

# ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DE LA PRIMARIEDAD EN TROPAS DE LLAMAS PRODUCTORAS DE FIBRA DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA

## Geostatistical analysis of primariness in fiber production lama troops from Northern Jujuy Province, Argentina

Hick M.H.V.<sup>1,2\*</sup>, Flores Gutiérrez, A.<sup>1,3,4</sup>, Castillo M.F.<sup>1</sup>, Mamani-Cato, R.H.<sup>5</sup> y Frank E.N.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> IRNASUS, UE CONICET - Universidad Católica de Córdoba. <sup>2</sup> Sede Chamental, Universidad Nacional de La Rioja. <sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. <sup>4</sup> PNIA-SLFC-EV1-PAS-2017002. <sup>5</sup> Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación de Investigación Quimsachata, Puno, Perú.

e-mail: [michelhick.agro@ucc.edu.ar](mailto:michelhick.agro@ucc.edu.ar)

**RESUMEN:** A partir de información georreferenciada de las tropas que componen la población, se analizó la variabilidad espacial a los fines de determinar el grado de primariedad y estandarización. Se utilizó la información georreferenciada de 85 tropas de diferentes cuencas de producción en el Norte de la Provincia de Jujuy. La primariedad fue estudiada mediante la utilización del índice de primariedad de notas de arcaísmo. El índice se construyó en base a seis caracteres etnozootécnicos y sus respectivas variantes fenotípicas asignándoles una nota de arcaísmo. El análisis geoestadístico consistió en la transformación de las coordenadas geográficas, obtención de un semivariograma empírico, ajuste y evaluación de diferentes modelos de semivariograma y por interpolación kriging obtención de un mapa de variabilidad espacial del índice. Como resultado se realizó la interpolación por kriging ordinario a partir del modelo y parámetros del semivariograma exponencial. El mapa de variabilidad espacial del índice de primariedad arroja rangos de valores entre 0.35 y 0.70 indicando una fuerte variación espacial de la primariedad que presentan las tropas estudiadas. El análisis geoestadístico permitió delimitar diferentes áreas, donde si bien la mayor parte de la región relevada reviste una condición de primariedad, se observó un área bien delimitada en la parte central y superior de la región (Cieneguillas) con valores bajos de primariedad indicando un proceso de estandarización.

**INTRODUCCIÓN:** En el norte de la Provincia de Jujuy existe una importante población de Camélidos domésticos (llamas), la cual constituye un recurso zoogenético autóctono. En la década de los '90 se inició en dicha región un amplio relevamiento de tropas en base a caracteres etnozootécnicos e indicaron que la población conserva una gran variabilidad de sus características etnozootécnicas como morfología, fenotipo de color y el producto fibra (Hick, Lamas, Echenique, Prieto, Castillo y Frank, 2009). En base al esquema propuesto por Renieri, Frank, Rosati y Antonini (2009) sobre la evolución de las poblaciones pos-domesticación, posteriormente se determinó una situación generalizada de primariedad para toda la población relevada, existiendo un área denominada Cieneguillas, con un proceso de estandarización insipiente (Hick, 2015). La geoestadística aporta herramientas de análisis que permiten explorar la variabilidad espacial de variables regionalizadas (Córdoba, 2015). A partir de información georreferenciada de las tropas y con estrategias de análisis de datos espaciales se podría profundizar los estudios realizados previamente. El objetivo fue analizar el grado de primariedad y estandarización de tropas de Camélidos domésticos (llamas) productoras de fibra en el norte de la Provincia de Jujuy mediante análisis de la variabilidad espacial.

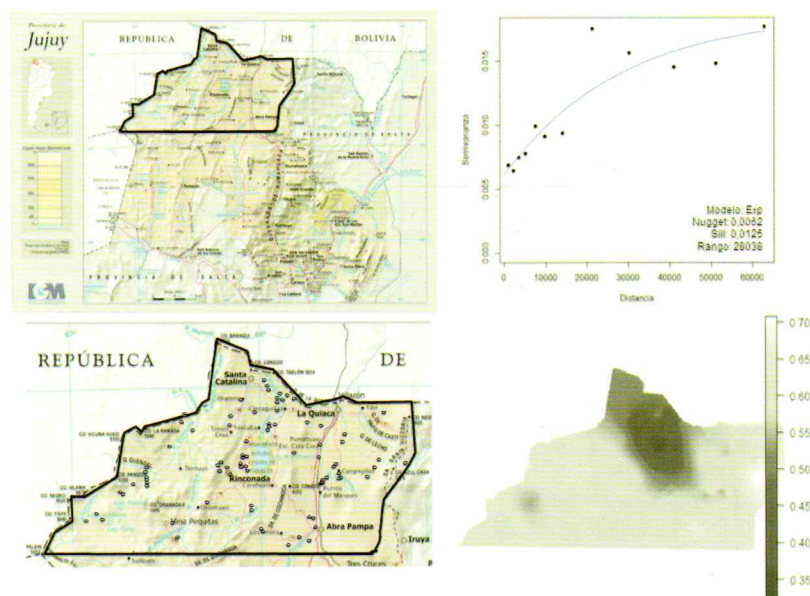
**MATERIALES Y MÉTODOS:** Se utilizó la información georreferenciada de 85 tropas del relevamiento sistematizado e informado por Hick (2015) para diferentes cuencas de producción en el Norte de la Provincia de Jujuy realizado entre 1991 y 2008. La primariedad fue estudiada mediante la metodología de índices de primariedad. Debido a la primariedad generalizada ya determinada, se centró el presente estudio en la utilización del Índice de primariedad de notas de arcaísmo (IPNA). Dicho índice se aplica sobre todo para establecer la evolución de una población animal en su proceso de estandarización, identificando la existencia de tropas aún conformada por biotipos primitivos y otras con biotipos de aparición más reciente. El IPNA se construyó en base a 6 caracteres etnozootécnicos y 24 variantes fenotípicas (VF) asociadas a morfología (morfotipo y pezuñas), fenotipo de color (patrón pigmentario y diseño de la mancha blanca) y características de la fibra (pigmentación de mecha y tipo de mecha). A cada VF se le asignó una nota de arcaísmo (NA), donde las consideradas de aparición más tardías o recientes se les asignó la NA menor (0), en tanto las VF consideradas de aparición más temprana NA mayores. IPNA se calculó a partir la sumatoria de las NA asignadas a cada una de las VF existentes ponderadas por su frecuencia poblacional en relación a la sumatoria de NA máximas. Así IPNA puede variar entre 0 y 1, donde valores cercanos a 0 indican mayor estandarización y valores cercanos a 1 mayor primariedad o arcaísmo (Hick, 2015).

El análisis geoestadístico consistió en la evaluación de la variabilidad espacial del IPNA. Para ello en un primer paso se realizó la transformación de las coordenadas geográficas y se obtuvo el semivariograma empírico y sobre éste se ajustó, por el método de mínimos cuadrado ponderados (WLS), distintos modelos de semivariograma (exponencial, esférico y gaussiano). Para cada modelo se calcularon la varianza estructural relativa (RSV) para evaluar el grado de estructuración espacial y la suma de cuadrado del error (SCE) para evaluar el grado de ajuste del modelo. Finalmente, utilizando el método de interpolación kriging, se obtuvo un mapa de variabilidad espacial del IPNA (Córdoba, 2015). El análisis se realizó mediante la utilización del paquete de estadística espacial del programa INFOSAT (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, Tablada y Robledo, 2017).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** Para modelos de semivariograma exponencial, esférico y gaussiano, los valores de RSV resultaron 0.67, 0.60 y 0.58 respectivamente, por tanto la estructuración espacial resulta media tendiente a alta. Ello indica que IPNA presentó una estructura espacial medianamente fuerte y las predicciones geoestadísticas serán más eficientes que



aquellas obtenidas con métodos de predicción convencionales como el caso de los primeros estudios para parte del área relevada por Frank, Hick, Lamas and Wehbe (1996), Frank, Hick, Lamas y Vidal Castro (1999) y Hick et al. (2009). Los valores de SCE resultaron similares para los modelos de semivariograma exponencial, esférico y gaussiano:  $1.94E-11$ ,  $1.64E-11$  y  $1.33E-11$  respectivamente. Por tanto, se realizó la interpolación por kriging ordinario a partir del modelo y parámetros del semivariograma exponencial. La Figura 1 ilustra la región relevada en el norte de la Provincia de Jujuy, las tropas evaluadas, el semivariograma empírico y teórico y el mapa de variabilidad espacial del IPNA la variabilidad. En éste último se observan rangos de valores de IPNA entre 0.35 y 0.70 y un área con valores bajos en la parte central y superior de la región estudiada. Dicha área delimitada es enunciada previamente por los primeros estudios de Frank et al. (1996), Frank et al. (1999) y Hick et al. (2009) a nivel de caracteres etnozootécnicos y luego el estudio con índices de primariedad de Hick (2015). Determina la existencia en dicha área de un "punto caliente" o de estandarización según esquema propuesto por Renieri et al. (2009).



**Figura 1.** Región relevada en el norte de la Provincia de Jujuy (arriba e izquierda), tropas evaluadas (abajo e izquierda), semivariograma empírico (puntos) y teórico (línea) (arriba y derecha) y mapa de variabilidad espacial del IPNA (derecha)

**CONCLUSIÓN:** Mediante el análisis geoestadístico se pudo observar de manera eficiente y clara la importante variación espacial de la primariedad que presentan las tropas de llamas estudiadas en el Norte de la Provincia de Jujuy. El análisis realizado permitió delimitar diferentes áreas, donde si bien la mayor parte de la región relevada reviste una condición de primariedad cuyas tropas de llamas están aún conformada por biotipos primitivos, en la región de Cieneguillas se observa un proceso de estandarización de las tropas con biotipos de aparición más reciente.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Córdoba, M. (2015). Geoestadística. En: Balzarini, M.; Di Rienzo, J.; Tablada, M.; Gonzalez, L.; Bruno, C.; Córdoba, M.; Robledo, W. y Casanoves, F. Estadística y Biometría Ilustraciones del Uso de InfoStat en Problemas de Agronomía. Editorial Brujas, 2º Ed., 402 p.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión (2017). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Hick, M.V.H. (2015). Caracterización etnozootécnica de poblaciones primarias (criollas) de ovinos, caprinos y Camélidos domésticos productores de fibra. Tesis doctoral. Universidad Católica de Córdoba. 207p. <http://tesis.bibdigital.uccor.edu.ar/137/>.

Hick, M.V.H.; Lamas, H.E.; Echenique, J.; Prieto, A.; Castillo, M.F. y Frank, E.N. (2009). Estudio demográfico de los atributos morfológicos y productivos en poblaciones de Llamas de la Provincia de Jujuy, Argentina. *Animal Genetic Resources Information, Special Issue on Animal Natural Fibers*, (45): 71-78.

Renieri, C; Frank, E.N.; Rosati, A.Y. y Antonini, M. (2009). Definición de razas en llamas y alpacas. *Animal Genetic Resources Information, Special Issue on Animal Natural Fibers*, (45): 45-54.