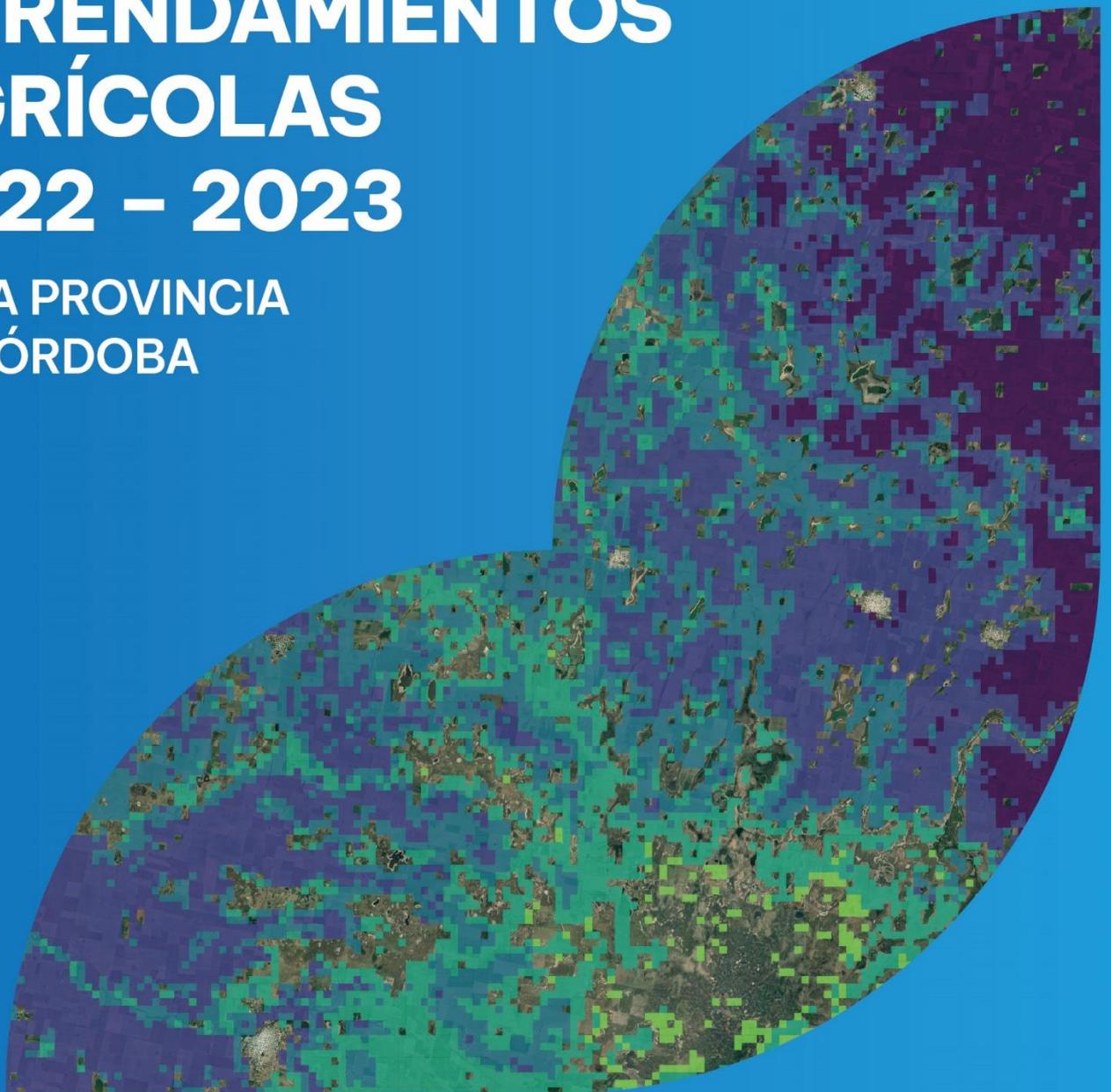


INFORME

VALOR DE ARRENDAMIENTOS AGRÍCOLAS 2022 – 2023

EN LA PROVINCIA
DE CÓRDOBA



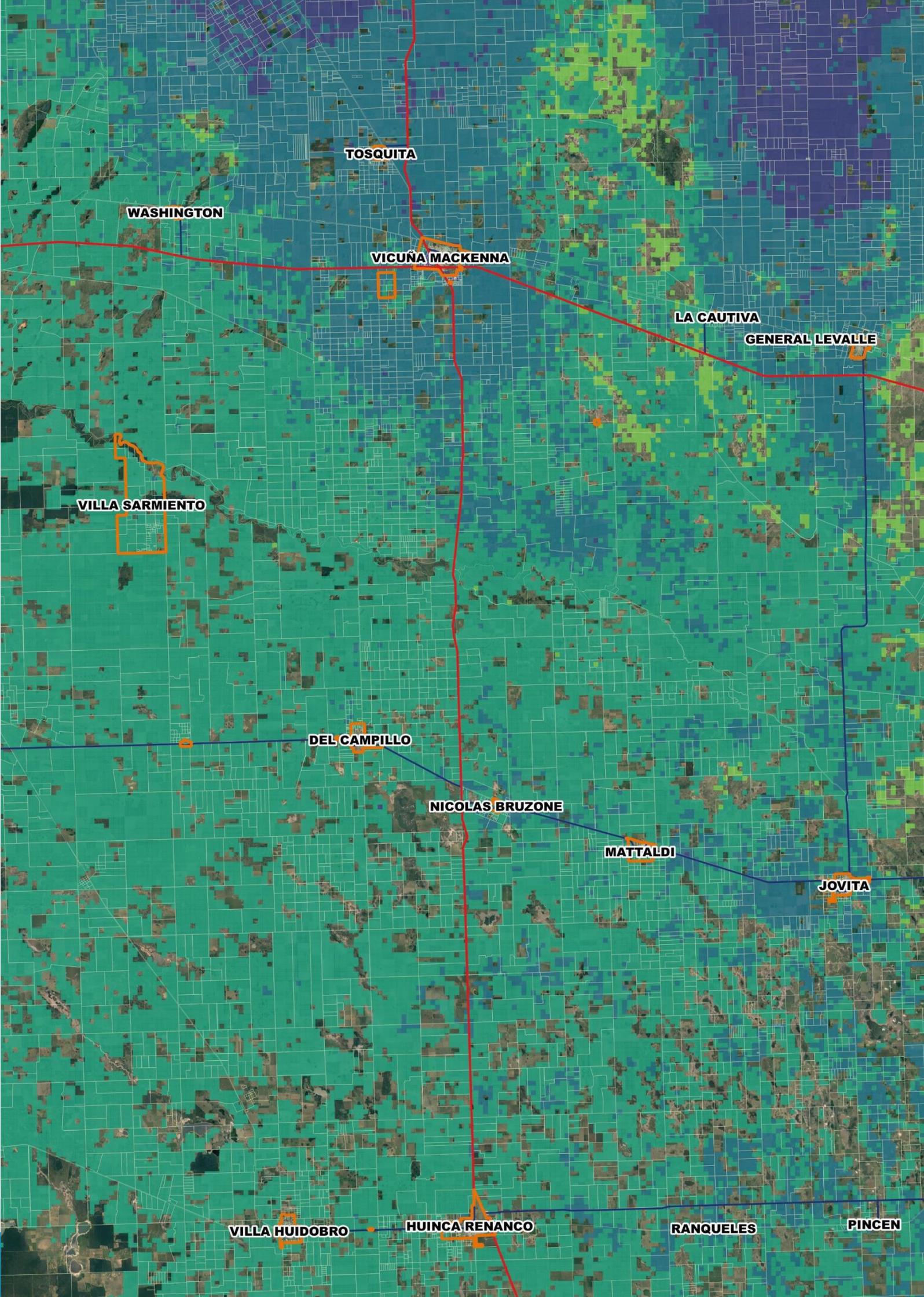
MAYO 2023



CÓRDOBA
entre todos

Hacemos

IDECOR - INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA



TOSQUITA

WASHINGTON

VICUÑA MACKENNA

LA CAUTIVA

GENERAL LEVALLE

VILLA SARMIENTO

DEL CAMPILLO

NICOLAS BRUZONE

MATTALDI

JOVITA

VILLA HUIDOBRO

HUINCA RENANCO

RANQUELES

PINCEN

Organismos participantes

IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba)
Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba.

Centro de Estudios Territoriales, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEfyN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

Licencia

MAPA VALOR DE ARRENDAMIENTOS AGRÍCOLAS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 2022-2023. Está distribuido bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Libre para compartir, distribuir, copiar y adaptar.

Citar como: Mapa de Valor de Arrendamientos Agrícolas en la Provincia de Córdoba 2022-2022. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR), abril 2023.

Aviso de uso

Los datos del presente trabajo fueron desarrollados por IDECOR, para la realización de estudios territoriales e inmobiliarios en particular. No obstante, las características técnicas de los resultados obtenidos posibilitan otros usos científicos y técnicos, quedando éstos a criterio y responsabilidad de los usuarios.

El equipo técnico se desliga de cualquier uso indebido que pueda realizarse de los mapas y datos desarrollados fuera del ámbito para el cual fueron diseñados y/o sus características técnicas posibilitan, quedando estos otros usos bajo responsabilidad de los usuarios.

Contenido

1. Introducción.....	4
2. Metodología	7
2.1. Área de estudio	7
2.2. Muestra del mercado de arrendamientos agrícolas	9
2.3. Variables Independientes consideradas en la modelización	11
2.4. Predicción del Valor de Arrendamiento	12
3. Resultados obtenidos	13
3.1. Estadísticas descriptivas	13
3.2. Importancia de las variables según el modelo predictivo utilizado	14
3.3. Mapa del Valor Unitario del Arrendamiento (VUA) agrícola 2022	16
4. Relación del valor de los arrendamientos con otras variables físicas y económicas	19
4.1. Renta de los inmuebles agrícolas	19
4.2. Relación con la capacidad de uso de los suelos	21
Anexo. Variables independientes utilizadas en la modelización.....	25
Variables independientes utilizadas en la estimación.....	25
Estadísticas descriptivas variables independientes.....	28

1. Introducción

El sector agropecuario de la Provincia de Córdoba es considerado uno de los principales motores de la economía local, con una participación del 23,7% en el producto geográfico bruto provincial (PGB)¹. Su producción de soja y maíz asciende aproximadamente a los 11.000 millones de dólares por campaña. De acuerdo a estudios del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia e IDECOR, del Ministerio de Finanzas, el área sembrada en la campaña 2021- 2022 fue de 7,83 millones de hectáreas, habiéndose destinado un 59,4% al cultivo de soja y el 33,3% al maíz, con rindes promedios de 31 qq/ha² y 77 qq/ha respectivamente³. Además, se estima que anualmente se celebran alrededor de 6.000 contratos de arrendamiento con fines productivos⁴.

En este contexto, la iniciativa emprendida para entender el comportamiento de los arrendamientos rurales adquiere especial relevancia. El presente estudio continúa un proyecto innovador comenzado hacia fines de 2021, con el objetivo de **conocer el valor, distribución espacial y comportamiento del mercado de arrendamientos agrícolas**, lo cual es relevante a la hora de efectivizar políticas, tomar decisiones de producción o inversión y asignar recursos financieros de manera eficiente.

El estudio y modelado de los arrendamientos rurales constituye un desafío en sí mismo, por la escala de trabajo que implica y la dependencia espacial⁵ de las variables bajo análisis. Las dificultades se agudizan en un contexto de inestabilidad cambiaria y regulaciones, con la permanencia del cepo cambiario y la consecuente brecha entre el dólar oficial y el dólar “paralelo”, de prácticamente el 100%. Además, la presión impositiva sobre el sector es tan alta, que sólo percibe, en promedio, 35 de cada 100 pesos que genera⁶, con las retenciones en el centro del debate político y económico. Estas condiciones deben tenerse en cuenta a la hora de trabajar con los resultados obtenidos.

Al igual que el resto de los estudios desarrollados por la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), la iniciativa se basa en la utilización de software libre y la premisa de la publicación de la información producida en formatos abiertos, buscando dar mayor transparencia al

¹ Fuente: [Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia](#)

² Quintales por hectárea.

³ “Mapa de Área Sembrada, Rindes y Producción de Soja y Maíz Campaña 2021/2022, Provincia de Córdoba. Ministerio de Agricultura y Ganadería e IDECOR, Gobierno de la Provincia de Córdoba”. Septiembre 2022. Recuperado de <https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2023/03/Informe-Area-sembrada-y-rindes-21-22-Cba.pdf>

⁴ Según datos de DGR de la Provincia de Córdoba, en base al impuesto a los sellos.

⁵ Autocorrelación espacial: el valor de una variable está correlacionado con valores cercanos en el espacio geográfico.

⁶ Fuente: Fundación Agropecuaria por el Desarrollo de Argentina (FADA).

funcionamiento de los mercados inmobiliarios rurales. El equipo de trabajo con la participación de profesionales de diversas disciplinas (economistas, geógrafos, ingenieros agrónomos, agrimensores, corredores inmobiliarios y profesionales de sistemas), además de la participación de investigadores la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba y el CONICET, en el marco de convenios específicos.

El presente informe refleja la metodología y los resultados obtenidos mediante el estudio del mercado de arrendamiento del suelo agrícola - en términos económicos, la *rentabilidad del factor tierra agrícola* - permitiendo identificar su estructura espacial. A estos fines, se buscó predecir los valores de arrendamiento en quintales por hectárea, utilizando un valor homogéneo que permita descontar los efectos de la autocorrelación espacial y así volver comparables los inmuebles agrícolas en arriendo. Los resultados informan el **Valor Unitario de Arrendamiento agrícola (VUA) para 2022**, que aplicó a la campaña 2022-23, medido en quintales de soja por hectárea (qq-soja/ha), para una unidad espacial de 25 ha (grilla regular de 500 m por 500 m), a lo largo de toda el área cultivada de la provincia de Córdoba. Además, se agrega como subproducto, un mapa de estimación de la **renta del suelo agrícola**, a partir de los resultados obtenidos mediante el cálculo de este valor unitario y los estudios del valor de la tierra que el Ministerio de Finanzas lleva adelante desde 2018.

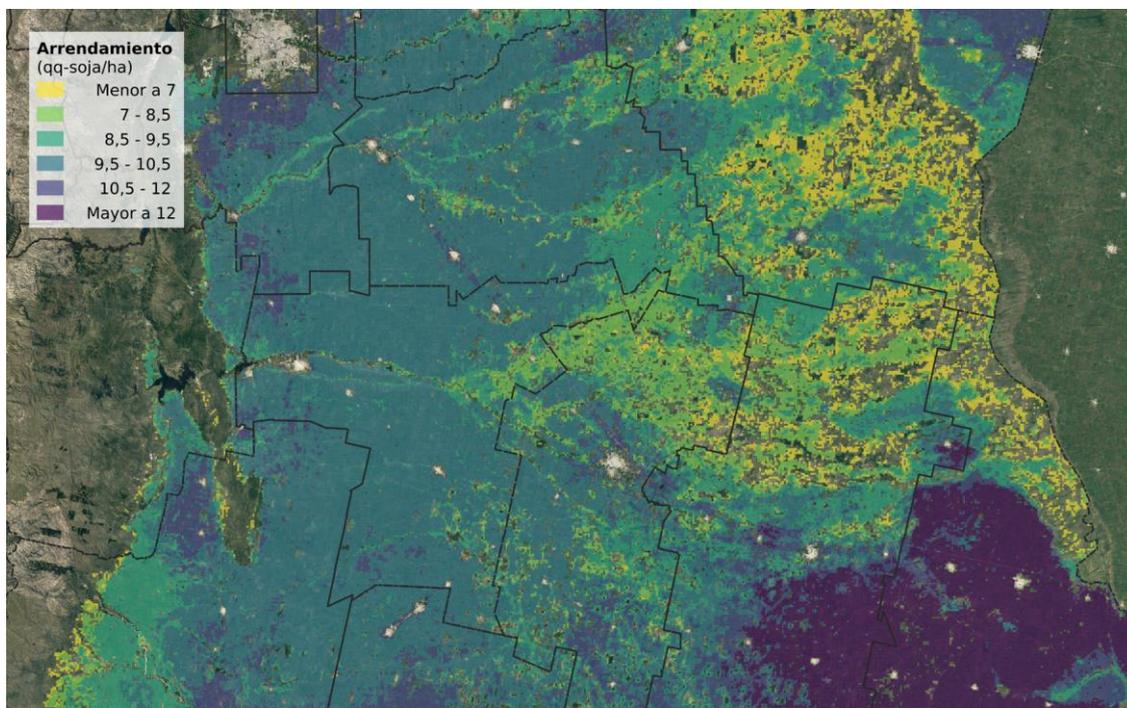
A nivel agregado, esta información posibilita disminuir la incertidumbre respecto a los valores de alquiler estimados, además de los costos de información y transacción asociados a la operación inmobiliaria. Así, otorgará mayor transparencia al mercado y, en consecuencia, permitirá mejorar la competitividad y el acceso a la información del sector. También permite a propietarios e inversores conocer la rentabilidad del suelo y el costo de oportunidad que conlleva; y a los arrendatarios, posibilitará calcular los márgenes brutos asociados. Esta información resulta indispensable además, a los hacedores de política pública, a la hora de diseñar e implementar medidas fiscales, tributarias y agropecuarias que logren incrementar la equidad y la eficiencia del sector, como también procurar el cuidado de los recursos naturales.

A partir de una muestra de mercado de arrendamientos agrícolas conformada por 768 observaciones relevadas mediante el [Observatorio del Mercado Inmobiliario](#) (OMI), desde agosto de 2021 hasta mayo de 2022⁷, se utilizaron **técnicas de aprendizaje computacional (*machine learning*)** con el propósito de estimar los valores de arrendamiento en qq-soja/ha, en más de 360.000 celdas de 25 hectáreas que cubre toda el área cultivada de la provincia. La apertura de la información resultante se realiza a través de la publicación del **Mapa del Valor**

⁷ Disponer de los datos medidos de manera no monetaria, mediante el valor de referencia del mercado (quintales de soja por hectárea) permite utilizar datos previos sin necesidad de actualizarlos en términos inflacionarios.

de Arrendamientos Agrícolas 2022 (Figura 1), disponible en [MapasCórdoba](#), el geoportal de IDECOR.

Figura 1. Mapa del Valor de Arrendamientos Agrícolas 2022

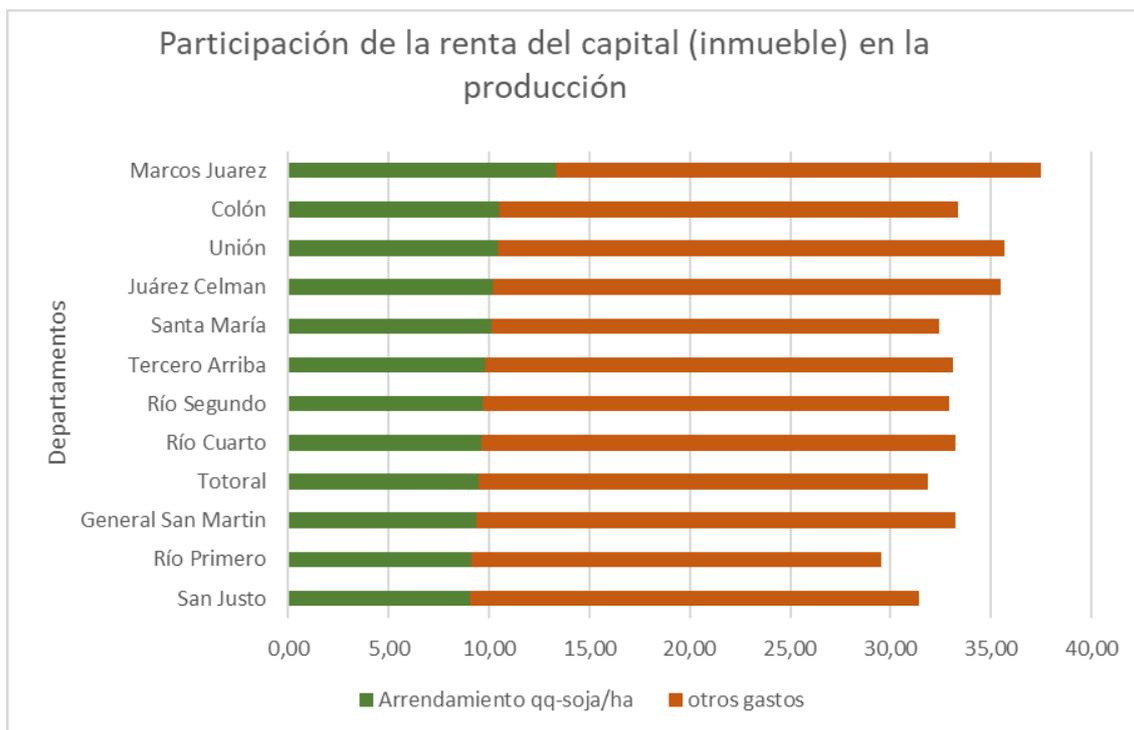


Fuente: IDECOR, 2023

Las estimaciones obtenidas indican que **el VUA agrícola promedio estimado para 2022 asciende a los 9,8 qq-soja/ha**, con un coeficiente de variación (CV) del 18%⁸. Además, es posible observar los valores de los arrendamientos por departamento, y para cada uno de estos, detallar la participación de la renta del capital tierra en la producción (Figura 2). A nivel agregado por departamento, la participación promedio del arrendamiento resulta en aproximadamente el 30% de la producción, con excepción de Marcos Juárez que presenta valores levemente mayores dada su relevancia en el mercado agropecuario local.

⁸ El coeficiente de variación (CV) expresa la desviación estándar en relación a la media, formando así una medida de variabilidad independiente de la escala de la variable. Si el coeficiente de variación es del 18%, significa que refleja desvíos que se alejan del promedio en un 18%.

Figura 2. Participación (en qq-soja/ha) de la renta del capital en la producción, por departamento.



Fuente: IDECOR, 2023

Las siguientes secciones describen el proceso general llevado adelante a fin de obtener los resultados mencionados.

2. Metodología

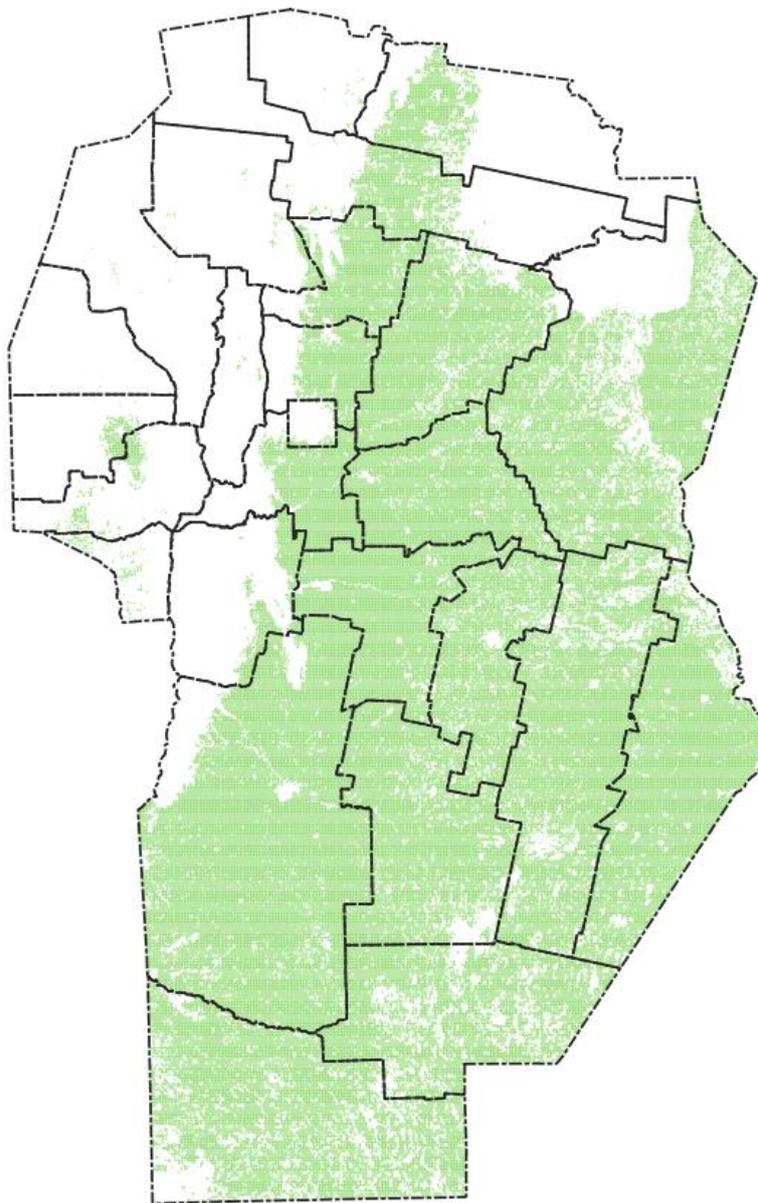
2.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde a la **superficie cultivada de la provincia** (Figura 3), sobre la que se definió una **grilla regular con celdas de 25 ha** (es decir, de 500 m de lado). La superficie cultivada en la última campaña, publicada en el mapa de [Coberturas Agrícolas Estivales 2021-2022](#)⁹, fue determinada en el marco del programa Mapas de Cobertura y Usos del Suelo que desarrolla IDECOR desde 2017 y del programa Nuevas Estimaciones Agrícolas, que lleva adelante en apoyo al Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba, desde 2020.

⁹ Para mayor detalle se puede consultar el informe técnico [Área Sembrada, Rindes y Producción de soja y maíz. Campaña 2021/2022](#).

En dicho producto se categorizó cada celda como cultivada si más del 50% de su superficie estaba ocupada por cultivos agrícolas. De este modo, se identificaron 363.209 celdas donde se desarrollaron actividades agrícolas durante la campaña 2021/22, totalizando casi 8 millones de ha sobre las cuales se estimaron los valores de los arrendamientos.

Figura 3. Área cultivada de la Provincia de Córdoba, campaña 2021-22



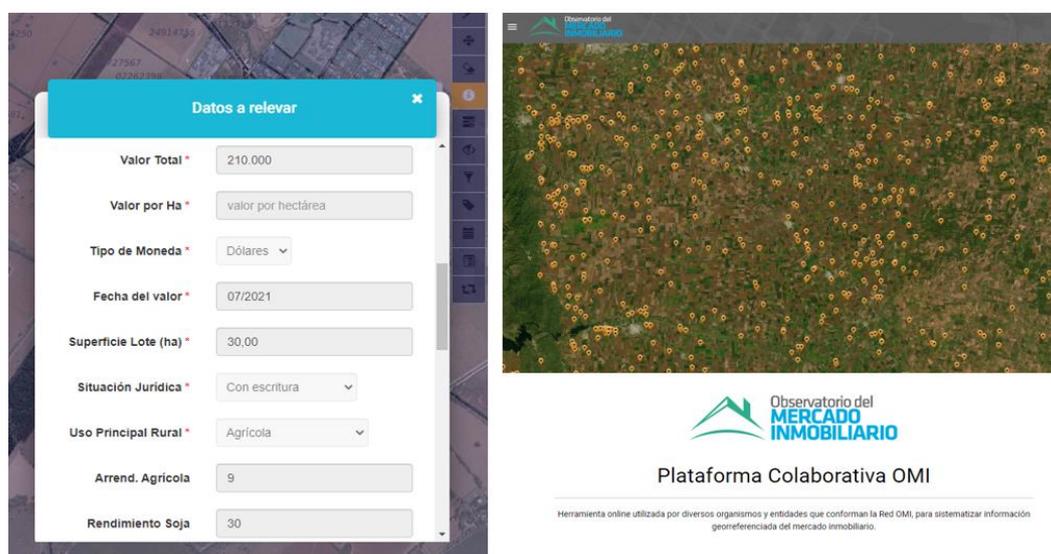
Fuente: IDECOR, 2023

2.2. Muestra del mercado de arrendamientos agrícolas

La etapa inicial consistió en el relevamiento entre los meses de abril y octubre de 2022, de valores de arrendamientos agrícolas a través de agentes inmobiliarios y especialistas del sector, principalmente con la colaboración de ingenieros agrónomos. Los valores de arrendamiento en quintales de soja por hectárea fueron incorporados de manera georreferenciada al **Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI)**, coordinado por IDECOR (Figura 4).

El relevamiento de datos incluye otras informaciones con el fin de validar el valor del arrendamiento informado, como por ejemplo el rendimiento agrícola según el cultivo (soja, maíz y/o trigo), la capacidad de uso del suelo, el valor de la tierra por ha, entre otras.

Figura 4. Capturas de pantalla de la aplicación web/móvil OMI.



Fuente: IDECOR, 2023

La muestra quedó conformada por **768 observaciones exclusivamente agrícolas**¹⁰, con valores de arrendamiento mayores o iguales a 2 qq-soja/ha. Las estadísticas descriptivas de la totalidad de la misma se exponen en la Tabla 1, reflejando un **valor promedio de aproximadamente 10 quintales de soja por hectárea**, con mínimos y máximos de 2 y 20 qq-soja/ha respectivamente. El 10% de las observaciones de menor valor se ubican por debajo de los 8 qq-soja/ha (P10), mientras que el 10% de las observaciones de mayor valor resultaron por

¹⁰ Si bien la mayoría de los datos utilizados corresponden al año 2022, se consideraron también datos de 2021, dejando de lado datos de uso de suelo ganadero, donde el arrendamiento se valúa en kilogramos de carne.

encima de los 13 qq-soja/ha (P90). A su vez, el coeficiente de variación muestra un 29% de variabilidad respecto a la media.

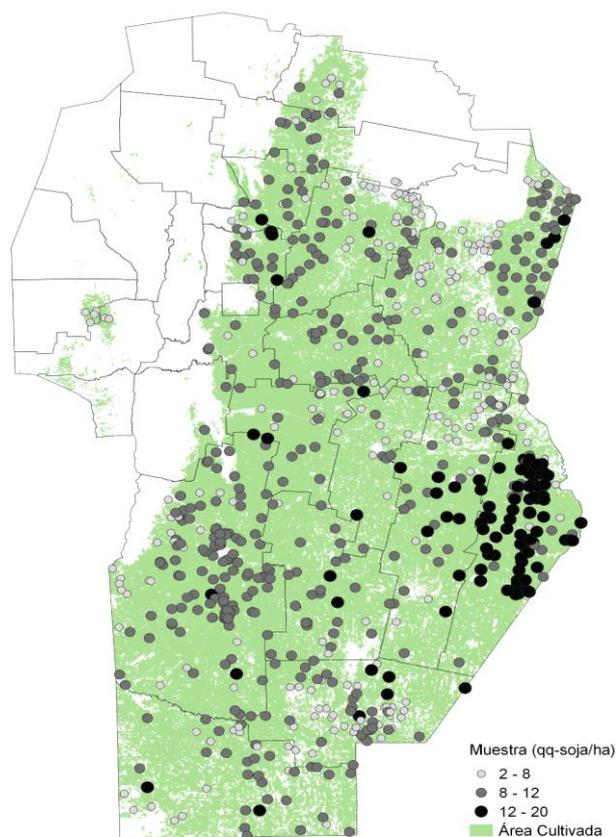
Tabla 1. Estadística descriptiva de la muestra

Observaciones	Media	Mediana	Min	Max	CV(%)	P10	P90
768	9,85	10	2	20	29	6	13

Fuente: IDECOR, 2023

Puede apreciarse en la Figura 5 que, con algo de variabilidad, los valores más bajos (menores a 8 qq-soja/ha) tienden a concentrarse en la zona oeste y sur de la provincia, mientras que el área centro refleja un arrendamiento promedio de entre 8 y 12 qq-soja/ha. Por otro lado, los valores más altos (mayores a 12 qq-soja/ha) se concentran al este de la provincia, principalmente en la zona de Marcos Juárez y en menor medida en los departamentos aledaños.

Figura 5. Distribución espacial de la muestra de valores de arrendamientos agrícolas.



Fuente: IDECOR, 2023

2.3. Variables independientes consideradas en la modelización

Para estimar el valor de los arrendamientos agrícolas es necesario contar, adicionalmente, con un conjunto de variables independientes potencialmente explicativas de aquellos. El presente estudio utilizó un total de 80 variables independientes, calculadas o desarrolladas por medio de herramientas geomáticas (SIG, herramienta de procesamiento de imágenes, etc.), las que pueden agruparse en las siguientes categorías, según temáticas y fuentes de datos¹¹:

- Mapeo de Cobertura y Uso del Suelo (*land cover*), IDECOR (2020/21).
- Cartas de Suelo de INTA y Gobierno de la Provincia: variables de Capacidad de Uso del Suelo, Índice de Productividad, Limitantes de Suelo (2021).
- Mapas de Propiedades del Suelo: variables referidas a materia orgánica, contenido de fósforo, pH, nitrógeno, arena, arcilla, limo. Estudios ad-hoc de IDECOR, INTA, Secretaría de Agricultura de la Provincia, entre otros (2021).
- Series temporales climáticas: precipitaciones, temperaturas, radiación solar, déficit hídrico (*WorldClim* Versión 2, 1970-200, resolución 30s - 1km²); evapotranspiración (*MODIS*, resolución 500m); índice de sequía (*PSDI - TerraClimate*, 1960-2018).
- Modelo Digital de Elevación *MERIT DEM* (resolución de 3 segundos - 90 m en el Ecuador): variables topográficas relacionadas a alturas y pendientes del terreno.
- Recursos hídricos: variables relacionadas a cursos de agua, aguas subterráneas, salinidad en agua. Información proveniente de la Administración Provincial de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba.
- Recurrencia de agua superficial: productos propios desarrollados a partir de Pekel et Al. (2018), mediante clasificación de imágenes Landsat entre los años 1984 y 2018.
- Infraestructura y asentamientos humanos: variables relacionadas a distancias, centros urbanos, red eléctrica, acopios, puerto, entre otras. Información proveniente de Dirección Provincial de Vialidad, EPEC-Secretaría de Energía de la Nación, entre otras fuentes públicas.

¹¹ El detalle completo de las variables utilizadas, junto con sus estadísticas descriptivas, se puede consultar en el Anexo.

- Económicas: variables que refieren a rendimientos históricos de soja y maíz. En base a estudios ad-hoc de IDECOR (2020-21, 2021-22), Sec. de Agricultura e Informes Económicos de la Bolsa de Cereales de Córdoba.
- Otras temáticas: variables que describen condiciones de vegetación (NDVI), zonas de resguardo agropecuario, entre otras.

2.4. Predicción del Valor de Arrendamiento

Para efectuar la predicción de los valores unitarios del arrendamiento (VUA) rural fuera de la muestra, se probaron tres modelos basados en algoritmos de **aprendizaje computacional (*machine learning*)**: *Quantile Regression Forest* (qrf), *Support Vector Machine* (svm) y *Gradient Boosting Machine* (gbm). Estos algoritmos se entrenaron con el objetivo de predecir la variable dependiente (arrendamiento agrícola) a través de las variables explicativas mencionadas. La capacidad predictiva de cada uno de los algoritmos ajustados se estimó mediante un proceso de **validación cruzada (*cross-validation*)** en 10 grupos, lo que permite estimar los errores de predicción.

Posteriormente se eligió implementar aquel algoritmo con mejor desempeño predictivo sobre la muestra analizada, es decir, aquel con el menor error porcentual absoluto promedio (MAPE, por sus siglas en inglés¹²).

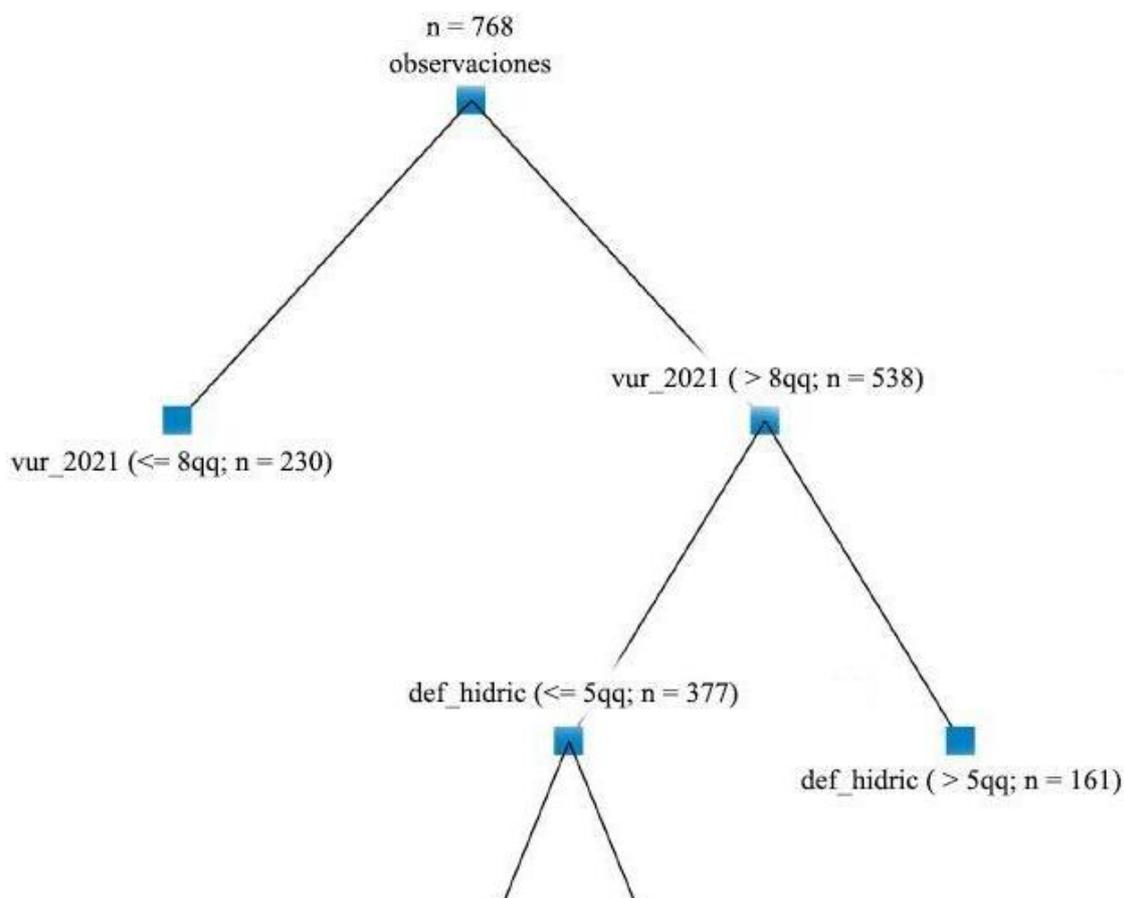
$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|\hat{y}_i - y_i|}{y_i} \right)}{n}$$

Donde \hat{y}_i es el valor predicho por el modelo para la observación i cuando se encuentra fuera de la muestra, y_i es el valor real de la observación i , y n la cantidad de datos en la muestra de la localidad.

El modelo basado en *Quantile Regression Forest* mostró un valor MAPE del **16%**, presentando un mejor desempeño respecto a los otros considerados, *svm* (18%) y *gbm* (17%). Este algoritmo está basado en un **proceso iterativo de árboles de decisión** (Figura 6) o *Random Forest*, permitiendo mediante un remuestreo, predecir valores de cuantiles, es decir, de puntos determinados que dividen la distribución de observaciones en intervalos.

¹² MAPE (*mean absolute percentage error*) constituye una medida de cuán certera resultó la predicción efectuada mediante un modelo sobre determinado conjunto de datos

Figura 6. Ilustración de árboles de decisión.



Fuente: IDECOR, 2023

3. Resultados obtenidos

3.1. Estadísticas descriptivas

Las estimaciones obtenidas por medio del algoritmo computacional *Quantile Regression Forest* sobre las celdas bajo estudio indican que el **VUA promedio** de los arrendamientos para el área cultivada de la provincia fue de **9,8 qq-soja/ha**, con una **variabilidad porcentual** del **18%** respecto a la media.

En términos departamentales (Tabla 2), los VUA más altos de la provincia se ubican en Marcos Juárez, con un promedio de 13 qq-soja/ha, un mínimo de 7 y un máximo de 19 qq-soja/ha. Los valores más bajos se ubican en los departamentos San Alberto, San Javier, Pocho, Minas y Cruz del Eje, con un VUA promedio de 5 qq-soja/ha.

Tabla 2. Resultado del VUA (qq-soja/ha) por departamento.

Departamentos	VUA Medio	CV %	VUA Min	VUA Max
Marcos Juárez	13	16	7	19
Capital	11	6	9	11
Colón	10	7	7	13
Unión	10	20	6	17
Juárez Celman	10	8	4	14
Santa María	10	6	6	12
Tercero Arriba	10	6	6	13
Río Segundo	10	7	7	12
Río Cuarto	10	12	4	13
Calamuchita	10	8	5	11
Totoral	9	8	5	13
Gral. San Martín	9	11	6	12
Río Primero	9	11	5	12
San Justo	9	17	5	13
Tulumba	9	10	5	11
Pte. R. Saenz Peña	9	15	2	13
General Roca	9	7	7	12
Ischilín	8	14	4	11
Río Seco	8	8	5	10
Punilla	6	25	4	11
Sobremonte	6	0	6	6
Cruz Del Eje	6	10	5	7
San Javier	6	13	5	11
San Alberto	5	21	4	11
Pocho	4	13	3	4
Promedio	9	11	2	19

Fuente: IDECOR, 2023

3.2. Importancia de las variables según el modelo predictivo utilizado

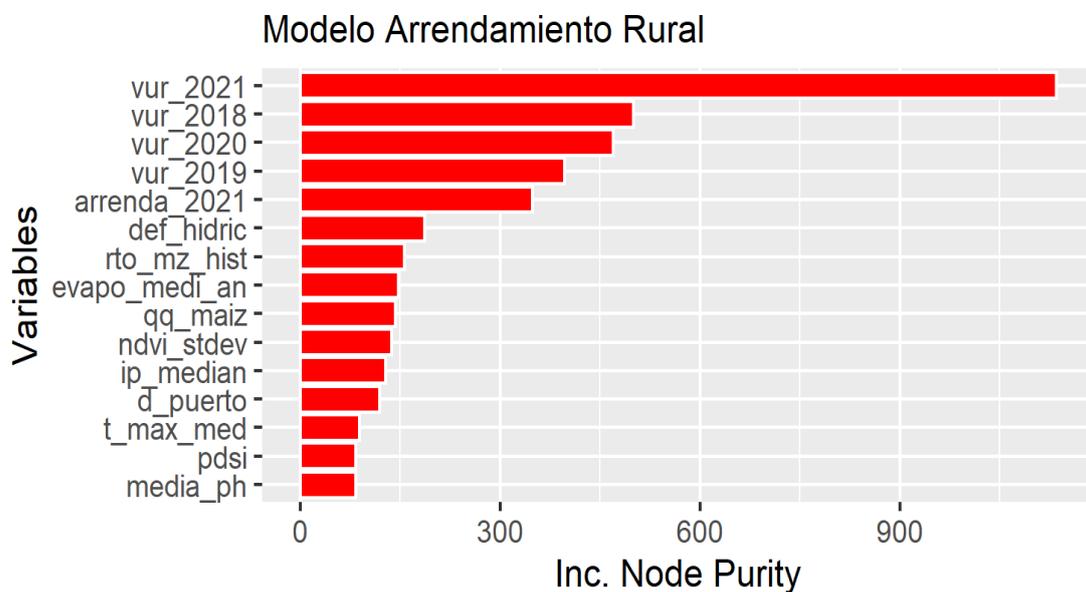
Resulta interesante entender **qué variables son más determinantes** en la formación de los valores de los arrendamientos agrícolas. Esto es posible gracias al cálculo del índice de impureza o *Mean Decrease Gini*, un coeficiente que permite determinar cómo cada variable contribuye en la homogeneidad de los *nodos* y *hojas* del árbol de decisión. En síntesis, este índice es una medida de la importancia de las variables explicativas: cuanto mayor sea su valor, mayor será la relevancia de la variable independiente en el modelo trabajado.

$$I_G(n) = 1 - \sum_{i=1}^J (p_i)^2$$

Donde IG es la media de la disminución total de una variable en la impureza del nodo, y pi es la proporción de muestras que pertenecen a un nodo particular en cada árbol de decisión individual.

La Figura 7 muestra las **15 variables más relevantes** que influyeron en el ajuste final del modelo elegido (*qrf*). Entre estas destacan Valor Unitario histórico de la Tierra (VUT_2021, 2020, 2019, 2018), arrendamiento agrícola 2021 (arrenda_2021), déficit hídrico (def_hidric), rendimiento de maíz histórico (rto_mz_hist), evapotranspiración media anual (evapo_medi_an), rendimiento en quintales de maíz por hectárea (qq_maíz), índice de vegetación NDVI (ndvi_stdev), mediana del índice de productividad del suelo (ip_median), distancia a puerto (d_puerto), temperatura máxima media (t_max_med), PDSI (índice de severidad de sequía) y pH medio del suelo (media_ph)

Figura 7. Variables explicativas más importantes a la hora de estimar el valor unitario de los arrendamientos agrícolas.



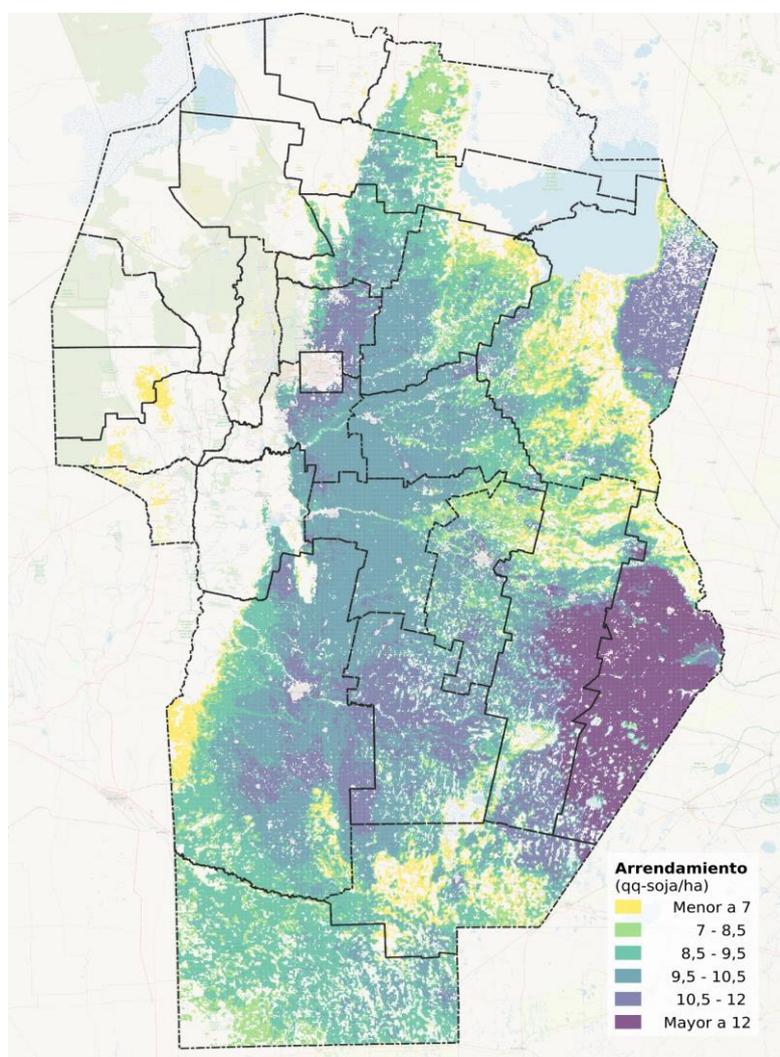
Fuente: IDECOR, 2023

3.3. Mapa del Valor Unitario del Arrendamiento (VUA) agrícola 2022

Los resultados permiten elaborar el mapa de Valor Unitario del Arrendamiento (VUA) agrícola 2022 (Figura 8), que refleja la estructura de valor de los arrendamientos a nivel provincial, en una unidad espacial de 25 ha, de tal modo que permite aproximar los valores con un alto nivel de detalle y observar la variabilidad espacial en las distintas zonas.

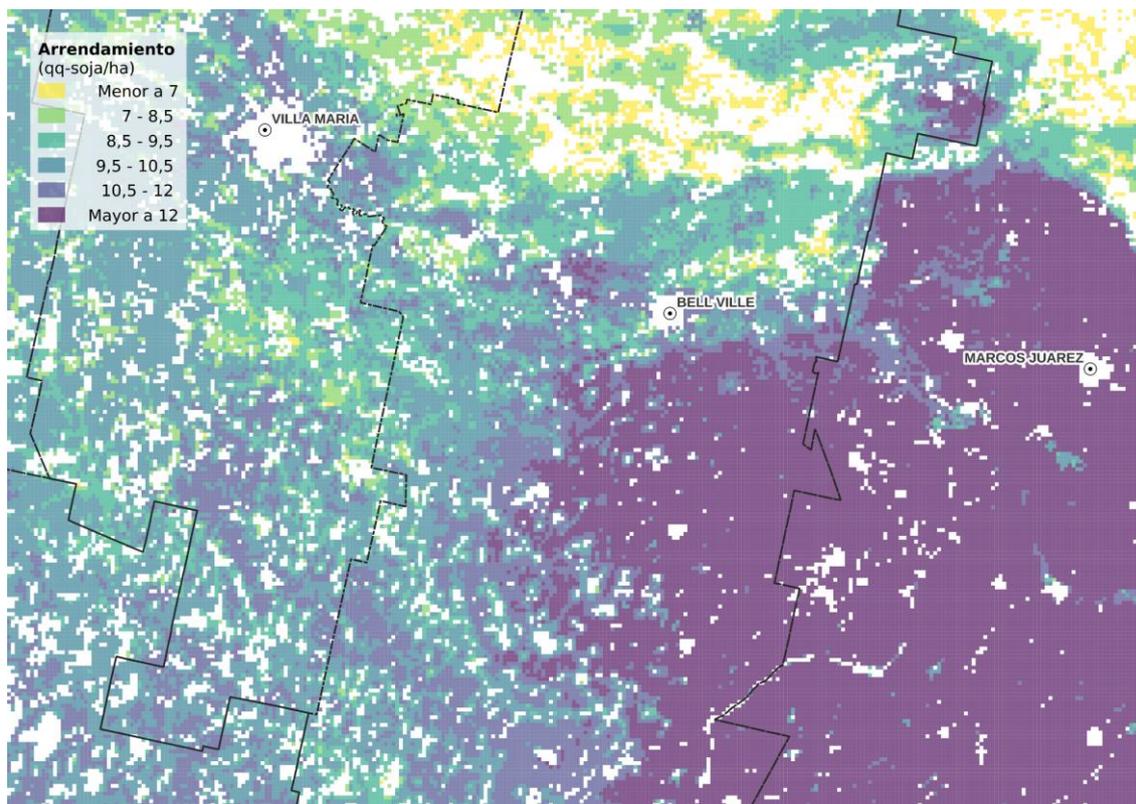
A modo de ejemplo, puede apreciarse en la Figura 9 la distribución espacial del VUA en el área sureste de la provincia, cercana a las ciudades de Bell Ville, Leones y Marcos Juárez. La misma presenta un arrendamiento promedio de 11 qq-soja/ha, con valores mínimos de 6 qq-soja/ha al norte y valores máximos de 19 qq-soja/ha hacia el sureste, constituyendo la región con valores de arrendamiento más altos en toda la provincia.

Figura 8. Mapa del Valor Unitario del Arrendamiento (VUA) agrícola 2022



Fuente: IDECOR, 2023

Figura 9. Mapa de variabilidad espacial del VUA en la zona sureste de la Provincia de Córdoba



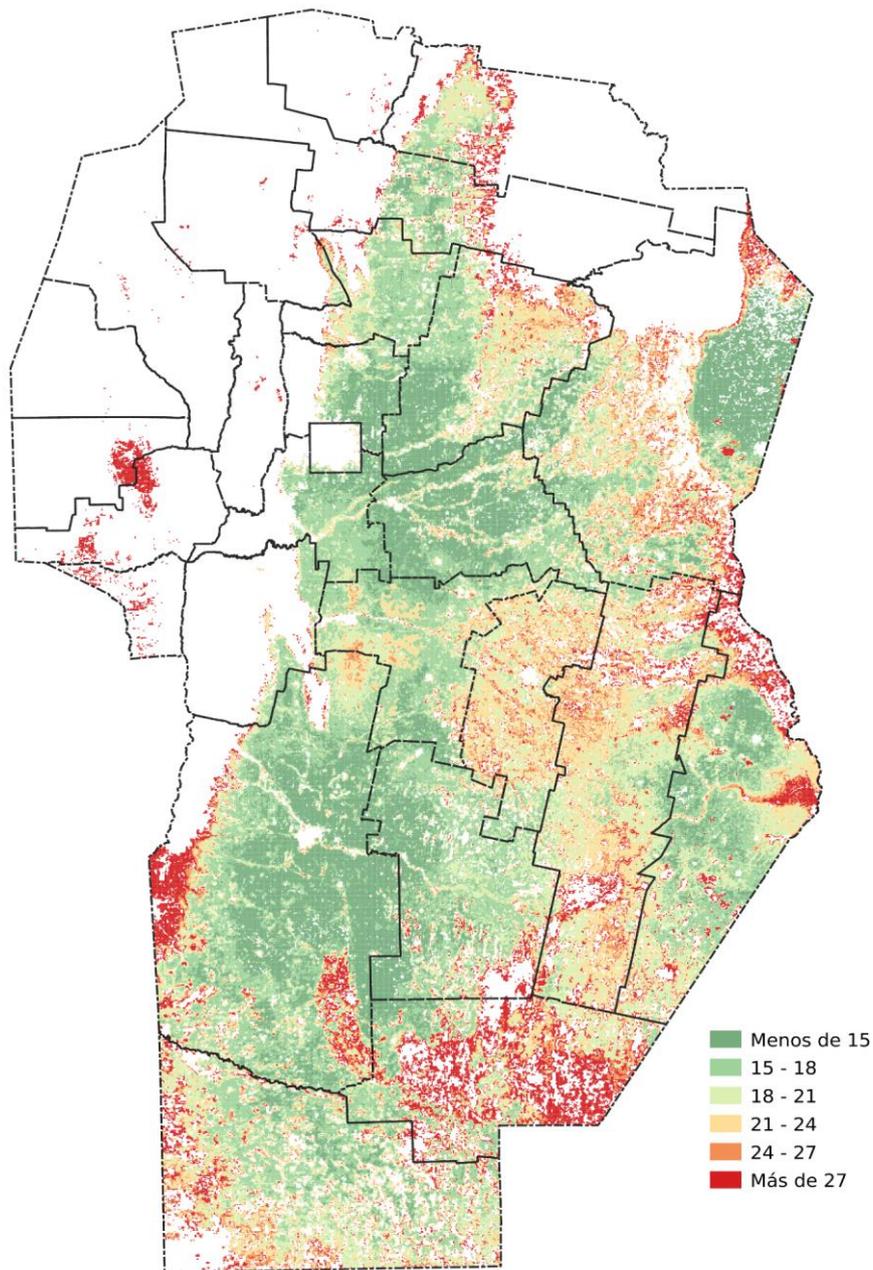
Fuente: IDECOR, 2023

El método computacional utilizado se caracteriza por ser un algoritmo anidado, no lineal, que consiste en realizar múltiples árboles de regresión mediante un procedimiento de remuestreo y permite generar, a partir de la muestra original, distintas muestras independientes entre sí. Una característica interesante del algoritmo en cuestión es que guarda la información de todos los árboles de regresión que infiere para poder realizar la predicción. Por lo tanto, también permite construir un mapa de la **variabilidad de la predicción**, donde se calcula la desviación estándar de todos los resultados de los árboles y se los divide por la mediana. El coeficiente de variación, entonces, posibilita **evaluar espacialmente la confiabilidad en las estimaciones** realizadas.

El porcentaje de variabilidad de la predicción a nivel provincial puede apreciarse en la Figura 10. Los lugares con mayor variabilidad están asociados a predicciones menos confiables. La mayor incertidumbre en la predicción puede explicarse en principio, por menores cantidades relativas de observaciones. Así mismo, algunos otros sectores con alta variabilidad en la predicción se corresponden con áreas anegables¹³ en la provincia.

¹³ Áreas rurales propensas a sufrir inundaciones.

Figura 10. Mapa de incertidumbre de predicción del valor unitario del arrendamiento (VUA) agrícola 2022



Fuente: IDECOR, 2023

4. Relación del valor de los arrendamientos con otras variables físicas y económicas

4.1. Renta de los inmuebles agrícolas

A partir del valor VUA, no sólo es posible conocer el valor de los arrendamientos agrícolas, sino también analizar la **rentabilidad asociada al valor de los campos**. A estos fines, se utilizaron los valores de mercado de la tierra rural que desde 2018, estudia y determina el Ministerio de Finanzas, a través de IDECOR y el Catastro Provincial.

Utilizando los valores de arrendamientos agrícolas obtenidos en el presente estudio, el precio del quintal a la cotización del dólar bolsa y disponiendo además de los VUT (Valores Unitarios de la Tierra) en dólares por hectárea¹⁴ para 2022, es posible estimar la rentabilidad anual bruta de una hectárea rural arrendada para uso agrícola, proceso que consiste en calcular el **cociente entre el VUA y el VUT, ambos expresados en dólares (VUA/VUT)**.

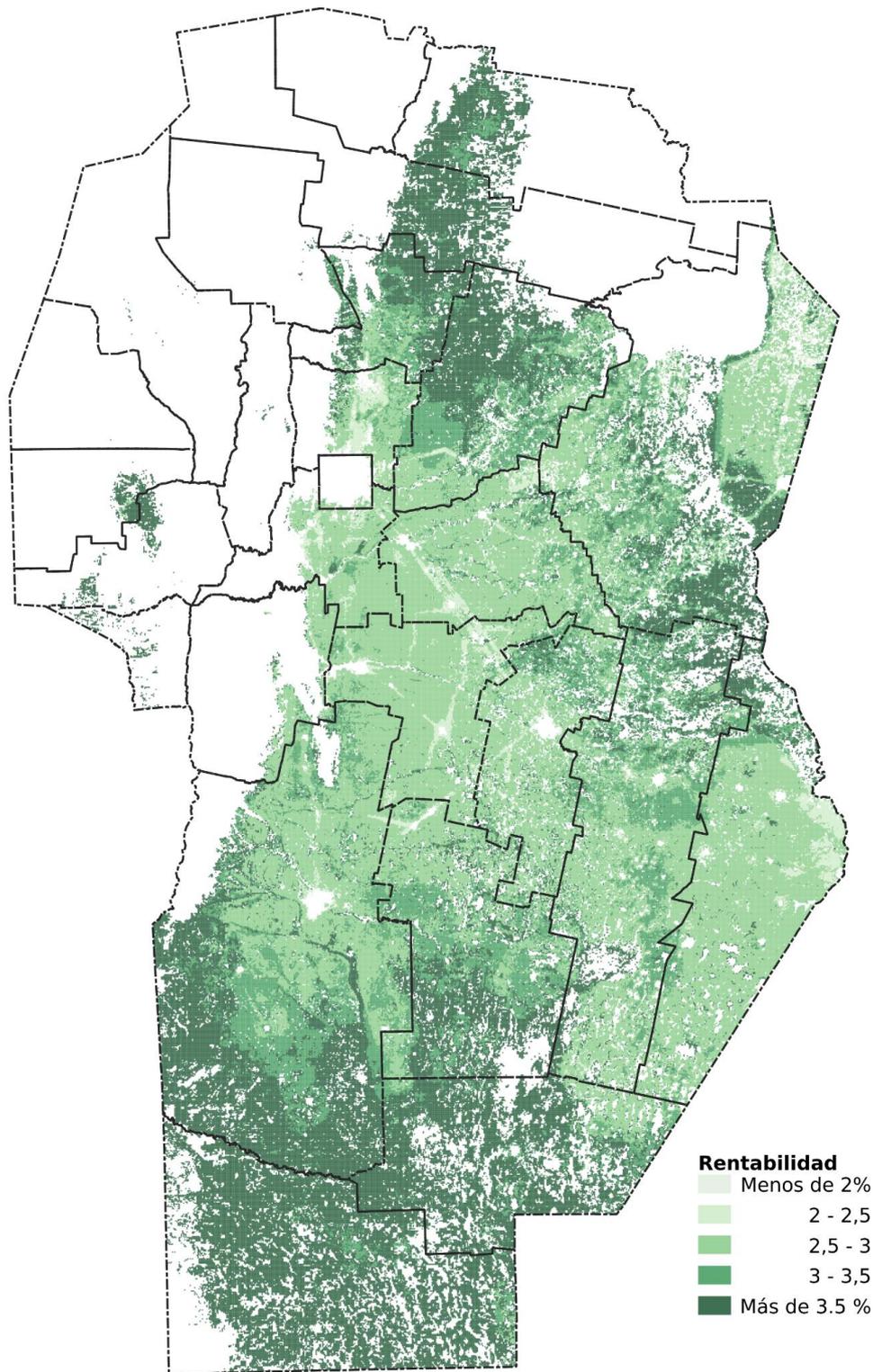
La Figura 11 refleja el mapa de variabilidad para la rentabilidad (en porcentaje, respecto del valor de la tierra) para todo el territorio provincial. Puede observarse que las **menores rentabilidades** se encuentran en las **zonas más productivas**, ubicadas al sureste de la provincia y caracterizadas por ser zonas **más estables** en sus rendimientos, con IP (índices de producción) elevados o suelos de capacidad de uso I y II. Estos valores de rentabilidad relativamente menores son consecuencia de la presencia de **mayores valores de la tierra**, ya que estas zonas son más productivas y están asociadas a rendimientos más estables y **menores riesgos**, impactando en la rentabilidad anual.

Por otro lado, las **zonas marginales** ubicadas al sur y noroeste de la provincia, tienen **mayores márgenes de rentabilidad relativos**, dado que los VUT son inferiores, pero el **riesgo asociado** con la actividad agrícola es **mayor**.

La Tabla 3 presenta las medidas resumen de la rentabilidad del arrendamiento agrícola por departamentos de la provincia. Se observa que las rentabilidades medias máximas se encuentran en los departamentos de Cruz del Eje, Punilla, San Javier y Sobremonte, mientras que las mínimas están ubicadas en los departamentos Capital, Santa María y Tercero Arriba.

¹⁴ El valor del dólar MEP fue calculado a 350 pesos fines del mes de enero (26/01/23) y valor de la soja a 8.500 pesos el quintal para el mismo período (Bolsa de Rosario).

Figura 11: Mapa de rentabilidad (en %)



Fuente: IDECOR, 2023

Tabla 3: Estadísticas descriptivas de los valores de rentabilidad por departamento (%)

Departamento	Rent. Media	CV %	Rent. Mínima	Rent. Maxima
Capital	2,47	18,62	1,24	3,18
Santa María	2,73	9,89	1,22	7,42
Tercero Arriba	2,74	9,12	1,45	5,40
Río Segundo	2,80	8,93	1,17	5,78
Colón	2,82	13,83	1,22	6,54
Marcos Juárez	2,87	16,72	1,75	7,97
Gral. San Martín	2,90	13,10	1,28	7,19
Calamuchita	2,94	13,95	1,34	5,99
Unión	3,10	17,42	1,40	7,93
San Justo	3,21	19,94	1,33	7,86
Juárez Celman	3,30	16,97	1,28	7,86
Río Primero	3,38	16,57	1,22	7,78
Totoral	3,45	14,78	1,35	7,26
Río Cuarto	3,51	24,79	1,22	7,86
Ischilín	3,56	22,75	1,45	7,47
Pocho	3,88	19,59	2,64	6,80
Pte. R. Saenz Peña	3,89	19,28	1,25	7,86
Río Seco	4,29	22,14	2,62	7,86
Tulumba	4,30	16,51	2,74	7,86
General Roca	4,54	22,25	2,52	7,99
San Alberto	4,68	22,44	1,35	7,49
Sobremonte	5,29	0,00	5,29	5,29
San Javier	5,30	17,92	1,80	7,86
Punilla	5,42	23,62	1,24	7,96
Cruz del Eje	5,95	13,95	4,12	7,40
Promedio provincial	3,73	16,60	1,17	7,99

Fuente: IDECOR, 2023

4.2. Relación con la capacidad de uso de los suelos

El proceso de estimación del valor del arrendamiento rural se ve influenciado por la gran diversidad topográfica, climática y edafológica (i.e. el tipo de suelo). Los resultados del estudio indican un VUA agrícola promedio para la campaña 2022-23 de 9,8 qq-soja/ha, con un **coeficiente de variación del 18%**. Esta variabilidad corresponde en gran parte a la **heterogeneidad de la Capacidad de Uso (CU) de los suelos**.

Según la clasificación USDA¹⁵, los suelos con mayor potencial para la producción agrícola están asociados a las capacidades de uso I, II, III y IV, mientras que los suelos de menor aptitud corresponden a las capacidades de uso VI, VII y VIII. En términos porcentuales, el 51% de los suelos de la provincia (84.305 km²) destacan por su aptitud agrícola, el 40% (66.124 km²) por su aptitud ganadera y el 9% restante se clasifica como miscelánea (zonas de sierras, salinas, cuerpos de agua, etc.). Los datos muestran que Córdoba se caracteriza por ser una provincia esencialmente agropecuaria, con más del 90% de sus suelos con aptitud agrícola y ganadera¹⁶.

Los campos asociados con arrendamientos medios (de entre 8 y 12 qq de soja por hectárea) representan el 72% de las hectáreas cultivadas, con un valor de arrendamiento medio de 10 qq-soja/ha y un valor unitario de la tierra (VUT) medio de 7.600 usd/ha. El grupo se caracteriza por una CU III, una rentabilidad media del 2,59%, una producción media de 33 qq-soja/ha y 83 qq-maíz/ha, un índice de productividad (IP) de 51 y precipitaciones medias de 780 mm anuales. Por su parte, en la Tabla 3 puede observarse que los valores más altos, de 14 qq-soja/ha promedio, se localizan en suelos de clase II, mientras que los valores más bajos, de 7 qq-soja/ha promedio, se encuentran en los suelos de capacidad IV.

Tabla 4. Variables económicas según el tipo de arrendamiento (en qq-soja/ha).

Arrendamientos	Bajos (< 8 qq)	Medios (8 a 12 qq)	Altos (12 a 20 qq)
Arrendamiento promedio (qq/soja)	7	10	14
Valor de la tierra 2022 (usd/ha)	4.800	7.600	12.500
Rentabilidad (%)	3,13	2,59	2,30
Producción en qq soja/ha	28	33	40
Producción en qq maíz/ha	73	83	110
Índice de Productividad (IP)	35	51	82
Capacidad de Uso (CU)	4	3	2
Precipitaciones anuales (mm)	750	780	900
Porc (%) de muestras de mercado	18	72	10

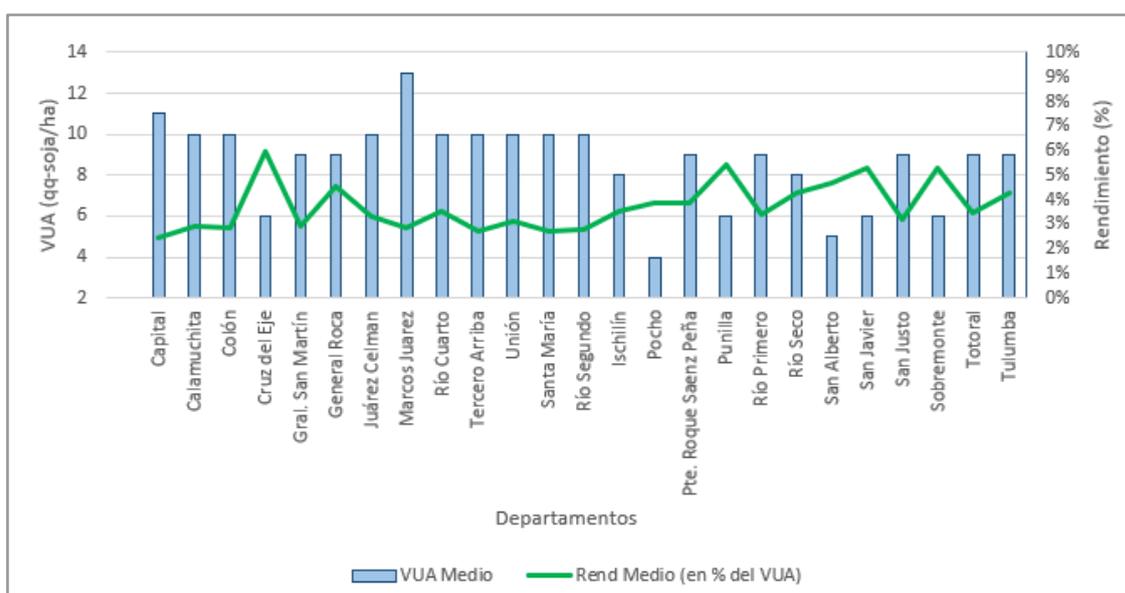
Fuente: IDECOR, 2023

¹⁵ La clasificación fue establecida por el departamento de agricultura de los Estados Unidos (U.S. Department of Agriculture).

¹⁶ Información resultante de las [Principales variables agroeconómicas](#), estudio llevado a cabo por IDECOR en colaboración con el [INTA](#).

La Figura 12 ilustra la variabilidad en términos departamentales. La rentabilidad media de los arrendamientos oscila entre valores del 2,5% y 6% anual. Los **valores de rentabilidad más bajos**¹⁷ están asociados a departamentos de un VUA alto, como el caso de Marcos Juárez, que por su índole óptima para el cultivo tienden a ser más estables e implican un **menor riesgo**. Como contrapartida, los **mayores** niveles de rentabilidad se relacionan a los departamentos marginales de menor VUA, como Pocho o Cruz del Eje, caracterizados por una mayor variabilidad relativa y en consecuencia, un **mayor riesgo** asociado a la producción.

Figura 12. VUA medio (en qq-soja/ha) y rendimientos medios anuales (en %) estimados por departamento.



Fuente: IDECOR, 2023

Las regiones con mejor capacidad de uso de suelo se encuentran al este y sureste de la provincia. Como puede visualizarse en la Tabla 5, las zonas con CU I y II presentan en promedio un VUA de 14 y 12 qq-soja/ha, respectivamente. Sin embargo, las ubicaciones con CU I poseen una menor variabilidad entre su valor máximo y mínimo de VUA, dado que oscila entre valores de 9 y 19 qq-soja/ha, con un CV de 7%. A su vez, las zonas con CU II se asocian a un mínimo de 6 y un máximo de 19 qq-soja/ha, con un CV de 16%. Entre las regiones de mayor CU se observa una mayor variabilidad relativa.

¹⁷ Con excepción del departamento *Capital*, influenciado por la existencia de terrenos de alto valor a raíz de sus cercanías a la Capital provincial.

Paralelamente, la zona centro de la provincia se caracteriza por suelos de CU III y presenta valores de VUA medio de 10 qq-soja/ha, llegando a máximos de 16 qq-soja/ha y mínimos de 3 qq-soja/ha, con una variabilidad del 10%. Por último, las capacidades de uso restantes (CU IV, V y VI) se encuentran al oeste y sur de la región, mostrando suelos de menor aptitud asociados a un promedio entre 8 y 11 qq-soja/ha, donde la variabilidad de la zona con CU V es menor a la asociada con las otras dos regiones.

Tabla 5. Resultados del VUA (qq-soja/ha) según la capacidad de uso del suelo.

Capacidad de USO	VUA Medio	CV %	VUA Min	VUA Max
I	14,02	6,99%	9	19
II	12,31	16,33%	6	19
III	9,95	9,95%	3	16
IV	9,06	12,80%	2	16
V	11,47	17,87%	8	14
VI	8,41	14,39%	2	15

Fuente: IDECOR, 2023

Anexo. Variables independientes utilizadas en la modelización

Variables independientes utilizadas en la estimación

Variable	Descripción
zona	Zonificación (z1 a z9)
resg_agrop	Pertenencia Área Resguardo Ambiental (Ley 9.164) - Revisar
cat_otbn1	% sup. sin presencia de bosque nativo (OTBN Ley 9.814)
cat_otbn2	% sup. en Categoría VERDE (OTBN Ley 9.814)
cat_otbn3	% sup. en Categoría AMARILLA (OTBN Ley 9.814)
cat_otbn4	% sup. en Categoría ROJA (OTBN Ley 9.814)
nat_prot	Pertenencia a Área Natural Protegida
altura_median	Mediana de la altura (msnm)
altura_stdev	Desvío estandar de la altura (msnm)
pend_median	Mediana de la pendiente (%)
pend_stdev	Desvío estandar de la pendiente (%)
nitrogeno18	Contenido de nitrógeno en suelo
potasio18	Contenido de potasio en suelo
cic18	Capacidad de intercambio catiónico (antes cec)
d_rios	Distancia a ríos principales (metros)
salinid_agua	Categorías de peligrosidad de salinidad de agua
nfreatico	Profundidad del nivel freático (metros)
acc_riego	Pertenencia a área servida de riego por gravedad
t_med_anual	Temperatura media anual (1970-2000) World Clim
rad_solar	Radiación solar media acumulada (1970-2000)
d_urbaniz	Distancia a centros urbanos con más de 2000 hab (metros)
d_urb_agen	Distancia a localidad de importancia zonal (metros)
d_redelect	Distancia a red eléctrica (metros)
d_cacopio	Distancia a localidad con centro de acopio (metros)
d_puerto	Distancia a puerto (San Lorenzo, Rosario en metros)
arrenda_hist	Arrendamiento agrícola zonal - promedio campañas BCCBA
arrenda_2021	Arrendamiento agrícola zonal - 1ra estimación 20/21 BCCBA
ndvi_mediana	Mediana de NDVI (promedio histórico 2000-2020)
ndvi_stdev	Desvío estándar de NDVI (promedio histórico 2000-2020)
evapo_medi_an	Evapotransp. media mensual acumulada de la serie (2001-2020)
pp_med_an	Precipitación media acumulada anual histórica (1958-2019)
t_min_med	Temperatura máxima anual media (1958-2019)

t_max_med	Temperatura mínima anual media (1958-2019)
def_hidric	Déficit hídrico medio histórico (1958-2019)
pdsi	Índice de Severidad de Sequía media histórica (1958-2019)
rec_1median	mediana dentro de la celda
rec_1stdev	desvio standar dentro de la celda
rec_2median	mediana dentro de la celda
rec_2stdev	desvio standar dentro de la celda
rec_3median	mediana dentro de la celda
rec_3stdev	desvio standar dentro de la celda
perc_agua_perm	% agua en la celda (Año hidrológico 2020/06/01 al - 2021/04/20)
perc_agua_aneg	% agua en la celda (Año hidrológico 2020/06/01 al - 2021/04/20)
n2_cob0	% sup. de cobertura sin clasificar
n2_cob1	% sup. Monte
n2_cob2	% sup. Arbustales y matorrales
n2_cob3	% sup. Pastizal natural
n2_cob4	% sup. Pastizal con rocas o suelo desnudo
n2_cob5	% sup. Rocas
n2_cob6	% sup. Suelo desnudo
n2_cob7	% sup. Salina
n2_cob8	% sup. Cuerpos de agua
n2_cob9	% sup. Zonas Anegables
n2_cob10	% sup. Cursos de Agua
n2_cob11	% sup. Urbano compacidad alta
n2_cob12	% sup. Urbano compacidad media
n2_cob13	% sup. Urbano compacidad baja
n2_cob14	% sup. Urbano Compacidad muy baja o Abierto
n2_cob15	% sup. Infraestructura vial
n2_cob16	% sup. Cultivos anuales de secano
n2_cob17	% sup. Cultivos Irrigados
n2_cob18	% sup. Pasturas implantadas
n2_cob19	% sup. Pasturas naturales manejadas
n2_cob20	% sup. Cultivos Hortícolas
n2_cob21	% sup. Plantaciones forestales maderables
n2_cob22	% sup. Cobertura Leñosa afectada por incendio
frag_0	% sup. mapeo fragmentacion sin clasificar
frag_uec	% sup. en Categoría Urbano Edificado Compacto
frag_ued	% sup. en Categoría Urbano Edificado Disperso
frag_re	% sup. en Categoría Rural Edificado

frag_eau	% sup. en Categoría Urbanizado Abierto
frag_bu	% sup. en Categoría Borde Urbano
frag_ear	% sup. en Categoría Espacio Abierto Rural
frag_agua	% sup. en Categoría agua
parce_cant	Cantidad de parcelas en entorno (5 km)
parce_medi	Superficie media de parcela en entorno (5 km)
cu_moda	Moda de CU de la celda
ip_median	Mediana del Índice de Productividad
ip_stdev	Desvío estandar del Índice de Productividad
ev	Equivalente Vaca
vur_2018	Valor unitario Tierra rural 2018
vur_2019	Valor unitario Tierra rural 2019
vur_2020	Valor unitario Tierra rural 2020
vur_2021	Valor unitario Tierra rural 2021
qq_maiz	Rinde Maiz en Quintales
qq_soja	Rinde Soja en Quintales
depto	Nombre de departamento
media_mo	Media de contenido de materia orgánica en suelo utilizando una grilla de 3x3
std_mo	Desvio estandar de contenido de materia orgánica en suelo en una grilla de 3x3
media_p	Media de contenido de fósforo en suelo utilizando una grilla de 3x3
std_p	Desvio estandar de contenido de fósforo en suelo utilizando una grilla de 3x3
media_ph	Media de pH del suelo utilizando una grilla de 3x3
std_ph	Desvio estandar de pH del suelo utilizando una grilla de 3x3
media_arcilla	Media de valores de contenido de arcilla- SH utilizando una grilla de 3x3
std_arcilla	Desvio estandar de valores de contenido de arcilla- SH utilizando una grilla de 3x3
media_limo	Media de valores de contenido de limo utilizando una grilla de 3x3
std_limo	Desvio estandar de valores de contenido de limo utilizando una grilla de 3x3
media_arena	Media de valores de contenido de arena utilizando una grilla de 3x3
std_arena	Desvio estandar de valores de contenido de arena utilizando una grilla de 3x3

Estadísticas descriptivas variables independientes

Variables	Min	P25	Median	Mean	P75	Max
zona	2,00	7,00	8,00	8,20	9,00	9,00
acc_riego	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
altura_median	64,89	128,41	188,75	241,94	304,82	1.208,23
altura_stdev	0,00	0,32	0,50	0,78	0,95	16,95
arrenda_2021	0,00	9,00	10,00	10,39	11,00	18,00
cat_otbn1	0,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00
cat_otbn2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
cat_otbn3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00
cat_otbn4	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00
cic18	7,27	11,54	15,27	15,48	18,63	27,77
cu_moda	0,00	3,00	3,00	3,64	4,00	8,00
d_cacopio	200,00	8.062,26	12.480,79	15.057,24	18.848,08	12.6373,18
d_puerto	99.306,60	236.401,03	301.648,89	295.164,87	356.680,80	498.542,28
d_redelect	0,00	76,00	526,00	1013,44	1308,00	24058,00
d_rios	0,00	9.621,33	22.318,83	27.326,56	42.045,93	101.928,31
d_urbaniz	447,21	9.319,33	14.355,84	16.065,22	20.729,21	62.183,68
def_hidric	34,92	45,75	50,88	51,62	56,59	98,46
ev	0,13	0,68	0,86	0,86	1,02	2,49
evapo_medi_an	0,00	11,77	12,79	12,82	13,86	19,46
id	176.315,00	439.309,00	556.635,50	557.578,39	691.907,00	826.676,00
ip_median	0,00	34,00	52,00	50,51	66,00	90,00
ip_stdev	0,00	0,00	0,80	3,55	5,00	44,89
media_arcilla	3,43	12,30	17,28	16,98	21,29	32,88
media_arena	3,72	23,90	36,66	39,85	56,08	84,22
media_limo	11,66	31,08	44,98	43,12	55,19	67,47
media_mo	0,91	1,77	2,18	2,14	2,49	5,07
media_p	8,15	20,65	24,41	26,76	29,92	94,21
media_ph	5,85	6,33	6,55	6,54	6,71	7,81
n2_cob1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00
n2_cob10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
n2_cob12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
n2_cob13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
n2_cob14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78
n2_cob15	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,26
n2_cob16	0,00	0,78	0,99	0,85	1,00	1,00
n2_cob17	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00
n2_cob18	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	1,00
n2_cob19	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	1,00
n2_cob2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00
n2_cob20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
n2_cob21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
n2_cob22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78
n2_cob3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99
n2_cob4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
n2_cob5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
n2_cob6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65
n2_cob7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
n2_cob8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
n2_cob9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
nat_prot	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	1,00
ndvi_mediana	0,10	0,38	0,42	0,42	0,46	0,69
ndvi_stdev	0,08	0,16	0,18	0,18	0,20	0,26

nfreatico	0,00	3,75	6,25	12,45	12,50	70,00
nitrogeno18	0,06	0,10	0,13	0,13	0,14	0,27
pdsi	-0,35	0,07	0,19	0,18	0,31	0,51
pend_median	0,00	0,27	0,40	0,61	0,73	8,92
pend_stdev	0,00	0,15	0,23	0,34	0,43	12,22
perc_agua_aneg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
perc_agua_per m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74
potasio18	0,92	1,76	2,00	1,99	2,23	2,93
pp_med_an	38,67	62,68	65,74	65,59	69,33	78,67
qq_maiz	0,00	75,00	82,00	83,31	90,00	140,00
qq_soja	0,00	30,00	33,00	32,50	35,00	54,00
qrf_arr_cd	7,56	15,62	18,37	19,66	22,22	149,94
qrf_arr_median	2,00	9,00	10,00	9,80	10,00	19,00
qrf_arr_sd	0,83	1,54	1,77	1,87	2,13	4,49
rad_solar	266.897,56	288.386,30	290.405,34	291.171,62	292.998,30	312.615,44
rec_1median	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
rec_1stdev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
rec_2median	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
rec_2stdev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
rec_3median	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89
rec_3stdev	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,48
resg_agrop	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00
rto_mz_hist	0,00	74,94	80,16	79,76	85,18	122,39
rto_sj_hist	0,00	30,31	32,44	31,86	34,97	41,93
salinid_agua	1,00	2,00	3,00	2,66	3,00	6,00
std_arcilla	0,06	0,45	0,66	0,75	0,97	7,41
std_arena	0,12	0,85	1,23	1,55	1,81	15,20
std_limo	0,02	0,70	1,02	1,27	1,50	12,01
std_mo	0,01	0,05	0,07	0,08	0,10	1,12
std_p	0,12	1,55	2,12	2,38	2,89	30,20
std_ph	0,00	0,04	0,06	0,07	0,09	0,77
t_max_med	20,78	23,35	23,64	23,79	24,15	27,19
t_med_anual	19,32	22,81	23,00	23,12	23,50	26,28
t_min_med	6,86	9,68	10,10	10,13	10,46	13,30
vur_2018	1,00	4.716,00	6.906,00	6.803,70	7.402,00	166.424,00
vur_2019	1,00	5.898,00	7.790,00	7.152,73	8.346,00	60.650,00
vur_2020	1,00	6.100,00	7.500,00	7.481,86	9.000,00	76.000,00
vur_2021	1,00	6.197,00	7.645,00	7.499,79	91.51,00	21.894,00

Fuente: IDECOR, 2023



IDECOR

Ministerio de
FINANZAS



CÓRDOBA
entre todos

Hacemos

✉ mapascordoba.gob.ar

🌐 idecor.cba.gov.ar

🌐 idecor@cba.gov.ar