

La Capacidad de Uso de los Suelos de la Provincia de Córdoba y sus Relaciones Agroeconómicas.

Resumen

El objetivo del presente trabajo es relacionar la capacidad del uso de los suelos con un conjunto de variables económicas (valor unitario de la tierra por hectárea -vut-, rinde de la soja qq/ha, rinde de maíz qq/ha, arrendamiento en qq/ha, margen bruto de la soja qq/ha, margen bruto del maíz qq/ha) para el territorio de la Provincia de Córdoba.

La clasificación del uso de los suelos USDA (United State Department of Agriculture) es un concepto muy arraigado por los agentes del sector agropecuario y observar su relación con un conjunto de variables económicas resulta de gran interés para los profesionales vinculados al área.

Con este fin, se propone relacionar las 8 clases de suelo definidas por el USDA, adaptadas por medio del Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria (INTA) para todo el País y representadas en cartas de suelo, con un conjunto de variables agroeconómicas que fueron modeladas por el Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba (ETI) del Ministerio de Finanzas.

Abstract

The objective of this paper is to relate the land capability with a set of economic variables (unit value of land per hectare -vut-, yields soybeans qq / ha, yields corn qq / ha, lease in qq / ha, gross margin soybean qq / ha, gross margin of corn qq / ha).

The land capability classification, defined by the United State Department of Agriculture (USDA) is a concept deeply rooted by agricultural agents. Therefore, observing its relationship with a set of economic variables is of great interest to professionals in the sector.

To this end, we relate the 8 soil classes defined by the USDA, adapted to Argentina by the National Institute of Agricultural Technology (INTA) and represented in its land capability map, with a set of agro-economics variables that were modeled by Real State Territorial Survey(ETI) of Córdoba Province, carried out by the Ministry of Finance.

Keywords: CLASIFICACIÓN DE USO DE LA TIERRA (USDA), VARIABLES AGROECONÓMICAS, MODELOS DE APRENDIZAJE COMPUTACIONAL, RANDOM FOREST, GEOESTADÍSTICA.

Área Temática: 1.4 (Impacto de la Política Económica en la actividad agropecuaria)

La Capacidad de Uso de los Suelos de la Provincia de Córdoba y sus Relaciones Agroeconómicas.

1. Introducción

La provincia de Córdoba se ubica en el centro de la República Argentina y ocupa una superficie de 165.321 Km², dividida administrativamente en 26 departamentos. Se caracteriza por presentar dos formas de relieve; sierras y llanuras. El sector serrano ocupa la porción occidental y del territorio y la llanura ocupa una extensa zona al Este, Sureste y Sur de la provincia. La gran diversidad de su topografía, clima y suelos generan diferentes aptitudes, potencialidades, productividades y características de los suelos.

Con el objeto de identificar los distintas capacidades de uso de los suelos, el USDA (United States Department of Agriculture) generó en 1961 una metodología de clasificación de los suelos, que luego fue adaptada y mejorada continuamente por profesionales del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y plasmada en cartas de suelo para todo el país.

Del análisis realizado por los profesionales del INTA, resultó la siguiente distribución de los suelos para la Provincia de Córdoba:

Tabla 1 - Superficies clasificadas según la capacidad de uso de los suelos.

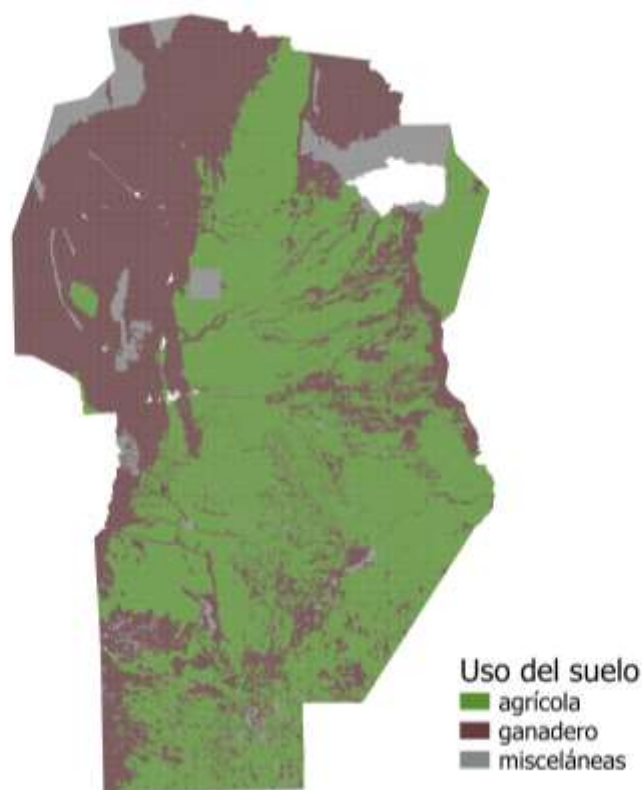
Capacidad de uso	ha	% total has	% cap. uso USDA	Tipo de Suelo
I	237.000	1%	51%	agrícola
II	1.142.600	7%		
III	4.037.050	24%		
IV	3.069.925	19%	41%	ganadero
VI	2.753.550	17%		
VII	3.967.700	24%	8%	Miscelaneas
VIII	973.700	6%		
Áreas Misceláneas	350.575	2%		
Total ha	16.532.100	100%	100%	Total

Fuente: elaboración propia, en base a información proporcionada por las cartas de suelo digitalizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA–, la Secretaría de Agricultura y Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. Trabajadas en el marco del Estudio Territorial de la Provincia de Córdoba.

En la Tabla 1 se presenta la superficie en hectáreas y porcentaje de los suelos de la provincia según su capacidad de uso. Se observa que el 41% de los suelos son de capacidad de uso ganadero, mientras que el 51% tiene capacidad de uso agrícola. El 8%, en tanto, se corresponde a suelos con otras capacidades. Resultando, entonces, que un 92% de los suelos de la Provincia de Córdoba presenta capacidad agropecuaria.

En el Mapa 1 se observa que los suelos de capacidad de uso ganadera se encuentran principalmente al Noroeste de la provincia de Córdoba cuyo ambiente serrano es propicio para la cría vacuna. Hacia el Noreste y Sur de la Provincia, en tanto, se aprecian suelos de capacidad de uso agrícola cuyo ambiente se caracteriza por ser de llanura.

Mapa 1: Provincia de Córdoba según potencial de uso del suelo.



Fuente: elaboración propia, en base a información proporcionada por las cartas de suelo digitalizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA –, la Secretaría de Agricultura y Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. Trabajadas en el marco del Estudio Territorial de la Provincia de Córdoba.

Teniendo en cuenta esta gran cobertura territorial de tierras aptas para uso agrícola o ganadero, resulta interesante construir un conjunto de relaciones entre factores agroeconómicos con la capacidad de uso del suelo, concepto muy internalizado por los agentes del sector agropecuario. Cada vez más, el avance de la ciencia de la computación y de los sistemas de información geográfica permiten generar variables territoriales y desarrollar modelos de aprendizaje automático que permiten avanzar en el estudio de este tipo de fenómenos.

De este modo se facilita a los agentes del sector agropecuario la identificación de las clases de suelo con factores agroeconómicos tales como el valor unitario del suelo por hectárea, el rendimiento por hectárea, el valor del arrendamiento por hectárea o el margen bruto por hectárea, entre otros.

2. Materiales y Métodos

El trabajo fue desarrollado en el marco del proyecto PNUD AR/16/005, gestionado por el Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba mediante un equipo interdisciplinario integrado por economistas, geógrafos, ingenieros agrónomos y agrimensores con el objetivo de actualizar los valores catastrales de la tierra y

aproximarse a los de mercado. Durante el transcurso del proyecto se generaron grandes volúmenes de información que, para el análisis del sector rural, consistieron en desarrollar variables de características agroeconómicas que son impactadas en una grilla de 500 mts², es decir una grilla de 25 hectáreas, que es la unidad espacial de estudio utilizada en la estimación del valor catastral de la tierra rural.

Las principales variables derivadas de la estimación del valor de la tierra son las siguientes, cuya relación es objeto de investigación en el presente escrito:

Tabla 2: Variables utilizadas.

Variables	Definición	Fuente
capacidad de uso	Clases de la capacidad de uso del suelo	Cartas suelo digitalizadas INTA / Estudio territorial provincia de Córdoba
vut ha	Valor unitario de la tierra usda/ha	Estudio territorial Provincia de Córdoba.
rinde soja qq/ha	Rendimiento de soja qq/ha	Bolsa de Cereales provincia de Córdoba / Estudio Territorial provincia de Córdoba
rinde maíz qq/ha	Rendimiento de maíz qq/ha	Bolsa de Cereales provincia de Córdoba / Estudio Territorial provincia de Córdoba
arrendamiento sj qq/ha	Arrendamiento en qq/ha grano soja	Bolsa de Cereales provincia de Córdoba / Estudio Territorial provincia de Córdoba
mbsj qq/ha	Margen bruto soja qq/ha	Bolsa de Cereales provincia de Córdoba / Estudio Territorial provincia de Córdoba
mbmz qq/ha	Margen bruto maíz qq/ha	Bolsa de Cereales provincia de Córdoba / Estudio Territorial provincia de Córdoba

Fuente: elaboración propia.

La información detallada en la Tabla 2 (a excepción del valor unitario de la tierra por hectárea), se encontraba georreferenciada en diferentes niveles de cobertura. Inicialmente, se contaba con sólo algunas muestras de rendimiento de soja o maíz correctamente distribuidas en el espacio. La variable “capacidad de uso”, en tanto, se encontraba digitalizada en diferentes escalas a lo largo y ancho del territorio provincial.

En una primera etapa, entonces, se procedió a agregar toda la información a una misma unidad espacial de análisis, definida como una grilla regular compuesta por celdas de 500 metros (una superficie de 25 hectáreas). Para ello, se aplicaron técnicas geoestadísticas de interpolación espacial (Kriging Ordinario) para lograr una adecuada cobertura en todo el territorio.

Una vez agregada toda la información sobre la grilla, la variable “vut ha” fue estimada como una función de estas variables para cada celda utilizando el algoritmo random forest (Breiman, 2001).

Los márgenes brutos de la soja qq/ha y del maíz en qq/ha fueron calculados a través de la diferencia del rendimiento en qq/ha y costos (labranza, semilla, agroquímicos y fertilización, cosecha, comercialización (fletes distancia a puerto) [márgenes agropecuario – enero 2020 -] expresados en qq/ ha. para cada unidad espacial de la cuadrícula de 25 ha.

2.1. Random Forest.

A grandes rasgos, la técnica de random forest nace de una derivación de los modelos árboles de clasificación y regresión (CART) (Breiman, 1984), el cual es una técnica estadística que permite describir la variable de estudio, mediante medidas de posición y dispersión (ej. media, varianza), clasificarla y jerarquizarla en virtud de un conjunto de

variables explicativas, e inferir el valor de la variable de análisis en función de un grupo de variables independientes.

Este tipo de modelos constituye una alternativa a los modelos lineales aditivos, como los modelos de regresión (variables cuantitativas) o los modelos logísticos (variables cualitativas o categóricas), ya que están pensados para comportamientos no aditivos (anidados), mientras que los modelos lineales clásicos no permiten la interacciones entre variables al menos que se especifique una forma multiplicativa. Además, suelen ser de gran utilidad cuando el grupo de predictores contiene una mezcla de variables cuantitativas y cualitativas (Carranza, et. al, 2018).

Los modelos de árboles de regresión o clasificación están compuestos por un conjunto de reglas o procedimientos de particiones binarias recursivas, donde un conjunto de datos es sucesivamente particionado en función de la variable de estudio. Esta técnica es semejante al análisis de los conglomerados, donde inicialmente todos los objetos son considerados como pertenecientes al mismo grupo. El grupo inicial se separa en dos a partir de una de las variables independiente de manera que la heterogeneidad a nivel de la variable dependiente sea mínima dentro de cada grupo y máxima entre grupos, de acuerdo a la medida de heterogeneidad seleccionada. Para medir la heterogeneidad dentro y entre grupos, generalmente se trabaja con la suma de cuadrados corregida por la media, cuando la variable de estudio es cuantitativa, o la deviance cuando es cualitativa.

Los dos grupos resultantes de la partición, denominados nodos, se vuelven a separar nuevamente si:

- a) hay suficiente heterogeneidad para producir una partición de observaciones y,
- b) el tamaño del nodo es superior al mínimo establecido para continuar el algoritmo.

En cada instancia de separación el algoritmo analiza todas las variables regresoras y selecciona, para realizar la partición, aquella que permite conformar grupos más homogéneos dentro y más heterogéneos fuera (entre ellos). El proceso recursivo se detiene cuando no se cumple una de estas dos condiciones.

Aunque el CART presenta un excelente ajuste para los datos de entrenamiento, al momento de predecir con nuevos datos lo hace con mucha varianza y un elevado sesgo, tendiendo a asignar cada nueva observación a algunas de las hojas estimadas en el entrenamiento (problema conocido en la bibliografía como sobreajuste, u “overfitting”) (Hastie & Tibshirani, 2001). Con el propósito de resolver este problema, surgen las ideas de ensamblado, que consisten en entrenar distintos modelos utilizando el mismo algoritmo de aprendizaje, con el propósito de reducir simultáneamente el sesgo y la varianza. Existen, entonces, diferentes técnicas de ensamblado de modelos: Bagging, Boosting y Stacking (Hastie & Tibshirani, 2001).

Basado en esta concepción, Breiman (2001) aplica la técnica de Bagging, también denominada Bootstrap Aggregation (Breiman, 1996), que consiste en tomar muestras de igual tamaño aleatorias y con reposición del conjunto original de datos de entrenamiento. Se generan aleatoriamente, de esta manera, diferentes conjuntos de entrenamiento. Sobre cada uno de estos conjuntos de entrenamiento se construye un árbol de regresión, constituyendo en conjunto un bosque aleatorio (Random Forest).

De este modo, cuando se combinan los árboles de regresión para formar un bosque; se realiza de manera tal que cada árbol dependa de los valores de un vector aleatorio,

independiente y con la misma distribución para cada uno de estos. Dado que cada árbol del bosque se construye con un procedimiento similar, el sesgo del promedio de los árboles es similar al sesgo de cada árbol individual.

Por lo tanto, cada árbol del bosque tiene la misma distribución, pero son forzados a ser diferentes aleatoriamente mediante la selección estocástica de las variables de entrada, reduciendo de esta forma la correlación. Este procedimiento agrega aleatoriedad dentro de cada nodo de división, particionando la muestra de entrenamiento mediante un subconjunto aleatorio de los inputs. De esta forma, al promediar árboles no correlacionados se obtienen fuertes ganancias en términos de varianza, reduciendo así el overfitting y brindando una aproximación precisa de la media condicionada de la variable de respuesta (Breiman, 2001).

En suma, la técnica de Random Forest surge como una combinación de árboles de decisión, donde cada árbol es independiente del resto al construídos a través de la técnica bagging. De esta manera, para cada nueva observación se estima el valor de la variable de respuesta promediando los valores predichos por cada árbol del bosque aleatorio.

2.2. Kriging Ordinario.

Las variables “rinde soja qq/ha”, “rinde maíz qq/ha” y “arrendamiento sj qq/ha” resultan de modelar los datos obtenidos de los informes de la Bolsa de Cereales de la Provincia de Córdoba e interpolados a través de la técnica de Kriging Ordinario (Krige, 1976) en el marco del Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba.

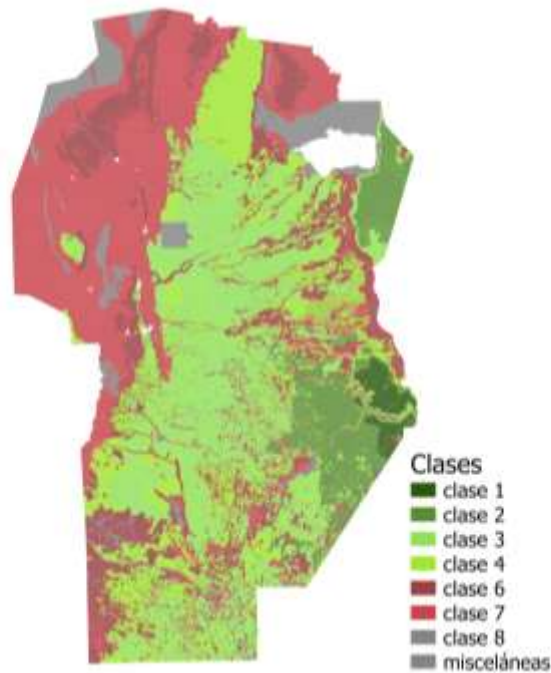
Kriging Ordinario es una técnica geoestadística que se basa en reconocer y explorar la estructura espacial de la variable objetivo, considerando que esta relación espacial es no lineal. El principio fundamental detrás de este tipo de métodos es el de auto-correlación espacial, que enuncia que los puntos más próximos en el espacio tienen valores más similares que aquellos que están más alejados (Tobler, 1970). Además, suponen que la variabilidad es aleatoria y dependiente del espacio, siendo un proceso estacionario con media constante (proceso de ruido blanco) y varianza dependiente de la distancia y dirección, es decir de la posición (Oliver & Webster, 2015). Esencialmente, el modelo consiste en una combinación lineal de media móvil ponderada (Viera, 2002). La magnitud del peso asignado a cada observación en la interpolación depende de la estructura de correlación espacial de los datos, estimada mediante el ajuste de una función denominada semivariograma.

A través del semivariograma empírico se identifica la función teórica utilizada para estimar los ponderadores λ_{\square} , siendo las más utilizadas, por su forma funcional, las funciones esférica, gaussiana y exponencial (Matheron, 1971). A partir de tal ajuste se estiman los parámetros de la función inferida: el rango (distancia en la cual la varianza alcanza su valor máximo), nugget (ordenada al origen) y sill (valor de semivarianza máximo).

3. Resultados.

El mapa 2 refleja las clases de uso del suelo digitalizadas por INTA y agregadas a la grilla regular de 25 hectáreas por su punto de centroide.

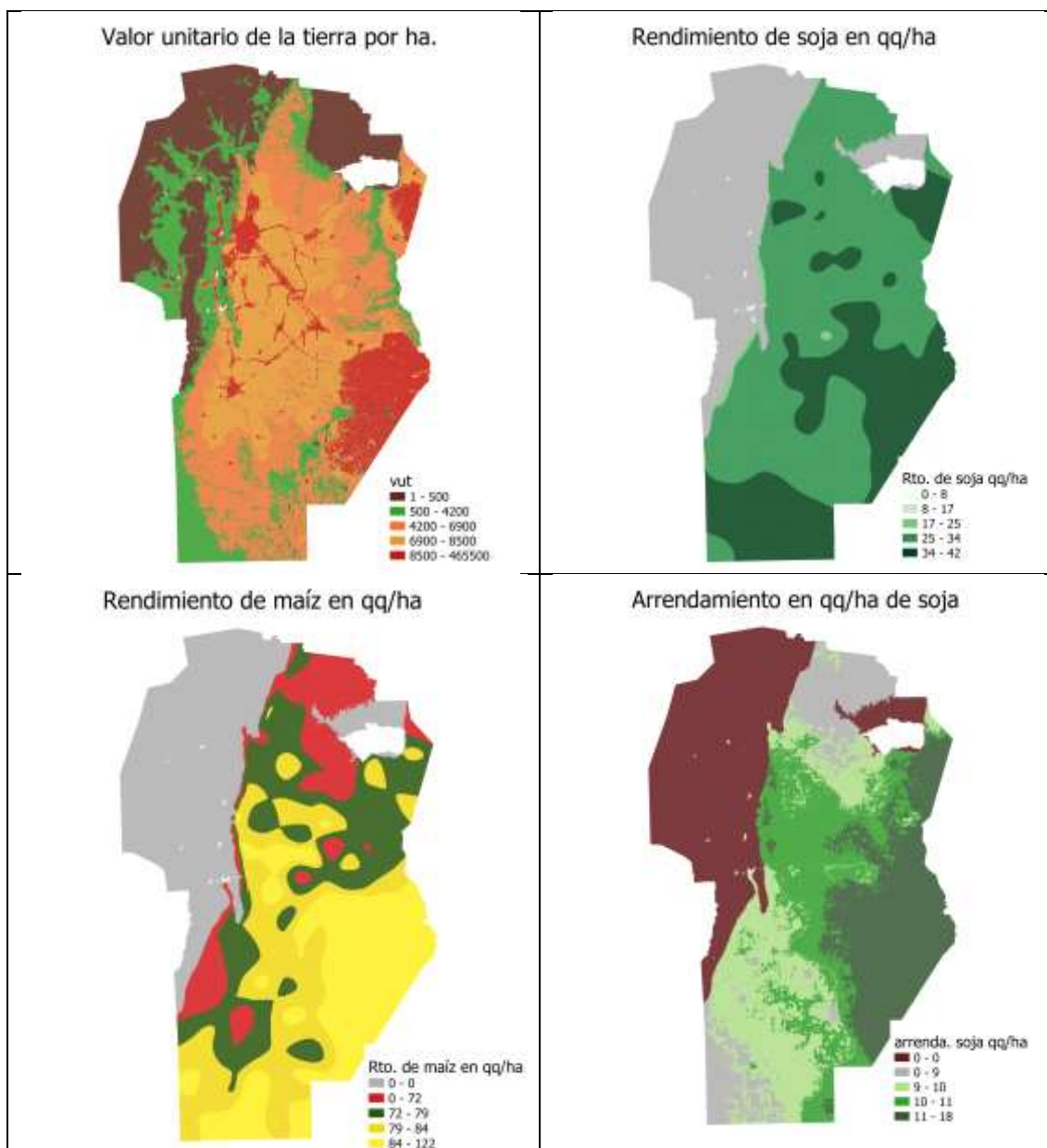
Mapa 2: Clases de la capacidad uso de suelos.



Fuente: elaboración propia en base al INTA.

Por otro lado, se posee un conjunto de variables económicas cuyas muestras fueron recopiladas por la Bolsa de Cereales de la Provincia de Córdoba e interpoladas a la grilla regular a través de la técnica de Kriging Ordinario. La variable valor unitario de la tierra por ha. (vut) resulta de los modelos de random forest aplicado por el grupo ETI recuperados en la página web de IDECOR - Mapas Córdoba. <https://www.mapascordoba.gob.ar/>

Mapa 3: Distribución espacial del Valor Unitario de la Tierra, el Rendimiento de la Soja, el Rendimiento del Maíz y el costo de los Arrendamientos, por hectárea.



Fuente: Elaboración propia en base al Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba e IDECOR.

En los mapas anteriores se muestran el valor unitario de la tierra, rendimiento de soja en qq/ha, rendimiento de maíz en qq/ha y arrendamiento qq/ha de soja que fueron reflejado en la grilla de 500 m² para la Provincia de Córdoba.

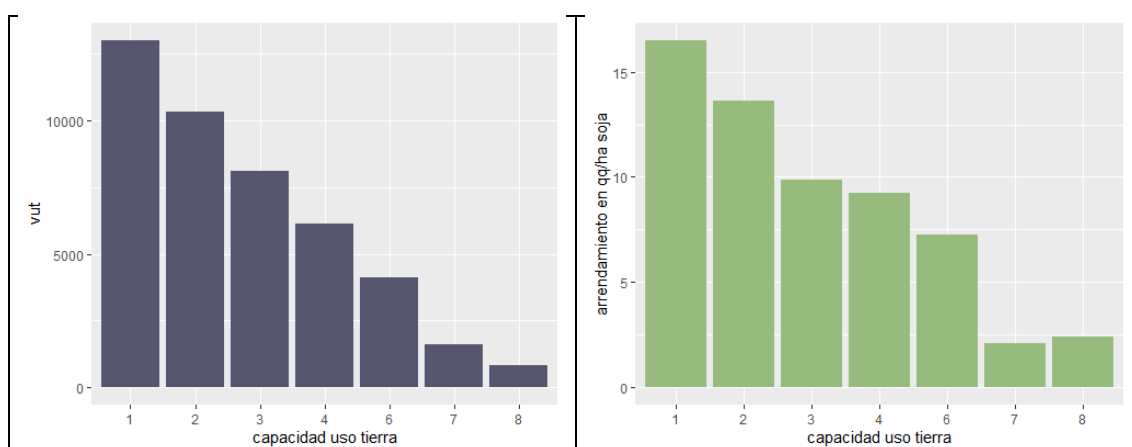
Interpoladas todas las variables a la grilla de 25 ha. se agrupan por capacidad de uso del suelo las variables económicas seleccionadas de interés a través de un *group - by* computacional realizado mediante el lenguaje de programación R, en el IDE R-Studio, aplicando la librería *dplyr*. Resultando el siguiente cuadro:

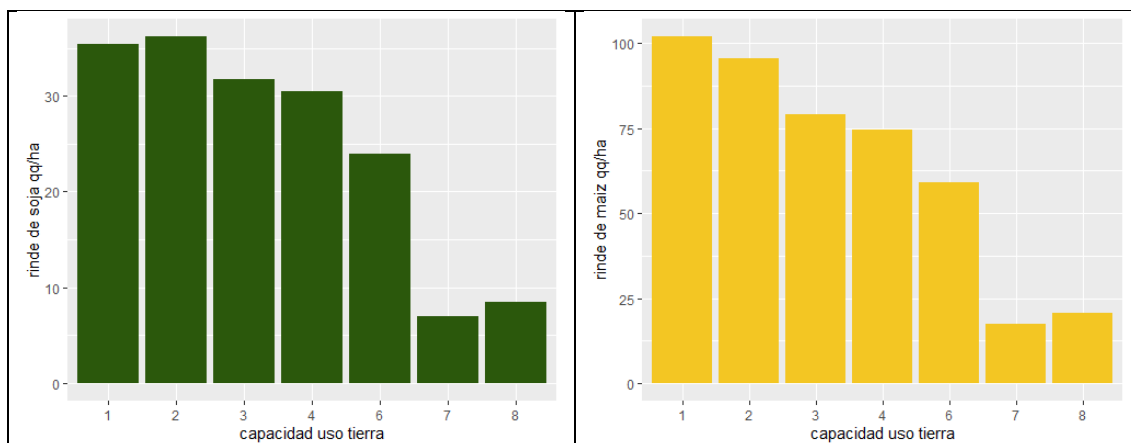
Tabla 3: Estadística descriptiva de las variables agroeconómicas según clase de capacidad de uso de los suelos.

Capacidad de uso tierra (USDA)									
Capacidad de uso tierra	vut			rinde qq/ha soja			rinde qq/ha maíz		
	media	desv. Est	cv	media	desv. Est	cv	media	desv. Est	cv
I	13017,2	5136,5	39%	35,4	2,0	6%	102,1	5,8	6%
II	10324,8	6203,4	60%	36,2	2,7	7%	95,4	14,5	15%
III	8088,2	6043,5	75%	31,8	5,3	17%	79,0	13,2	17%
IV	6126,4	4752,3	78%	30,5	7,3	24%	74,6	17,7	24%
VI	4110,5	5152,5	125%	24,0	14,2	59%	59,1	35,1	59%
VII	1630,1	5753,5	353%	7,1	13,3	189%	17,3	32,7	189%
VIII	820,6	2544,6	310%	8,4	14,5	171%	20,7	35,3	171%
Capacidad de uso tierra	arrendamiento qq/ha soja			margen bruto en qq/ha soja			margen bruto en qq/ha maíz		
	media	desv. Est	cv	media	desv. Est	cv	media	desv. Est	cv
I	16,5	0,4	3%	24,6	1,5	6%	79,7	2,6	3%
II	13,6	2,2	17%	20,9	5,8	28%	63,0	13,1	21%
III	9,8	1,8	19%	12,2	4,3	35%	46,1	10,4	23%
IV	9,3	2,5	27%	12,4	5,2	42%	42,9	13,5	31%
VI	7,3	4,5	62%	10,0	7,4	74%	32,9	23,1	70%
VII	2,1	4,0	193%	2,2	5,7	260%	7,2	18,1	250%
VIII	2,4	4,1	173%	3,3	6,9	212%	10,0	20,5	206%

Fuente: elaboración propia

La tabla 3, resume por capacidad de uso, a través de medidas de posición y dispersión, las variables agroeconómicas arriba mencionadas, más los márgenes brutos de la soja qq/ha y del maíz en qq/ha que fueron estimados a través de la diferencia del rendimiento en qq/ha y costos (labranza, semilla, agroquímicos y fertilización, cosecha, comercialización (fletes distancia a puerto) [márgenes agropecuario – enero 2020 -] expresados en qq/ ha. para cada unidad espacial de la cuadrícula de 25 ha. La información resumida en la Tabla 3 se puede apreciar gráficamente en la Figura 1, a continuación:

Figura 1: Media de las variables agroeconómicas utilizadas según clase de capacidad de uso de la tierra.



Fuente: elaboración propia

Conclusiones

El escrito permitió identificar y relacionar un conjunto de variables agroeconómicas con la capacidad de uso de los suelos nomenclatura USDA, para el territorio de la Provincia de Córdoba, concepto muy arraigado en la cultura de los agentes del sector.

El rápido crecimiento de las ciencias de la computación, en los últimos tiempos, facilita llevar a cabo este tipo de análisis, donde detrás de una unidad espacial se aglutinan un conjunto de variables, posibilitando de este modo agruparlas, resumirlas y obtener distintas relaciones entre ellas.

En este sentido y modo de ejemplo, la tabla 2 posibilita la construcción de las siguientes relaciones:

Tabla 4: Cambio en el valor unitario de la tierra según clases de usos de suelo.

Capacidad de Uso de suelos (USDA)								
Capacidad de uso	Áreas Misceláneas	VIII	VII	VI	IV	III	II	I
% cambio vut	s/d	s/d	98,65%	152,16%	49,04%	32,02%	27,65%	26,08%
relación rinde mz/sj qq/ha	s/d	s/d	2,46	2,46	2,45	2,49	2,63	2,88
relación mbmz/mbsj qq/ha	s/d	s/d	3,29	3,13	3,46	3,69	3,01	3,24

Fuente: elaboración propia

De la tabla 3 se aprecia que al pasar de la capacidad de uso II a la I los valores unitarios de la tierra por ha en promedio cambian un 26%. Con respecto a la relación rinde de maíz / soja se observa que el rendimiento de maíz se encuentra aproximadamente entre [2,40 , 3] veces al rendimiento de soja en todas las capacidades de uso del suelo. Relaciones equivalentes surgen cuando se analizan los márgenes brutos.

Si bien los rendimientos de los cultivos no son criterios utilizados en la definición de la Capacidad de Uso, es esperable la correlación encontrada en dichas variables, producto de la mayor estabilidad en los sistemas definidos por la capacidad de uso y reflejados en los coeficiente de variación (tabla 2). Sin embargo, los rendimientos pueden igualarse para suelos con distintas clases pero manejadas de manera diferente. Los manejos más

eficientes en el uso de la tecnología (agricultura de precisión) e insumos (riego, genética mejorada, fertilización, etc) posibilitan lo antes dicho.

En suma, el escrito permite obtener a los profesionales del sector rural una simple y rápida idea en función de las capacidades de uso de los suelos sobre un conjunto de variables agroeconómicas. Facilitando el análisis y toma de decisiones sobre los diferentes campos de estudio del sector, a los agentes agropecuarios.

Bibliografía:

Barsky, O., & Gelman, J. (2009). Historia del Agro Argentino. 3rd. *Buenos Aires: Sudamericana.*

Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.

Breiman, L., Friedman, J., Stone, C. J., & Olshen, R. A. (1984). *Classification and regression trees*. CRC press.

Carranza J., Salomón M, Piumetto M, Monzani F, Montegro G., Córdoba M (2018) "Random Forest como técnica de valuación masiva del valor del suelo urbano: una aplicación para la ciudad de río cuarto, córdoba, argentina". Anais do COBRAC 2018 - Florianópolis -SC – Brasil - UFSC – de 21 a 24 de outubro 2018

Conde, R. C. (1997). *La economía argentina en el largo plazo: ensayos de historia económica de los siglos XIX y XX*. Editorial Sudamerica, Universidad de San Andrés.

International Association of Assessing Officers. (2003). *Standard on Automated Valuation Models (AVMs)*. International Association of Assessing Officers.

Krige, D. G. (1976). A review of the development of geostatistics in South Africa. In *Advanced geostatistics in the mining industry* (pp. 279-293). Springer, Dordrecht.

Lockwood, T., & Rossini, P. (2011). Efficacy in modelling location within the mass appraisal process. *Pacific Rim Property Research Journal*, 17(3), 418-442.

Matheron, G. (1970). Random functions and their application in geology. In *Geostatistics* (pp. 79-87). Springer, Boston, MA.

Nogués, J. J. (2011). *Agro e Industria: del centenario al bicentenario*. Ciudad Argentina.

Oliver, M. A., & Webster, R. (2015). *Basic steps in geostatistics: the variogram and kriging* (pp. 15-42). New York, NY: Springer International Publishing.

Santangelo, F., & Gil, F. (2015) POTENCIAL PRODUCTIVO de la GANADERIA BOVINA de la PROVINCIA DE Córdoba.

Sonnet, F. (1999). La reforma económica y los efectos sobre el sector agropecuario en Argentina (1989–1998). In *Anales de la XXXIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*.

Sonnet F.H., Monzani F (2015). Las políticas de regulación del agro en Argentina: Un modelo de evaluación de las transferencias de ingresos 1991-2001 y 2002-2014. *L Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*.

Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46(sup1), 234-240.

Viera, M. A. D., & González, R. C. (2002). Geoestadística aplicada. *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba: México DF, Mexico*, 31-57.

Revistas:

Márgenes Agropecuarios

Páginas web:

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación
http://www.sia.gov.ar/_apps/siia/estimaciones/estima2.php

IDECOR (Infraestructura de datos espaciales Córdoba) Cartas del suelo de la provincia de Córdoba: <https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/35/view>