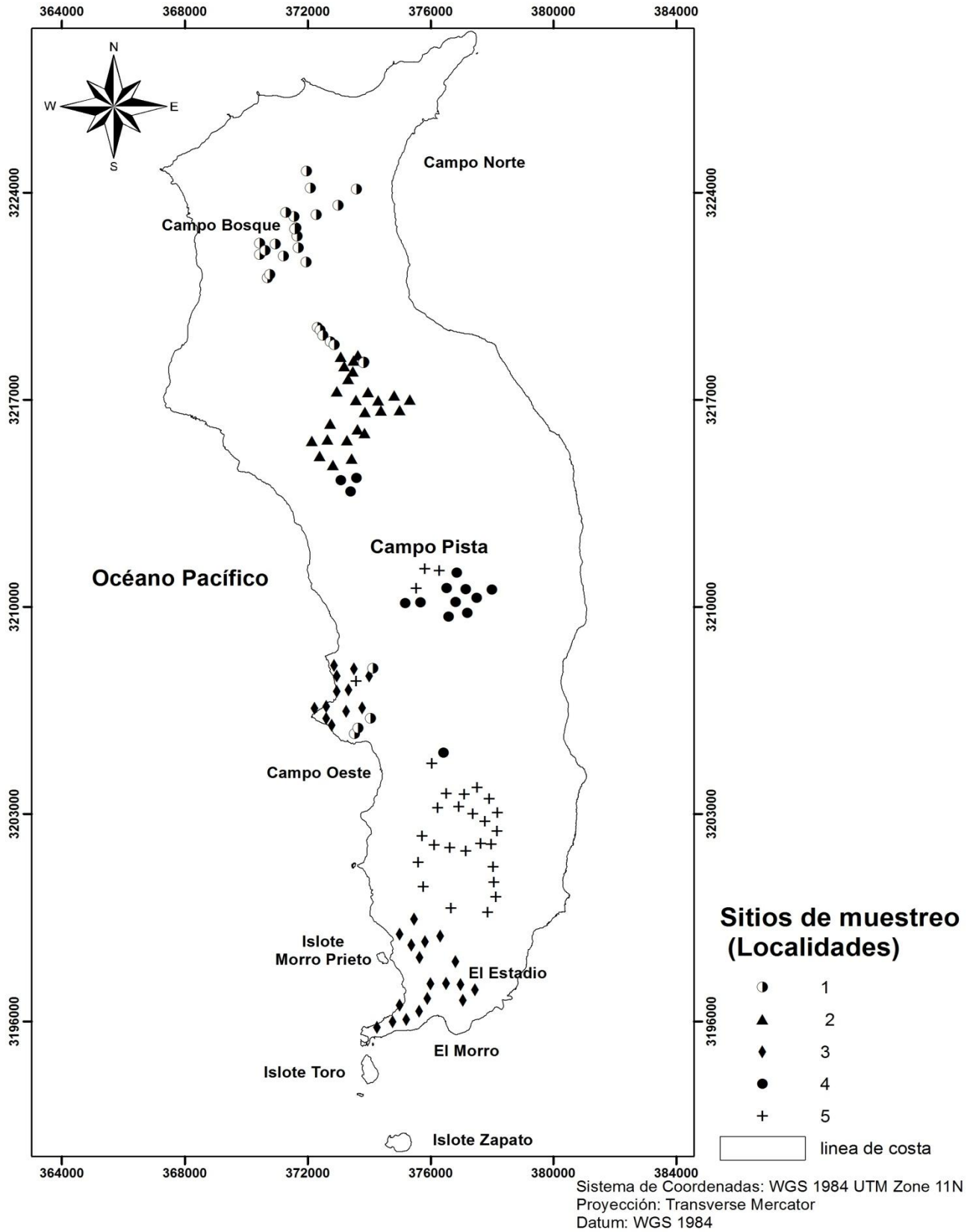


Figura 3. Ubicación de los muestreos.

A cada especie registrada en el inventario se le aplicó el índice de abundancia-cobertura de Braun–Blanquet (1932) (Cuadro 2). La abundancia (estimación del número de individuos de cada especie en el inventario) se registró con los dos índices inferiores (+, r) indicando la presencia, mientras que los restantes (1, 2, 3, 4, 5) toman en cuenta la cobertura o dominancia (superficie o volumen que ocupan los individuos de cada especie en los inventarios) de las especies (%) (Rivas-Martínez, 1987).

Cuadro 2. Escala de Índice de abundancia-cobertura de Braun-Blanquet (1932).

Valor Índice	Descriptor
5	Cualquier número de individuos, pero cubriendo más de $\frac{3}{4}$ de la superficie.
4	Cualquier número de individuos, pero cubriendo entre un $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la superficie.
3	Cualquier número de individuos, pero cubriendo entre un $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de la superficie.
2	Individuos muy abundantes con cobertura escasa o bien cubriendo menos de $\frac{1}{4}$ de la superficie.
1	Individuos bastante abundantes pero con baja cobertura.
+	Planta escasa con un valor de cobertura pequeña.

En cada inventario, *in situ*, se determinaron taxonómicamente las especies. Para aquellos taxa que no pudieron ser identificadas en campo, se realizó recolecta para su posterior identificación en el Herbario BCMEX de la Facultad de Ciencias, UABC. La nomenclatura seguida fue de Wiggins (1980), ITIS, TROPICOS y CalFlora.

5.2.3. Síntesis de datos

La fase sintética se fundamenta en el tratamiento estadístico de los inventarios de campo y su comparación en tablas. Todas las especies aportan una gran cantidad de información genética, ecológica y biogeográfica, aunque no todas las plantas poseen el mismo valor informativo, ni el mismo grado de fidelidad (Rivas Martínez, 1987). Se indica cuáles son los taxones característicos, si estos están presentes sólo en una determinada asociación o en un grupo de comunidades, o que aun estando presentes en varias asociaciones muestran una marcada preferencia por una de ellas (Alcaraz, 2008); por ejemplo, un endemismo y los taxones acompañantes de la comunidad con menor grado de presencia.

Una vez obtenidos los datos, se procedió a hacer la comparación entre inventarios y el agrupamiento de los mismos, de acuerdo a características florísticas y ecológicas, mediante la síntesis de la información. Todos los datos se vaciaron en hoja de cálculo, una matriz o tabla de inventarios general con los datos brutos, a la cual se le nombró "**Tabla general**". Posteriormente, esta "Tabla General" fue depurada y reestructurada creándose una "Segunda Tabla", en la cual los datos fueron ordenados de la siguiente manera: se añadieron columnas del lado derecho que representan los inventarios (141) con sus respectivos atributos y filas, en las cuales se agregaron las especies de cada inventario, incorporándose en nuevas filas por debajo de las mismas. Asimismo, se capturó su valor de abundancia-cobertura para las especies perennes (leñosas, sufrutescentes, herbáceas y geófitos), eliminándose las especies herbáceas anuales.

De igual manera, se procedió a eliminar inventarios que no cumplieron con todos los criterios requeridos. Tal es el caso de los inventarios de tipo complejos, los cuales no responden a los criterios óptimos de homogeneidad florística y ecológica; o bien, los inventarios de tipo fragmentarios, los cuales fueron efectuados en superficies muy pequeñas, o en el interior de vegetación mal estructurada, empobrecidas o iniciales. Así, de los 141 inventarios, se rechazaron ocho, quedando el análisis con 133 inventarios en una "Tabla Completa", con la cual es posible identificar las asociaciones vegetales en cada localidad, obteniéndose así la "Tabla de Asociaciones".

5.3. ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

5.3.1. Análisis de conglomerados (Clúster)

Este tipo de análisis es una técnica multivariante, exploratoria y descriptiva que provee de herramientas complementarias a la Fitosociología (Perelman *et al.* 2005). El objetivo es agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencias entre ellos; además es adecuada para extraer información de un conjunto de datos. La ventaja de los métodos estadísticos multivariados es que, en conjunto, entregan una ordenación de inventarios y de especies, lo cual permite inferir el comportamiento ecológico de las mismas (Ramírez *et al.*1984).

5.3.2. Análisis de similitud por sitios

Se construyó una matriz de similitud a partir de los inventarios fitosociológicos de cada comunidad. Dado que no involucra cantidades de individuos de cada especie genera índices binarios: 0 indica la ausencia de una característica y 1 su presencia. Se utilizó el índice de Jaccard, que permite expresar semejanza entre comunidades, ya que se basa en la relación de presencia-ausencia entre especies comunes en dos áreas (e.g. comunidades) y el total de especies expresado en porcentaje. Este índice se expresa de la siguiente manera:

$$IS_j = [c / (a+b+c)]$$

Donde IS_j = Índice de Semejanza de Jaccard,

a = número de especies exclusivas de la comunidad A ,

b = número de especies exclusivas de la comunidad B , y

c = número de especies comunes para ambas comunidades (Badii *et al.* 2007).

La representación gráfica que permite interpretar mejor el resultado de un clúster, es el dendrograma, mismo que fue realizado en el programa STATISTICA 10, donde se utilizó como medida de similitud la distancia de Chebyshev y el promedio ponderado de pares de grupos como algoritmo de agrupamiento.

5.4. ANÁLISIS ESPACIAL

5.4.1. Sistemas de información geográfica.

La construcción de bases de datos y el análisis de las mismas, son un instrumento de utilidad para complementar el estudio fitosociológico. En este caso se consideró el tratamiento de los datos colectados y georeferenciados en campo, provenientes de los inventarios fitosociológicos correspondientes a los periodos de muestreo (2013-2014). Por medio del sistema de información geográfica se asignó a los datos estructura y delimitación espacial, lo que permitió la visualización de las comunidades y asociaciones vegetales en un mapa.

5.4.2. Base de datos

Los datos colectados en campo fueron ordenados para la construcción de una hoja de cálculo, compuesta por filas y columnas, referidas las filas a los inventarios, y las columnas a las especies, que además contenía la coordenada de ubicación para cada uno de los inventarios. La base de datos se guardó con el formato .csv (comma separated values), con el cual se pueden exportar los archivos de hojas de cálculo y bases de datos a software de análisis espacial como Quantum GIS 2.0.1 (QGIS). Con esta base de datos, en QGIS se creó un archivo vectorial de puntos, y se le seleccionó una proyección cartográfica común que se utilizó para todas las capas (WGS 84/UTM Zone 11) permitiendo la visualización de los datos en el espacio geográfico.

Posteriormente, con ayuda de las herramientas del software se procedió a la creación de polígonos envolventes a partir de los vértices de inventario. De igual manera, se determinó el centroide de cada inventario, por lo que al realizar esta operación se redujo la cantidad de datos a 133 valores (X y Y).

Cada registro fue asociado y relacionado con atributos correspondientes a cada inventario, esto con la finalidad de representar espacialmente las asociaciones vegetales identificadas. Posteriormente se aplicó un buffer a cada punto o área de influencia para determinar proximidad y generar contornos a una distancia de 500 m para cada punto de

muestreo (inventario), además de la creación de un nuevo archivo vectorial con un solo registro para cada una de las áreas de influencia, con la cual se simplificaron los datos basados en un atributo (sitio-localidad) gracias a la fusión de los polígonos y cuyos valores son iguales.

De nuevo, se procedió a combinar los archivos vectoriales de cada una de las seis localidades en uno solo archivo mediante las herramientas de gestión de datos, de tal manera que, se crearon áreas significativas sobre las cuales se digitalizaron polígonos, estimándose el área de cada uno de ellos, y posteriormente se creó un nuevo archivo con las áreas correspondientes a las asociaciones vegetales.

5.4.3. Representación espacial de los datos: Mapas

La información desarrollada y posteriormente analizada en las bases de datos, se representó de manera espacial, haciendo uso del programa de uso libre Quantum GIS 2.0.1 (QGIS), lo que permitió conocer la ordenación los datos y sus atributos en un contexto geográfico; esto con el objetivo de conocer la relación entre los sitios de muestreo y sus variables. Así mismo, evidenciar las zonas que presentan mayor abundancia, cobertura y riqueza de especies nativas y endémicas. Así que, una vez manipulados los datos se procedió a la elaboración de tres mapas correspondientes a: cobertura vegetal total (%), abundancia y riqueza de especies.

Se estimó la autocorrelación espacial (Índice de Moran, 1950), que es una medida de la similitud temática de los objetos geográficos en un área determinada, o sea la concentración o dispersión de los valores de una variable en un mapa. En general, si los objetos cercanos se parecen entre sí, se dice que existe una autocorrelación espacial positiva; si por el contrario, los objetos cercanos, por el hecho de estar juntos, difieren mucho entre sí, la autocorrelación espacial es negativa.

La técnica más utilizada para esta medición es el coeficiente I de Morán (1950); sus valores varían entre +1 y -1, en donde el primer valor significa una autocorrelación positiva perfecta y el segundo, una autocorrelación negativa perfecta. Por otro lado, valores de cero significa que el patrón espacial es de carácter aleatorio, y por lo tanto no existe autocorrelación.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS

6.1. COMUNIDADES VEGETALES

Se efectuó el estudio fitosociológico de los matorrales a partir de 133 inventarios efectuados en comunidades del matorral en Isla Guadalupe. De esta manera, se identificaron cinco asociaciones vegetales: (1) *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea*, (2) *Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus*, (3) *Atriplex barclayana-Lycium californicum*, (4) *Sphaeralcea sulphurea-Sphaeralcea palmeri* y (5) *Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana* y una subasociación vegetal (*Deinandra greeneana* ssp. *greeneana-Sphaeralcea palmeri*) (Tabla 1), que han sido clasificadas y analizadas (Figura 3). Sin embargo, es posible la existencia de más asociaciones en los matorrales, ya que las áreas más norteñas de la isla no fueron consideradas por el riesgo de traslape con zonas arbóreas; así como los sitios inaccesibles. Por lo tanto, las asociaciones aquí descritas presentan una distribución (N-S) que van de los 1275 m a los 17 m (Figura 3). La comunidad que presentó mayor porcentaje de cobertura promedio de especies de importancia, es la comunidad cinco (53.2%) y la que tiene el menor porcentaje fue la comunidad dos (46%).

Las asociaciones identificadas en este estudio, están dominadas por especies endémicas de la isla (*Deinandra greeneana* spp. *greeneana*, *Perityle incana*, *Sphaeralcea sulphurea*, *S. palmeri*, y *Lupinus niveus*, además de tres taxa nativos californianos (*Ambrosia camphorata*, *Atriplex barclayana* y *Lycium californicum*).

En particular el género *Sphaeralcea* con sus dos especies forma parte de al menos tres asociaciones: *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea* (1), *S. sulphurea-Lupinus niveus* (2) al norte y parte centro; *S. palmeri-S. sulphurea* (4) y una sub-asociación de *Deinandra greeneana* spp. *greeneana-S. palmeri* en la parte centro (3) y sur de la isla. Por tal motivo, se infiere que dicho género expresa sin duda amplitud ecológica y es posible encontrarla en diferentes ambientes y pisos bioclimáticos, inclusive en los islotes.

Las asociaciones 3 (con su subasociación), 4 y 5 comparten cinco especies, de las cuales cuatro son nativas de Baja California y una endémica del sur de la isla (*Sphaeralcea palmeri*). Por lo tanto, para cada comunidad se provee una descripción sobre aspectos estructurales, ecológicos, florísticos y la asociación vegetal identificada.

Además de las tablas fitosociológicas con las especies y los valores asignados con base en el Índice de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet (Tablas 2-7).

Tabla 1. Asociaciones vegetales.

Sitios de muestreo (Localidades)	Asociaciones vegetales	Especies acompañantes
1 Cráter	<i>Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea</i>	<i>Lupinus niveus, Senecio palmeri, Galvezia speciosa, L. guadalupensis, Lavatera occidentalis, Ceanothus arboreus, C. cf. greggii var. perplexans, Malosma laurina, Pseudognaphalium sp.</i>
2 Monte Augusta/Laderas Noreste/El Comal	<i>Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus</i>	<i>Senecio palmeri, Lavatera occidentalis, D. capitatum.</i>
3 Mesa Sur/Campo oeste	<i>Atriplex barclayana-Lycium californicum</i>	<i>Sphaeralcea palmeri, D. palmeri, Ambrosia camphorata, Cyllindropuntia prolifera, Perityle incana, Lavatera occidentalis, Suaeda taxifolia, Baeriopsis guadalupensis, Dichelostemma capitatum.</i>
	Variante subasociación	
	<i>Deinandra greeneana spp. greeneana-Sphaeralcea palmeri</i>	<i>Ambrosia camphorata, D. palmeri, Cyllindropuntia prolifera, Lupinus guadalupensis.</i>
4 Campo Pista	<i>Sphaeralcea sulphurea-Sphaeralcea palmeri</i>	<i>Ambrosia camphorata, Cyllindropuntia prolifera, Atriplex barclayana, Dichelostemma capitatum.</i>
5 Campo pista /Matorral Sur	<i>Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana</i>	<i>Galvezia speciosa, Sphaeralcea, Perityle incana, Senecio palmeri, Lycium californicum, Cyllindropuntia prolifera, Lavatera occidentalis</i>

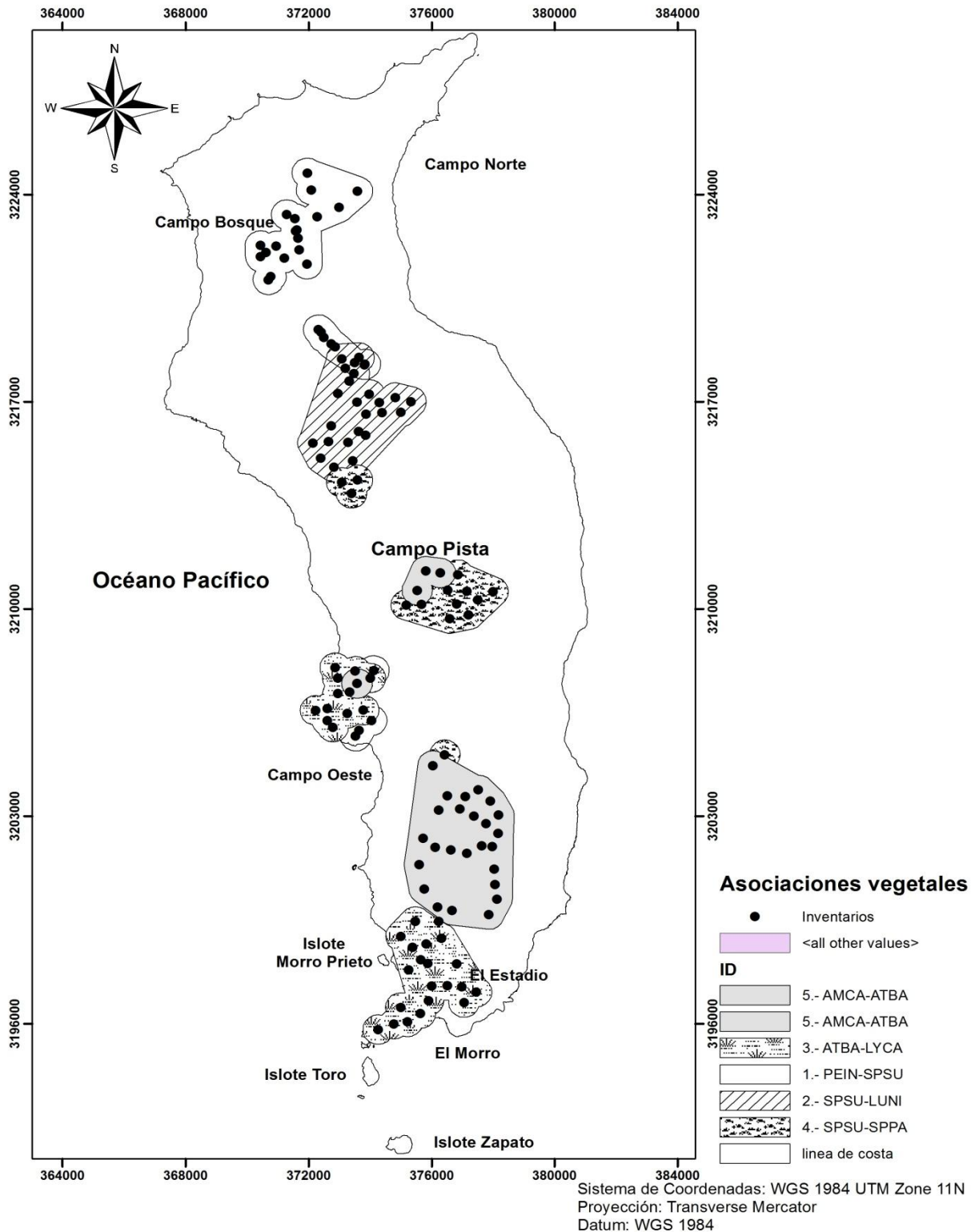


Figura 4. Localización de las asociaciones vegetales en Isla Guadalupe.

PEIN=*Perityle incana*, SHSU=*Sphaeralcea sulphurea*, LUNI=*Lupinus niveus*, ATBA=*Atriplex barclayana*, LYCA=*Lycium californicum*, SPPA=*Sphaeralcea palmeri* y AMCA=*Ambrosia camphorata*.

6. 2. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

6.2.1. Análisis de conglomerados (Clúster)

Se realizó el análisis de clúster con la finalidad de clasificar la vegetación con base en la similitud entre los sitios muestreados del matorral y el número de especies comunes entre ellas. La matriz (presencia-ausencia) (Tabla 2) constó de 20 especies identificadas a partir de los inventarios fitosociológicos, siendo el 3 y 5 los sitios con el mayor número de especies compartidas con 0.27 de similitud.

Tabla 2. Matriz de similitud con la cual se determinó la semejanza de especies entre los sitios (localidades de muestreo) mediante el Índice de Jaccard.

	1	2	3	4	5
1	1.00	0.23	0.13	0.08	0.09
2	0.23	1.00	0.05	0.11	0.13
3	0.13	0.05	1.00	0.17	0.27
4	0.08	0.11	0.17	1.00	0.21
5	0.09	0.13	0.27	0.21	1.00

El análisis de agrupamiento con un nivel de corte de 0.825, permitió distinguir en el dendrograma que el análisis de especies por sitio, arroja la formación de dos grupos principales o conglomerados (Figura 4). El primer grupo está constituido por las asociaciones de *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea* y *Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus* (1 y 2), las cuales denominamos como los "matorrales norteños" o de partes altas de la isla. Ambas asociaciones presentan la misma distancia de similitud y comparten más del 50% de las especies correspondientes a los inventarios en sus sitios de muestreo.

El segundo conglomerado se encuentra dividido en dos subgrupos, los cuales denominamos como los "matorrales sureños": el primer subgrupo se encuentra integrado por las asociaciones de *Atriplex barclayana-Lycium californicum* (3) y *Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana* (5). De igual manera, muestran una relación con el segundo subgrupo, particularmente con la asociación de *S. sulphurea-Sphaeralcea palmeri*.

La distancia entre estos sitios (3, 4 y 5) presenta menores diferencias en cuanto a la composición de especies. De tal manera, que el análisis agrupó de manera similar a las asociaciones 3 y 5, las cuales se encuentran a una distancia de 0.735, siendo esta la menor con respecto a los demás grupos. por lo tanto, comparten el 35% de su composición florística, además de ser localidades geográficamente cercanas. En el caso particular de la asociación 3, existen dos especies que son diferenciales, se encuentran presentes solamente en esta zona de la isla, considerándose como una variante con características de subasociación.

El tercer subgrupo formado por la asociación de *S. sulphurea-S.palmeri* (4) comprende el matorral de la parte centro de la isla, se encuentra ligeramente separado de los grupos 3 y 5 por tener menor relación. Sin embargo, existe mayor afinidad con el sitio 5, ya que comparten las especies más abundantes y dominantes en sus asociaciones.

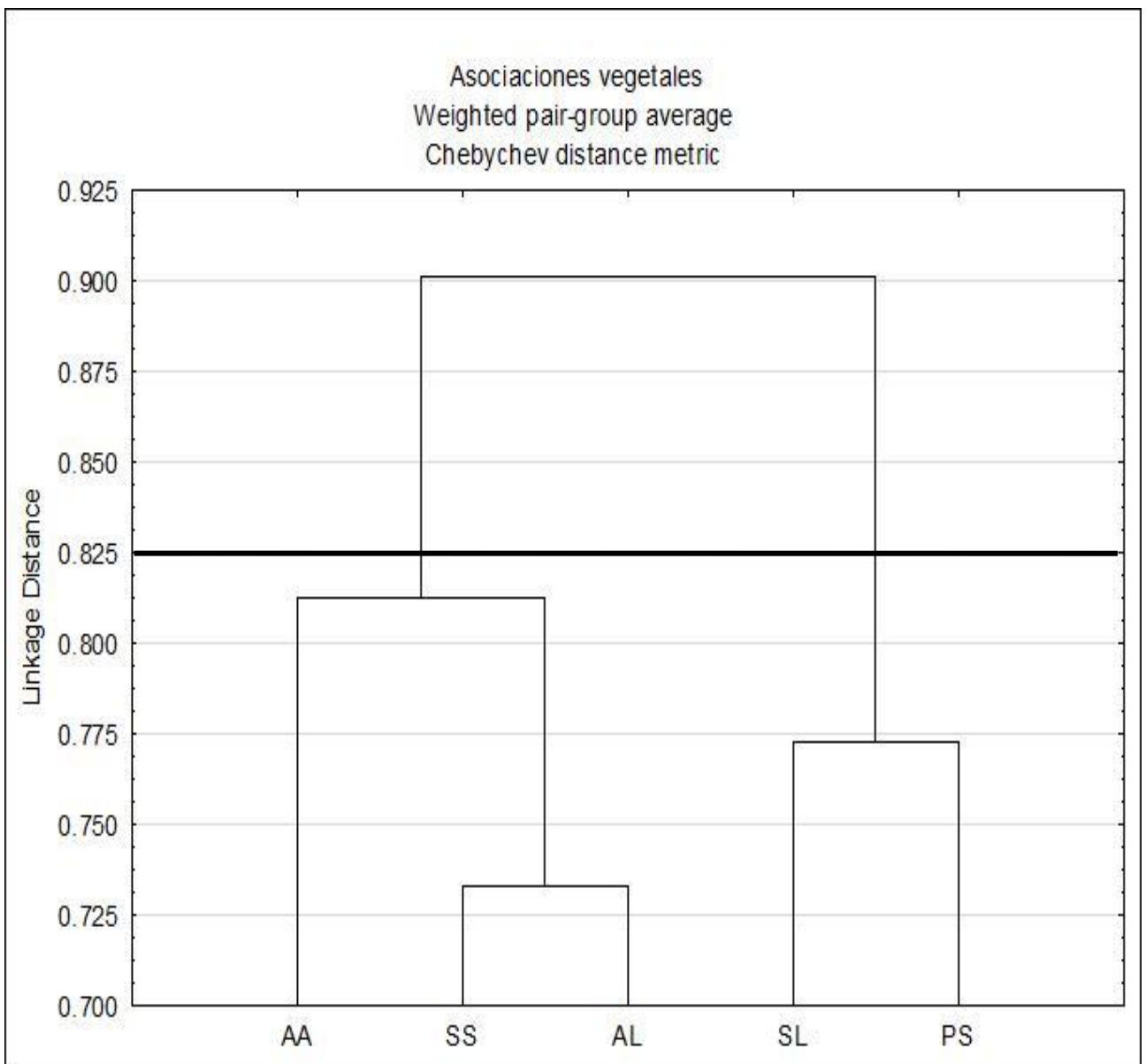


Figura 5. Dendrograma de las especies por sitio de muestreo, revela las relaciones jerárquicas entre los sitios de muestreo. Cada rama está etiquetada con las iniciales de la asociación correspondiente: 1.- (PS) *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea*; 2.- (SL) *Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus*; 3.- (AL) *Atriplex barclayana-Lycium californicum*; 4.- (SS) *Sphaeralcea sulphurea-Sphaeralcea palmeri* y 5.- (AA) *Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana*.

6.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES.

A partir de los inventarios fitosociológicos y el posterior análisis comparativo en tablas, permitió identificar especies con alto y bajo porcentaje de abundancia y cobertura, y como consecuencia la caracterización de las asociaciones que a continuación se describen.

1. *Perityle incana*- *Sphaeralcea sulphurea* (Tabla 3)

Estructura y Ecología: Matorral cuyo estrato arbustivo está dominado de forma casi equitativa por las especies endémicas subfrutescentes (.50-1m) *Perityle incana* y *Sphaeralcea sulphurea*. Esta asociación se encuentra localizada en partes altas sobre un rango altitudinal que va de los 966 m a 1275 m. Se le puede observar en los acantilados y laderas rocosas de la cara este de la isla; así como en sitios protegidos tales como, pendientes suaves a abruptas (5-75°); en el caso de *P. incana*, también está presente en arroyos de Campo Oeste y Punta Sur. La presencia de las especies que componen esta asociación es en suelos poco profundos tipo litosoles y adenosoles; estos últimos contienen fragmentos de vidrio volcánico y de lava expulsada durante la erupción, con densidad muy baja y alta capacidad de retención de fosfatos y agua disponibles para las plantas (Medina *et al.* 2010). Los inventarios de esta comunidad son florísticamente homogéneos, pero con pocas especies (1-4); sin embargo, en algunas localidades *Senecio palmeri* y *Lupinus niveus* dominan en parches densos (Tabla 3, inventario 24 y 111) con una cobertura del 60 al 80% (\bar{x} = 51.7%).

Fitogeografía: Asociación endémica a la isla, considerándose a *P. incana* como un elemento remanente del matorral de *Artemisia californica*, junto con *S. palmeri* y *Gambelia speciosa*. Actualmente, *S. sulphurea* es una especie con distribución amplia en la isla, desde la parte media al extremo norte, siendo acompañantes a esta comunidad *S. palmeri*, *Lupinus niveus*, *Lavatera occidentalis* y *Ceanothus cf. greggii* var. *perplexans*.



Figura 6 . Comunidad de *Perityle incana* en laderas y pendientes abruptas en El Cráter, al noreste de la isla (marzo 2013).



Figura 7 . *Perityle incana* al noroeste, camino al bosque de pino (*Pinus radiata* var. *binata*) (26 de mayo de 2014).

Tabla 3. *Perityle incana*-*Sphaeralcea sulphurea*

Altitud (m)	1200	1067	1146	1270	1275	1244	1206	1204	986	966	970	989	1001	989	1071	1130	1091	1168	1113	1133	17	63	141	948	993	568	727	820	914	283
Área (m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Exposición	SW	E	SE	NW	NE	SE	NE	E	NE	E	E	E	E	SE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SO	SO	SO	E	SE	NE	NE	E	NE	O
Pendiente (°)	20	30	40	15	35	50	60	70	75	75	70	15	40	10	50	40	5	30	45	40	15	0	15	15	15	30	25	20	45	5
Cob. Veg (%)	40	70	75	30	45	50	60	65	60	45	60	35	55	50	80	85	85	80	30	60	15	35	35	45	30	40	40	50	80	20
No. Especies	2	4	2	3	2	3	4	4	4	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	4	4	3	2	2	2	2	3	1
Inventario	1	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	24	93	94	95	106	107	108	109	110	111	136
Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Características

<i>Perityle incana</i>	.	1	.	2	2	2	+	3	3	3	3	.	3	.	+	.	.	+	2	.	2	2	2	3	.	2	2	3	2	2	22	IV
<i>Sphaeralcea sulphurea</i>	3	+	2	.	.	2	3	.	2	2	.	3	2	2	.	3	2	2	2	3	2	2	.	.	17	III	

Acompañantes

<i>Lupinus niveus</i>	.	4	4	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	3	4	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	9	+
<i>Senecio palmeri</i>	.	.	.	2	3	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	9	+
<i>Galvezia speciosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	3	r
<i>Lupinus guadalupensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	2	r
<i>Lavatera occidentalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Ceanothus arboreus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Ceanothus cf. greggii</i> var. <i>perplexans</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Malosma laurina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Pseudognaphalium</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	1	r
<i>Dichelostemma capitatum</i>	1	1	.	.	.	.	+	+	1	+	2	1	2	1	2	.	+	2	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	16	I

Localidades: 1-2.- Cercano a estación biológica; 3-4.- Camino al aguaje; 5-9.- 2km al sur de la estación biológica; 9-13.- Cráter; 14.- La Herradura; 15.- Aguaje; 16-18.- Camino al aguaje; 19-20.- Laderas 1 km al sureste de Monte Augusta; 22-23.- Campo oeste; 24-29.- Camino a Campo Norte; 30.- Campo Oeste.

Otras especies: *Calystegia macrostegia* ssp. *macrostegia* a, *Lotus argophyllos* y *Galvezia speciosa*.

2. *Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus* (Tabla 4)

Ecología y estructura: Asociación tipo matorral sufrutescente de 0.5-1 m, dominada por las especies *S. sulphurea* y *L. niveus*. Se localiza en partes altas de la isla entre los 900 m y 1207 m de altitud, en suelos de tipo adenosoles y litosoles (Monte Augusta y laderas expuestas al noreste, principalmente). Es la comunidad con el menor número de especies y en una etapa de sucesión de intermedia a secundaria.

En los inventarios 31 al 3 (Tabla 4) se observa que la especie dominante es *L. niveus* con coberturas del 65-75%; por otra parte, *S. sulphurea* es mucho más frecuente, incluso se le puede encontrar presente en las laderas del lado oeste pero con porcentaje de cobertura menor (Tabla 4, inventario 65 y 127). La cobertura promedio de todos los inventarios de esta asociación es de 45.6%, está integrada por pocas especies arbustivas, entre las cuales es posible encontrar como especies acompañantes a *Senecio palmeri*, *Lavatera occidentalis*, además de especies herbáceas como *Lotus grandiflora*, *Phacelia phyllomanica* y *Dichelostemma capitatum*.

Fitogeografía: Asociación endémica a isla Guadalupe.

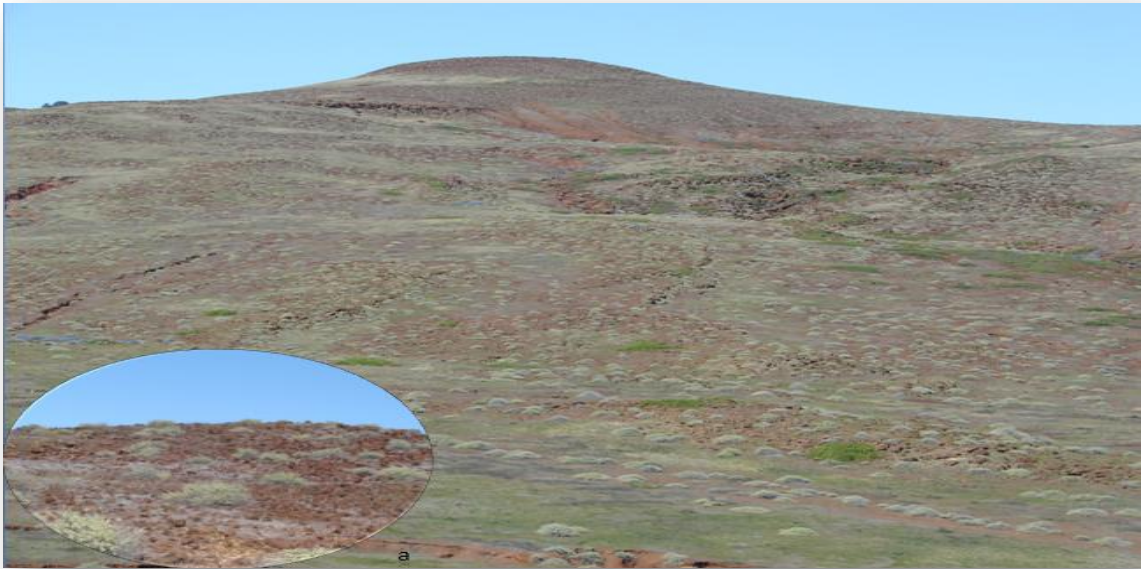


Figura 8. La endémica *Sphaeralcea sulphurea* formando parte de las asociaciones de los matorrales al norte de la isla (26 de Marzo del 2013).



Figura 9 Se observa la dominancia que tiene *S. sulphurea* al sur del bosque de Ciprés, colonizando en sitios donde fue carente la vegetación por muchos años, actualmente arbustos endémicos y algunas herbáceas como *Calystegia macrostegia* ssp. *macrostegia* son comunes en la zona (26 de Marzo del 2013).

Tabla 4. *Sphaeralcea sulphurea*-*Lupinus niveus*

Altitud (m)	1207	1163	1119	1166	1185	1136	1161	1106	1045	1080	1021	982	927	992	1035	1012	983	1009	908	900	873	948	954	981
Área (m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Exposición	E	N	NE	SE	S	S	O	E	O	SE	SO	SE	N	S	S	O	O	SO	NO	O	O	SO	SO	S
Pendiente (°)	10	25	5	50	5	3	10	20	30	30	30	0	60	25	10	10	40	5	15	5	15	5	10	10
Cob. Veg (%)	30	40	50	60	20	80	30	65	15	55	75	75	75	25	35	50	45	40	30	40	25	35	40	60
No. Especies	3	3	2	2	2	3	1	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2
Inventario	10	21	22	25	65	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	125	126	127	128	129	130
Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Características																									Fr.	Cla
<i>Sphaeralcea sulphurea</i>	3	2	3	3	2	3	3	2	2	4	+	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	+	24	V
<i>Lupinus niveus</i>	.	.	.	3	.	4	.	4	.	.	4	4	3	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4	8	II	
Acompañantes																										
<i>Senecio palmeri</i>	+	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	II
<i>Lavatera occidentalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Dichelostemma capitatum</i>	+	+	2	.	+	+	.	+	+	+	1	.	.	+	+	2	2	2	.	.	+	.	.	.	15	IV

Localidades 1: Monte Augusta; 2-4.- Laderas sureste de Monte Augusta; 5.- Camino a El Comal; 6-8.-El Comal; 9-11.- Cañón del Espinazo del Diablo;

12-15.- Camino al Espinazo del Diablo; 16-18.- El Comal; 19-24.- El Comal.

Otras especies: *Ceanothus arboreus*, *C. macrostegia* ssp. *macrostegia*, *Lupinus bicolor* y *Perityle incana*.

3. *Atriplex barclayana*-*Lycium californicum* (Tabla 5)

Ecología y estructura: Asociación caracterizada por la dominancia de especies subfrutescentes nativos como *Atriplex barclayana* y *Lycium californicum*, con mezcla de especies de sufrutescentes y suculentas. Esta comunidad es muy interesante desde el punto de vista florístico y fisionómico; se reúnen características tanto edáficas y climáticas que han determinado la presencia de las especies que dominan esta comunidad. La asociación se presenta en dos zonas de la isla, al sur (mesa sur) y al oeste (Campo oeste) con un rango altitudinal similar que va de los 70 a los 288 m. La topografía en estas zonas ha permitido la diversidad florística y distribución en suelos de tipo litosoles principalmente, aunque especies de *Deinandra* también están presentes en suelos más profundos y buen drenaje (e.g. arroyos). Es característico de esta asociación una interesante comunidad líquenes, tanto en suelo y rocas como en plantas (e.g. *Euphorbia misera*).

En los inventarios 39,82 y 91 (Tabla 5) se observa que *L. californicum* y *S. palmeri* son muy abundantes en esta comunidad. Especies acompañantes son: *Mammillaria blossfeldiana*, *Deinandra greeneana* spp. *greeneana*, *D. palmeri* y *Baeriopsis guadalupensis*.

Fitogeografía: Esta es una asociación endémica, convergen elementos dominantes en otras comunidades como *Perityle incana* y *Senecio palmeri* al norte y *S. palmeri* al sur, así mismo, se comparte elementos que se pueden encontrar en continente, permitiendo su comparación con la asociación descrita y tipificada *Atriplici julaceae-Frankenium palmeri* (Delgadillo, 1995).

Variabilidad: Subasociación *Deinandra greeneana* spp. *greeneana* y *Sphaeralcea palmeri* (Tabla 5), la cual se ha diferenciado debido a la particular presencia de estas especies endémicas restringidas a la zona sur e islotes.

Tabla 5. *Atriplex barclayana*-*Lycium californicum*

Altitud (m)	76	107	125	139	138	132	171	184	307	177	312	265	251	201	224	132	71	203	140	164	122	90	128	208	240	130	24	13	147	288	220	176	71	77	
Área (m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Exposición	O	E	SE	O	O	E	E	S	E	S	S	S	E	S	S	O	SO	SO	SO	SE	E	E	E	SE	SO	SE	SO	SO	SO	S	S	O	O	SO	
Pendiente (°)	15	0	10	40	40	9	10	20	0	20	5	25	20	5	40	25	8	15	5	15	5	5	25	5	5	5	0	25	5	5	5	0	0	0	
Cob. Veg (%)	30	30	40	50	55	50	45	65	60	70	60	55	10	50	20	40	60	40	40	30	35	40	50	35	40	45	45	80	65	40	50	70	70	70	
No. Especies	4	6	3	3	2	4	3	8	5	3	4	5	2	4	2	3	4	5	4	3	4	3	4	4	3	2	2	1	3	3	2	2	4	4	
Inventario	39	40	41	42	43	78	79	81	82	83	88	89	90	91	92	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	112	113	114	134	137	138	139	140	141	
Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	

Características

<i>Atriplex barclayana</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	4	2	2	34	V
<i>Lycium californicum</i>	2	2	3	3	3	2	.	2	2	2	.	+	.	2	2	.	2	2	2	2	+	.	+	+	2	+	2	.	2	+	2	+	3	2	29	V

Variante sub asociación

<i>Deinandra greeneana</i> spp. <i>greeneana</i>	2	+	1	2	2	.	.	.	+	2	+	+	2	.	.	2	11	II
<i>Sphaeralcea palmeri</i>	2	2	2	1	.	2	2	+	2	2	.	1	3	2	.	.	2	.	.	+	+	.	.	2	2	17	III	

Acompañantes

<i>Ambrosia camphorata</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	3	2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	I	
<i>Mammillaria blofeldiana</i> var. <i>shurliana</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	r
<i>Cylindropuntia prolifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	2	r
<i>Deinandra palmeri</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Lupinus guadalupensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Perityle incana</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Suaeda taxifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	1	r
<i>Baeropsis guadalupensis</i>	+	1	r
<i>Dichelostemma capitatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+

Localidades: 1-6.- Mesa sur; 7.- Colinas negras; 8-10.- El Estadio; 11-12.- Colinas Negras; 13-15.- Colinas negras; 16-19.- Campo oeste; 20-23.- El Morro; 24-26.- Frente a Colinas negras y El Estadio; 27-34.- campo Oeste.

Otras especies: *C. macrostegia*, *Lotus argophyllos*, *Cryptantha maritima*, *Plantago ovata*, *Trifolium palmeri*, *Mirabilis californica*, *Calandrinia maritima* y *Spergularia macrotheca*.



Figura 10. Comunidades de la zona sur (mesa sur), donde la asociación está dada por *Atriplex barclayana*-*Lycium californicum*. Esta zona es muy interesante por la presencia de líquenes (24 de marzo del 2013).



Figura 11. Comunidad de *Deinandra greeneana* ssp. *greeneana* y *Sphaeralcea palmeri*, se encuentran formando una su asociación en la zona (24 de marzo del 2013).

4. *Sphaeralcea palmeri*-*Sphaeralcea sulphurea* (Tabla 6)

Ecología y estructura: Asociación caracterizada por la dominancia de especies endémicas sufrutescentes como *Sphaeralcea sulphurea* y *Sphaeralcea palmeri*, es la comunidad con mayor extensión geográfica y se localiza en la parte central de la isla de los 537 m a los 973 m. Las plantas perennes que constituyen esta asociación presentan una dominancia casi por igual, tal como lo indican los inventarios (Tabla 6, inventario 60) con porcentajes de cobertura de 35 al 80%; estas especies crecen en suelos de tipo vertisol pélico. Actualmente es la segunda comunidad que presenta el menor número de especies en comparación con las otras comunidades de arbustos nativos, la cual se encuentran fragmentadas en forma de parches. No obstante, se ha documentado de manera periódica por medio de recolecciones y observaciones personales en campo, el incremento en la abundancia y cobertura de las especies arbustivas y particularmente en esta asociación durante al menos dos años. Así mismo aparentemente la comunidad presenta rasgos sucesionales, correspondientes a una etapa intermedia.

Fisonómicamente es una comunidad que está caracterizada por la presencia abundante de pastos y herbáceas, en su mayoría exóticos como los géneros *Avena*, *Bromus* y *Vulpia*. Especies acompañantes a esta asociación son: *Ambrosia camphorata* y *Cylindropuntia prolifera*, y algunas herbáceas como *Dichelostemma capitatum*, *Acmispon argophyllus* var *argenteus* [= *Lotus a.ssp. ornithopus*], *Dodecatheon clevelandii*, *Eschscholzia* sp. y *Triteleia guadalupensis*.

Fitogeografía: Asociación endémica; el género *Sphaeralcea* es de amplia distribución en la isla e islotes.

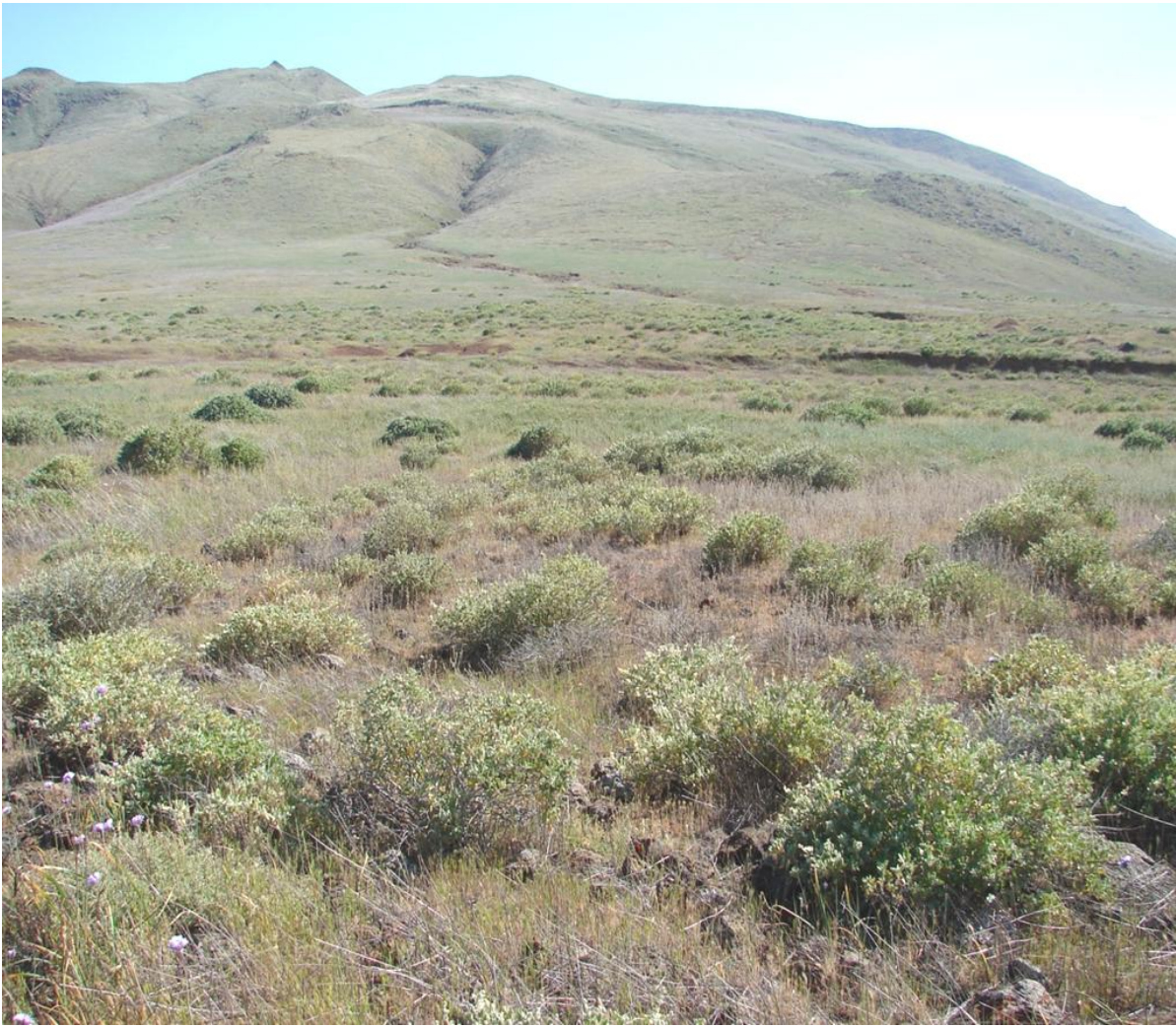


Figura 12. Asociación de *Sphaeralcea* (*S. sulphurea* y *S. palmeri*) en la parte central de la isla (en la zona de la Pista) donde convergen ambas especies endémicas (27 de Marzo del 2013).

Tabla 6. *Sphaeralcea sulphurea*-*Sphaeralcea palmeri*

Altitud (m)	971	913	892	578	565	549	583	539	537	559	623	505	536	560			
Área (m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Exposición	E	E	NO	E	E	E	NE	NE	NE	NO	SE	O	E	O			
Pendiente (°)	25	25	5	0	5	5	50	0	0	0	0	15	5	0			
Cob. Veg (%)	35	35	70	85	45	65	30	80	45	50	40	30	50	60			
No. Especies	2	2	1	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	1			
Inventario	46	47	48	52	57	58	59	60	61	62	66	131	132	133			
Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Características																Fr.	Cla
<i>Sphaeralcea sulphurea</i>	3	3	3	4	+	.	.	3	.	2	2	2	3	4	11	IV	
<i>Sphaeralcea palmeri</i>	.	.	.	+	.	4	3	4	3	3	3	2	.	.	10	IV	
Acompañantes																	
<i>Ambrosia camphorata</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	II
<i>Cylindropuntia prolifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	+
<i>Atriplex barclayana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+
<i>Dichelostemma capitatum</i>	+	+	.	2	2	2	2	.	2	+	.	.	.	.	11	IV

Localidades: 1-3.- a 3 Km al norte de Campo Pista; 4-8.- Campo Pista; 9 y 11.- Los columpios, 12-13.- Al este de pista vieja; 14.- Campo Pista.

Otras especies: *Calystegia macrostegia*, *Lotus argophyllos* y *Galvezia speciosa*.

5. *Ambrosia camphorata*-*Atriplex barclayana* (Tabla 7)

Ecología y estructura: Asociación dominada por plantas sufrutescentes menores de 50 cm, glabros y blanquecinos que forman parte del componente de la flora de zonas áridas y mediterránea de Baja California; se localizada en la parte sur a una altitud entre los 174 y 608 m, en suelos de tipo litosoles y vertisoles. Es una comunidad que estuvo bajo una alta presión de las cabras. *Ambrosia camphorata* es referida por Moran (1996), como una especie dominante en varios sectores de la parte meridional de la isla. En el caso de *Atriplex barclayana* es posible encontrarlo poblaciones cercanas a la zona costera por debajo de los 300 m. Se pueden observar especies acompañantes de esta asociación, como *L. californicum*, *L. occidentalis*, *S. palmeri* y *M. blossfeldiana* ssp. *shurliana*.

Fitogeografía: Asociación con distribución hacia el sur de la isla, compartiendo elementos de comunidades descritas en la península (Delgadillo, 1995).



Figura 13. Asociación con dominancia de *Ambrosia camphorata* al sur de la isla (5 de Abril del 2013).

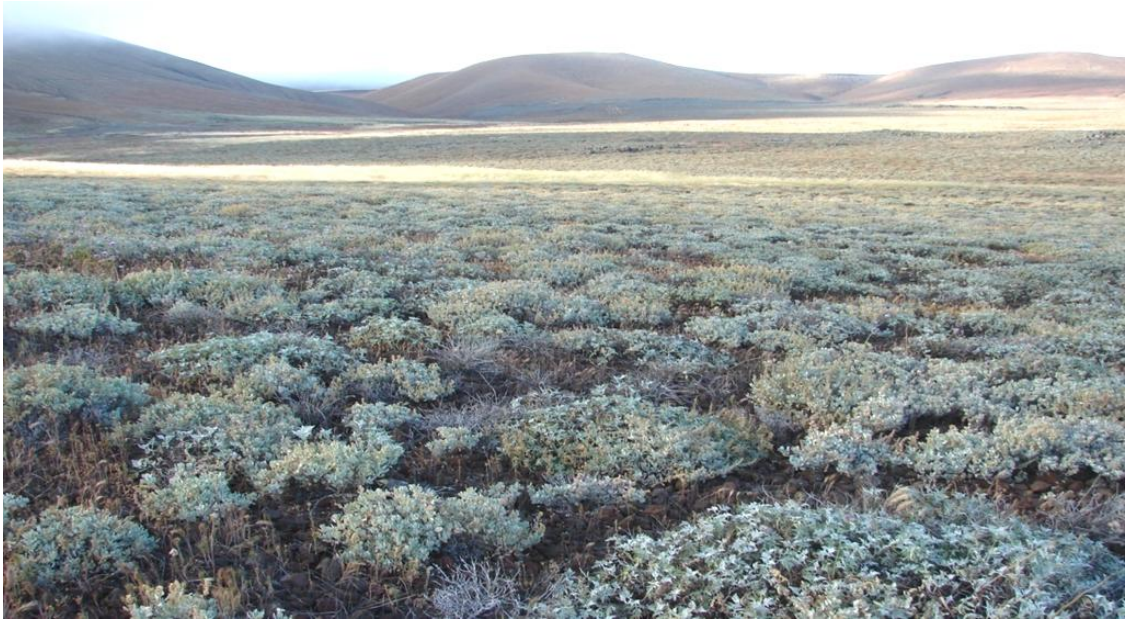


Figura 14. Matorral de *Ambrosia camphorata* y *Atriplex barclayana* cubriendo grandes extensiones al sur de la isla, esta comunidad parece estar alcanzando su clímax, ya que permanece igual desde hace al menos 30 años (5 de Abril del 2013).

6.4. COMPONENTE FLORÍSTICO

El componente florístico, producto de los inventarios 133 inventarios permitió la identificación de 75 taxa distribuidos en 30 familias y 55 géneros; de los cuales 30 corresponden a subarbustos perennes, 43 herbáceas y 2 geófitas. Con respecto a las familias identificadas (Figura.3), Asteraceae (14 taxa) y Fabaceae (8 taxa) presentan la mayor riqueza de especies nativas en los sitios de muestreo, seguidas de Scrophulariaceae (4 taxa). Por lo menos, cuatro especies observadas en los muestreos, correspondientes a la familia Asteraceae (*Deinandra greeneana* spp. *greeneana*, *Deinandra palmeri*, *Perityle incana* y *Senecio palmeri*) y tres taxa de Fabaceae (*Lupinus niveus*, *Acmispon argophyllus* var. *argenteus* y *Trifolium palmeri*) contribuyen a la flora endémica de Isla Guadalupe.

En cuanto a la familia *Malvaceae*, se encuentra representada por tres taxa (*Sphaeralcea palmeri*, *Sphaeralcea palmeri* y *Lavatera occidentalis*); con un taxa *Asparagaceae* (*Triteleia guadalupensis*), *Cactaceae* (*Mammillaria blossfeldiana* var. *shurliana*), *Caryophyllaceae* (*Spergularia macrotheca* var. *talinum*), *Hydrophyllaceae* (*Phacelia phyllomanica*), *Onagraceae* (*Camissonia guadalupensis*), *Papaveraceae* (*Eschscholzia palmeri*), *Saxifragaceae* (*Jepsonia malvifolia*) todos son endémicos de la isla. Cabe mencionar que algunos géneros y especies identificados se pueden encontrar en islas adyacentes o en la península de Baja California y sur de California como; *Atriplex barclayana*, *Ambrosia camphorata*, *Calystegia macrostegia* ssp. *macrostegia*, *Cylindropuntia prolifera*, *Frankeni salina*, *Malosma laurina* y *Suaeda taxifolia*.

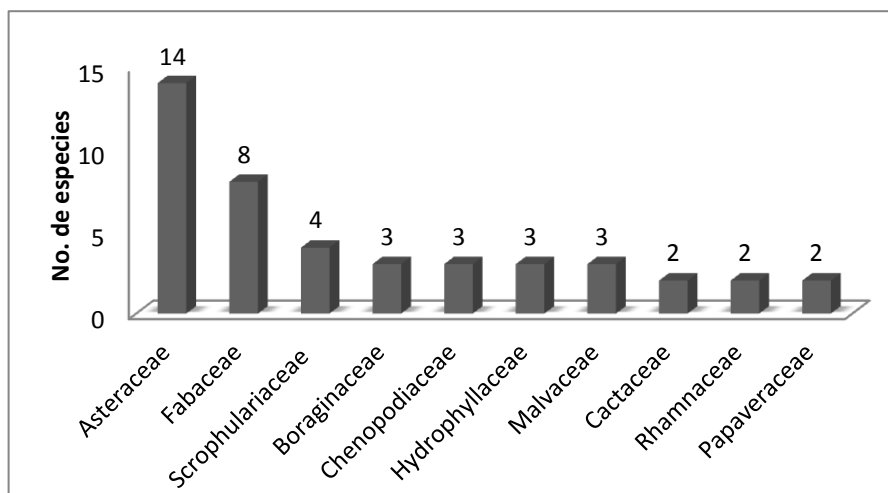


Figura 15. Familias presentes en muestreos.

Se comparó la frecuencia de las especies en los sitios o localidades de muestreo (Tabla 8) donde el sitio 1 y 3 presentan el mayor número de individuos presentes; esto nos permite tener un idea acerca de la representatividad que tienen las especies en la comunidades y provee información sobre su abundancia y como conforman la estructura en los matorrales, en este caso las especies con mayor abundancia son *Atriplex barclayana* y *Sphaeralcea sulphurea* (Figura15).

Tabla 8. Comparación de la presencia (frecuencia) de especies perennes en los muestreos.

Especies					
	1	2	3	4	5
<i>Ambrosia camphorata</i>	0	0	X	X	X
<i>Atriplex barclayana</i>	0	0	X	X	X
<i>Baeriopsis guadalupensis</i>	0	0	X	0	0
<i>Ceanothus arboreus</i>	X	0	0	0	0
<i>Ceanothus cf. greggi perplexans</i>	X	0	0	0	0
<i>Cylindropuntia prolifera</i>	0	0	X	X	X
<i>Deinandra greeneana</i> spp. <i>greeneana</i>	0	0	X	0	0
<i>D. palmeri</i>	0	0	X	0	0
<i>Dichelostema capitatum</i>	X	X	X	X	X
<i>Galvezia speciosa</i>	X	0	0	0	0
<i>Lavatera occidentalis</i>	X	X	X	0	X
<i>Lupinus guadalupensis</i>	X	0	X	0	0
<i>L. niveus</i>	X	X	0	0	0
<i>Lycium californicum</i>	0	0	X	0	X
<i>Malosma laurina</i>	X	0	0	0	0
<i>Perityle incana</i>	X	0	X	0	0
<i>Pseudognaphalium</i> sp.	X	0	0	0	0
<i>Senecio palmeri</i>	X	X	0	0	0
<i>Sphaeralcea sulphurea</i>	X	X	0	X	0
<i>S. palmeri</i>	0	0	X	X	X
<i>Suaeda taxifolia</i>	0	0	X	0	0
Total	12	5	14	6	8

Sitios: 1. Cráter (1270-17m); 2. Monte Augusta y El Comal (1207-873 m); 3. Campo oeste y Mesa sur (312-13m); 4. Campo Pista (971-505); 5. Matorral sur (605-174).

Se describe la abundancia de las especies en cada inventario, las especies con mayor porcentaje fueron *Atriplex barclayana* (15%), *Sphaeralcea sulphurea* (13%), *Lycium californicum* (11%), *Ambrosia camphorata* (10%), *Lupinus niveus* (9.14%) y *Sphaeralcea palmeri* (9%), estas representan el 51 % del total de las especies perennes encontradas en los matorrales. Dentro de las comunidades muestreadas también están presentes otras especies, las acompañantes, estas se encuentran con menor porcentaje; sin embargo son parte importante de la estructura de los matorrales.

Las principales especies acompañantes son: *Lupinus guadalupensis* (1%), *Dichelostema capitatum* (16%) esta última muestra un porcentaje mayor al resto de las acompañantes, la cual no fue considerado para el análisis estructural por ser herbácea. También se contó con *Senecio palmeri* (3%), *Perityle incana* (6%), y *Deinandra greeneana spp. greeneana* (3%).

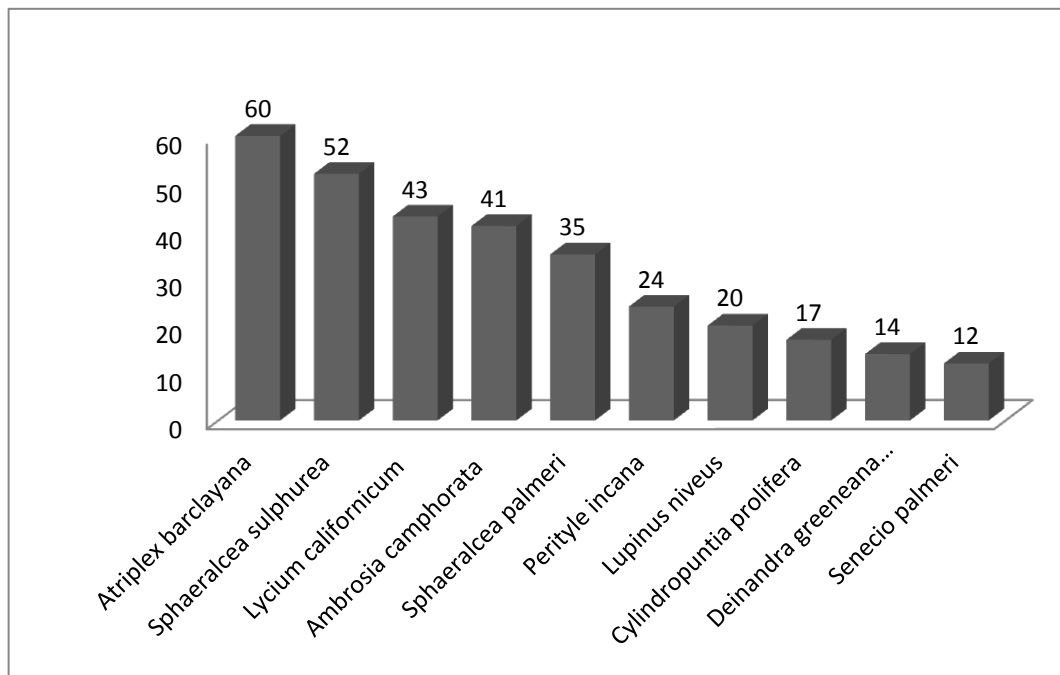


Figura 16. Especies más abundantes en los muestreos.

6.5. ANÁLISIS ESPACIAL

6.5.1. Sistemas de información geográfica (Bases de datos)

Se elaboraron 18 polígonos correspondientes a cinco asociaciones identificadas que cubren una superficie de 2476.79 ha, en un rango entre las 104.87 a 1977.4 hectáreas (Tabla 9). Cada uno de los polígonos presenta una tabla de atributos asociada, las cuales están constituidas por 18 columnas, cada una correspondiente a un atributo (sitio, comunidad, No. inventario, coordenadas X y Y, altitud, pendiente, cobertura, número y nombre de las especies) y una fila (un solo registro).

Tabla 9. Asociaciones vegetales reconocidas y superficie.

ID		ha
1	<i>Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea</i>	1977.4
2	<i>Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus</i>	106.9
3	<i>Atriplex barclayana-Lycium californicum</i>	143.49
4	<i>Sphaeralcea sulphurea-Sphaeralcea palmeri</i>	144.13
5	<i>Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana</i>	104.87
Total		2476.79

6.5.2. Representación espacial de los datos: Mapas

A través de los sistemas de información geográfica (SIG) se representaron espacialmente los datos, con los cuales se desarrollaron algunos productos correspondientes a la abundancia, cobertura y riqueza de especies en las zonas de muestreo. Así mismo, se aplicó un análisis de autocorrelación espacial (Índice de Moran, 1950) mediante las herramientas estadísticas espaciales en SIG, el cual indica que no existen valores estadísticamente significativos para las variables (abundancia, cobertura vegetal total y riqueza) por lo tanto, la autocorrelación espacial no existe y se observa un patrón de agrupamiento aleatorio. En el análisis de cada sitio, se presenta autocorrelación espacial de 0 y con una independencia en los valores de las variables.

6.5.3. Abundancia

El mapa de abundancia (Anexo 3.1) fue desarrollado mediante el análisis de los valores de abundancia-cobertura utilizados en los inventarios (correspondientes a la escala de Braun-Blanquet, 1932). En este caso, la abundancia constituye una estimación de la cantidad de individuos presentes en la unidad de muestreo, o sea, la frecuencia de una especie en los inventarios. Los datos fueron normalizados para la formación de clases que van del 0.01 al 1.

En el mapa se visualiza que los sitios de muestreo con los valores más altos están ubicados al suroeste y sur de la isla (asociación 3), con valores que superan el 0.76 y 0.51. Por el contrario, los valores de abundancia más bajos se agrupan al norte, en la asociación 2, seguidos por los inventarios del centro de la isla correspondientes a la asociación 4. Cabe mencionar que en todas las asociaciones están presentes valores correspondientes al menos a dos categorías, la baja y la media, mismas que van de 0.01-0.25 y 0.26-0.50 respectivamente.

6.5.4. Cobertura

Para la realización del mapa de cobertura vegetal (Anexo.3.2), se utilizaron los valores de cobertura total de muestreo (%) de cada inventario, en el cual se aprecia que la asociación del norte (1) presenta los inventarios con mayor proporción de terreno ocupado por especies perennes, con valores máximos de 80%. Por otro lado, los valores con porcentajes bajos de cobertura se concentran en la asociación centro norte y centro sur (2 y 3) con valores de 7 a 25% en los inventarios. En general, de acuerdo al mapa, se puede observar que la mayoría de los inventarios caen en la segunda clasificación con valores entre 26 y 50 % de cobertura.

6.5.5. Riqueza

Se utilizó el número de especies para cada uno de los inventarios, en el mapa elaborado (Anexo 3.1.2) se observa que la zona sur de la isla está provista de una mayor concentración de especies en los inventarios, en donde la riqueza de estas fluctúa entre cuatro y siete especies, manifestándose así que las asociaciones vegetales del sur están caracterizadas por la mayor dominancia de especies perennes. Por el contrario, las asociaciones vegetales que presentan los valores más bajos en cuanto a riqueza se encuentran al norte y centro (El Comal y Campo Pista), donde se encuentran ubicadas las asociaciones 2 y 4 respectivamente, con un promedio de dos a tres especies en los inventarios. Así mismo, se observa la discontinuidad en la zona debido a la reducida presencia de especies perennes, lo que resulta de la poca factibilidad para a la aplicación del método en algunas localidades de la asociación 4, misma que representa una de las zonas con mayor perturbación. En cuanto a los inventarios de la asociación 2, se encuentran dominados principalmente por dos especies y está caracterizada por ser la asociación con menor riqueza.

CAPITULO VII. DISCUSION

7.1. COMUNIDADES VEGETALES.

Los matorrales de Isla Guadalupe constituyen un paisaje que consiste en superficies de terreno en donde las comunidades vegetales son de porte arbustivo bajo y se caracterizan por plantas de tipo xerófilo costero. Estos matorrales se distribuyen en forma discontinua, siendo actualmente el tipo de vegetación más representativo y con mayor abundancia.

En el matorral del sur, el ramoneo de las cabras no permitió un óptimo desarrollo de las plantas, induciéndolas a “enanismo”. Actualmente, y al eliminarse la presión de las cabras, los arbustos presentan una recuperación al superar el metro de altura y, de acuerdo a los inventarios en la zona, una cobertura promedio del 59.3%. Es común en estos matorrales del sur la presencia de subarbustos blanquecinos, como *Atriplex barclayana* y *Ambrosia camphorata*, ambos característicos de zonas áridas de la península.

En las primeras descripciones realizadas por Palmer (Watson, 1876; en Moran, 1996), refiere que cerca de la mitad de la isla tres arbustos eran característicos: *A. camphorata*, *Atriplex barclayana* "apenas medio abundante"; y *Artemisia californica*, "menos frecuente pero, dando carácter a la vegetación". Años más tarde, se menciona que posiblemente estas especies formaron parte del componente florístico del matorral de *Artemisia* (Oberbauer, 2005). Sin embargo, actualmente esta comunidad se encuentra modificada por la ausencia de *A. californica* (reportada para la isla, pero no fue observada durante los muestreos).

Por su parte, los matorrales más norteños tienen elementos que alguna vez formaron el componente del chaparral como *Ceanothus arboreus* (Junak, 2005), *Gambelia speciosa* y *Ceanothus* cf. *greggii* var. *perplexans*; ésta última es común observarla actualmente en el área que fue afectada por incendios (Monte Augusta y bosque de cipreses).

Este matorral insular se considera una variante de matorral costero existente en la península de Baja California y sur de California, y que ha sido tipificado de acuerdo a su

componente florístico, fisionomía y distribución en: Riversidiano, Diegano, Martiniano y Vizcainiano (Axelrod, 1978; Westman, 1982). Por su parte, Oberbauer (2006) lo clasifica como matorral desértico marítimo y un extinto matorral de *Artemisia*, los cuales habrían sido los más diseminadas en la isla. Meling (1985) lo dividió en matorral de *Atriplex-Sphaeralcea*, matorral de *Ambrosia-Atriplex* y matorral de *Hemizonia-Atriplex*. En particular con relación a Isla Guadalupe, varios autores han hecho propuestas orientadas a una tipificación (Tabla10).

Tabla 10. Equivalencias del matorral en la Isla Guadalupe propuestos por varios autores.

Rzedowski (1978)	Meling (1985)			Moran (1996)	León de la luz et al. (2003)	Oberbauer (2005, 2006)		
Matorral xerófilo	Matorral costero			Matorral	Matorral desértico marino	Matorral de <i>Artemisia</i>	Mesa de Guadalupe/ Matorral de los islotes	Matorral desértico marítimo
	Matorral de <i>Atriplex-Sphaeralcea</i>	Matorral de <i>Ambrosia-Atriplex</i>	Matorral de <i>Hemizonia-Atriplex</i>					

De acuerdo a Moran (1996) aparentemente la comunidad estaba caracterizada por ser un matorral abierto, de menos de 1m de alto, en el que los arbustos están provistos de pubescencias blanquecinas, tal como se observa en el matorral costero en el sur de California (Westman, 1982), Isla Santa Rosa (Corry, et al. 1999) y Baja California (Delgadillo, 1998). Por otro lado, Rzedowski (1998) menciona que *Ambrosia* es un género que de manera notable evade áreas dominadas por pastizales, sin embargo actualmente en el sitio de la Pista donde dominan pastos está presente *Ambrosia camphorata*, infiriéndose que en el pasado esta especie fue parte importante de la estructura original del matorral.

De acuerdo a Rzedowski (1978), la diversidad y las condiciones estructurales del matorral puede cambiar considerablemente de un año a otro. Las comunidades del norte (1 y 2) presentan cambios en estructura y composición florística, a partir de la erradicación de las cabras; y se ha demostrado que a partir de la eliminación de la presión por herbívoros, la vegetación puede presentar una rápida recuperación (Coblentz,1978). Sin embargo, los matorrales del sur de la isla (3 y 5) mantienen una aparente uniformidad en su estructura debido a la presión de ramoneo de las cabras. Los matorrales de la parte central (4), se observó un aumento en presencia y cobertura de arbustos nativos. En general, las comunidades vegetales del matorral indican una recuperación en el incremento de la abundancia-cobertura a partir de muestreos sistemáticos (GECI, datos ined.) y de observaciones personales.

7.2.- CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

7.2.1.- Análisis de conglomerados

El análisis de clasificación permitió interpretar la relación florística existente entre las asociaciones vegetales identificadas que integran las comunidades de matorral. Los resultados obtenidos confirman lo observado en campo. El dendrograma muestra una marcada separación de dos grandes grupos: norte y sur.

Las comunidades del norte, con dos asociaciones (1 y 2) representada por 54 inventarios fitosociológicos (30 de *PS* y 24 de *SL*), mostraron poca similitud con el grupo del sur (3, 4 y 5) que comparten algunos de los componentes presentes en los sitios, siendo estas en algunos casos especies acompañantes de amplia distribución o amplio margen ecológico. En otros casos de manera accidental especies como *Senecio palmeri* y *Perityle incana*, que forman parte de las asociaciones norteñas, aparecen en el sur formando parte de las comunidades. Del mismo modo se presentan especies diferenciales situación que provocó la formación de subgrupos.

El dendrograma (Figura 4) muestra que la asociación 4 presenta más compatibilidad con las asociaciones 3 y 5, que están mayormente relacionadas entre sí y, por lo tanto, son

más similares en su composición florística, al compartir el 35% de las especies identificadas en los muestreos. Así mismo, la variante ecológica que forma una subasociación entre *Deinandra greeneana* ssp. *greeneana* y *Sphaeralcea palmeri* está restringida a esta área de la isla.

7.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES

7.3.1. *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea*

Asociación norteña formada por *Perityle incana-Sphaeralcea sulphurea*, la cual presentó el mayor porcentaje de superficie cubierta del cuadrante, en las dos temporadas, dada por especies endémicas y arbustos nativos de gran importancia como *Gambelia speciosa* y *Ceanothus arboreus*. Es importante mencionar la presencia en esta asociación de especies herbáceas endémicas, las cuales no fueron consideradas en el análisis, sin embargo Oberbauer (2006) refiere que son elementos remanentes del matorral de *Artemisia* y el chaparral.

Los inventarios de esta asociación resultaron muy homogéneos, pero pobres en especies perennes. Algunos inventarios *Lupinus niveus*, la cual se presentó en parches densos dentro de la comunidad, fueron rechazados al no cumplir con los criterios del método.

Por otra parte, se evidencia la presencia de 12 importantes especies perennes que se encuentran colonizando y ampliando su distribución actual, en contraste con los resultados de Meling (1985) para esta zona al referir la dominancia de herbáceas, en su mayoría anuales, y la notable ausencia de arbustos nativos, así como la poca diversidad y riqueza de especies.

Si bien el número de especies perennes que componen esta asociación es aún bajo, la complejidad y requerimientos de sus especies permite inferir que las comunidades norteñas se encuentren en una etapa de sucesión de tipo secundaria o intermedia (comunidad que a pesar de haber alcanzado alto grado de perturbación por causas humanas, muestra recuperación natural), en la que de acuerdo a Moran (1996), sus

elementos formaban parte de la composición y estructura original de los matorrales. Así mismo, León de la Luz (2003) menciona que la parte norteña fue probablemente la más diversa en plantas y comunidades. El actual aumento de la cobertura vegetal ha influenciado la formación de suelo y retención de humedad, ambiente que ha favorecido el establecimiento de especies vegetales que aportan materia orgánica al suelo. En contraste, Meling (1985), menciona la fisiografía de la zona como muy accidentada y con suelo muy erosionado, ligado a la distribución y alta densidad de cabras.

7.3.2. *Sphaeralcea sulphurea-Lupinus niveus*

Esta asociación, al igual que la anterior asociación, comprenden las asociaciones más dinámicas ya que su estructura ha cambiado durante los años de muestreo (obs. pers.). Aunque *Sphaeralcea sulphurea* está presente en otras asociaciones, es en esta comunidad una especie de tipo preferente por su abundancia y mayor dominancia que en el resto. Esta es otra zona (también localizada al norte de la isla) que presenta evidencia de los impactos provocados por las cabras, ya que, representaba un área de refugio y pastoreo. Así mismo, es la asociación que presenta menos diversidad y, esto tal vez debido a la etapa de sucesión en la que se encuentra es de tipo intermedia o secundaria.

7.3.3. *Atriplex barclayana-Lycium californicum*

Esta asociación se aproxima con una de las variantes del matorral (*Atriplex-Sphaeralcea*) referido por Meling (1985), mientras que Oberbauer (2006) menciona que es una de las comunidades más interesantes debido a su composición florística dada por una mezcla de subarbustos y suculentas, aunque estas últimas no tienen una dominancia fisionómica relevante en la isla principal. Lo interesante de esta asociación radica en que las localidades muestreadas (al oeste y sur de la isla), presentan características fisionómicas, edáficas y climáticas similares, además de la presencia de líquenes sobre las rocas. Sin embargo, existe una diferencia marcada por la ausencia del género *Deinandra* con en

Campo oeste, situación que permite inferir que *Deinandra greeneana* ssp. *greeneana* es una especie diferencial. Dichos taxones permiten distinguir dos o más comunidades próximas desde el punto de vista florístico, especialmente las subasociaciones que no tienen características propias (Braun-Blanquet, 1979; en Ferreras, 1981). Se ha distinguido la subasociación *Sphaeralcea palmeri* ligada posiblemente a factores edáficos.

En el sur (mesa sur), Meling (1985) describe un matorral de *Hemizonia* (*Deinandra greeneana* spp. *greeneana*) y *Atriplex*; el cual en el presente trabajo corresponde a la asociación *Atriplex barclayana-Lycium californicum* y la subasociación *Deinandra greeneana* ssp. *greeneana*-*Sphaeralcea palmeri*. De igual manera, Oberbauer (2006) reconoce a esta comunidad como matorral de la Mesa de Guadalupe/Matorral de islotes, existiendo ahí grandes áreas en donde la vegetación parece intacta.

7.3.4. *Sphaeralcea sulphurea*-*S. palmeri*

Se puede inferir que el género *Sphaeralcea* (con sus dos especies) posiblemente estén ampliando su distribución, ya que en estudios previos no se tiene registro de que las dos especies dominantes converjan en una misma área, incluso se reporta que *S. sulphurea* ha sido observada al noroeste del bosque de Ciprés en las laderas rocosas y al oeste (Campo oeste) como su límite más sureño; mientras que *S. palmeri* está reportada por Moran (1996) como especie endémica de la parte sur de la isla. De acuerdo a Oberbauer (2006), aparentemente esta comunidad estaba representada por *Juniperus californica* mezclado con matorral de *Artemisia*, siendo estas las comunidades más modificadas. De acuerdo a Meling (1985) esta comunidad presentaba una composición florística y una estructura dominada por herbáceas y una notable ausencia de cobertura arbustiva, esto contrasta con la abundancia y dominancia actual determinada a partir de los inventarios fitosociológicos, donde se cuenta con una cobertura de al menos el 53.2%.

7.3.5. *Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana*

Oberbauer (2006), describe esta comunidad con el nombre de matorral desértico marítimo, la asociación está dominada por *Ambrosia camphorata-Atriplex barclayana*, subarbustos nativos adaptados a condiciones de sequía.

Según los resultados obtenidos, es posible que la asociación se encuentre en una etapa estructuralmente estable de la sucesión, de manera que en la asociación siempre aparece una composición florística característica. De acuerdo con Meling (1985), esta comunidad es una variante del matorral costero donde aparentemente el componente florístico de la comunidad no han cambiado. De acuerdo a lo registrado por Moran desde sus primeras visitas y que después es comprobado por Meling (1985), esta comunidad por aproximadamente 30 años no muestra evidencias de reemplazo, por lo que se puede deducir que se encuentre en etapa clímax. Deduciéndose que ha alcanzado una etapa de equilibrio dinámico con los factores del ambiente particularmente con el clima. Sin embargo, su estructura fue pobre, degradada y restringida a arroyos. Actualmente cubre al menos 104.87 hectáreas (esto de acuerdo solamente al área muestreada) de manera homogénea en gran parte de la zona sureste de la isla.

En las asociaciones *Ambrosio chenopidifoliae-Larreetum tridentatae* o *Agavo cerulatae-Idrietum columnaris*, descritas por Delgadillo (1995) para la península, *Ambrosia camphorata* forma parte del componente florístico.

7.4. COMPONENTE FLORÍSTICO

Se identificaron para el matorral 75 taxa distribuidos en 30 familias y 55 géneros; de los cuales corresponden 30 especies a subarbustos, 43 herbáceas y dos geófitas. Con respecto a las familias identificadas (Figura14), Asteraceae (14 taxa) y Fabaceae (8 taxa) presentan la mayor riqueza de especies nativas en los sitios de muestreo y posiblemente para la isla. Rzedowski (1972), menciona que Asteraceae es la familia más diversificada y mejor representada en el norte y centro de México; además, considera que las zonas áridas y semiáridas del país representan sus principales áreas de diversificación dentro del territorio mexicano. Las asteráceas cuentan en Baja California con 115 géneros y 353 especies, de las cuales 43 son endémicas. De acuerdo con León de la Luz *et al.* (2003) se cuenta con 35 taxa endémicos estrictos de la isla, de los cuales al menos 7 especies y un género son endémicos, *Baeriopsis* (Villaseñor, 1992; en Delgadillo *et al.* 2002). En cuanto a Fabaceae, Delgadillo *et al.* (2002) menciona que es la segunda familia más grande en México, siendo el mayor centro secundario de diversificación de esta familia en el mundo.

La diversidad florística de Isla Guadalupe es compartida con las islas del sur de California (Islas del Canal de California) y en algunos casos con las islas del noroeste de Baja California. De tal manera, que debido a la proximidad con estas islas, se esperaría que Guadalupe compartiera más especies con islas como Cedros. Sin embargo, de acuerdo a Oberbauer (1999) el 55% de las plantas de Guadalupe se encuentran en Isla Santa Catalina, 49 % en Isla San Clemente y 47% con Isla Santa Cruz. Inesperadamente solo el 28% de las especies de plantas se comparten con Isla de Cedros a pesar de ser más cercana a Isla Guadalupe. El mismo autor refiere que esto se puede deber al flujo norte-sur de la corriente de California y a la historia paleogeológica de dichas islas; la afinidad de la flora Guadalupana con las islas del sur de California convierte a la isla en un remanente importante de alta protección de la flora costera del Sur de California (Luna-Mendoza *et al.* 2005).

7.5. ANALISIS ESPACIAL

7.5.1. Base de datos

El análisis y procesamiento de los datos permitió la elaboración de los mapas con la distribución espacial del matorral y sus asociaciones en la isla. La principal característica de un *Sistema de Información* en particular, es que está diseñado para trabajar con *datos referenciados* con respecto a coordenadas espaciales o geográficas, descrito a través de una serie de atributos asociados a una localización específica, y que sea de utilidad para la toma de decisiones (Moreira, 1996).

7.5.2. Representación espacial de los datos: Mapas

Los estudios con Sistemas Información Geográfica en Isla Guadalupe se han enfocado principalmente al diagnóstico del bosque de Ciprés (Rodríguez-Malagón, 2006 y Ramos, 2006) haciendo uso de imágenes satelitales, los cuales no pudieron ser contrastados con el presente estudio, quedando como referencia. Sin embargo, Meling (1985) y Oberbauer (2005, 2006) presentan en mapas las comunidades vegetales actuales, siendo estas referencia básica para la elaboración del presente estudio.

La delimitación espacial de las comunidades del matorral estudiado, coinciden con la propuesta de Oberbauer (2005); mientras que hay una coincidencia a nivel de asociaciones vegetales con algunas propuestas por Meling (1985), como por ejemplo con la dominancia de *Ambrosia camphorata*. Lo anterior, brindan las bases para incorporar e integrar datos actualizados y vincular dicha información con otras fuentes cartográficas, fotos aéreas, imágenes satelitales, etc., a partir de las cuales se pueden realizar análisis espaciales más específicos y complejos. Tal es el caso del trabajo de García-Gutiérrez *et al.* (2005) quienes elaboraron la cartografía base para la conservación de isla Guadalupe haciendo uso de la información generada por Moran (1996) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1980)

La utilización del índice de Moran I (1950) como estimador del tipo de distribución espacial en el análisis de cada sitio, resultó ser independiente para las variables de cobertura vegetal total de muestreo, abundancia y riqueza (número de especies); es decir, los valores de una variable suelen ser menos similares (autocorrelación negativa) de lo esperado a distancias cortas y largas (Maestre, 2009; en Wiegand, *et al.* 2009), presentándose heterogeneidad en los valores de cada asociación. La ausencia de autocorrelación sugiere una distribución al azar (Reiné, 1995), sin embargo, y de acuerdo a los criterios del método Fitosociológico de Braun-Blanquet (1932), el muestro empleado en el presente estudio fue de tipo preferencial, por lo que se infiere que una de las razones por las que se atribuye la ausencia de autocorrelación espacial es la heterogeneidad de ambientes y los factores físico y exclusivos de cada comunidad evaluada, así mismo como la etapa sucesional en que se encuentran.

CAPITULO VIII.- CONCLUSIONES

- Se analizan por primera vez a nivel de asociaciones fitosociológicas las comunidades del matorral de isla de Guadalupe.
- En general, el análisis indica que hay una notable respuesta homeostática positiva del ecosistema insular a favor de la recuperación de sus comunidades vegetales originales, gracias a la reciente erradicación de la cabra feral. Es decir, la perturbación específica que representó la presión sostenida por la presencia a lo largo de un siglo y medio de la población de cabra feral no acabó con la resiliencia natural del ecosistema insular.
- En las asociaciones identificadas existe predominancia de las especies de amplia distribución (*Sphaeralcea* al norte y *Atriplex barclayana* al sur), adaptadas a variadas condiciones climáticas y edáficas, lo que favorece la recolonización del hábitat después de la erradicación de las cabras.
- La localidad donde se ubica la asociación *Sphaeralcea sulphurea-S. palmeri* es probablemente una de las zonas más impactadas por las cabras, donde será necesario implementar acciones de restauración.
- Las comunidades 1 y 3 presentan la mayor riqueza y abundancia de especies.
- Las comunidades vegetales de la parte centro y norte de la isla se encuentran en etapa sucesional intermedia. Sin embargo, es pertinente realizar observaciones a través del tiempo y hacer un análisis florístico para investigar y monitorear las tendencias de la vegetación y evaluar la recuperación natural.
- Los matorrales norteños han sufrido cambios positivos en la estructura y composición de especies nativas; actualmente cuentan con cobertura del 51.7%.
- Las zonas de pastoreo y refugio que tenían las cabras coinciden con las zonas que presentan menor abundancia y cobertura de especies nativas, en las se observa una recuperación natural lenta. Estos resultados sugieren que posiblemente sea

necesario implementar actividades de restauración activa tales como manejo de suelos y humedad, producción de plantas en invernadero, trasplantes y recolección y voleo de semillas.

- Los mapas generados con un Sistema de Información Geográfica constituyen la base para estudios posteriores, en los que se podría realizar una adecuada delimitación de los matorrales que conlleven a la conservación de los parches heterogéneos de vegetación, por ejemplo mapas de vegetación potencial, cobertura vegetal, uso de suelo.
- Debido a que el presente constituye un estudio línea base, se podrá alimentar las bases de datos con información de monitoreos posteriores, estableciéndose una referencia para el estudio de las comunidades y asociaciones vegetales.
- Los resultados del presente estudio validan la propuesta de Oberbauer (2005), sobre la reconstrucción hipotética de las comunidades vegetales de la isla. Nuestro análisis indica que la vegetación actual está teniendo una respuesta favorable en cuanto a la abundancia y composición florística, siguiendo su patrón de distribución original.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Muñoz, A., J.E. Bezaury-Creel, J. Carranza, E. Enkerlin, C. Gargia, L. Luna, B. Keitt, J. Sanchez, B. Tershy. 2003. propuesta para el establecimiento del Area Natural Protegida "Reserva de la Biosfera de isla Guadalupe". Estudio tecnico Justificativo. Grupo de Ecología y Conservacion de Islas, A. C. 98 pp.
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz, M. Rodríguez-Malagón, M. Félix-Lizárraga, J. C. Hernández-Montoya, J. M. Barredo-Barberena, R. González-Gómez, F. Méndez-Sánchez, F. Torres-García and M. Latofski-Robles. 2011. Island restoration in Mexico: ecological outcomes after a decade of eradications of invasive mammals. In: Veitch, C. R.; Clout, M. N. and Towns, D. R. (eds) 2011. Island invasives: Eradication and management. IUCN, (International Union for Conservation of Nature), Gland, Switzerland. Island Invasives International Conference. Auckland, New Zealand, February 2010. Proceedings. Páginas 250-258.
- Aguirre-Muñoz, A., J.E. Bezaury-Creel, H. de la Cueva, I.J. March-Mifsut, E. Peters-Recagno, S. Rojas-González de Castilla y K. Santos-del Prado Gasca (Compiladores). 2010. *Islas de México, Un recurso estratégico*. Instituto Nacional de Ecología (INE), The Nature Conservancy (TNC), Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).
- Aguirre-Muñoz, A. L., Luna, J. Hernández, F. Méndez, J. Barredo, M. Félix, M. Hermsillo, N. Silva, A. Manríquez, A. Allen, A. Leal, M. Rodríguez, y F. Torres. 2013. Restauración y conservación de Isla Guadalupe. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. DQ013. México, D.F.
- Alcaraz, F. 2008. El método fitosociológico. Universidad de Murcia, España.
- Alcaraz, F. 2013. Geobotánica: Pisos bioclimáticos y pisos de vegetación. Universidad de Murcia, España.

- Axelrod, D. 1978. The origin of coastal sage vegetation, Alta and Baja California. *American Journal of Botany*, 65: 1117-1131.
- Badii, M.H., J. Castillo, K. Cortes y H. Quiroz. 2007. Análisis de clusters. Pp. 15-36. En: M.H. Badii y J. Castillo (eds.). *Técnicas Cuantitativas en la Investigación*. UANL, Monterrey, México.
- Baldwin, B. 2007 .Adaptive radiation of shrubby tarweeds (*Deinandra*) in the California islands parallels diversification of the hawaiian silversword alliance (compositae–madiinae). *American Journal of Botany*, 94 (2), 237–248.
- Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant Sociology: the study of the communities*. (G. y. Fuller, Trad.) Mc Graw Hill.
- Campbell, K. y J. Donlan. 2005. Feral Goat Eradications on Islands. *Conservation Biology*. 19 (5): 1362–1374
- Coblentz, B. 1978.The effects of feral goats (*Capra hircus*) on island ecosystems. *Biological Conservation*. 13: 279-285.
- Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano. 2012. Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina-Armada de México y Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. México, D.F. y Ensenada, B.C. pp. 125.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2005. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de California. México, D.F., pp. 169. + 3 anexos.
- Delgadillo, J., M. Peinado, M. De la Cruz, J. Martínez y A. De La Torre.1992. Análisis fitosociológico de los saladares y manglares de Baja California, México. *Acta Botánica Mexicana*, 19:1-36.

- Delgadillo, J. 1995. Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos y México). Tesis de doctorado, Universidad de Alcalá de Henares, España. 566 pp.
- Delgadillo, J. 1998. Florística y ecología del norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. 407 pp.
- Delgadillo, J. 2002. Componente florístico del desierto de San Felipe, Baja California México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* (70):45-65.
- Delgadillo, J. 2014. Manual de Práctica Campo de Temas Selectos de Botánica: Geobotánica. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.
- Ferriol Molina, M., y M. Farinós. 2012. *El Inventario Fitosociológico*. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia.
- Ferreras, C. 1981. Consideraciones en torno a la fitosociología en relación con la Geografía de la vegetación. Anales de geografía de la Universidad Complutense. Universidad Complutense. 18 pp.
- Elzinga, C. D., Salzer y J. Willoughby. 1998. *Measuring and Monitoring: Plant Populations*. Sacramento, California, Bureau Land Management National. Denver, Colorado. BLM Technical Reference 1730-1. 477 pp.
- García, C., A. Hinojosa, E. Franco, P. Riggan, G. Bocco, L. Luna, A. Aguirre, J. Maytorena, B. Keitt, B. Tershy, M. Rodríguez, y N. Biavaschi. 2005. Cartografía base para la conservación de isla Guadalupe: avances, perspectivas y necesidades. En: E. Peter y K. Santos (eds). *Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe*. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- Garcillán, P., y E. Ezcurra. 2008. Guadalupe Island: lost paradise recovered? Overgrazing impact on extinction in a remote island as estimated through accumulation functions. *Biodiversity and Conservation*, 17:1613-1625.

- Garcillán, P., E. Vega E. y C. Martorell. 2012. El palmar de *Brahea edulis* de Isla Guadalupe: ¿un oasis de niebla en Norteamérica? *Revista Chilena de Historia Natural*, 85: 137-145.
- González, F. 2004. *Las comunidades vegetales de México: propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México* (2^{da}. ed.). Instituto Nacional de Ecología-INE-SEMARNAT, México, D.F.
- González, C., P. Garcillan, E. Ezcurra y Col.2010. Ecorregiones de la Península de Baja California: una síntesis. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, 87: 69-82.
- Halloy, S., M. Ibáñez, y K. Yager 2011. Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de biodiversidad. *Ecología en Bolivia*. 46(1): 46-56.
- Hickman, J. (ed.). 1993. *The Jepson Manual: higher plants of California*. University of California Press. Berkeley, Los Angeles & London. 1400 pp.
- Hubbs, C. y R. Jehl 1976. Remains of Pleistocene birds from Isla de Guadalupe, Mexico. *Condor*, 78:421-422.
- Junak, S. y R. Philbrick. 1994. The Flowering plants of the San Benito Islands, Baja California, México. *The Fourth California Islands Symposium: Update on the Status of Resources* (ed). W. L. Halvorson and G. J. Maender. 235-246. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, CA.
- Junak, S. y R. Philbrick. 1994. Flowering Plants of San Martin Island, Baja California, Mexico. *The Fourth California Islands Symposium: Update on the Status of Resources*. (ed). W. L. Halvorson and G. J. Maender. 429-447. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, CA.
- Junak, S. y R. Philbrick. 1994. Flowering Plants of Natividad Island, Baja California, Mexico. *The Fourth California Islands Symposium: Update on the Status of Resources*. (ed). W. L. Halvorson and G. J. Maender. 224-234. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, CA.

- Junak, S. y R. Philbrick, R. 1994. The Vascular Plants of Todos Santos Island, Baja California, Mexico. En: The Fourth California Islands Symposium: Update on the Status of Resources. (ed). W. L. Halvorson and G. J. Maender. 407-428. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, CA.
- Junak, S., T. Ayers, R. Scott, D. Winlken y D. Young. 1995. *A flora of Santa Cruz Island*. Santa Barbara Botanic Garden, Santa Barbara, CA. 397 pp.
- Junak, S. B.M. 2005. Esfuerzos recientes de conservación y apuntes sobre el estado actual dela flora de Isla Guadalupe. En: Santos Del Prado K. y Peters, E (comps), *Isla Guadalupe: restauración y conservación*. México, D.F. INE-SEMARNAT. pp.83-90.
- Klinger, R., P.Shuyler, y J. Sterner.1994. Vegetation response to the removal of feral sheep from Santa Cruz Island. En: W.L. Halvorson, and G. J. Maender, (eds.) The fourth California Islands symposium: up-date on the status of resources. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, CA. pp.341-350.
- Krebs, C. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. 2da. Harla. México, D.F. 53 pp.
- León de la Luz, J. L. 2003. On the urgency of conservation on Guadalupe Island, Mexico: Is it a lost paradise? . *Biodiversity and Conservation*, 12 (5): 1073-1082
- León de la Luz, J. L., J. Rebman, y T. Oberbauer. 2005. El estado actual de la flora y la vegetación de Isla Guadalupe. En: Santos del Prado, K. y Peters, E. (eds.). *Isla Guadalupe: Restauración y Conservación*. 55-65. INE-SEMARNAT.
- Luna. L, D. Barton. K.E Lindquist y R. William. 2005. Historia de la avifauna anidante de Isla Guadalupe y las oportunidades actuales de conservación. En: Santos del Prado, K. y Peters, E (eds), *Isla Guadalupe: Restauración y Conservación*. 115-134. INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Medina Chena, A., T. Salazar, J. Chimal y J. Alvarez. 2010. Fisiografía y suelos. En: *Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz*. Gobierno del Estado

- de Veracruz: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. pp. 29-42.
- Meling, A. 1985. *Situación actual de la vegetación de Isla Guadalupe*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.
- Moran, R. 1996. *The Flora of Guadalupe Island, Mexico*. California Academy of Sciences. San Francisco, CA. 190 pp.
- Moreira, A. 1996. Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Ciencia y Ambiente: Ambiente y Desarrollo*. 7 (2), pp. 86-86
- Morrone, J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 76 (2):207-252.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre de 2010.
- Oberbauer, T. 1993. Floristic Analysis of Vegetation Communities on Isla de Cedros, Baja California, México. En: *Third California Island Symposium: recent advances in research on the California islands*. Santa Barbara Museum of Natural History. Santa Barbara, California.
- Oberbauer, T. 1999. Vegetation and flora of Islas Los Coronados, Baja California, México. En: *Proceedings of the Fifth California Islands Symposium*. 212–223. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, CA.
- Oberbauer, T. 2002. *Analysis of vascular plant species diversity of the pacific coast islands of Alta and Baja California*. En: *Fifth Annual Baja California Botanical Symposium*, San Diego Natural History Museum. San Diego, California.

- Oberbauer, T. 2005. A comparison of estimated historic and current vegetation community structure on Guadalupe Island, Mexico. En: Garcelon D.K, and Schwemm C.A. (eds.). Proceedings of the Sixth California Islands Symposium. 143–153. Arcata National Park Service Technical Publication CHIS-05-01, Institute for Wildlife Studies, Ventura.
- Oberbauer, T. 2006. La vegetación de Isla Guadalupe, entonces y ahora. *Gaceta Ecológica*. Pp. 47-58.
- Quantum GIS Development Team. 2013. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org> .
- Peinado, M., F. Alcaráz, J. Delgadillo, e I. Aguado. 1994. Fitogeografía de la Península de Baja California, México. *Anales Jard. Bot, Madrid* 51 (2):255-277.
- Peinado, M., J. Aguirre, y J. Delgadillo. 1997. Phytosociological, bioclimatic and biogeographical classification of woody climax communities of western North America. *Journal of Vegetation Science*, 8:505–528.
- Peinado, M. F. Alcaráz, J. Aguirre y J. Martínez. 1997b. Vegetation formations and associations of the zonobiomes along the North American Pacific coast: from Northern California to Alaska. *Plant Ecology*, 129:29–47.
- Peinado, M., J. Delgadillo, y J. Aguirre. 2005. Plant associations of the El Vizcaíno Biosphere Reserve (Baja California Sur, México). *Southwestern Naturalist*, 50(2):129–149.
- Perelman, S., W. Batista y R. León 2005. El estudio de la heterogeneidad de la vegetación. Fitosociología y técnicas relacionadas. En: Oesterheld, M; M. Aguiar. C. Ghersa, y J. J. Paruelo (eds.). *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas: un homenaje a Rolando León*. 321-350. Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina.
- Poder Ejecutivo Federal. 1922. Acuerdo reservando la Isla Guadalupe, de la Baja California, para el fomento y desarrollo de las riquezas naturales que contienen.

Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Agricultura y Fomento. 28 de noviembre de 1922.

Poder Ejecutivo Federal. 1928. Acuerdo por el que se declara zona reservada para la caza y pesca de especies animales y vegetales, la Isla Guadalupe, Baja California y las aguas territoriales que la circundan. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Agricultura y Fomento. 16 de agosto de 1928.

Poder Ejecutivo Federal. 2005. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biosfera, la zona marina y terrestre que incluye a la Isla Guadalupe. Diario Oficial de la Federación. 25 de abril de 2005, México.

Ramírez, A. 2012. Exotic deer diminish post fire resilience of native scrub communities on Santa Catalina Island, southern California. *Plant Ecology*. Pp. 1037-1047.

Ramos, C. 2006. Propuesta de Manejo de Erosión Hídrica en el Bosque de Ciprés de Isla Guadalupe. Tesis de Mestría. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.

Rivas-Martínez, S. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España. Serie Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, I.C.O.N.A. Madrid, España. 268 pp.

Rebman, J., T. Oberbauer y J. León de la Luz. 2002. The flora of Toro islet and notes on Guadalupe Island, Baja California, Mexico. *Madroño*, 49(3):145-149.

Rebman, J., T. Oberbauer y J. León de la Luz. 2005. La flora de Isla Guadalupe y sus islotes adyacentes. En: K. Santos del Prado y Peters, E. (eds.). Isla Guadalupe: Conservación y Restauración. INE-SEMARNAT. pp. 67-81.

Rzedowski J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. *Ciencia*. 27:123-132.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F. 432 pp.

- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Santos Del Prado, K. E. 2005. *Isla Guadalupe: Restauración y Conservación*. México, D.F. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). pp 55-65.
- Simonetti, J. y R. Dirzo. 2012. La conservación biológica en América latina (eds.). En *Botanical Sciences* 90 (2): 207-208.
- Van Vuren, D. 1987. Some Ecological Effects of Feral sheep on Santa Cruz Island, California, USA. *Biological Conservation*, 41:253-268.
- Veitch, C. y M. Clout. 2002. The response of herbaceous vegetation and endemic plant species to the removal of feral sheep from Santa Cruz Island, California. En *Turning the tide: the eradication of invasive species* (eds.) 141-154. IUCN SSC Invasive Specialist Group. Switzerland and Cambridge, UK.
- Villaseñor, J. 1992. La familia Asteraceae en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* pp. 103-110.
- Welsh, S. 1983. Utah flora: Compositae (Asteraceae). *Great Basin Naturalist*, 43(2): 179-357.
- Weber, W. 1993. The lichen flora of Guadalupe Island, Mexico. En: Hochberg, F.G. (ed.) *Third California Islands Symposium: Recent advances in research on the California Islands*. 65-71. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, California.
- Westman, W. 1981. Factors influencing the distribution of californian coastal sage scrub. *Ecology*, 62 (2):439-455.
- Westman, W. 1983. Island Biogeography: Studies on the xeric shrublands of the inner Channel Islands, California. *Journal of Biogeography*, 10(2):97-118.
- Westman, W. 1983. Xeric Mediterranean-type shrubland associations of Alta and Baja California and the community/continuum debate. *Vegetatio*, 52(1):3-19.

Wiegand, T., E. Martínez. 2009. Reseña de Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: Métodos y Aplicaciones de Fernando T. Maestre, Adrián Escudero y Andreu Bonet. *Ecosistemas*, 18 (1):92-94.

Wiggins, I. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford, California, USA. 1025 pp.

<http://bajaflores.org/>

<http://www.calflora.org> (Accessed 25/06/2014).

<http://www.itis.gov/index.html>

<http://www.tropicos.org/name/13037063> (acceso 09/09/2014)

ANEXOS

Anexo 1. Listado de florístico de los matorrales su forma de crecimiento. A=Arbusto, G= Geófito, HA= Herbácea anual, HP= Herbácea perenne, P= Parásita, Sf=Sufrútice, Su=Suculenta

Familia y especie	Forma de vida
AIZOACEAE	
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	HA
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	HA
ANACARDIACEAE	
<i>Malosma laurina</i> (Nutt.) Abrams	A
APIACEAE	
<i>Lomatium insulare</i> (Eastw.) Munz	HP
ASPARAGACEAE	
<i>Triteleia guadalupensis</i> L.W. Lenz	G
ASTERACEAE	
<i>Amblyopappus pusillus</i> Hook. & Arn.	HA
<i>Ambrosia camphorata</i> (Greene)W.W. Payne	Sf
<i>Lasthenia californica</i> DC. ex Lindl.	HA
<i>Baeriopsis guadalupensis</i> J.T. Howell	Sf
<i>Deinandra frutescens</i> (A. Gray) B.G. Baldwin	Sf
<i>Deinandra greeneana</i> (Rose) spp. <i>greeneana</i> B.G. Baldwin	Sf
<i>Deinandra palmeri</i> (Rose) B.G. Baldwin	Sf
<i>Filago californica</i> Nutt.	HA

<i>Hazardia cana</i> (A. Gray) Greene	A
<i>Perityle emoryi</i> Torrey	HA
<i>Perityle incana</i> A. Gray	Sf
<i>Senecio palmeri</i> A. Gray	Sf
<i>Gnaphalium bicolor</i> (Bioletti) A. Anderb.	H
<i>Pseudognaphalium</i> sp.	HP
BORAGINACEAE	
<i>Amsinckia menziesii</i> (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	HA
<i>Cryptanta foliosa</i> (Greene) Greene	HA
<i>Cryptanta maritima</i> (E. Greene) E. Greene	HA
CACTACEAE	
<i>Cylindropuntia prolifera</i> (Engelm.) F.M. Knuth	Su
<i>Mammillaria blossfeldiana</i> var. <i>shurliana</i> (H.E. Gates) Wiggins	Su
CARYOPHYLLACEAE	
<i>Spergularia macrotheca</i> (Hornem. ex Cham. & Schltdl.) Heynh.	HP
CHENOPODIACEAE	
<i>Atriplex barclayana</i> (Benth.) D. Dietr.	A
<i>Atriplex semibaccata</i> R. Br.	HP
<i>Suaeda taxifolia</i> (Standley) Standley	A

CONVOLVULACEAE

<i>Calystegia macrostegia</i> (E. Greene) Brummitt ssp. <i>macrostegia</i>	HP
<i>Cuscuta</i> sp. Juss. ex Yunck.	P
<i>Marah guadalupensis</i> (S. Watson) Greene	HP

EUPHORBIACEAE

<i>Euphorbia misera</i> Benth.	A
<i>Chamaesyce pondii</i> (Millsp.) Millsp.	H

FABACEAE

<i>Acmispon argophyllus</i> var. <i>argenteus</i> (Dunkle) Brouillet [= <i>Lotus a.</i> ssp. <i>ornithopus</i>]	Sf
<i>Acmispon grandiflorus</i> var. <i>grandiflorus</i> (Benth) Brouillet [<i>Lotus g</i>]	Sf
<i>Lupinus niveus</i> S. Wats	HP
<i>Lupinus guadalupensis</i> E. Greene	HA
<i>Lupinus bicolor</i> Lindl.	HA
<i>Trifolium palmeri</i> S. Watson	HA
<i>Trifolium</i> sp.	HA
<i>Vicia ludoviciana</i> Nutt. ex Torr. & A. Gray	HA

HYDROPHYLLACEAE

<i>Phacelia floribunda</i> Greene	HA
<i>Phacelia phyllomanica</i> A. Gray	HP
<i>Pholistoma racemosum</i> (Nutt. ex A. Gray) Constance	HA

LOASACEAE

Mentzelia micrantha (Hook. & Arn.) Torr. & A. Gray HA

MALVACEAE

Sphaeralcea palmeri Rose A

Sphaeralcea sulphurea S. Watson A

Lavatera occidentalis S. Watson A

NYCTAGINACEAE

Mirabilis californica A. Gray HP

ONAGRACEAE

Camissonia guadalupensis ssp. *guadalupensis* S. Watson HA

PLANTAGINACEAE

Gambelia speciosa (Nutt.) [=Galvezia s.] Sf

Plantago ovata Forsskal

PRIMULACEAE

Dodecatheon clevelandii E. Greene ssp. *insulare* H.J. Thompson HA

PORTULACACEAE

Gilia nevinii A. Gray HA

PAPAVERACEAE

Eschscholzia elegans Greene HA

Eschscholzia palmeri Rose HA

PORTULACACEAE

Calandrinia ciliata (Ruiz Lopez & Pavon) DC HA

Calandrinia maritima Nutt. HA

Cistanthe guadalupensis (Dudley) Carolin in Hershkovitz Su

Claytonia parviflora Douglas ex Hook. HA

Claytonia perfoliata subsp. *mexicana* (Rydb.) John M. Miller & K.L. Chambers HA

RESEDACEAE

Oligomeris linifolia (Vahl) J.F. Macbr. HA

RHAMNACEAE

Ceanothus arboreus Greene A

Ceanothus cf. *greggii* ssp. *perplexans* (Trel.) R.M. Beauch. A

SOLANACEAE

Lycium californicum Nutt. ex A. Gray A

Nicotiana glauca Graham A

Solanum wallacei (A. Gray) Parish ssp. *clokeyi* (Munz) McMinn A

Solanum douglasii Dunal A

SCROPHULARIACEAE

Mimulus latifolius A. Gray HA

Antirrhinum nuttallianum Benth. ssp. *subsessile* (Gray) D. Thompson HA

Castilleja fruticosa Moran Sf

THEMIDACEAE

Dichelostemma capitatum (Benth.) Alph. Wood G

SAXIFRAGACEAE

Jepsonia malvifolia (Greene) Small HA

Anexo 2. Coordenadas UTM (centroide) y atributos de cada muestreo

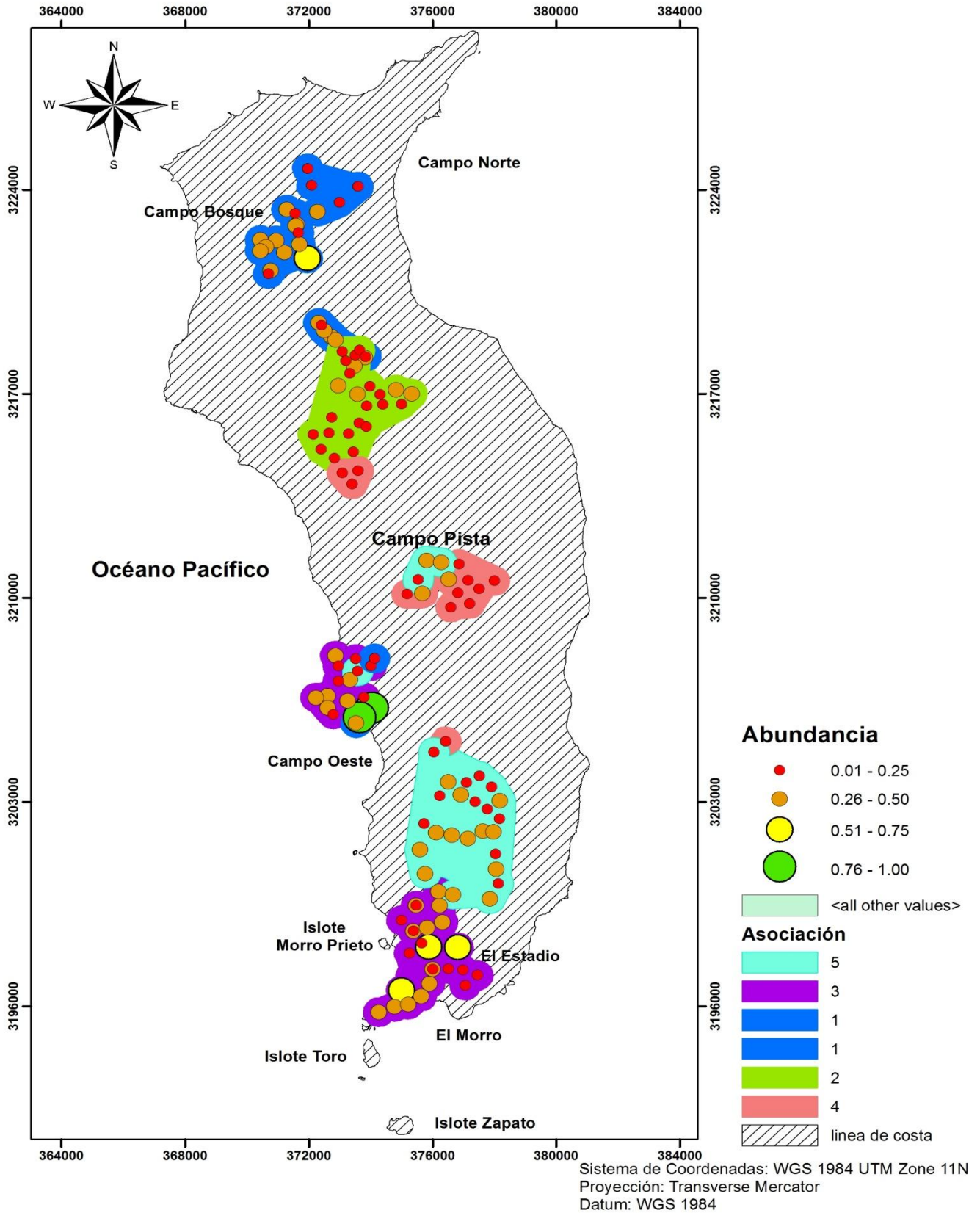
Inventario	Sitio	X	Y	Altitud (m)	Área (m ²)	Exposición	Pendiente (°)	Cob. Veg (%)	No. Especies
1	1	370698	3221114	1200	100	SW	20	40	2
2	1	370650	3221303	1193	100	E	60	90	1
3	1	371214	3221853	1067	100	E	30	70	4
4	1	370444	3221906	1146	100	SE	40	75	2
5	1	372328	3219435	1270	100	NW	15	30	3
6	1	372416	3219355	1275	100	NE	35	45	2
7	1	372497	3219171	1244	100	SE	50	50	3
8	1	372746	3218951	1206	100	NE	60	60	3
9	1	372873	3218859	1204	100	E	70	65	4
11	1	371626	3222803	986	100	NE	75	60	4
12	1	371668	3222524	966	100	E	75	45	4
13	1	371704	3222130	970	100	E	70	60	4
14	1	371568	3223186	989	100	E	15	35	2
15	1	371593	3222767	1001	100	E	40	55	3
16	1	371291	3223320	989	100	SE	10	50	3
17	1	370959	3222260	1071	100	NE	50	80	3
18	1	370442	3222277	1130	100	NE	40	85	2
19	1	370623	3222046	1091	100	NE	5	85	3
20	1	370779	3221230	1168	100	NE	30	80	3
106	1	372100	3224151	948	100	E	15	45	3
107	1	371965	3224726	993	100	SE	15	30	2
108	1	373591	3224106	568	100	NE	30	40	2
109	1	373000	3223569	727	100	NE	25	40	2
110	1	372282	3223247	820	100	E	20	50	2
111	1	371951	3221645	914	100	NE	45	80	3

10	2	373081	3218452	1207	100	E	10	30	3
21	2	373512	3218314	1163	100	N	25	40	3
22	2	373641	3218492	1119	100	NE	5	50	2
23	2	373841	3218275	1113	100	NE	45	30	3
24	2	373818	3218242	1133	100	NE	40	60	3
25	2	373486	3217956	1166	100	SE	50	60	2
65	2	373198	3218135	1185	100	S	5	20	2
26	2	372960	3217281	1136	100	S	3	80	3
27	2	373334	3217702	1161	100	O	10	30	1
28	2	373578	3216988	1106	100	E	20	65	3
29	2	373869	3216574	1045	100	O	30	15	2
30	2	373978	3217250	1080	100	SE	30	55	2
31	2	374300	3216973	1021	100	SO	30	75	3
32	2	374828	3217141	982	100	SE	0	75	2
33	2	375332	3217004	927	100	N	60	75	3
34	2	375008	3216650	992	100	S	25	25	3
35	2	374396	3216633	1035	100	S	10	35	2
36	2	373631	3215995	1012	100	O	10	50	2
37	2	373290	3215623	983	100	O	40	45	2
38	2	373858	3215864	1009	100	SO	5	40	2
125	2	373438	3215011	908	100	NO	15	30	1
126	2	372829	3214791	900	100	O	5	40	1
127	2	372405	3215091	872	100	O	15	25	2
128	2	372144	3215606	948	100	SO	5	35	1
129	2	372650	3215657	954	100	SO	10	40	1
130	2	372738	3216191	981	100	S	10	60	2
39	3	374265	3195792	76	100	O	15	30	4
40	3	374777	3195975	107	100	E	0	30	6
41	3	375216	3196054	125	100	SE	10	40	5

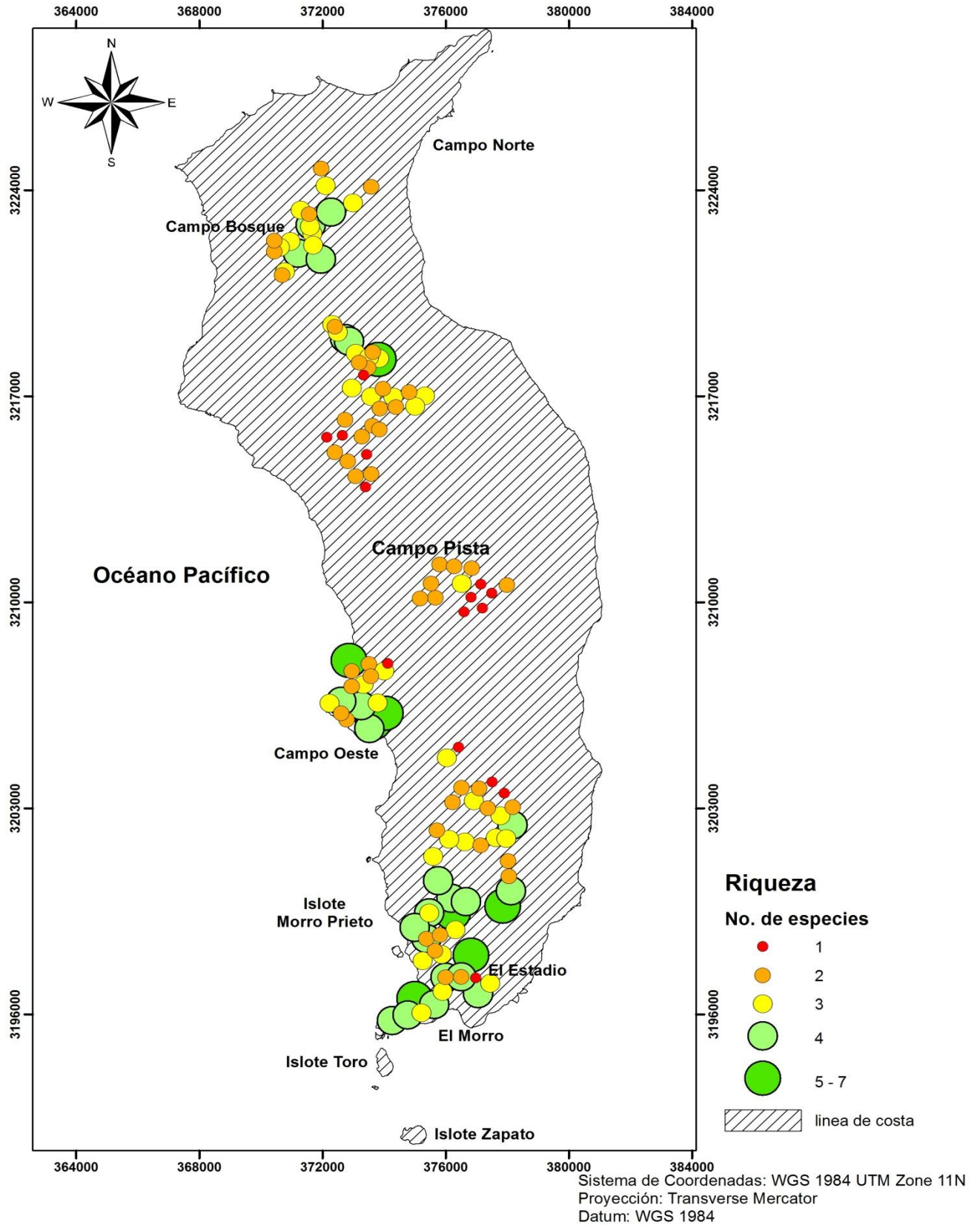
42	3	375637	3196335	139	100	O	40	50	4
43	3	375900	3196772	138	100	O	40	55	2
44	3	375301	3196935	168	100	E	45	30	2
45	3	375306	3197032	185	100	E	35	20	1
78	3	375000	3196538	132	100	E	9	50	4
79	3	375462	3197347	171	100	E	10	45	3
80	3	375258	3197815	197	100	SE	5	30	1
81	3	375656	3198157	184	100	S	20	65	7
82	3	376825	3198010	307	100	E	0	60	4
83	3	375878	3198030	177	100	S	20	70	3
88	3	376199	3199935	312	100	S	5	60	4
89	3	376234	3199447	265	100	S	25	55	5
90	3	375477	3199444	251	100	E	20	7	2
91	3	375382	3198568	201	100	S	5	50	4
92	3	375006	3198946	224	100	S	40	20	2
99	3	376011	3197259	140	100	SO	5	40	4
100	3	376516	3197278	164	100	SE	15	30	3
101	3	376987	3197232	122	100	E	5	35	4
102	3	377458	3197056	90	100	E	5	40	2
103	3	377056	3196705	128	100	E	25	50	4
104	3	375829	3198691	208	100	SE	5	35	4
105	3	376321	3198875	240	100	SO	5	40	3
46	4	373590	3214360	971	100	E	25	35	1
47	4	373083	3214276	913	100	E	25	35	1
48	4	373401	3213905	892	100	NO	5	30	0
49	4	373964	3214726	973	100	SE	5	70	1
50	4	374317	3214155	923	100	S	5	50	0
51	4	375534	3210629	580	100	SE	5	55	2
52	4	375677	3210156	578	100	E	0	85	3

53	4	376122	3209623	625	100	NE	20	50	2
54	4	376102	3210159	575	100	SO	20	60	2
55	4	375817	3211282	605	100	S	20	70	2
56	4	376281	3211217	591	100	S	20	65	3
57	4	376528	3210637	565	100	E	5	45	3
58	4	376826	3210163	549	100	E	5	65	2
59	4	376596	3209670	583	100	NE	50	30	2
60	4	377198	3209799	539	100	NE	0	80	2
61	4	377145	3210603	537	100	NE	0	45	2
62	4	376855	3211159	559	100	NO	0	50	3
63	4	377502	3209499	547	100	E	40	40	2
64	4	378143	3208283	565	100	NE	20	35	2
66	4	376429	3205076	623	100	SE	0	40	2
131	4	377999	3210581	501	100	O	15	30	3
132	4	377502	3210305	538	100	E	5	50	2
133	4	375178	3210130	561	100	O	0	60	1
67	5	376521	3203695	580	100	S	0	70	2
68	5	376045	3204712	608	100	SE	5	35	3
69	5	376918	3203249	552	100	S	15	70	3
70	5	377373	3203004	511	100	E	0	70	2
71	5	377777	3202745	471	100	E	20	45	3
72	5	378173	3202424	434	100	SE	25	50	4
73	5	377627	3202000	434	100	S	15	70	3
74	5	377153	3201745	445	100	S	5	65	2
75	5	376625	3201860	468	100	SW	5	80	3
76	5	376120	3201952	483	100	E	5	85	3
77	5	375731	3202253	485	100	E	0	25	2
84	5	376238	3203209	521	100	E	10	35	2
85	5	375603	3201361	431	100	SO	20	80	3

86	5	375096	3200640	366	100	NO	5	70	1
87	5	375763	3200537	373	100	SO	5	65	4
115	5	377103	3203670	575	100	E	0	45	2
116	5	377522	3203892	543	100	E	0	60	1
117	5	377913	3203514	476	100	E	5	55	1
118	5	378183	3203040	455	100	E	5	65	2
119	5	377970	3201969	425	100	SE	0	70	3
120	5	378040	3201209	407	100	E	10	60	2
121	5	378060	3200688	343	100	SE	15	70	2
122	5	378123	3200196	223	100	SE	15	45	4
123	5	377857	3199675	247	100	N	35	40	5
124	5	376671	3199822	308	100	S	5	60	4
93	6	373533	3205704	17	100	SO	15	15	3
94	6	373651	3205898	63	100	SO	0	35	5
95	6	374054	3206228	141	100	SO	15	35	5
96	6	373789	3206583	132	100	O	25	40	4
97	6	373265	3206476	71	100	SO	8	60	4
98	6	372871	3208017	203	100	SO	15	40	5
112	6	372959	3207141	130	100	SE	5	45	2
113	6	372798	3206005	24	100	SO	0	45	2
114	6	372612	3206228	13	100	SO	25	80	2
134	6	373342	3207199	147	100	SO	5	65	3
135	6	373579	3207484	174	100	E	20	55	2
136	6	374123	3207920	283	100	O	5	20	2
137	6	374012	3207664	288	100	S	5	40	3
138	6	373518	3207903	220	100	S	5	50	2
139	6	372954	3207663	176	100	O	0	70	2
140	6	372232	3206576	71	100	O	0	70	4
141	6	372616	3206637	77	100	SO	0	70	4



Anexo 3. 1. Mapa de abundancia de especies en las asociaciones vegetales de los matorrales.



Anexo 3.3. Distribución de la riqueza de especies nativas y endémicas del matorral