

# GEOESTADÍSTICA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN DE PASTIZALES

Ireyli Z. Iracheta-Lara<sup>1\*</sup>, Jaime Neftalí Márquez-Godoy<sup>2</sup>

Los pastizales son ecosistemas esenciales para la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental. Su papel en la captura de carbono, la conservación del suelo y la regulación del agua los convierte en elementos fundamentales para el equilibrio ecológico. Además, brindan soporte a diversas actividades económicas como la ganadería extensiva, proporcionando alimento para los animales y contribuyendo a la estabilidad de las comunidades rurales. Sin embargo, estos ecosistemas enfrentan amenazas crecientes debido al sobrepastoreo, la expansión urbana, los cambios en el uso del suelo y las alteraciones climáticas (Fernández-Avilés & Montero, 2021). Ante estos desafíos, el uso de herramientas avanzadas de monitoreo y análisis, como la geoestadística, resulta clave para su conservación y manejo sostenible.

## ¿Qué es la geoestadística? y ¿cómo se aplica a los pastizales?

La geoestadística es una disciplina que emplea modelos matemáticos y estadísticos para analizar datos espaciales. Su aplicación permite:

- Identificar patrones en la distribución de vegetación y suelos.
- Predecir tendencias en cambios ecológicos.
- Optimizar la toma de decisiones en la gestión ambiental.

Su aplicación en pastizales permite modelar la variabilidad de parámetros como:

- **Cobertura vegetal:** Análisis de cambios en la distribución de la flora.

<sup>1</sup>Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), Departamento de Investigación y Desarrollo Científico, <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Correspondencia: ireyliiracheta@gmail.com



## GEOESTADÍSTICA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN DE PASTIZALES

- **Calidad del suelo:** Evaluación de la fertilidad y erosión.
- **Disponibilidad de agua:** Impacto de las precipitaciones en el ecosistema.

Métodos como el **análisis de semivariogramas** y el **kriging** facilitan la interpolación de datos obtenidos en puntos de muestreo, generando **mapas predictivos** (Figura 1) que mejoran la eficiencia en estudios ecológicos y agropecuarios (Chica-Olmo, 2008).

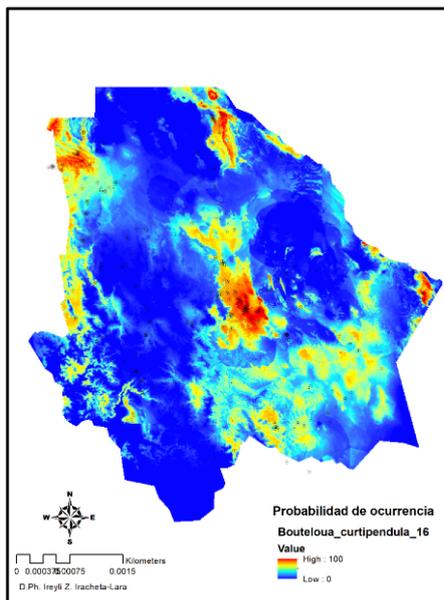


Figura 1. Esquemas cartográficos presentados representando la probabilidad de ocurrencia de la especie banderita (*Bouteloua curtipendula*) en función de distintos escenarios de cambio climático proyectados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC).

### Beneficios del uso de la geoestadística en pastizales

El uso de la geoestadística en el estudio de pastizales presenta múltiples ventajas. En primer lugar, permite optimizar el monitoreo con una menor cantidad de datos, lo que reduce los costos y el tiempo invertido en la recolección de información.

Al identificar tendencias espaciales, es posible anticipar la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad, lo que facilita la implementación de medidas preventivas y correctivas (Figura 2; Fernández-Avilés & Montero, 2021).

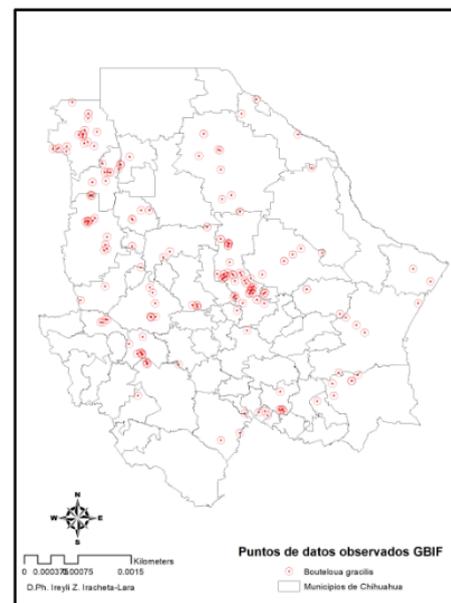


Figura 2. Mapeo general de la presencia de la especie banderita (*Bouteloua curtipendula*) según información de GBIF.

Otros beneficios de la geoestadística incluyen:

- **Análisis en tiempo real:** Integración con sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG).
- **Mejor gestión de recursos:** Información detallada para el manejo eficiente del suelo.
- **Facilitación de políticas públicas:** Identificación de áreas prioritarias para conservación.

Su aplicación no solo se limita al ámbito científico, sino que también tiene impacto directo en la producción agropecuaria, mejorando la productividad de las plantas del pastizal y contribuyendo a un uso más eficiente de los recursos naturales (Goovaerts, 1999).



## GEOESTADÍSTICA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN DE PASTIZALES

### Software utilizados para el análisis geoestadístico

El análisis geoestadístico utiliza una variedad de software para procesar y analizar datos espaciales. A continuación, se presentan algunos de los programas más comunes utilizados en este campo (Bailey y Gatrell, 1995; Chiles y Delfiner, 2012).

**GeoDa:** es un software de código abierto diseñado para el análisis exploratorio de datos espaciales. Permite identificar patrones de agrupamiento o dispersión mediante indicadores de autocorrelación espacial y análisis espacio-temporal. Soporta formatos como shape, conexiones a bases de datos, y archivos XML. Es ideal para analistas de datos que no necesitan herramientas SIG avanzadas.

**QGIS:** es un software SIG de código abierto que ofrece herramientas para el análisis geoestadístico. Incluye librerías para interpolación espacial y otros procesos geoestadísticos. Implementa múltiples formatos de datos y ofrece una amplia gama de complementos para análisis avanzados.

**SAGA:** es un software gratuito que incluye módulos para análisis vectorial y raster, así como herramientas de geoprosesos. Ideal para la implementación de algoritmos espaciales y visualización de datos geoespaciales.

**ArcGIS:** es un software propietario que ofrece herramientas avanzadas para análisis geoestadístico, especialmente con la extensión Geostatistical Analyst Tools. Permite realizar interpolaciones y análisis estadísticos complejos, incluyendo semivariogramas y gráficos.

**R:** es un entorno de software libre para computación estadística que incluye paquetes específicos para geoestadística, como Automap, gstat, y geoR. Además, Ofrece herramientas para interpolación kriging, variogramas, y visualización de datos espaciales.

**GRASS GIS:** es un SIG que proporciona capacidades raster y vectorial, así como un motor de procesamiento geoespacial integrado. Incluye herramientas para modelado de terrenos, hidrología, y procesamiento de imágenes satelitales.

### Recolección de datos en campo para análisis geoestadístico

**Muestreo en campo:** Consiste en recolectar datos directamente del campo, como cobertura vegetal, producción de forraje o composición de especies. Para esto se requiere:

**1.- Diseño de muestreo:** definir y georreferenciar los puntos de muestreo.

**2.- Recolección y registro de datos:** medir las variables de interés en cada punto utilizando diferentes métodos de muestreo como: transectos y cuadrantes. Posteriormente, describe los datos en tablas de campo o bases de datos incluyendo las coordenadas de cada punto.

**Utilización de imágenes satelitales:** descargar imágenes satelitales (Landsat o Sentinel) para obtener información sobre el bioma pastizales, como la cobertura vegetal. De forma posterior se requiere:

**1.- Procesamiento:** seleccionar las imágenes satelitales con menor porcentaje de nubosidad para calcular los índices espectrales, por ejemplo, el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada).

**2.- Validación:** comparar los datos derivados de sensores remotos con mediciones de campo para asegurar su precisión.

**3.- Generación de mapas:** crear mapas temáticos que representen la distribución espacial de las variables analizadas (Figura 2).

### Conclusión

La geoestadística representa una herramienta de gran valor para el estudio y conservación de los pastizales. Su capacidad para modelar y predecir cambios en la vegetación y el suelo, combinada con su integración con tecnologías emergentes, la convierte en una pieza clave en la gestión sostenible de estos ecosistemas. A medida que se superen los desafíos tecnológicos y de capacitación, su aplicación permitirá fortalecer la resiliencia de los pastizales frente a los cambios ambientales y garantizar su aprovechamiento de manera sostenible.



## GEOESTADÍSTICA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN DE PASTIZALES

### Referencias

- Bailey, T. C., & Gatrell, A. C. (1995). Interactive Spatial Data Analysis. Longman Scientific & Technical.
- Chica-Olmo, M. (2005). La geoestadística como herramienta de análisis espacial de datos de inventario forestal. Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales, (19). <https://doi.org/10.31167/csef.v0i19.9484>
- Chilès, J. P., & Delfiner, P. (2012). Geostatistics: modeling spatial uncertainty (2nd ed.). Wiley.
- Fernández-Avilés, G., & Montero, J. M. (2021). Fundamentos de ciencia de datos con R. Editorial Científica.
- Goovaerts, P. (1999). Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. Geoderma, 89(1-2), 1-45.
- GBIF.org. (2025). GBIF Occurrence Download [Data set]. <https://doi.org/10.15468/dl.ynuhuk>.

El contenido de este artículo es responsabilidad de el o los autores del mismo.

Fecha de recepción del artículo: 27 de marzo de 2025

Fecha de publicación del artículo: 2 de mayo de 2025

Te invitamos a que te unas a nuestras redes sociales:



IYRP  NORTH AMERICA  
INTERNATIONAL YEAR OF RANGELANDS AND PASTORALISTS

