



## Biogeografía

# Distribución de la vegetación nativa en ambientes geomorfológicos cuaternarios del Monte Árido Central de Argentina

## *Distribution of native vegetation in Quaternary geomorphologic environments of the Monte Árido Central of Argentina*

Daniel G. Flores<sup>a,\*</sup>, Graciela Suvires<sup>a,b</sup> y Antonio Dalmaso<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Gabinete de Geología Ambiental, Instituto de Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. Ignacio de la Rosa y Meglioli, J 5400, San Juan, Argentina*

<sup>b</sup> *Departamento de Biología, Departamento de Geología, Universidad Nacional de San Juan, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Av. Ignacio de la Rosa 590 (O), Complejo Universitario "Islas Malvinas", J5402DCS Rivadavia, San Juan, Argentina*

Recibido el 24 de junio de 2013; aceptado el 3 de septiembre de 2014

### Resumen

El valle de Zonda se localiza en la provincia fitogeográfica del Monte. El objetivo de este trabajo es el reconocimiento de unidades geomorfológicas, la identificación de las especies y la cobertura de especies de plantas nativas de este sector, con el fin de investigar relaciones entre la distribución de la vegetación y los ambientes geomorfológicos que la sustentan. Para el análisis geomorfológico se utilizaron criterios morfogenéticos y morfodinámicos. La unidad de muestreo consistió en un transecto de 50 m de largo y cada 0.50 m se cuantificó el número de especies, la cobertura y la composición específica de la vegetación. Se clasificaron en 4 estratos: árboles, arbustos, suculentas y herbáceas. Los resultados indican la presencia de 6 unidades geomorfológicas: piedemonte sierra Chica, planicie aluvial río Seco de la Ciénaga, piedemonte sierra Negra, piedemonte cerro Blanco, piedemonte sierra de Marquesado y antiguo abanico aluvial río San Juan. Se identificaron 97 especies nativas pertenecientes a 37 familias. La cobertura de la vegetación muestra diferencia significativa ( $F(5, 91) = 1.1510, p = 0.001, n = 126$ ). En la región de estudio, la distribución de la vegetación se relaciona con las distintas morfogénesis, característica y dinámica de los depósitos de cada unidad geomorfológica, en donde los factores intrínsecos de la vegetación juegan un papel importante.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

*Palabras clave:* Desierto; Morfodinámica; Ecosistema; Zonda; Valle

### Abstract

Zonda is located in the Monte phytogeographic province of Argentina. The aim of this study is to recognize the geomorphic units, the identification of the species and the native species coverage in this area in order to identify the causes of vegetation distribution and its possible relationship to geomorphic environments. Morphodynamic and morphogenetic criteria were used for geomorphological analysis. Sampling lines of 50 m. were traced and every 0.50 m, the presence, coverage and species richness were evaluated. Four strata were identified: trees, shrubs, cactus and grasses. The results indicate the presence of 6 geomorphological units: Sierra Chica de Zonda piedmont, Seco de la Ciénaga River floodplain, Sierra Alta de Zonda piedmont, Cerro Blanco piedmont, Sierra de Marquesado piedmont and San Juan River alluvial fan. Ninety-seven species of native plants were identified belonging to 37 families. The analysis of the vegetation coverage shows significant differences ( $F(5, 91) = 1.1510; p = 0.001, n = 126$ ). In the study region, the distribution of vegetation is related to different morphogenesis and dynamic characteristics of each geomorphology deposits unit, where vegetation intrinsic factors play an important role.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

*Keywords:* Desert; Morphodynamic; Ecosystem; Zonda; Valley

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [dflores@unsj-cuim.edu.ar](mailto:dflores@unsj-cuim.edu.ar) (D.G. Flores).

## Introducción

El valle de Zonda, ubicado al sur del río San Juan, en la depresión tectónica homónima del sector árido central de la provincia de San Juan, Argentina, es un oasis productivo próximo a la ciudad capital de San Juan, identificado como área prioritaria para el desarrollo territorial y turístico. Se enmarca dentro de la provincia fitogeográfica del Monte que se extiende por casi todo el oeste de Argentina (Cabrera, 1994). Este valle intermontano es drenado hacia su parte central por el cauce del río San Juan, de régimen nivo-glacial, mientras que hacia sus bordes recibe descargas aluviales estivales de las serranías que lo rodean. Este valle se caracteriza por poseer una riqueza y diversidad florística nativa hasta el momento poco estudiada. Algunos antecedentes modernos sobre la flora local pueden encontrarse en Flores (2008, 2009), Flores, Suvires y Dalmasso (2011, 2014), Flores y Suvires (2012). Dos importantes estudios regionales de tipo hidrogeológico y edafológico del sector central del valle de Zonda fueron realizados por Rocca (1969) previamente a la construcción del embalse de Ullum. Marston (2010) señala que la relación entre las variables de la vegetación y la geomorfología es dinámica; mientras que factores abióticos como las diferencias topográficas, hidrológicas, litológicas y el escurrimiento pluvial son responsables de la heterogeneidad de la vegetación a escala regional (Flores, 2008; Morello, 1958; Reynolds y Wu, 1999). Los ambientes sedimentarios recientes son especialmente sensibles a las estrategias de colonización de la vegetación, debido principalmente a las estructuras sedimentarias y forma de disposición de sus depósitos. El tipo de depósito sedimentario que caracteriza a cada unidad geomorfológica, especialmente aquellos de los piedemontes y de la planicie aluvial de Zonda, a causa de los distintos tipos de flujos de corrientes más o menos densas influyen directamente en la distribución de la vegetación (Suvires, 2013). En los ecosistemas áridos y semiáridos la disponibilidad de agua es el principal control de la estructura y el funcionamiento de la vegetación (Noy-Meir, 1973). En las regiones áridas, como la de este estudio, la heterogeneidad de los factores ambientales constituye una de las principales características de estas zonas, en las que a nivel de paisaje o de detalle, las comunidades de plantas están distribuidas de acuerdo con diferencias climáticas, edáficas y topográficas entre los distintos sitios (Bisigato, Villagra, Ares y Rossi, 2009). La acción conjunta e integrada de los factores ambientales en el árido sanjuanino y del centro-oeste argentino son indicadores de las características ecológicas del área (Flores, 2009; Flores y Suvires, 2012; Matteuchi y Colma, 1982).

Pittaluga y Suvires (2009, 2011) muestran la diversidad geomorfológica de la depresión tectónica de Zonda, diferenciando varias cuencas que aportan sedimentos y agua a este valle. La heterogeneidad ambiental, sumada a la dinámica de la vegetación constituye una de las principales características de las zonas áridas, como es el caso del valle de Zonda (Flores y Suvires, 2009). El análisis integrado entre la geomorfología, los suelos y los aspectos autoecológicos de las especies (Dalmasso, 2010) brinda valiosa información para elaborar planes de manejo de los recursos naturales. Los diferentes procesos geológicos de la tectónica y sismicidad andina activa, así como las variaciones

de temperatura y precipitaciones estacionales, favorecen el desarrollo de piedemontes de pendientes media-alta, constituidos por potentes depósitos sedimentarios de diferente morfodinámica (abandonados y activos), repercutiendo en el grado y tipo de la colonización vegetal (Suvires, 2009).

El presente trabajo tiene como objetivo proporcionar la distribución y clasificación de las unidades geomorfológicas cuaternarias de la parte central y alrededores del valle de Zonda, a escala igual o menor a 1:75,000, y su influencia en la distribución y cobertura de las especies de vegetación, determinando posibles relaciones existentes entre ambos recursos.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El valle de Zonda está ubicado al sur del río San Juan en la depresión homónima entre los paralelos 31°35'44.46" y 31°30'18.4" S, 68°47'42" y 68°41'03.84" O, entre los 846 y los 773 m snm (fig. 1). Se encuentra enmarcado dentro de la provincia fitogeográfica del Monte que se extiende por el oeste de la Argentina (Cabrera, 1994; Morello, 1958), presenta un clima privilegiado con temperaturas máximas de 35 °C y mínimas de 19 °C en verano, mientras que en invierno las mismas varían entre los 13 °C y los 0 °C (Poblete y Minetti, 1989), con precipitaciones estivales, cuyos valores oscilan entre 80 y 100 mm/año. Este valle al sur del río citado, conjuntamente con el sector existente al norte del citado río, es denominado valle de Ullum-

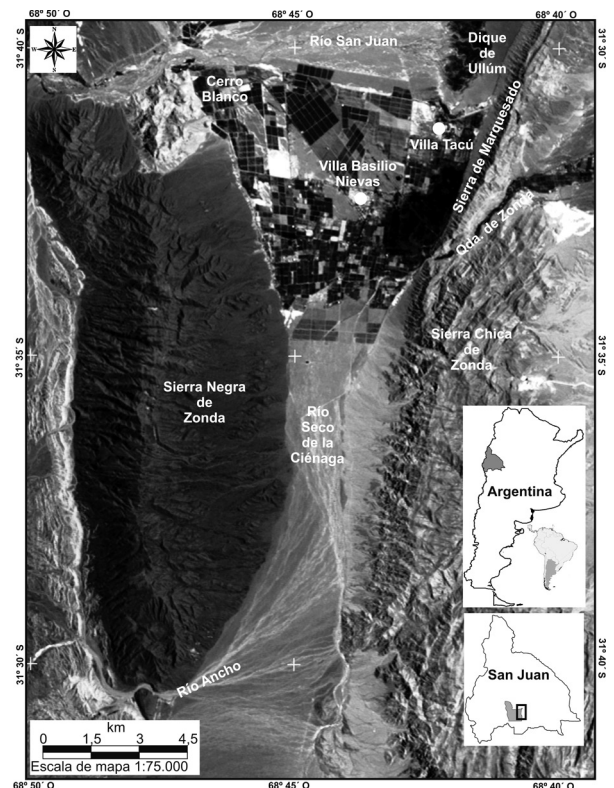


Figura 1. Ubicación del valle de Zonda en la provincia de San Juan, Argentina.

Zonda. La región de estudio es una depresión tectónica que en su porción central posee un aluvión sedimentario cuaternario que sobrepasa los 900 m de profundidad. Está limitada por los cordones de la precordillera Central al oeste y la precordillera Oriental al este (Ortiz y Zambrano, 1981). Esta cuenca tiene una superficie de 125 km<sup>2</sup>. El río San Juan atraviesa dicha depresión en su parte media alcanzando el nivel de base donde se encuentra el embalse de Ullum.

Para el análisis geomorfológico se utilizaron fotografías aéreas del valle de Zonda (IGM, 1994, escala 1:20,000) e imágenes satelitales a escala 1:100,000 extraídas de Google Earth. El mosaico de fotografías pancromáticas fue fotointerpretado formando la base gráfica y cartográfica para el reconocimiento de campo de las principales unidades morfogénicas de la región de Zonda, elaborando la figura 2, escala aproximada 1:100,000. Estas unidades de relieve fueron delimitadas teniendo en cuenta las características de textura, tonalidad y rugosidad de las diferentes áreas homogéneas visualizadas en la imagen. Las unidades de relieve fueron clasificadas morfogénicamente de acuerdo con el agente y acción formador y a las distintas litologías que contienen sus depósitos-suelos. No solo se destacó el componente litológico o material parental de los depósitos, sino además las características granulométricas, esfericidad de los cantos rodados y la textura intragranular de la matriz del depósito. La forma en que se depositan las cargas de los flujos cuando pierde fuerza la corriente también fue observada. En su mayoría, las áreas perimetrales de los relieves pedemontanos, así como la cuenca del río Seco de la Ciénaga están sujetas a procesos de transporte de sedimentos hasta su acumulación en el nivel de base regional: porción central de Zonda.

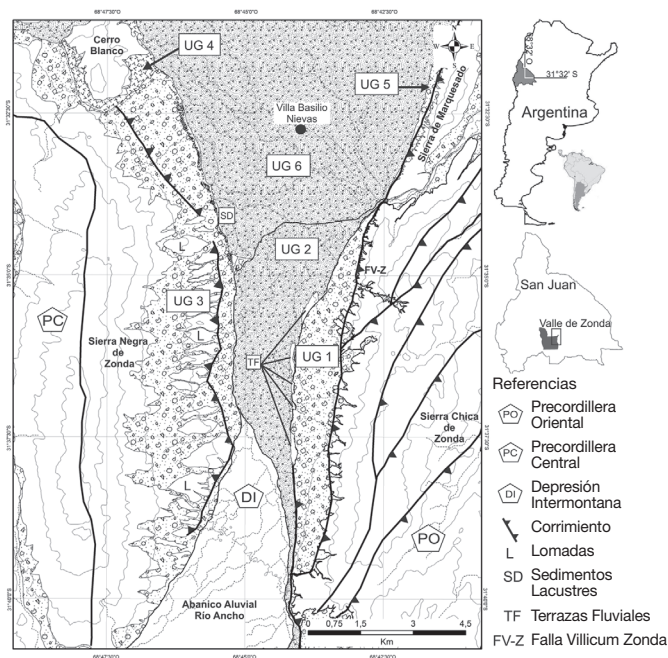


Figura 2. Unidades geomorfológicas del valle de Zonda: piedemonte de la sierra Chica de Zonda (UG1), planicie aluvial del río Seco de la Ciénaga (UG2), piedemonte de la sierra Alta de Zonda (UG3), piedemonte del cerro Blanco (UG4), piedemonte de la sierra de Marquesado (UG5) y el antiguo abanico aluvial del río San Juan (UG6),

Los muestreos sistemáticos de la vegetación se realizaron una vez determinadas las unidades ambientales geomorfológicas, se procedió a inventariar la vegetación y evaluar la composición y cobertura de la misma, así como registrar las variables descriptivas de la condición superficial del suelo en cada una de ellas. Los trabajos de cuantificación de la vegetación y demás variables implicaron el emplazamiento de unidades de muestreo (UM) en cada sitio, distribuidas y ubicada con la ayuda de fotografías aéreas, mapas topográficos, y de análisis previos de la distribución de la vegetación observada en visitas a campo anteriores. Cada UM consistió en un transecto de 50 m de largo, en donde cada 0.50 m se cuantificó el número de especies, la cobertura y la composición específica de la vegetación.

Se estimó la cobertura total por especie vegetal en cada UM, como también la proporción de fragmentos rocosos y el sedimento que rodea las rocas. Para ello, a lo largo del eje central mayor de cada transecto se dispuso una cinta métrica. Cada 50 cm se registró la presencia de plantas verdes (vivas) o secas (mantillo), mediante el toque de alguno de estos ítems sobre una vara vertical de 1 cm de diámetro. Las especies no tocadas y registradas con censos de vegetación cualitativos en el área, fueron consideradas presentes y se les asignó un valor arbitrario de cobertura (0.1%) (Passera, Dalmasso y Borseto, 1983).

Las especies de plantas fueron clasificadas en grupos funcionales de la forma que sigue: arbóreas, arbustivas, cactáceas y herbáceas para cada una de las unidades geomorfológicas. Se utilizó un análisis Anova y el test a posteriori de Tukey ( $p < 0.05$ ), con el fin de realizar las comparaciones entre la cobertura y los grupos funcionales. Se utilizó el índice de similitud de Sørensen (Moreno, 2001) para establecer semejanzas florísticas entre las UG.

Estos análisis se llevaron a cabo utilizando el software estadístico RStudio versión 0.95.265 (Free Software Foundation, Inc. 2009-2011; <http://www.rstudio.org/>).

La clasificación e identificación de las especies de plantas se realizó siguiendo el catálogo de plantas vasculares de Argentina (Instituto de Botánica Darwinion, 2014).

## Resultados

Los relieves en la región de estudio (fig. 2) son predominantemente agradacionales o construccionales, elaborados por corrientes hídricas provenientes de 4 diferentes cuencas: 1) del río San Juan, 2) de los ríos estivales de la sierra Negra de Zonda (precordillera Central), 3) la del río temporal Seco de la Ciénaga y 4) la de los ríos temporales de la sierra Chica de Zonda (precordillera Oriental). El relieve fluvial se expresa en las planicies aluviales, el mega-abanico de Zonda, los cauces de estiaje y cauces de inundación y terrazas abandonadas. Mientras que los piedemontes representan a un conjunto mixto de procesos fluviales y gravitacionales, expresados en depósitos coluvioaluviales. En la región de estudio 2 condicionantes ambientales están presentes sobre las características geomorfológicas, por un lado la aridez del clima y, por otro, la actividad sísmica que acentúa desnivelaciones topográficas y cambios en los niveles de base de erosión regional y local.

## Unidades geomorfológicas

El análisis regional permitió identificar la presencia de 6 unidades geomorfológicas (UG) mayores con sus respectivas litologías, cuyas superficies están cubiertas parcialmente por vegetación de la provincia fitogeográfica del Monte.

Los 6 principales ambientes son: piedemonte de calizas de la sierra Chica de Zonda (UG1); planicie aluvial del río Seco de la Ciénaga (UG2); piedemonte de grauvacas de la sierra Alta de Zonda (UG3); piedemonte de dacitas del cerro Blanco (UG4); piedemonte de calizas y dolomías de la sierra de Marquesado (UG5) y el mega-abanico aluvial del río San Juan (UG6), integrado por rodados, gravas, arenas y limos pleistocenos del río San Juan (fig. 2).

### Descripción de las unidades geomorfológicas

Unidades de origen agradacional pedemontano (coluvial-aluvial): UG1, ubicada en la ladera occidental de la precordillera Oriental, extremo oriental del valle de Zonda, corresponde a la sierra Chica homónima, está conformada litológicamente por clastos de caliza y dolomías con pedernal, que en su sector distal se pone en contacto con los depósitos del mega-abanico aluvial del río San Juan y con la planicie aluvial del río Seco de la Ciénaga. La unidad UG1 es un piedemonte integrado por diferentes abanicos aluviales con depósitos antiguos y recientes.

Hacia el borde occidental del valle de Zonda se desarrolla el piedemonte de la sierra Negra de Zonda (UG3), ubicado en la precordillera Central. Esta unidad contiene depósitos de abanicos que conforman más de un nivel de depositación. Sus depósitos integrados, principalmente por una grauvaca verdosa oscura, avanzan cubriendo afloramientos de sedimentitas rosadas terciarias (Fm. Albarracín) y sobre depósitos lacustres holocenos (Suvires y Gamboa, 2011). Este piedemonte presenta un escalonamiento a contrapendiente producto del paso de una falla con labio elevado hacia el este (Perucca, Lara y Vargas, 2012). Los procesos gravitacionales son comunes y se observan verdaderos ríos de piedras que descienden desde el frente montañoso hacia la parte distal del piedemonte (Flores et al., 2014).

En el extremo nororiental de Zonda, se reconoce la UG5, correspondiente al piedemonte occidental de la sierra de Marquesado, que se expresa en forma longitudinal y de escaso desarrollo lateral perteneciente a la precordillera Oriental de los Andes. Su poca extensión se debe al accionar de la falla inversa y regional de Villicum-Zonda. Es un piedemonte angosto, integrado por conos aluviales y de deyección compuesto por rodados y fragmentos de caliza y dolomías, pardos amarillentos y grisáceos. Los derrubios y caídas de detritos son frecuentes. Las arroyadas estivales ocasionan erosión entre los conos.

Hacia el noroeste de Zonda, sobre la precordillera Central de los Andes, se encuentra el intrusivo subvolcánico del cerro Blanco que desarrolla la UG4, un piedemonte de corta extensión y longitud, constituido por abanicos pequeños pobremente desarrollados y seleccionados conteniendo fragmentos de andesitas y dacitas del Mioceno-Plioceno y un nivel de glacis cubierto sobre sedimentitas rosadas terciarias. Esta unidad se desarrolla muy próxima a la salida del río San Juan desde la precordillera hacia el valle de Zonda.

## Unidad de origen fluvial-aluvial actual

Se reconoce una unidad principal, la planicie aluvial del río Seco de la Ciénaga (UG2) está constituida por depósitos de aluviones de rodados de sedimentitas y de rocas ígneas, que provienen desde el sur y desde sectores ubicados en la precordillera Central. Por esta unidad bajan importantes avenidas torrenciales que depositan sedimentos medianos a finos y destruyen ocasionalmente la vía principal de acceso a Zonda y cultivos aledaños. Es una unidad joven con fuerte dinámica fluvial.

### Unidad de origen aluvial del río San Juan (Pleistoceno)

El abanico aluvial del río San Juan (UG6) se desarrolla con una pendiente moderada (< 5%) en dirección NO-SE y está integrado por un aluvión espeso que supera los 900 m de profundidad transportados por el río San Juan, en periodos de desglaciación pleistocena cordillerana.

Este antiguo abanico aluvial presenta su ápice a la altura del cerro Blanco, alcanzando una longitud media de 23 km de largo y 20 km de ancho, medido en su parte distal, constituye un excelente acuífero de agua subterránea (Rocca, 1969).

Sobre este abanico se encuentran los asentamientos humanos y las áreas agrícolas de la región. Dentro del antiguo abanico y ocupando su parte central corre el actual cauce del río San Juan, con una amplia llanura de inundación que termina en forma deltaica en el lago de Ullum. Este último es un embalse regulador que permite el riego de las áreas agrícolas y urbanas del principal oasis de San Juan, el valle de Tulum, ubicado aguas abajo.

Respecto a la vegetación, a nivel regional, el inventario florístico permitió identificar 97 especies pertenecientes a 37 familias, siendo las gramíneas (Poaceae) las más abundantes con 16 especies, siguiendo en valores las familias Asteraceae y Fabaceae con 15 y 9 especies, respectivamente (tabla 1). Las especies con mayor cobertura en las UG son: *Bulnesia retama*, *Larrea divaricata*, *L. cuneifolia*, *Deuterocohnia longipetala*, *Tephrocactus aoracanthus* y *Prosopis flexuosa*. El análisis de varianza para la cobertura de la vegetación en las diferentes unidades geomorfológicas muestra diferencias significativas ( $F_{(5, 91)} = 1.1510$ ,  $p = 0.001$ ,  $n = 126$ ) (fig. 3).

En toda el área la matriz vegetal se expresa en forma continua con las especies dominantes en las unidades geomorfológicas inventariadas. En los suelos areno-limosos y limosos de los piedemontes, domina *L. cuneifolia* acompañada de *B. retama*, *Cercidium praecox* ssp. *glaucum*, *Pappophorum caespitosum*, *Aristida mendocina* y especies de cactus como *T. aoracanthus*, que denota el grado de aridez de la zona estudiada. A medida que afloran los materiales rocosos o depósitos detríticos, el chaguar (*D. longipetala*) se presenta en forma de colonias más o menos dispersas. Cuando la textura del suelo es arenosa o areno gravilosa, domina *L. divaricata*, comportándose también como riparia, acompañada de *Mimosa ephedroides* y *Trichocereus candicans*. En las cotas más bajas de los piedemontes y con mayor beneficio de humedad en el subsuelo, se localizan pequeños bosques de galería de *P. flexuosa* y *P. chilensis*, este último presente prácticamente en los cauces.

Tabla 1  
Listado de especies de plantas presentes en el valle de Zonda

Familia	Género y especie	Hábito
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. y Arn.	Arbusto o arbolito
Fabaceae	<i>Acacia furcatispina</i> Burkart	Árbol
Verbenaceae	<i>Acantholippia seriphioides</i> (A. Gray) Moldenke	Arbusto
Chenopodiaceae	<i>Allenrolfea vaginata</i> (Griseb.) Kuntze	Arbusto
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i> L.	Hierba
Amaranthaceae	<i>Alternanthera nodifera</i> (Moq.) Griseb.	Arbusto o subarbusto
Amaranthaceae	<i>Amaranthus standleyanus</i> Parodi ex Covas	Hierba
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.	Hierba
Poaceae	<i>Aristida mendocina</i> Phil.	Hierba
Poaceae	<i>Aristida spegazzinii</i> Arechav.	Hierba
Chenopodiaceae	<i>Atriplex crenatifolia</i> Chodat y Wilczek	Arbusto
Chenopodiaceae	<i>Atriplex lampa</i> (Moq.) D. Dietr.	Subarbusto
Chenopodiaceae	<i>Atriplex lithophila</i> A. Soriano	Subarbusto
Asteraceae	<i>Baccharis retamoides</i> Phil.	Subarbusto
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz y Pav.) Pers.	Arbusto
Asteraceae	<i>Baccharis spartioides</i> (Hook. y Arn. ex DC.) J. Remy	Arbusto
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L. var. <i>leiocarpa</i> (Heimerl) C. D. Adams	Hierba
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spinosa</i> (Cav.) Heimerl	Arbusto
Poaceae	<i>Bouteloua barbata</i> Lag.	Hierba
Buddlejaceae	<i>Buddleja mendozensis</i> Benth.	Arbusto
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia retama</i> (Gillies ex Hook. y Arn.) Griseb.	Arbusto
Polygalaceae	<i>Bredemeyera colletioides</i> (Phil.) Chodat	Arbusto
Capparaceae	<i>Capparis atamisquea</i> Kuntze	Arbusto
Casuarinaceae	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	Árbol
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz y Pav. ex Hook.) Harms	Arbusto
Ranunculaceae	<i>Clematis montevidensis</i> Spreng. var. <i>montevidensis</i>	Liana
Curcubitaceae	<i>Cucurbitella asperata</i> (Gillies ex Hook. y Arn.) Walp.	Hierba
Poaceae	<i>Cortaderia rudiusscula</i> Stapf	Hierba
Poaceae	<i>Cottea pappophoroides</i> Kunth	Hierba
Bromeliaceae	<i>Deuterochonia longipetala</i> (Baker) Mez	Hierba
Cactaceae	<i>Denmoza rhodacantha</i> (Salm-Dyck) Britton y Rose	Subarbusto suculento
Poaceae	<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard var. <i>californica</i>	Hierba
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene var. <i>spicata</i>	Hierba Perenne
Asteraceae	<i>Dolichlasium lagascae</i> D. Don	Arbusto
Cactaceae	<i>Echinopsis leucantha</i> (Gillies ex Salm-Dyck) Walp.	Subarbusto suculento
Poaceae	<i>Erioneuron avenaceum</i> (Kunth) Tateoka var. <i>kurtzianum</i> (Parodi) Anton	Hierba perenne
Myrtaceae	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.	Árbol (perenne)
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia catamarcensis</i> (Croizat) Subils	Hierba anual
Asteraceae	<i>Flaveria bidentis</i> (L.) Kuntze	Hierba
Asteraceae	<i>Gamochaeta calviceps</i> (Fernald) Cabrera	Hierba
Malvaceae	<i>Gaya parviflora</i> (Phil.) Krapov.	Hierba
Fabaceae	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. y Arn.) Burkart	Árbol
Polemoniaceae	<i>Gilia crassifolia</i> Benth.	Hierba
Verbenaceae	<i>Glandularia crithmifolia</i> (Gillies y Hook. ex Hook.) Schnack y Covas	Hierba
Verbenaceae	<i>Glandularia perakii</i> Covas y Schnack	Hierba
Asteraceae	<i>Gochnatia glutinosa</i> (D. Don) Hook. y Arn.	Arbusto
Amaranthaceae	<i>Gomphrena boliviana</i> Moq.	Hierba
Solanaceae	<i>Grabowskia obtusa</i> Arn.	Arbusto
Anacampserotaceae	<i>Grahamia bracteata</i> Hook. y Arn.	Subarbusto
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L. var. <i>argentinum</i> I.M. Johnst.	Hierba
Asteraceae	<i>Hyalis argentea</i> D. Don ex Hook. y Arn	Subarbusto
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	Hierba
Asteraceae	<i>Hysterionica jasionoides</i> Willd.	Hierba
Poaceae	<i>Imperata cilíndrica</i> (L.) P. Beauv.	Hierba
Poaceae	<i>Jarava ichu</i> Ruiz y Pav. var. <i>ichu</i>	Hierba
Euphorbiaceae	<i>Jatropha excisa</i> Griseb.	Arbusto
Zygophyllaceae	<i>Larrea cuneifolia</i> Cav.	Arbusto
Zygophyllaceae	<i>Larrea divaricata</i> Cav.	Arbusto
Zygophyllaceae	<i>Larrea nitida</i> Cav.	Arbusto
Loranthaceae	<i>Ligaria cuneifolia</i> (Ruiz y Pav.) Tiegh.	Arbusto
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P. H. Raven ssp. <i>montevidensis</i> (Spreng.) P. H. Raven	Hierba
Solanaceae	<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero	Arbusto
Loasaceae	<i>Mentzelia parvifolia</i> Urb. y Gilg ex Kurtz	Hierba
Fabaceae	<i>Mimosa ephedroides</i> (Gillies ex Hook. y Arn.) Benth.	Arbusto
Plantaginaceae	<i>Monttea aphylla</i> (Miers) Benth. y Hook.	Arbusto
Apocynaceae	<i>Morrenia odorata</i> (Hook. y Arn.) Lindl.	Enredadera
Poaceae	<i>Muhlenbergia asperifolia</i> (Nees y Meyen ex Trin.) Parodi	Hierba
Cactaceae	<i>Opuntia sulphurea</i> Gillies ex Salm-Dyck	Subarbusto suculento
Poaceae	<i>Pappophorum caespitosum</i> R. E. Fr.	Hierba
Boraginaceae	<i>Phacelia artemisioides</i> Griseb.	Hierba
Poaceae	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Hierba
Asteraceae	<i>Porophyllum lanceolatum</i> DC.	Hierba
Portulacaceae	<i>Portulaca echinosperma</i> Hauman	Hierba
Fabaceae	<i>Prosopis chilensis</i> (Molina) Stuntz emend. Burkart	Árbol

(Continúa)

Tabla 1  
Listado de especies de plantas presentes en el valle de Zonda (Cont.)

Familia	Género y especie	Hábito
Fabaceae	<i>Prosopis flexuosa</i> DC.	Árbol
Fabaceae	<i>Prosopis strombulifera</i> (Lam.) Benth. var. <i>strombulifera</i>	Arbusto
Malvaceae	<i>Pseudabutilon cinereum</i> (Griseb.) Krapov.	Subarbusto
Cactaceae	<i>Pyrrhocactus catamarcensis</i> (Speg.) F. Ritter	Hierba suculenta
Sclerophylacaceae	<i>Sclerophylax arnottii</i> Miers	Hierba
Asteraceae	<i>Senecio pinnatus</i> Poir. var. <i>pinnatus</i>	Subarbusto
Asteraceae	<i>Senecio subulatus</i> D. Don ex Hook. y Arn. var. <i>subulatus</i>	Arbusto
Poaceae	<i>Setaria cordobensis</i> R. A. W. Herrm.	Hierba
Brassicaceae	<i>Sisymbrium frutescens</i> Gillies ex Hook. y Arn.	Arbusto
Iridaceae	<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav. ssp. <i>valdivianum</i> (Phil.) Ravenna	Hierba
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i> Meyen var. <i>chilensis</i>	Hierba
Chenopodiaceae	<i>Suaeda divaricata</i> Moq.	Arbusto
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	Arbusto o árbol
Cactaceae	<i>Tephrocactus aoracanthus</i> (Lem.) Lem.	Subarbusto suculento
Asteraceae	<i>Tessaria absinthioides</i> (Hook. y Arn.) DC.	Arbusto
Asteraceae	<i>Tessaria dodoneifolia</i> (Hook. y Arn.) Cabrera	Arbusto
Poaceae	<i>Trichloris crinita</i> (Lag.) Parodi	Hierba
Cactaceae	<i>Trichocereus candicans</i> (Gillies ex Salm-Dyck) Britton y Rose	Arbusto suculento
Malpighiaceae	<i>Tricomaria usillo</i> Hook. y Arn.	Arbusto
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Hierba
Ximeniaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	Arbusto o árbol
Fabaceae	<i>Zuccagnia punctata</i> Cav.	Arbusto

En cuanto a las hierbas, hay una fuerte presencia de las mismas en la UG6 y dentro de este mismo –sobre los paleocauces del río San Juan– que poseen una textura fina, areno-limosa, que favorece el desarrollo del estrato herbáceo conjuntamente con la enredadera *Allionia incarnata* tapizando los suelos de esta unidad.

El análisis de la estructura de la vegetación muestra una dominancia del estrato arbustivo en todas las UG, seguido por los árboles, las hierbas perennes y anuales, y las suculentas. La cobertura de los arbustos presenta diferencias significativas en las UG ( $F_{(5,120)} = 2.4972, p = 0.034$ ), mientras que el mismo comportamiento se observa en las hierbas ( $F_{(5,120)} = 4.4786, p = 0.001$ )

y los cactus ( $F_{(5,120)} = 2.6331, p = 0.026$ ), en el estrato arbóreo no presentó diferencias significativas ( $F_{(5,120)} = 1.6941, p = 0.141$ ) (fig. 4).

En general, existe una matriz común de vegetación, con similitudes que superan 50%, con excepción de las unidades UG5 y UG4 en relación con la UG2 (tabla 2). La menor similitud se presenta entre UG2 y UG4, mientras que la mayor corresponde a 2 piedemontes con distinta composición litológica (UG1 y UG3). Por regla general, un índice de similitud inferior a 0.5 se considera bajo (Felfili et al., 1993).

En la región, los cambios de vegetación se relacionan con los cambios texturales del suelo-depósito presentes en las distintas

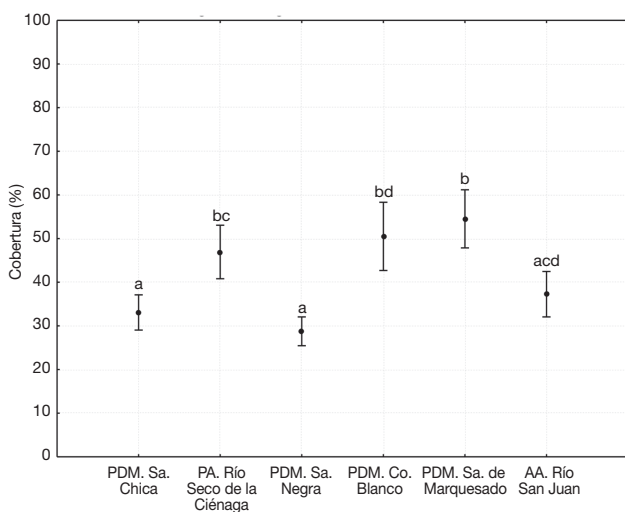


Figura 3. Variación de cobertura de la vegetación en las diferentes unidades geomorfológicas el valle de Zonda. Letras distintas indican diferencias significativas.

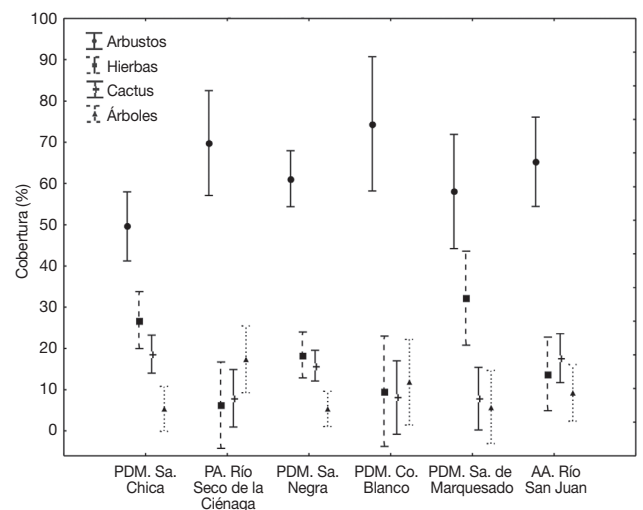


Figura 4. Variación de cobertura de los distintos estratos de vegetación en las diferentes unidades geomorfológicas del valle de Zonda. Los arbustos son dominantes en todas las UG.

Tabla 2  
Índice de similitud de Sørensen entre la vegetación de las distintas unidades geomorfológicas en el valle de Zonda

UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	
0.69	0.72	0.51	0.58	0.57	UG1
	0.5	0.37	0.47	0.56	UG2
		0.53	0.66	0.51	UG3
			0.68	0.51	UG4
				0.68	UG5

Por regla general, se consideran similares aquellos valores mayores a 0.5 (Felfili et al., 1993).

unidades geomorfológicas. En la tabla 3 se muestra una síntesis de los resultados obtenidos en este trabajo.

## Discusión

Al igual que en el trabajo de Flores y Suvires (2012), se han considerado los paisajes o relieves como unidades individuales que integran una serie de factores y de procesos geológicos y geomorfológicos, en los cuales la vegetación responde de diferentes formas. Es así que el análisis de los relieves y de los depósitos-suelos de cada uno de ellos en el valle de Zonda, presenta una diversidad de 6 unidades geomorfológicas a escala semidetallada (1:75 000).

Rose, Graham y Parquer (2003) mencionan en su trabajo que los suelos formados de diferente roca madre o material parental, tienden a tener diferentes propiedades tanto físicas como químicas. Los depósitos correspondientes a los piedemontes y a la porción central de la depresión intermontana del valle de Zonda son de origen detrítico-sedimentario, transportados por corrientes fluviales efímeras con alta carga sedimentaria y algunos aportes de arena eólica. Los materiales rocosos de las serranías alledañas hacia el oeste y este son muy diferentes, así como los materiales transportados por el río San Juan y el río Seco de la Ciénaga. Esta situación dio lugar a la separación en: piedemonte de calizas y dolomías de las sierras Chica y de Marquesado (UG1 y 5); piedemonte de grauvacas (areniscas) de la sierra Negra (UG3); piedemonte de dacitas (volcánicas) del cerro Blanco (UG4); planicie aluvial del río Seco de la Ciénaga (UG2) con material de arrastre sedimentario (gravas, arenas, rodados) de sedimentitas y rocas ígneas y, finalmente el abanico aluvial del río San Juan constituido por un espeso aluvión sedimentario proveniente de la cordillera de los Andes (gravas de

riolitas, dacitas, vulcanitas) (UG6). Las 5 diferentes áreas de aporte quedan representadas en los distintos depósitos de las 6 UG identificadas.

Respecto a la cobertura de las especies arbóreas, representadas mayormente por *Prosopis chilensis* y *P. flexuosa*, el no observar diferencias entre las UG, se debería a su capacidad de ocupar las depresiones con una gran variedad de suelos y geoformas, ya que tienen la habilidad de ser freatófitas gracias a la estructura de sus raíces, coincidiendo con el trabajo de Rundel y Nobel (1991) donde se afirma esta capacidad. En esta región árida, los factores que influyen en la heterogeneidad de la vegetación, a la escala de estudio (nivel de paisaje), estarían dados por las características geomorfológicas y por características de los suelos-depósitos que existen en ellas, en coincidencia con lo expresado por Bisigato et al. (2009); Morello (1958) y Rundel, Villagra, Dillon, Roig-Junent y Debandi (2007). De ahí que los índices de similitud para las unidades pedemontanas (1, 3, 4 y 5) superan 50%, probablemente debido no a las diferencias litológicas, sino a la diferencia en la dinámica de los procesos, que varían entre activos e inactivos. Los resultados de los análisis de la vegetación muestran la dominancia de 4 especies que determinan las comunidades en las UG a la escala propuesta. *Deuterocohnia longipetala* (Chaguar) en unidades 1 y 4, *L. cuneifolia* (Jarilla) en unidades 3 y 6, *L. divaricata* (Jarilla) en unidad 2, mientras que en la unidad 5 domina *B. retama* (retamo). Los procesos activos y dinámicos expresados en las áreas de fluvios y de interfluvios, serían las causas principales de las diferencias encontradas en la ocupación del paisaje con plantas nativas, quedando como incógnita la distribución de las mismas a una escala más detallada. Se coincide con Flores et al. (2014), en que las principales diferencias en los cambios de la vegetación se deben a la presencia de procesos geomorfológicos activos actuales en las geoformas pedemontanas diferenciándose de aquellas en donde los procesos dinámicos fluviales no están presentes.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte de las investigaciones geomorfológicas y fitogeográficas realizadas en el valle de Zonda en el marco del proyecto de investigación plurianual PIP 045-CONICET y P 21/ E-CICITCA-Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Argentina. Se agradece a ambos organismos por el financiamiento otorgado y apoyo infraestructural para tareas de campo.

Tabla 3  
Unidades geomorfológicas y sus valores de vegetación

Unidades morfológicas, morfocronológicas y morfométricas			Vegetación		
Provincia geomorfológica	Unidad geomorfológica	Especie dominante	Cobertura total de la UG (%)	r'	H'
Precordillera Central	UG4: PDM Cerro Blanco	<i>Deuterocohnia longipetala</i>	36.29	28	2.30
	UG3: PDM Sierra Negra	<i>Larrea cuneifolia</i>	29.57	23	2.37
	UG5: PDM Sierra de Marquesado	<i>Bulnesia retama</i>	44.83	22	2.44
Precordillera Oriental	UG1: PDM Sierra Chica	<i>Deuterocohnia longipetala</i>	42.85	32	2.58
	UG6: Antiguo AA Río San Juan	<i>Larrea cuneifolia</i>	38.80	25	2.06
Depresiones tectónicas intermontanas	UG2: PA Río Seco de la Ciénaga	<i>Larrea divaricata</i>	30.78	15	1.97

## Referencias

- Bisigato, A., Villagra, P. E., Ares, J. y Rossi, B. E. (2009). Vegetation heterogeneity in Monte desert ecosystems: a multi-scale approach linking patterns and processes. *Journal of Arid Environments*, 73, 182–191.
- Cabrera, A. L. (1994). Regiones fitogeográficas argentinas. En W. F. Kugler (Ed.), *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*, Tomo II, fascículo I (57 p.). Buenos Aires: Editorial ACME, S. A. C. I.
- Dalmasso, A. D. (2010). Revegetación de áreas degradadas con especies nativas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45, 149–171.
- Felfili, J. M., Silva-Júnior, C. M., Rezende, A. V., Machado, B., Silva, P. y Hay, J. D. (1993). Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 6, 27–46.
- Flores, D. (2008). *Caracterización biológica del valle de Zonda. El valle de Zonda*. San Juan, Argentina: Instituto y Museo Manziñi, Zonda. Registro del Archivo de la Provincia de San Juan.
- Flores, D. (2009). Distribución del recurso flora, su condición e implicancias para el manejo sustentable del valle de Zonda, San Juan. Encuentro Internacional de Ciencias de la Tierra. *EICES*, 5, 113–117.
- Flores, D. y Suvires, G. (2009). Susceptibilidad del Área Natural Protegida y Parque Provincial Presidente Sarmiento. *Encuentro Internacional de Ciencias de la Tierra*. San Juan, Argentina: EICES-5.
- Flores, D. y Suvires, G. (2012). Distribución y diversidad de hábitats en el humedal de la Reserva Natural Presidente Sarmiento, San Juan, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 194–200.
- Flores, D., Suvires, G. y Dalmasso, A. (2011). Relación entre la flora y la geomorfología en un valle precordillerano con riesgo sísmico. *VII Encuentro Internacional de Ciencias de la Tierra*. (pp. 132–137). Mendoza, Argentina: Centro Internacional de Ciencias de la Tierra.
- Flores, D., Suvires, G. y Dalmasso, A. (2014). El análisis geomorfológico como base para la cartografía de la vegetación en zonas áridas. *XIX Congreso Argentino de Geomorfología. Simposio Geología del Cuaternario, Geomorfología y Cambio Climático*. (pp. S13–16). Córdoba, Argentina: Asociación Geológica Argentina.
- Instituto de Botánica Darwinion. (2014). *Catálogo de las Plantas Vasculares del Conosur*. Recuperado el 03 noviembre 2014, de <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>
- Marston, R. A. (2010). Geomorphology and vegetation on hillslopes: interactions, dependencies, and feedback loops. *Geomorphology*, 116, 206–217.
- Matteuchi, S. D. y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington, D.C.: Secretaría General de la OEA-Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Morello, J. (1958). *La provincia fitogeográfica del Monte. Opera Lilloana*. (Núm. 2). Tucumán: Fundación M. Lillo.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. (Vol. 1). Zaragoza: MyT-Manuales y Tesis SEA.
- Noy-Meir, I. (1973). Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 25–51.
- Ortiz, A. y Zambrano, J. J. (1981). La provincia geológica precordillera Oriental. *VIII Congreso Geológico Argentino. Actas del VIII, Tomo III*. (pp. 185). San Luis, Argentina: Asociación Geológica Argentina.
- Passera, C. B., Dalmasso, A. D. y Borseto, O. (1983). *Método de "Point Quadrat Modificado"*. Actas del Taller de Arbustos Forrajeros. Mendoza, 7180: Grupo Regional FAO-IADIZA.
- Perucca, L. P., Lara, G. y Vargas, N. (2012). Nueva evidencia de actividad tectónica cuaternaria en la depresión Zonda-Maradona, Provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 69, 97–105.
- Pittaluga, M. A. y Suvires, G. M. (2009). Geomorfología dinámica en depósitos cuaternarios del valle de Zonda para el ordenamiento territorial. Provincia de San Juan. *E-ICES*, 5, 231–235.
- Pittaluga, M. A. y Suvires, G. M. (2011). Sensibilidad ambiental a la licuefacción de suelos en el oasis productivo de Zonda. Provincia de San Juan. *Actas E-ICES*, 7, 25–27.
- Poblete, A. G. y Minetti, J. (1989). Los mesoclimas de San Juan. Primera y segunda parte. Informe Técnico Núm. 11 del Centro de Investigación de San Juan (CISA). UNSJ. *Boletín*, 4, 1–89.
- Reynolds, J. F. y Wu, J. (1999). Do landscape structural and functional units exist? En J. D. Tenhunen y P. Kabat. (Eds.), *Integrating hydrology, ecosystem dynamics, and biogeochemistry in complex landscapes* (pp. 273–296). Berlín: John Wiley y Sons.
- Rocca, J. A. (1969). Geología de los valles de Tulum y Ullum-Zonda. Provincia de San Juan. *Pasnoa*, 1 y 2, 1–210.
- Rose, K. L., Graham, R. C. y Parquer, D. R. (2003). Water source utilization by *Pinus jeffreyi* and *Arctostaphylos patula* on thin soils over bedrock. *Oecologia*, 134, 46–54.
- Rundel, P. W. y Nobel, P. S. (1991). Structure and function in desert root systems. En D. Atkinson (Ed.), *Plant root growth: an ecological perspective* (pp. 349–378). London: Blackwell Scientific Publications.
- Rundel, P., Villagra, P. E., Dillon, M. O., Roig-Junent, S. A. y Debandi, G. (2007). Arid and semi-arid ecosystems. En T. T. Veblen, K. Young y A. E. Orme (Eds.), *The physical geography of South America* (pp. 158–183). Oxford: Oxford University Press.
- Suvires, G. M. (2009). Unidades geomorfológicas del río San Juan en la depresión tectónica de Ullum-Zonda. Provincia de San Juan. Argentina. En *12° Congreso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário y 2° Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur (La Plata)*, Actas (Vol. 413). La Plata.
- Suvires, G. M. (2013). Geomorfología tectónica y evolución del relieve en un sector del piedemonte occidental de la sierra Chica de Zonda, precordillera Oriental, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 30, 324–335.
- Suvires, G. M. y Gamboa, L. A. (2011). Primeras dataciones del lago holoceno tardío de Zonda, San Juan, Argentina. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 68, 292–296.