

VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FORESTAL DE BOSQUES DE TRANSICIÓN DE TRASLASIERRA (CÓRDOBA) EN FUNCIÓN DE LA ELEVACIÓN, LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA

VARIATION OF THE FORESTAL COMPOSITION AND STRUCTURE OF TRANSITION FORESTS IN TRASLASIERRA (CÓRDOBA) DEPENDING ON ELEVATION, PRECIPITATION AND TEMPERATURE

Lucia Bottan^{1*}, Juan Manuel Cellini¹ y Micaela Medina²

¹Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

²Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

*Autor para correspondencia:
lucia.bottan@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN

Período de Publicación:
Septiembre 2023

Historial:
Recibido: 27/12/2022
Aceptado: 01/03/2023

La vegetación arbórea de la Provincia de Córdoba se caracteriza por la presencia de bosques subtropicales xerófilos. En el noroeste de Córdoba se identifica un gradiente de elevación desde 100 a casi 2900 m.s.n.m. donde concurren los distritos de Chaco Árido y Chaco Serrano de la provincia chaqueña. En esta zona existen bosques de transición entre ambos distritos y la falta de estudios dificulta especialmente su delimitación espacial. El objetivo de este trabajo es identificar unidades forestales a partir del análisis de las diferencias de la estructura forestal y la composición de especies y en función de las variaciones en la elevación, la precipitación y la temperatura en bosques de transición Chaco serrano – Chaco Árido en Traslasierra, Córdoba. Los datos fueron recolectados en un total de 66 parcelas situadas en las Sierras del departamento de San Javier y en el departamento de San Alberto. En cada parcela se estimó la abundancia por especie, la densidad total, la biomasa, la riqueza y la distribución de clases diamétricas. Se realizó un análisis de conglomerados en función de la abundancia de especies y se realizaron análisis de varianza para comparar las diferencias de los grupos hallados con las variables ambientales (elevación, precipitación y temperatura). En las parcelas estudiadas se identifican 3 Unidades Forestales (UF) y, en general, se distingue una para cada uno de los tres sitios donde se establecieron parcelas, mostrando una concordancia entre la composición y abundancia de las especies y las variables ambientales de temperatura y precipitación, que varían en el gradiente altitudinal. Las UF difieren en densidad, área basal y biomasa, de acuerdo al gradiente planteado, mientras que las diferencias encontradas en riqueza y la distribución diamétrica no parecen estar relacionadas con el gradiente.

Palabras clave: Formaciones forestales, Chaco Árido, Chaco Serrano

SUMMARY

The arboreal vegetation of Córdoba Province is characterized by the presence of xerophytic subtropical forests. In the northwestern of Córdoba, an elevation gradient is identified from 100 to almost 2900 m a.s.l. where the Chaco Árido and Chaco Serrano districts of Chaco province meet. In this area there are transition forests, and the lack of studies makes its spatial delimitation particularly difficult. The objective of this work is to identify forest units from the analysis of the differences in forest structure and species composition and depending on the variations in elevation, precipitation, and temperature in Chaco serrano – Chaco Árido transition forests in Traslasierra, Córdoba. Data were collected from a total of 66 plots located in the sierras of San Javier and San Alberto departments. In each plot, abundance by species, total density, biomass, richness, and distribution of diameter classes were estimated. A cluster analysis was performed based on the abundance of species and analysis of variance was performed to compare the differences of the groups found with the environmental variables (elevation, precipitation, and temperature). In the plots studied, 3 FUs are identified and, in general, one is distinguished for each of the three sites where plots were established, showing a correlation between the composition and abundance of the species and the environmental variables of temperature and precipitation, which vary on the elevational gradient. The FUs differ to a greater or lesser extent in density, basal area, biomass, according to the proposed gradient, while the differences found in richness and diameter distribution do not seem to be related to the gradient.

Keywords: Chaco Árido, Chaco Serrano, forest Formations

INTRODUCCIÓN

Debido a la alta tasa de degradación que sufren las comunidades naturales en los últimos tiempos, la baja cantidad de estudios taxonómicos y sistemáticos efectuados, existe la posibilidad de una gran pérdida biológica sin que haya sido registrada y estudiada con anterioridad o que se haya estudiado de manera insuficiente (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Giorgis *et al.*, 2011). Los inventarios de vegetación o florísticos tienen como finalidad la descripción de la estructura y función de la vegetación para su aplicación en el uso y manejo de la misma (FAO, 2020). Los inventarios forestales, en particular, evalúan el estado actual de los recursos principalmente forestales, ya que se logra describir la estructura forestal, la composición florística y distinguir entre unidades de vegetación forestales, lo que sustenta el proceso de adopción de decisiones en la política y la gestión forestal referidas a su manejo, conservación y prestación de servicios ecosistémicos (SAyDSN, 2007).

En la Provincia de Córdoba, se hallan bosques subtropicales xerófilos, pertenecientes a dos regiones forestales: el Parque Chaqueño y el Espinal (Cabrera, 1976; Giménez & Moglia, 2003). Estas formaciones boscosas han sufrido un intenso proceso de deforestación y cambio de uso del suelo por varios siglos e intensificado en décadas más recientes debido al crecimiento de la agricultura pampeana, modificando y fragmentando los paisajes de las tierras bajas en sistemas agrícolas e incorporando tierras más elevadas y/o marginales para sistemas ganaderos y urbanización (Zak, Cabido, Cáceres & Díaz, 2008; Cabido,

et al., 2018). A esto se le suma la ocurrencia de disturbios como la acción del fuego, acentuando la fragmentación del paisaje (Verzino *et al.*, 2005), por lo que es pertinente intensificar los estudios en las regiones forestales de Parque Chaqueño y Espinal y las diferentes subregiones que las componen (Hernández & Giménez, 2016).

En las áreas donde existe la convergencia entre la región del Parque Chaqueño y del Espinal, e incluso dentro de cada una de ellas es común observar que se formen zonas de transición entre las diferentes comunidades (Begon, Townsend & Harper, 2006). En estas regiones forestales, se forman bosques de transición entre las diferentes subregiones que la conforman donde se pueden encontrar especies propias de ambas subregiones o incluso algunas ajenas a ambas (Cavallero & Carranza 2018). En la zona serrana, la elevación es un factor importante condicionante de la composición de especies ya que se relaciona con los regímenes de temperaturas, precipitación, vientos, entre otros elementos del clima (Castillo & Castellvi Sentis, 1996) estableciéndose climas más húmedos y templados en las sierras y más cálidos y secos en las planicies (MAyDS, 2020) que determinan diferentes fisonomías vegetales reflejando un mosaico de paisajes (Alberto, 2006). A partir de muestreos distribuidos en toda la superficie de la provincia de Córdoba, Cabido *et al.* (2018) demuestran que la heterogeneidad en la composición fisionómica y florística existente está principalmente relacionada con la elevación, la temperatura y/o las precipitaciones.

El objetivo de este trabajo fue identificar diferentes unidades forestales en los bosques de transición Chaco Serrano – Chaco Árido de Traslasierra, Córdoba, con el fin de analizar las diferencias en la composición forestal, estructura forestal y biomasa en un gradiente de elevación (300-900 msnm), asociado a un gradiente de precipitación y de temperatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

La región donde se realizó este estudio comprende a bosques de transición entre el Chaco Serrano y el Chaco Árido (Morello *et al.*, 2012), en la Provincia de Córdoba, en los Departamento de San Javier y Departamento de San Alberto (31° 49' - 32° 10' Sur; 65° 41' - 65° 00' Oeste). Al este se desarrolla el cordón montañoso denominado Sierras Grandes, que alcanza la mayor elevación (2900 m s.n.m.) de los cuatro cordones que conforman al sistema de las sierras de Córdoba (Cabido *et al.*, 2010). Al oeste, se encuentran los abanicos aluviales del piedemonte de las sierras, campos de dunas y zonas con mantos de arenas o médanos aislados (Carignano *et al.*, 2014).

El distrito del Chaco Árido se desarrolla en zona de planicies al oeste de las sierras y el del Chaco Serrano se lo ubica a lo largo del sistema de las sierras entre 400 y 1100 m s.n.m. de elevación aproximadamente (Cabido, 2010, Cabido *et al.*, 2018). En esta zona las precipitaciones se concentran mayoritariamente en la estación cálida, de octubre a marzo, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 600 mm (extremo oeste) y los 800 mm (extremo este), con registros que demuestran un aumento con la elevación (Giorgis *et al.*, 2021). Las temperaturas oscilan de 7,5 °C en los picos más altos de las Sierras Grandes hasta los 20,1 °C en el extremo oeste del departamento de San Alberto (Fick & Hijmans, 2017).

Relevamiento forestal

Se realizaron un total de 66 parcelas de 8 metros de radio ($\cong 201,06\text{m}^2$), 56 parcelas en la localidad de Achiras, 5 parcelas en la localidad de Luyaba dentro de los departamentos de San Javier y 5 parcelas en la localidad de San Vicente departamento San Alberto (Figura 1). Las tres localidades relevadas presentan bosques secundarios. En cada parcela se determinó la estructura del bosque a través de la biometría forestal básica: especie (según Demaio *et al.*, 2002) y DAP (diámetro normal a 1,30 m del suelo, a partir de los 20 cm de perímetro). En caso de haber bifurcaciones de un mismo pie se tomaron como individuos diferentes si la misma está por debajo del DAP. Además en el centro de cada parcela se registró la elevación

mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

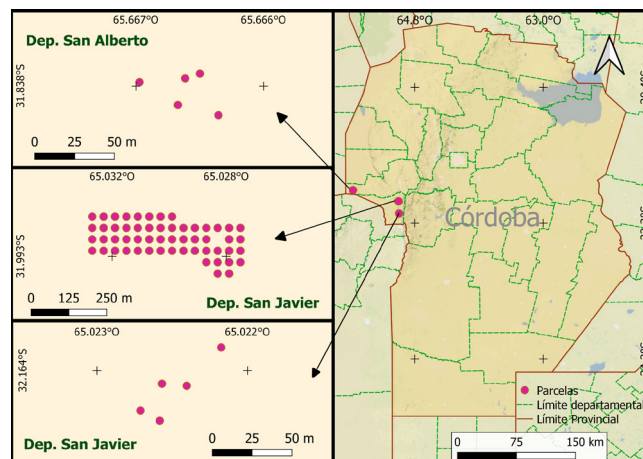


Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en los departamentos de San Alberto y San Javier de la Provincia de Córdoba, Argentina.

Para cada parcela se estimó la densidad (Den) como el total de los individuos por hectárea (ind. ha^{-1}), el área basal (AB) como la sumatoria de las áreas transversales de los individuos al 1,3 m en una superficie de ocupación ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$), la riqueza (R) como número de especies por parcela. Para estimar la biomasa se utilizó un modelo alométrico general (ecuación 2) de Jérôme *et al.*, (2014) que permite estimar la biomasa aérea de diferentes especies de manera precisa al tomar la densidad de la madera como variable. Los datos utilizados de altura se estimaron a partir de la ecuación 1 y la densidad básica de cada especie provienen de la base de datos del INTI-CITEMA. La biomasa total (Bt) de cada árbol se expresa como en la ecuación 3, utilizando como factor de conversión 1,2 establecido por el IPCC, donde expresa que la biomasa de las raíces representa el 20% de la biomasa total.

$$\text{Ecuación 1: } HT = 2,28818 \cdot \text{DAP}^{0,515197}$$

$$\text{Ecuación 2: } Ba = 0,0673(d/1000 * \text{DAP}^2 * HT)^{0,976}$$

$$\text{Ecuación 3: } Bt = Ba * 1,2$$

Dónde: Ba es la biomasa aérea de un árbol, en Kg; d es la densidad de la madera seca de la especie (contenido de humedad 12%), expresada en Kg/m^3 ; el DAP es el diámetro a la altura del pecho, en cm; HT es la altura total, expresada en m.

La verificación de los nombres científicos se hizo en su mayor parte siguiendo el «Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur» (Zuloaga *et al.*, 2008) y su actualización «on line» (www.darwin.edu.ar).

La precipitación (PP, en mm) y temperatura (T, en $^{\circ}\text{C}$) utilizada fue obtenida de la base de datos WorldClim (<https://www.worldclim.org/>).

Análisis estadístico

Para identificar las unidades forestales (UF), se realizó primariamente un Análisis de Conglomerados jerárquicos (AC), a partir de la abundancia por especie hallada en cada parcela. El método de distancia utilizado fue el de Bray-Curtis y el algoritmo de agrupamiento que se utilizó fue el de Ward. Se obtuvo un dendrograma, una representación gráfica en forma de árbol que muestra las relaciones jerárquicas entre las unidades de estudio según sus valores de similitud. La clasificación en grupos se obtuvo al establecer un criterio de corte, este paso final se realizó observando los grupos principales formados en el dendrograma (Matteucci & Colma, 1982). Luego, para terminar de definir las UF, se realizó un Análisis de la varianza (ANOVA) con los grupos resultantes del AC utilizando como variables a la elevación, PP y T.

De esta manera, las parcelas se asignaron a una unidad forestal de acuerdo a la existencia de diferencias significativas entre los grupos con respecto a una o más variables ambientales. Los grupos que no presentan diferencias significativas entre sí con respecto a las variables ambientales se agruparon en una única UF. En el caso de no cumplir con los supuestos de homogeneidad de varianzas se realizó un análisis no paramétrico, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis (KW).

Caracterización de las UF

Teniendo en cuenta estas UF, se testearon si hubo diferencias entre densidad, área basal, biomasa y riqueza mediante ANOVA o prueba de Kruskal-Wallis (KW). En caso de que se hayan encontrado diferencias se realizó el test de tukey para encontrar aquellas medias que son significativamente diferentes. En el análisis de la distribución en clases diamétricas se realizó un test de chi-cuadrado para así determinar la existencia de diferencias de las frecuencias diamétricas entre las UF.

RESULTADOS

Se obtuvieron cinco agrupaciones como resultado del análisis multivariado a partir de la decisión de cortar el dendrograma (Figura 2) en una distancia de 0,6. El criterio para definir los grupos se basó en elegir una distancia que permita la comparación posterior de las diferentes variables composicionales y ambientales definidas para terminar de definir las UF. Se enumeraron las agrupaciones del 1-5.

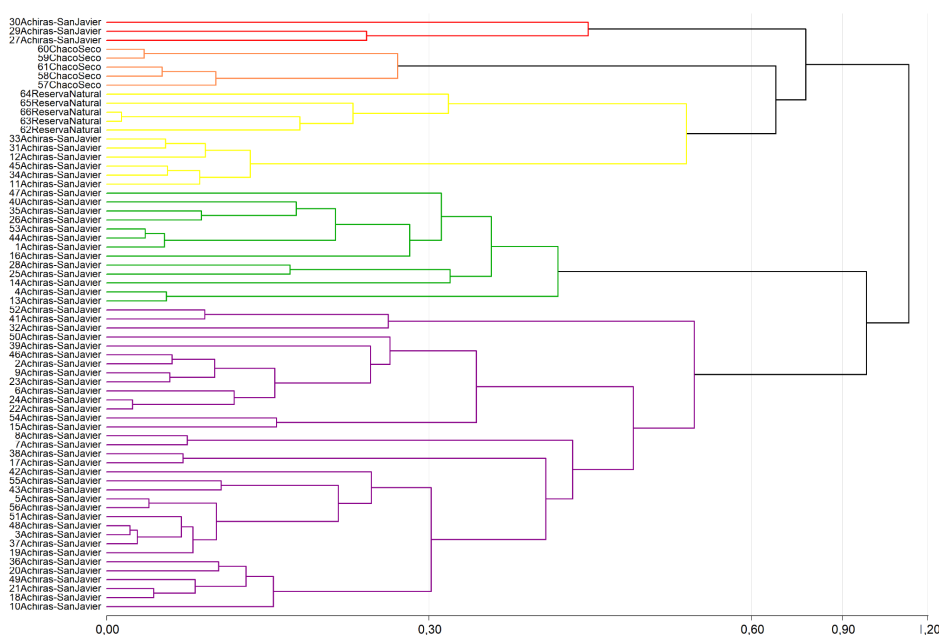


Figura 2. Dendrograma. Se distinguen con colores diferentes el agrupamiento de las parcelas (eje Y) que se determinaron a partir del corte en una distancia de 0,6 (eje X). Las parcelas se agrupan según el color: rojo corresponden al grupo 1, naranja al grupo 2, amarillo al grupo 3, verde al grupo 4 y violeta al grupo 5.

Con estos 5 grupos se realizó un ANOVA, en la tabla 1 se observan los resultados, a partir de esta división se describieron las tres unidades forestales: la UF1, conformadas por las parcelas del grupo 1, 4 y 5 (Figura 2), representa 75,8% de la superficie inventariada, está ubicada en Achiras, San Javier, con excepción de 6 parcelas. La UF2, conformada por el grupo 2 del dendrograma, representa el 7,6% de la superficie (Figura 2). En esta UF se encuentran las cinco parcelas ubicadas en el departamento de San Alberto, en planicies con elevaciones de poco más de 300 m.s.n.m. La UF3, integrada por el grupo 3, representa el 16,6% restante de la superficie inventariada y comprende 6 parcelas en Achiras y las 5 parcelas inventariadas en Luyaba, ambas localidades pertenecientes al departamento de San Javier (Figura 2).

Tabla 1. ANOVA de las variables ambientales, elevación, precipitación y temperatura para los grupos determinados a partir del dendrograma. G: Grupo; elevación: la media de la elevación en m s.n.m; PP: la media de la precipitación media anual en mm; T: Temperatura media anual en °C; Las medias con sus respectivos desvíos estándar con una letra común no son significativamente diferentes (test de tukey $p > 0,05$).

G	N	elevación	PP	T
1	3	831,8 b	730 c	16,6 b
2	5	335,5 a	604 a	19,9 c
3	11	861,4 c	724 b	16,4 a
4	12	819,9 b	730 c	16,6 b
5	35	817,1 b	730 c	16,6 b
F		926,8	2784,6	2008,4
p		<0,0001	<0,0001	<0,0001

En la tabla 2 se observan las especies forestales relevadas en el inventario, su abundancia discriminadas por UF y si pertenecen a la flora nativa o exótica.

Tabla 2. Abundancia de las especies relevadas en el inventario forestal, diferenciadas en tres unidades forestales (UF1, UF2, UF3).

Especie	UF1	UF2	UF3	Total	Origen
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltld.	59	1	57	117	Nativa
<i>Bougainvillea stipitata</i> Griseb.	59	0	4	63	Nativa
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Kltzsch) Liebm.	254	0	2	256	Nativa
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms	0	35	0	35	Nativa
<i>Cereus forbesii</i> Otto ex C.F. Först.	0	0	3	3	Nativa
<i>Ficus carica</i> L.	6	0	0	6	Exótica
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	3	0	0	3	Nativa
<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	2	0	0	2	Nativa
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	7	0	0	7	Nativa
<i>Laurus nobilis</i> L.	4	0	0	4	Exótica
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	2	0	0	2	Nativa
<i>Melia azedarach</i> L.	1	0	0	1	Exótica
<i>Mimozyanthus carinatus</i> (Griseb.) Burkart	3	0	0	3	Nativa
<i>Morus alba</i> Bureau	2	0	0	2	Nativa
<i>Neltuma alba</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis.	12	0	0	12	Nativa
<i>Neltuma flexuosa</i> (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	0	31	0	31	Nativa
<i>Neltuma nigra</i> (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	26	0	3	29	Nativa

<i>Strombocarpa torquata</i> (Cav. ex Lag.) Hutch.	2	0	44	46	Nativa
<i>Ruprechtia apetala</i> Wedd	473	0	26	499	Nativa
<i>Salix humboldtiana</i> Wild	9	0	0	9	Nativa
<i>Sarcomphalus mistol</i> (Griseb.) Hauenschild	2	0	0	2	Nativa
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst.	8	0	0	8	Nativa
<i>Schinus molle</i> L.	15	0	0	15	Nativa
<i>Senegalia praecox</i> (Griseb.) Seigler & Ebinger	0	0	4	4	Nativa
<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	7	0	0	7	Nativa
<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger	249	0	16	265	Nativa
<i>Vitis vinifera</i> L.	2	0	0	2	Exótica
<i>Zanthoxylum coco</i> Gillies ex Hook. f & Arn.	3	0	0	3	Nativa
Total general	1220	67	149	1436	

El análisis de la varianza para Den, AB y R y el análisis de Kruskal Wallis para la B, determinaron la presencia de diferencias significativas entre las unidades forestales identificadas ($p < 0,05$, Figura 3). La Den y AB fue mayor en la UF1 que en la UF2, mientras que la UF3 no presenta diferencias con ninguna de las UF (Figura 3). La B de la UF2 fue menor que las UF1 y UF3 las cuales no presentaron diferencias significativas (Figura 3). La riqueza fue mayor en la UF1 que en las UF2 y UF3, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí (Figura 3).

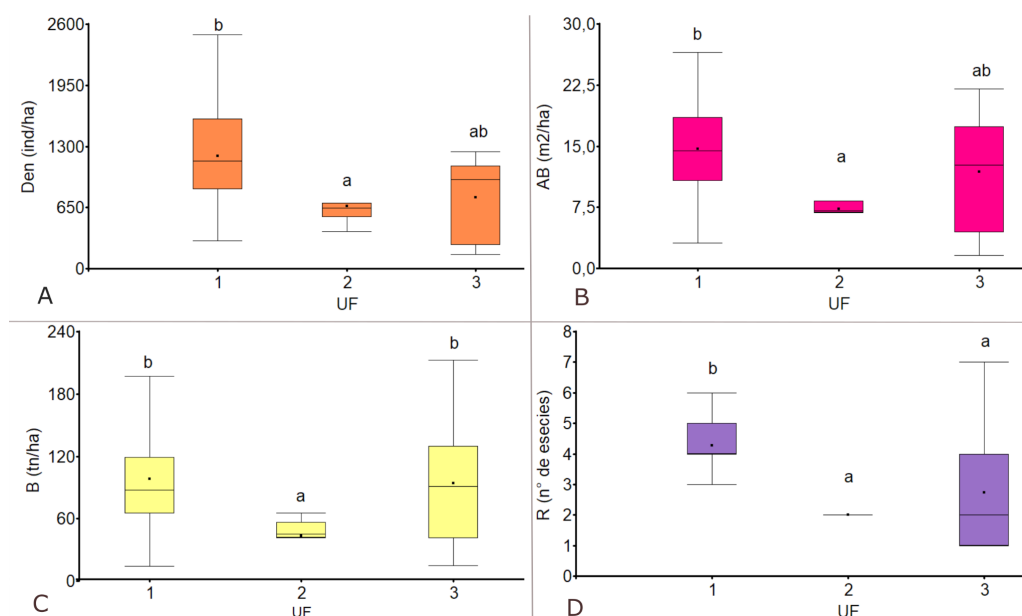


Figura 3. Diagrama de cajas para las variables (A) Den: densidad; (B) AB: Área Basal; (C) B: biomasa; (D) R: riqueza forestal. Las unidades de medida están especificadas en cada gráfico en el eje de ordenadas. En el eje x están las UF1, 2 y 3. Las UF que presentan letras en común no son significativamente diferentes (test de tukey $p > 0,05$).

Los resultados del análisis de chi cuadrado demostraron que existen diferencias de las distribuciones diamétricas entre la UF3 con respecto a las UF1 Y UF2 ($p < 0,05$). Entre las UF1 y UF2 no se encontraron diferencias significativas. En la figura 4 se puede observar que, en las tres UF la mayor parte de los individuos de la población corresponden a las clases diamétricas menores y en la UF 1 Y UF3 se observa

la forma comúnmente observada de “jota invertida”.

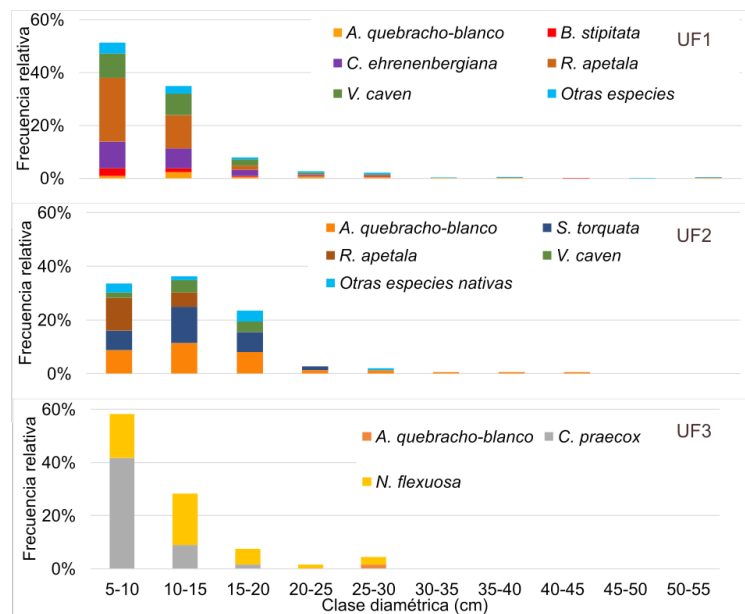


Figura 4. Gráfico de distribución de frecuencias diamétricas para las diferentes UF. UF: unidad forestal.

DISCUSIÓN

Las parcelas estudiadas se agruparon en 3 UF y, en general, se distingue una para cada uno de los tres sitios donde se establecieron parcelas, mostrando una concordancia entre la composición y abundancia de las especies y las variables ambientales de temperatura y precipitación, que varían en el gradiente altitudinal. De acuerdo al rango elevacional, tanto la UF1 y la UF3 se corresponderían con el distrito Chaco Serrano que se extiende actualmente entre 400 y 1400 m s.n.m. (Cabido et al., 2010; Giorgis et al., 2011). La UF2 se ubica en el distrito Chaco Árido, según Cabrera (1976) o subregión Chaco árido, según el Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (MAyDS, 2020).

Los resultados denotan una tendencia a una mayor biomasa de especies forestales con el aumento de la elevación. La UF1 y la UF3, que se encuentran en rangos de elevación mayores que la UF2, fueron las que presentaron mayores valores de biomasa. La riqueza, en cambio, fue mayor sólo en la UF1, mientras que en la UF2 y la UF3 no se encontraron diferencias significativas, por lo que no se verifica la tendencia esperada de mayor riqueza con la mayor elevación, tal como establece Cabido et al. (2018). Cabe aclarar que en el presente estudio no se realizó una prueba estadística para verificar si el muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de las diferentes comunidades (Magurran, 2004), sumado a esto las unidades forestales resultantes presentaron un esfuerzo de muestreo dispar, con lo que las diferencias en riqueza observada pueden deberse a número mayor de parcelas medidas en la UF1.

En las tres UF se observan estructuras forestales jóvenes, con poca o nula presencia de individuos con DAP mayores a los 30 cm. Esto puede deberse al hecho de que no son sitios prístinos consecuencia de la extracción forestal sin un manejo adecuado o nulo que sufrió la región durante los últimos siglos donde se aprovechaban principalmente los árboles de mayor diámetro (Cabido et al., 1994; Zak et al., 2008). Como resultado, una variedad de formaciones leñosas secundarias con prácticamente sólo *A. quebracho-blanco* como especie del estrato superior (Brown, Martínez Ortiz, Acerbi & Corcuera, 2005), presente en las tres unidades forestales y coincide con lo señalado en el Segundo Inventario Forestal de Bosque Nativo (MAyDS, 2020), y un estrato inferior muchas veces cerrado y espinoso (Brown et al., 2005). Dentro del estrato inferior, las especies encontradas para la UF2 fueron *C. praecox* y a *N. flexuosa* en concordancia con lo establecido por Cabido et al., (2018). Las especies del estrato inferior más representativas encontradas

en la UF1 y UF3 son *R. apetala*, *V. caven*, *C. ehrenbergiana*, *B. stipitata* y, para la UF3 se añade *S. torquata* y coinciden como especies citadas para esta región por Cabido et al., (1991, 2018). Sin embargo, se destaca la ausencia de comunidades citadas por estos mismos autores como bosque serrano, los cuales están dominados por *L. molleoides* con presencia de *C. ehrenbergiana* y *Z. coco*. Suárez & Vischi (1997) proponen que las distintas variaciones de la composición vegetal constituyen una matriz heterogénea del paisaje serrano y no en estratos bien definidos.

Por otro lado, la UF1 incluyó tres agrupaciones del dendrograma que denotaron diferencias de composición de especies pero que no presentaron diferencias en elevación, ni temperatura o precipitación, probablemente otras variables que no fueron analizadas en este estudio podrían influir en la composición y estructura como son las variables edafológicas y/o geomorfológicas, tales como el tipo de suelo, grado de pendiente, exposición de ladera, cercanía a cursos de agua, entre otras o con perturbaciones tales como incendios y pastoreo (Giorgis et al., 2013, 2017) donde las discontinuidades florísticas y fisonómicas pueden responder a disturbios y no a factores ambientales.

Se destaca que en el dendrograma se distinguió un grupo de tres parcelas con presencia de especies exóticas (grupo 1: *F. carica*, *M. azedarach*, *V. vinifera*, *L. nobilis* y *M. alba*). Identificar su presencia o ausencia es de interés debido a que existen estudios que determinan que la invasión y avance de especies forestales exóticas provoca en los bosques una menor riqueza de especies nativas, equitatividad y diversidad (Díaz Villa et al., 2016; Zamora et al., 2014; Franco et al., 2018). Sin embargo, en este estudio pocas parcelas presentaron especies exóticas, lo que lo diferencia con bosques cercanos donde se observa un camino sucesional alternativo hacia bosques exóticos naturalizados (Gioris et al., 2011). En ese sentido, la identificación de UF es de importancia para futuros estudios de manejo que tengan como objetivo garantizar la conservación de estos ecosistemas forestales.

Los resultados de densidad y área basal promedio de las tres UF fueron mayores de acuerdo a la subregión a la que pertenecen según el Segundo Inventario Forestal de Bosque Nativo (MAyDS, 2020). Según esta información, la densidad para la subregión Chaco Serrano es de 356,79 ind.ha⁻¹ y área basal 6,31 m².ha⁻¹ y para el Chaco Árido es de 264,27 ind.ha⁻¹ y área basal de 4,46 m².ha⁻¹ (MAyDS, 2020). Las diferencias pueden estar dadas al hecho de que el Segundo Inventario Forestal de Bosque Nativo se valió de las mediciones de parcelas ubicadas por toda la extensión de las subregiones, extendiéndose a otras provincias. También la metodología de muestreo fue diferente a la que se realizó en este inventario.

El esquema de clasificación en unidades forestales planteado constituye un paso hacia la identificación de estrategias eficientes de conservación y manejo. Los estudios adicionales podrían incluir otros sitios de muestreo, con el fin ampliar la clasificación de la vegetación a otras áreas de la región, como también incluir otras variables no incluidas en este estudio. De esta forma se podría profundizar el conocimiento sobre la distribución y la dinámica de estas comunidades. Por otro lado, determinar especies de mayor interés económico y/o ecológico es importante para definir tratamientos silvícolas, fijar los objetivos de conducción de la estructura y establecer métodos de corta, en el caso de un aprovechamiento sostenible (Uribe, 1984) de estos bosques secundarios en una matriz altamente antropizada.

CONCLUSIONES

Se logró la diferenciación en unidades forestales de los bosques de transición Chaco Serrano-Chaco Árido a partir de su composición forestal y de variables ambientales. La elevación, precipitación y temperatura permitieron identificar UF para su posterior análisis estructural de acuerdo al objetivo planteado las cuales mostraron diferencias en mayor medida en la composición y biomasa, y en menor medida, en densidad y área basal. Las UF 1 Y UF 3 que se encuentran en las condiciones ambientales más similares (mayores precipitaciones, altitud y menores temperaturas) son las que más se asemejan en composición y estructura y la UF 2 fue la más diferente. Otras diferencias encontradas, como la riqueza o la distribución diamétrica no siguen el patrón de este gradiente planteado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acker, S. A., Sabin, T. E., Ganio, L. M. & McKee, W. A. (1998). Development of old-growth structure and timber volume growth trends in maturing Douglas-fir stands. *Forest Ecology and Management*, 104, 265-280.
- Alberto, J. (2006). El Chaco Oriental y sus fisonomías vegetales. *Geográfica digital*. 3. 1. 10.30972/geo.352823.
- Atencia, M.E. (2003). Densidad de maderas (kg/m³) ordenadas por nombre común. INTI, CITEMA, Argentina. 8 p.
- Azaro, J. M. (2020). Inventario Forestal de Bosque Nativo. Quebrada del Ailuu, Yungas Tucumanas. Tesis de grado. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 91 pp.
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems* Blackwell, 738 p.
- Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M. & Corcuera, J. (2005). La situación ambiental Argentina pp. 74-100, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Cabido, M., Carranza, M.L., Acosta, A. & Páez, S. (1991). Contribución al conocimiento fitosociológico del Bosque Chaqueño Serrano en la provincia de Córdoba, Argentina. *Phytocoenología*, 19, 547-566.
- Cabido, M., Manzur, A., Carranza, M.L. & Gonzalez Albarracin, C. (1994). La vegetación y el medio físico del Chaco Árido en la provincia de Córdoba, Argentina Central. *Phytocoenología*, 24, 423-460. 10.1127/phyto/24/1994/423.
- Cabido, M., Giorgis, M.A. & Tourn, M. (2010). Guía para una excursión botánica en las sierras de Córdoba. ISSN 0373-580 X *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45 (1-2), 209-219.
- Cabido, M., Zeballos, S., Zak, M., Carranza, M.L., Giorgis, M.A., Cantero J. & Acosta, A. (2018). Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Applied Vegetation Science*, 21, 298-311. <https://doi.org/10.1111/avsc.12369>
- Cabrera, A. L. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. In: PARODI, L. R. & M. J. DIMITRI (eds.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, pp. 1-85. ACME S.A.C.I., Buenos Aires.
- Carignano, C., Kröhling, D., Degiovanni, S. & Cioccale M. (2014). Geomorfología de la provincia de Córdoba (Argentina). *Relatorio del XIX congreso geológico argentino*, Pp:747-821.
- Castillo, F. E. & Castellvi Sentis F.. (1996). La atmósfera. Composición y distribución vertical. En: *Agrometeorología*. Ediciones Mundi-Prensa. Pp. 23-30.
- Cavallero, L., & Carranza, C. A. (2018). Ordenamiento Ambiental de Bosques y Ecosistemas Asociados para el Desarrollo Sustentable en el ejido del Municipio de Nono, Valle Traslasierra, Córdoba (Argentina).
- Demaio, P. H., Medina, M. & Karlin, U.O. (2002). Árboles nativos del centro de Argentina. Editorial L.O.L.A. 210 pp.
- Díaz Villa, M., Madanes, N., Cristiano, P. & Goldstein, G. (2016). Composición del banco de semillas e invasión de *Ligustrum lucidum* en bosques costeros de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 37 (3), 581-590.
- Giménez, A. M. & Moglia, J. G. (2003). Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico.

Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina. [en línea] 308 p. ISBN digital: 978-95852-9-1.

- Giorgis, M. A., Cingolani, A. M. & Cabido, M. (2013). El efecto del fuego y las características topográficas sobre la vegetación y las propiedades del suelo en la zona de transición entre bosques y pastizales de las sierras de Córdoba, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48, 493-513.
- Giorgis, M. A., Cingolani, A. M., Gurvich, D. E., Tecco, P. A., Chiapella, J., Chiarini, F. & Cabido, M. (2017). Changes in floristic composition and physiognomy are decoupled along elevation gradients in central Argentina. *Applied Vegetation Science*, 20, 558-571. <https://doi.org/10.1111/avsc.12324>
- Giorgis, M. A., Palchetti, M.V., Morero, R., Cabido, M., Chiapella J.O. & Cingolani A. M. (2021). Flora Vascular De Las Montañas De Córdoba (Argentina): Características Y distribución De Las Especies a través Del Gradiente Altitudinal. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 56, 327-345. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v56.n3.30355>
- Giorgis, M. A., Cingolani, A. M., Chiarini, F., Chiapella, J., Barboza, G., Ariza Espinar, L., Morero, R., Gurvich, D. E., Tecco, P. A., Subils, R. & Cabido, M. (2011). Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano en la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana*, 36 (1), 9-43.
- Gómez, A. & Gallopín, G. C. (1991). Estimación de la productividad primaria neta de ecosistemas terrestres del mundo en relación a factores ambientales. *Ecología Austral*, 1, 24-40.
- Fick, S. E. & Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37 (12), 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Franco, G. M., Plaza Behr, M. C., Medina, M., Pérez, C., Mundo, I. A., Cellini, J. M., & Arturi, M. F. (2018). Talares from northeastern Buenos Aires in the presence of *Ligustrum lucidum* WT (Aiton): Changes in forest structure and dynamics. *Ecología Austral*, 28(03), 502-512.
- Hernández, P. & Giménez, A.M. (2016). Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina. *Madera y Bosques*, 22(3), 37-48.
- Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). (1996). Report of the twelfth session of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Reference manual and workbook of the IPCC 1996 revised guidelines for national greenhouse gas inventories. México: IPCC
- Jérôme, C., Réjou-Méchain, M., Burquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M.S., Delitti, W.B., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P.M., Goodman, R.C., Henry, M., Martinez-Yrizar, A., Mugasha, W.A., Muller-Landau, H.C., Mencuccini, M., Nelson, B.W., Ngomanda, A., Nogueira, E.M., Ortiz-Malavassi, E., Pélissier, R., Ploton P., Ryan C.M., Saldarriaga, J. G. & Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177-3190. ISSN 1354-1013.
- Magurran, A.E. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, 256 p.
- Matteucci, S. & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Monografías Científicas. Grupo de Ecología del Paisaje. Serie Biología Número 22. OEA. Washington D.C. 162 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS). (2020). Segundo Inventario Nacional

de Bosques Nativos: informe Parque Chaqueño: primera revisión. Buenos Aires.

Morello, J., Matteucci, S., Rodriguez, A. & Silva, M. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos Argentinos. Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires. 752 pp.

Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing: Oxford, UK.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2020). Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Disponible en <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/es/> Último acceso: mayo 2022

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (SAyDSN) 2007. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. 1ra edición. Buenos Aires

Suárez, S. & Vischi, N. (1997). Caracterización fisonómico-estructural de vegetación serrana (Alpa Corral-Córdoba-Argentina). *Multequina*, (6),21-32. [fecha de Consulta 30 de Octubre de 2021]. ISSN: 0327-9375. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42800604>

Uribe, G. A. (1984). Comportamiento de las distribuciones diamétrica de frecuencias de bosques disetáneos. Seminario forestal, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín 90 p.

Verzino G., Joseau, J., Dorado, M., Gellert, E., Rodríguez Reartes, S. & Nóbile, R. (2005). Impact of fires on plant diversity, sierras of Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada*, 4(1-2), 25-34.

Wabo, E. (1999). Guía de clases, Estructura y densidad. Curso de dasonomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

Zak, M. R., Cabido, M., Cáceres, M. & Díaz, S. (2008). What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. *Environment Management* 42(2), 181-189. [dx.doi.org/10.1007/s00267-008-9101-y](https://doi.org/10.1007/s00267-008-9101-y).

Zamora Nasca, L., Montti, L., Grau, R., & Paolini, L. (2014). Efectos de la invasión del ligustro, *Ligustrum lucidum*, en la dinámica hídrica de las Yungas del noroeste Argentino. *Bosque (Valdivia)*, 35(2), 195-205.

Zuloaga, F. O., Morrone, O. & Belgrano, M. J. 2008 (eds.). Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107, 1-3348.