

USOS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL URUGUAY

En este último tiempo, debido al cambio climático y la sequía, el uso del agua se tornó en un tema de preocupación en la sociedad. Por esta razón nos pareció oportuno preguntarnos

¿EN QUÉ SE USA EL AGUA EN URUGUAY?

Para tratar de responder en parte esta pregunta utilizaremos los datos abiertos disponibles en la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)

En particular se trabajó con el registro de Aprovechamientos de los Recursos Hídricos

Conteniendo +5000 datos correspondientes a empresas públicas y privadas que extraen agua para algún fin productivo

Set de datos

Nuestro set de datos contiene información interesante como:

- **Nombre de la empresa**
- **Persona o ente que solicita la extracción**
- **Cuenca de donde se realizará la extracción**
- **Volúmenes anuales máximos permitidos**
- **Uso que se le va a dar al agua**
- **Otros detalles técnicos de interés como son la forma de extracción, los meses de uso y duración del permiso**

Nos interesa analizar

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



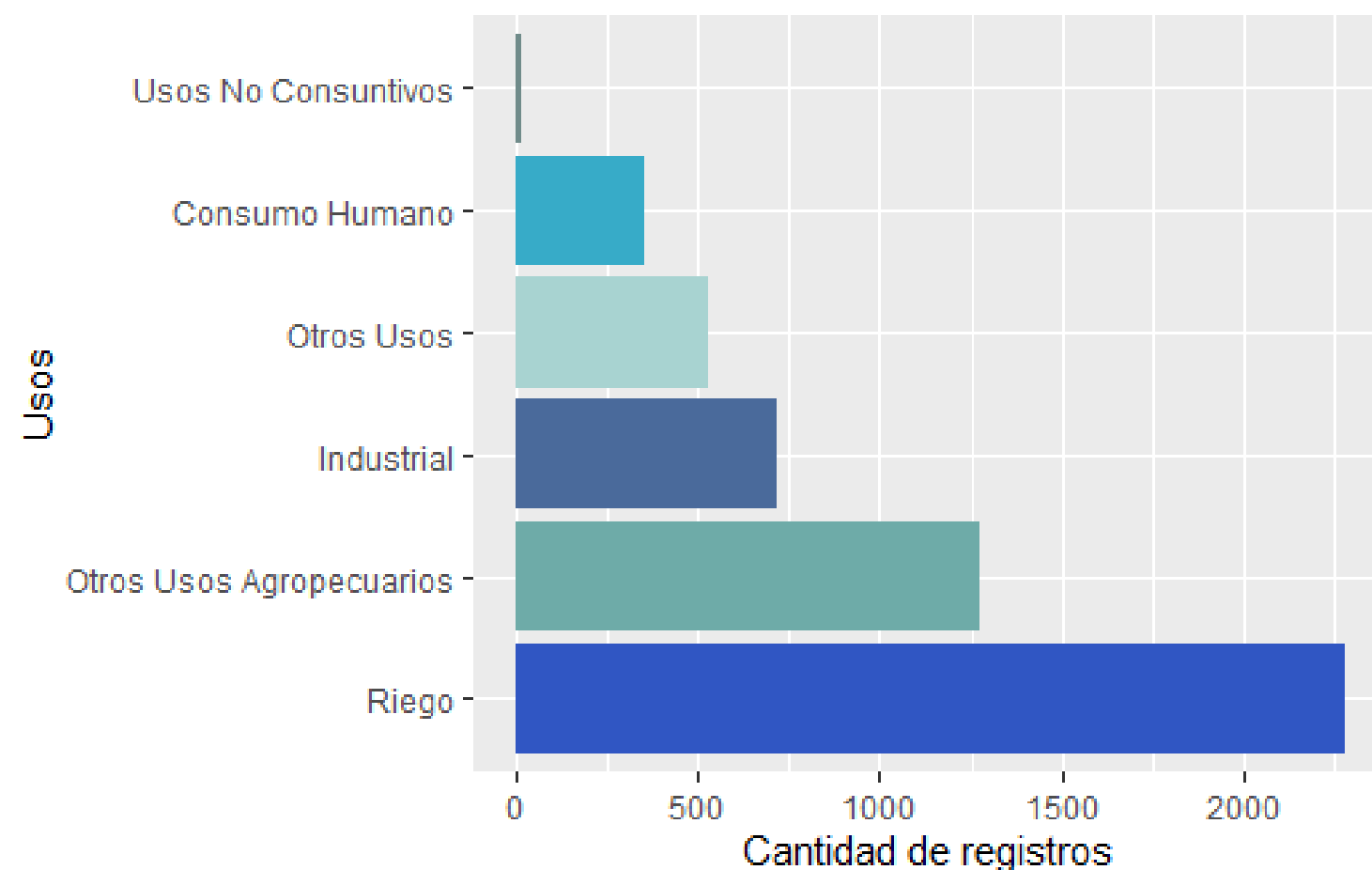
¿Qué sectores de la actividad requieren mayores volúmenes de agua?



¿Qué zonas del país presentan mayores demanda de uso?

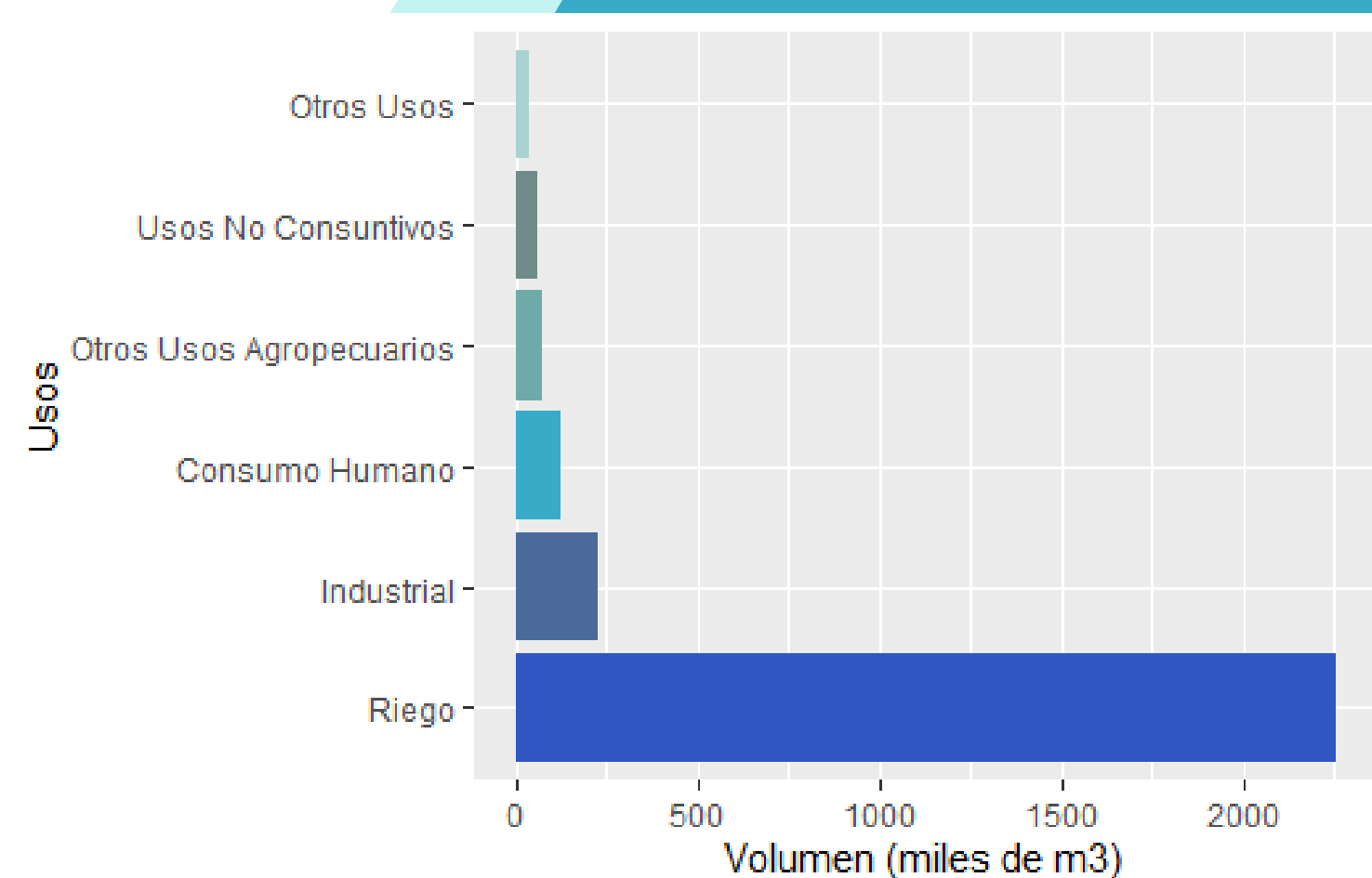


Registros y volumen por uso



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

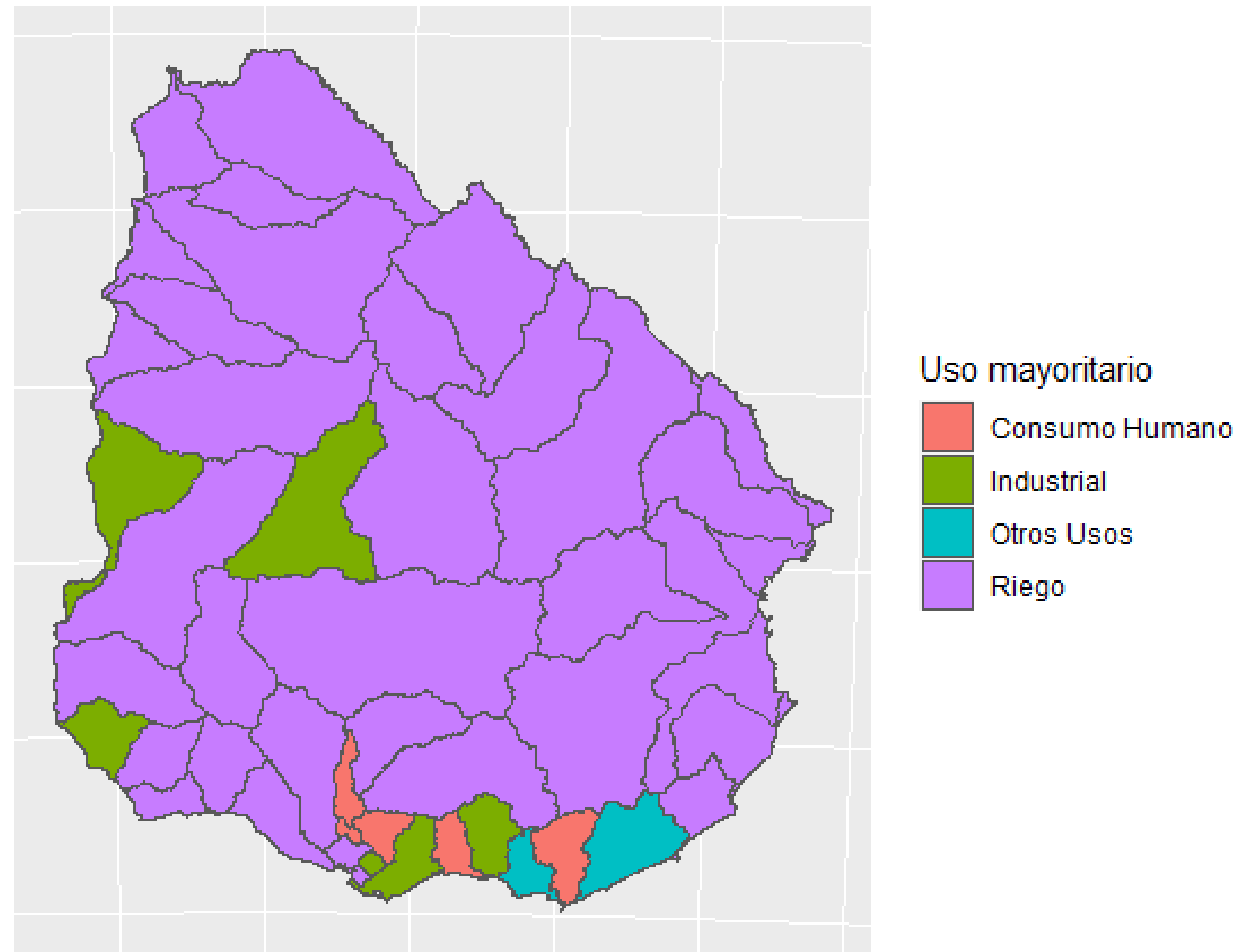
El 80% del volumen permitido para extraer está destinado al Riego



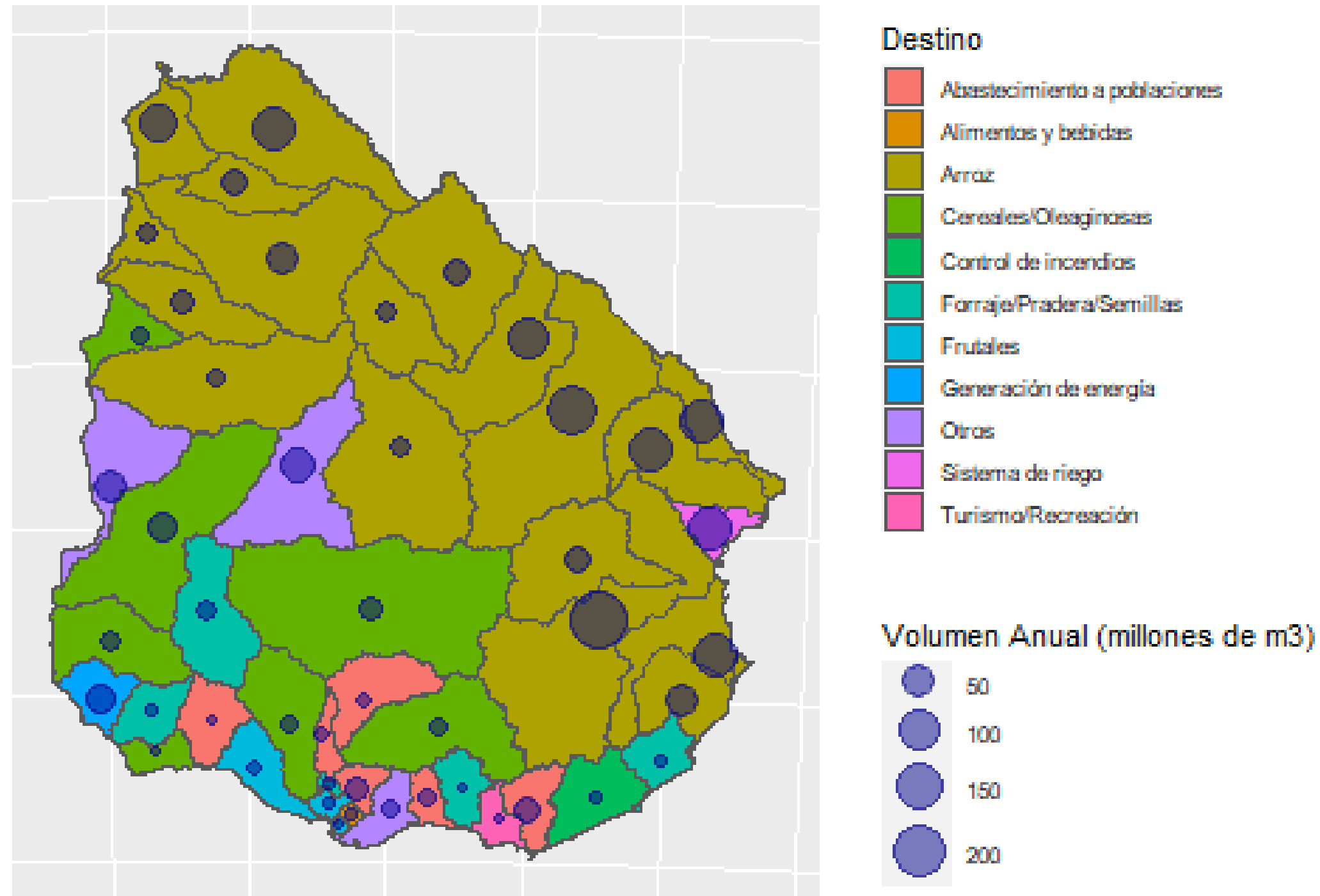
Uso con mayor volumen autorizado por cuenca

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.



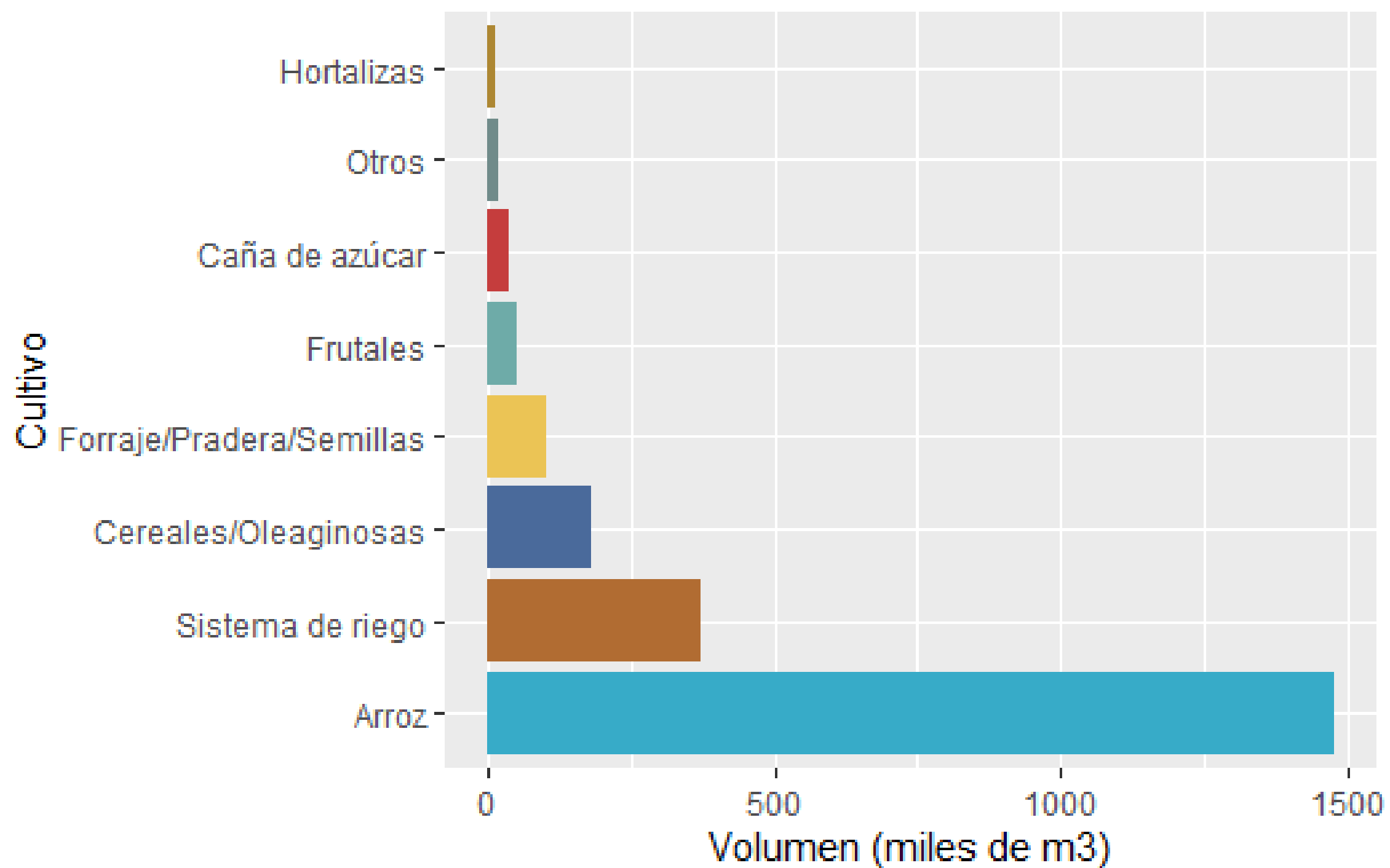
Destino con mayor volumen autorizado por cuenca



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

Los datos solo cuentan con las solicitudes de extracción, con lo cual no se está observando el efecto de industrias como la forestal o las grandes plantaciones de soja en las aguas subterráneas.

El trabajo abre las puertas a un análisis más detallado donde se pueda realmente analizar que cultivo o industria tiene un impacto mayor y si deberíamos reflexionar sobre nuestra matriz productiva.

Nuestro modelo de predicción

Dados los datos disponibles nos interesa crear un modelo que prediga el uso de la solicitud, clasificado en:

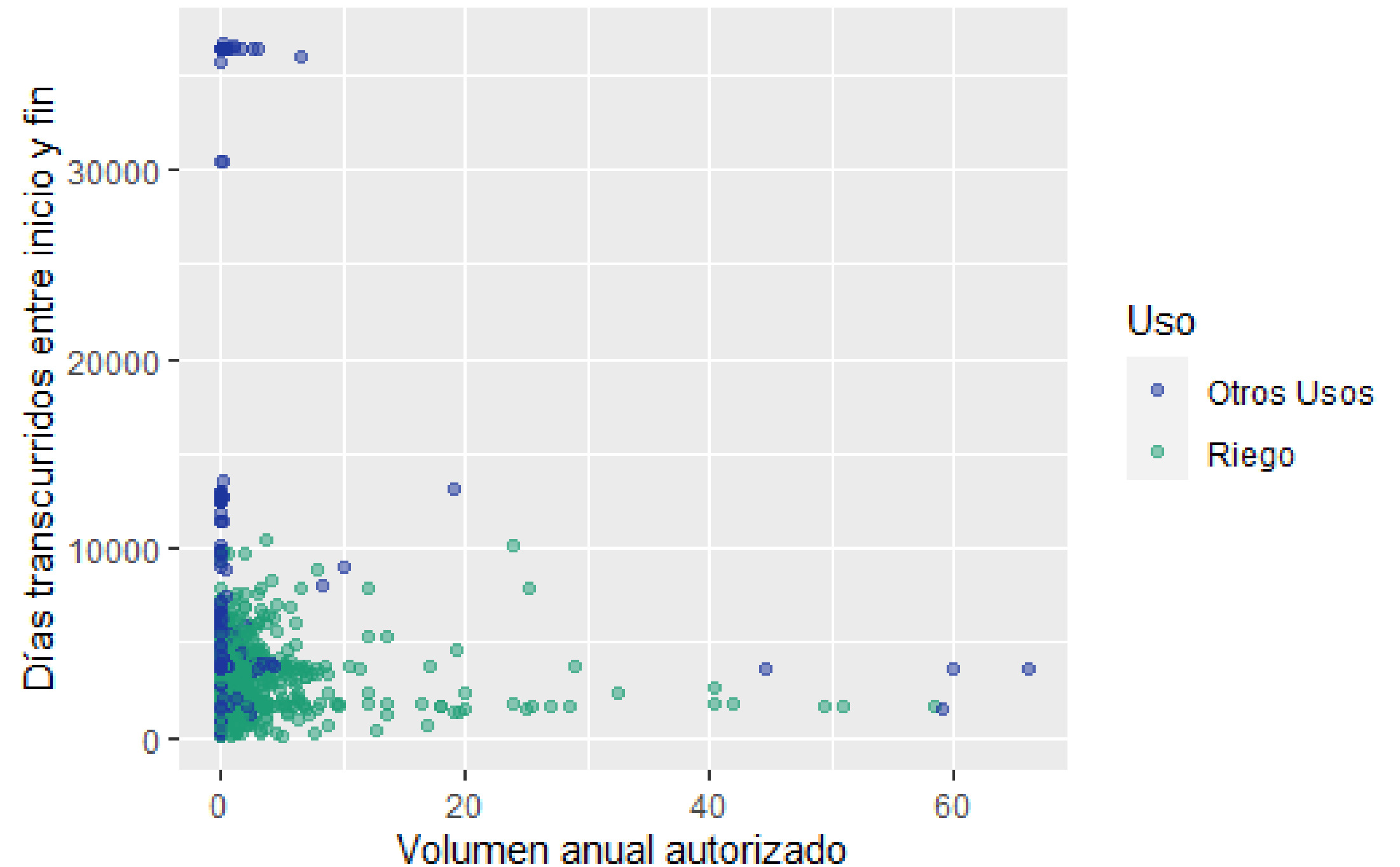
- **Riego**
- **Otros Usos**

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:

- Cuenca nivel 1
- Volumen anual
- Tipo extracción
- Días entre inicio y fin
- Departamento

Se realizaron varias pruebas, finalizando la elección entre

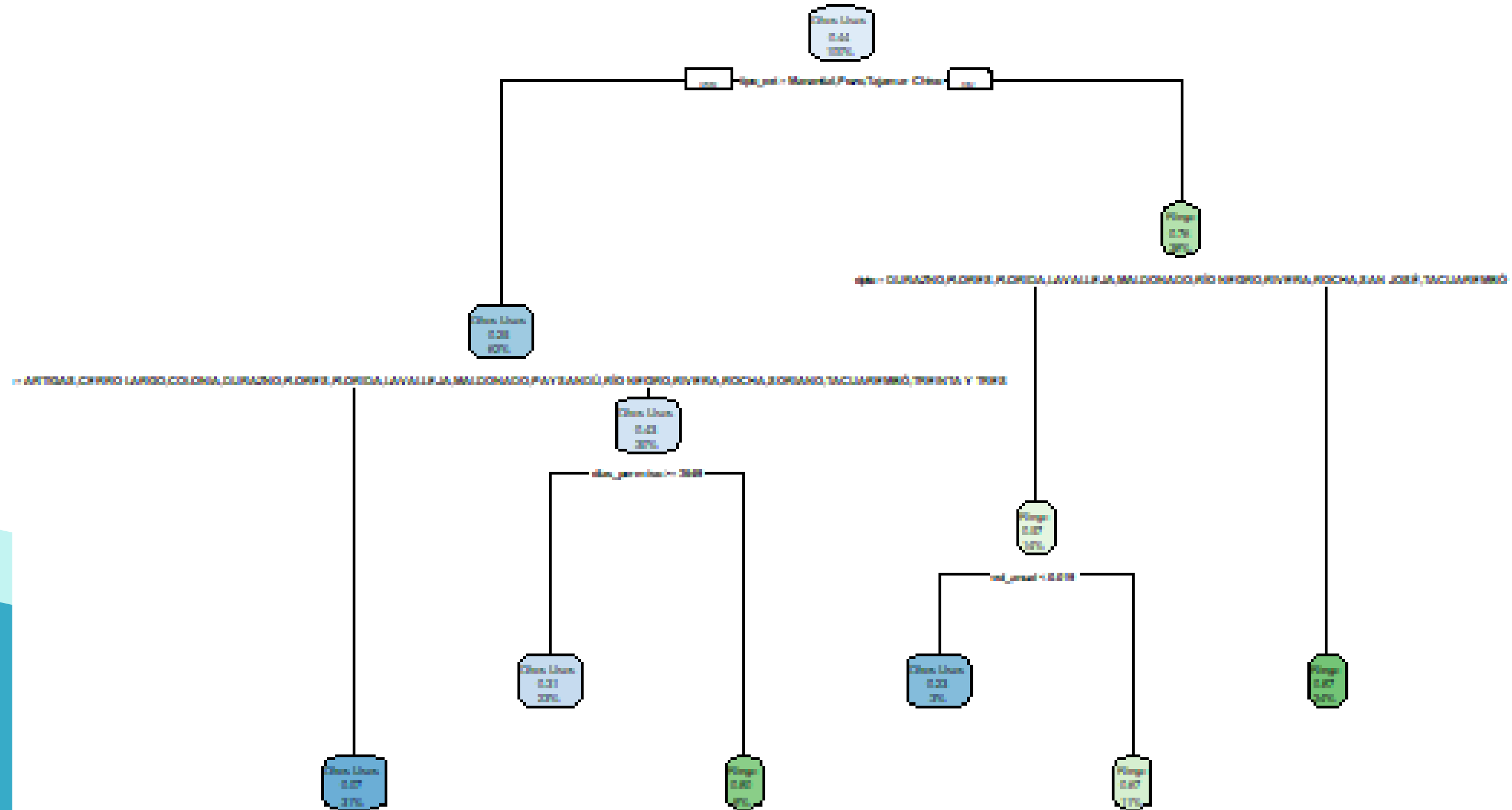
- dos Árboles
- un Random Forest

La diferencia entre el primer Arbol construido y el segundo, fue que con el segundo intentamos mejorar los resultados, tratando el desbalance (usando weight)

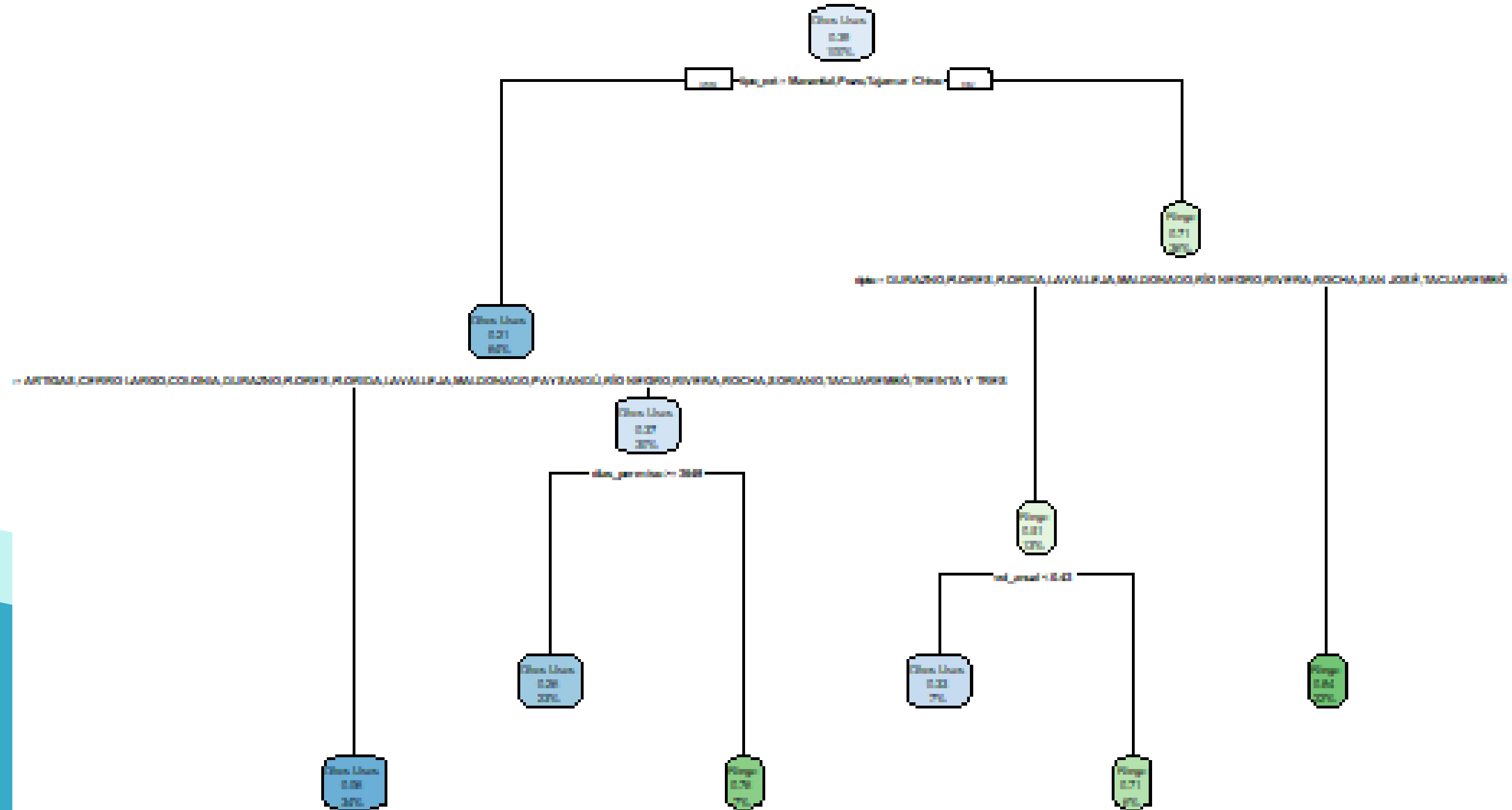
Proporción re registros

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/

Visualizador de aprovechamiento de recursos hídricos en Uruguay

Información

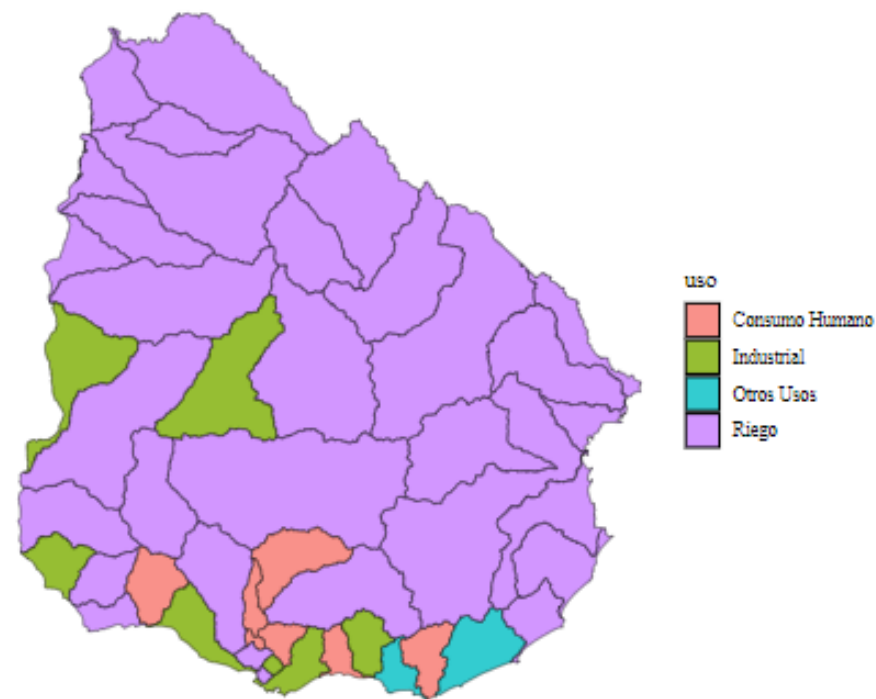
Visualizar por nivel de cuenca:

Cuencas nivel 2

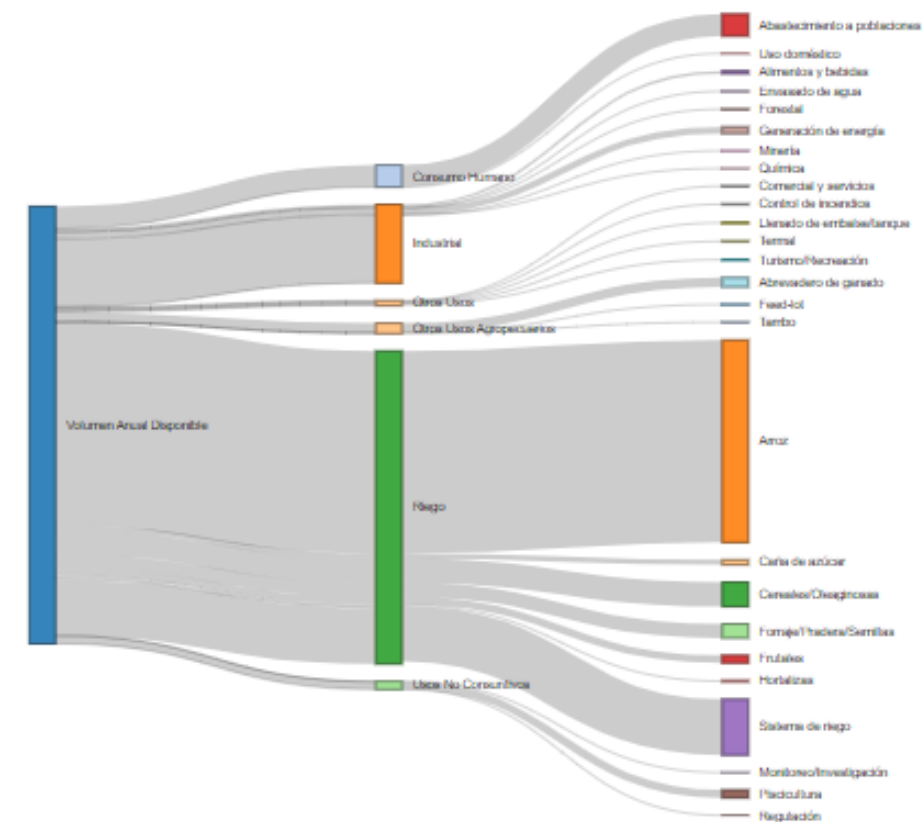
Filtrar por uso:

Todos

Uso principal por cuenca hidrográfica



Distribución del volumen anual por uso





**¡Muchas
Gracias!**