

Composición florística y ecología de las comunidades ruderales de las calles de la ciudad de La Paz

Emilia García E.

Introducción

El medio urbano es considerado un ecosistema con condiciones particulares, en el cual las características naturales han sido modificadas por la acción del hombre. El suelo se cubre de piedras, asfalto o cemento y se modifican propiedades tales como la permeabilidad al agua, la disponibilidad de nutrientes y la retención de calor. La topografía y el régimen hidrográfico también se ven modificados. Se crean zonas de turbulencia cuando las corrientes de aire circulan por las calles y entre las barreras de los edificios. La vegetación natural es eliminada y reemplazada por especies cultivadas, muchas veces introducidas de otras regiones. La fauna debe adaptarse a los nuevos ambientes creados por la presencia de edificaciones y plantas foráneas y a la restricción en la oferta de alimento y refugio.

Después del establecimiento de una ciudad con su compleja estructura de viviendas, calles, industrias y campos abiertos, se inicia un proceso de colonización de los espacios por las plantas. Germinan aquellas semillas que toleran condiciones poco favorables como son el escaso sustrato, la poca disponibilidad de agua, la alta radiación, la contaminación y otras condiciones similares. Estas especies de plantas van formando poco a poco comunidades vegetales cuya composición florística responde a condiciones ecológicas determinadas. Estas comunidades vegetales son denominadas **ruderales** entendiéndose que están asociadas a construcciones hechas por el hombre y a los medios que estas construcciones condicionan. Las comunidades ruderales se caracterizan por expandirse en corto tiempo, porque están compuestas por especies con la capacidad de reproducirse vegetativamente o a través de la producción de gran cantidad de semillas. Para la dispersión de las diásporas interviene principalmente el viento, pero también los animales y el hombre.

Aspectos generales de la ciudad de La Paz

La ciudad de La Paz se extiende desde los bordes de la meseta altiplánica hasta los valles fluviales del sur, ocupando la cuenca del río Kaluyo-Achachicala-Choqueyapu y otras subcuencas.

Su relieve es irregular y complejo, con la presencia de serranías, quebradas, terrazas y llanuras aluviales anchas y estrechas, que son el resultado del diferente comportamiento de los sustratos a la erosión (Chapuis et al., 1977). De acuerdo a Maltrait (1977), la geomorfología obedece a la acción de factores como las glaciaciones que se produjeron en el pasado, la remoción en masa y la acción del agua superficial y subterránea. A esto se añade el proceso de urbanización, que actúa sobre la topografía, los suelos y el curso de las aguas. La ciudad ocupa una cuenca de erosión en la que son comunes las areniscas y los conglomerados sin consolidar, con gravas, arenas, limos y, en algunos sectores, arcillas. Los suelos son residuales y aluviales (Schoop, 1981).

La ciudad de La Paz se encuentra en una zona de clima tropical de alta montaña (Troll, 1959) o "tropical de ritmo diario" (Lauer, 1984), caracterizado por variaciones térmicas más pronunciadas a lo largo del día, que a lo largo del año. La variación de alturas, entre 3300 y 4100 m determina un gradiente térmico. El conjunto climático incluye también diferentes formas de viento en las planicies y en el sistema montaña-valle (Troll, 1952). Además, con la construcción de edificios altos se modifican la radiación y la insolación. El centro urbano y las zonas de mayor densidad poblacional, aquellas con industrias o permanente circulación de vehículos ocasionan la formación de "islas de calor" (Rapoport et al., 1983) con un microclima más caliente, en algunos grados, que el entorno. La combustión incorpora a la atmósfera partículas de carbón, monóxido de carbono, SO_2 y otros gases, que contribuyen a aumentar la temperatura del aire o a actuar como contaminantes.

A pesar de que cada nivel altitudinal en la ciudad tiene un régimen climático distinto, en todos ellos alternan una estación árida prolongada (8 meses) y una húmeda corta (3-4 meses). La precipitación disminuye en sentido norte-sur y tiene valores entre 500 y 600 mm de promedio anual. Las temperaturas promedio anuales son de 7.4 °C (El Alto, registros de 20 años), 11.3 °C (centro, 20 años) y 13.6 °C (Calacoto, 8 años). Los datos fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Las zonas altas de la ciudad por encima de los 3700 m, tienen heladas que se prolongan 4 o más meses (zona norte, El Alto), mientras que, en zonas a menor altura, la temperatura sólo es inferior a 0 °C algunos días al año (centro de la ciudad y zona sur).

Otra característica de la ciudad es la presencia de numerosos ríos. Los principales son el Choqueyapu, ChuquiagUILlo, Irpavi, Achumani, Achocalla y afluentes de diferente caudal. Estos ríos presentan zonas de rebalse y depósito de gravas y arena, donde se instalan comunidades de plantas ruderales con ciclos de vida cortos.

Flora y vegetación de la ciudad

Existen pocos estudios publicados sobre la flora de la ciudad de La Paz y abarcan sólo algunas zonas. Como referencia se tienen los trabajos de Buchtien (1910) y Asplund (1926) sobre la flora de los Andes de Bolivia y el trabajo de Díaz Romero (1920), botánico aficionado, titulado "Florula pacensis". Estos trabajos contienen listas de especies de fanerógamas, con referencias de su distribución en la ciudad y en los alrededores. También Cardenas (1941) escribió un breve informe sobre las Cactaceae de algunos lugares de La Paz. Rusby (1893) y más tarde Perkins (1913) mencionan colectas efectuadas cerca a la ciudad, entre los 3.200 y 4.000 m de altura, y Herzog (1923) cita las especies presentes en el Valle de La Paz hasta los 5.000 m de altura. Para los mismos pisos altitudinales, Lara (en Lara & Alzerreca, 1982) hace referencia a algunas especies, a su distribución y a sus nombres nativos. Sin embargo, el material estudiado por los autores antes mencionados no fue depositado en ningún herbario boliviano.

Recientemente han habido otros estudios relacionados con la flora de la ciudad y sus alrededores. Se trata de trabajos sobre la flora del valle de La Paz, con datos mucho más precisos sobre los tipos de vegetación existentes (Beck & García, 1991), un catálogo de especies con rangos altitudinales de distribución (Beck & Valenzuela, 1991), plantas acuáticas (Franken, 1991), árboles y arbustos ornamentales (Solomon, 1991) y una gufa de musgos (Lewis, 1991).

Varios trabajos de tesis han incluido estudios fitosociológicos en la ciudad de La Paz. La flora y vegetación de macrófitas de alrededores de la ciudad fueron tratadas por Ramírez & Beck (1981). Están los trabajos sobre flora y vegetación ruderal (García, 1987), flora y vegetación del valle del río Jillusaya (Vargas, 1989; 1992) y especies de los suelos erosionados (Valenzuela, 1993). Utilizando el método de la línea de intercepción se han estudiado los patrones de diversidad florística en el río Ovejuyo, Auquisamaña y Bajo Següencoma (López, 1996).

De estos últimos estudios existe material de referencia depositado en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB), el cual ha permitido mejorar mucho el conocimiento de la flora del valle y sus alrededores. Sin embargo, se considera que todavía no se tiene un inventario de especies completo y se requiere continuar el trabajo de colección.

Fuera de los estudios generales de flora, las especies ruderales han recibido muy poca atención. Sin embargo, se considera que son importantes desde el punto de vista florístico y fitogeográfico. Muchas de estas especies ruderales tienen uso como medicinales, condimenticias, tintóreas u ornamentales. Sirven de hábitat y/o alimento a la fauna y varias especies tienen valor como indicadores ecológicos. Por otro lado, están las especies que pueden transmitir plagas y enfermedades a plantas cultivadas, las malezas de cultivo y las invasoras, que ocasionan el deterioro de las aceras y paredes. Conocer su ecología puede contribuir a su manejo y control en el ámbito urbano.

Metodología de estudio

Para el estudio de comunidades se utilizó el método fitosociológico de Braun-Blanquet (1979), el cual se basa en criterios florísticos.

Con este método se realizaron 78 relevamientos en calles de diferente tipo, en tres rangos altitudinales: 3300-3500, 3600-3800 y 3900-4100 m. En ellos se registraron las especies presentes utilizando áreas de muestreo de tamaño variable, las cuales fueron determinadas por un procedimiento empírico que relaciona el número de especies con un aumento paulatino del área. A una superficie determinada -considerada el **área mínima**- el número de especies se hace más o menos constante y esto equivale a la superficie donde todas las especies de la comunidad tienen la posibilidad de estar representadas.

Junto con el registro de especies se anotaron datos de cobertura, fenología y uso. Además, para cada lugar, se anotaron datos generales de ubicación, topografía, pedregosidad, inclinación, exposición y otras observaciones que ayudaron a interpretar la relación entre la presencia de especies y las condiciones ecológicas existentes. Los relevamientos se realizaron en los barrios de Ciudad Satélite, Achachicala, Sopocachi, Miraflores, Obrajes, Següencoma, Calacoto, Irpavi, Achumani y Cota Cota (calles 25-28).

El material vegetal, base del presente estudio, fue colectado utilizando las técnicas tradicionales de herbario, en dos épocas húmedas entre los meses de febrero a mayo (1982) y de noviembre a mayo (1983) correspondientes a la época de floración y fructificación de la mayor parte de las especies. Las especies críticas fueron determinadas por especialistas, a quienes agradezco su colaboración: M. Múlgura y P. Gutte (*Chenopodiaceae*), H. Boelcke (*Sisymbrium*), R. C. Barney (*Senna*), A. Cabrera y E. Zardini (*Compositae*).

El presente artículo es parte de un trabajo de caracterización de la flora y vegetación ruderal de la ciudad de La Paz. Hace énfasis en las especies y ecología de las comunidades que se desarrollan en calles y bordes de caminos. Se han estudiado diferentes ambientes urbanos a lo largo de un gradiente altitudinal que va desde 3.300 hasta 4.100 m, a fin de comparar las especies presentes y su distribución.

A continuación se hará un resumen de las condiciones de la ciudad de La Paz:

Vegetación natural

La ciudad de La Paz, desde su fundación hasta la fecha, ha pasado por varias transformaciones, tanto en su arquitectura como en su extensión y en el grado de influencia de la población. En base a algunas especies remanentes de las comunidades vegetales originales fue posible hacer un bosquejo de la vegetación natural.

En El Alto, situado en la puna semihúmeda (4.100 m) debió existir una pradera de gramíneas en mata con especies de *Festuca*, *Stipa*, *Poa* y *Calamagrostis*, intercaladas con arbustos siempreverdes de thola (*Baccharis* spp.) y hierbas rastreras y postradas como *Paronychia andina*, *Gomphrena meyeniana* y *Astragalus uniflorus*. Posiblemente existieron bosquecillos de queñua (*Polylepis besseri*) y kishuara (*Buddleja coriacea*) en las laderas altas.

En el sector norte de la ciudad, entre 3.800 y 3.900 m se condensa la humedad proveniente del valle glacial del río Kaluyo-Achachicala, lo cual hace a esta zona más húmeda. La vegetación de los bordes del río y de las laderas debió tener árboles de *Polylepis* spp., *Escallonia myrtilloides* y *Alnus acuminata* var. *acuminata*. En el estrato arbustivo pudieron estar presentes especies de *Baccharis*, *Solanum nitidum*, *Dunalia brachyacantha*, *Psoralea pubescens* y *Cortaderia* spp. Especies como *Calceolaria parvifolia*, *Satureja boliviana*, *Viguiera pazensis* y rodales de *Achyrocline satureioides* debieron ocupar las laderas secas, junto con especies de *Stipa*.

En la zona central (3.600 m) se mantienen restos de la vegetación primaria en las cadenas de cerros de Laikakota y Llojeta, con una cubierta laxa de bromeliáceas, *Puya* y *Tillandsia*, cactáceas como *Corryocactus melanotrichus* y gramíneas de suelos pedregosos: *Stipa* spp., *Nassella* spp. y *Piptochaetium* spp. En laderas algo húmedas pudieron crecer *Ambrosia artemisioides*, *Dunalia spinosa* y *Pluchea fastigiata*. En laderas secas, debieron ser frecuentes los matorrales de *Mutisia acuminata* y *M. orbignyana*, junto con *Muehlenbeckia fruticulosa*.

En el sur de la ciudad (3.300-3.400 m) se piensa que crecieron matorrales de *Buddleja aromatica*, *Kageneckia lanceolata*, *Ephedra americana*, *Lycianthes lycioides*, *Cestrum parqui* y especies de *Dunalia*.

Actualmente, en la ciudad los estratos predominantes son el herbáceo y el arbustivo, con especies tanto nativas como introducidas, cultivadas y espontáneas. La vegetación urbana es poco densa y se encuentra en forma de manchas dispersas. Las áreas forestales constan de bosquecillos implantados de *Eucalyptus* spp., *Pinus radiata* y *Cupressus macrocarpa*, en los sectores con peligro de erosión.

La flora ornamental de jardines públicos, parques, calles y avenidas consta principalmente de árboles como el fresno (*Fraxinus americana*), olmo (*Ulmus* spp.), arce (*Acer negundo*), acacia (*Acacia melanoxylon*), plátano (*Platanus acerifolia*) y álamos (*Populus* spp.). Entre los arbustos son comunes los ligustros (*Ligustrum ovalifolium*), geranios (*Pelargonium hortorum*), margaritas (*Chrysanthemum* spp.), la retama (*Spartium junceum*) y la malva real (*Lavatera assurgentiflora*).

Comunidades ruderales de calles y caminos

Los ambientes ruderales se caracterizan en general, por una alta concentración de nitrógeno en el suelo, en forma de nitratos y amonio. Los lugares transitados sufren además, la compactación del suelo o el recubrimiento con materiales más duros e impermeables, una alteración constante por obras de infraestructura, canalización y la acumulación de sustancias químicas, inorgánicas y orgánicas. En calles sin pavimentar existe disminución en el abastecimiento de agua como resultado de la compactación del suelo. En el centro de la ciudad la insolación y los vientos se modifican por la presencia de edificios altos y próximos entre sí.

Todas estas condiciones tienen un efecto selectivo sobre la flora. Las especies sensibles van desapareciendo y en su lugar se instalan especies más plásticas desde el punto de vista ecológico. Por lo general, estas especies tienen pocos requerimientos y ciclos de vida adaptados a las condiciones de los hábitats alterados. De un total de 224 especies ruderales registradas para la ciudad, 112 crecen en las calles y sus bordes (García, 1987).

Para el presente estudio se incluyeron dentro de la categoría de calles y caminos, las vías empedradas, con adoquín, cemento, asfalto y las calles de tierra, caracterizadas todas ellas por el tránsito de personas, vehículos y/o animales domésticos con diversos grados de frecuencia.

Las condiciones ecológicas en todas ellas son similares. La penetración de las raíces está dificultada por un suelo compacto o cubierto por un material sólido. Las plantas deben ocupar entonces los espacios entre piedras o las grietas que aparecen en la superficie. En estos espacios aparece una porción del suelo subyacente o se forma un sustrato similar por acumulación de polvo y restos vegetales. En suelos con arcilla la compactación facilita el encharcamiento en la época de lluvias y se produce una compactación aún mayor en los meses secos.

Dado el carácter preliminar de este estudio fitosociológico, las comunidades que se describen no han sido nombradas en base a asociaciones u otras categorías jerárquicas. Se necesita realizar mayores estudios y comparaciones con otras comunidades ruderales para poder establecer las unidades a las que corresponden. Las especies que dan el nombre a las comunidades han sido seleccionadas en base a su valor como especies características en el sentido fitosociológico. Corresponden a aquellas especies que tipifican condiciones ambientales determinadas y no precisamente a las dominantes, que suelen ser las de mayor amplitud ecológica.

En la ciudad de La Paz se han reconocido las siguientes comunidades:

1. Comunidades resistentes al pisoteo, donde este efecto es permanente. Se presentan en la parte central de las aceras, calzadas y lugares de acceso a viviendas y edificaciones.

2. Comunidades de transición entre los lugares pisoteados y los protegidos. La protección se da por los desniveles en superficie, por la existencia de grietas profundas, la cercanía de paredes u obstáculos semejantes que hacen que la frecuencia del pisoteo sea menor.

3. Comunidades de los bordes, heterogéneas, formadas por especies viarias en sentido estricto, especies provenientes de otras comunidades vegetales y especies remanentes de comunidades más antiguas. Estas comunidades se desarrollan en los bordes de calles y caminos y pueden constar de varios estratos.

1. Comunidades en lugares de pisoteo frecuente

Las plantas de esta comunidad son rastreras, postradas o en roseta, lo que les da resistencia al efecto mecánico del pisoteo. Se adaptan a las formas del relieve y colonizan cavidades, desniveles y grietas. Utilizan varios agentes polinizadores y las semillas, que se producen en gran cantidad, son dispersadas por la gravedad, el viento, el agua, aves o insectos.

En la ciudad se tienen las siguientes comunidades:

- a) Comunidad de *Alternanthera pungens*-*Polygonum aviculare*
- b) Comunidad de *Bromus catharticus*-*Erodium cicutarium*
- c) Comunidad de *Eragrostis lugens*-*Bouteloua simplex*

a) La comunidad formada por *Alternanthera pungens* y *Polygonum aviculare* es frecuente en los empedrados del centro de la ciudad, en especial en Sopocachi, aunque también aparece en la zona sur, faltando por encima de los 3.600 m (p.e. Achachicala, El Alto). Aparentemente son las bajas temperaturas las que no permiten el desarrollo de *Alternanthera pungens* y *Polygonum aviculare* a esas altitudes, ya que ambas especies persisten en la época seca entre los 3.300 y 3.600 m. Como acompañantes están *Pennisetum clandestinum*, *Poa annua*, *Medicago polymorpha*, *Lepidium bipinnatifidum* y *Solanum radicans*. En algunos lugares se encuentra también *Lepidium chichicara*. Las gramíneas *Poa annua* y *Pennisetum clandestinum* dominan de acuerdo al agua disponible en el suelo y al rango de temperatura. La especie naturalizada *Pennisetum clandestinum* tiene amplia distribución, pero en relación a las otras especies es sensible a las bajas temperaturas, a la falta de agua y a la baja fertilidad del suelo, pudiendo, bajo estas circunstancias, predominar *Poa annua* y *Lepidium* spp. Esta comunidad se desarrolla bien en suelos húmedos, sueltos y nitrificados. Las especies mencionadas son, en general, heliófitas.

Esta comunidad es reemplazada por *Guilleminea densa* y el musgo *Bryum argenteum* en algunos lugares del centro y es más extensa en la zona sur. Se muestra más tolerante a las condiciones de sequía y pisoteo. En los caminos de tierra de Cota Cota y Calacoto, *Guilleminea densa* se asocia más frecuentemente a *Bouteloua simplex*.

En lugares de tráfico vehicular intenso el crecimiento de estas especies y su presencia disminuyen, especialmente en las calzadas.

b) La comunidad de *Bromus catharticus*-*Erodium cicutarium* se presenta más desarrollada en el centro y en lugares con alturas mayores a 3.800 m. Crece también *Hordeum murinum* aunque en forma aislada y baja cobertura.

Hordeum murinum es una especie introducida de Europa y naturalizada en América que se presenta en calles, caminos y también en terrenos baldíos. Es una especie característica del Orden *Chenopodietalia muralis* descrito por Gutte (1978) para lugares de poco pisoteo y bordes de camino de la ciudad de Lima.

Siguen presentes en esta comunidad *Poa annua* y las especies de *Lepidium*, *Sonchus asper*, *Malva parviflora*, *Urocarpidium shepardae* y más raramente, *Pennisetum clandestinum*. En los lugares de pisoteo frecuente se encuentran en forma esporádica *Trifolium amabile* y *Stipa ichu*, con valores de cobertura bajos (1-10%). *Stipa ichu* se encuentra, por lo general, donde se acumulan piedras y hay menor humedad, mientras que *Trifolium amabile* ocupa los lugares más húmedos.

Por otro lado, *Bromus catharticus* y *Erodium cicutarium* tienden a invadir los lugares alterados o removidos. Ambos prefieren suelos secos, resisten las bajas temperaturas y son heliófitas. Sin embargo, *Erodium cicutarium* es la que tolera mejor el pisoteo.

c) En esta comunidad la especie perenne *Eragrostis lugens* y la anual *Bouteloua simplex* crecen con preferencia en los barrios del sur de la ciudad, junto a *Pennisetum clandestinum*. Ambas especies se comportan como invasoras en caminos y bordes de canchas deportivas. Están acompañadas de *Malva parviflora*. Se presentan en lugares con mayor temperatura, suelos areno-limosos, desde húmedos hasta secos. La comunidad se desarrolla a altitudes de 3.400 m. En la época húmeda, *Pennisetum clandestinum* compite con ventaja por el espacio y no deja crecer a otras especies, aparte de tener gran capacidad regenerativa.

Además de estas comunidades, en algunos lugares se desarrollan otras comunidades de pisoteo. Por ejemplo, en la zona de Cota Cota recientemente ha crecido la comunidad formada por *Cynodon dactylon* y *Dichondra microcalyx*, que crecen junto con *Chamaesyce boliviana*, comunidad poco desarrollada en el momento en el que se efectuó el estudio. *Cynodon dactylon* es una especie rizomatosa agresiva que responde a temperaturas altas y puede hacerse dominante en poco tiempo. Gutte (1978a) menciona la asociación de *Dichondra repens*-*Cynodon dactylon* como la principal comunidad de lugares fuertemente pisoteados de Lima.

En suelos muy húmedos y eutróficos del borde de ríos crece una comunidad baja de *Rumex obtusifolius*-*Dichondra microcalyx*. *Rumex obtusifolius* crece más protegido mientras que *Dichondra microcalyx* es la especie que tolera el pisoteo. En época seca y fría, esta última sobrevive por medio de rizomas.

Las calles de tierra que tienen suelos compactados e inundables presentan tapices más o menos continuos de *Plantago lanceolata*. Esta comunidad es más frecuente en zonas periurbanas. Las especies de *Plantago* son de las más resistentes al pisoteo (aparte de *Cynodon dactylon*) ya que necesitan que sus semillas sean enterradas para poder germinar (Rapoport et al., 1983).

Otras especies presentes en las comunidades pisoteadas, pero poco frecuentes, son *Capsella bursa-pastoris*, *Atriplex semibaccata*, *Chenopodium ambrosioides*, *Euphorbia prostrata* y *Chenopodium murale*.

El efecto de la variación de los factores climáticos sobre estas comunidades no ha sido estudiado. Sin embargo, se puede decir que, si existe un buen grado de humedad, aumenta el

número de especies y se prolonga el tiempo de crecimiento. Algunas especies tienen una producción mayor de flores en relación a plantas de la misma especie que crecen en los alrededores.

2. Comunidades de transición. Lugares de pisoteo ocasional.

Están presentes las mismas especies antes citadas y lo que se modifica es su tipo de crecimiento. Si en la anterior comunidad tenían hábito postrado o rastrero, aquí son erectas. Junto con ellas se presentan especies como *Taraxacum officinale*, *Senecio vulgaris*, *Sisymbrium irio*, *Cotula australis*, *Oxalis corniculata*, *Gamochaeta simplicicaulis*, *Conyza floribunda*, *Coronopus didymus* y *Nassella pubiflora*.

3. Comunidades en bordes de calles y caminos

En bordes de calles empedradas, de cemento y asfalto se desarrolla la comunidad de *Chenopodium murale* y otras quenopodiáceas: *Chenopodium petiolare* y *Atriplex semibaccata*. Se presentan también de modo frecuente, *Lepidium bipinnatifidum*, *Medicago polymorpha* y *Solanum radicans*. Todas son nitrófitas, pero *Chenopodium murale* es la de mayor amplitud ecológica y la que alcanza los valores de cobertura más altos. Es una especie típicamente ruderal, distribuida en todo el mundo. Se reproduce por semillas que caen cerca de la planta madre, por lo que frecuentemente forma matas continuas. Su crecimiento puede ser muy exuberante en los medios ricos en nitrógeno.

Las calles de cemento, por lo común agrietadas, tienen una mayor diversidad de especies. Son frecuentes en el centro de la ciudad las especies *Galinsoga parviflora*, *Oxalis corniculata*, *Cotula australis*, *Conyza floribunda*, *Euphorbia peplus* y, sólo en Sopocachi, *Lamium amplexicaule*. En la zona sur se presenta sobre todo *Oxalis corniculata* y *Medicago polymorpha*. De manera aislada fueron encontradas en el centro *Stuckertiella capitata*, en Obrajés *Distichlis spicata* y en Calacoto, *Oenothera rosea*.

El número total de especies en los bordes de calles empedradas, de cemento, adoquín y asfalto, es de 44 para 34 relevamientos efectuados (García, 1987).

En los bordes de caminos de tierra, la comunidad corresponde a *Amaranthus hybridus* y *Malva parviflora* para la zona sur y *Urocarpidium shepardae* y *Malva parviflora* para las otras zonas. En estas comunidades tienen importancia por su cobertura las variedades de *Bidens andicola* y *Tagetes multiflora*. Otras herbáceas comunes son *Sisymbrium irio*, *Sonchus asper*, *Taraxacum officinale* y *Atriplex semibaccata*. Esta comunidad crece en suelos secos, algo compactos y alcalinos. *Atriplex semibaccata* se muestra indiferente a la fertilidad del suelo y tiene gran capacidad de expansión. Su hábito rastrero y su crecimiento más o menos denso la hacen pronto dominante en suelos recién colonizados. Las especies *Rapistrum rugosum* y *Sisymbrium orientale*, hasta hace unos años poco abundantes, están actualmente en proceso de expansión, sobre todo en la zona sur. *Amaranthus hybridus* y *Sisymbrium orientale* se desarrollan en condiciones de mayor temperatura; *Amaranthus* tolera mejor la sequía y se reproduce más rápidamente por la producción de un elevado número de semillas. *Sisymbrium orientale* es característica de las comunidades del borde de caminos en Lima (Gutte, 1978).

Como especies acompañantes se encuentran *Pennisetum clandestinum*, *Poa annua*, *Bromus catharticus*, *Trifolium repens* y *Lepidium bipinnatifidum*. También son típicos los arbustos como *Senecio clivicolus* var. *pampae*, *Baccharis latifolia*, *B. rubricaulis* y *Viguiera procumbens*; en Obrajes y Seguencoma ésta última es reemplazada por *Viguiera australis*. Estas especies son favorecidas por la alteración de los suelos y son pioneras de los caminos nuevos. La dispersión de sus semillas por el viento ha contribuido a su expansión en el lugar y hacia los caminos de los alrededores, aparte de otros ambientes. Muestran poca sensibilidad a la acumulación de polvo en las hojas, producto del paso de los automóviles y también, aparentemente, a la emisión de CO y otros gases provenientes de los escapes. Esta tolerancia les permite competir con ventaja frente a las especies herbáceas. En el centro de la ciudad, en lugares de mayor humedad, se encontraban *Melilotus indica* y *Medicago lupulina* que en la actualidad ya no son tan frecuentes. En algunos caminos de tierra caracterizados por su alta humedad y nitrificación crece *Conium maculatum* (Av. del Poeta, Miraflores).

Flora ruderal de calles y bordes de caminos

Se registraron 112 especies de fanerógamas, distribuidas en 21 familias, aparte de una Bryophyta (García, 1987). Sin embargo, existen otras especies de musgos que no han sido diferenciadas dado el carácter del presente trabajo. Para mayor información al respecto, consultar el trabajo de Lewis (1991) para el valle de La Paz.

Las familias mejor representadas en las calles son Compositae (29 especies), Gramineae (19), Cruciferae (11), Papilionaceae (8) y Solanaceae (7). Además se encuentran Amaranthaceae (4), Caesalpiniaceae (1), Caryophyllaceae (2), Chenopodiaceae (6), Convolvulaceae (1), Euphorbiaceae (3), Geraniaceae (2), Juncaceae (1), Labiatae (1), Malvaceae (6), Onagraceae (1), Oxalidaceae (1), Plantaginaceae (2), Polygonaceae (3), Umbelliferae (3) y Verbenaceae (1).

Existen varias especies introducidas, el 36 % proviene de Europa, un 6 % es originaria de Eurasia y norte de África, 4.3 % de África, Australia y Nueva Zelanda mientras que el 53.5 % corresponde a especies americanas, sobre todo andinas.

Discusión

Las comunidades descritas se parecen a las comunidades ruderales de otras ciudades de América y Europa, en especial de la zona mediterránea. Se comparten algunas especies con la Clase Rudero-Chenopodietea Rivas God. & Rivas Mart. 1963, descrita para Europa. Por otro lado, la composición de especies es similar al Orden provisional *Amaranthetalia viridis* propuesto por Eskuche e Iriart (1996) para el césped de pisoteo en calles sin pavimento y canchas deportivas de Barranqueras (Provincia del Chaco, Argentina). La mayor parte de las especies se encuentran dentro del Orden *Chenopodietalia muralis* Br.-BI 1936, presente en la región central de Chile (Oberdorfer, 1960) y en Lima (Gutierrez, 1978). Algunas especies también se encuentran en medios urbanos de la ciudad de México y de California (Rapoport et al., 1983).

En relación con su distribución y las especies presentes, se asemeja a la asociación de *Amaranthus viridis*-*Coronopus didymus* que crece al pie de muros en Lima (Gutierrez, 1978).

En todas las comunidades existe interrelación de las especies vegetales con la fauna, en especial con aves e insectos, que actúan como polinizadores y dispersadores de semillas. También existen depredadores (orugas, coleópteros y otros fitófagos, chinches). Las familias de aves más relacionadas con la vegetación son Trochilidae ("colibríes" *Colibri*, *Patagona*), Turdidae (*Turdus chiguanco*, "chiguanco") y Fringillidae (*Carduelis uropygialis*, "chaina") (Ribera, com. pers. 1986). En algunos sectores de la ciudad también los micromamíferos se alimentan de frutos y semillas y pueden dispersar malváceas, cariofiláceas y crucíferas. Las aves además de ser polinizadores y dispersadores, tienen efectos indirectos sobre las comunidades vegetales a través del abonado con sus heces (p.e. en campanarios, techos y paredes viejas).

Las plantas con rizomas y con tallos radicales se propagan más eficazmente en los caminos de tierra, y en las aceras de cemento y asfalto. La forma de crecimiento en mata, con ramificaciones en la base, se desarrolla mejor en el borde de los caminos de tierra y, cuando existe pisoteo, predomina el hábito arrosetado.

Comparativamente, existe una mayor diversidad de especies en los bordes de los caminos de tierra. Se encontraron 81 especies en 44 relevamientos realizados (García, 1987), algunas también presentes en calles pavimentadas. Una posible explicación para este aumento es un mayor espacio colonizable, con condiciones ecológicas más variadas y la presencia de microambientes. Por otro lado, está la disponibilidad de agua a diferentes profundidades, de acuerdo al tipo de suelo, una gama más amplia de condiciones de luz y sombra y, al haber mayor masa vegetal, menor fluctuación de las temperaturas diurna y nocturna, así como una mayor retención de humedad.

La variación en la composición florística está relacionada con la altitud y el tipo de barrio. En las partes altas de la ciudad y en el centro se encuentran comunidades más homogéneas, con la presencia de especies que se repiten, siendo el centro más diverso y con mayores valores de cobertura. En cambio, los lugares con predominio de viviendas con jardines y huertas (zona sur) presentan una migración de especies ornamentales subespontáneas y de especies arvenses (malezas de cultivo) hacia los ambientes de aceras y calles.

Resumen

Composición florística y ecología de las comunidades ruderales de las calles de la ciudad de La Paz

Entre los años 1982 y 1983 se realizó un estudio sobre la flora y vegetación ruderal de la ciudad de La Paz utilizando el método fitosociológico de Braun-Blanquet. En el presente trabajo se describen las comunidades de pisoteo y de los bordes de las calles en un gradiente altitudinal entre los 4.100 y 3.300 m.

Dado su carácter preliminar, las comunidades no son nombradas en base a unidades jerárquicas y las especies nombradas pueden corresponder a especies características de diferentes categorías fitosociológicas.

Se describen las comunidades formadas por *Bromus catharticus-Erodium cicutarium* para la zona alta, *Alternanthera pungens-Polygonum aviculare* para el centro y *Eragrostis lugens-Bouteloua simplex* para el sur de la ciudad, en lugares de pisoteo frecuente. Además, se mencionan otras comunidades en formación como la de *Cynodon dactylon-Dichondra microcalyx*.

Los bordes de calles pavimentadas tienen comunidades donde predominan *Chenopodium murale*, *Medicago polymorpha*, *Lepidium bipinnatifidum* y *Solanum radicans*.

Las comunidades del borde de los caminos de tierra en la zona alta y centro de la ciudad están formadas por *Urocarpidium shepardae* y *Malva parviflora*. En el sur de la ciudad se tiene la comunidad de *Amaranthus hybridus-Malva parviflora*.

Se mencionan las afinidades florísticas con las comunidades de pisoteo de Perú (Lima), Chile central, Argentina y Europa.

Se incluye un Anexo con la lista de las 21 Familias y 112 especies encontradas en los ambientes estudiados.

Abstract

Floristic composition and ecology of the ruderal communities in the streets of La Paz

Between 1982 and 1983, a survey of the ruderal flora and vegetation in La Paz city was developed applying the phytosociological method of Braun-Blanquet. Roadside plant communities are described in an altitudinal gradient from 4.100 to 3.300 m. The communities are not arranged in hierarchical units and the characteristic species may belong to different phytosociological categories.

The *Bromus catharticus-Erodium cicutarium* community for the highest part of the city, the *Alternanthera pungens-Polygonum aviculare* for the center and the *Eragrostis lugens-Bouteloua simplex* for the south are described in places with intense trampling. Also, the *Cynodon dactylon-Dichondra microcalyx* is mentioned.

The most frequent species in roadsides are *Chenopodium murale*, *Medicago polymorpha*, *Lepidium bipinnatifidum* and *Solanum radicans*. In the highest part and center of the city the community of *Urocarpidium shepardae-Malva parviflora* is dominant, while the *Amaranthus hybridus-Malva parviflora* is found in the south.

There are floristic affinities with similar communities of Peru (Lima), central Chile, Argentina and Europe. Twenty one families and 112 species have been listed.

Referencias

- Asplund, E., 1926.
Contributions to the Flora of the Bolivian Andes; Arkiv for botanik. Bd 20a (7): 1-38.
- Beck, S. y E. García, 1991.
Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. p. 65-108. En: E. Forno & M. Baudoin (eds.). Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología. La Paz.
- Beck, S. y E. Valenzuela, 1991.
Anexos: lista de especies vegetales. p. 225-257. En: E. Forno & M. Baudoin (eds.). Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología. La Paz.
- Braun-Blanquet, J., 1979.
Fitosociología. H. Blume Ediciones. Madrid.
- Buchtien, O., 1910.
Contribución a la flora de Bolivia (primera parte). Boletín de la Dirección General de Estadística y Estudios Geográficos. La Paz.
- Chapuis, D. et al., 1977.
El medio ambiente en la región de La Paz. Informe Geológico No. 14. H.A.M.-B.R.G.M.-B.C.E.O.M. La Paz.
- Cárdenas, M., 1941.
Contribuciones a la flora de Bolivia: Cactus de los alrededores de La Paz. Imprenta Universitaria Simón Bolívar. Cochabamba.
- Díaz Romero, B., 1920.
Florula pacensis. Boletín de la Dirección Nacional de Estadística y Estudios Geográficos, año 3 (25,26,27): 40-88.
- Eskuche, U. y D. Iriart, 1996.
Las comunidades vegetales peridomésticas de Barranqueras, provincia del Chaco, Argentina. Folia Botanica et Geobotanica Correntesiana 10: 3-13. Publicación del Herbarium Humboldtianum, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste.
- Franken, M., 1991.
Plantas acuáticas. p. 511-520. En: E. Forno & M. Baudoin (eds.). Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología. La Paz.
- García, E., 1987.
Flora y vegetación ruderal de la ciudad de La Paz. Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología. UMSA. La Paz.

- Gutte, P., 1978.
Ruderalpflanzengesellschaften von Lima und Huanuco. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ., Leipzig. Math. Naturwiss. Reihe. p. 75-97.
- 1978a.
Zur Kenntnis einiger peruanischer Ruderalpflanzengesellschaften und ihr Vergleich mit europäischen Einheiten. Acta botanica slovacica. Acad. Sci. Slovaca. Ser. A3.
- Herzog, Th., 1923.
Die Pflanzenwelt der bolivianischer Anden und ihres östlichen Vorlandes. Die Vegetation der Erde. Heft 26. Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig.
- Lara, R. y H. Alzerreca, 1982.
Contribuciones al conocimiento de la vegetación de las tierras altas de Bolivia. Estudios Especializados No. 32: 90-95. Ministerio de Agricultura y Asuntos Campesinos-Instituto Nacional de Fomento Lanero. La Paz.
- Lauer, W., 1984.
Acerca de la ecoclimatología de la región de Callahuaya. Instituto de Estudios Bolivianos. Facultad de Humanidades U.M.S.A. La Paz. p. 11-34.
- Lewis, M., 1991.
Musgos. p. 123-149. En: E. Forno & M. Baudoin (eds.). Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología. La Paz.
- López, R.P., 1996.
Patrones de diversidad vegetal en el valle de La Paz. Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología. U.M.S.A. La Paz.
- Malatrait, A.M., 1977.
Características geomorfológicas de la cuenca de La Paz y alrededores. Informe Geológico No. 26: 1-69. H.A.M.-B.R.G.M.-B.C.E.O.M. La Paz.
- Oberdorfer, E., 1960.
Pflanzensoziologische Studien in Chile. Ein Vergleich mit Europa. Flora et Vegetatio Mundi. Vol. 2.
- Perkins, J., 1913.
Beiträge zur Flora von Bolivia. Botan. Jb. 49: 170-233.
- Ramírez, C. & S. Beck, 1981.
Macrophytische Vegetation und Flora in Gewässern der Umgebung von La Paz, Bolivien. Arch. Hydrobiol. 91 (1): 82-100.
- Rapoport, E. H. et al., 1983.
Aspectos de la ecología urbana en la ciudad de México: flora de calles y baldíos. Limusa. México D.F.

Rusby, H.H., 1893.

On the collections of Mr. M. Bang in Bolivia. P. 1. Mem. Torr. Bot. Club 3 (3): 1-67.

Schoop, W., 1981.

Ciudades bolivianas. Los Amigos del Libro. La Paz.

Solomon, J., 1991.

Anexos: Árboles, arbustos y trepadoras leñosas ornamentales de la ciudad de La Paz. p. 258-270. En: E. Forno & M. Baudoin (eds.). Historia natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología. La Paz.

Troll, C., 1952.

Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einfluss auf Niederschlag und Vegetation. Bonner Geog. Abh. 9: 124-182.

——— 1959.

Die tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. Bonner Geog. Abh. 25.

Valenzuela, E., 1993.

Plantas en suelos erosionados de la ciudad de La Paz. Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología. U.M.S.A. La Paz.

Vargas, E., 1989.

Contribución al estudio de la flora del valle del río Jillusaya. Dpto. La Paz. Tesina de Técnico Superior. Carrera de Biología. U.M.S.A. La Paz.

——— 1992.

Estudio de la flora y la vegetación del valle del río Jillusaya. Dpto. La Paz. Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología. U.M.S.A. La Paz.

Dirección del autor

Emilia García E.

Herbario Nacional de Bolivia

Instituto de Ecología

Casilla 10077 - Correo Central

La Paz - Bolivia

Anexo

Lista de familias y especies presentes en calles y bordes de calles de la ciudad de La Paz (3.300-4.100 m)

Bryophyta

Bryum argenteum L.

Amaranthaceae

Amaranthus deflexus L.

Alternanthera pungens H.B.K.

Amaranthus hybridus L.

Guilleminea densa (Willd.) Moq.

Caesalpiniaceae

Senna aymara I. & B.

Caryophyllaceae

Arenaria nitida (Bartl.) Hohrb.

Spergularia fasciculata Phil.

Chenopodiaceae

Atriplex muelleri Benth.

Atriplex semibaccata R.Br.

Chenopodium album L.

Chenopodium ambrosioides L.

Chenopodium murale L.

Chenopodium petiolare H.B.K.

Compositae

Ambrosia artemisioides Willd.

Baccharis latifolia (R. & P.) Pers.

Baccharis boliviensis (Willd.) Cabr.

Baccharis obtusifolia H.B.K.

Baccharis pflanzii Perk.

Baccharis rubricaulis Rusby

Bidens andicola H.B.K.

Bidens exigua Sherff

Bidens pseudocosmos Sherff

Calendula officinalis L.

Cirsium vulgare (Sav.) Tenore

Conyza deserticola Phil.

Conyza floribunda H.B.K.

Cotula australis Hook.

Galinsoga parviflora Cav.

Gamochaeta simplicicaulis (Willd.) Cabr.

Gamochaeta spicata (Lam.) Cabr.
Gnaphalium cheiranthifolium Lam.
Schkuhria pinnata (Lam.) O.K.
Senecio cliviculus var. *pampae* (Wedd.) Cabr.
Senecio vulgaris L.
Sonchus asper L.
Sonchus oleraceus L.
Stuckertiella capitata (Wedd.) Beauv.
Tagetes multiflora H.B.K.
Taraxacum officinale Webb.
Viguiera australis Blake
Viguiera procumbens (Pers.) Blake
Xanthium catharticum H.B.K.

Convolvulaceae

Dichondra microcalyx (Hall.) Fabris

Cruciferae

Brassica rapa L.
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.
Coronopus didymus (L.) Smith
Descurainia pulcherrima Muschl.
Hirschfeldia incana (L.) Lagr.
Lepidium bipinnatifidum Desv.
Lepidium chichicara Desv.
Lobularia maritima (L.) Desv.
Rapistrum rugosum (L.) All.
Sisymbrium irio L.
Sisymbrium orientale L.

Euphorbiaceae

Chamaesyce boliviana (Rusby) Croiz.
Euphorbia peplus L.
Euphorbia cf. *prostrata* Ait.

Geraniaceae

Erodium cicutarium (L.) L'Herit.
Erodium moschatum (L.) L'Herit.

Gramineae

Agropyron attenuatum (H.B.K.) R. & S.
Avena sativa L.
Bouteloua simplex Lag.
Bromus catharticus Vahl
Cortaderia sp.
Distichlis spicata (L.) Greene
Eragrostis lugens Nees

Hordeum halophilum Griseb.
Hordeum murinum Presl.
Lolium multiflorum Lam.
Lolium perenne L.
Nassella pubiflora (Trin. & Rupr.) Desv.
Pennisetum clandestinum Hochst.
Poa annua L.
Polypogon lutosus (Pior.) Hitchc.
Sporobolus indicus (L.) Brown
Stipa ichu Kunth
Stipa inconspicua Presl.
Stipa mucronata H.B.K.

Juncaceae

Juncus imbricatus Lah.

Labiatae

Lamium amplexicaule L.

Malvaceae

Lavatera assurgentiflora Kellog
Malva neglecta Wallr.
Malva parviflora L.
Tarasa hornschuchiana (Walp.) Krap.
Tarasa tenella (Cav.) Krap.
Urocarpidium shepardae (Johnst.) Krap.

Onagraceae

Oenothera rosea Ait.

Oxalidaceae

Oxalis corniculata L.

Papilionaceae

Lupinus sp.
Medicago lupulina L.
Medicago polymorpha L.
Melilotus albus Med.
Melilotus indica (L.) All.
Spartium junceum L.
Trifolium amabile H.B.K.
Trifolium repens L.

Plantaginaceae

Plantago lanceolata L.
Plantago major L.

Polygonaceae

Polygonum aviculare L.

Rumex cuneifolius Campd.

Rumex obtusifolius L.

Solanaceae

Dunalia brachyacantha Miers

Dunalia spinosa (Meyen) Dammer

Lycopersicon esculentum Mill.

Nicotiana glauca Graham

Solanum nitidum R. & P.

Solanum radicans L.

Solanum sublobatum Willd.

Umbelliferae

Apium leptophyllum (Pers.) Muell.

Conium maculatum L.

Petroselinum hortense Hoffm.

Verbenaceae

Verbena weberbaueri Hayek