



# Un modelo de regresión Poisson con exceso de ceros para la relación entre chigüiros y la calidad del hábitat en Colombia

Cyndy Nohemy Cardona-Claros, M.C.<sup>1</sup>; Sergio Francisco Juárez Cerrillo, Ph.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Especialización en Métodos Estadísticos, Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana. cncardonac@gmail.com

<sup>2</sup>Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana.

## Resumen

Se conformaron cuatro bases de datos con las variables de hábitat a nanoescala y mesoescala. Los datos de las abundancias de los chigüiros presentan exceso de ceros por ello se emplearon modelos de regresión Poisson inflados con ceros. Se encontró que existe un efecto significativo negativo de la mayoría de las variables del hábitat sobre el número de chigüiros en ambos periodos climáticos. El HSI representa una relación significativa negativa en cuanto al número de individuos a mesoescala en los dos periodos climáticos y positiva en lluvia a nanoescala.

## Introducción

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* es el roedor más grande del mundo y se distribuye en la zona tropical de América del Sur, desde Panamá hasta el norte de Argentina (Mones y Ojasti, 1973; Ojasti, 1990). Esta especie requiere asociaciones de interfase tierra-agua (Quintana, 1996), por lo tanto, utiliza varios hábitats de forma diferencial (Ojasti, 1973; Herrera y Macdonald, 1989; Soini y Soini, 1992).

En las sabanas inundables de la Orinoquía en Colombia desarrollaron y evaluaron la calidad del hábitat del chigüiro a través de un índice de Idoneidad del Hábitat (HSI), para las temporadas de lluvia de 2015 y sequía de 2016 en la localidad de Miramar en Casanare, Colombia. Lo cual permitiría evaluar cómo las transformaciones antrópicas en el paisaje de la Orinoquía colombiana impactan los requerimientos de hábitat y las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Aunque se ha reportado una disminución de la calidad del hábitat para el chigüiro en dicha región, se desconoce la relación del HSI con las poblaciones de chigüiros de la Orinoquía colombiana.

## Materiales y Métodos

En la Figura 1 se observa el esquema general para el procesamiento y análisis de los datos. La variable respuesta es el número de chigüiros. Las dos bases de datos a nanoescala tienen 28 puntos de muestreo en los que se midieron variables geográficas y de vegetación, y cinco variables de hábitat incluida la calificación de HSI. Las bases de datos a mesoescala, tienen cada una, 239 registros correspondientes a las celdas de Unidades de Evaluación de Hábitat y ocho variables de hábitat.

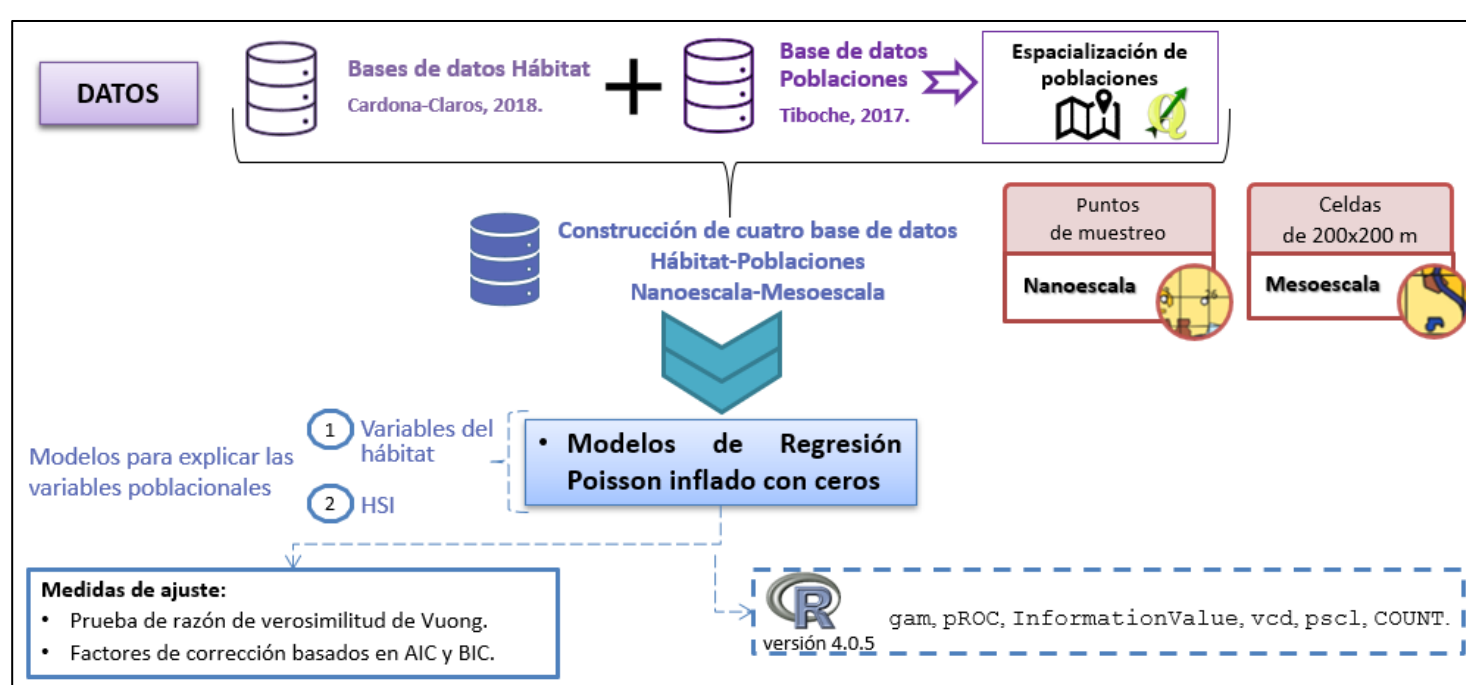


Figura 1. Esquema metodológico.

Como los datos presentan exceso de ceros se utilizaron modelos de regresión Poisson inflado con ceros. Supongamos que el conteo puede ser un cero con probabilidad  $\pi$ , y con probabilidad  $1 - \pi$  puede ser conteo que tiene una distribución Poisson con parámetro  $\lambda$ . El modelo de regresión Poisson inflado con ceros está dado por la mezcla de distribuciones:

$$P(N = n) = \begin{cases} \pi + (1 - \pi) \exp(-\lambda), & n = 0 \\ (1 - \pi) \frac{\lambda^n \exp(-\lambda)}{n!}, & n = 1, \dots \end{cases}$$

Consideramos dos casos para este modelo, uno para el cual los predictores lineales solo consideran al HSI, tanto para nanoescala como para mesoescala:

$$\log \lambda = \beta_0 + \beta_1 HSI$$
$$\log \left[ \frac{\pi}{1 - \pi} \right] = \alpha_0 + \alpha_1 HSI$$

Y otro donde los predictores lineales incluyeron a las variables del hábitat. Para nanoescala:

$$\log \lambda = \gamma_0 + \gamma_1 RA + \gamma_2 FA + \gamma_3 CE + \gamma_4 CC$$
$$\log \left[ \frac{\pi}{1 - \pi} \right] = \theta_0 + \theta_1 RA + \theta_2 FA + \theta_3 CE + \theta_4 CC$$

Para mesoescala:

$$\log \lambda = \gamma_0 + \gamma_1 AP + \gamma_2 AP + \gamma_3 CE + \gamma_4 CC + \gamma_5 AG + \gamma_6 IJI + \gamma_7 ID + \gamma_8 TE$$
$$\log \left[ \frac{\pi}{1 - \pi} \right] = \theta_0 + \theta_1 AP + \theta_2 AP + \theta_3 CE + \theta_4 CC + \theta_5 AG + \theta_6 IJI + \theta_7 ID + \theta_8 TE$$

## Resultados

**Etapa 1:** En el componente de cero inflado no existe un efecto significativo de las variables del hábitat sobre el número de chigüiros en ambos periodos climáticos.

En el componente de conteo las variables del hábitat a nanoescala que tienen relación negativa y significativa al 10%, con el número de chigüiros a nanoescala en lluvias de 2015, son la Riqueza y el Forraje de alimento potencial y la Cobertura climática. En sequía, las estimaciones de los coeficientes son significativas para todas las variables del hábitat; las variables que tienen relación negativa y significativa al 10% son el Forraje de alimento potencial y la Cobertura de escape, y las variables con relación positiva y significativa son la Riqueza de alimento potencial y la Cobertura climática.

A mesoescala en el componente de cero inflado, la Cobertura de escape fue la única variable del hábitat significativa al 5% con el número de chigüiros. Mientras que, en el componente de conteo, en lluvias, las variables del hábitat que tienen relación negativa y significativa al 10%, con el número de chigüiros son el Forraje de alimento potencial, la Cobertura de escape y la Longitud de bordes; las variables con relación positiva y significativa son la Riqueza de alimento potencial, la Cobertura climática y el Índice de yuxtaposición. En sequía, el Forraje de alimento potencial, la Cobertura de escape, la Cobertura climática, la Disponibilidad de agua y la Longitud de bordes son las variables que tienen relación negativa y significativa al 10%; mientras que la Riqueza de alimento potencial y el Índice de dominancia son las variables con relación positiva y significativa.

**Etapa 2:** el modelo con ceros inflados se ajusta mejor para el análisis de los datos que el modelo de conteo para el efecto del HSI sobre el número de chigüiros en las dos escalas de evaluación en los dos periodos climáticos.

A nanoescala el efecto del HSI sobre el número de individuos de chigüiros es positiva y altamente significativa en lluvias. A mesoescala en las dos temporadas climáticas se observa una relación negativa y significativa al 10% entre el HSI y el número de chigüiros.

Tabla 1. Efecto de las variables del hábitat y del HSI en el componente de conteo del Modelo de regresión Poisson inflado con ceros para la abundancia de chigüiros.

Variables	(Componente de conteo)			
	Nanoescala		Mesoescala	
	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía
Riqueza de alimento	X	X(+)	X	X(+)
Forraje de alimento potencial	X	X	X	X
Cobertura de escape		X	X	X
Cobertura climática	X	X	X(+)	X
Disponibilidad de agua				X
Índice de yuxtaposición (IJI)			X(+)	
Índice de dominancia (IDO)				X(+)
Longitud de bordes			X	X
HSI	X(+)		X	X

## Conclusiones y Recomendaciones

En el componente de cero inflado en comparación con el componente de conteo no existe un efecto significativo de las variables del hábitat sobre el número de chigüiros en ambos periodos climáticos.

Relación positiva y significativa (5%) con la abundancia: cobertura de escape (Mesoescala-Sequía, en el componente de cero inflado).

El HSI representa una relación significativa negativa en cuanto al número de individuos a mesoescala en los dos periodos climáticos y positiva en lluvia a nanoescala.

Se sugiere ver otras evaluaciones estadísticas desde otros enfoques y considerar otras variables para mejorar el modelo de HSI.

Aunque el modelo de regresión Poisson Inflado con Ceros es apropiado cuando se tienen exceso de ceros y los supuestos se cumplen, se sugiere emplear otros modelos de regresión para determinar correctamente cuál es el modelo que mejor se ajusta a los datos de conteo.

Se recomienda emplear el modelo KIP y considerar otras propuestas que permitirían modelar la heterogeneidad no observada.

## Referencias

- Cardona-Claros, C.N. (2018). *Cambios espacio-temporales del hábitat del chigüiro (Hydrochoerus hydrochaeris) en sabanas inundables del Casanare* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Guzmán-Lenis A. R., Maldonado-Chaparro A. A., López-Arévalo H. F., Sánchez-Palomino P., Montenegro O. L. y Torres M. A. (2014a). Calidad de hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta metodológica. En H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, & O. L. Montenegro (Eds.), *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación* (pp. 59-75). Universidad Nacional de Colombia.
- Guzmán-Lenis A. R., Maldonado-Chaparro A. A., López-Arévalo H. F., Sánchez-Palomino P., Montenegro O. L. y Torres M. A. (2014b). Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. En H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, & O. L. Montenegro (Eds.), *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación* (pp. 77-101). Universidad Nacional de Colombia.
- Herrera, E. A., y Macdonald, D. W. (1989). Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology*, 58(2), 667-679.
- Hilbe, J.M. (2014). *Modeling Count Data*. Cambridge University Press.
- Mones, A. y Ojasti, J. (1986). *Hydrochoerus hydrochaeris*. *Mammalian Species*, 264, 1-7.
- Ojasti, J. (1973). *Estudio biológico del chigüiro o capibara*. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre.
- Ojasti, J. (1990). Las comunidades de mamíferos en sabanas neotropicales. En G. Sarmiento (Ed.), *Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización* (pp. 259-293). CIELAT.
- Quintana, R.D. (1996). *Análisis y evaluación de la aptitud de hábitat del carpincho (Hydrochoerus hydrochaeris) en relación con la heterogeneidad del paisaje y las interacciones con ganado doméstico* [Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires].
- Soini, P. y M. Soini. (1992). Ecología del roncoso o capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. *Folia Amazonica*, 4(2), 119-133.
- Tiboche García, A. (2016). *Análisis de los cambios en el tamaño, densidad y estructura poblacional del chigüiro (Hydrochoerus hydrochaeris), como herramienta para el establecimiento de una unidad de manejo sostenible en Paz de Ariporo, Casanare* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].