

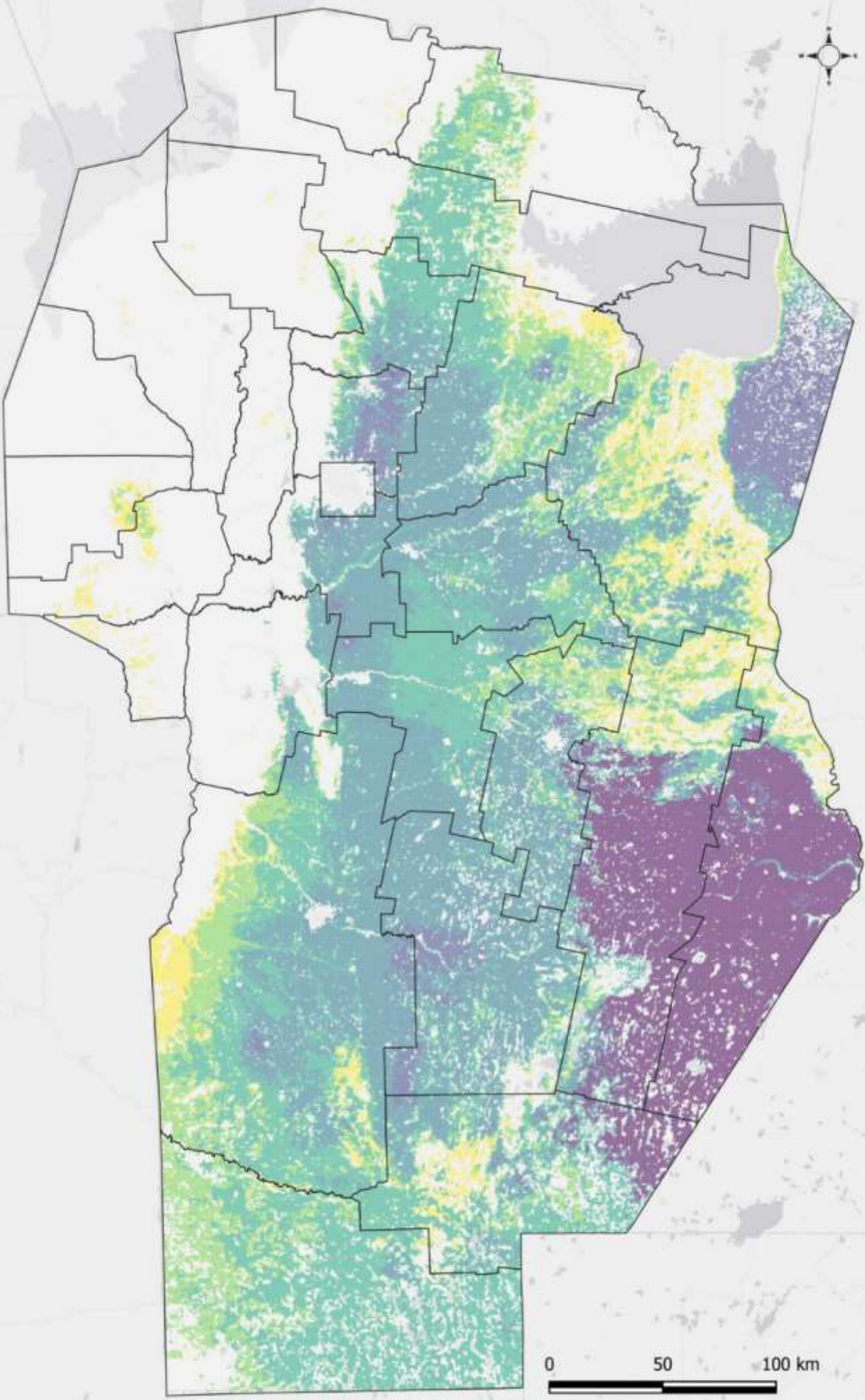
INFORME

VALOR DE ARRENDAMIENTOS AGRÍCOLAS 2021- 2022

EN LA PROVINCIA DE
CÓRDOBA

MARZO 2022

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



**Valor de Arrendamientos Agrícolas 2021-2022,
Provincia de Córdoba**



Organismos participantes y equipo de trabajo

Desarrollo:

- 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).

Versión y Licencia.

- MAPA VALOR DE ARRENDAMIENTOS AGRÍCOLAS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 2021-2022. 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 2021-2022. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR), marzo 2022.

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	5
2.	Síntesis de resultados	6
3.	Muestra del mercado de arrendamientos agrícolas	8
4.	Área de estudio	10
5.	Predicción del Valor de Arrendamiento	11
6.	Renta de inmuebles agrícolas	17
	Anexo	20

1. Introducción

El sector agrícola de la provincia de Córdoba es responsable de una de las principales actividades productivas de la región, con una participación del 24,4% del Producto Geográfico Bruto (PGB) según la *Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia*¹. Dada la organización del mercado agrícola, el arrendamiento de tierras productivas adquiere un volumen considerable; se estima que anualmente se celebran alrededor de 6.000 contratos de arrendamiento con fines productivos². Por lo tanto, **conocer el valor, la distribución espacial y el comportamiento del mercado de arrendamientos agrícolas resulta de sumo interés** para el diseño de políticas productivas, la toma de decisiones de producción e inversión y la asignación de recursos financieros.

En este sentido, el presente trabajo informa los resultados del estudio del mercado de arrendamiento de los suelos agrícolas y permite identificar su estructura espacial. Se espera que las conclusiones sirvan a múltiples fines, buscando mejorar la información disponible para los agentes que intervienen en el mercado, disminuyendo la incertidumbre y los costos de transacción asociados a la operatoria de arrendamiento. Tanto para propietarios como para inversores, resulta relevante conocer la rentabilidad del suelo y sus costos de oportunidad; para los arrendatarios, por su parte, identificar el costo de los arrendamientos permite calcular sus márgenes brutos; y para los hacedores de política pública, es un insumo de gran interés para diseñar e implementar políticas fiscales, tributarias y agropecuarias orientadas a incrementar aún más la eficiencia con la que opera el sector. Además, desde la teoría de pensamiento económico neoclásico, resulta de fundamental importancia para los actores sociales, conocer la renta del factor productivo tierra, ya que la información generada brinda mayor transparencia al mercado, disminuyendo los costos de transacción y aproximándose al supuesto de información completa de los modelos de competencia perfecta.

Sin embargo, el estudio y modelado de los arrendamientos de la tierra agrícola constituye un desafío en sí mismo, por la escala de trabajo, la dependencia espacial de las variables bajo estudio, la naturaleza del fenómeno y la complejidad inherente al proceso. Estas dificultades se agudizan en un contexto de inestabilidad cambiaria, cambios de regulaciones y alta inflación, como las experimentadas en Argentina durante los últimos años. Adicionalmente, la actividad se encuentra afectada por factores externos a la coyuntura del país, dado que se encuentra fuertemente influenciada por los precios de commodities definidos en mercados internacionales. En este sentido, la iniciativa emprendida por IDECOR para estimar de manera masiva el valor de los arrendamientos para toda el área cultivada de la provincia es un proyecto innovador en nuestro país y la región.

El presente informe contiene un resumen de los datos, metodologías y resultados alcanzados en la predicción de **arrendamientos agrícolas o Valor Unitario de Arrendamiento (VUA)** para la **campana 2021/22 en quintales de soja por hectárea (qq-soja/ha)**, para el **área cultivada de la provincia de Córdoba**. Además, como subproducto, presenta un mapa de estimación de **la renta del suelo agrícola**, a partir de los resultados del VUA y los estudios del valor de la tierra que el Ministerio de Finanzas lleva adelante desde 2018, cuyos datos abiertos pueden encontrarse en el portal [Mapas Córdoba](#).

El trabajo fue llevado a cabo por IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba) cuyo equipo cuenta con un fuerte perfil multidisciplinario (geógrafos, agrimensores, agrónomos, civiles, arquitectos, economistas, corredores inmobiliarios, profesionales de sistemas) conformado por más de 25

¹ <https://estadistica.cba.gov.ar/>

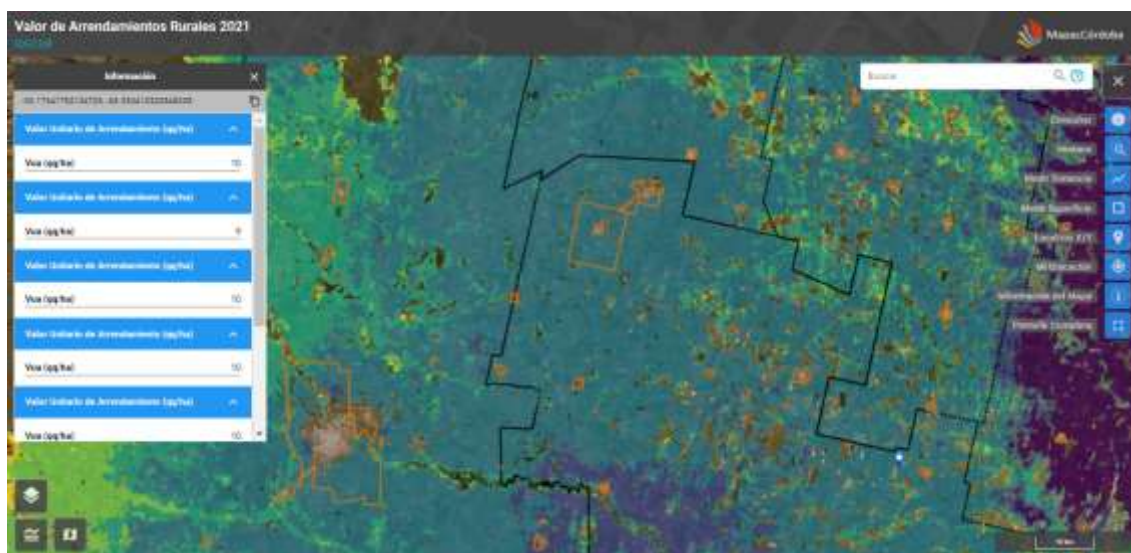
² Según datos de la Dirección General de Rentas de la Provincia de Córdoba, en base al impuesto a los sellos.

personas. Del trabajo participaron la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba y el CONICET, en el marco de convenios específicos.

A partir de una muestra de mercado de arrendamientos agrícolas de diferentes características, conformada por 446 observaciones relevadas por el OMI (Observatorio Mercado Inmobiliario de la Provincia de Córdoba), se utilizaron técnicas de **aprendizaje computacional (machine learning)** con el propósito de predecir el valor en quintales por hectárea del arrendamiento agrícola en más de 360.000 celdas de 25 ha, sobre el área cultivada de la provincia. Al igual que el resto de los proyectos emprendidos por IDECOR, la iniciativa se basó en la utilización de software libre y la premisa de la publicación y apertura de la información producida, buscando dar mayor transparencia al funcionamiento de los mercados de suelo.

La apertura de la información contenida en el presente informe se realiza mediante la publicación del Mapa del Valor de Arrendamientos Agrícolas 2021, disponible en el portal MapasCórdoba, el geoportal de IDECOR (Figura 1).

Figura 1. Mapa Valor de Arrendamientos Agrícolas 2021 en el portal MapasCórdoba



Fuente: IDECOR, 2022

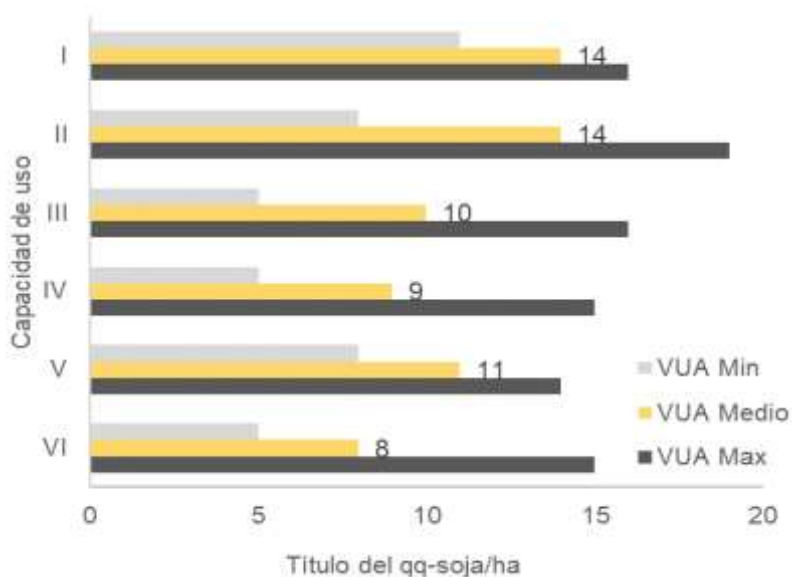
2. Síntesis de resultados

El proceso de estimación del valor de arrendamiento se ve influenciado por la diversidad en la topografía, clima y tipo de suelo de la provincia. Los suelos con mayor potencial para la producción agrícola (capacidad de uso I, II, III y IV según clasificación USDA) se ubican principalmente al este y sureste de la provincia, mientras que al oeste y sur se ubican los suelos de menor aptitud (capacidad de uso VI, VII, VIII). En términos porcentuales, el 51% del suelo de la provincia de Córdoba (84.308 km²) es de aptitud agrícola, el 40% (66.124 km²) posee una capacidad de uso ganadera y el 9% restante se ubica en una clasificación miscelánea (ciudades, zonas de sierras, lagos, lagunas, salinas, ríos, etc.), lo que refleja que la provincia de Córdoba se caracteriza por ser una provincia agropecuaria, con más del **90%** de sus suelos con **aptitud agrícola – ganadera**³.

³ <https://idecor.cba.gov.ar/conoce-las-principales-variables-economicas-por-clase-de-uso-del-suelo/>

Las estimaciones obtenidas en el estudio indican que el **VUA promedio** de los arrendamientos **agrícolas** de la **campaña 2020/21** para el área cultivada de la provincia fue de **10 quintales de soja por hectárea** (qq-soja/ha), con un coeficiente de variación (CV) del 20%⁴. Esta variabilidad corresponde, como es de esperarse, a la capacidad de uso de los suelos (Figura 2), donde los valores más altos se localizan en los suelos de clase I y II, que en promedio presentan valores unitarios de arrendamiento de 14 qq-soja/ha, mientras que los valores más bajos se encuentran en los suelos de capacidad de uso IV, V y VI, con un VUA promedio de 9 qq-soja/ha. La zona centro se caracteriza por suelos de capacidad de uso III y presenta un VUA medio de 10 qq-soja/ha.

Figura 2: VUA (qq-soja/ha) estimado, según capacidad de uso de los suelos

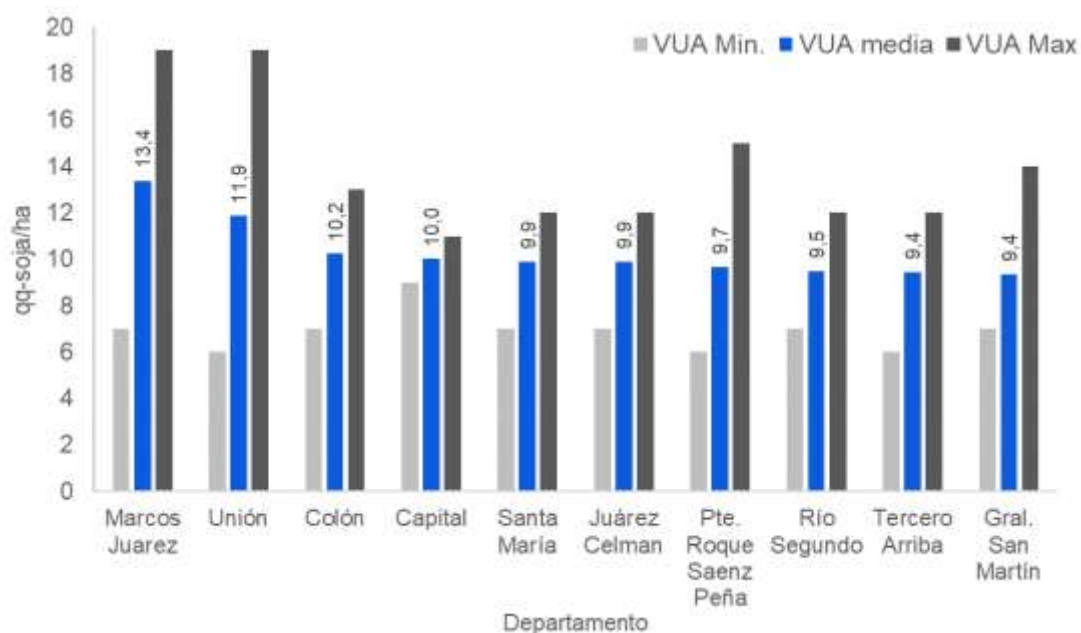


Fuente: IDECOR, 2022

En términos departamentales los VUA más altos de la provincia se localizan en Marcos Juárez, con un valor promedio de 14 qq-soja/ha y un Coeficiente de Variación (CV) de 1,9%. Los VUA más bajos se ubican en los departamentos San Alberto, San Javier, Pocho, Minas y Cruz del Eje, con un VUA promedio de 7 qq-soja/ha, y un CV casi nulo. La Figura 3 presenta el VUA mínimo, medio y máximo para los 10 departamentos con mayor VUA en la provincia de Córdoba.

⁴ 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 10% significa que existen desvíos que se alejan de la media en un 10% en promedio.

Figura 3: VUA (qq-soja/ha) estimado, por departamento.

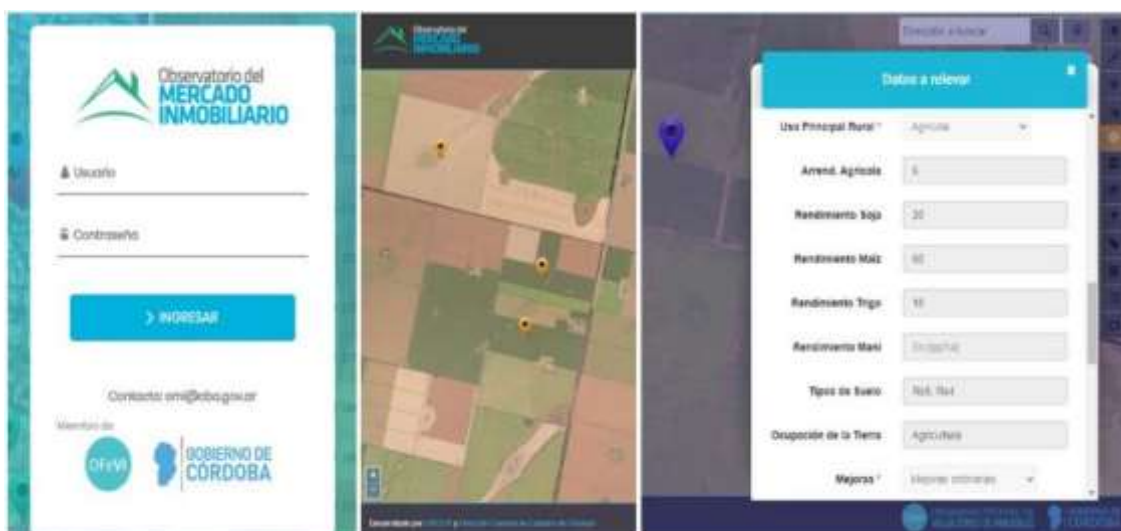


Fuente: IDECOR, 2022

3. Muestra del mercado de arrendamientos agrícolas

Para el estudio se recopilamos, entre los meses de junio y septiembre del año 2021, valores de arrendamientos agrícolas a través de agentes inmobiliarios y especialistas del sector, principalmente ingenieros agrónomos. Los valores de arrendamiento en quintales de soja por hectárea (qq-soja/ha) fueron incorporados de manera **georreferenciada en OMI** (Figura 4).

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

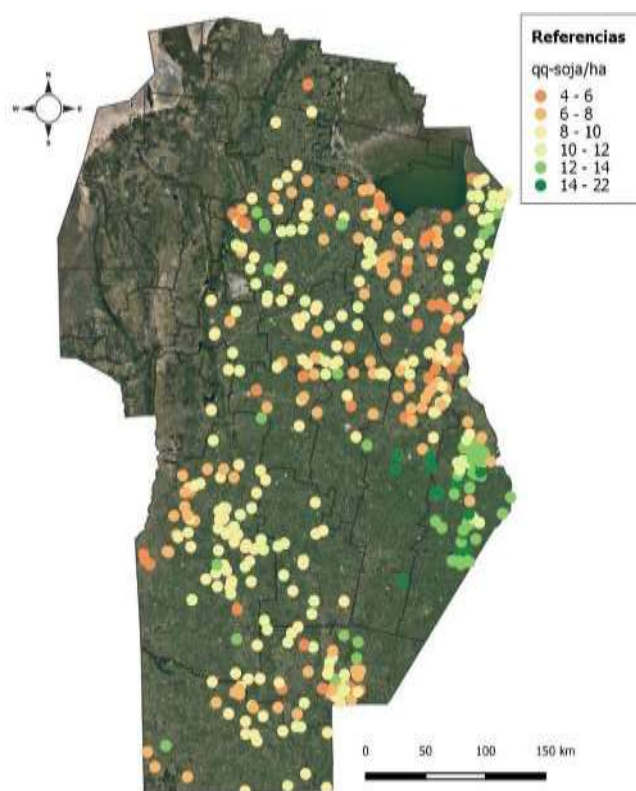


Fuente: IDECOR, 2022

Así mismo, el relevamiento de datos incluyó otras informaciones, con el fin de validar el valor del arrendamiento informado, como por ejemplo el rendimiento agrícola (soja, maíz y/o trigo), la capacidad de uso del suelo, el valor de la tierra por hectárea, etc.

Para la conformación de la muestra se utilizaron sólo **observaciones agrícolas** con valores de **arrendamiento mayores o iguales a 4 qq-soja/ha**, dejando de lado datos de uso final del suelo ganadero, donde el arrendamiento suele valuarse en kilogramos de carne. En total se analizaron 446 observaciones. La Figura 5 muestra la distribución espacial de los arrendamientos recopilados. Los valores más bajos (menor a 8 qq-soja/ha) se encuentran en la zona oeste y sur de la provincia, mientras que los valores más altos (mayores a 12 qq-soja/ha) se ubican al este de la provincia. Por su parte, el arrendamiento agrícola promedio de las muestras en el área centro, se ubicó entre 8 y 12 qq-soja/ha.

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



Fuente: IDECOR, 2022

La Tabla 1 muestra la estadística descriptiva de la base de datos utilizada en el modelado. El **valor promedio** del arrendamiento fue de **9,88 qq-soja/ha**. Los valores se ubicaron en el rango de 4 a 22 qq-soja/ha, con un coeficiente de variación (CV) del 27%. El 10% de las observaciones de menor valor se ubican por debajo de los 7 qq-soja/ha (P(10)) mientras que el 10% de las observaciones de mayor valor resultaron por encima de los 14 qq-soja/ha (P(90)).

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de la muestra VUA (qq-soja/ha).

Observaciones	VUA Medio	CV	VUA Min.	VUA. Max	VUA. P(10)	VUA P(50)	VUA P(90)
446	9,88	27%	4	22	7	10	14

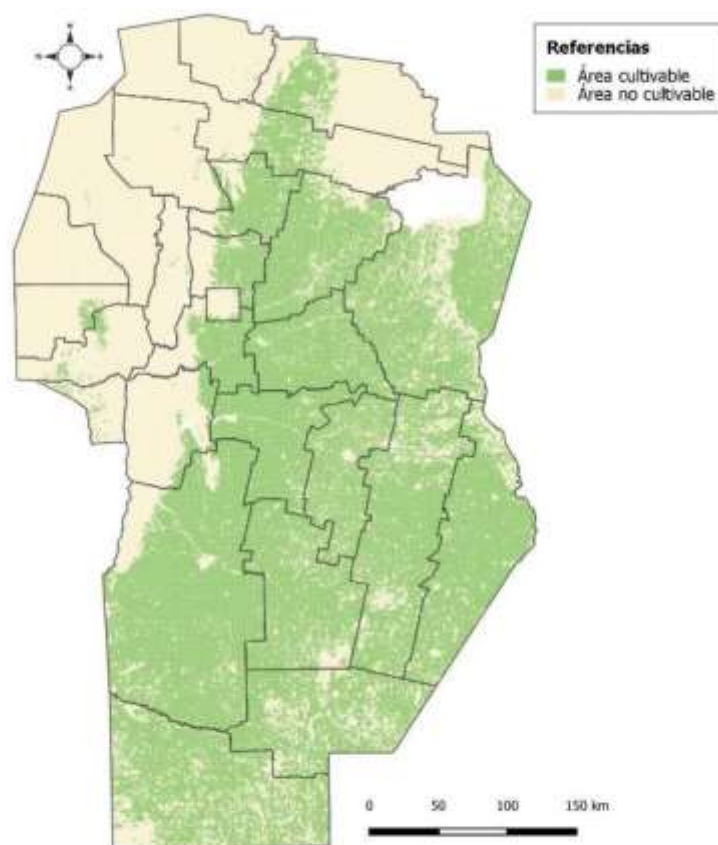
4. Área de estudio

El área de estudio corresponde a la **superficie cultivada de la Provincia de Córdoba** (Figura 6), sobre la que se definió una grilla regular con celdas de 25 ha (500 metros de lado).

La superficie cultivada fue determinada en el marco del programa Mapas de Cobertura y Usos del Suelo que lleva adelante IDECOR desde 2017. Para la elaboración del producto particular del área cultivada, en primera instancia se recopiló una muestra de los distintos cultivos sembrados en la campaña gruesa 2020/21 (soja, maíz, sorgo, maní, girasol, otros) a través de las aplicaciones *Land Collect* y *Rinde Collect*, ambas desarrolladas por IDECOR. Obtenida la muestra y sobre la base de mosaicos multitemporales basados en imágenes Sentinel, la predicción del área cultivada se realizó por medio de un modelo de clasificación supervisada Random Forest, mediante el cuál se infirió la superficie sembrada con una unidad mínima mapeable de 1 ha, las cuales se agruparon dentro de las celdas de 25 ha, y se definió, en cada una, qué proporción fue sembrada en la campaña. A tal fin, se consideraron celdas “cultivadas” aquellas donde más del 50% de su superficie estaba ocupada por cultivos agrícolas.

De este modo se identificaron 363.209 celdas donde se desarrollaron actividades agrícolas en la campaña 2020-21 (totalizando alrededor de 9 millones de ha.), sobre las cuales se estimaron los valores de los arrendamientos agrícolas

Figura 6: Área cultivada de la Provincia de Córdoba, campaña 2020-21



5. Predicción del Valor de Arrendamiento

Para la predicción de los VUA se implementaron distintos modelos basados en algoritmos de **aprendizaje computacional**: Random Forest (RF), Quantile Random Forest (QRF), Support Vector Machine (SVM) y Gradient Boosting Machine (GBM). Los algoritmos se entrenaron con el objetivo de predecir la variable dependiente (arrendamiento agrícola) a través de 80 variables explicativas 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 datos⁵:

- Mapeo de Cobertura del Suelo (Landcover) de IDECOR, reciente actualización 2020/21.
- Cartas de Suelo de INTA y Gobierno de la Provincia (variables de Capacidad de Uso de Suelo, Índice de Productividad, Limitantes de Suelo), versión actualizada a 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: variables de 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, agua 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, Secretaría de Energía de la Nación, entre otras fuentes públicas.
- Económicas: variables que refieren a rendimientos históricos de soja y maíz. En base a estudios ad-hoc de IDECOR (2021), 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.

La capacidad predictiva de cada uno de los algoritmos ajustados se estimó mediante un proceso de validación cruzada en 10 grupos, el cual permite estimar los errores de predicción. Para resumir el desempeño de los algoritmos se calculó el Error Relativo Medio en Valor Absoluto (MAPE).

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

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 es la cantidad de datos en la muestra.

⁵ El detalle completo de las variables utilizadas, junto con sus estadísticas descriptivas se puede consultar en el Anexo 1

Los resultados de este análisis mostraron que el algoritmo QRF presentó un mejor desempeño, respecto a RF, GBM y SVM (MAPE 14% vs. resultados de 15 a 16%).

Las estimaciones obtenidas en el estudio indican que el **VUA promedio** de los arrendamientos de la campaña 2020/21 para el área cultivada de la provincia fue de **10 qq-soja/ha**, con una **variabilidad porcentual** del **20%**. Esta variabilidad a nivel provincial corresponde, en gran medida, a las diferentes capacidades de uso de los suelos (Tabla 2). Las zonas con capacidad de uso del suelo (CU) I y II presentan en promedio un VUA de 14 qq-soja/ha; sin embargo, CU I posee una menor variabilidad entre su valor máximo y mínimo de arrendamiento, dado que oscila entre valores de 11 y 16 qq-soja/ha y un CV = 4%.; mientras que la CU II se asocia con un mínimo de 8 y un máximo de 19 qq-soja/ha y un CV = 12%, mostrando una mayor variabilidad.

Por su parte, la zona centro de la provincia se caracteriza por suelos de CU III y presenta un VUA medio de 10 qq-soja/ha, alcanzando un máximo de 16 qq-soja/ha y mínimos de 5 qq-soja/ha. Las zonas con las capacidades de uso del suelo restantes (IV, V y VI) se asocian con un promedio entre 8 y 11 qq-soja/ha; donde la variabilidad de la zona V es la menor, oscilando entre 8 y 14 qq-soja/ha, mientras que las capacidades de uso IV y VI presentan valores entre 5 y 15 qq-soja/ha.

Tabla 2: Resultados del VUA (qq-soja/ha) según la capacidad de uso del suelo

Capacidad de uso	Superficie Cultivada (ha)	VUA Medio	CV (%)	VUA Min.	VUA Max
I	236.709	14	4%	11	16
II	960.938	14	12%	8	19
III	3.934.716	10	12%	5	16
IV	2.599.474	9	13%	5	15
V	1.165	11	23%	8	14
VI	1.347.224	8	14%	5	15

Fuente: IDECOR, 2022

También resulta de interés presentar los resultados para cada departamento involucrado (Tabla 3). En términos departamentales, los VUA más altos de la provincia se ubican en Marcos Juárez, con un VUA promedio de 14 qq-soja/ha, un CV de 1,9% y con un VUA mínimo de 7 y un máximo de 19 qq-soja/ha. Los VUA más bajos se ubican en los departamentos San Alberto, San Javier, Pocho, Minas y Cruz del Eje con un VUA promedio de 7 qq-soja/ha, y un CV menor 0,5%.

Tabla 3: Resultado del VUA (qq-soja/ha) por departamento

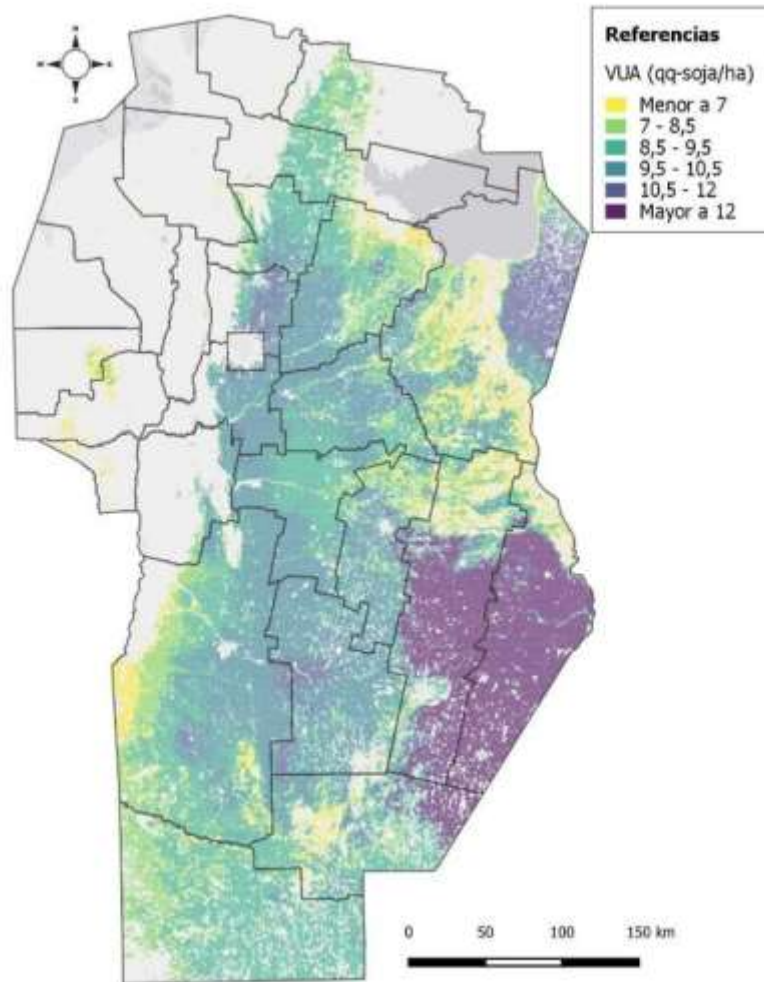
Departamento	Superficie Cultivada (ha)	VUA Medio	CV (%)	VUA Min.	VUA Max
Marcos Juárez	786.325	13,39	1,9	7	19
Unión	849.025	11,89	2,78	6	19
Colón	134.150	10,24	0,85	7	13
Capital	8.475	10,03	0,31	9	11
Santa María	192.100	9,91	0,45	7	12

Juárez Celman	647.500	9,9	0,6	7	12
Pte. Roque Saenz Peña	577.125	9,65	1,73	6	15
Río Segundo	465.100	9,5	0,65	7	12
Tercero Arriba	476.150	9,43	0,63	6	12
Gral. San Martín	400.325	9,37	1,03	7	14
Calamuchita	78.375	9,3	0,84	7	11
Totoral	206.550	9,22	0,69	6	13
San Justo	927.300	9,21	1,72	5	13
Río Cuarto	1.556.175	9,09	1,02	6	13
Río Primero	533.325	8,99	0,99	6	12
General Roca	867.575	8,71	0,52	7	12
Tulumba	158.175	8,68	0,59	7	10
Río Seco	139.175	8,34	0,57	6	9
Ischilín	17.200	8,11	0,73	7	10
Punilla	1.600	7,35	0,54	7	9
Pocho	18.200	7,25	0,43	7	8
San Alberto	26.075	7,23	0,43	7	9
San Javier	10.800	7,05	0,23	7	9
Cruz Del Eje	1.425	7	0	7	7
Minas	150	7	0	7	7
Sobremonte	1.850	7	0	7	7

Fuente: IDECOR, 2022

Con todos los resultados, se elaboraron diversos mapas que reflejan la estructura de valor de los arrendamientos y la incertidumbre de predicción de los mismos (Figuras 7 a 10). El método de QRF se caracteriza por ser un algoritmo anidado, no lineal, ya que consiste en realizar múltiples árboles de regresión mediante un procedimiento de remuestreo que permite generar, a partir de la muestra original, distintas muestras independientes entre sí. El resultado final, indicado en la Figura 7, se compone de la mediana de los resultados de cada árbol de regresión. Sin embargo, una característica interesante del algoritmo QRF es que guarda la información de todos los árboles de regresión que estima para poder realizar la predicción. Gracias a ello, se puede construir un mapa de la **variabilidad de la predicción** o coeficiente de variación (CV), donde se calcula la desviación estándar de todos los resultados de los árboles y se los divide por la mediana. El CV (Figura 8), entonces, permite evaluar espacialmente la **confiabilidad** en las estimaciones realizadas.

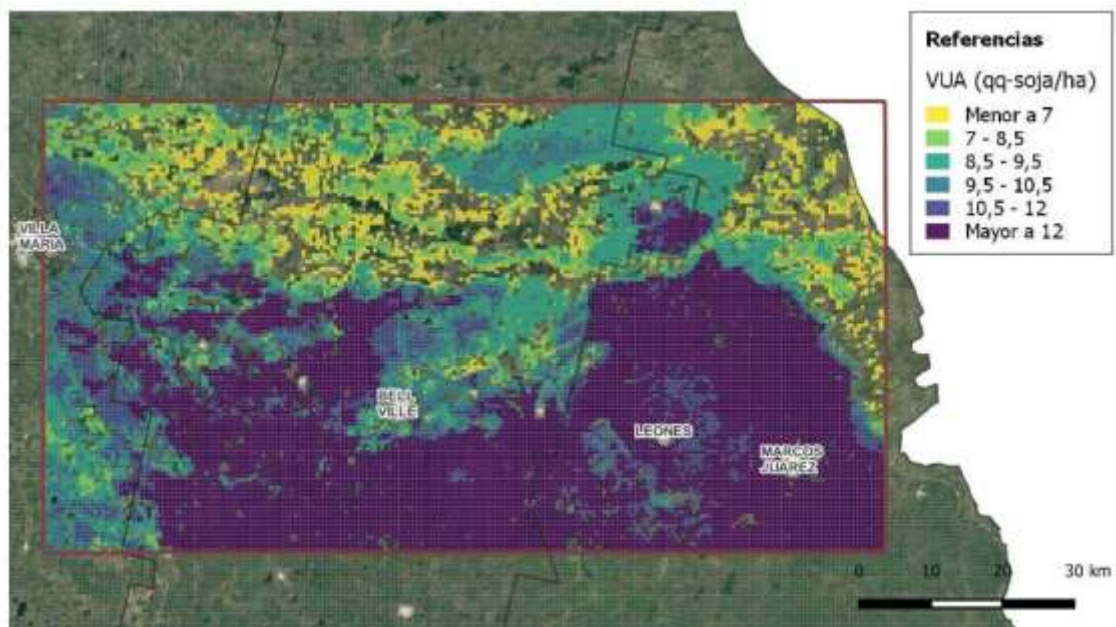
Figura 7: Mapa de predicción de los valores unitarios de arrendamientos (VUA) de tierras agrícolas, campaña 2020-2021, Provincia de Córdoba.



Fuente: IDECOR, 2022

Inferir los arrendamientos agrícolas en una unidad espacial de 25 ha. permite aproximar los valores con un alto nivel de detalle y observar la variabilidad espacial en las distintas zonas. A modo de ejemplo se presenta en la Figura 8 la distribución espacial del VUA en el área sureste de la provincia, cercana a las ciudades de Bell Ville - Leones - Marcos Juárez. La misma presenta un arrendamiento promedio de 11 qq-soja/ha, con valores mínimos de 6 qq-soja/ha al norte y con valores máximos de 19 qq-soja/ha hacia el sureste.

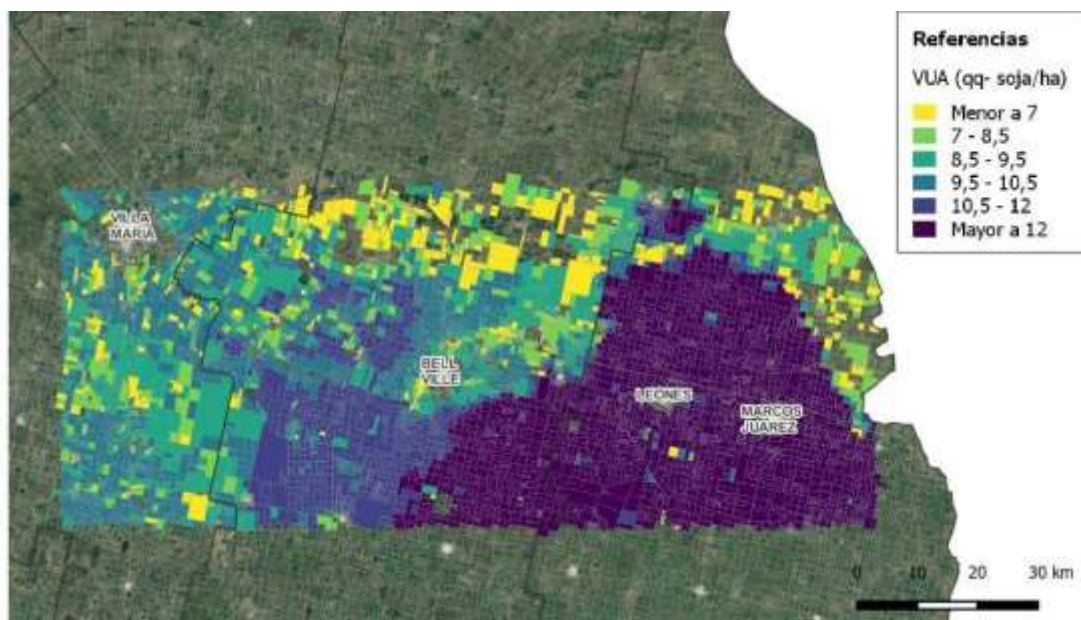
Figura 8: Mapa de variabilidad espacial del VUA en la zona sureste de la Provincia de Córdoba



Fuente: IDECOR, 2022

También puede resultar de interés analizar los valores del arrendamiento a **nivel parcelario**. A estos fines, la información se resumió (agrupó) a nivel predial, a través de un promedio ponderado por superficie. Las parcelas que ocupan más de una celda de la grilla, y considerando que cada celda de 25 ha se asocia con un valor diferente de arrendamiento, para obtener el VUA por parcela se calculó el promedio del valor ponderado por la proporción de la celda de 25 ha que ocupa. De esta manera, en la Figura 9 puede apreciarse la misma zona antes mencionada, con el VUA estimado a nivel parcelario. La zona presenta un arrendamiento promedio de 10 qq-soja/ha, con valores mínimos de 4 qq-soja/ha y máximo de 16 qq-soja/ha.

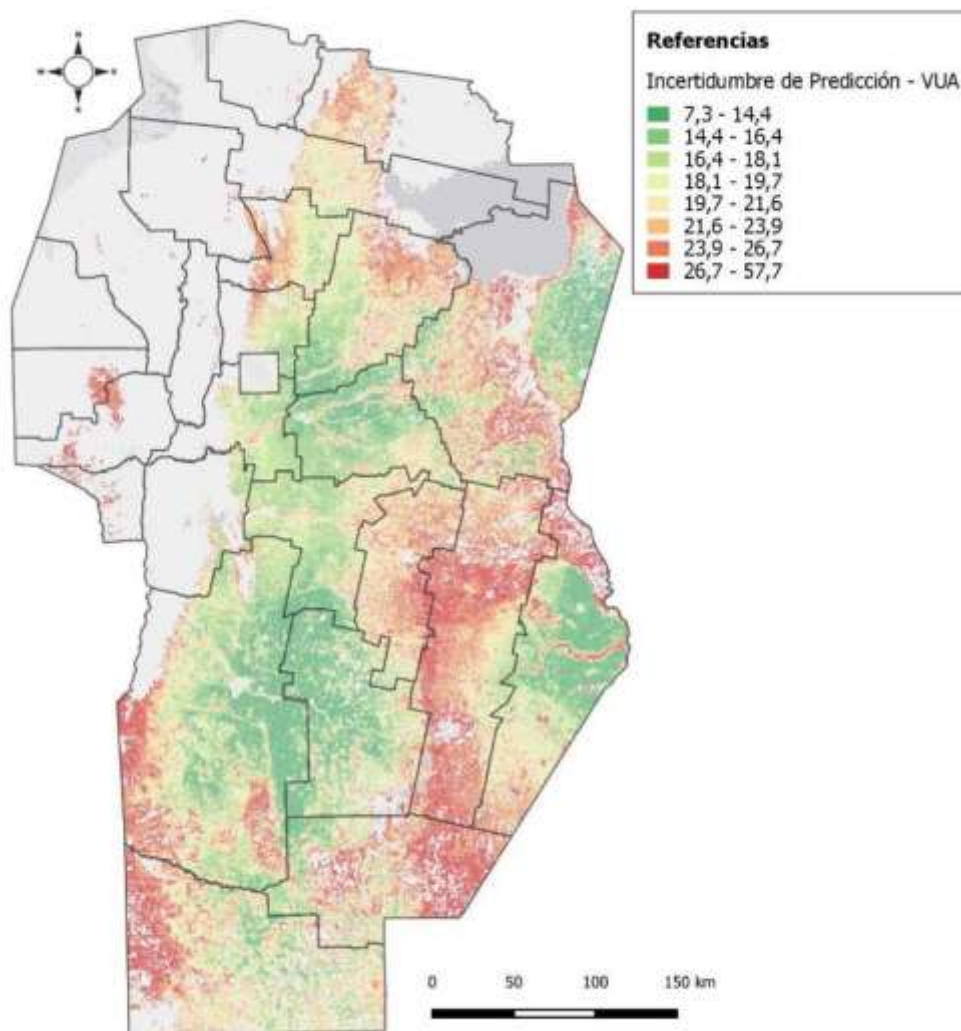
Figura 9: Mapa de variabilidad espacial del VUA en la zona sureste de la Provincia de Córdoba, por parcela.



Fuente: IDECOR, 2022

A nivel provincial, la variabilidad de la predicción en porcentaje, puede apreciarse en la Figura 10; los lugares con **mayor variabilidad** se asocian con predicciones **menos confiables**. La mayor incertidumbre en la predicción puede explicarse por la **ausencia relativa de observaciones**; por lo que si se aumenta el número de éstas, los resultados mostraron un mejor desempeño en dichas zonas. Como puede observarse, algunos de los sectores con mayor variabilidad en la predicción, se corresponden con las **áreas anegables** de la provincia.

Figura 10: Mapa de incertidumbre de predicción del valor unitario del arrendamiento (VUA) agrícola de la Provincia de Córdoba



Fuente: IDECOR, 2022

El índice de impureza (Mean Decrease Gini) es una medida de la importancia de las variables explicativas; cuanto mayor sea el índice, mayor será la importancia de las mismas. En función del índice de impureza, la Figura 11 muestra las **10 variables más relevantes** que influyeron en el ajuste del modelo QRF. Entre estas, destacan: rendimiento de maíz histórico (rto_mz_hist), Valor Unitario de la Tierra 2020 (vut_2020), índice de productividad del suelo mediano (ip_median), moda de la capacidad de uso del suelo (cu_moda) y evapotranspiración media anual (evapo_medi_an).

Figura 11: Ranking de las principales variables explicativas del valor unitario de arrendamiento agrícola.



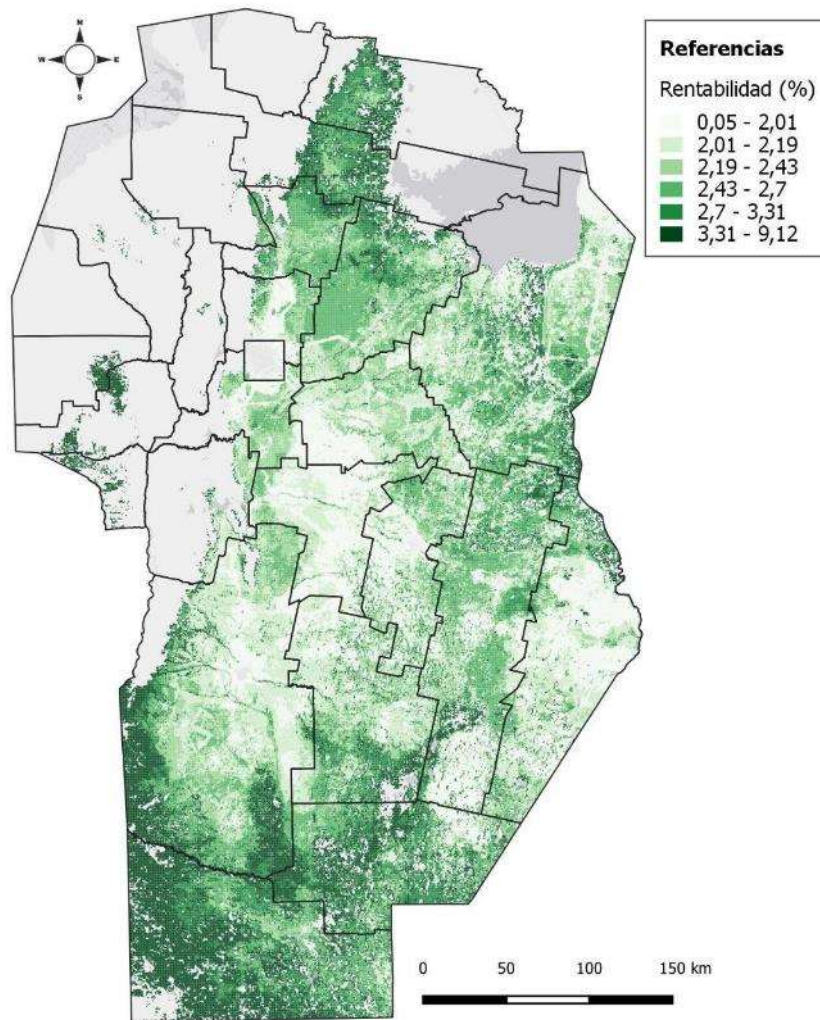
Fuente: IDECOR, 2022

6. Renta de inmuebles agrícolas

A partir de conocer el valor de los arrendamientos agrícolas, se presenta la posibilidad de estudiar **la rentabilidad del arriendo de tierras para usos agrícolas**. Para su análisis, además del valor del arrendamiento, es necesario contar con información del valor de mercado de la tierra, un producto que el Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba, a través de IDECOR, viene estudiando y profundizando desde 2018. Por un lado, existen las predicciones del VUT (Valor Unitario de la Tierra) en USD/ha para cada una de las 363.209 celdas de 25 ha. Por el otro, se infirieron los arrendamientos en este trabajo. Por lo tanto, de los valores obtenidos del arrendamiento en qq-soja/ha (VUA) dolarizados, al valor de precio del qq a dólar bolsa y los VUT en dólares, según surgen de los estudios de IDECOR⁶, es posible estimar la rentabilidad anual bruta de una hectárea rural arrendada para uso agrícola, en la campaña 2020-21. Este proceso consiste en calcular el cociente del VUA en dólares y VUT en dólares (VUA / VUT).

⁶ El valor del dólar MEP fue calculado a 200 pesos fines del mes de marzo (22/3/22) y valor de la soja a 5000 pesos el quintal en el mismo período (Bolsa de Rosario)

Figura 12: Mapa de rentabilidad (%)



Fuente: IDECOR, 2022

La Figura 12 refleja el mapa de variabilidad de la rentabilidad (en porcentaje, respecto del valor de la tierra) en todo el territorio provincial; puede apreciarse 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 e IP** (índices de producción) elevados o suelos de capacidad de uso I y II. Dichos 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. Mientras que **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 4 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 Pocho, Punilla y San Alberto, mientras que las mínimas están ubicadas en los departamentos Capital y Tercero Arriba.

Tabla 4: Estadísticas descriptivas de los valores de rentabilidad por departamento (%)

Departamento	Superficie Cultivada (ha)	media	CV	Min	Max
Calamuchita	90.500	2,41	0,34	0,56	8,96
Capital	12.925	1,44	0,49	0,15	3
Colón	148.150	2,15	0,26	0,14	8,75
Cruz del Eje	4.600	5,96	0,32	1,89	9,1
General Roca	1.024.975	3,81	0,33	1,25	9,12
Gral. San Martín	461.750	2,21	0,21	0,11	8,93
Ischilín	19.700	3,46	0,51	0,37	9,1
Juárez Celman	718.025	2,44	0,29	0,17	8,93
Marcos Juárez	839.250	2,29	0,28	0,26	8,94
Pocho	17.250	7,2	0,16	5,35	9,1
Pte. Roque Saenz Peña	684.200	3,09	0,27	0,39	9,03
Punilla	2.225	6,25	0,35	0,73	9,1
Río Cuarto	1.653.700	2,65	0,35	0,11	9,1
Río Primero	592.025	2,64	0,22	0,28	8,75
Río Seco	163.750	3,67	0,36	0,31	9,1
Río Segundo	496.525	2,11	0,15	0,17	4,91
San Alberto	32.350	6,26	0,24	0,51	9,1
San Javier	20.475	5,55	0,31	0,48	9,1
San Justo	1.106.575	2,42	0,29	0,05	9,1
Santa María	203.575	2,15	0,18	0,17	7,94
Sobremonte	75	5,84	0,5	3,17	8,96
Tercero Arriba	497.775	1,98	0,15	0,18	7,66
Totoral	227.200	2,77	0,25	0,23	9,1
Tulumba	187.250	3,52	0,29	1,6	9,1
Unión	968.475	2,48	0,27	0,23	2,7

Fuente: IDECOR, 2022

Anexo

VARIABLES INDEPENDIENTES UTILIZADAS EN LA ESTIMACIÓN.

Variable	Descripción
zona	Zonificación de las áreas cultivada en función de su productividad
resg_agrop	Pertenencia Área Resguardo Ambiental (Ley 9.164)
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 estándar de la altura (msnm)
pend_median	Mediana de la pendiente (%)
pend_stdev	Desvío estándar de la pendiente (%)
nitrogeno18	Contenido de nitrógeno en suelo
potasio18	Contenido de potasio en suelo
cic18	Capacidad de intercambio catiónico
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 habitantes (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)
rto_sj_hist	Rendimiento zonal de soja - promedio campañas de 2015 a 16/17 BCCBA
rto_mz_hist	Rendimiento zonal de maíz - promedio campañas de 2015 a 16/17 BCCBA
ndvi_mediana	Mediana de NDVI (promedio histórico 2000-2020)
ndvi_stdev	Desvío estándar de NDVI (promedio histórico 2000-2020)
evapo_medi_an	Evapotranspiración 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	Recurrencia 1984-2000 - mediana dentro de la celda
rec_1stdev	Recurrencia 1984-2000 - desvío estándar dentro de la celda
rec_2median	Recurrencia 2001-2009 - mediana dentro de la celda

rec_2stdev	Recurrencia 2001-2009 - desvío estándar dentro de la celda
rec_3median	Recurrencia 2010-2018 - mediana dentro de la celda
rec_3stdev	Recurrencia 2010-2018 - desvío estándar dentro de la celda
perc_agua_perm	% agua permanente en la celda (Año hidrológico 2019-2020)
perc_agua_aneg	% agua anegada en la celda (Año hidrológico 2019-2020)
cu_moda	Moda de Capacidad de Uso de la celda
ip_median	Mediana del Índice de Productividad
ip_stdev	Desvío estándar del Índice de Productividad
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
ev	Equivalente vaca
mo	Contenido de materia orgánica en suelo
p	Contenido de fósforo en suelo
ph	Capacidad de intercambio catiónico
arcilla	Valores de contenido de arcilla- SH
limo	Valores de contenido de limo
arena	Valores de contenido de arena
vut_2020	Valor Unitario de la Tierra vigente en usd
qq_maiz	Rendimiento de maíz por ha
qq_soja	Rendimiento de soja por ha
porc_cultivo	Proporción de área cultivada dentro de la celda de 25 ha

Fuente: IDECOR, 2022

Estadísticas descriptivas variables independientes

Variable	Min	P.25.	Mediana	Media	P.75.	Max
zona	2	7	8	8,2	9	9
resg_agrop	0	0	0	0,01	0	1
nat_prot	0	0	0	0,07	0	1
altura_median	64,89	128,42	188,84	242,04	305,05	1.208,23
altura_stdev	0	0,32	0,5	0,79	0,95	16,95
pend_median	0	0,27	0,4	0,61	0,73	8,92
pend_stdev	0	0,15	0,23	0,34	0,43	12,22
nitrogeno18	0,06	0,1	0,13	0,13	0,14	0,27
potasio18	0,92	1,76	2	1,99	2,23	2,93
cic18	7,27	11,55	15,28	15,48	18,63	27,77
d_rios	0	9.604,69	22.300,22	27.312,29	42.035,46	101.928,30
salinid_agua	1	2	3	2,66	3	6
nfreatico	0	3,75	6,25	12,46	12,5	70
acc_riego	0	0	0	0	0	1
t_med_anual	19,32	22,81	23	23,12	23,5	26,28
rad_solar	266.897,56	288.386,53	290.404,53	291.170,21	292.994,25	312.615,44
d_urbaniz	447,21	9.304,84	14.340,15	16.050,92	20.719,56	62.183,68
d_urb_agen	509,9	16.446,88	25.321,33	26.469,25	35.422,73	77.424,67
d_redelect	0	75	525	1.012,33	1.306,00	24.058,00
d_cacopio	200	8.049,84	12.467,96	15.044,22	18.832,15	126.373,18
d_puerto	99.306,60	236.409,90	301.665,78	295.166,58	356.678,16	498.542,28
rto_sj_hist	0	30,31	32,44	31,86	34,97	41,93
rto_mz_hist	0	74,94	80,16	79,76	85,18	122,39
ndvi_mediana	0,1	0,38	0,42	0,42	0,46	0,69
ndvi_stdev	0,08	0,16	0,18	0,18	0,2	0,26
evapo_medi_an	0	11,77	12,78	12,82	13,86	19,46
pp_med_an	38,67	62,68	65,74	65,59	69,33	78,67
t_min_med	6,86	9,68	10,1	10,13	10,46	13,3
t_max_med	20,78	23,35	23,64	23,79	24,15	27,19
def_hidric	34,92	45,75	50,89	51,62	56,59	98,46
pdsi	-0,35	0,07	0,19	0,18	0,31	0,51
rec_1median	0	0	0	0	0	1
rec_1stdev	0	0	0	0	0	0,47
rec_2median	0	0	0	0	0	1
rec_2stdev	0	0	0	0	0	0,48
rec_3median	0	0	0	0	0	0,89
rec_3stdev	0	0	0	0,01	0	0,48
perc_agua_perm	0	0	0	0	0	0,74

perc_agua_aneg	0	0	0	0	0	1
cu_moda	1	3	3	3,7	4	9
ip_median	1	34	52	50,12	66	90
ip_stddev	0	0	0,44	3,26	4,6	41,27
n2_cob1	0	0	0	0,01	0	1
n2_cob2	0	0	0	0,01	0	1
n2_cob3	0	0	0	0	0	1
n2_cob4	0	0	0	0	0	1
n2_cob5	0	0	0	0	0	0,57
n2_cob6	0	0	0	0	0	1
n2_cob7	0	0	0	0	0	0
n2_cob8	0	0	0	0	0	1
n2_cob9	0	0	0	0,01	0	1
n2_cob10	0	0	0	0	0	0,24
n2_cob11	0	0	0	0	0	0,16
n2_cob12	0	0	0	0	0	0,49
n2_cob13	0	0	0	0	0	0,67
n2_cob14	0	0	0	0	0	0,39
n2_cob15	0	0	0	0	0	0,42
n2_cob16	0	0,76	0,97	0,83	1	1
n2_cob17	0	0	0	0	0	1
n2_cob18	0	0	0	0,05	0	1
n2_cob19	0	0	0	0,07	0,05	1
n2_cob20	0	0	0	0	0	0,88
n2_cob21	0	0	0	0	0	0,43
ev	0,13	0,68	0,86	0,86	1,02	2,49
mo	0,34	1,76	2,18	2,14	2,48	5,61
p	4,44	20,32	24,29	26,68	30,24	114,17
ph	5,26	6,31	6,54	6,53	6,71	8,86
arcilla	1,71	12,34	17,25	16,97	21,28	33,68
limo	6,58	31,08	45,11	43,16	55,28	76,38
arena	2,76	23,78	36,36	39,8	56,12	88,91
vut_2020	1	6.100,00	7.500,00	7.521,15	9.000,00	111.000,00
qq_maiz	0	75	82	83,31	90	140
qq_soja	0	30	33	32,5	35	54
porc_cultivo	0,5	0,88	1	0,92	1	1

Fuente: IDECOR, 2022



Ministerio de
FINANZAS



mapascordoba.gob.ar idecor.cba.gov.ar
idecor@cba.gov.ar