HAL
open science

Clasificación florística de los bosques y arbustales de las sierras del Uruguay

Pierre Gautreau, Felipe Lezama

To cite this version:

Pierre Gautreau, Felipe Lezama. Clasificación florística de los bosques y arbustales de las sierras del Uruguay. Ecología Austral, 2009, 19, pp.81-92. hal-00744772

HAL Id: hal-00744772

https://hal.science/hal-00744772v1

Submitted on 23 Oct 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Manuscript of the following paper :

GAUTREAU P. & Lezama F. 2009. Clasificación florística de los bosques y arbustales de las sierras de Uruguay. Ecología Austral (19) 81-92.

Online : http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2009000200001&script=sci_abstract&tlng=en

Clasificación florística de los bosques y arbustales de las sierras de Uruguay
Floristic classification of woods and shrublands of Uruguayan sierras

Pierre Gautreau (correspondencia)
Laboratoire Territoires, Ville, Environnement, Société. U.F.R. de Géographie et aménagement. Université des Sciences et Technologies de Lille. Av. Paul Langevin. 59655, Villeneuve d'Ascq cedex. Francia. pierre.gautreau@univ-lille1.fr

Felipe Lezama
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Treinta y Tres, Uruguay

Resumen. Con el objetivo de describir la variación en composición de especies de la vegetación leñosa de las sierras del este y noreste del Uruguay, se seleccionaron tres áreas de muestreo situadas en predios ganaderos, en las cuales fueron relevadas 122 parcelas. Mediante la combinación de análisis de clasificación jerárquico y análisis de especies indicadoras se identificaron cinco grupos principales de vegetación: Arbustales de *Myrceugenia euosma*, Arbustales de *Baccharis dracunculifolia*, Bosques de *Syagrus romanzoffiana*, bosques de *Myrsine coriacea* y bosques *de Eugenia uniflora*. Se utilizó análisis de correspondencia para identificar gradientes principales de composición florística. El primer eje del ordenamiento describe un gradiente florístico – fisonómico, relacionado estrechamente a factores como la profundidad del suelo y la topografía. El segundo eje del ordenamiento discrimina grupos de parcelas en función de su pertenencia a las distintas áreas geográficas. Los resultados obtenidos muestran que a pesar de una alta uniformidad estructural, la vegetación leñosa de las sierras presenta una ostensible variación en términos florísticos. La identificación de la geología y sus suelos asociados como controles de la variación florística de la vegetación leñosa del Uruguay, aspecto poco atendido anteriormente en la bibliografía, surge claramente en este trabajo. Este trabajo brinda una tipología alternativa a la tradicionalmente empleada en el país de índole principalmente fisonómica. Establece criterios de extrapolación o de contextualización de experimentos diferentes a las categorías de bosques y arbustales habitualmente empleadas, e incluso revela la heterogeneidad existente en el interior de estas categorías y advierte por lo tanto sobre las limitaciones de su uso: abre perspectivas para comparaciones con el sur de Brasil y el diseño de estrategias de conservación regional.

Título breve : Las formaciones leñosas serranas uruguayas

[Palabras-clave : arbustales, bosques, campos del Río de la Plata]

Abstract. Floristic classification of woods and shrublands of Uruguay sierras. The aim of this paper is to describe the variations in species composition of the woody vegetation of the Eastern and Northeastern hills of Uruguay. To do so, three main areas of interest were selected for study and 122 samples were collected in extensive ranching farms. Agglomerative classification and indicator species analysis were used to identify five main vegetation groups: *Myrceugenia euosma* shrublands, *Baccharis dracunculifolia* shrublands, *Syagrus romanzoffiana* woods, *Myrsine coriacea* woods and *Eugenia uniflora* woods. Correspondence analysis was carried out to describe floristic gradients. The first axis showed a physiognomic gradient from shrub formations to woods, partly determined by water availability linked to soil depth, a factor related to geomorphology, while the second axis revealed differences among communities related to geographical location. For the first time, these results offer a floristic classification of a particular woody vegetation in Uruguay, and prove that, despite of a high structural uniformity, the woody vegetation of the hills is strongly variable in floristic terms. In the past, little stress has been put on the geological and edaphic factors as responsible for woods variation, and no studies existed about shrublands. The classification proposed here constitutes an alternative to the traditional physiognomic typology used in Uruguay to describe woody vegetation. It shows the limitations of this typology, offers new categories that allow comparisons with communities in Southern Brazil, and provides useful information to design regional conservation strategies.

INTRODUCCIÓN

Los bosques ocupan una reducida porción del territorio uruguayo, sin embargo son parte esencial de los ecosistemas y paisajes de los “campos” (Soriano 1992) situados entre el sur brasilero, boscoso, y los pastizales con escasas leñosas de la Pampa de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Formando galerías a lo largo de los cursos de agua o parches aislados en laderas de sierras, han cumplido importantes funciones a lo largo de la historia de la región, como fuente de combustible y madera. Las estimaciones de su superficie total varían entre 590.000 ha ((MGAP 2000) y 811.000 ha (Dirección Forestal del MGAP, 2004). Por sus funciones de productores de combustible, han conocido fuertes retrocesos entre fines del siglo XIX y mediados del siglo XX, pero experimentan desde los años 1970 importantes dinámicas de densificación por cierre del dosel superior de bosques abiertos y extensión de su superficie (Gautreau 2006).

La producción científica sobre los bosques uruguayos es escasa y heterogénea (Sayagués et al. 2000). Estos autores señalan como mayor limitante para una visión global de estos bosques la ausencia de metodologías estandarizadas que permitan establecer conclusiones a escala nacional. No existen clasificaciones florísticas, siendo las clasificaciones tradicionalmente empleadas establecidas en función de la topografía (montes ribereños, serranos, de quebrada, psamófilo o de dunas), o según la especie que domina en el dosel superior. Por otra parte, existe controversia sobre cuales son los principales controles de la heterogeneidad de la vegetación boscosa del Uruguay. Brussa et al. (1989) relacionaron la variación florística de bosques de quebradas del norte de Uruguay con factores topográficos, y por otro lado, Grela y Brussa (2003) no encontraron patrones de vegetación claros en relación a la topografía y la fisonomía para bosques de sierras del este. Estos

autores sugieren que los factores geográficos regionales son determinantes para explicar la variación florística, mientras que los factores locales explican básicamente cambios en la fisonomía de bosques con composiciones muy similares. En definitiva, disponer de descripciones florísticas apoyadas en amplios conjuntos de datos es un requisito para poder avanzar en la comprensión de los factores responsables de la variación florística y fisonómica de estos bosques.

El objetivo general del presente trabajo es describir la variación en composición de especies de la vegetación leñosa de las sierras del este y noreste del Uruguay, incluyendo por primera vez el análisis de los arbustales serranos, los que han sido hasta hoy escasamente estudiados en el Uruguay. Los objetivos específicos son la clasificación y caracterización de comunidades florísticas, y la identificación de gradientes florísticos principales, así como su interpretación en términos ambientales y geográficos.

MÉTODOS

Área de estudio

Se seleccionaron para el estudio tres áreas situadas en la región de sierras. Ésta representa la continuación en Uruguay del macizo cristalino brasilero, con topografía de colinas localmente llamadas “sierras”. Éstas se diferencian de las “cuchillas” que dominan el resto del país por su alto grado de rocosidad y pendientes mayores. Con el objetivo de abarcar la variación latitudinal de la región, estas tres áreas se repartieron de norte a sur (Figura 1). Las dos primeras áreas, Villa Serrana (55.03°O; 34.35°S, 350m s.n.m.) y Sierra del Yerbal (54.47°O; 32.92°S, 300m s.n.m.), se sitúan en la región geomorfológica denominada “serranías del este” (Panario 1988). La tercera, Sierra del Carpintería (55.26°O; 31.72°S, 260m s.n.m.) se sitúa más al norte, en la región denominada “Isla Cristalina de Rivera”. El trabajo de campo se realizó en establecimientos con ganadería extensiva, bovina y ovina, el cual es el uso del suelo principal en la región. El manejo ganadero habitual incluye el uso de fuego localizado en pequeñas áreas de pastos altos y arbustos, con el fin de favorecer el rebrote del tapiz herbáceo.

Estas tres áreas presentan rasgos geomorfológicos y topográficos semejantes (Tabla 1). El área de Sierra del Yerbal se asienta sobre rocas sedimentarias poco metamorfizadas, el área de Villa Serrana sobre roca metamórficas, mientras que el área Sierra del Carpintería está formada por rocas cristalinas (granitos) en las partes altas del paisaje, dominando en las partes bajas los metamorfitos de tipo gneisses graníticos (Bossi et al. 2001). Las unidades topográficas se disponen de una forma similar entre las tres zonas. Las partes más altas son ocupadas por superficies planas y muy rocosas, con suelos generalmente superficiales. Las laderas con mayor pendiente (> 15%) suelen ser rocosas, siendo los suelos superficiales, dominando brunosoles coluvionarios y litosoles, observándose en algunos casos brunosoles subeútricos. Las laderas con pendientes inferiores se caracterizan por un bajo o nulo grado de rocosidad y suelen ser las zonas de suelos más profundos del paisaje. Los valles son generalmente estrechos, con una planicie de inundación de algunas decenas de metros de ancho, ocupada por terrazas en sus bordes.

De sur a norte de la zona estudiada, la precipitación media anual aumenta de 1098 mm a 1238 mm, aumentando la temperatura media anual de 16.5°C a 17°C. Mínimas y máximas medias anuales varían respectivamente de 12.1°C y 21.1° a 11°C y 23.4°C (Dirección Nacional de Meteorología, datos medidos entre 1961 y 1990).

Obtención de los datos

El muestreo de vegetación se realizó durante los años 2003 y 2004. Los datos florísticos se obtuvieron adaptando el método de Dufour (1999), desarrollado para tipos de vegetación similares a las de las sierras uruguayas (mosaico de pastizales, arbustales y parches arbóreos). Cada una de las tres áreas fue muestreada de forma intensiva, localizando parcelas de 10*10 m a lo largo de transectas perpendiculares a los mayores gradientes de variación fisonómica de la vegetación, y ubicando una parcela en cada zona fisonómicamente homogénea. Se procedió primero a una descripción estructural de la vegetación en cada parcela, estimando la cobertura del suelo global de cada uno de los estratos predefinidos por encima de 1 m (1-2 m; 2-4 m; 4-6 m; 6-8 m; 8-12 m; >12m). Asimismo se estimó la cobertura del suelo por gramíneas. La cobertura fue estimada según una escala de 11 clases de cobertura del suelo: cada 10%, otorgándole un valor de 1% a las especies presentes pero con cobertura inferior a 5%. Cada especie fue registrada en todos los estratos donde estuviera presente, asignándole un valor de cobertura correspondiente a su proyección sobre la superficie de la parcela. Se determinó para cada parcela su posición macrotopográfica y la profundidad del suelo. Los especímenes de identificación dudosa a nivel de campo fueron identificados a través de consultas a especialistas. Se tomó como referencia para los nombres de las especies y la información sobre su distribución geográfica el trabajo de Brussa y Grela (2007).

Análisis de datos

Los datos de campo se reunieron en una matriz de 85 especies * 165 parcelas. Para cada especie, sólo fue registrado en esta matriz su máximo valor de cobertura en los 6 estratos predefinidos. Estos valores fueron transformados en datos de presencia-ausencia, y se calculó la frecuencia de las especies en el conjunto total de parcelas, es decir el porcentaje del total de parcelas en los que está presente cada especie. Las especies con una frecuencia menor al 5% fueron eliminadas de la matriz (Gauch 1982). Debido a que las técnicas multivariadas son afectadas fuertemente por la presencia de “outliers” (McCune & Mefford 1999), previamente a la aplicación de estas técnicas se realizó un análisis para su detección. Se consideraron “outliers” aquellas especies o parcelas cuyos promedios de distancia se apartaron más de dos desviaciones estándar de la media de los promedios de distancia (McCune & Mefford 1999). La eliminación de outliers y de parcelas con vegetación de una altura inferior a 1m redujo la matriz incial a 68 especies y 122 parcelas.

La matriz de especies * parcelas fue clasificada y ordenada a través de métodos multivariados. Se llevaron a cabo análisis de clasificación aglomerativos empleando el método de Ward como algoritmo de fusión y el índice de Jaccard como medida de distancia. Se realizó análisis de especies indicadoras para determinar los niveles más informativos del dendrograma e identificar conjuntos de especies indicadoras de los

distintos agrupamientos (Dufrêne y Legendre, 1997). Solo las especies con valores indicadores significativos y mayores a 70% fueron consideradas características (McGeoch et al. 2002),

Los grupos identificados fueron caracterizados estructuralmente indicando la altura del estrato dominante, la altura máxima del dosel, la cobertura del estrato herbáceo, y la cobertura relativa de árboles y arbustos. Se utilizó Análisis de correspondencia (AC) para detectar los ejes principales de variación florística. El porcentaje de varianza explicado por la ordenación se obtuvo a través del coeficiente de determinación (r^2) de Pearson entre las distancias del espacio de ordenación y las distancias del espacio original (McCune & Mefford 1999). Los análisis de ordenamiento y agrupamiento se llevaron a cabo con el software PC-ORD.4 (McCune & Mefford 1999).

RESULTADOS

Composición florística y de formas de vida

En un total de 122 parcelas se registraron 85 especies de plantas leñosas mayores a 1m (38 árboles y 47 taxa arbustivos, ver Apéndice 1). La familia más numerosa fue Asteraceae con 23 especies, seguida de Myrtaceae con 11 especies. Las especies con mayor frecuencia de ocurrencia fueron *Daphnopsis racemosa* (72%), *Blepharocalyx salicifolius* (51%), *Allophylus edulis* (48%) y *Myrsine sp*. (48%). La mayor parte de las especies registradas presentan distribuciones amplias en el territorio uruguayo (56%). El 39% presentan distribuciones regionales de las cuales la mitad corresponden a especies típicas de la “flora oriental” (Grela 2004). Las especies de distribución restringida en el Uruguay registradas fueron cuatro y están todas confinadas a los relevamientos del área de Sierra del Yerbal (Apéndice 1). Dos de ellas son especies exclusivas de ésta área (*Radkolferotoma cistifolium* y *Maytenus cassineformis*), estando las otras reportadas también para el área de retroceso de la cuesta basáltica al norte de Uruguay (*Myrcianthes gigantea* y *Mimosa bifurca*).

Análisis de clasificación

El análisis de agrupamientos en combinación con la suma de los valores indicadores significativos para los distintos niveles del dendrograma permitió reconocer una estructura jerárquica de cinco grupos principales, y nueve subgrupos (Figura 2). Estos dos niveles corresponden a los valores máximos de suma de valores indicadores. De acuerdo a la fisonomía, dos grupos corresponden a arbustales y tres a bosques.

Grupo 1 – Arbustales de Myrceugenia euosma

Se compone principalmente de parcelas del área Sierra de Yerbal (Tabla 1). Forma una vegetación baja con dominio neto de arbustos (2 a 4 metros de altura máxima), donde predomina el estrato comprendido entre 1 y 2 metros con un estrato herbáceo poco desarrollado (Tabla 2). Conforma por ende un arbustal alto y relativamente denso. No presenta especies características, evidencia de una elevada heterogeneidad interna, siendo las especies con mayores valores indicadores *Myrceugenia euosma y Radkolferotoma*

cistifolium. Ambas son especies arbustivas de baja altura, que encuentran su distribución límite sur el departamento de Treinta y Tres. Las especies con mayor frecuencia de ocurrencia son los arbustos *Dodonaea viscosa, Daphnopsis racemosa* y *Heterothalamus alienus* y la especie arbórea *Blepharocalyx salicifolius*. Varias de estas especies son altamente tolerantes al fuego, sea por fuerte rebrote post-quema (*Myrceugenia euosma,* obs.pers.), sea por alta capacidad de diseminación y germinación de semillas post-quema *(Dodonaea viscosa* y *Heterotalamus alienus,* obs.pers.) Ocupa suelos superficiales, ubicándose mayoritariamente en laderas con pendientes que varían entre moderadas y pronunciadas Se subdivide en el grupo 1.1, indicado por *Myrceugenia euosma* y 1.2, indicado por *Radkolferotoma cistifolium*. El grupo 1.2 ocupa un posición de contacto entre los planos horizontales más altos ocupados por pastizales y las laderas boscosas que bajan hacia el valle principal de la Sierra del Yerbal.

Grupo 2 – Arbustales de Baccharis dracunculifolia

Está representada casi en su totalidad por parcelas del área de Villa Serrana. Este grupo comparte rasgos similares al grupo 1 en cuanto a la dominancia de los arbustos en la cobertura total de las parcelas (mediana: 90%) y a la baja altura de la vegetación (2 a 4 metros). A diferencia del grupo 1, domina en el 100% de las parcelas el estrato comprendido entre 1 y 2 metros, con un estrato herbáceo muy denso, conformando un arbustal bajo y abierto. Ocupa mayoritariamente suelos superficiales, ubicándose generalmente en planos horizontales no rocosos y en laderas rocosas. *Baccharis dracunculifolia* (especie característica) y *Mimosa berroi,* ambas especies arbustivas, presentan los mayores valores indicadores para este grupo. Otras especies frecuentes son el arbusto *Baccharis articulata* y los árboles *Lithraea brasiliensis* y *Blepharocalyx salicifolius.*

Grupo 3 – Bosques de Syagrus romanzoffiana

Se encuentra representado en su totalidad por parcelas de Sierra del Yerbal. Este grupo se caracteriza por la dominancia de los árboles en la cobertura total de las parcelas y la baja importancia del estrato herbáceo, siendo frecuentes parcelas con menos de 20% del suelo cubierto (Tabla 2). El sotobosque es en la mayoría de los casos abierto, dominando el estrato 1 a 2m en sólo 19% de las parcelas. Aunque predomina el estrato comprendido entre 2 y 4 m de altura, son frecuentes las parcelas con alturas superiores a los 4 metros (30%). Esta característica, así como la importante participación de los arbustos en la cobertura total (mediana: 19), indican una heterogeneidad fisonómica importante. Ocupa mayoritariamente una posición de fondos de valles (61% de las parcelas), y secundariamente laderas rocosas (35%) de fuertes pendientes. Está indicada por la especie de palmera *S . romanzoffiana*. Las especies arbóreas *Eugenia uruguayensis* y *Myrcianthes cisplatensis* presentan también altos valores indicadores para este grupo. Además presentan altos valores de ocurrencia en este grupo *Daphnopsis racemosa* y *Sebastiania commersoniana*.

Se pueden distinguir dos subgrupos. El grupo 3.1 con *Eugenia uruguayensis* como especie con mayor valor indicador, se ubica mayoritariamente en posiciones de laderas muy inclinadas, rocosas y con suelos poco profundos dentro del valle principal de la Sierra del

Yerbal. En menor medida se lo encuentra en pequeñas cañadas que recorren las partes altas del paisaje. El grupo 3.2 es indicado por *Zanthoxylum hyemale.* Se diferencia notablemente del tipo anterior por su altura superior y por ubicarse mayoritariamente en suelos profundos sobre estrechas terrazas aluviales de los principales valles.

Grupo 4 –Bosques de Myrsine coriacea

Se compone casi exclusivamente de parcelas del área de Villa Serrana. Este grupo comparte con el tercero una fuerte heterogeneidad en cuanto a fisonomía (medianas respectivas de árboles y arbustos: 73%, 24%). Se distingue sin embargo por su menor altura (mediana: 6m), una mayor importancia del estrato herbáceo (mediana:25%) y del estrato comprendido entre 1 y 2 metros, el cual domina en un tercio de las parcelas. Forma por ende un bosque bajo y relativamente abierto, con sotobosque denso. Ocupa preferencialmente dos posiciones en el paisaje, fondos de valles y laderas rocosas, sobre los suelos más profundos del conjunto de grupos estudiados. Está indicado por la especie arbórea *Myrsine coriacea*, presentando además a *Lithraea brasiliensis* con altos valores indicadores. *Blepharocalyx salicifolius (árbol)* y *Daphnopsis racemosa (arbusto)* presentaron las mayores frecuencias de ocurrencia en este grupo. Reúne 2 subgrupos. El subgrupo 4.1 indicado por *Zanthoxylum rhoifolia* ocupa mayoritariamente pequeñas cañadas sin terrazas aluviales. El 4.2, con *Schinus engleri* con alto valor indicador, ocupa preferencialmente planos horizontales rocosos con suelos superficiales, en las partes altas del paisaje. A diferencia del grupo 4.1 es un bosque achaparrado y espinoso con fuerte componente arbustivo.

Grupo 5 – Bosques de Eugenia uniflora

Se compone exclusivamente de parcelas de Sierra del Carpintería. Constituye el grupo más netamente boscoso, por la alta participación de los árboles a la cobertura total y la muy baja participación de arbustos (Tabla 2), dominando los estratos entre 2 y 6 metros (75% de las parcelas). El sotobosque es relativamente abierto respecto a los grupos 1, 2 y 4, asemejándose al del grupo 2 por los valores del estrato herbáceo y del estrato de 1 a 2 metros. Ocupa posiciones topográficas y de profundidad del suelo muy variadas. Está indicado por la especie arbórea *Eugenia uniflora*. Otras especies con alto valor indicador son : *Myrrhinium atropurpureum var. Octandrum* y *Scutia buxifolia*, ambas arbóreas. Además presenta frecuentemente a *Daphnopsis racemosa* y *Allophylus edulis, ambas especies típicas de* sotobosque. Comprende dos subgrupos : el grupo 5.1, indicado por *Eugenia uniflora*, ocupa generalmente planos horizontales no rocosos, sobre suelos de perfil desarrollado pero de baja fertilidad y de poca profundidad. El grupo 5.2 indicado por *Schinus longifolia* ocupa generalmente planos horizontales rocosos, con suelos superficiales.

Análisis de gradientes

Los primeros dos ejes extraídos por el Análisis de Correspondencia de la matriz de especies por parcelas explicaron el 61.3% de la varianza de los datos. En el plano de ordenamiento de las parcelas se puede observar una clara discriminación de los grupos principales de vegetación, en el que el eje florístico principal está asociado a un gradiente fisonómico

(Figuras 3a y 3c). En el extremo izquierdo del diagrama se ubican las parcelas de bosque de mayor altura (superior a 8 metros), asociados a suelos relativamente profundos. En cambio, en el centro y la parte derecha del diagrama ocurre un cambio gradual de parcelas hacia los grupos de menor altura con dominancia de especies arbustivas. Las especies asociados a este extremo del eje, *Heterotalamus alienus, Baccharis dracunculifolia* y *Baccharis articulata,* son arbustos xerófilos característicos de arbustales de sitios bien drenados y suelos superficiales (Figura 3b). Se puede apreciar la amplia dispersión de las parcelas del grupo 1 sobre este eje, evidenciando una mayor heterogeneidad interna florística y fisonómica que en los otros grupos.

Por otro lado, la ubicación geográfica contribuye notoriamente al segundo eje en importancia, el cual discrimina las parcelas del área de la Sierra del Yerbal de las restantes áreas (Figura 3c). Las especies asociadas al extremo positivo de este eje, *Myrcianthes gigantea, Myrsine parvula, Calliandra tweediei, Calyptranthes concinna,* son todas especies típicas de bosques densos. En contraposición, las asociadas al extremo negativo, *Aloysia chamaedryfolia, A. gratissima., Schinus longifolius, Schinus lentiscifolius, Azara uruguayensis,* son típicas de los parches arbóreos insertos en arbustales de Sierra del Carpintería y Villa Serrana. A excepción de *Maytenus cassineformi,* que es exclusiva del área de Sierra del Yerbal, las especies con mayor importancia en los ejes 1 y 2 son de distribución amplia.

DISCUSIÓN

El análisis de clasificación así como el de ordenación de la matriz florística coinciden en señalar la importancia de varios controles de la heterogeneidad de la vegetación operando a distintas escalas espaciales. Por un lado, a escala de paisaje, la variación macrotopográfica y edáfica, explica en gran medida el gradiente florístico principal expresado en el primer eje de la ordenación. El eje de mayor importancia del AC describe un gradiente fisonómico separando a los grupos de arbustales sobre suelos superficiales en un extremo y los grupos de bosque sobre suelos profundos en el otro. Este patrón muestra la fuerte influencia de la variación de propiedades edáficas y topográficas actuando principalmente a través de su influencia en la disponibilidad de agua. En el mismo sentido, en la clasificación se puede observar una relación estrecha entre los grupos y subgrupos identificados y las distintas posiciones en el paisaje.

Por otro lado, y operando a escala regional, es clara la importancia de la variación geográfica en el plano del ordenamiento y en la diferenciación de grupos. Las tres áreas de relevamiento difieren simultáneamente en la composición de las floras locales, los tipos geológicos y en los principales tipos de suelo. La importancia de la variación en las floras locales se puede apreciar de algún modo en los valores indicadores de algunas especies de distribución restringida. La presencia exclusiva de *Colletia paradoxa* en Villa Serrana, se ve reflejada en altos valores indicadoras para el grupo 4. Por otra parte, en el caso de *Lithraea molleoides,* restringida a la porción norte, se puede observar un valor indicador moderado para el grupo 5. No obstante, esta fuente de variación aparece como de segundo orden de importancia en la medida que la mayoría de las especies indicadoras de los grupos de las distintas áreas en realidad son de distribución amplia o regional y han sido registradas en las

otras áreas o en sus proximidades (Grela 2004). Lo mismo es apreciable en el ordenamiento, en que las especies de mayor importancia en los ejes son de distribución amplia o regional (Figura 3b y Apéndice 1). Por lo tanto, la variación en composición de especies entre áreas de relevamientos es atribuible en gran medida a la sustancial variación en tipos de materiales geológicos (formaciones sedimentarias, metamórficas e ígneas) y de suelos abarcados en este estudio. Estos factores han sido escasamente atendidos anteriormente en la bibliografía nacional, en cambio sí tienen reconocida importancia en el control de la variación florística de la vegetación leñosa en regiones próximas (Sippel & Porto 2002; Frizzo & Porto 2004) y a nivel internacional (Babalonas et al. 1997).

Un número creciente de estudios tiende a resaltar la importancia de los regímenes de perturbación asociados a factores como el fuego, la tala o el pastoreo en la distribución y dinámica sucesional de los bosques de la región (Pillar & Quadros 1997; Pillar 2003; Müller et al. 2007; Gautreau 2006; Overbeck et al. 2007). En este marco cabe preguntarse ¿qué rol y qué importancia tienen estos factores en el control de la heterogeneidad de la vegetación que estamos estudiando? y ¿como interactúan estos factores con los factores bióticos y abióticos estudiados?, más aún considerando la tendencia nacional al aumento de la superficie de bosques nativos. En este estudio no disponemos de información precisa de aspectos como la intensidad y frecuencia de estos diferentes tipos de perturbación de las áreas relevadas, más allá de que hay certeza de que todas han estado sujetas a procesos de pastoreo, fuego y tala selectiva. La elevada heterogeneidad florística y fisonómica exhibida por los arbustales de Sierra del Yerbal (grupo 1), así cómo la presencia de leñosas de vida larga y ejemplares aislados de alto porte en algunas de sus parcelas, sugiere que reúne stands en estados sucesionales diferentes. Este parece ser igualmente el caso para las subunidades de bosques correspondientes a las zonas de transición bosque-arbustal (grupo 3.1) o bosque-pastizal (grupo 4.2) y por ende sujetos a mayor presión de uso. De cualquier manera, y al margen de estas consideraciones, de este trabajo se desprende claramente que la mayor parte de la variación florística y fisonómica de la vegetación leñosa de las Sierras del Este es interpretable en términos de su relación con la acción combinada de factores ambientales como la geología, la posición topográfica y la ubicación geográfica.

A nivel fitogeográfico, este estudio no hace más que confirmar la continuidad florística existente entre las formaciones leñosas de las sierras del este con las formaciones serranas del sur del Brasil, ya anteriormente evocada por Chebataroff (1942) y confirmada por investigaciones más recientes (Grela 2004). Gran parte de las especies serranas localizadas en este muestreo encuentran en Uruguay el límite sur de su área de distribución y pertenecerían a la Provincia Fitogeográfica Paranaense (Brussa & Grela 2007), definida por Prado (2000). Más allá de estas afinidades florísticas, lo que pone en evidencia el trabajo aquí desarrollado es una proximidad fisonómica importante con esta vegetación serrana del sur de Brasil, situada sobre el macizo de la “Serra do sudeste”. Frizzo & Porto (2004) para la zona de Lavras do Sul, Müller et al. (2007) y Forneck (2007) para la región de Porto Alegre, Dadalt (2007) para la zona de Bagé, describen formaciones de parches boscosos insertos en pastizales fisonómicamente semejantes a lo observado en este artículo, haciendo hincapié en el carácter de mosaico de la vegetación serrana regional anteriormente señalada por Lindman (1906), Rambo (1956) y Leite (2002).

Es preciso subrayar que este trabajo aporta la primera propuesta de clasificación florística de vegetación leñosa del Uruguay, abarcando una extensa porción del territorio y a partir de un amplio conjunto de observaciones de campo. De esta manera proporciona una tipología alternativa a la tradicional empleada en el país de índole principalmente fisonómica. Los resultados obtenidos muestran que si bien la vegetación leñosa de las sierras presenta una alta uniformidad estructural, la variación en términos florísticos es ostensible y apreciable a través de la identificación de varios grupos. En el conjunto tradicionalmente definido como "bosque serrano", el análisis llevado a cabo distingue tres grupos diferentes, cada uno compuestos a su vez por 2 subgrupos. Además, se inicia la caracterización de grupos arbustivos para los cuales se contaba con escasos antecedentes (Del Puerto 1987, Bonifacino et al. 1998), identificando 2 grupos diferentes. Este aspecto del trabajo tiene consecuencias prácticas al menos en dos ámbitos. Establece criterios de extrapolación o de contextualización de experimentos, diferentes a las categorías de bosque habitualmente empleadas e incluso revela la heterogeneidad existente en el interior de estas categorías y advierte por lo tanto sobre las limitaciones de su uso. El otro ámbito en el que puede estar presente es en los procesos de selección de áreas valiosas para la conservación y evaluaciones de biodiversidad guiados hasta el momento por clasificaciones fisonómicas-topográficas

AGRADECIMIENTOS

A B.Sosa, E. Cabrera, W. Barbosa y J. Silvera, por el apoyo en el trabajo de campo de Sierra del Yerbal y Villa Serrana. A las familias Fleitas, Curbelo, Demicheli y Fagundez por autorizarnos a trabajar en sus propiedades. A E. Alonso Paz, María Julia Bassagoda y E. Marchesi por su valiosa ayuda en la identificación botánica.

BIBLIOGRAFIA

BABALONAS, D.; AP MAMOLOS ; M KONSTANTINOU. 1997. Spatial variation in a grassland on soil rich in heavy metals. *Journal of Vegetation Science* **8**: 601-604.

BACKES, A & M NARDINO. 2003. Arvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul. Editora Unisinos, São Leopoldo.

BONIFACINO, M; M CATTANEO; L PROFUMO. 1998. Caracterización fitosociológica de un bosque de quebrada sobre el Arroyo del Potrero, Cuchilla Negra, Dpto. de Rivera. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo.

BOSSI J; L FERRANDO; J MONTAÑA; N CAMPAL; H MORALES et al. 2001. Carta geológica del Uruguay. 1/500.000. Versión digital.

BRUSSA, C.A & IA GRELA. 2007. Flora arbórea del Uruguay. Con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Cofusa, Montevideo.

BRUSSA, C.A. ; B MAJO ; C SANS ; A SORRENTINO. 1993. Estudio fitosociólogico del monte nativo en las nacientes del arroyo Lunarejo. Departamento de Rivera. Boletín de Investigación **38**. Facultad agronomía, Montevideo.

CHEBATAROFF, J. 1942. La vegetación del Uruguay y sus relaciones fitogeográficas con el resto de América del Sur. *Revista del Instituto Panamericano de Geografía e Historia* **2**: 49-90.

CONEAT. Sitio internet del PRENADER, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo (http://www.prenader.gub.uy/coneat/, consultado el 10.09.2007)

DADALT, LP. 2007. Composição e riqueza de espécies em manchas de vegetação lenhosa na Serra do Sudeste, RS, Brasil. Tesina de grado. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. Departamento de Ecología.

DEL PUERTO, O. 1987 La extensión de la grupos arbóreas primitivas en el Uruguay. Notas técnicas. Facultad de Agronomía, Montevideo.

DIRECCION NACIONAL DE METEOROLOGIA del Uruguay. Sitio web : http://www.meteorologia.com.uy/, consultado el 20.08.2007.

DUFOUR, J-M. 1999. Potentialités et dynamiques végétales en Méditérranée Orientale: la région du Carmel, Israël. Tesis de doctorado, Universidad de Paris-IV Sorbonne, Francia.

DUFRENE, M. & LEGENDRE P. 1997. Species assemblage and indicator species: the need for a flexible asymetrical approach. *Ecol. mongr*. **67** (3): 345-366.

FORNECK, ED. 2007. Estrutura e dinâmica da expansão florestal em mosaico natural de floresta-savana no morro Santana, Porto Alegre, RS, Brasil: da ecologia de grupos de espécies lenhosas à ecologia de população de plântulas de *Myrcia palustris* DC. (Myrtaceae). Tesis de doctorado. Departamento de Ecologia, Universidad Federal de Rio Grande do Sul.

FRIZZO, T.C.E. & ML PORTO. 2004. Zoneamento da vegetação e sua relação com a ocorrência de estruturas mineralizadas na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS, Brasil. *Iheringia*, Sér. Bot., Porto Alegre, **59** (1): 5-12.

GAUCH, HG Jr. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge Univ.Press. New York.

GAUTREAU, P. 2006. Géographies d'une « destruction » des forêts dans un territoire d'herbages. Récits de crise et résilience forestière dans les campos uruguayens du XVIIIe au XXe siècle. Tesis de doctorado, Universidad de Lille 1 , Francia.

GRELA, I. 2004. Geografía florística de especies arbóreas de Uruguay: propuesta para la delimitación de dendrofloras. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Opción Botánica. Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo.

GRELA, I. 2003. Evaluación del estado sucesional de un bosque subtropical de quebradas en el norte de Uruguay. *Acta Botanica Brasilica* **17** (2): 315-324

GRELA, I & C BRUSSA. 2003. Relevamiento florístico y análisis comparativo de grupos arbóreas de Sierra de Ríos (Cerro Largo – Uruguay). *Agrociencia* **7** (2): 11-26.

LEITE, PF. 2002. Contribuição ao conhecimento fitogeográfico do sul do Brasil. *Ciência e Ambiente* **24**: 51-73.

LINDMAN, CAM. 1906. A vegetacão do Rio Grande do Sul (Brasil Austral). Typographia da “Livraria Universal” de Echenique Irmãos & Cia, Porto Alegre. Edición facsímil en portugués.

McCUNE, B. & MJ MEFFORD. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.

McGeoch M.A.; BJ VAN RESNBBURG ; A BOTES. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *J. Appl. Ecol*. **39**: 661-672.

MGAP. 2004. Cartografía forestal 2004. Información brindada por el sitio web del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo.
(http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm)

MGAP. 2000. Censo agropecuario. Montevideo.

MÜLLER, SC; GE OVERBECK ; J PFADENHAUER ; VD PILLAR. 2007. Plant Functional Types of Woody Species Related to Fire Disturbance in Forest–Grassland Ecotones. *Plant Ecology* **1**: 1-14.

OVERBECK, GE; SC MÜLLER; A FIDELIS; J PFADENHAUER; VD PILLAR et al. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **9**:101-116.

PANARIO, D. 1988. Geomorfología del Uruguay. Montevideo.

PILLAR, VD. & QUADROS FL 1997. Grassland-Forest boundaries in southern Brazil. *Coenosis* **12**: 119-126.

PILLAR, V. D. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. Pp 209-216 en: Claudino-Sales, V. (Org.) *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, Brasil.

PRADO, D.E. 2000. Seasonally dry forest of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* **57**(3):437-461.

RAMBO, B. 1956. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. Selbach, Porto Alegre.

SAYAGUÉS LASO, L; E GRAF; L DELFINO. 2000. Análisis de la información publicada sobre composición floristica de montes naturales del Uruguay. *Agrociencias* **4** (l): 96-107.

SIPPEL, C.; PORTO, M. L. 2002. Landscape patterns: finding the links between functional types and soils. Symposium of the International Association for Vegetation Science **45**. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Gráfica UFRGS. p. 96.

SORIANO, A. (dir.) 1992. The Río de la Plata Grasslands. Pp 367-407 en Coupland, R.T. (ed.). *Natural grasslands. Introduction and Western hemisphere*. Elsevier, Amsterdam.

Tabla 1. Tabla de dos vías representando los valores indicadores de las especies para los cinco grupos. Se indican los taxa con valores indicadores significativos (p<0.05). Se indica en la parte superior de la tabla la repartición de las parcelas entre las tres áreas de relevamiento (%).

Table 1. Two-way table showing the species indicators values for the five groups. Only the taxa with significant indicator values (p < 0.05). The repartition of relevés among the three areas is indicated in the superior part of the table (%).

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
N° de parcelas	20	16	26	28	32
Villa Serrana	5	94		96	
Sierra del Yerbal	95	6	100	4	
Sierra del Carpintería					100
Myrceugenia euosma	43		1		
Radkolferotoma cistifolium	43				
Heterothalamus alienus	36	4			
Baccharis cultrata	34				
Mimosa bifurca	19				
Heymia salicifolia	14				
Buddleja stachyoides	10				
Baccharis dracunculifolia	5	76			
Mimosa berroi Burkart		65		1	
Baccharis articulata	6	51			
Schinus lentiscifolius		27		4	3
Dodonaea viscosa	19	23	6	3	
Baccharis microdonta		13			
Syagrus romanzoffiana			80		1
Eugenia uruguayensis			65		
Myrcianthes cisplatensis	1		60		
Calliandra tweediei			57		
Zanthoxylum hyemale			48		
Sebastiania commersoniana			47		7
Myrsine parvula	2		36		
Calyptranthes concinna			35		
Chusquea sp.			30		3
Maytenus cassineformis			15		
Sebastiania brasiliensis			15		4
Myrcianthes gigantea			12		
Myrsine coriacea	1	1	7	78	
Lithraea brasiliensis	3	8	7	62	
Zanthoxylum rhoifolia				57	
Daphnopsis racemosa	6	1	23	45	14
Berberis laurina			1	41	1
Styrax leprosum			9	40	
Blepharocalyx salicifolius	15	11	5	39	1
Lantana camara				39	
Colletia paradoxa		12		35	
Celtis iguanea			2	32	6
Azara uruguayensis		1		27	
Eugenia uniflora			1		73
Myrrhinium atropurpureum var. octandrum		1		3	44
Scutia buxifolia			1	42	44
Schinus longifolia					43
Lithraea molleoides					38
Ocotea acutifolia			3		34
Xylosma tweedianum	2				33
Allophylus edulis	1		19	15	30
Guettarda uruguensis				1	29
Tripodanthus acutifolius				26	28
Pouteria salicifolia			2		25
Maytenus ilicifolia	1		1	2	24

Celtis tala	1			1	21
Eupatorium buniifolium	1	1			18
Ficus luschnathiana			1		17
Myrcianthes pungens					15
Aloysia gratissima					13

Tabla 2. Frecuencia relativa del estrato leñoso con mayor cobertura (%); valores de mediana, mínima y máxima para la altura de la vegetación en la parcela (m); mismos valores para la cobertura del suelo del estrato herbáceo y la proporción de árboles y arbustos en la cobertura total por parcela (%). Los hábitos fueron determinados de acuerdo a la literatura y no al porte de los indivíduos en la parcela (Apéndice 1).

Table 2. Relative frecuency of the dominant woody strata (%); median, minimal an maximal values of the vegetation height within the quadrat (m); same values for the dominance of the herbaceous strata, and relative part of shrubs and trees in the total cover by quadrat (%). Habits were determinated according to litterature, and not by the individuals habit within the quadrats (Appendix 1).

Grupo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Estrato 1-2m	65	100	19	32	19
Estrato 2-4m	35		50	43	44
Estrato 4-6m			15	11	31
Estratos > 6m			15	14	6
Altura de la vegetación	2 (2-4)	2 (2-4)	8 (2-12)	6 (2-12)	8 (2-12)
Cobert. relativa arboles	9 (0-88)	10 (1-69)	7 2(16-99)	73 (16-96)	89 (23-100)
Cobert. relativa arbustos	91 (13-100)	90 (31-99)	19 (1-83)	24 (3-83)	6 (0-77)
Cobert. Estrato herbáceo	35 (0-90)	80 (10-100)	20 (0-100)	25 (10-100)	25 (0-100)

Figura 1. Localización de las áreas de estudio. Los bosques son indicados por el color negro.

Figure 1. Location of the studied areas. Woods are indicated by the black colour.

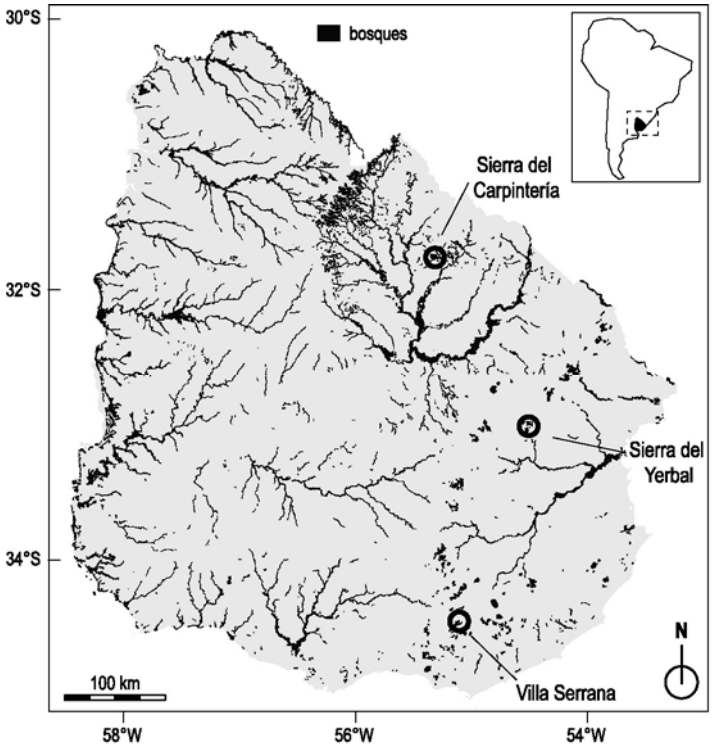


Figura 2. Clasificación de los censos mediante el algoritmo de Ward y la medida de distancia de Jaccard. La suma de los valores indicadores significativos para cada nivel se presenta debajo del dendrograma.

Figure 2. Hierarchical classification of samples based on Ward's method and Jaccard's distance. The sum of significant indicator values for each level is shown below the dendrogram.

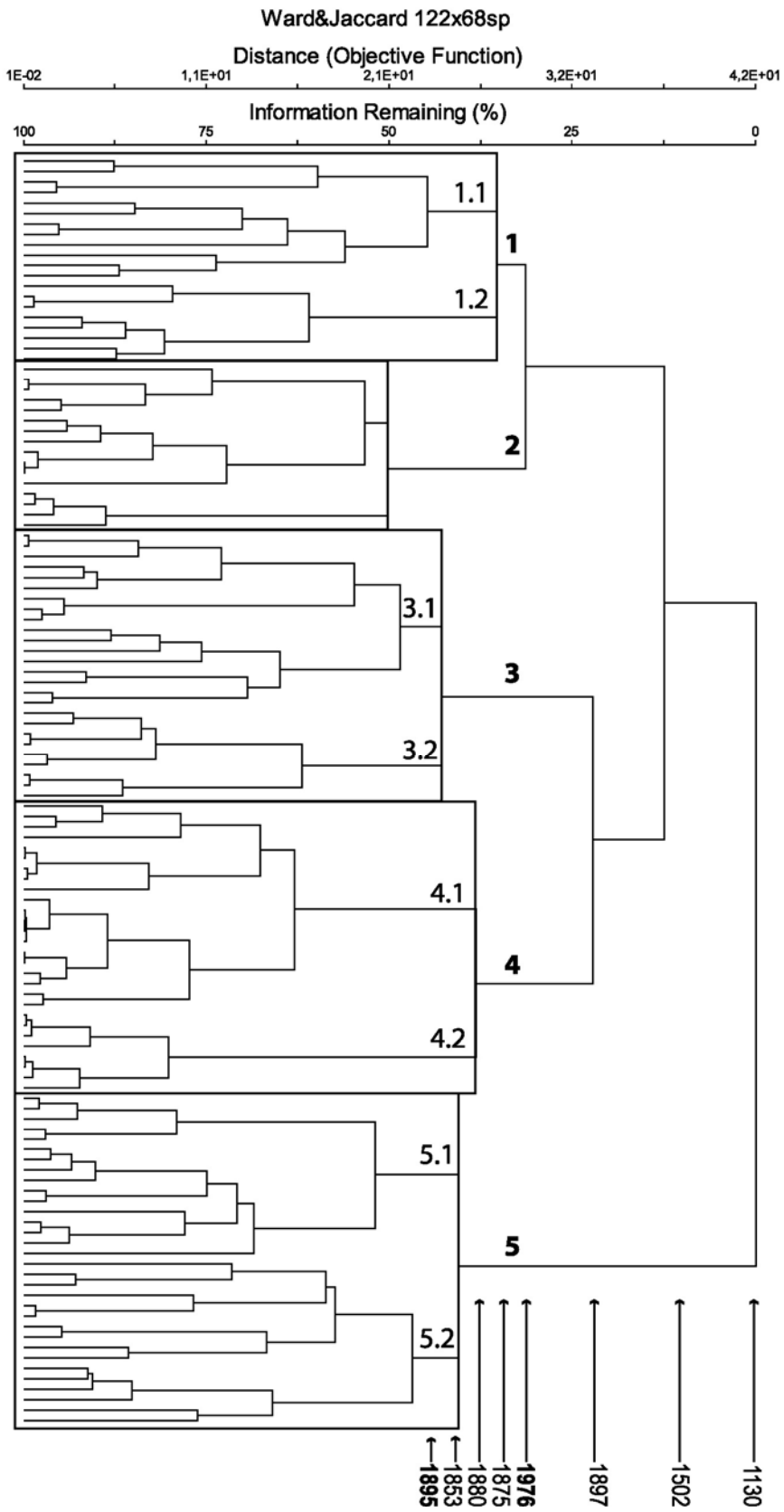
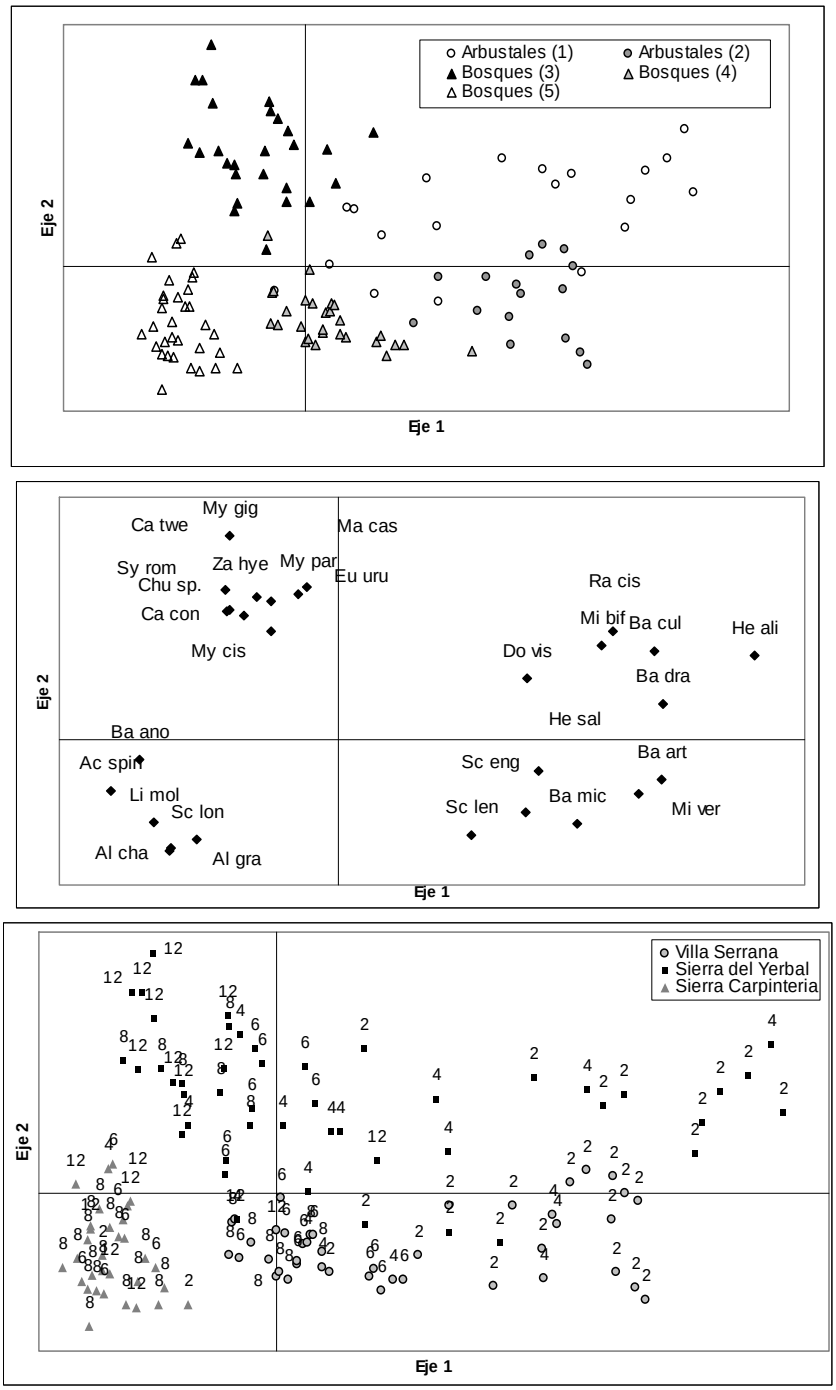


Figura 3. Diagrama de los dos primeros ejes del análisis de correspondencia de la matriz de especies*censos (3a); mismo diagrama indicando las especies con mayor correlación con el eje 1 y 2 (3b); mismo diagrama indicando el área al cual pertenecen los censos y la altura de la vegetación en la parcela (3c). El eje 1 explica el 41.7 % de la varianza y el Eje 2 el 19.5 %.

Figure 3. Diagram of the first two axes of the correspondence analysis of the species*relevés matrix (3a); same diagram indicating the species correlated with the first and second axis (3b); same diagram indicating the area where data was collected and vegetation height in the relevé (3c). First axis explains 41.7% of the variance, and the second 19.5%.

Códigos (codes): Ac spin - *Acanthosyris spinescens;* Al cha - *Aloysia chamaedryfolia;* Al edu -*Aloysia gratissima;* Ba ano - *Baccharis anomala;* Ba art - *Baccharis articulata;* Ba cul - *Baccharis cultrata;* Ba dra - *Baccharis dracunculifolia;* Ba mic - *Baccharis microdonta;* Ca twe - *Calliandra tweediei;* Ca con - *Calyptranthes concinna;* Chu sp. - *Chusquea sp.;* Do vis - *Dodonaea viscosa;* Eu uru - *Eugenia uruguayensis;* He ali - *Heterothalamus alienus;* Li bra - *Lithraea brasiliensis;* Li mol - *Lithraea molleoides;* Ma cas - *Maytenus cassineformis;* Mi ver - *Mimosa berroi;* Mi bif - *Mimosa bifurca;* My cis - *Myrcianthes cisplatensis;* My gig - *Myrcianthes gigantea;* My par - *Myrsine parvula;* Ra cis - *Radkolferotoma cistifolium;* Sc eng - *Schinus engleri;* Sc len - *Schinus lentiscifolius;* Sc lon - *Schinus longifolius;* Sc bux - *Scutia buxifolia;* Sy rom - *Syagrus romanzoffiana.*



Apéndice 1. Familia, distribución y formas de crecimiento de las 85 especies citadas. La forma de crecimiento (hábito) fue determinado según Brussa y Grela (2007) y Backes & Nardino (2003). a: árbol; ab: arbusto. Distribución amplia: especie común en todo Uruguay; regional: especie restringida a una porción del territorio uruguayo (según Grela 2004).

Appendix 1. Family, distribution and habit of the 85 species quoted in the article. The habit was determined according to Brussa y Grela (2007) and Backes & Nardino (2003). a: tree; ab: shrub. Distribution "amplia": the specie's distribution covers the entire country; "regional": the specie's distribution is restricted to a region of Uruguay (according to Grela 2004).

Especie	Familia	Distribución	Hábito
Acanthosyris spinescens (Mart. & Eichler) Griseb.	Santalaceae	amplia	a
Acca sellowiana (O. Berg) Burrett	Myrtaceae	regional	ab
Aegiphila hassleri Briq.	Verbenaceae	regional	ab
Allophylus edulis (A. St.-Hil) Radlk.	Sapindaceae	amplia	a
Aloysia chamaedryfolia Cham.	Verbenaceae	regional	ab
Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc.	Verbenaceae	amplia	ab
Azara uruguayensis (Speg.) Sleumer	Flacourtiaceae	regional	ab
Baccharidastrum triplinervium (Less.) Cabrera	Asteraceae	amplia	ab
Baccharis anomala DC.	Asteraceae	amplia	ab
Baccharis articulata (Lam.) Pers.	Asteraceae	amplia	ab
Baccharis caprariaefolia DC.	Asteraceae	regional	a
Baccharis cultrata Baker	Asteraceae	amplia	ab
Baccharis dracunculifolia DC.	Asteraceae	amplia	ab
Baccharis microdonta DC.	Asteraceae	regional	a
Baccharis pseudotridentata Heering.	Asteraceae	regional	a
Baccharis punctulata DC.	Asteraceae	amplia	ab
Baccharis spicata (Lam.) Baill.	Asteraceae	amplia	ab
Berberis laurina Billberg	Berberidaceae	regional	ab
Blepharocalyx salicifolius (Humb.; Bonp. & Kunth) O.Berg	Myrtaceae	amplia	a
Buddleja grandiflora Cham. & Schltdl.	Buddlejaceae	regional	ab
Buddleja stachyoides Cham. & Schltdl.	Buddlejaceae	regional	a
Buddleja thyrsoides Lam. subsp. angusticarpa E.M. Norman & L.B. Smith	Buddlejaceae	amplia	ab
Calliandra tweediei Bentham	Fabaceae	regional	ab
Calyptranthes concinna De Candolle	Myrtaceae	regional	ab
Celtis iguanea (Jacquin) Sargent	Ulmaceae	amplia	ab
Celtis tala Gilli Planchon	Ulmaceae	amplia	a
Cephalanthus glabratus (Spreng.) K. Schum.	Rubiaceae	amplia	ab
Chusquea sp.	Poaceae	regional	ab
Cestrum parquii L'Her.	Solanaceae	amplia	ab
Citharexylum montevidense (Spreng.) Moldenke	Verbenaceae	amplia	a
Colletia paradoxa (Sprengel) Escalante	Rhamnaceae	regional	ab
Condalia buxifolia Reissek	Rhamnaceae	regional	ab
Daphnopsis racemosa Grisebach	Thymelaceae	amplia	ab
Dodonaea viscosa (Linnaeus) Jacquin	Sapindaceae	regional	ab
Escallonia bifida Link & Otto	Saxifragaceae	regional	a
Eugenia uniflora Linnaeus	Myrtaceae	regional	ab
Eugenia uruguayensis Cambessèdes	Myrtaceae	amplia	a
Eupatorium buniifolium Hook. & Arn.	Asteraceae	amplia	ab
Eupatorium serratum Spreng.	Asteraceae	regional	a
Eupatorium squamulosum	Asteraceae	amplia	ab
Ficus luschnathiana (Miqel) Miqel	Moraceae	amplia	a

Gochnatia polymorpha subsp. Ceanothifolia (Less.) Cabrera	Asteraceae	regional	ab
Guettarda uruguensis Chamisso & Schlechtendal	Rubiaceae	amplia	ab
Heterothalamus alienus (Sprengel) Kuntze	Asteraceae	regional	ab
Ilex paraguariensis A. St.-Hill.	Aquifoliaceae	regional	a
Jodina rhombifolia (Hook & Arn.) Reissek	Santalaceae	amplia	a
Lantana camara L.	Verbenaceae	amplia	ab
Lithraea brasiliensis Marchand	Anacardiaceae	regional	a
Lithraea molleoides (Velloso) Engler	Anacardiaceae	amplia	a
Maytenus cassineformis Reissek	Celastraceae	restringida	ab
Maytenus ilicifolia Reissek	Celastraceae	amplia	ab
Mimosa berroi Burkart	Fabaceae	amplia	ab
Mimosa bifurca Benth.	Fabaceae	restringida	ab
Myrceugenia euosma (Berg) D.Legrand	Myrtaceae	regional	ab
Myrceugenia glaucescens (Cambess.) D. Legrand & Kausel	Myrtaceae	amplia	ab
Myrcianthes cisplatensis (Cambessèdes.) O.Berg	Myrtaceae	amplia	a
Myrcianthes gigantea (D.Legrand) D.Legrand	Myrtaceae	restringida	ab
Myrcianthes pungens (Berg) D.Legrand	Myrtaceae	regional	a
Myrrhinium atropurpureum var. *octandrum* Bentham	Myrtaceae	amplia	a
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Myrsinaceae	amplia	a
Myrsine parvula (Mez) Otegui	Myrsinaceae	amplia	a
Ocotea acutifolia (Nees) Mez	Lauraceae	amplia	a
Ocotea puberula (Rich.) Nees	Lauraceae	regional	a
Phytolacca dioica L.	Phytolaccaceae	regional	a
Pouteria salicifolia (Sprengel) Radlkofer	Sapotaceae	amplia	a
Prunus subcoriacea (Chod. & Hassl.) Koehne	Rosaceae	regional	a
Radkolferotoma cistifolium Kuntze	Asteraceae	restringida	ab
Sapium glandulosum (L.) Morong	Euphorbiaceae	regional	a
Schinus engleri F.A.Barkley	Anacardiaceae	amplia	ab
Schinus lentiscifolius Marchand	Anacardiaceae	regional	ab
Schinus longifolia (Hassler) F.A.Barkley	Anacardiaceae	amplia	a
Scutia buxifolia Reissek	Rhamnaceae	amplia	a
Sebastiania brasiliensis Sprengel	Euphorbiaceae	amplia	a
Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B.Sm. & B.J.Downs	Euphorbiaceae	amplia	a
Senecio brasiliensis (Spreng.) Less.	Asteraceae	amplia	ab
Solanum mauritianum (Scop.)	Solanaceae	amplia	ab
Styrax leprosus Hooker & Arnott	Styracaceae	regional	a
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Arecaceae	amplia	a
Tripodanthus acutifolius (Ruiz et Pav.) Tiegh.	Loranthaceae	amplia	ab
Trixis praestans (Vell.) Cabr.	Asteraceae	amplia	ab
Vitex megapotamica (Spreng.) Mold.	Verbenaceae	regional	a
Xylosma schroederi Sleumer ex Herter	Flacourtiaceae	regional	ab
Xylosma tweediana (Clos.) Eichler	Flacourtiaceae	amplia	a
Zanthoxylum hyemale A. St.-Hil.	Rutaceae	amplia	a
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	Rutaceae	amplia	a

Apéndice 2. Caracterización de las macro-unidades geomorfológicas de las tres áreas estudiadas. Fuente: CONEAT.

Appendix 2. Characterization of geomorphological units for the three studied areas. Source: CONEAT.

	Unidad geomorfológica	Rocosidad (%)	Pendiente (%)	Suelos dominantes	Profundidad del suelo
Villa Serrana	Zonas altas, rocosas y planas	> 40		Litosoles	Muy superficial
	Laderas rocosas	10-40	15-40	Litosoles Brunosoles coluvionarios	Superficial a moderadamente profundo
	Laderas no rocosas	< 5	5-15	Brunosoles subeútricos	Superficial a moderadamente profundo
	Zonas planas no rocosas			Brunosoles subeútricos	Moderadamente profundo a profundo
Sierra del Yerbal	Laderas rocosas	10-40	15-40	Litosoles Brunosols coluvionarios	Sin determinar
	Laderas no rocosas		3-12	Luvisoles	Sin determinar
Sierra del Carpintería	Laderas rocosas	< 10	5-20	Brunosoles subeútricos	Superficial
	Lecho mayor de arroyo			Planosoles	Profundo
	Laderas no rocosas		6-12	Luvisoles Acrisoles	Moderadamente profundo

Apéndice 3. Posición macrotopográfica dominante por grupo (porcentaje del total de parcelas), valor modal y mediano de la profundidad del suelo (cm).

Appendix 3. Dominant macrotopographic location by group (percent of the total of relevés), mode and median value for soil depth (cm).

	1	2	3	4	5
0 – Terrazas aluviales			23		19
1 – Thalwegs	10		38	50	
2 - Planos horizontales no rocosos	10	38		4	28
3 - Planos horizontales rocosos	5	19	4	25	22
4 - Laderas rocosas	15	25	35	14	6
5 - Laderas no rocosas	45	13		7	13
6 - Concavidades de zonas altas	15	6			13
Profundidad del suelo	<10 / <10	<10 / 10	< 10 / 30	> 100 / 40	> 100 / 30