

# Mapa del Potencial Bioeconómico Argentino

## Primera estimación georreferenciada del potencial bioeconómico del país

---

24 de octubre de 2023



Argentina  
Presidencia

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología e Innovación

*primero  
la gente*

# Antecedentes e introducción conceptual

## Antecedentes

### MPBA

Línea de trabajo sobre las oportunidades que ofrece la bioeconomía para Argentina como plataforma para el cambio estructural y el desarrollo territorial sostenible

### Bioeconomía

Modelo tecno-productivo basado en acciones de “*upgrading*” eficiente y sostenible de cadenas de valor con contenido biológico en insumos, procesos y/o productos



De la manufactura convencional a la “bioindustria”

## Antecedentes

Generación sostenible de biomasa y su uso eficiente como insumo para la producción –vía agregación de valor “aguas arriba” y “aguas abajo”– de nuevos bienes y servicios de base biológica

Desarrollo de nuevas competencias para el procesamiento industrial de la biomasa **en origen** y el uso diversificado del “capital biomásico”

Premisas del  
modelo  
bioeconómico

Aplicación intensiva de capacidades en disciplinas científico-tecnológicas estratégicas: biotecnología, biología, química, agronomía, ingenierías, nanotecnología, TIC, etc.

Énfasis en la economía circular (utilización de biomasa virgen y residual) y la extensión del ciclo de vida de los ROB

## Relevancia de la bioeconomía para Argentina

- Abundancia y diversidad de ROB y rica biodiversidad en buena parte de su territorio
- Disponibilidad de capacidades en CyT en campos disciplinarios relevantes (biotecnología, nanotecnología, TIC)
- Entramado industrial con capacidades (heterogéneas) y experiencia previa y temprana en el desarrollo de prácticas bioeconómicas (producción agrícola, biocombustibles)
- Asimetrías en la distribución territorial de los ROB
- Concentración espacial de los activos para el desarrollo de la industrialización biobasada (producción de conocimiento, procesamiento, infraestructura)

**Hacia un abordaje territorial para impulsar la bioeconomía**

## Génesis del MPBA

- Participación del CIECTI en las reuniones generadas en el ámbito del GACTEC para impulsar la bioeconomía - Iniciativa Bioeconomía Argentina
- Surgimiento de la necesidad de relevar los activos biomásicos del país y la condiciones para su aprovechamiento
- Conformación de una mesa de trabajo para definir el alcance de este ejercicio de relevamiento

**Decisión de desarrollar una metodología multidimensional y multivariable para estimar el potencial bioeconómico en el país a distintas escalas territoriales**

# Evolución de la línea de trabajo

## 3 momentos



## Evolución de la línea de trabajo



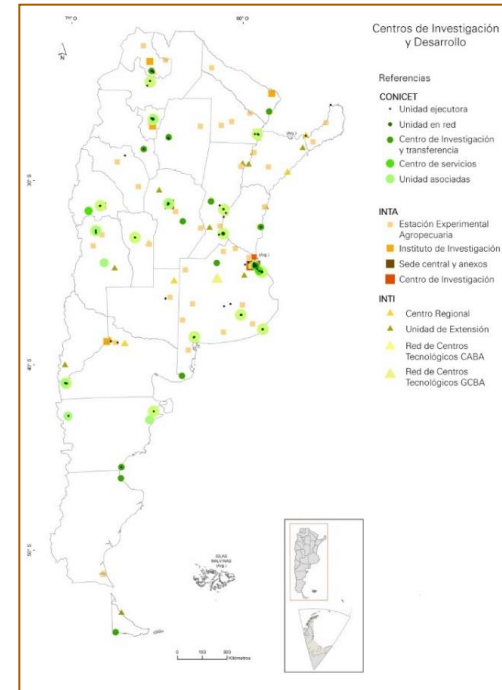
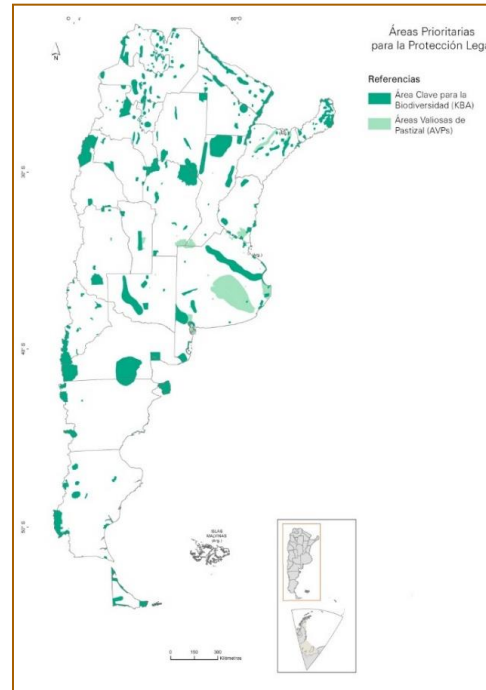
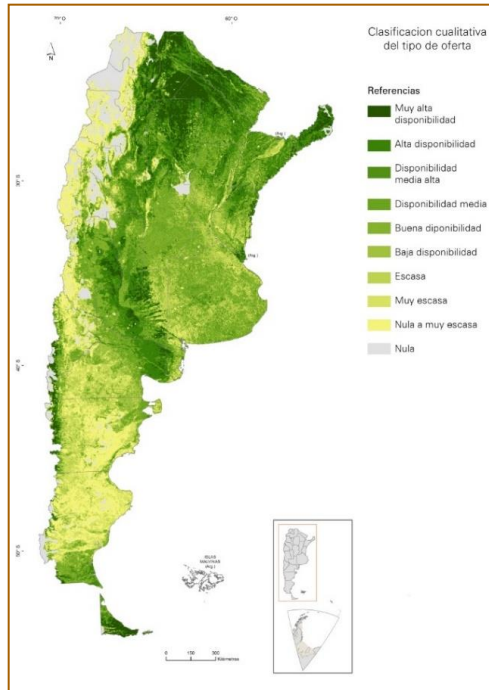
- Aproximación conceptual
- Identificación de las fuentes de datos
- Relevamiento de datos geográficos
- Acondicionamiento de las bases de datos georreferenciados



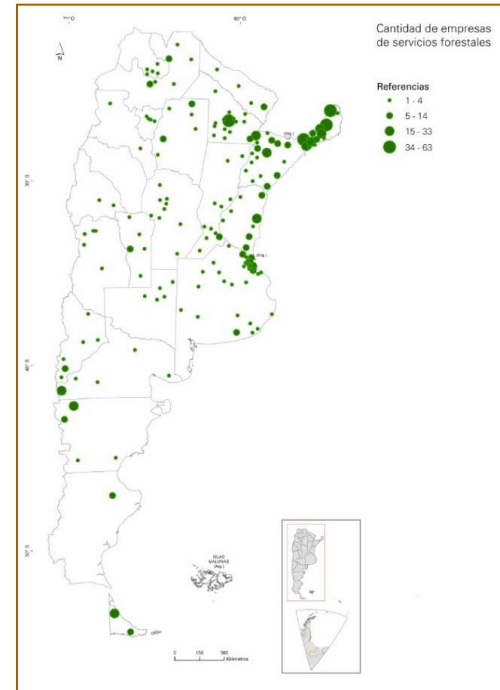
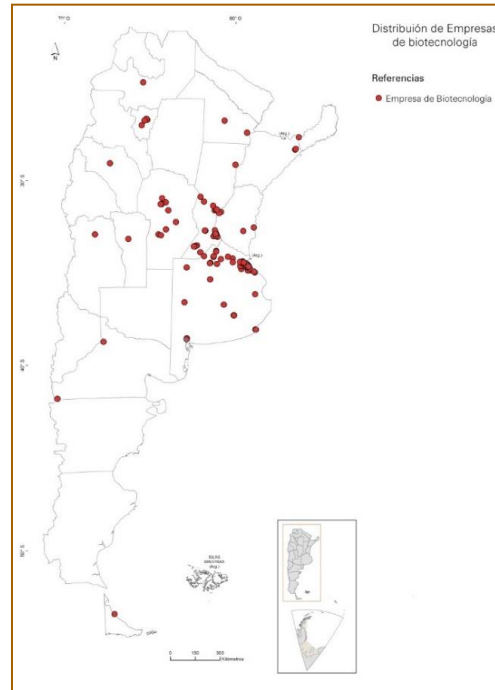
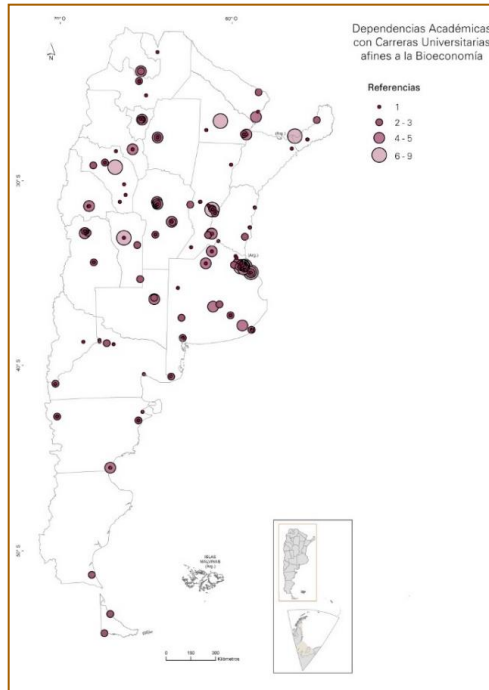
# Relevamiento y acondicionamiento de datos geográficos

Bases georreferenciadas ( <i>inputs</i> )	Fuentes
Oferta directa total de biomasa del WISDOM Argentina	FAO
Áreas claves para la biodiversidad	KBA
Cultivos herbáceos	INTA
Fracción orgánica de residuos sólidos urbanos	EP en base a INDEC, IGN
Cantidad de visitantes a áreas protegidas	EP en base a SiFAP SIB-APN
Red INTA	INTA
Red CONICET	EP en base a CONICET
Red INTI	EP en base a INTI
Grupos de investigación en biotecnología	EP en base a MINCyT
Empresas de biotecnología con I+D	EP en base a MINCyT
Empresas del sector productivo en bioeconomía	EP en base a MINPRO
Plantas de bioenergía y biocombustibles	EP en base a SENER
Dependencias académicas con carreras universitarias afines a bioeconomía	EP en base a MINEDU
Modelo utilizado para el WISDOM de biomasa (pendientes, rutas, puertos comerciales, ríos navegables, áreas urbanas, entre otras)	FAO

## Representación cartográfica de algunos datos geográficos de base



## Representación cartográfica de algunos datos geográficos de base



# Elaboración del MPBA en base a herramientas de análisis geoespacial

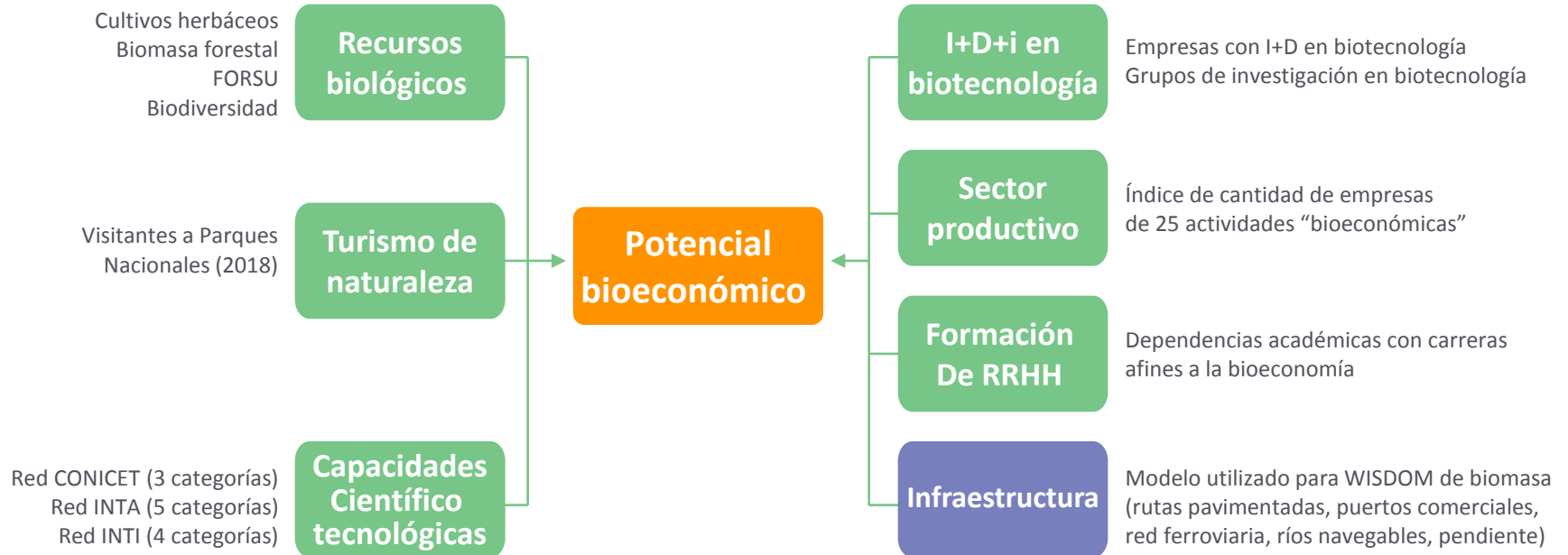
## Evolución de la línea de trabajo

2°

### Análisis geoespacial

- Elaboración de mapas univariados en base a análisis geoespacial
- Operacionalización de conceptos
- Construcción de dimensiones intermedias
- Elaboración de índice compuesto

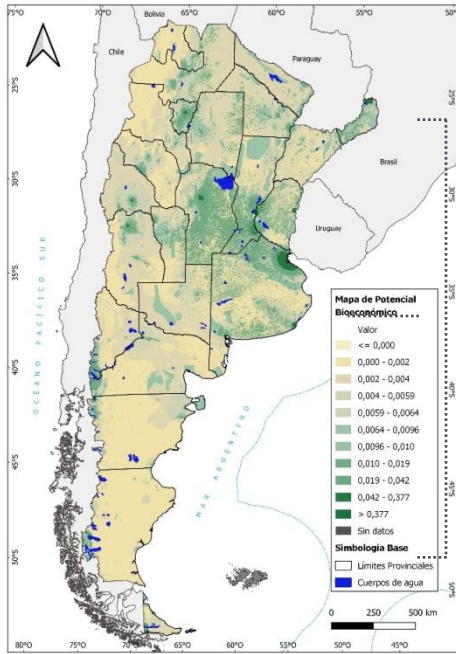
# Metodología de estimación del potencial bioeconómico



# Procedimientos de imputación geográfica: síntesis metodológica

DIMENSIONES	VARIABLES DEL MODELO	MÉTODO PREDOMINANTE DE IMPUTACIÓN GEOGRÁFICA
Recursos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomasa forestal</li> <li>- Cultivos herbáceos</li> <li>- Fracción orgánica de residuos sólidos urbanos</li> <li>- Biodiversidad</li> </ul>	Promedio lineal equiponderado a partir de valores asignados para cada variable en función de equivalencias de tn/año de biomasa forestal para producción de dendroenergía de acuerdo con cálculos de WISDOM Argentina.
Turismo de naturaleza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visitantes a Parques Nacionales 2018</li> </ul>	Buffer de 10km y asignación proporcional de acuerdo a cantidad de visitantes y cantidad de píxeles ocupados.
Capacidades de CyT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidades INTA (5 grupos)</li> <li>- Unidades INTI (4 grupos)</li> <li>- Unidades CONICET (3 grupos)</li> </ul>	Interpolación mediante algoritmo de densidad de Kernel y promedio ponderado de valores entre las diferentes unidades.
I+D+i en biotecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupos de investigación en biotecnología</li> <li>- Empresas de biotecnologías que hacen I+D</li> </ul>	Interpolación mediante algoritmo de densidad de Kernel y promedio ponderado de valores entre las diferentes unidades.
Sector Productivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas del sector productivo listadas en "actividades bioeconómicas"</li> <li>- Plantas de bioenergía y biocombustibles</li> </ul>	Índice de cantidad de empresas e imputación en el ejido urbano correspondiente con buffer de 5hm; buffer de 10km e imputación por densidad de Epanechnikov para las plantas de bioenergía y biocombustibles.
Formación de RRHH	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dependencias académicas con carreras universitarias afines a la bioeconomía</li> </ul>	Radio de influencia según Densidad Epanechnikov en función de cantidad de carreras de afine a la bioeconomía sumadas por punto Densidad

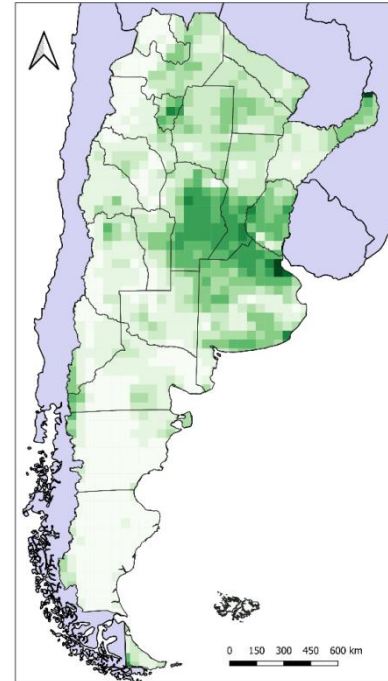
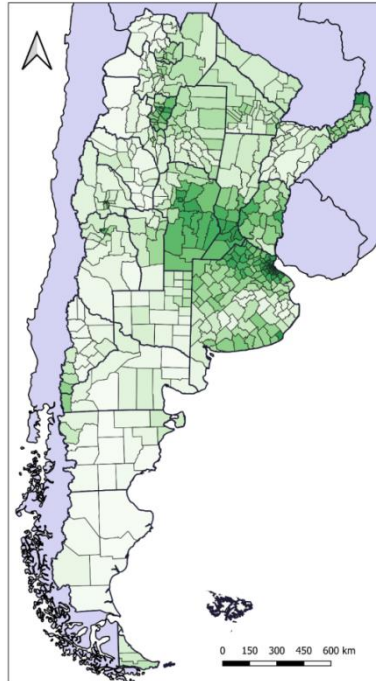
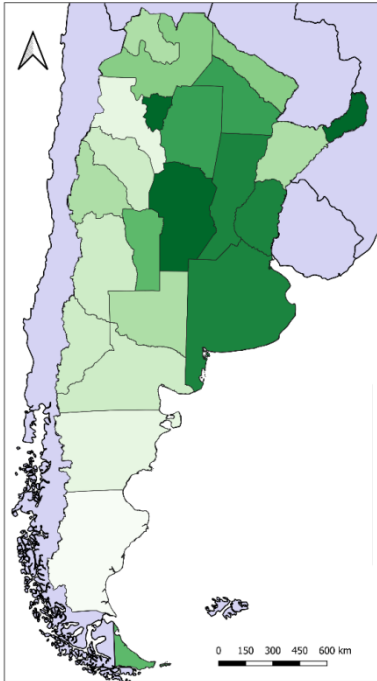
# Mapa del potencial bioeconómico de Argentina



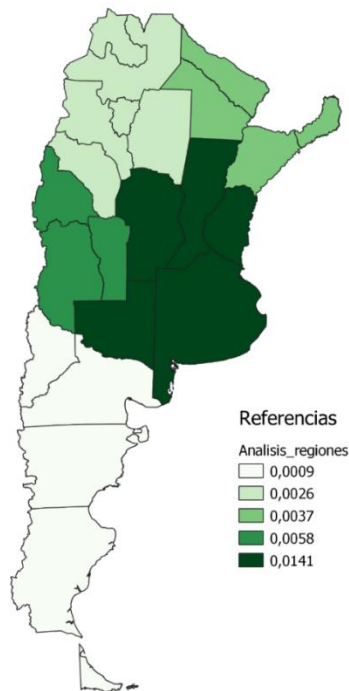
- 44.713.111 píxeles (250m x 250m)
- + 50 variables modelizadas
- 7 dimensiones valorizadas
- Casi 313 millones de datos georreferenciados
- Única base de datos bioeconómicos georreferenciada en el mundo



## Explotación analítica: representación cartográfica



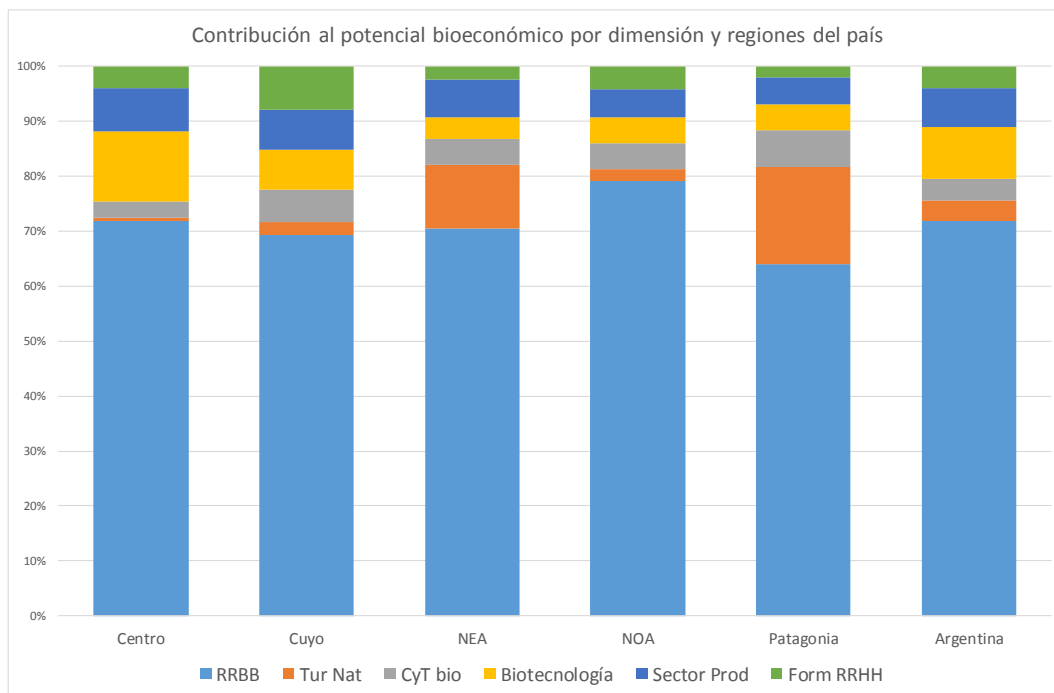
## Explotación analítica: abordaje regional



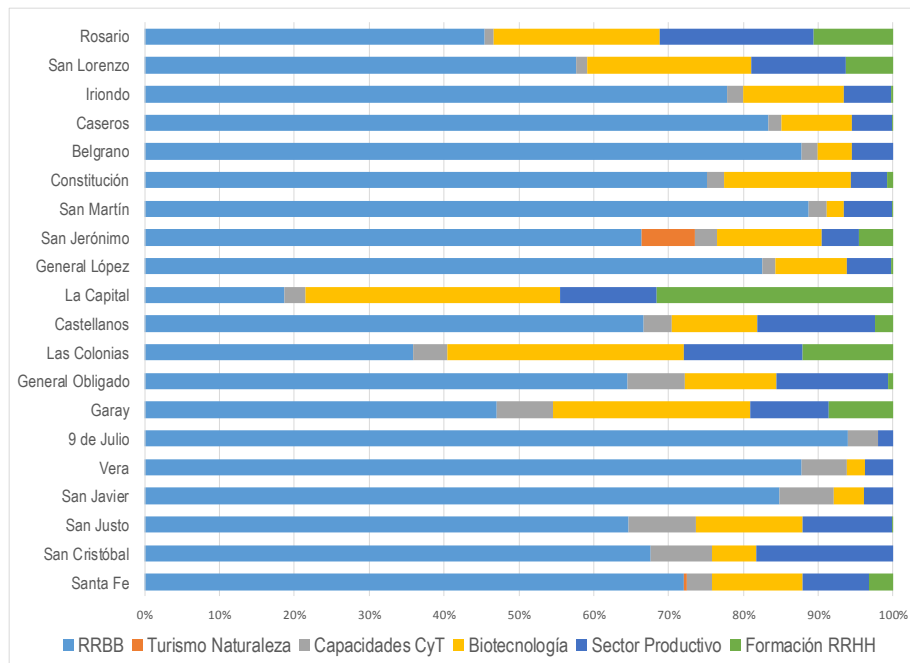
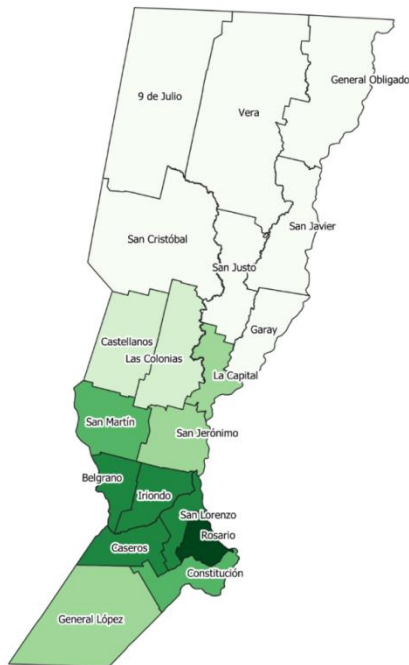
Comparación de medias de dimensiones de análisis entre regiones, normalizado



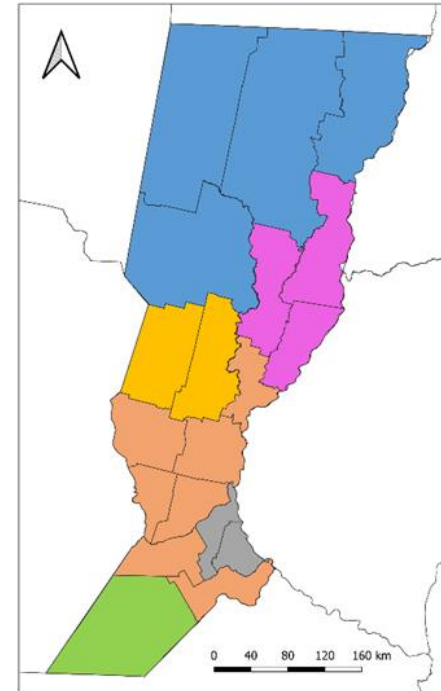
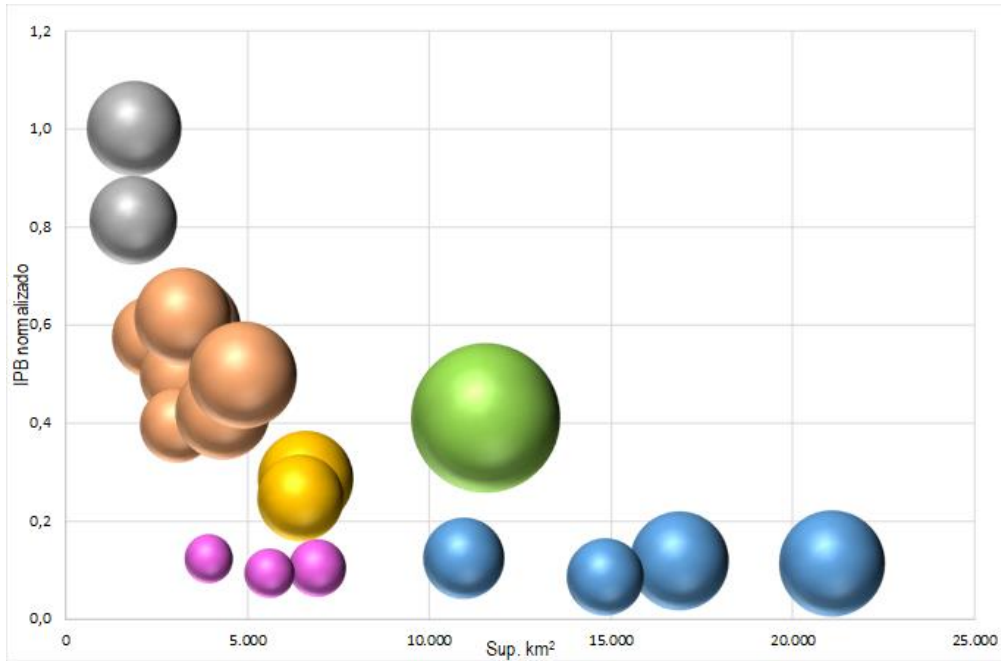
## Explotación analítica: abordaje regional



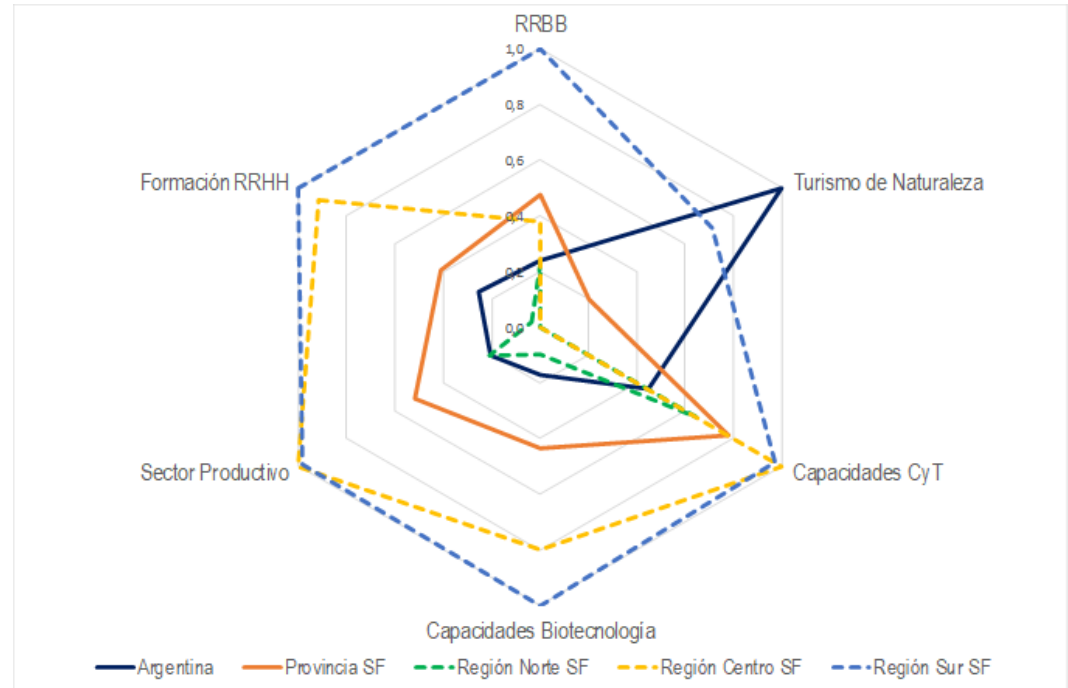
## Análisis al interior de las provincias



## Análisis al interior de las provincias

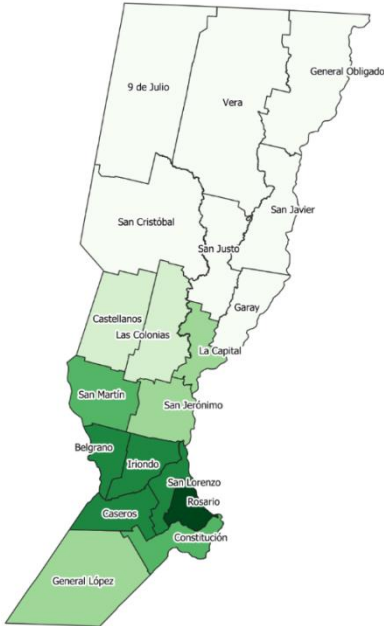


## Análisis al interior de las provincias

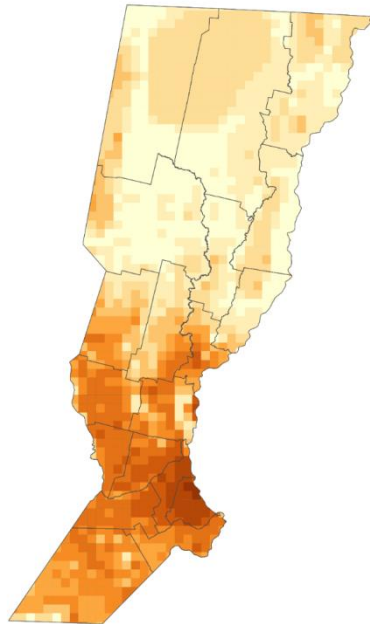


## Análisis al interior de las provincias

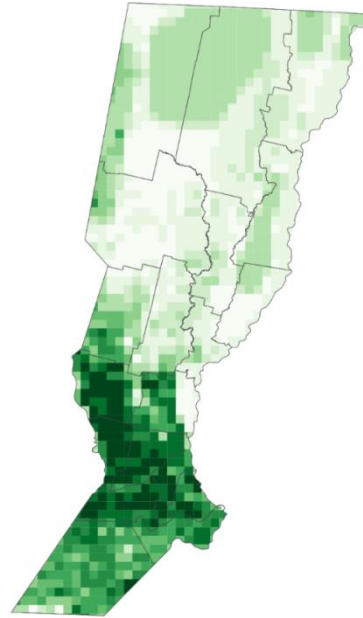
Potencial bioeconómico



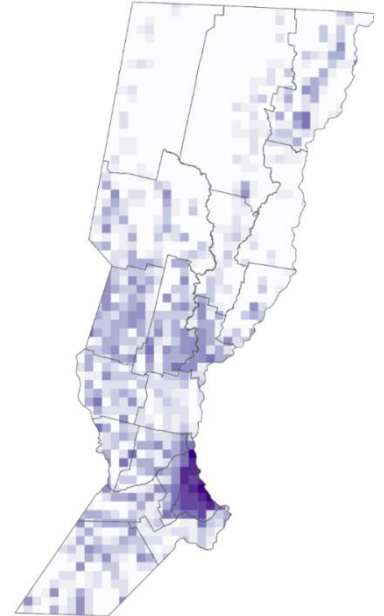
Potencial bioeconómico



Recursos biológicos



Sector productivo



# Luces y sombras de la aproximación vía herramientas de análisis geoespacial

## Luces

- **Análisis estadísticos** (medias, desvíos, etc.) para cualquiera de las variables incluidas en el modelo.
- Identificación de **clústeres** (relaciones de vecindad)
- Análisis de **impacto de base geográfica**.
- Momento propicio para profundizar en este tipo de abordajes dados los avances en materia de **resolución de imágenes satelitales**, políticas gubernamentales de **datos abiertos**, **software** y **hardware**, etc.

## Sombras

- Es una **representación simplificada de la realidad**, no la realidad misma.
- Para que el modelo se aproxime fehacientemente a la realidad (con los menores sesgos posibles) **se requieren muchos datos geográficos**.
- Requiere de supuestos y decisiones con un componente de subjetividad ("**juicio de expertos**").
- Desafíos de **imputación geográfica de valores**.



# Incorporación de herramientas de aprendizaje automático

## Evolución de la línea de trabajo

3°

**Aprendizaje  
automático**

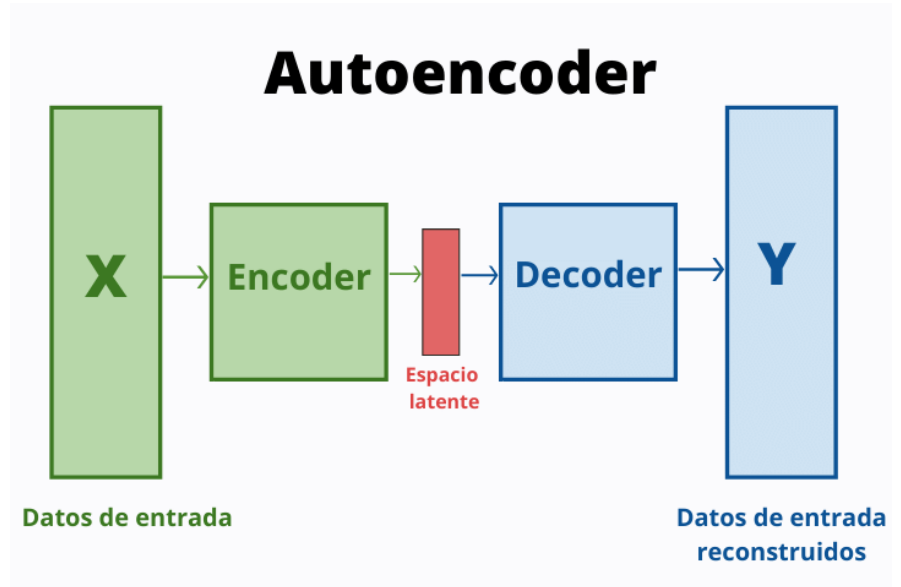
- Aprendizaje automático para reducción de dimensionalidad (Autoencoder y PCA)
- Regionalización en función de PCA
- Aprendizaje supervisado

## Un paso más...

- ¿Cómo cambiar la forma de estimar las ponderaciones del índice?
- Objetivo: pasar de una estimación con intervención de “juicio de expertos” a una estimación basada en las distribuciones observadas... en los datos
- ¿Cómo hacerlo? Dos formas
  - Autoencoders
  - PCA
- Problema: escala

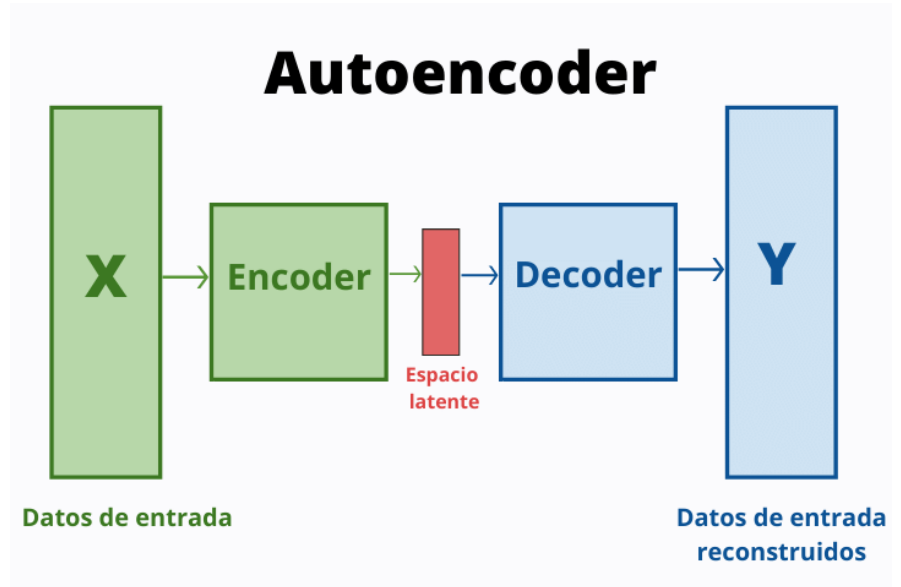
# Autoencoder

- Arquitectura basada en redes neuronales
- Objetivo: encontrar una representación de los datos de input (encoding) => reducción de dimensionalidad
- Se entrena la red para que aprenda a replicar los inputs en los outputs
- Restricciones varias, la más importante => “cuello de botella” para forzar a la red a representar de forma comprimida los datos

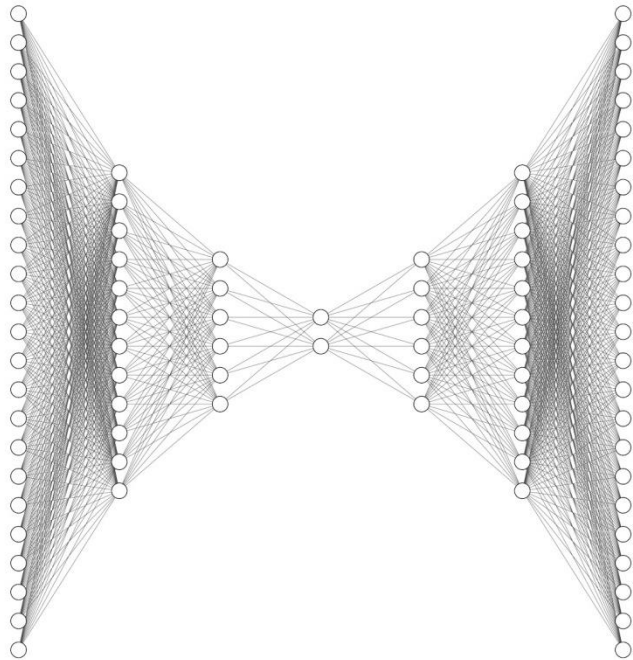


# Autoencoder

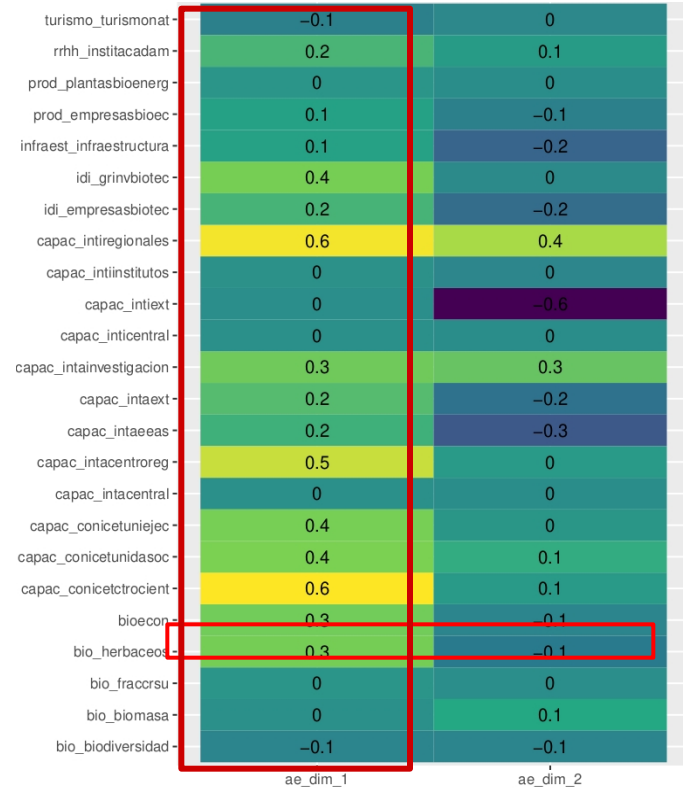
- Se busca minimizar el “error de reconstrucción” ¿qué tan bien reproduce la red los *inputs* X en los *outputs* Y, dada la restricción del cuello de botella?
- Nuestros modelos:
  - Función de costo => error de reconstrucción (MSE)
  - Regularización Dropout 0.5
  - Funciones de activación TanH



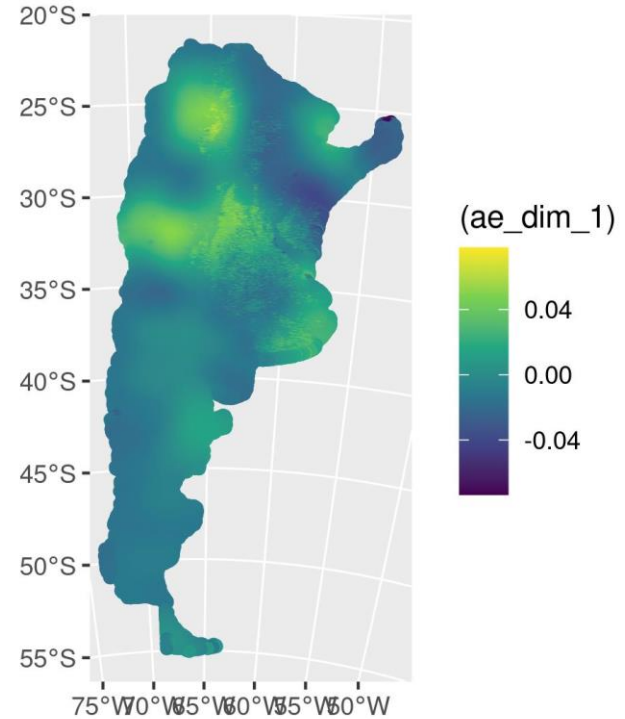
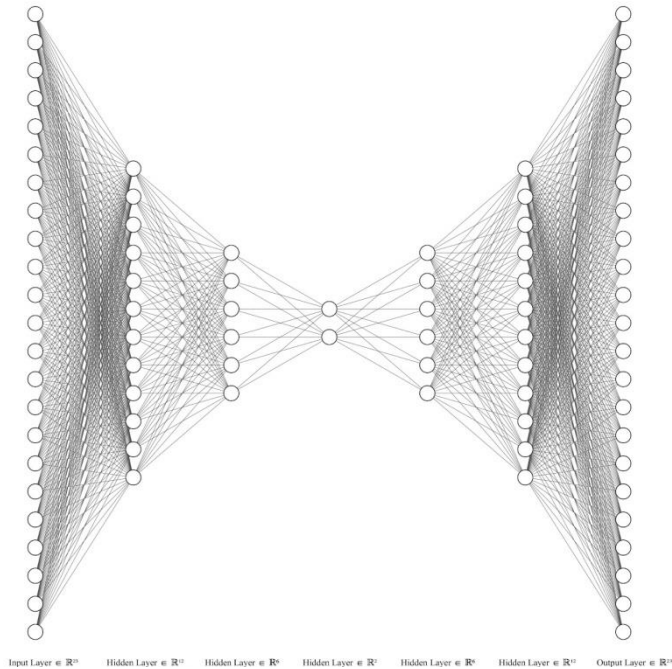
## Modelo 1: Autoencoder 23-12-6-2-6-12-13



Input Layer  $\in \mathbb{R}^{23}$  Hidden Layer  $\in \mathbb{R}^{12}$  Hidden Layer  $\in \mathbb{R}^6$  Hidden Layer  $\in \mathbb{R}^2$  Hidden Layer  $\in \mathbb{R}^6$  Hidden Layer  $\in \mathbb{R}^{12}$  Output Layer  $\in \mathbb{R}^{13}$



## Modelo 1: Autoencoder 23-12-6-2-6-12-13



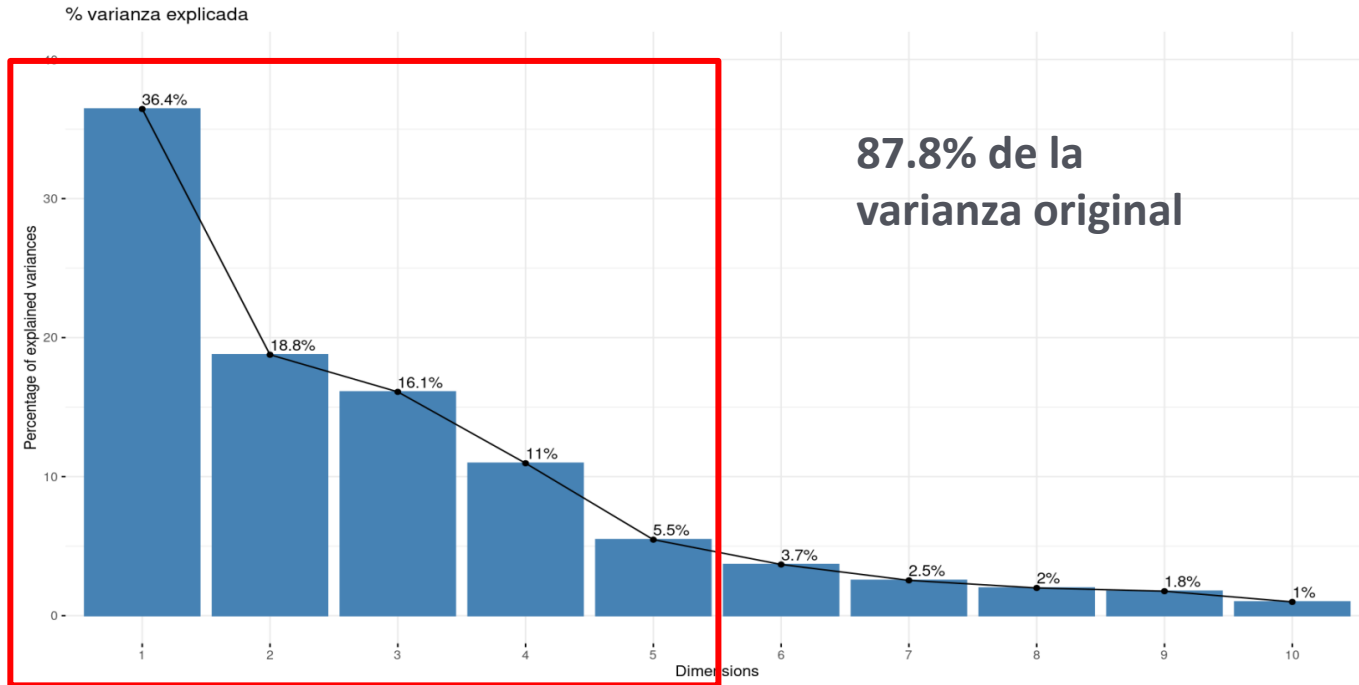
# Principal Components Analysis

- Muestreo de 223.230 píxeles de los datos originales
- Evaluación de los mejores modelos (se eliminaron aquellas especificaciones con escasa varianza en sus resultados)

- Biomasa
- Herbáceos
- INTA extensión
- INTA EEAs
- INTA CR
- INTI CR
- INTI extensión
- CONICET CCT
- CONICET ejecutoras
- CONICET Unidad Soc
- Grupos de inv. bio
- Empresas biotecnológicas
- Formación de RRHH

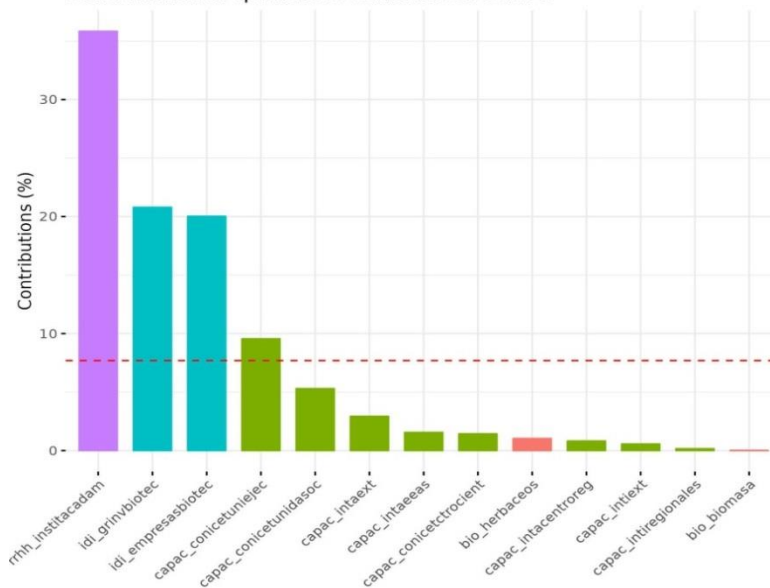


# % Varianza explicada por 10 componentes

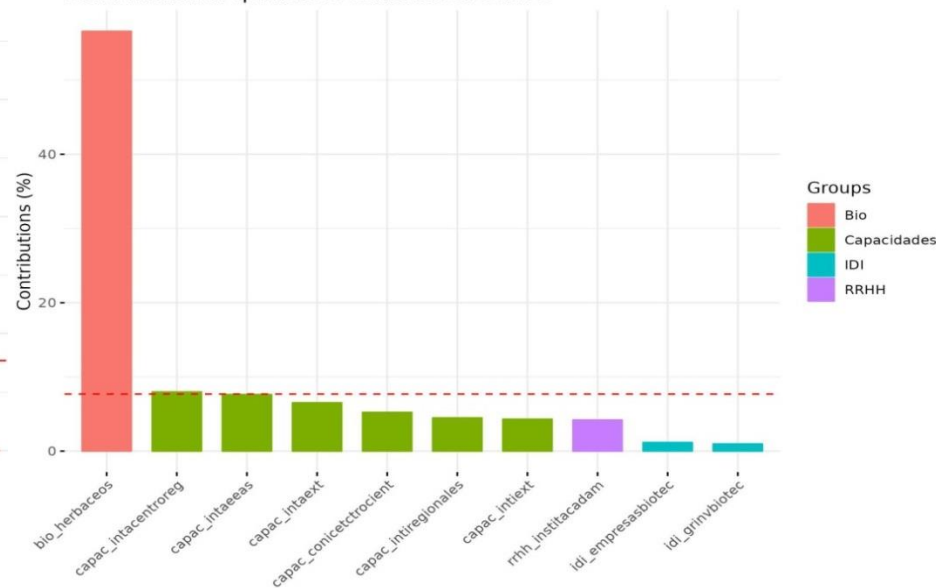


# Contribución de cada variable en 2 componentes

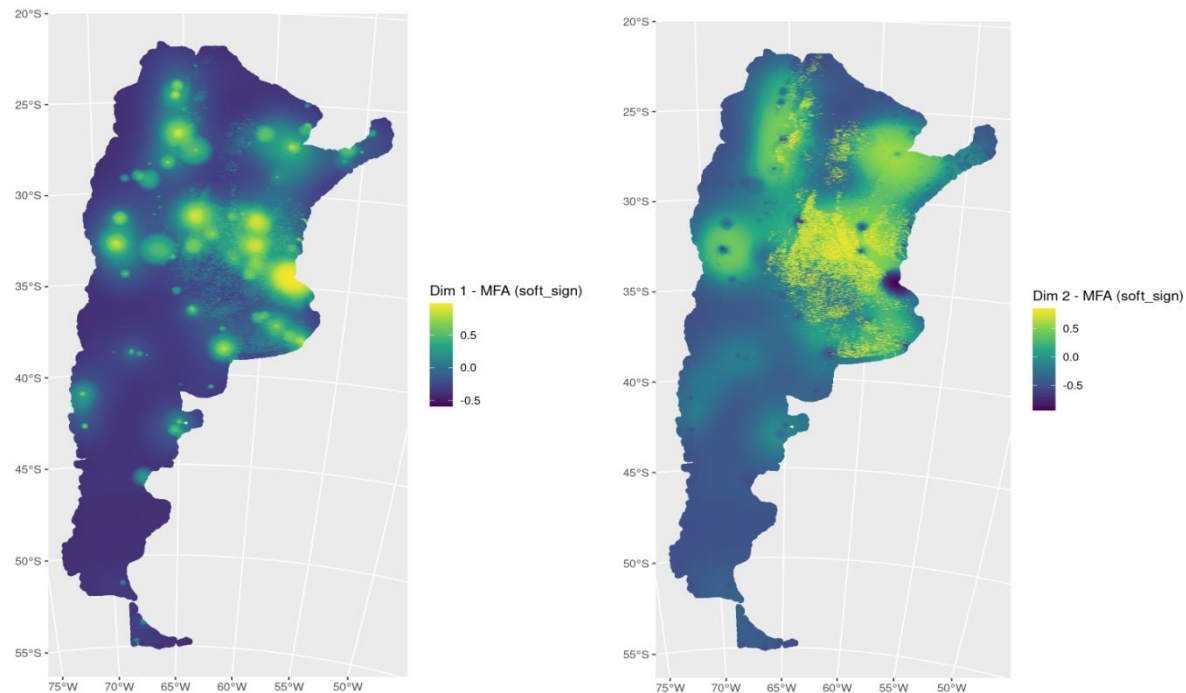
Contribution of quantitative variables to Dim-1



Contribution of quantitative variables to Dim-2



# Representación de los dos primeros componentes



## Próximos pasos

- Regionalización en función del PCA
- Aprendizaje supervisado

# Mensajes finales

## Mensajes finales

Incorporación de otras aproximaciones metodológicas

Actualización y ampliación de las fuentes de los datos

Posibilidades de aplicación en otros países o a escala regional

Insumo para la toma de decisiones



**Argentina**  
Presidencia

Ministerio  
de Economía

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología e Innovación

*primero  
la gente*