

# USOS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL URUGUAY

A lo largo de los últimos años, y principalmente en este último tiempo las sequías han impactado significativamente a nuestro país, generando una creciente preocupación en torno al uso del agua. En este contexto, se convinió en analizar el aprovechamiento de los recursos hídricos del Uruguay en base a las solicitudes de extracción realizadas principalmente por empresas a la Dirección Nacional del Agua (DINAGUA)

# Set de datos

**cod\_reg:** Refiere al código identificador de la solicitud de extracción frente a la DINAGUA.

**nom\_reg:** Nombre de la empresa, ente o persona registrada.

**dpto:** Departamento donde se encuentra la obra de extracción

**uso:** Hace referencia al propósito o destino que se le dará al agua. Los usos se clasifican en Consumo Humano, Uso Industrial, Riego, Otros Usos.

agropecuarios y otros usos adicionales

**destino:** Detalla el lugar o fin específico donde se utilizará el agua, por ejemplo, para el Uso "Riego" un destino es "Arroz".

# Set de datos

**vol\_anual:** Indica el volumen máximo de agua permitido para la extracción. Este valor depende en parte, por el tipo de obra utilizada para la extracción.

**inicio:** Fecha en la que se inicia la solicitud de extracción

**fin:** Fecha en la que caduca el permiso de extracción

**tipo\_ext:** Se refiere al tipo de estructura utilizada para la extracción del agua, que puede ser a través de represas, tomas directas en ríos o pozos, entre otras opciones comunes.

**mes\_año:** Cantidad de meses en el año que se usa el agua que se extrae

# Set de datos

**codcuenca:** Permite identificar la cuenca hidrográfica de nivel 2 a la cual se está realizando la extracción.

**codcuenca\_nv1:** Permite identificar la cuenca hidrográfica de nivel 1 a la cual se está realizando la extracción.

**dias\_permiso:** Diferencia en días entre la fecha inicio y fin

**lat:** Coordenadas de latitud de la obra de extraccion

**lon:** Coordenadas de longitud de la obra de extraccion

# Nos interesa analizar

**¿En qué se utiliza la mayor parte del agua que se solicita extraer?**



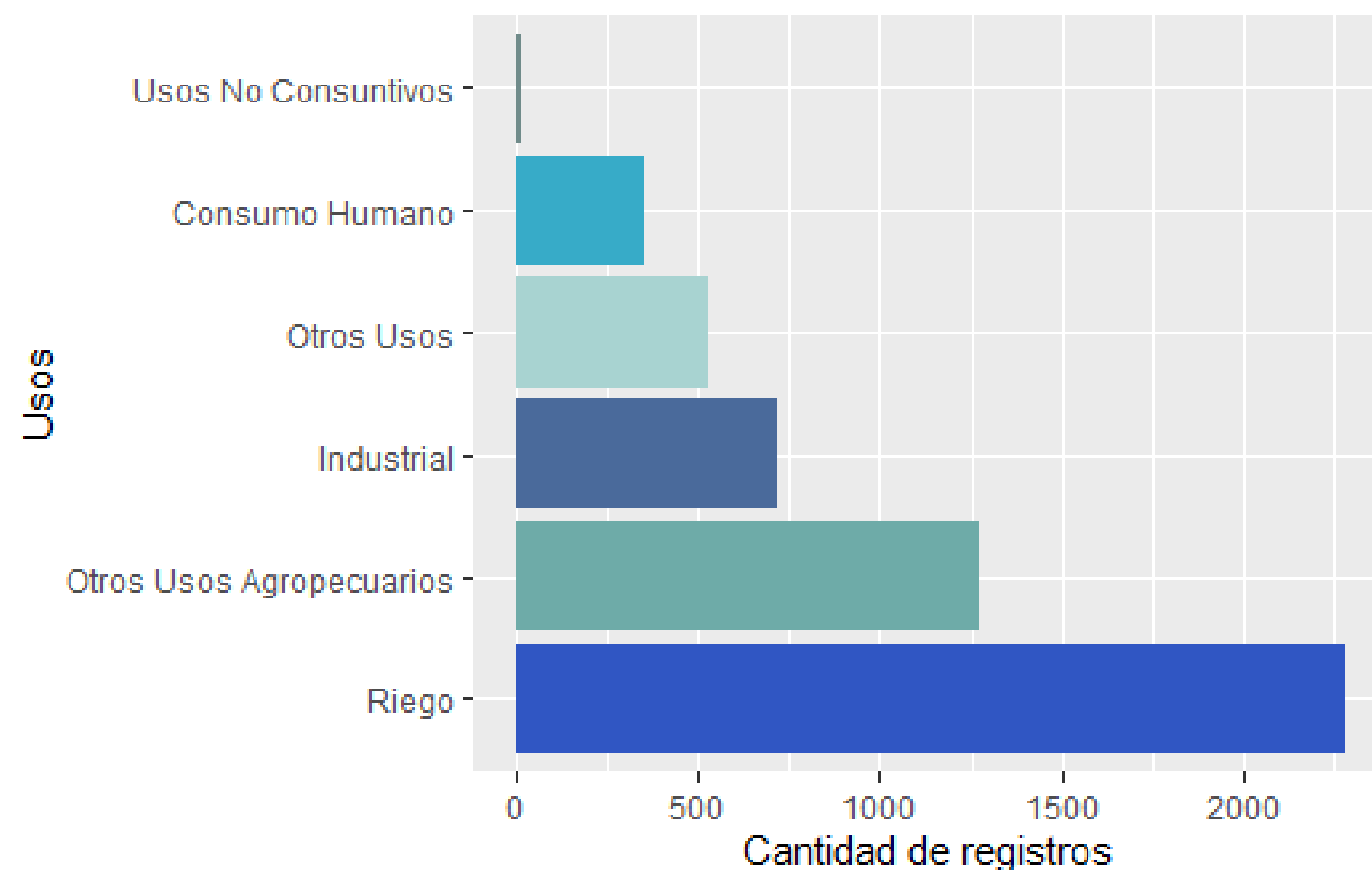
**¿Qué sectores de la actividad requieren mayores volúmenes de agua?**



**¿Qué zonas del país presentan mayores demanda de uso?**

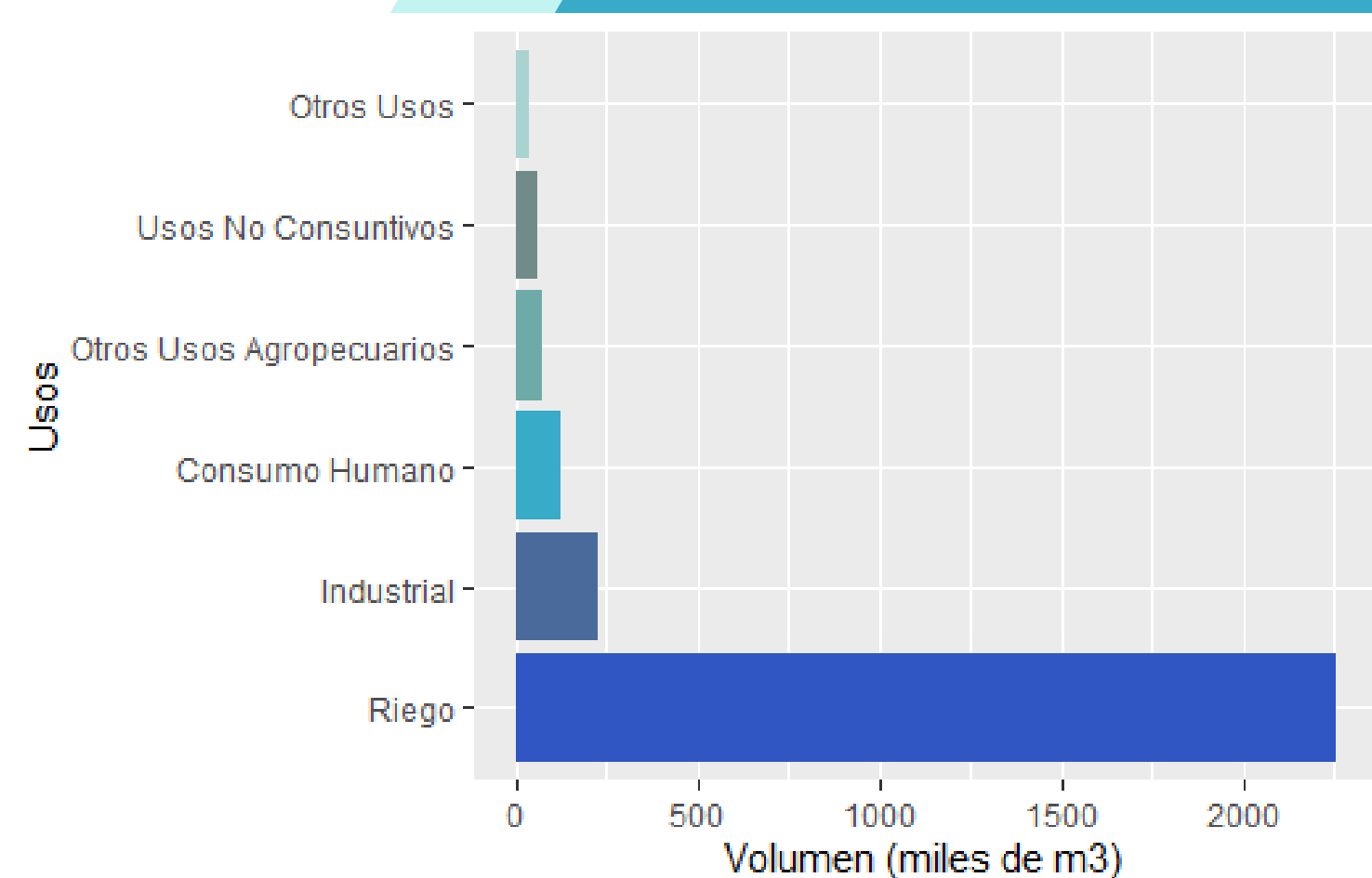


# Registros y volumen por uso



**El uso "Riego" es el que presenta mayor cantidad de solicitudes y de volumen autorizado**

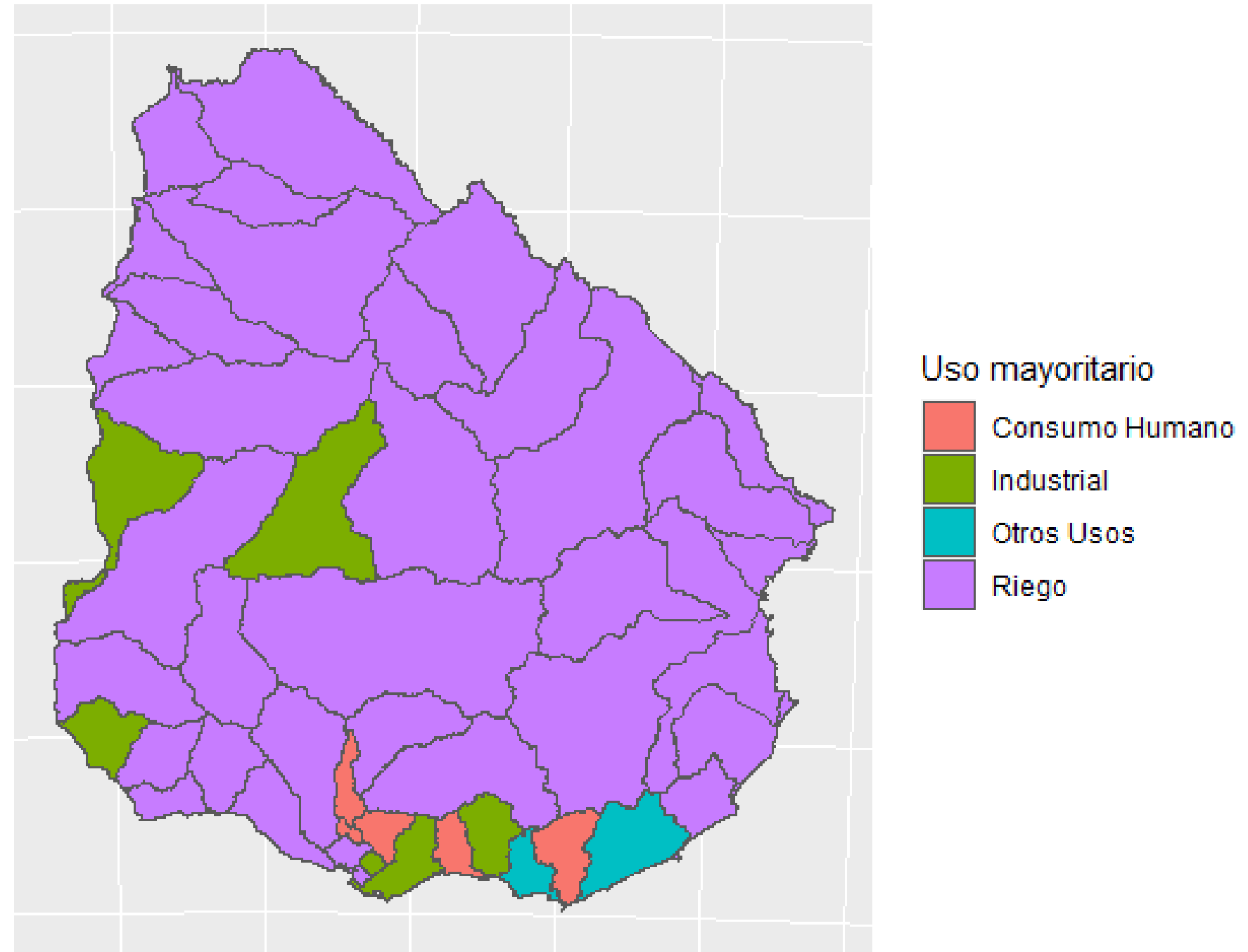
**El 80% del volumen permitido para extraer está destinado al Riego**



# Uso con mayor volumen autorizado por cuenca

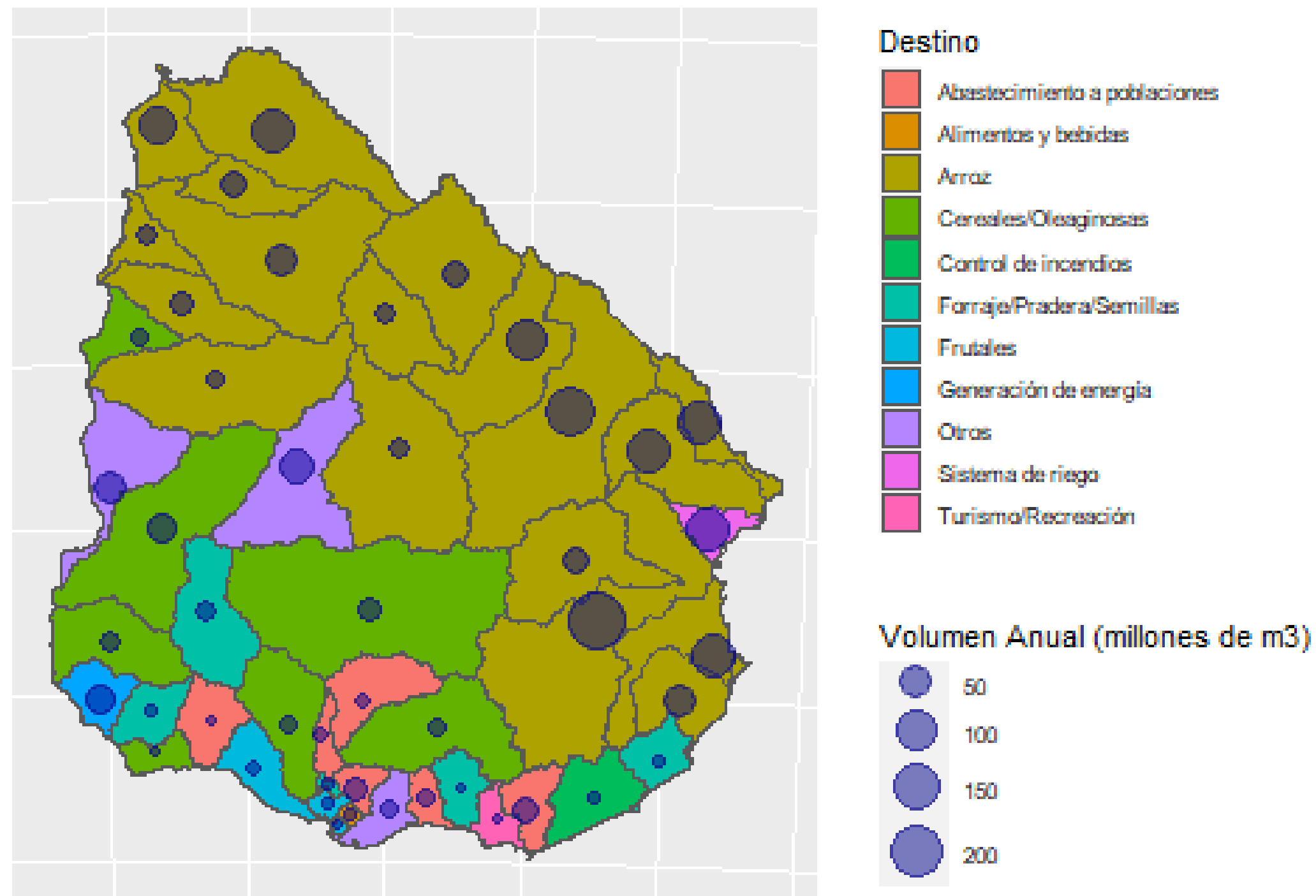
**El mapa situado a la derecha muestra, para cada cuenca de nivel 2, cuál es el uso con mayor volumen autorizado a consumir**

**Es interesante notar que en varias de las cuencas del sur del país, (que es donde se concentra una mayor población), el uso mayoritario pasa a ser el consumo humano.**





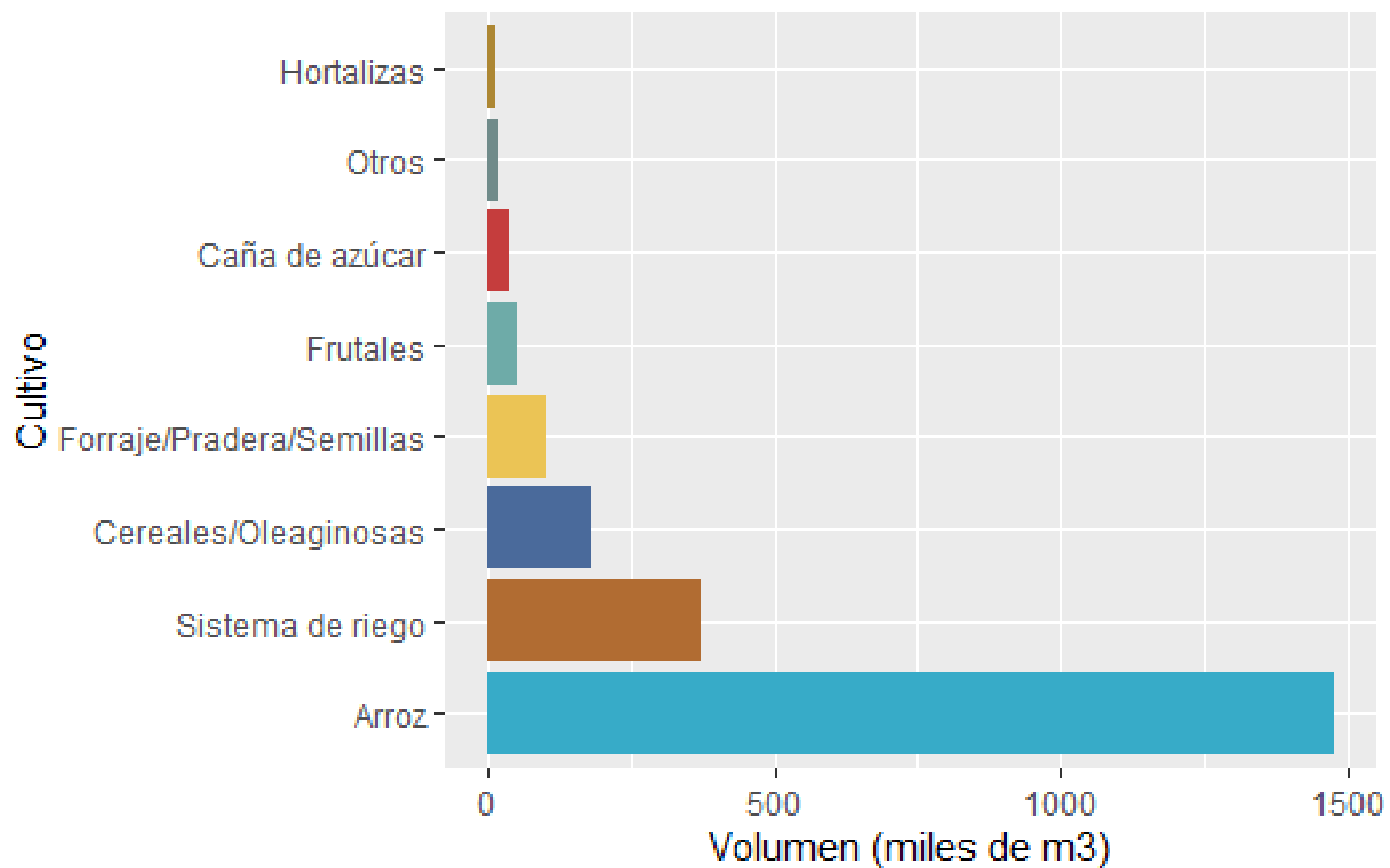
# Destino con mayor volumen autorizado por cuenca



Éste mapa refleja el destino con mayor volumen anual permitido para su extracción en cada cuenca

El destino con los mayores volúmenes de agua es el cultivo de Arroz, seguido por Cereales/Oleaginosas

# Volumen anual permitido para el uso “Riego”



**El cultivo de arroz se posiciona como el cultivo que precisa mas extracción de agua, por encima de cualquier otro cultivo**

**Dado el gráfico anterior, nos preguntamos qué solicitudes tienen el máximo volumen permitido para uso. El top 10 se conforma por los siguientes registros:**

Codigo de registro	Nombre de registro	Departamento	Uso	Volumen anual
2021/14000/003303	PLANTA	DURAZNO	Industrial	66.0
2021/14000/005002	UPM S.A.	RÍO NEGRO	Industrial	60.0
2021/14000/004315	PLANTA	RÍO NEGRO	Usos No Consuntivos	59.0
2021/14000/005235	"SISTEMA ZAPATAROTACIÓN CULTIVO ZAFRA 2021_2022	TREINTA Y TRES	Riego	58.5
2019/14000/012327	CASARONE AGROINDUSTRIAL S.A.	CERRO LARGO	Riego	51.0
2019/14000/012284	POLÍGONO Nº 17 SISTEMA CEBOLLATÍ	ROCHA	Riego	49.5
2022/36001/005342	CEL.Y ENER. P.PEREIRA. SA Y Z.FRANCA P.PEREIRA SA	COLONIA	Industrial	44.5
2022/36001/009660	CHACRA (ROTACIÓN PUSA)	TREINTA Y TRES	Riego	42.0
2019/14000/008554	CHACRA	TREINTA Y TRES	Riego	40.5
SGRH-2017-10-004-0510-1-401	CHACRAS SISTEMA CORRALES	LAVALLEJA	Riego	40.4

**Los dos primeros registros corresponden a las plantas de celulosa de UPM. Además, se destaca que una gran proporción de los registros en los primeros puestos están relacionados con empresas dedicadas al cultivo del arroz**

# Conclusiones

**Los mayores volúmenes de agua autorizados son enfocados en el agro, predominando el uso para fines de Riego**

**Se destaca claramente cómo en las zonas del este del país, donde el arroz es el cultivo predominante, el volumen de agua utilizado es considerablemente mayor.**

**Es en la zona sur donde se perciben cuencas en las que el uso mayoritario es para consumo humano. En cambio, en la zona oeste del país, prevalece el destino del agua para la producción de cereales y oleaginosas**

# Posibles extensiones

No se podrían sacar conclusiones con los datos disponibles sobre **qué cultivos tienen un mejor rendimiento de producción/volumen** de agua consumidos, ya que no se estaría considerando, por ejemplo, el efecto que tienen los cultivos de soja en las aguas subterráneas, que no requieren de una extracción y no aparecen en estos datos. Este informe es solo un punto de partida para lo que podrían ser estudios más detallados sobre el tema, haciéndose preguntas como si **deberíamos revisar nuestra matriz productiva en pos de asegurar los recursos hídricos en el futuro, o qué efectos tienen otras industrias**, como la forestal, que no están contemplados en estos datos en la disponibilidad del agua

# Nuestro modelo de predicción

Como pudimos observar en el análisis exploratorio, la mayor cantidad de solicitudes y volumen tienen como destino el Riego. Es por esto que, dados los datos disponibles nos interesa crear un modelo que prediga si la solicitud va a tener como uso

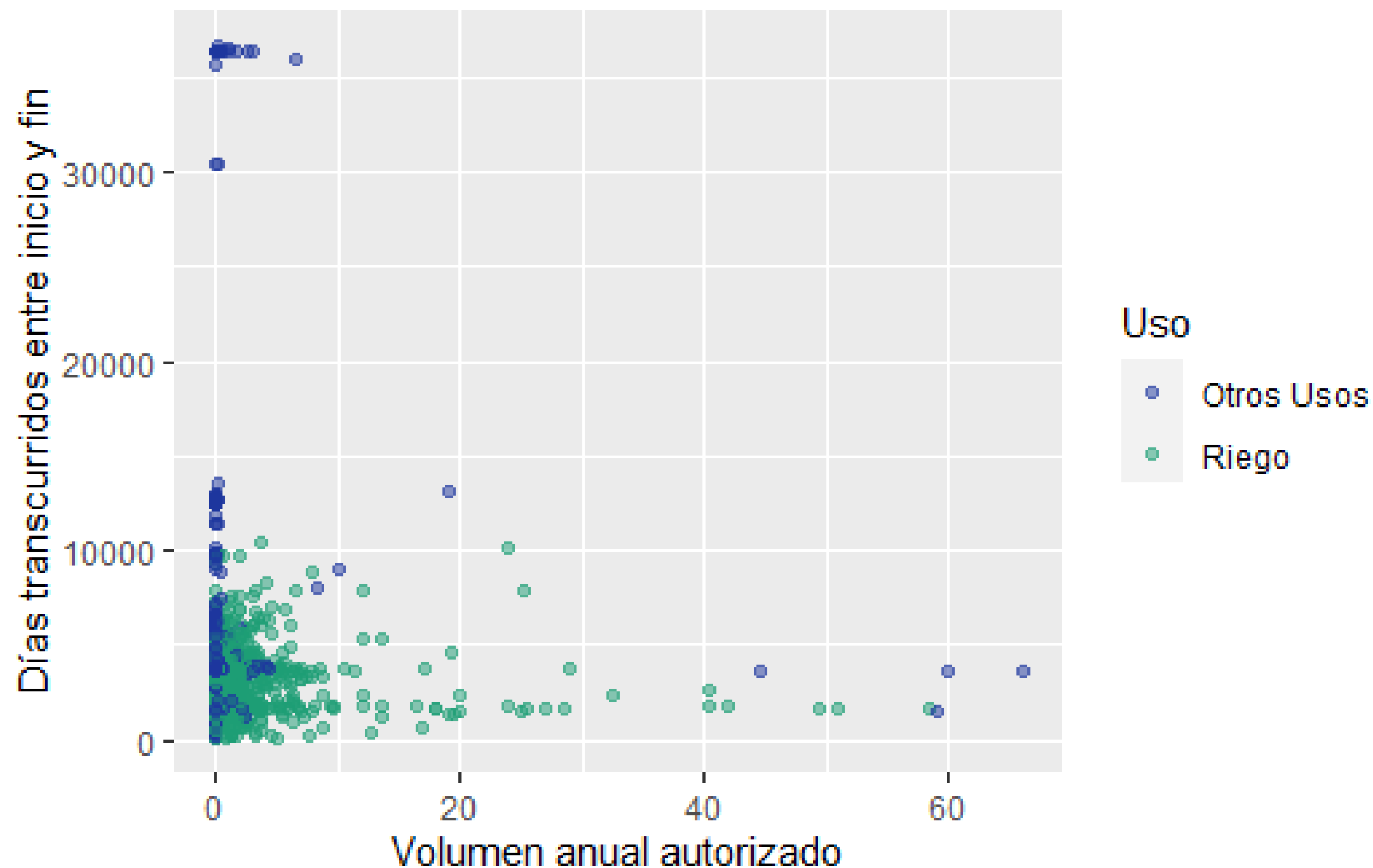
- **Riego u**
- **Otros Usos**

# Análisis de variables numéricas

**Analizamos la relación entre nuestras dos variables estrictamente numéricas:**

- Volumen anual
- Días transcurridos entre el inicio y el fin de la solicitud

**Se observa que los menores volúmenes tienen en general destino “Otros Usos”, y aquellas solicitudes con mayor cantidad de días entre inicio y fin, y poco volumen autorizado, son destinados exclusivamente a “Otros Usos”.**



# Construcción de modelos

Las variables seleccionadas para la construcción de los modelos fueron:

- **codcuenca**
- **vol\_anual**
- **tipo\_ext**
- **dias\_permiso**
- **codcuenca\_nv1**

La diferencia entre el primer Arbol construido y el segundo, fue que con el segundo intentamos mejorar los resultados, tratando el desbalance con el parámetro “weight”

Se realizaron varias pruebas, finalizando la elección entre

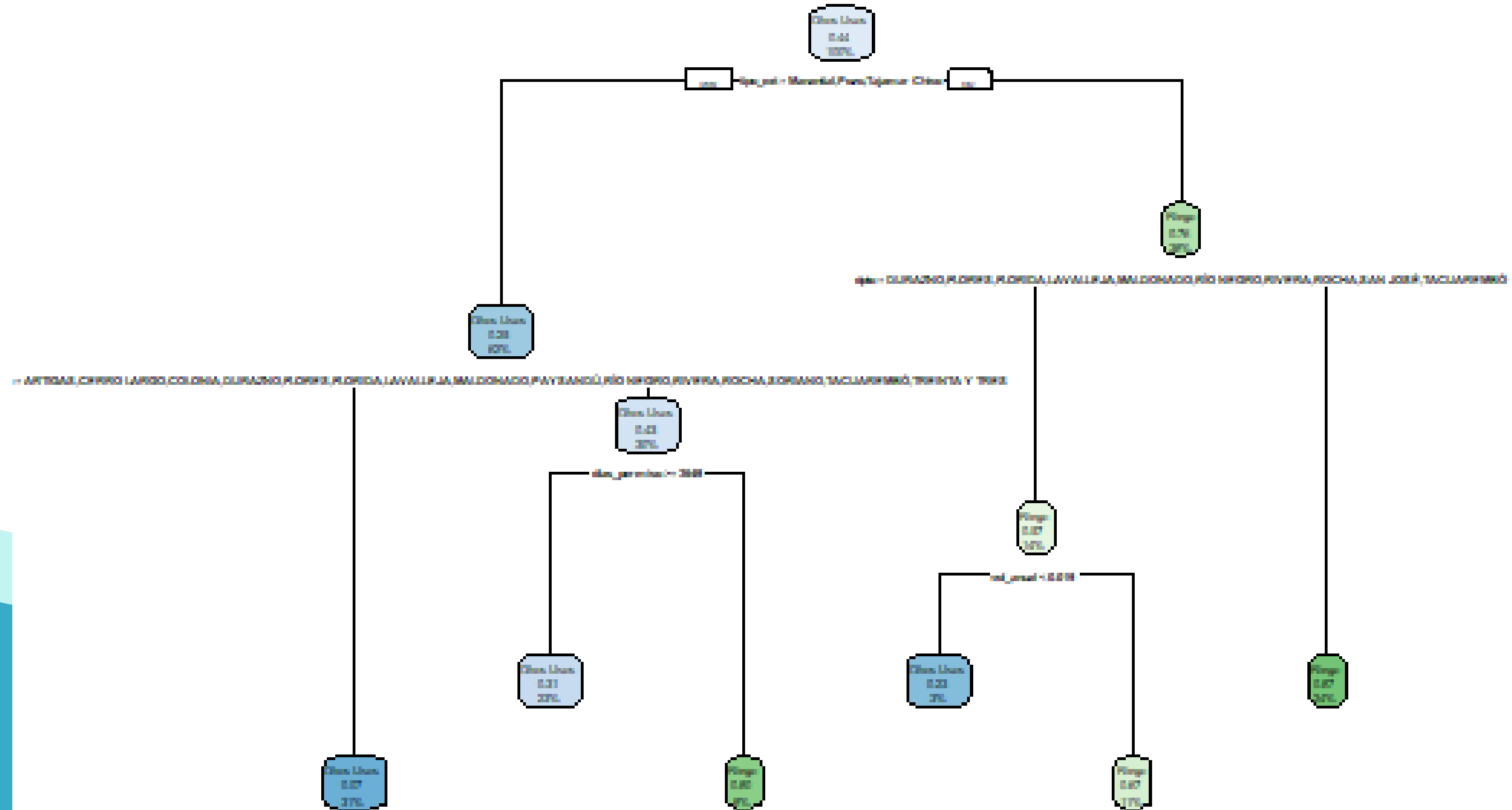
- **dos Arboles**
- **un Random Forest**

## Proporción re registros

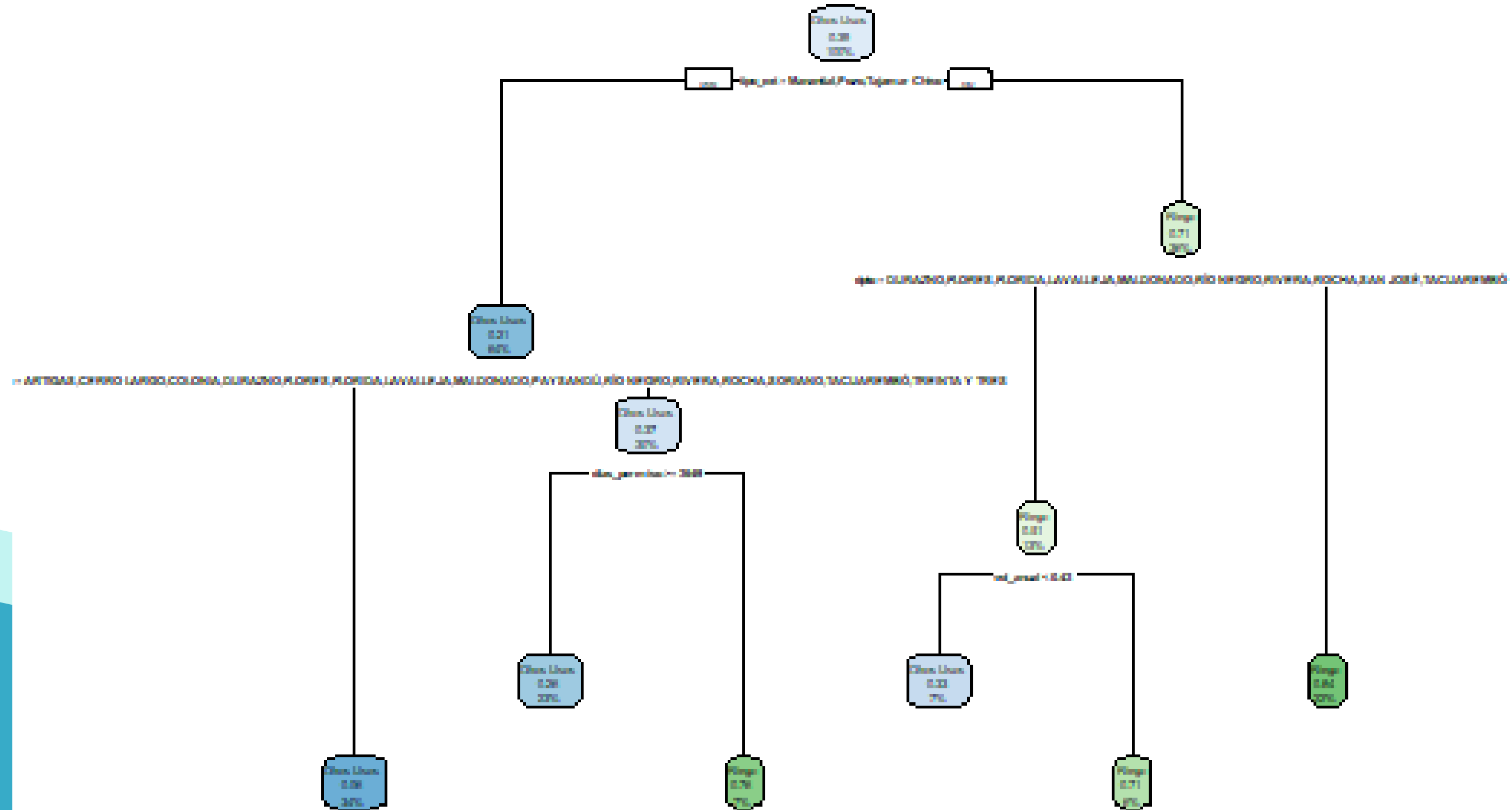
uso	proporcion
Otros Usos	0.5585
Riego	0.4415



# Diseño Árbol 1



# Diseño Árbol 2



# Comparación de métricas

	Árbol1	Árbol2	RandomForest
Accuracy	0.82	0.81	0.86
Kappa	0.62	0.61	0.72
AccuracyLower	0.79	0.79	0.84
AccuracyUpper	0.83	0.83	0.88
AccuracyNull	0.56	0.56	0.56
AccuracyPValue	0.00	0.00	0.00
McnemarPValue	0.01	0.00	0.68

	Árbol1	Árbol2	RandomForest
Sensitivity	0.86	0.90	0.88
Specificity	0.75	0.70	0.84
Pos Pred Value	0.82	0.79	0.87
Neg Pred Value	0.81	0.85	0.85
Precision	0.82	0.79	0.87
Recall	0.86	0.90	0.88
F1	0.84	0.84	0.88
Prevalence	0.56	0.56	0.56
Detection Rate	0.49	0.51	0.50
Detection Prevalence	0.59	0.64	0.57
Balanced Accuracy	0.81	0.80	0.86

# Selección del modelo

Para la selección del modelo elegimos centrarnos en las siguientes métricas:

- **Accuracy:** Fracción de predicciones que el modelo realizó correctamente.
- **Sensitivity:** Indica la proporción de ejemplos positivos que están identificados correctamente por el modelo entre todos los positivos reales.
- **Specificity:** Indica la proporción de negativos clasificados correctamente.

# Selección del modelo

	Árbol1	Árbol2	RandomForest
Accuracy	0.82	0.81	0.86
Sensitivity	0.86	0.90	0.88
Specificity	0.75	0.70	0.84

Únicamente para la Sensibilidad el modelo de Árbol 2 supera al Random Forest (0.02 “más sensible”), entendemos que al ser pequeña la diferencia, y ser mejor el Random Forest en el resto de los indicadores, es éste último el modelo que seleccionamos para poder predecir el uso final que tendrá una solicitud de extracción entre “Riego” y “Otros Usos”

**RANDOM  
FOREST**

# Aplicacion de Shiny:

[https://vdaq66d-facundo-morini.shinyapps.io/App\\_Agua/](https://vdaq66d-facundo-morini.shinyapps.io/App_Agua/)

## Visualizador de aprovechamiento de recursos hídricos en Uruguay

Información

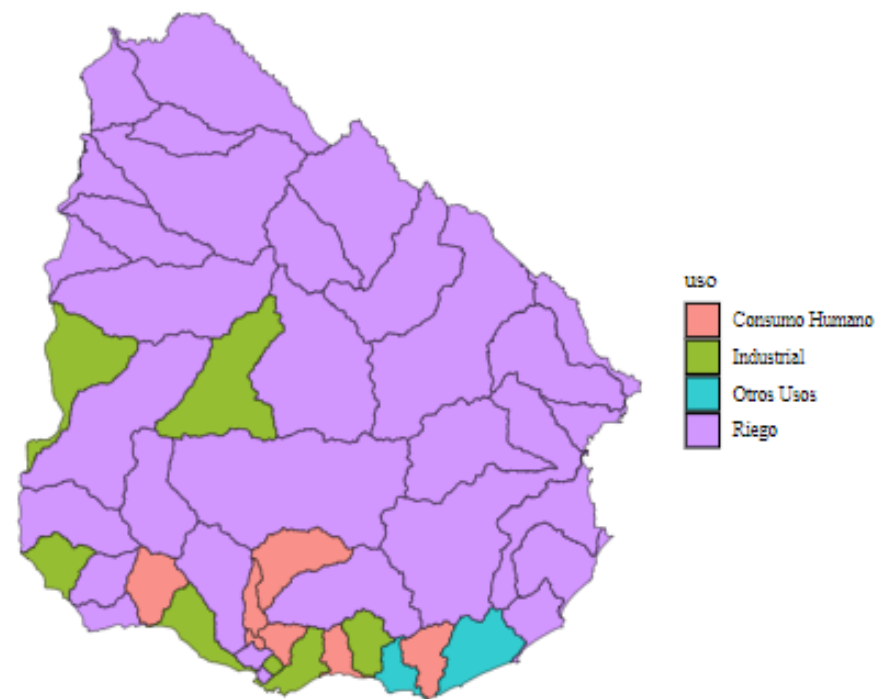
Visualizar por nivel de cuenca:

Cuencas nivel 2

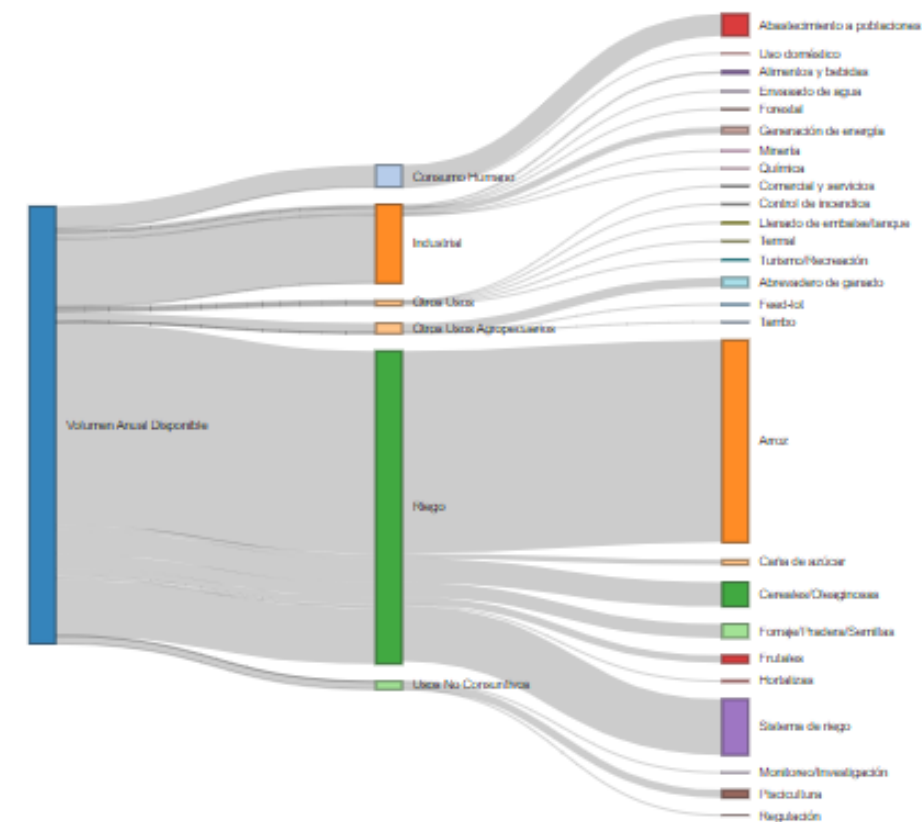
Filtrar por uso:

Todos

### Uso principal por cuenca hidrográfica



### Distribución del volumen anual por uso





**¡Muchas  
Gracias!**