



## Mapeo y evaluación del riesgo de incendio en la interfase urbano-rural de las sierras de Córdoba

*Argañaraz, Juan P.<sup>1</sup>, Radeloff, Volker<sup>2</sup>; Bar-Massada, Avi<sup>3</sup>; Gavier, Gregorio<sup>4</sup>, Scavuzzo, Marcelo<sup>5</sup> y Bellis, Laura M.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Instituto de Diversidad y Ecología Animal (CONICET-UNC) – Av. Vélez Sarsfield 299 (5000), Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> Department of Forest and Wildlife Ecology, University of Wisconsin-Madison – 1630 Linden Drive, Madison, WI 53706, USA.

<sup>3</sup> Department of Biology and Environment, University of Haifa at Oranim - Kiryat Tivon 36006, Israel.

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Recursos Biológicos, Centro de Investigación en Recursos Naturales (CIRN-IRB) - De los Reseros y Las Cabañas S/N, (HB1712WAA), Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

<sup>5</sup> Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), Instituto Gulich, Falda del Carmen (5187), Córdoba, Argentina.

Mail de contacto: [argaiuan@gmail.com](mailto:argaiuan@gmail.com)

---

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue elaborar un mapa de Interfase Urbano-Rural (IUR) para las Sierras Chicas de la provincia de Córdoba. Se utilizó un método de mapeo basado en la localización de las edificaciones y la disponibilidad de vegetación combustible. Se trabajó sobre una capa raster base (10 x 10 m) y para cada píxel se calculó la densidad de edificaciones en una circunferencia de 500 m de radio, utilizando una ventana móvil. La IUR ocupa el 14,8% del área de estudio. Sin embargo, alberga 143.700 viviendas, lo que representa el 52% de la totalidad de las edificaciones del área de estudio. Asimismo, 6.769 viviendas se ubicaron en áreas que sufrieron incendios entre 1999 y 2011, de las cuales el 63% se ubicó en áreas de IUR. Por tal motivo, es imprescindible adoptar medidas de manejo destinadas a minimizar el riesgo y planificar el desarrollo urbanístico futuro.

Palabras claves: Exurbanización, riesgo de incendios, Chaco Serrano.

---

### ABSTRACT

The main goal of this research was to map the Wildland-Urban Interface (WUI) in the Sierras Chicas of Córdoba Province. The approach we used is based on the location of buildings and availability of wild vegetation. We worked on a raster (10 x 10 m) and for each pixel we calculated the density of buildings using a circle of 500 m radius and using a moving window. The WUI represents 14.8% of our study area. Nevertheless, the number of buildings included is 143,700, which represents 52% of the total buildings in our study area. Additionally, 6,769 buildings were located within the perimeters of fires occurring between 1999 and 2011, 63% of which belonged to WUI areas. For these reasons, the implementation of management policies aiming at reducing fire risk and planning future urban development is mandatory.

Keywords: Exurbanization, fire risk, Chaco Serrano.

---

### Introducción

El fuego es un disturbio natural en muchos ecosistemas y cumple un rol fundamental como modelador del paisaje, afectando la estructura, composición y procesos ambientales. Sin embargo, en la actualidad los regímenes de fuego se encuentran altamente influenciados por las actividades humanas, que modifican el número de igniciones y la disponibilidad de combustibles. El resultado de esta influencia se manifiesta en cambios en la frecuencia, severidad y distribución del fuego en el paisaje.

Sin embargo, las consecuencias de la intervención humana en los regímenes de fuego es difícil de predecir, lo que dificulta la estimación del riesgo de incendios. En la actualidad, uno de los focos de mayor interés en la temática es la denominada Interfase Urbano-Rural (IUR), el área donde las viviendas se encuentran rodeadas de vegetación natural (Radeloff et al., 2005). Estas urbanizaciones de baja densidad implican un mayor riesgo para las personas y sus bienes, como consecuencia de la proximidad entre las viviendas y la vegetación combustible.

En las Sierras Chicas de Córdoba, el fuego es uno de los principales agentes de disturbio. El área es una de las más pobladas de la provincia y está sufriendo un importante proceso de exurbanización. Bajo estas circunstancias, resulta imprescindible la localización de las zonas de IUR para la evaluación y manejo del riesgo de incendio.

El objetivo de este trabajo fue confeccionar un mapa de IUR a escala de detalle en las Sierras Chicas de Córdoba y evaluar el riesgo de incendio utilizando mapas de área quemada.

## **Materiales y métodos**

### **Área de estudio**

Las Sierras Chicas de Córdoba (8100 km<sup>2</sup>) se elevan con dirección Norte-Sur entre los 500 y 1950 m. La vegetación pertenece al distrito Chaqueño Serrano y comprende un mosaico de bosques de llanura (< 750 m), bosque serrano (700 – 1200 m), arbustales (1000 – 1100 m) y pastizales (> 1000 m). El clima es templado semiárido. La temperatura media anual es de 16,8 °C y la precipitación anual es de 960 mm, principalmente concentrada en el semestre cálido. El área es una de las más pobladas de la provincia de Córdoba y ha registrado un incremento poblacional del 63% desde 1980. En los últimos años se ha observado un importante proceso de exurbanización, es decir, la ocupación residencial de baja densidad en áreas naturales.

Las Sierras Chicas presentan un régimen de incendios invernal, con el mayor número de incendios y área quemada en los meses de Agosto y Septiembre. Entre 1999 y 2011 se quemaron 240.000 ha (31% del área total), en su mayoría como consecuencia de la ocurrencia de grandes incendios (> 1000 ha). Asimismo, se han registrado incendios mayores a 15.000 ha con frecuencias entre 1 y 3 años (Argañaraz et al., 2015; Argañaraz et al., en revisión).

### **Mapa de Interfase Urbano-Rural**

Se utilizó un método de mapeo basado en la localización de las edificaciones y la disponibilidad de vegetación combustible (Bar-Massada et al., 2013). La capa de edificaciones se generó por interpretación visual de imágenes de Google Earth (2009 – 2014). En áreas urbanas densamente pobladas se utilizaron los radios censales del Censo Provincial 2008 y se crearon puntos al azar de acuerdo con el número de viviendas relevadas. La capa final contó con 276.572 puntos, de los cuales 190.624 se identificaron visualmente y los restantes al azar según los datos censales.

El mapa de vegetación combustible se generó a partir de imágenes SPOT 5 (10 m de resolución espacial) del año 2012. El mapa original contenía 8 clases y su precisión global fue del 90%. Posteriormente, las clases se reclasificaron en Vegetación combustible y Cubiertas no combustibles.

El mapa de IUR se creó a partir de una capa raster base (10x10m) y para cada pixel se calculó la densidad de edificaciones en una circunferencia de 500 m de radio, utilizando una ventana móvil. Si la densidad de edificaciones fue mayor que 6,17 edif./km<sup>2</sup> y el porcentaje de vegetación combustible mayor a 50%, el pixel se clasificó como Intermix-IUR; mientras que si el porcentaje de vegetación fue menor a 50%, pero el pixel se encontraba a menos de 600m de un parche de vegetación combustible de más de 5 km<sup>2</sup>, el pixel se clasificó como Buffer-IUR (Radeloff et al., 2005; Bar-Massada et al., 2013). Se utilizó este buffer en función de la distancia máxima que puede volar una partícula encendida durante un incendio.

El riesgo de incendios en la IUR se evaluó determinando la superficie y número de edificaciones ubicadas dentro de las áreas quemadas entre 1999 y 2011, y en relación a la ocurrencia de grandes incendios, ya que éstos suponen un mayor riesgo debido a su dificultad de control y alto poder destructivo. Asimismo, también se evaluó el riesgo en función de los grandes incendios que afectaron a la provincia en el año 2013.

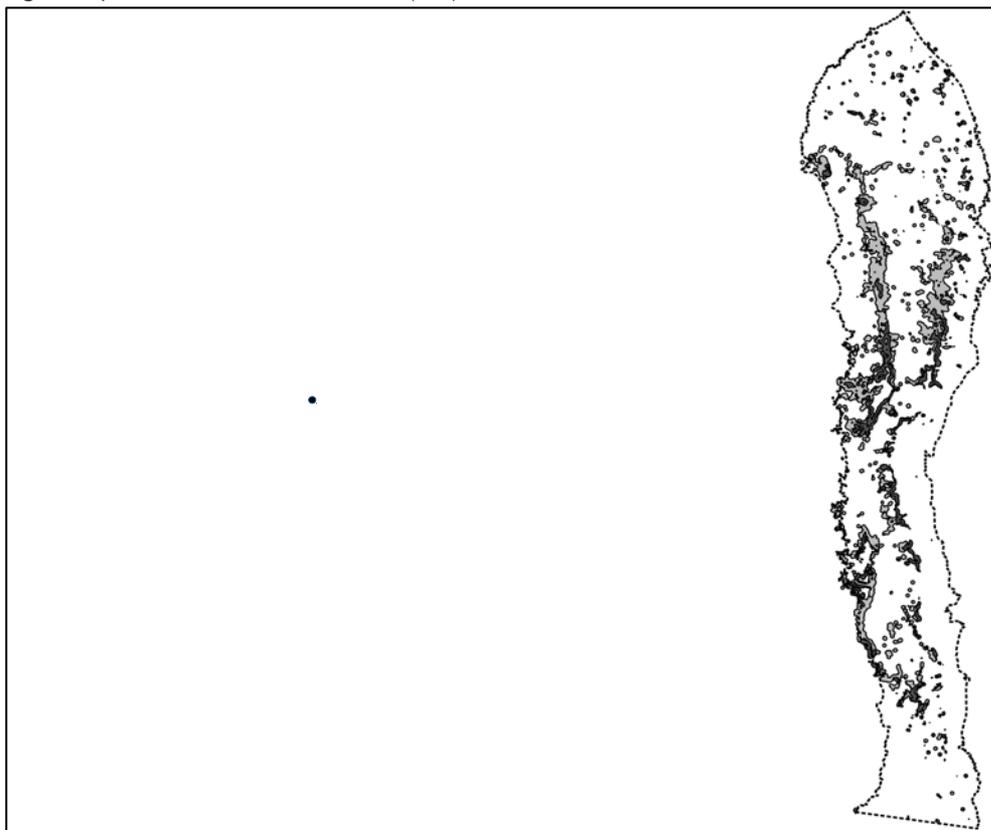
## **Resultados**

El área clasificada como IUR en las Sierras Chicas fue de 120.400 ha, lo que representa el 14,8% del área. De ellas, 89.500 ha pertenecen a la intermix-IUR (11%) y 30.900 ha pertenecen a la buffer-IUR (3,8%) (Fig. 1). La mayor superficie de IUR se presentó en forma de tres parches grandes y continuos, de dirección Norte-Sur y ubicados sobre las laderas Este y Oeste de las Sierras Chicas (Fig. 1).

El número de edificaciones incluidas en la IUR fue 143.700 (52% del total). De ellas, 59.300 pertenecen a la intermix-IUR, es decir, edificaciones que se encuentran inmersas en una matriz de vegetación combustible y 84.400 pertenecen a la buffer-IUR, es decir, edificaciones que se encuentran a menos de 600 m de un área con vegetación combustible.

Entre 1999 y 2011, mas de 17.100 ha de la IUR sufrieron incendios. De ellas, 13.800 ha (12% de la IUR) se quemaron una vez y 3.300 ha (3% de la IUR) sufrieron dos o más incendios. Las edificaciones ubicadas dentro de los perímetros de fuego 1999-2011 fueron

**Fig. 1.** Mapa de la Interfase Urbano-Rural (IUR) en las Sierras Chicas de Córdoba.



6769. De ellas, 5.428 y 984 se encuentran en áreas que se quemaron una y dos veces en este periodo, respectivamente; perteneciendo la mayoría a la IUR (63%). El 61% de la IUR quemada fue originada durante grandes incendios (> 1.000 ha), afectando el 24% de las edificaciones de la IUR ubicadas en áreas quemadas.

En 2013, se quemaron 40.500 ha en las Sierras Chicas. El porcentaje de IUR afectado por estos incendios fue bajo (8,2%). Sin embargo, el número de edificaciones ubicadas dentro de las áreas quemadas fue de 459, perteneciendo el 79% de las mismas a la IUR.

### **Conclusiones**

Considerando que la zona está sufriendo un proceso de exurbanización y que muchas de estas construcciones se encuentran en áreas de IUR que tienen una historia de fuego reciente, se recomienda regular el desarrollo urbano e implementar planes integrales para el manejo del riesgo de incendio para las zonas identificadas como Interfase Urbano-Rural.

### **Agradecimientos**

Este trabajo se realizó durante una estadía de J.P.A en el SILVIS Lab de la Universidad de Wisconsin-Madison, financiada a través de una beca Fulbright – Fundación Bunge y Born

### **Referencias**

- Argañaraz, J.P., Gavier, G., Zak, M., Landi, M., Bellis, L. 2015. Human and biophysical drivers of fires in Semiarid Chaco mountains of central Argentina. *Science of the Total Environment*, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.02.081.
- Bar-Massada, A., Stewart, S.I., Hammer, R.B., Mockrin, M.H. y Radeloff, V.C. 2013. Using structure locations as a basis for mapping the wildland urban interface. *Journal of Environmental Management*, 128: 540-547.
- Radeloff, V.C., Hammer, R.B., Stewart, S.I., Fried, J.S., Holcomb, S.S. y McKeefry, J.F. 2005. The wildland-urban interface in the United States. *Ecological Applications*, 15(3): 799-805.