

PROVINCIA DE CÓRDOBA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

“INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL MONITOREO DE CONDICIONES AMBIENTALES Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA”

INFORME FINAL DE PROYECTO

MAYO DE 2018

Entidad ejecutora: Bolsa y Cámara de Cereales de Córdoba

Responsable del proyecto

Apellido y Nombre: Fiant, Silvina

Dirección: Bv. Francisco Ortiz de Ocampo 317

Teléfonos: 4229637 / 4253716, interno 155

E-mail: sfiant@bccba.org.ar



Índice

Introducción	5
Avances por actividad	9
1 - Viajes estaciones meteorológicas.....	9
2 - Llamado colaboradores sistema precipitaciones.....	10
3- Procesamiento datos Red de Estaciones Meteorológicas (REM).....	10
4 - Encuestas colaboradores cultivos y procesamiento de datos.....	11
5 - Elaboración y publicación de informes de cultivos.....	14
6 - Teledetección de cultivos.....	15
7 - Desarrollo metodología estimación rendimientos UAV.....	18
8 - Estudio isocurvas red estaciones meteorológicas para sensores.....	22
9 - Recopilación y sistematización de antecedentes (investigación).....	25
10 - Trabajo conjunto con proveedor: base de datos y aplicativo encuestas.....	25
11 - Migración de datos históricos a nueva base integrada.....	28
12 - Zonificación preliminar y áreas representativas (investigación).....	30
13 - Informes meteorológicos trimestrales.....	33
14 - Tareas de soporte recorridos de cultivo.....	33
15 - Recorridos zonales seguimiento presencial de cultivos.....	34
16 - Elaboración de informes seguimiento presencial de cultivos.....	36
17 - Procesamiento datos teledetección cálculos de producción.....	38
18 -Diseño de nuevo formato de informes, tablas y mapas.....	39
19 - Caracterización de variables climáticas y ambientales (investigación).....	40
20 - Trabajo conjunto con proveedor: sistema de alerta cultivos.....	43
21 - Relevamiento de fuentes externas para pronósticos.....	45
22 - Elaboración de documento con resultados de investigación.....	47
Apéndice I: Adquisición de ArcGIS Server y actividades conexas	48
Comprobantes pago de Capacitación y unificación de base de datos.....	49
Comprobantes por compra de ArcGIS Server y otros componentes.....	53
Apéndice II: Certificados de asistencia curso de posgrado “Teledetección de microondas: fundamentos físicos y extracción de información”	56
Apéndice III: Viajes de mantenimiento Red de Estaciones Meteorológicas	59
Planilla resumen de las visitas realizadas.....	60
Mapas mensuales de recorridos	61



Facturas compra de componentes para Red de Estaciones Meteorológicas.....	66
Apéndice IV: Infografías Actividad N° 5 (Informes de Cultivos).....	76
Apéndice V: Actividad N° 7 (metodología estimación rendimientos UAV).....	80
Certificado asistencia curso de pilotaje UAV.....	81
Factura por compra de UAV eBee SQ.....	84
Apéndice VI: Facturas compra de Anemómetros	85
Apéndice VII: Programa y certificado curso de posgrado “Introducción al modelado meteorológico con WRF”.....	88
Apéndice VIII: Documento de investigación actividad N° 22.....	91

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Detalle de Gastos operativos y Bienes de Uso.....	7
Tabla N° 2: Compra total de repuestos y componentes para la REM.....	9
Tabla N° 3: Consultas realizadas en encuestas a la red de colaboradores de la BCCBA...	11
Tabla N° 4: Informes de Cultivos.....	14
Tabla N° 5: Imágenes Satelitales Utilizadas.....	16
Tabla N° 6: Recorridos de seguimiento presencial de cultivos invernales.....	34
Tabla N° 7: Recorridos de seguimiento presencial de cultivos estivales.....	35
Tabla N° 8: Informes de recorridos seguimiento presencial de cultivos.....	37

Índice de Figuras

Figura N° 1: Estimación de Avance por actividad.....	8
Figura N° 2: Distribución de cultivos estivales en Departamentos del Centro de la Provincia de Córdoba.....	16
Figura N° 3 Zona de Estudio Seleccionada para estimación de rendimientos.....	18
Figura N° 4: Dispersión de los rendimientos de Maní. Departamento Juárez Celman	19
Figura N° 5: Radiación fotosintéticamente activa acumulada (Estación Meteorológica Hernando 34109).....	19
Figura N°6: Evolución EVI. Zona rural Hernando.....	20
Figura N° 7: Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida por período.....	21
Figura N° 8: Prueba a campo dispositivo eBee SQ.....	22
Figura N° 9: Puntos de la REM a determinados para los nuevos sensores de viento.....	24



Figura N° 10: Vista del nuevo link de acceso al sistema de consulta a colaboradores.....	26
Figura N° 11: Estructura de base de datos encuestas colaboradores BCCBA.....	27
Figura N° 12: Web Mapping Application.....	27
Figura N° 13: Estado general del trigo por departamento.....	28
Figura N° 14: Selección por figuras geométricas.....	28
Figura N° 15: Zonificación de áreas productivas de Córdoba.....	32
Figura N° 16: Recorridos efectuados para relevamiento cultivos de invierno.....	36
Figura N° 17: Recorridos efectuados para relevamiento cultivos de verano.....	36
Figura N° 18: Story Map relevamiento cultivos de invierno 2017/2018.....	39
Figura N° 19: Story Map recorridos relevamiento cultivos de invierno.....	40
Figura N° 20: Valor promedio en metros (m) sobre el nivel del mar para cada zona.....	41
Figura N° 21: Temperatura promedio anual.....	41
Figura N° 22: Temperatura promedio para el período del año más húmedo.....	41
Figura N° 23: Precipitaciones promedio anual.....	42
Figura N° 24: Precipitaciones promedio para el período más húmedo.....	42
Figura N° 25: Ranking de valores promedio de rendimientos por zonas.....	42
Figura N° 26: Script modelador alerta fusariosis en trigo.....	44
Figura N° 27: Visualización de alerta para fusariosis en trigo.....	45
Figura N° 28: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Julio 2017.....	61
Figura N° 29: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Agosto 2017.....	61
Figura N° 30: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Septiembre 2017.....	62
Figura N° 31: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Octubre 2017.....	62
Figura N° 32: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Noviembre 2017.....	63
Figura N° 33: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Enero 2018.....	63
Figura N° 34: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Febrero 2018.....	64
Figura N° 35: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Marzo 2018.....	64
Figura N° 36: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Abril 2018.....	65
Figura N° 37: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Mayo 2018.....	65
Figura N° 38: Infografía de Cultivos (maíz) publicada el 14/09/2017.....	77
Figura N° 39: Infografía de Cultivos (trigo) publicada el 14/09/2017.....	77
Figura N° 40: Infografía de Cultivos (trigo y garbanzo) publicada el 14/09/2017.....	78
Figura N° 41: Infografía de Cultivos (trigo y garbanzo) publicada el 28/09/2017.....	78
Figura N° 42: Infografía de Cultivos publicada el 28/09/2017.....	79



INTRODUCCIÓN

Plazo de ejecución: 10 Meses – Inicio: 01/07/2017 -Finaliza: 30/04/2018.

Solicitud de prórroga: 30 días a partir del 30/04/2018. Finaliza: 30/05/2018.

Compendio resultados del proyecto

En los meses de julio de 2017 a mayo de 2018 la Bolsa de Cereales de Córdoba llevó a cabo una serie de acciones tendientes a fortalecer el sistema de información existente en la institución, en pos de lograr mayor eficiencia en la elaboración y difusión vía web de información sobre condiciones climáticas, ambientales, meteorológicas y en la caracterización de la producción agrícola de la provincia.

En este sentido se efectuaron 25 viajes de mantenimiento y verificación de funcionamiento de la Red de Estaciones Meteorológicas (REM), relevando 99 de los 101 equipos que se encuentran instalados en la provincia de Córdoba. Además se incorporaron 10 sensores de viento (anemómetros) contribuyendo a una apropiada interpolación de datos y optimizar la presión de muestreo de las variables climáticas relacionadas.

A partir de la incorporación de herramientas informáticas (ArcGIS Enterprise¹) se desarrollaron aplicaciones de gran potencialidad, entre ellas: base de datos unificada; tablero de control para monitoreo automatizado de la REM; aplicativo para realizar encuestas a la red de colaboradores; que han permitido automatizar procedimientos, agilizar tareas rutinarias, mejorar el control y la detección de errores. Se han generado tablas, mapas y gráficos dinámicos e interactivos de libre acceso en la página web de la institución.

Se sentaron las bases de un sistema de alertas en enfermedades y plagas de cultivo, comenzando por fusariosis en trigo y su corroboración utilizando datos de la REM en combinación con la aplicación GeoEvent de ArcGIS Enterprise.

Se logró desarrollar una metodología de estimación de rendimientos en cultivos extensivos mediante el uso de un Vehículo Aéreo no Tripulado, permitiendo generar datos con una precisión conocida y así mejorar las estimaciones de producción pre y post cosecha.

Finalmente, se realizó una investigación integradora desde el punto de vista agronómico, climático y meteorológico, acotado a la provincia de Córdoba, que permitió efectuar una zonificación del territorio y en base a ello caracterizar el comportamiento de cultivos y variables agrometeorológicas, aportando información de gran relevancia para la toma de decisiones y nuevas investigaciones a futuro.

¹ En el Apéndice I del proyecto (páginas 48 a 55) se incluyen los comprobantes relacionados con esta actividad.



Presupuesto comprometido y grado de ejecución

Rubro/Item	Aporte BCCBA	Aportes en especie BCCBA	Aportes del CFI	Total rubro (Proyectado)	Total Ejecutado	Porcentaje ejecutado
1) Adquisición de ArcGIS Server y actividades conexas	\$ 1.041.581,31	-	-	\$ 1.041.581,31	\$ 1.433.202,64	100%
2) Adquisición de softwares y UAV eBee SQ*	\$ 450.058,12	-	-	\$ 450.058,12	\$ 417.104,99	100%
3) Programa capacitación**	\$ 51.160,00	-	-	\$ 51.160,00	-	-
4) Modernización red de estaciones meteorológicas (anemómetros)	\$ 258.692,14	-	-	\$ 258.692,14	\$ 335.458,31	100%
5) Reposición de componentes red de estaciones meteorológicas	\$ 94.486,91	-	-	\$ 94.486,91	\$ 125.642,57	100%
6) Gastos recorridos zonales	\$ 61.907,67	-	-	\$ 61.907,67	\$ 156.296,30	100%
7) Gasto recorrido mantenimiento estaciones meteorológicas	\$ 49.179,20	-	-	\$ 49.179,20	\$ 99.753,79	100%
8) Gastos operativos y bienes de uso	-	\$ 942.865,42	-	\$ 942.865,42	\$ 1.614.987,01	100%
9) Honorarios equipo de investigación	-	-	\$ 1.820.000,00	\$ 1.820.000,00	\$ 1.183.000,00	65%
Total	\$ 2.007.065,35	\$ 942.865,42	\$ 1.820.000,00	\$ 4.769.930,77	\$ 5.365.445,61	112%

(*) Las adquisiciones resultaron menos onerosas respecto a lo proyectado, así como en otras actividades resultaron por encima de lo presupuestado.

(**) Los gastos estipulados no pudieron ser ejecutados por cuestiones ajenas a la institución.

Resumen de actividades

Durante el período comprendido entre julio de 2017 y mayo de 2018 la Bolsa de Cereales de Córdoba procedió a la ejecución de las actividades estipuladas en el convenio firmado con el Consejo Federal de Inversiones. Al respecto, fueron realizados la totalidad de desembolsos previstos por parte de la BCCBA, salvo lo referido al ítem N° 3 “Programa de Capacitación”, debido a que no fue posible concretar inscripciones anticipadas para el segundo semestre de



2018, ante un exceso de matrícula que registró la institución². En Este sentido es necesario destacar que parte del equipo de trabajo realizó el curso de posgrado “Teledetección en microondas: fundamentos físicos y extracción de información” dictado por el Instituto de Altos Estudios Espaciales “Mario Gulich” de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), ante la no apertura de la Especialización en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica” durante el segundo semestre de 2017. Dicho cambio de actividad fue notificado oportunamente al personal encargado de realizar el seguimiento del proyecto por parte del Consejo Federal de Inversiones³.

En lo que respecta al Ítem N° 8 “Gastos operativos y bienes de uso”, correspondiente a aportes en especie comprometidos por la Bolsa de Cereales de Córdoba, se han devengado gastos por un total de \$1.614.987,01 conforme a los datos brindados por el Departamento de Contabilidad de la institución, superando el monto comprometido de \$942.865,42. En la tabla N° 1 que se incluye a continuación se detallan los gastos mencionados:

Tabla N° 1: Detalle de Gastos operativos y Bienes de Uso imputado al Departamento de Información Agroeconómica

CONCEPTO	Gastos operativos (*)
AGUAS CORDOBESAS	\$ 13.993,49
ENERGÍA ELÉCTRICA	\$ 115.332,33
GAS NATURAL	\$ 1.463,97
GASTOS GENERALES	\$ 59.219,38
ASESORÍA EXTERNA (LEGAL Y CONTABLE)	\$ 64.225,23
IMPRESOS	\$ 3.695,93
INTERNET	\$ 251.182,44
LIMPIEZA	\$ 197.118,84
MANTENIMIENTO DE SISTEMA	\$ 33.544,40
PAPELERÍA Y ÚTILES VARIOS	\$ 3.391,62
REFRIGERIO	\$ 377.316,42
SEGURIDAD	\$ 323.012,71
SEGUROS	\$ 69.793,87
TELÉFONO	\$ 101.696,38
TOTAL	\$ 1.614.987,01

(*) Información del 01/07/2017 al 27/04/2018.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del departamento de contabilidad de la BCCBA

² En la versión digital del proyecto se incluye el intercambio e-mails realizados con personal administrativo de la Universidad de Buenos Aires (UBA), en la carpeta denominada “1 – CONSULTA CURSOS UBA”.

³ En el Apéndice II del proyecto se incluyen los certificados de asistencia al curso del instituto Mario Gulich. Véase página 56.



La figura N° 1 permite identificar aquellas actividades que han sido desarrolladas por el equipo de trabajo a lo largo del proyecto. Asimismo, la evolución y resultados de cada tarea se describen en la sección “Avances por actividad”.

Figura N° 1: Avance por actividad (Según Anexo I del convenio)

Tareas/mes	1 Julio (2017)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Viajes por estaciones meteorológicas (mantenimiento/sensores)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Llamados a colaboradores de sistema de precipitaciones	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Procesamiento datos red estaciones	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Encuestas a colaboradores cultivos y procesamiento de datos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elaboración y publicación de informes mensuales de cultivos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Teledetección de Cultivos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Desarrollo metodología estimación rendimientos con UAV	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Estudio de isocurvas puntos red estaciones para incorporar sensores	x	x	x							
Recopilación y sistematización de antecedentes (investigación)	x	x	x							
Trabajo conjunto con proveedor: base de datos y aplicativo encuestas	x	x	x	x	x	x				
Migración de datos históricos a nueva base integrada		x	x	x	x	x				
Zonificación preliminar y áreas representativas (investigación)				x	x	x	x			
Informes meteorológicos trimestrales				x			x			x
Tareas de soporte recorridos de cultivo				x	x				x	x
Recorridos zonales seguimiento presencial de cultivos				x	x				x	x
Elaboración de informes seguimiento presencial cultivos				x	x				x	x
Procesamiento datos teledetección, cálculos de producción					x	x	x	x	x	x
Diseño de nuevo formato de informes, tablas y mapas						x	x	x		
Caracterización de variables climáticas y ambientales (investigación)						x	x	x	x	
Trabajo conjunto con proveedor: sistema de alerta cultivos						x	x	x	x	x
Relevamiento de fuentes externas para pronósticos								x	x	x
Elaboración de documento con resultados de la investigación									x	x



Avances por actividad (Según Anexo I del Convenio)

1 - Viajes estaciones meteorológicas. Ejecutado.

En el período julio 2017 – mayo 2018 se efectuaron 27 viajes de mantenimiento y verificación de funcionamiento de la red de estaciones meteorológicas frente a los 24 viajes proyectados inicialmente, relevando 99 de los 101 equipos que actualmente se encuentran instalados en la provincia de Córdoba. Para lograrlo fueron necesarios un total de 39 días de trabajo a campo, recorriendo 20.685 Kilómetros frente a los 17.352 Kilómetros previstos inicialmente. De acuerdo a lo mencionado se ha logrado cumplimentar el 100% de lo comprometido para dicha actividad.

En los recorridos se efectuaron en mayor parte controles programados del funcionamiento de los sensores con instrumental debidamente calibrado. De este monitoreo surge la aprobación de dichas estaciones para su operatividad a campo. Además se efectuaron tareas de limpieza de equipos y cambios de componentes tales como baterías, pluviómetros, sensores de temperatura, antenas, entre otros, con insumos adquiridos a tal fin y otros que se hallaban en stock en instalaciones de nuestra Institución. En el Apéndice N° III se incluye una planilla resumen con información detallada de cada recorrido, los gastos generados en los viajes y mapas mensuales de la provincia con los equipos visitados⁴.

Respecto a la compra de componentes para reposiciones ante fallas u obsolescencia, a lo largo del proyecto se ejecutaron adquisiciones por \$125.642,57 según se describe en la tabla N° 2. De esta manera la actividad presenta un grado de ejecución del 100% considerando los \$94.486,91 comprometidos para esta tarea. En el Apéndice III se incluyen las facturas correspondientes.

Tabla N° 2: Compra total de repuestos y componentes para la REM

<i>Item</i>	<i>cantidad a incorporar</i>	<i>insumos comprados</i>	<i>N° de Factura</i>	<i>costos</i>
Sensores de temperatura y humedad	10	10	248 y 273	\$ 48.356,44
Sistema de telemetría con Modem	1	1	256	\$ 9.774,86
Placa de corte	4	4	244	\$ 3.920,40
Modem G30	2	2	254 y 271	\$ 13.721,40
Antena celular	2	2	227	\$ 508,20
Tablero Mini Mod 1008	12	12	227 y 273	\$ 11.567,60
Baterías 12V 9Amp	18	11	215	\$ 10.945,66
		7	237	\$ 6.776,00
Pluviómetros	2	2	230	\$ 20.072,01
Total comprometido	\$ 94.486,91	Total ejecutado	\$ 125.642,57	

Fuente: Elaboración propia

⁴ Véase páginas 59 a 75. Además se encuentra disponible en la versión digital de este documento una carpeta denominada “2 - VIAJES ESTACIONES METEOROLÓGICAS” donde se incluyen informes individuales de cada viaje y detalles de los servicios técnicos realizados en cada estación meteorológica, adjuntando copias de las facturas de los gastos generados a modo de respaldo.



2 - Llamado colaboradores sistema precipitaciones. Ejecutado.

Durante los diez meses de duración del proyecto se llevaron a cabo los contactos telefónicos con los colaboradores del Sistema de Precipitaciones, recabando información de las lluvias registradas en distintas localidades denominadas “índices” que integran dicho sistema (54 localidades en total que se suman a los datos de la Red de Estaciones Meteorológicas). Toda la información se dejó plasmada en planillas mensuales, detallando por período relevado (mayor o menor a 7 días) los milimetrajes acumulados en cada localidad.

La totalidad de los registros fueron cargados a la web institucional a través de un aplicativo interno denominado “Lluvias”. Allí se puede observar el calendario con los períodos relevados por departamento y localidad. A continuación, se incluyen los links de ingreso al sistema y del último período relevado del mes de Abril de 2018⁵:

<http://www.bccba.com.ar/agroclima-6342.html>

http://www.bccba.com.ar/lluvias_acumulado.asp?Codigo=4&iano=2018&acumulado=Mes

De esta manera se ha cumplido con las tareas comprometidas en el Anexo I del convenio BCCBA-CFI para la actividad en cuestión.

3- Procesamiento datos Red de Estaciones Meteorológicas (REM). Ejecutado.

Durante el transcurso del proyecto se realizó un control diario de las estaciones meteorológicas, a los efectos de detectar fallas en los distintos sensores, en el modem de comunicación o en el sistema de alimentación de los equipos, ya que podrían producir datos erróneos, que luego son utilizados para la elaboración de reportes meteorológicos.

Además se trabajó junto al proveedor de ArcGIS Server, Ciampagna y Asociados S.A para el desarrollo de un tablero de control que posibilita el monitoreo automatizado de la Red de Estaciones Meteorológicas, permitiendo agilizar las tareas rutinarias y aumentar la eficiencia en el control del estado de los equipos instalados, determinando fallas en la operatividad. Para ello se utilizó el aplicativo GeoEvent adquirido con aportes de la BCCBA, mediante el cual se procesan, filtran y agrupan automáticamente los datos con frecuencia de 10 minutos que provienen de las más de 100 estaciones meteorológicas distribuidas en toda la provincia. Estos registros alimentan una base de datos y se visualizan en el “Web Mapping Application” para poder controlar las muestras que provienen de la red.

⁵ Adicionalmente se encuentra disponible en la versión digital de este documento una carpeta denominada “3 – PLANILLAS SISTEMA DE PRECIPITACIONES” donde se incluyen tablas Excel que contienen los datos recabados diariamente mediante llamados telefónicos a los colaboradores del sistema de precipitaciones.



Los mencionados aplicativos permiten interactuar con los niveles de señal, batería y detectar con facilidad datos de precipitación, temperatura, humedad relativa, entre otras variables fuera del rango normal. El tablero desarrollado se puede consultar en el siguiente link:

<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=3d93541799004cdda900e79be2b9e9cf>

En base a los trabajos desarrollados, se ha cumplido con lo estipulado para la actividad según Anexo I del convenio BCCBA-CFI.

4 - Encuestas colaboradores cultivos y procesamiento de datos. **Ejecutado.**

Entre los meses de julio de 2017 y abril de 2018 se realizaron 17 encuestas a la red de colaboradores de cultivos, dividida la misma en dos grupos o equipos: “A” y “B”. El equipo A está compuesto por 145 ingenieros, técnicos y asesores agropecuarios, mientras que en el equipo B se logró aumentar el número de colaboradores de 73 a 81 profesionales de iguales características, contribuyendo a fortalecer la presión de muestreo y por ende la representatividad de los datos obtenidos.

Los datos fueron procesados para su utilización en la elaboración de los “Informes de Cultivos” de alcance provincial, siendo difundidos masivamente por distintos medios de comunicación y sirviendo como medio de comprobación de la actividad, cuestión que se desarrolla con más detalle en el Ítem N° 5 “Elaboración y publicación de informes de cultivos”.

A modo de ejemplo, en la tabla N° 3 se incluyen los tópicos de las encuestas quincenales realizadas entre febrero y abril de 2018⁶.

Tabla N° 3: Consultas realizadas en encuestas a la red de colaboradores de la BCCBA

Fecha	Cultivos Estivales	Cultivos Invernales	OTROS
2° quincena de febrero 2018	<p>Maíz y Soja: Fenología Temprano/a y Tardío/a; Porcentaje (%) del área bajo riego; Estado general del cultivo; Ocurrencia de estrés hídrico y/o térmico; Presencia de plagas y/o enfermedades. En maíz, Porcentaje (%) de la superficie sembrada con destino forraje por planificación.</p> <p>Maní: Fenología; Estado general del cultivo; Ocurrencia de estrés hídrico y/o térmico; Presencia de plagas y/o enfermedades. Sorgo: Fenología y</p>		<p>Fertilización:</p> <p>Maíz: Porcentaje (%) del área fertilizada ; Principales productos usados y dosis por hectárea (Kg/Ha) a la siembra y en V4 (4 hojas verdaderas)</p> <p>Costo de la labor de fertilización en V4.</p>

⁶ En los informes de avance N°1 y N° 2 pueden consultarse las tablas que incluyen los tópicos de encuestas realizadas durante los dos primeros períodos del proyecto.



	<p>Estado general del cultivo; Porcentaje (%) del área sembrada destino forraje; Presencia de plagas y/o enfermedades. Girasol: Fenología y Estado general del cultivo.</p>		<p>Soja: Porcentaje (%) del área fertilizada; Principales productos usados y dosis por hectárea (Kg/Ha) a la siembra.</p>
<p>1° quincena de marzo 2018</p>	<p>Maíz y Soja: Fenología Temprano/a y Tardío/a; Estado general del cultivo; Rendimiento estimado temprano/tardío (qq/ha); área perdida (%); Causa principal; Cosecha: fecha estimada de inicio de cosecha, porcentaje de avance de cosecha (%); Ocurrencia de estrés hídrico y/o térmico; Presencia de plagas y/o enfermedades. Maní: Fenología; Rendimiento en caja (qq/ha); Estado general del cultivo; Ocurrencia de estrés hídrico y/o térmico; Presencia de plagas y/o enfermedades; Porcentaje de área perdida %; Causas principales; Arrancado: fecha estimada de inicio de arrancado; Porcentaje de avance de cosecha (%). Sorgo: Fenología y Estado general del cultivo; Rendimiento (qq/ha) Porcentaje (%) del área perdida; causas principales; Presencia de plagas y/o enfermedades; Cosecha, fecha estimada inicio de cosecha, porcentaje (%) de avance de cosecha. Girasol: Fenología y Estado general del cultivo; Rendimiento (qq/ha).</p>	<p>Trigo y Garbanzo: intención de siembra para la campaña 2018/19, variación respecto al ciclo anterior (%).</p>	<p>Maíz y Soja: Pulverizaciones (cantidad / tipo / Costo de la labor de pulverización (\$/ha) (sin costo del producto e IVA.</p>
<p>2° quincena de marzo 2018</p>	<p>Maíz y Soja: Fenología Temprano/a y Tardío/a; Estado general del cultivo; Ocurrencia de estrés hídrico y/o térmico; Presencia de plagas y/o enfermedades. Maní: Fenología; Estado general del cultivo; Ocurrencia de estrés hídrico y/o térmico; Presencia de plagas y/o enfermedades). Sorgo: Fenología y Estado general del cultivo; Presencia de plagas y/o enfermedades; Girasol: Fenología y Estado general del cultivo; Rendimiento (qq/ha).</p>	<p>Trigo y Garbanzo: intención de siembra para la campaña 2018/19, variación respecto al ciclo anterior (%).</p>	<p>Maíz y Soja: Pulverizaciones (cantidad / tipo / Costo de la labor de pulverización (\$/ha) (sin costo del producto e IVA</p>



<p>1° quincena de abril 2018</p>	<p>Maíz y Soja: Fenología Temprano/a y Tardío/a; Estado general del cultivo; Rendimiento estimado temprano/tardío (qq/ha); área perdida (%); Causa principal; Cosecha: porcentaje (%) de avance de cosecha; Presencia de plagas y/o enfermedades. (En maíz, Porcentaje (%) de maíz con destino grano que paso a destino forraje. Maní: Fenología; Rendimiento en caja (qq/ha); Estado general del cultivo; Presencia de plagas y/o enfermedades; Porcentaje (%) de área perdida; Causas principales; Arrancado: Porcentaje de avance de arrancado (%). Sorgo: Fenología y Estado general del cultivo; Rendimiento (qq/ha) Porcentaje (%) del área perdida; causas principales; Presencia de plagas y/o enfermedades; Avance de Cosecha (%). Girasol: Porcentaje (%) avance de cosecha; Rendimiento (qq/ha); Porcentaje de área perdida (%); Causa principal.</p>		
-----------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia

Con las tareas realizadas se ha logrado cumplir el 100% de lo previsto para esta actividad.



5 - Elaboración y publicación de informes de cultivos. Ejecutado.

En el período comprendido por el proyecto se publicaron 18 informes de cultivos, cinco infografías de cultivos y seis informes de final de campaña. En la estructura general de los informes se encuentran los datos más importantes de los cultivos, estivales y/o invernales según sea la época del año, como así también un breve panorama climático.

Las infografías se incluyen en el Apéndice IV del proyecto, páginas 76 a 79, mientras que los informes se incluyen en la tabla N° 4 con sus respectivos link de acceso web⁷:

Tabla N° 4: Informes de Cultivos

Fecha de publicación	Título	Link Web
19/07/2017	La alta humedad relativa ralentiza la cosecha de maíz 16/17	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/la-alta-humedad-relativa-ralentiza-cosecha-maiz-1617-8044.html
01/08/2017	Con importantes demoras continua la cosecha del maní cordobés	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/con-importantes-demoras-continua-cosecha-mani-cordobes-8055.html
17/08/2017	La volcadura de maíz acelera la trilla estival 16/17	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/la-volcadura-maiz-acelera-trilla-estival-1617-8068.html
06/09/2017	La presencia de precipitaciones comienza a ser indispensable para trigo y garbanzo	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/la-presencia-precipitaciones-comienza-ser-indispensable-para-trigo-garbanzo-8088.html
19/09/2017	Campaña 2016/17 de Soja: Cálculos finales de producción	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/campana-201617-soja-calculos-finales-produccion-8104.html
04/10/2017	Campaña 2016/17 de Sorgo en Córdoba: Cálculos finales de producción	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/campana-201617-sorgo-cordoba-calculos-finales-produccion-8115.html
17/10/2017	Campaña 2016/17 de Maíz: Cálculos finales de producción	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/campana-201617-maiz-calculos-finales-produccion-8127.html
18/10/2017	La campaña invernal 2017/18: El trigo transita su etapa reproductiva y define rendimientos	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/la-campana-invernal-201718-trigo-transita-su-etapa-reproductiva-define-rendimientos-8130.html
31/10/2017	Comienza el llenado de granos de la Campaña Invernal 2017/18	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/comienza-llenado-granos-campana-invernal-201718-8148.html
09/11/2017	Campaña 2016/17 de Maní: Cálculos finales de producción	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/campana-201617-mani-calculos-finales-produccion-8156.html
16/11/2017	Primera estimación de producción Campaña Invernal 2017/18	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/primera-estimacion-produccion-campana-invernal-201718-8164.html
29/11/2017	Segunda estimación de intención de siembra estival - Campaña 2017/18	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/segunda-estimacion-intencion-siembra-estival-campana-201718-8181.html
27/12/2017	El trigo en Córdoba no para de cosechar records: Segunda campaña más alta en los últimos 10 años	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/el-trigo-cordoba-no-para-cosechar-records-segunda-campana-mas-alta-ultimos-10-anos-8211.html
05/01/2018	Segunda intención de superficie de maní en Córdoba, La Pampa y San Luis 2017/18	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/segunda-intencion-superficie-mani-cordoba-pampa-san-luis-201718-8218.html
10/01/2018	Pese a la falta de agua, los cultivos estivales continúan su desarrollo con buen estado general	http://www.bccbba.com.ar/dia/info/pese-falta-agua-cultivos-estivales-continuan-su-desarrollo-buen-estado-general-8224.html

⁷ En la versión digital de este documento se anexan todos los informes e infografías en la carpeta denominada “4 – INFORMES DE CULTIVOS”.



26/01/2018	Finalizada la cosecha, la producción de trigo se posiciona como la segunda más importante en los últimos 10 años.	http://www.bccba.com.ar/dia/info/finalizada-cosecha-produccion-trigo-posiciona-como-segunda-mas-importante-ultimos-10-anos-8239.html
26/01/2018	Con escasas precipitaciones, los cultivos inician sus períodos críticos	http://www.bccba.com.ar/dia/info/con-escasas-precipitaciones-cultivos-inician-periodos-criticos-8242.html
22/02/2018	Situación de los cultivos estivales en la provincia de Córdoba. Primera estimación de producción para los cultivos de Soja y Maíz. Campaña 2017/18.	http://www.bccba.com.ar/dia/info/situacion-cultivos-estivales-provincia-cordoba-primera-estimacion-soja-maiz-8268.html
02/03/2018	Cultivos estivales: el 45% de la superficie sembrada atraviesa su período crítico bajo condiciones de estrés hídrico.	http://www.bccba.com.ar/dia/info/el-45-superficie-cultivos-estivales-cordoba-atravesa-su-periodo-critico-bajo-condiciones-estres-hidrico-8280.html
26/03/2018	La sequía se lleva en Córdoba 870 millones de dólares en el valor bruto de la producción. -Campaña 2017/18-	http://www.bccba.com.ar/dia/info/la-sequia-lleva-cordoba-870-millones-dolares-valor-bruto-produccion-8300.html
09/04/2018	¿Cómo terminaron los cultivos el mes de Marzo?	http://www.bccba.com.ar/dia/info/como-terminaron-cultivos-mes-marzo-8312.html
26/04/2018	La producción de soja, maíz y sorgo en la provincia de Córdoba sufriría un recorte de 10 millones de toneladas.	http://www.bccba.com.ar/dia/info/la-produccion-soja-maiz-sorgo-provincia-cordoba-sufriria-un-recorte-10-millones-toneladas-8348.html
26/04/2018	Cultivo de Garbanzo en la provincia de Córdoba: Cálculos finales de producción 2017/2018	http://www.bccba.com.ar/dia/info/cultivo-garbanzo-provincia-cordoba-calculos-finales-produccion-20172018-8347.html
26/04/2018	Cultivo de Trigo en Córdoba: Cálculos finales de producción 2017/18	http://www.bccba.com.ar/dia/info/cultivo-trigo-cordoba-calculos-finales-produccion-201718-8346.html

Fuente: Elaboración propia

Con las tareas realizadas se logró cumplimentar con el 100% de avance de la actividad según lo estipulado en el Anexo I del convenio BCCBA-CFI.

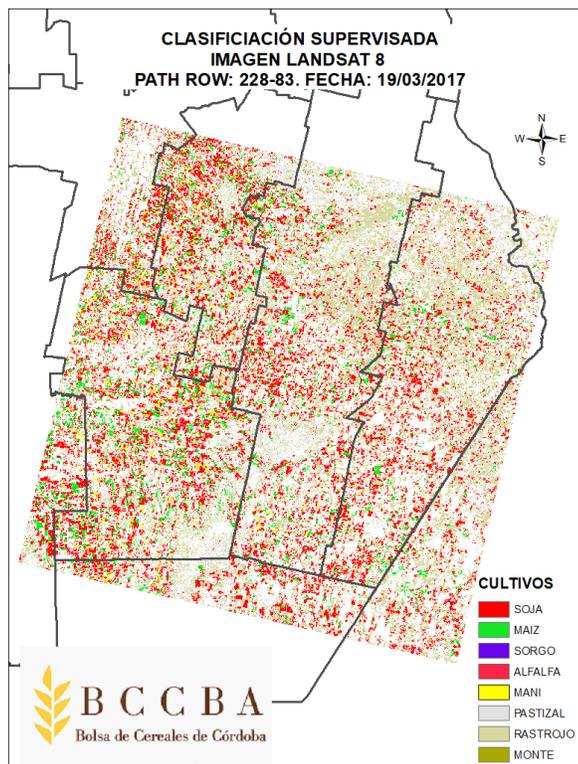
6 - Teledetección de cultivos. Ejecutado.

Durante los meses de julio a octubre 2017 se finalizaron los procesamientos de imágenes satelitales para estimar la superficie sembrada de los principales cultivos estivales campaña 2016/2017. La zona de estudio comprendió las provincias de Córdoba (a escala departamental), San Luis y La Pampa (a escala provincial).

Se implementaron metodologías de teledetección y SIG que permitieron analizar multitemporalmente la evolución del cultivo durante la campaña 2016/17. Para ello, se utilizaron un total de 30 imágenes satelitales provistas por la NASA y ESA, provenientes de los satélites Landsat 8 OLI y Sentinel 2, fechadas entre los meses de enero y abril del 2017.



Figura N° 2: Distribución de cultivos estivales en Departamentos del Centro de la Provincia de Córdoba



Fuente: Elaboración propia

Los softwares utilizados en estas tareas fueron ENVI 5.3, aplicado fundamentalmente en el procesamiento digital de imágenes satelitales y ArcGIS 10.5 utilizado para el análisis de datos georreferenciados y elaboración de cartografía temática. Luego de obtener la clasificación de cada imagen y detectar las diferentes coberturas, se midieron las precisiones mediante una matriz de confusión que permite informar un error de omisión y de comisión.

Durante los meses de enero a abril de 2018 se realizaron los procesamientos de imágenes satelitales para estimar la superficie sembrada de los principales cultivos invernales campaña 2017/2018. Para ello, se utilizaron 35 imágenes satelitales (detalladas en la siguiente tabla) provistas por la NASA y ESA, provenientes de los satélites Landsat 8 OLI, Sentinel 2 y RESOURCESAT-2A fechadas entre los meses de septiembre y noviembre de 2017.

Tabla N° 5: Imágenes satelitales utilizadas

CAMPAÑA	SATELITE	PATH ROW	FECHA-PATH ROW
17/18	Landsat 8	228-82	11/9/2017
17/18	Landsat 8	228-82	14/11/2017
17/18	Landsat 8	228-83	11/9/2017
17/18	Landsat 8	228-83	14/11/2017
17/18	Landsat 8	228-84	11/9/2017



17/18	Landsat 8	228-84	30/11/2017
17/18	Landsat 8	228-82	30/11/2017
17/18	Landsat 8	228-83	30/11/2017
17/18	Landsat 8	228-84	14/11/2017
17/18	Landsat 8	229-81	2/9/2017
17/18	Landsat 8	229-81	18/9/2017
17/18	Landsat 8	229-81	5/11/2017
17/18	Landsat 8	228-81	11/9/2017
17/18	Landsat 8	228-81	14/11/2017
17/18	Landsat 8	228-81	30/11/2017
17/18	Landsat 8	229-82	18/9/2017
17/18	Landsat 8	229-82	5/11/2017
17/19	Resource-Sat 2	315_101_D	2/10/2017
17/18	Landsat 8	229-83	18/9/2017
17/18	Landsat 8	229-83	2/10/2017
17/18	Landsat 8	229-83	5/11/2017
17/18	Landsat 8	229-84	18/9/2017
17/18	Sentinel -2	20_HLG	27/10/2017
17/18	Sentinel -2	20_HLH	27/10/2017
17/18	Landsat 8	229-84	21/11/2017
17/18	Landsat 9	230-82	25/9/2017
17/18	Landsat 10	230-82	27/10/2017
17/18	Landsat 11	230-82	12/11/2017

Fuente: Elaboración propia

A partir de los recorridos para seguimiento presencial de cultivos (Actividad N° 6) se registraron más de 11.610 lotes geoposicionados en las provincias de Córdoba, Santiago del Estero, San Luis y La Pampa. El 51% de los puntos se utilizó para clasificar las imágenes mediante el algoritmo de máxima verosimilitud y el 49% restante para medir las precisiones de dichas estimaciones. Se finalizó la estimación de superficie sembrada para trigo y garbanzo en las provincias de Córdoba, Santiago del Estero, San Luis y La Pampa con precisiones de usuario y producción iguales o superiores al 90%.

Las tareas mencionadas fueron desarrolladas en un 100% conforme a lo estipulado, siendo un paso intermedio de la Actividad N° 17 “Procesamiento datos teledetección cálculos de producción”, descrita en la página 38 del presente proyecto.

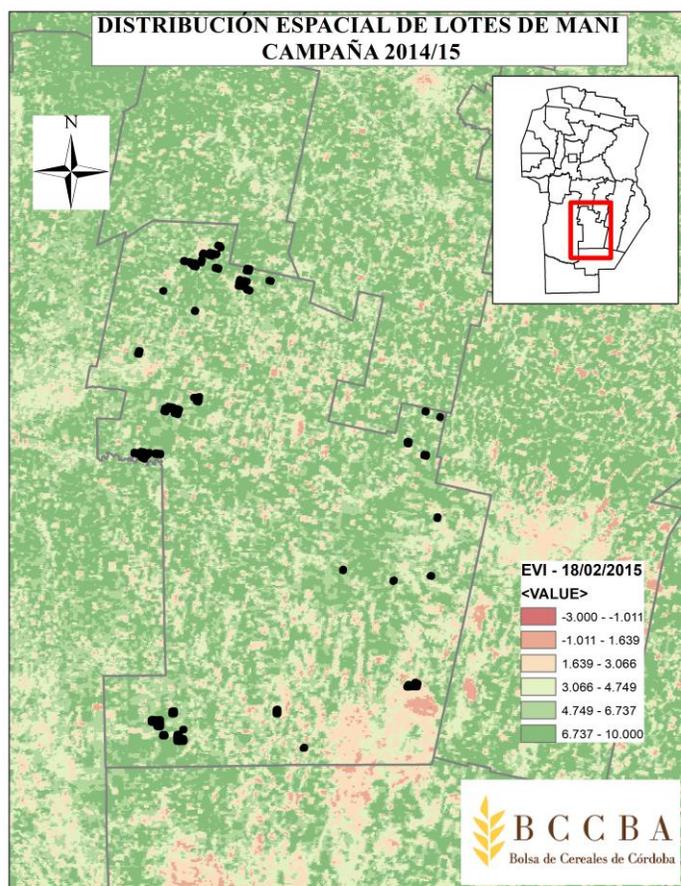


7 - Desarrollo metodología estimación rendimientos UAV. Ejecutado.

Para el desarrollo de la metodología de estimación de rendimientos con el dispositivo UAV eBee SQ se mantuvieron reuniones con instituciones especializadas en dicha temática, entre las que se destacan la Comisión Nacional de Estudios Espaciales (CONAE), INTA y Universidad Nacional de Córdoba, cuyos especialistas aportaron conocimientos para determinar las metodologías más convenientes en base a los medios disponibles y procedimiento de trabajo que se utilizan en la institución para el relevamiento de cultivos. En base a las recomendaciones recibidas se procedió a la revisión bibliográfica y estudio de modelos de estimación de rendimientos, determinando que el modelo de Kumar y Monteith es el que mejor se ajusta a los datos y medios disponibles para la institución⁸.

Para la generación de los inputs necesarios para el modelo se seleccionó una zona de estudio en función de la disponibilidad de datos de rendimiento, comprendida en el departamento Juárez Celman y el cultivo de maní. Los datos analizados son de la campaña 2014/2015.

Figura N° 3: Zona de estudio seleccionada para estimación de rendimientos

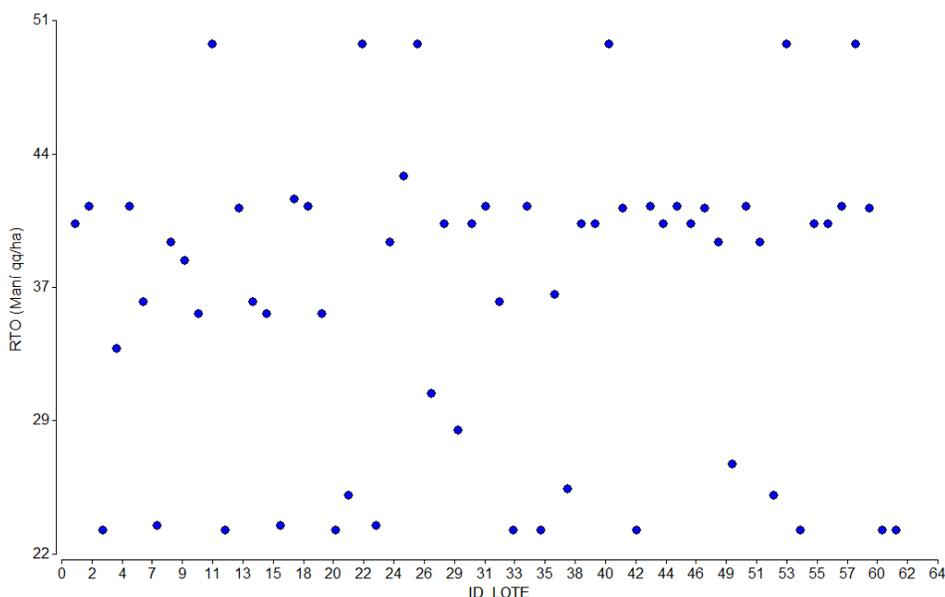


Fuente: Elaboración propia

⁸ En el informe de avance N° 2 del proyecto se realizó un detalle exhaustivo de las consideraciones teóricas relacionadas a la aplicación del modelo Kumar y Monteith. (Kumar y Monteith, 1982).



Figura N° 4: Dispersión de los rendimientos de Maní campaña 2014/15. Departamento Juárez Celman

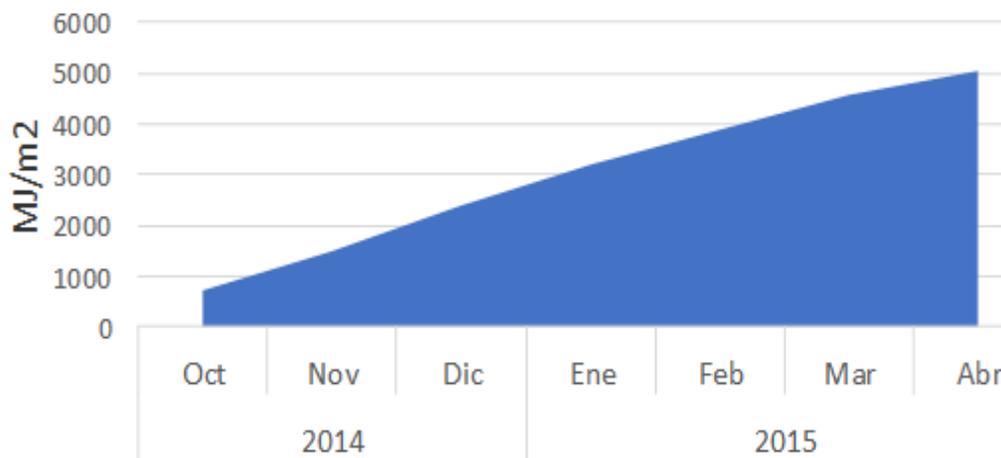


Fuente: Elaboración propia

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
RTO (Maní qq/ha)	61	35,9	8,5	23	50	39	26,7	41

A partir de nuestra red de estaciones meteorológicas se calculó la radiación fotosintéticamente activa (RFAi) acumulada durante el ciclo del cultivo para la localidad de Hernando, obteniéndose un valor del 47,3% de la radiación incidente total (Papaioannou et al., 1993).

Figura N° 5: Radiación fotosintéticamente activa acumulada (Estación Meteorológica Hernando 34109)

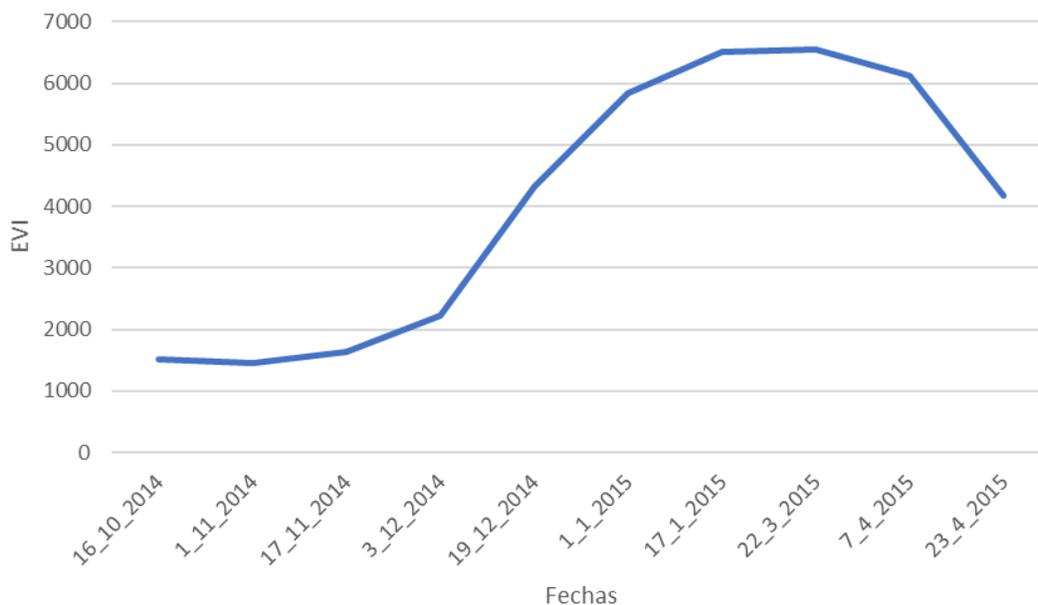


Fuente: Elaboración propia



Luego se digitalizaron los límites de cada lote, dentro de los cuales se establecieron los píxeles puros y semi-puros (mínimo de 95% dentro del lote) a partir de imágenes del sensor MODIS (sigla en inglés de “Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer”), a bordo del satélite Terra. El índice analizado fue el EVI del producto MOD13Q1 provisto por la NASA. Utilizando los píxeles de cada lote, se extrajeron los valores EVI (5,37 hectáreas de extensión) a lo largo del ciclo del cultivo. De forma descriptiva, a continuación, se presenta la evolución de EVI a lo largo del ciclo del cultivo, tomando para cada fecha el valor promedio de todos los píxeles que cubren los lotes.

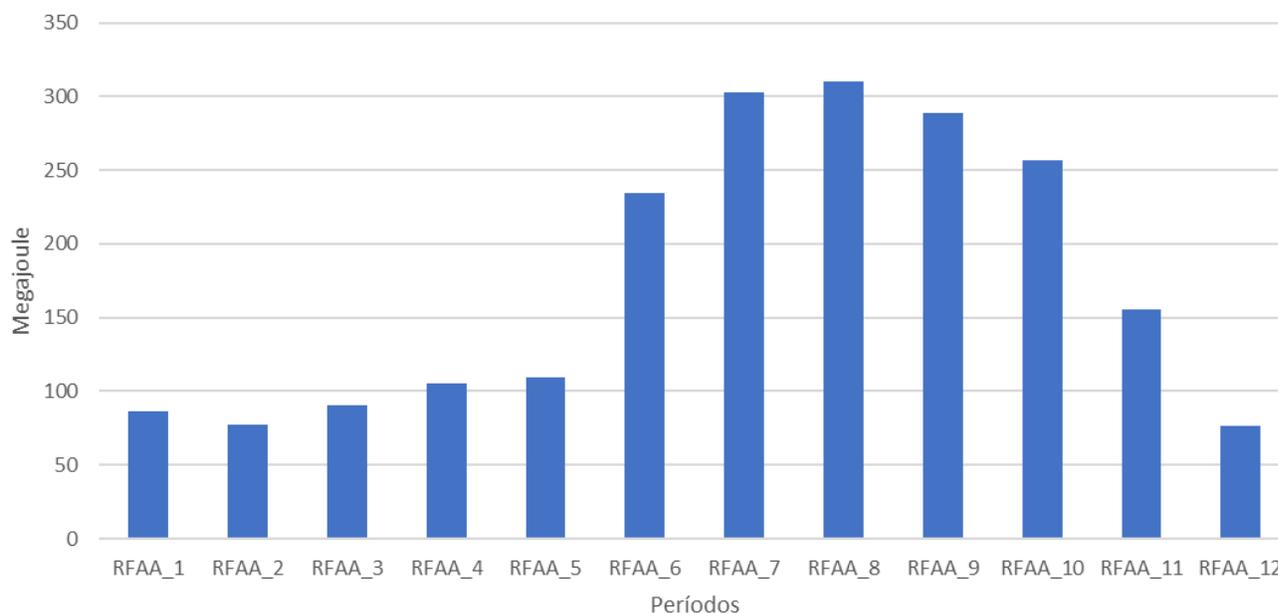
Figura N° 6: Evolución EVI. Zona rural Hernando



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se realizaron modelos lineales generalizados (GLM), en los que la variable respuesta fue el valor de rendimiento observado en función a periodos de acumulación de radiación fotosintéticamente activa.



Figura N° 7: Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida por período

Fuente: Elaboración propia

Cada periodo acumulado fue incluido en los modelos como variable predictora. Con la generación de dichos modelos se obtuvo explícitamente la relación de las variables obtenida mediante su implementación en un entorno de lenguaje de programación el software para el análisis estadístico R.

Se plantearon 12 modelos incluyendo varias combinaciones de las variables predictoras y debido a que los rendimientos observados son de tipo conteo, los modelos se plantearon con la distribución de Poisson, y se seleccionó el mejor de los planteamientos de acuerdo al peso (W) y a la diferencia del criterio de información de Akaike (ΔAIC). Con lo anterior se obtuvo que tan solo un modelo explica mejor el rendimiento de los 12 planteados con un $W=0.6$ y el menor AIC. Una vez seleccionado el modelo se identificó que de todas las variables predictoras que le incluyeron, el periodo “RFAA_8” y “RFAA_10” explican significativamente el rendimiento $P<0.05$; el mejor modelo que explica el rendimiento se expresa como $\exp(\text{Rendimiento})= 0.0089(\text{RFFA}_{10})+ 0.0074(\text{RFFA}_{8})$. El resultado estadístico al que se llegó va en concordancia con el periodo crítico del cultivo, siendo RFAA_8 y RFAA_10 periodos acumulados de radiación que se ubican en torno a R3 (comienzo de formación de cajas) - R6 (semilla completa), momento en el cual se define el rendimiento de Maní.

Por otra parte, los días 28 y 29 de octubre de 2017 parte del equipo de trabajo participó de una Especialización en Pilotaje de Drones. El curso fue dictado por la Escuela de Vuelo Flying Parrot, contando con el aval de la Administración Nacional de Aviación Civil Argentina (ANAC).El



21 de diciembre del 2017 se rindió y aprobó el examen para adquirir el carnet de Operador de Vehículos aéreos no tripulados (VANTs) en el Aeródromo Coronel Olmedo (Córdoba)⁹.

El 13 de abril se adquirió el equipo eBee SQ de la empresa Geosistemas. La empresa proveedora brindó dos capacitaciones teóricas y una práctica donde se adquirieron conocimientos sobre planificación de misiones de vuelos y prácticas de manejo a campo. En la misma fecha se realizó el primer vuelo en un lote agrícola cercano a la localidad de Villa del Totoral (Córdoba).

Figura N° 8: Prueba a campo dispositivo eBee SQ



Fuente: Elaboración propia

La cámara multispectral Parrot Sequoia a bordo del eBee permite capturar la radiación reflejada en cuatro bandas del espectro electromagnético, Verde (550 BP 40), Rojo (660 BP 40), Borde rojo (735 BO 10), Infrarrojo cercano (790 BP 40); logrando índices de vegetación a resoluciones de hasta 3 cm /pixeles y superando la limitante de nubes que suele darse en las imágenes satelitales. Además se adquirió el software PIX4D para post proceso, el cual permite crear mosaicos ortorectificados y correlacionarlo espacialmente con los datos de rendimiento, reemplazando al software SMS advanced Ag Leader Technology que se había proyectado comprar inicialmente, dado que posibilita obtener el mismo resultado reduciendo significativamente los costos¹⁰.

De esta manera se ha logrado cumplir el objetivo de desarrollar una metodología de estimación de rendimientos mediante la utilización de vehículos aéreos no tripulados, y se han llevado a cabo las adquisiciones y capacitaciones necesarias para dejar en la institución las capacidades técnicas y operativas para su aplicación, conforme a lo comprometido con CFI.

8 - Estudio isolíneas red estaciones meteorológicas para sensores.

Ejecutado.

En los primeros tres meses del proyecto (julio a agosto de 2017) se realizó un estudio de isolíneas de variables ambientales en el territorio provincial a los fines de determinar los sitios más

⁹ En el Apéndice V del presente documento, páginas 80 a 83; se incluyen comprobantes de pago, certificados de asistencia al curso y carnet de operador.

¹⁰ La factura de compra del dispositivo UAV eBee SQ se incluye en el Apéndice V, página 84.



apropiados para agregar en los equipos de la red de estaciones meteorológicas los sensores de viento (anemómetros) incorporados para el proyecto.

El objetivo de dicho análisis fue lograr una apropiada interpolación de los datos y optimizar la presión de muestreo de los equipos dentro de la provincia de Córdoba.

La propuesta de distribución geográfica de estos nuevos sensores fue elaborada en conjunto con el Coordinador del Área de Agrometeorología del Instituto de Clima y Agua – INTA, Lic. en Cs. de la Atmósfera MSc. Roberto de Ruyver¹¹.

Para el diseño de la distribución se tuvieron en cuenta aspectos ambientales determinantes tales como altura sobre el nivel del mar, proximidad con otros sensores de viento y cobertura geográfica homogénea. En el análisis se corroboró que todas las estaciones propuestas se hallan suficientemente lejos de las zonas de las sierras (más de 50 kilómetros), diseñando así una distribución relativamente equidistante, teniendo especial cuidado en no proponer ubicación de nuevos sensores en estaciones que puedan estar en alguna depresión relativa a su entorno.

La lista de sitios determinados para agregar los anemómetros fueron:

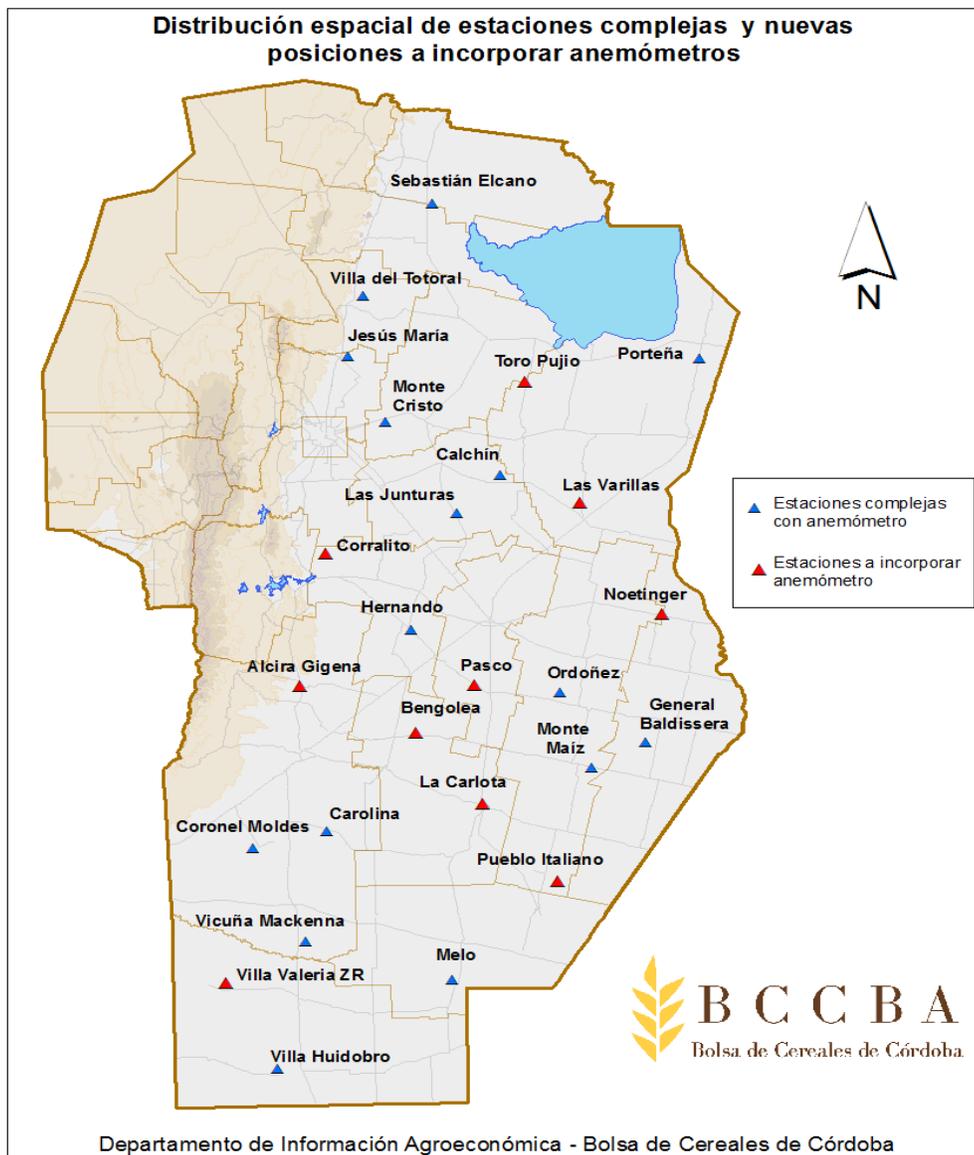
- 1) Bengolea (ID 94008)
- 2) Toro Pujio (ID 94027)
- 3) Las Varillas (ID 94028)
- 4) Pueblo Italiano (ID 94031)
- 5) La Carlota (ID 94071)
- 6) Noetinger (ID 94074)
- 7) Corralito (ID 94079)
- 8) Alcira/Gigena (ID 94086)
- 9) Villa Valeria (ID 94046)
- 10) Pasco (ID 94063)

Nota: ID corresponde a Número de Identificación de cada Estación Meteorológica.

¹¹ Se adjunta en formato digital una serie de intercambios y consultas realizadas por correo electrónico al Lic. Roberto de Ruyver, para la determinación de puntos donde incorporar nuevos sensores de viento. Véase carpeta denominada “5 – CONSULTA INCORPORACIÓN DE ANEMÓMETROS”.



Figura N° 9: Puntos de la REM a determinados para los nuevos sensores de viento



Fuente: Elaboración propia

Durante los meses de noviembre de 2017 y abril de 2018 se retiraron de sus respectivos lugares de emplazamiento los 10 equipos seleccionados para incorporar los anemómetros. Las estaciones fueron entregadas al proveedor Omixom para efectuar tareas de readecuación para la prestación de nuevas mediciones según se detalla en las facturas N° 255 y 272 incluidas en el Apéndice VI del proyecto (páginas 85 a 87), correspondiente a la compra de anemómetros y honorarios profesionales por su instalación. El monto total ejecutado ascendió a \$335.458,31 frente a los \$258.692,14 comprometidos para esta tarea, alcanzando un avance del 100%.



9 - Recopilación y sistematización de antecedentes (investigación).

Ejecutado.

Durante el período de julio a octubre de 2017, se llevaron a cabo en gabinete tareas referentes a estudiar las condiciones climáticas y meteorológicas existentes en la provincia de Córdoba. A tales efectos se consultaron diferentes fuentes externas públicas y privadas. Se recabó información pertinente a la caracterización agroambiental de nuestro territorio, conociendo en primera instancia los principales factores determinantes del clima de nuestra región. Dentro de dicha caracterización se hizo mayor hincapié en los regímenes hídrico y térmico imperantes en Córdoba analizando en todo los casos mapas de isolíneas de estas variables principalmente.

Como fuente de consulta se utilizaron las siguientes bibliografías:

- Murphy, Guillermo Mario. (2008). Atlas Agroclimático de la Argentina (Primera ed.). Buenos Aires: Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires.
- Argentina. Agencia Córdoba Ambiente; INTA-Manfredi. (2003). Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba – Los Suelos. Córdoba: Autor.

A su vez se tuvieron en cuenta informes y registros recabados por organismos oficiales como el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto de Clima y Agua dependiente del INTA Castelar.

La recolección de información meteorológica generada por nuestra REM, fue utilizada para complementar los estudios y realizar comparaciones en el comportamiento de las variables temperaturas y precipitaciones con respecto a datos históricos. Los datos recopilados fueron utilizados para el desarrollo de las actividades N° 12 y 22 del proyecto.

La actividad se completó en un 100% según lo previsto a la firma del convenio.

10 - Trabajo conjunto con proveedor: base de datos y aplicativo encuestas. Ejecutado.

A partir del trabajo mancomunado con el proveedor de ArcGIS Server se elaboró un aplicativo para realizar encuestas a la red de colaboradores de la BCCBA (productores agropecuarios, técnicos, asesores e ingenieros agrónomos), utilizando la herramienta informática GeoForm. A diferencia de la antigua metodología de encuestas (llamados, formulario google y email), la recolección de datos es dirigida hacia una sola base de datos unificada (antes se confeccionaba una base de datos por cada encuesta mensual) donde el procesamiento se realiza de manera automatizada (frente a un procesamiento manual de la antigua forma de trabajo).



Figura N° 10: Vista del nuevo link de acceso al sistema de consulta a colaboradores

Seguro | <https://gis.bccba.org.ar/portal/apps/GeoForm/index.html?appid=c7aa9c3573614fb29c74f3f781aca4d8>



Encuesta colaboradores segunda quincena de octubre

Preguntas ronda 110 - Octubre 2017
BOLSA DE CEREALES DE CÓRDOBA
DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN AGROECONÓMICA

Estimado Colaborador:

Queremos optimizar la comunicación entre nosotros, y por ello le enviamos las preguntas para la **Ronda N°110**. Aquellos que reportan para dos zonas dentro de un mismo departamento, elaborar una fila por cada zona.

Vamos a iniciar nuestra ronda de llamados el **Lunes 16 de Octubre de 2017**, razón por la cual los contactaremos telefónicamente a los fines de registrar vuestras respuestas de la manera habitual en caso de no haber recibido este cuestionario respondido hasta ese día.

De ahora en adelante, todos aquellos que quieran colaborar con fotos, serán bienvenidas, teniendo en cuenta que las mismas pueden ser publicadas con fecha, zona y nombre del colaborador.

Esperamos contar con sus respuestas y sugerencias.

TRIGO: ¿En qué fecha estima UD. que tendrá lugar el período crítico del cultivo?

Seleccionar...

TRIGO: Observaciones

Ejemplo: Se hicieron aplicaciones para Roya amarilla

GARBANZO: Indicar el estado fenológico en el que se encuentra el cultivo

Seleccionar...

- Seleccionar...
- No hay en su zona
- Sin dato
- VE- Emergencia de la plantula
- V1- 1°hoja multifoliada desplegada del tallo principal
- V2- 2°hoja multifoliada desplegada del tallo principal
- V3- 3°hoja multifoliada desplegada del tallo principal**
- Vn- 4 o más hojas multifoliadas desplegadas del tallo principal
- R1-Inicio de floración primera flor abierta en la planta
- R2-Plena floración
- R3- Primeras vainas visibles
- R4-Vainas con máximo tamaño
- R5-Inicio de llenado
- R7-Amarillamiento de hojas y 50% vainas amarillas
- R8-90% de las vainas en madurez fisiológica
- R6-Máximo tamaño de semillas

GARBANZO: ¿Que porcentaje del cultivo se encuentra en estado general MUY BUENO?

Fuente: Elaboración propia

El aplicativo de encuestas diseñado permitió alimentar la gran base de datos con variables agroeconómicas, que posteriormente se utilizaron para la elaboración de informes de cultivos.



Figura N° 11: Estructura de base de datos encuestas colaboradores BCCBA

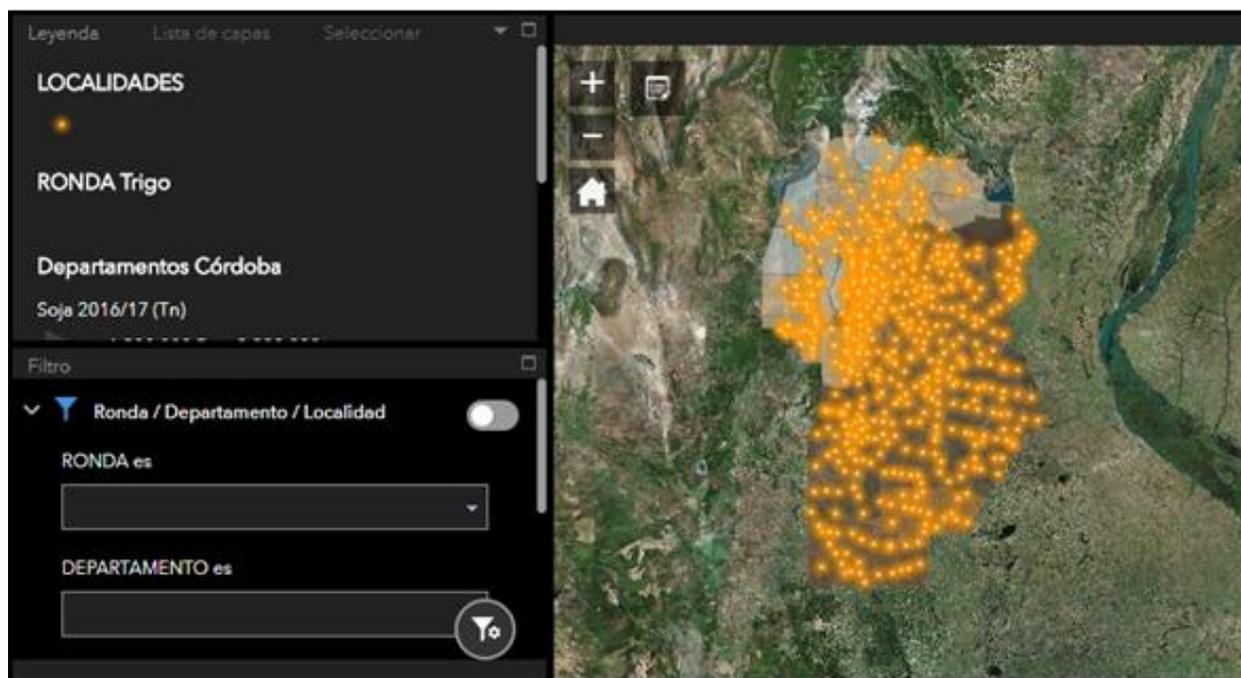
RONDA				
GARBANZO: Observaciones	MAÍZ: Intención de siembra para la	MAÍZ TEMPRANO (sembrado antes del 1 de	MAÍZ TARDÍO (sembrado después	MAÍZ
<Null>	10	R1- Emergencia de estigma	V4- 4º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	Mantiene superficie año anterior	V6- 6º hoja desarrollada	V4- 4º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	Mantiene superficie año anterior	R2- Cuaje	V1- 1º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	Mantiene superficie año anterior	R2- Cuaje	V4- 4º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	5	R1- Emergencia de estigma	V4- 4º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	5	R2- Cuaje	V2- 2º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	Mantiene superficie año anterior	R2- Cuaje	V3- 3º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	Mantiene superficie año anterior	R2- Cuaje	V3- 3º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	20	R3- Grano lechoso	V1- 1º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	-5	R2- Cuaje	V3- 3º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	5	R3- Grano lechoso	V3- 3º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	5	R2- Cuaje	V4- 4º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	-10	R3- Grano lechoso	V4- 4º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	Mantiene superficie año anterior	R1- Emergencia de estigma	V2- 2º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	5	R1- Emergencia de estigma	V2- 2º hoja desarrollada	<Null>
<Null>	Mantiene superficie año anterior	R2- Cuaje	V3- 3º hoja desarrollada	<Null>

Fuente: Elaboración propia

Cada fila de la estructura corresponde a un dato brindado por un colaborador determinado para una quincena específica. El diseño de la estructura y el dinamismo que posee el software permite medir la trazabilidad de cada dato y la evolución del mismo en el tiempo.

A partir de ésta base de datos, se alimenta el aplicativo “Web Mapping Application” que permite mostrar al público las diferentes preguntas. Los datos son expresados por localidad y agrupados por departamento y encuesta (quincena). Según sea la variable a analizar, se puede realizar mapas, gráficos de torta, de barras, histogramas, entre otras. A su vez, se pueden aplicar filtros para poder realizar comparaciones entre encuestas y/o departamentos de la provincia.

Figura N° 12: Web Mapping Application



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCGIS



Una de las variables analizadas es el estado general del trigo. El tablero muestra en un gráfico de barras por departamento la proporción que se encuentra “Excelente”, “Muy Bueno”, “Bueno”, “Regular” y “Malo”, permitiendo en un futuro hacer comparaciones entre quincenas, meses y/o años.

Figura N° 13: Estado general del trigo por departamento



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCGIS

Además se puede seleccionar mediante un polígono, rectángulo o círculo la zona en la cual se desee obtener información. El aplicativo seleccionara las localidades la cual están incluidas en esa figura geométrica, promediando la información que se analiza en cada ronda específica, en este caso, estado general y rendimiento del trigo.

Figura N° 14: Selección por figuras geométricas



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCGIS

De esta manera se cumplimentó el objetivo comprometido de diseñar un aplicativo para realizar las encuestas a colaboradores del Departamento de Información Agroeconómica y la elaboración de una única base de datos donde se consolida toda la información relevada por el departamento.

11 - Migración de datos históricos a nueva base integrada. Ejecutado.

La información registrada por el Departamento de Información Agroeconómica desde el



año 2007 a la fecha fue migrada a una base de datos espaciales mediante el software para el análisis de sistemas de información geográfica ArcGis, en su versión para empresas con aplicaciones en la web denominado ArcGis Enterprise.

La misma cuenta con datos históricos de los principales cultivos de la provincia de Córdoba (soja, maní, maíz, sorgo, trigo y garbanzo) ya sea en variables agronómicas (rendimiento, área sembrada, cosechada, entre otras) como así también de variables de calidad comercial e industrial para las últimas dos campañas de trigo.

Se realizaron capacitaciones con Ciampagna y Asociados para optimizar la generación de dicha base de datos, así como su visualización, que actualmente se encuentra a manera de tableros en la página web de la BCCBA, lo cual permite visualizar en forma interactiva los valores de las distintas variables. Los tableros de los principales cultivos desarrollados a la fecha y disponibles en la página web de la BCCBA son los siguientes:

- Tablero calidad de trigo:
<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fe752a4d08384f4496c460bad7acf9eb>
- Tablero histórico de trigo:
<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=da9e3b6d858648bb94adb13665f4f3c4>
- Tablero histórico de soja:
<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=3c91809acf08442da240bb4ee949a8db>
- Tablero histórico de maíz:
<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=108a8e7979ea4d0eb3c41af283aa4d97>
- Tablero histórico de maní:
<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=60f27883a69644b29aac050b46d4c3e3>
- Tablero histórico garbanzo:
<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=7e56f5c2eb4046279232219a46e42694>
- Tablero histórico sorgo:
<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=3d75dee3d85f49bba305fef28adf79bf>



En el mes de marzo se finalizó la migración de datos de la REM (Red de estaciones meteorológicas) y del sistema de precipitaciones de la BCCBA conformando una base de datos a nivel departamental y por localidad.

Con la utilización del Operation Dashboard se confeccionó un aplicativo para la visualización de la variable “precipitación”. En el mismo se confeccionó un mapa con las lluvias acumuladas por año y por departamento para el ciclo 2007 – 2017. A su vez se diseñó un gráfico comparando las precipitaciones mensuales vs el promedio histórico para el mismo ciclo mencionado anteriormente. El tablero desarrollado se puede consultar en la página web de la institución (www.bccbba.com.ar) o a través del siguiente link:

<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/opstdashboard/index.html#/ad8f43a7527c44e9acf5a635637b3f4c>

12 - Zonificación preliminar y áreas representativas (investigación).

Ejecutado.

Con anterioridad se había comenzado a estudiar variables meteorológicas y edáficas que influyen en el desarrollo y crecimiento de los cultivos teniendo en cuenta la variación espacial. En este sentido, se mantuvieron reuniones con técnicos de INTA, CONAE y la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC, con el fin de profundizar conocimientos en métodos para delimitar zonas homogéneas a partir de variables edafoclimáticas. A lo largo de investigación en el tema durante estos meses se llegó a la siguiente metodología a ser aplicada.

Actualmente se utilizan delimitaciones antrópicas, con el fin de analizar y mapear fenómenos de índole continuo. En otras palabras, se utilizan límites departamentales para caracterizar eventos naturales tales como el ciclo fenológico de los cultivos. Es por ello que surge la necesidad de generar un mapa provincial de productividad agrícola más preciso, que tenga en cuenta características geomorfológicas, edáficas, climáticas, y aquellas relacionadas con la productividad de los cultivos. De esta manera proponer un posible mapa de ambientes productivos de la provincia. Dicha delimitación debe maximizar la heterogeneidad inter-ambiente de las principales propiedades componentes de las unidades cartográficas, las cuales a su vez deben ser las determinantes del rendimiento potencial.

Para obtener este tipo de delimitación se recurrió a las siguientes fuentes de información¹²:

- Sensores remotos: Índices de vegetación (NDVI), Imágenes multiespectrales, Modelo digital de elevación (MDE).
- Rendimiento de cultivos de maíz, trigo y soja, provistos por la red de colaboradores del DIA.
- Relevamiento de la cobertura de cultivos desde el año 2013 a 2017.

¹² En el documento final de la investigación correspondiente a la Actividad N° 22 se detalla cómo fueron utilizadas las diversas fuentes de información para la elaboración del estudio en cuestión. Véase Apéndice VIII, página 91 y subsiguientes.



- Carta de suelos: Inventario del recurso suelo del país realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Escala gráfica 1:500000.

- Mapas de temperatura y precipitaciones, promedios anuales y promedios de ciclos de cultivos provistos por el proyecto WORLDCLIM.

Luego se procedió al procesamiento de datos que consiste en primera instancia en la calibración de las imágenes satelitales realizada a través del software ArcGIS. En particular las imágenes provenientes de los satélites Landsat 8 y Sentinel-2 son calibradas utilizando IMPACT Toolbox (Tropical forest change cover monitoring, Europa EU). El resto del procesamiento digital se llevó a cabo utilizando varios softwares dependiendo de la tarea en particular. La mayoría de las tareas se realizaron en el programa ArcGIS 10.5, y en menor medida sobre QGIS, ENVI, Excel entre otros. También se utilizaron plataformas web de procesamiento, como el novedoso Google Earth Engine (<https://explorer.earthengine.google.com/>). Este poderoso portal permite hacer análisis online (Cloud computing) de un extenso catálogo de imágenes, descargando solo el producto final resultado de nuestros cálculos.

Los índices de vegetación fueron incorporados al modelo ya que presentan alta correlación positiva con la biomasa vegetal, y el conocimiento de la biomasa vegetal en momentos clave puede ser utilizado para estimar la productividad de los suelos. Se utilizaron dos índices muy difundidos en la comunidad científica:

Normalized Difference Vegetation Index – NDVI

Enhanced Vegetation Index - EVI

Según análisis de píxeles puros (satélite TERRA - sensor MODIS) del cultivo de soja (campañas 13/14, 14/15, 15/16 y 16/17), se estimaron los períodos de captación del máximo valor de NDVI y EVI. En general, se tomó el período del 1 de enero al 22 de marzo de cada año para calcular el NDVI/EVI máximo, y con éste estimar la biomasa máxima de cada lote de soja. El procesamiento y cálculo de máximo valor de píxeles se realizó en Google Earth Engine (GEE), sobre aproximadamente 20 imágenes del sensor MODIS, las cuales a su vez son un producto cada 16 días de la mejor imagen diaria (libre de nubes, aerosoles, etc.) entre intervalos.

En base a comprobaciones estadísticas y utilizando la técnica Empirical Bayesian Kriging se calculó una superficie “virtual” la cual representa los NDVI/EVI máximos como si toda Córdoba hubiese estado sembrada con soja. Nuevamente con la plataforma online GEE, se calculó el NDVI/EVI máximo registrado a lo largo de la historia del satélite TERRA. Este período comprendió del 18 de febrero del año 2000 al 22 de marzo del año 2018.

Con la información recopilada se realizaron modelos estadísticos para encontrar las variables o características ambientales más explicativas de la variabilidad ambiental-productiva de la provincia de Córdoba. Dichos modelos se calcularon utilizando el software R Project for Statistical Computing (R Core Team, 2018). Resumen de variables procesadas de las cuales se obtuvieron mapas continuos para toda la superficie a ser zonificada:

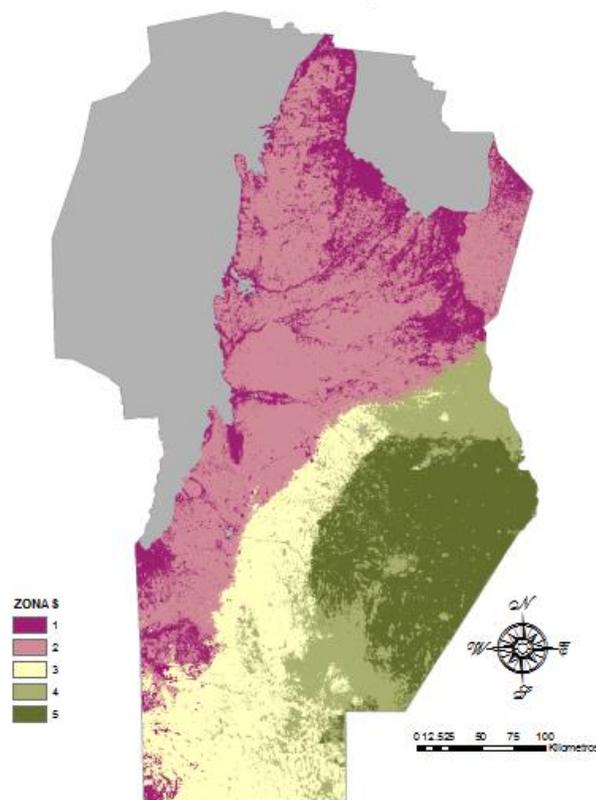


- Modelo digital de elevación
- EVI máximo histórico MODIS 2000-18
- Kriging EVI máximo por campaña de soja (campañas 2014 al 2017)
- Precipitación promedio anual
- Temperatura promedio anual
- Índice de productividad INTA
- Kriging datos rendimientos de cultivos (maíz y soja campañas 15/16 y 16/17 y trigo campañas 14/15, 15/16 y 16/17)

Se realizó un stack (apilado) de las capas anteriormente mencionadas. Toda esta información fue analizada en el software Management Zone Analyst (U.S.D.A), el cual devuelve índices de entropía y organización. Con esta información se definió la cantidad de zonas a ser delimitadas. En este caso, la cantidad óptima de clases fue de cinco.

Con toda esta información, es decir las capas a utilizar más cantidad de zonas a delimitar, se realizó un análisis de clusters basado en k-means. Esta técnica maximiza la similitud de los valores dentro de cada zona o clase, y maximiza la divergencia entre zonas. El producto final fue el siguiente:

Figura N° 15: Zonificación de áreas productivas de Córdoba



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCGIS



El anterior mapa grafica zonas donde el comportamiento de los cultivos es relativamente homogéneo en términos productivos. Con esta información se puede caracterizar más adecuadamente la productividad de los suelos y otras variables relacionadas, tarea que se aborda en la Actividad N° 19 “Caracterización de variables climáticas y ambientales”, páginas 40 a 42.

En base a lo desarrollado, se ha logrado alcanzar el objetivo propuesto para la presente actividad según lo estipulado en el convenio BCCBA-CFI.

13 - Informes meteorológicos trimestrales. Ejecutado.

Durante el período considerado se publicaron tres informes meteorológicos trimestrales que comprendieron los meses de Julio-Agosto-Septiembre de 2017, Octubre-Noviembre-Diciembre 2017 y Enero-Febrero-Marzo de 2018. Asimismo, se publicó el Anuario Meteorológico 2017 donde se reflejó el análisis anual de las variables meteorológicas de Temperaturas del Aire y Precipitaciones para la Provincia de Córdoba en el año 2017. Este informe deja documentado las características meteorológicas para el año analizado con tablas que expresan los valores de temperaturas medias, máximas y mínimas junto al acumulado mensual de precipitaciones y material cartográfico de las variables mencionadas.

A su vez del procesamiento de los datos recabados por la REM se generaron nuevos productos en formato infografía: reporte de precipitaciones por período y de temperaturas mínimas (heladas), con 36 infografías publicadas entre julio de 2017 y abril de 2018.

Los informes pueden ser consultados en los siguientes links¹³:

<http://www.bccba.com.ar/dia/info/informe-meteorologico-trimestral-n22017-8046.html>

<http://www.bccba.com.ar/dia/info/informe-meteorologico-trimestral-n-3-2017-8128.html>

<http://www.bccba.com.ar/dia/info/anuario-meteorologico-2017-8229.html>

<http://www.bccba.com.ar/dia/info/informe-meteorologico-trimestral-n-iano-2018-8350.html>

Por lo tanto, pudieron desarrollarse el 100% de las tareas vinculadas a la actividad, según lo estipulado por convenio.

14 - Tareas de soporte recorridos de cultivo. Ejecutado.

Durante los meses de octubre y noviembre de 2017 se elaboró el cronograma de relevamiento de cultivos invernales y se organizó al equipo de trabajo para alcanzar los objetivos sin comprometer las tareas de gabinete. Bajo estas consideraciones se diseñaron los recorridos y elaboración de presupuestos para cada viaje. Como parte de las tareas de soporte se

¹³ Adicionalmente se encuentra disponible en la versión digital de este documento una carpeta denominada “6 – INFORMES METEOROLÓGICOS E INFOGRAFÍAS” donde se incluyen los informes en formato PDF y las infografías en formato JPG. Las infografías también pueden visualizarse en el siguiente link: <http://www.bccba.com.ar/dia/informes-agroclimaticos-137.html#tab-2>



descargaron imágenes satelitales Landsat 8 provenientes de la NASA. Las fechas de las imágenes utilizadas pertenecen al mes de septiembre, época que coincide con el momento de máxima expresión de los cultivos invernales. Por otra parte se realizaron testeos de la herramienta Collector for ArcGIS (herramienta incluida en el paquete ArcGIS Server) con el fin de comprender su funcionamiento y evaluar su performance en los recorridos zonales. Durante los meses de febrero y marzo de 2018 se procedió de igual manera, con el objetivo de elaborar el cronograma de relevamiento de cultivos estivales, utilizando en este caso imágenes satelitales Landsat 8 fechadas entre los meses de enero a marzo de 2018, en vistas de reflejar la mayor variabilidad que existe con este tipo de cultivos.

Las tareas mencionadas son un paso previo de la Actividad N° 15 “Recorridos zonales seguimiento presencial de cultivos”, que se describe a continuación.

15 - Recorridos zonales seguimiento presencial de cultivos. Ejecutado.

Durante los meses octubre y noviembre de 2017 se llevaron a cabo 12 recorridas de campo para el seguimiento presencial de cultivos invernales, en particular trigo y garbanzo en las cuales se recorrieron un total de 15.292 km a lo largo de la provincia de Córdoba, sur de Santiago del Estero, norte de La Pampa y noreste de la provincia de San Luis. Dichos recorridos se encuentran especificados en la siguiente tabla, junto con las fechas en las que fueron realizados y los kilómetros por zona recorrida.

Tabla N° 6: Recorridos de seguimiento presencial de cultivos invernales

N° de viaje	Fecha	Departamentos visitados	Duración del viaje	kilometros recorridos	gasoil	peajes	alojamiento	refrigerios	otros gastos	Total gastos viaje
1	30/10/2017 a 31/10/2017	Colon, Totoral, Tulumba, Río Seco, Río Primero	2 días	930	\$ 800,06	\$ 15,00	\$ 2.760,00	\$ 1.336,00	\$ 0,00	\$ 4.911,06
2	02/11/2017	Río Primero	1 día	550	\$ 0,00	\$ 25,00	\$ 0,00	\$ 598,00	\$ 33,84	\$ 656,84
3	06/11/2017 a 07/11/2017	San Justo	2 días	1148	\$ 2.500,00	\$ 70,00	\$ 2.180,00	\$ 1.728,00	\$ 0,00	\$ 6.478,00
4	08/11/2017 a 09/11/2017	San Javier, San Alberto y Norte de San Lui	2 días	1430	\$ 3.382,33	\$ 50,00	\$ 600,00	\$ 1.808,00	\$ 160,70	\$ 6.001,03
5	13/11/2017 a 14/11/2017	Gral. San Martín, Río Segundo y Tercero Arriba	2 días	1030	\$ 1.499,84	\$ 105,00	\$ 1.500,00	\$ 1.143,00	\$ 54,89	\$ 4.302,73
6	15/11/2017 a 17/11/2017	Prov. Santiago del Estero	3 días	2100	\$ 6.422,88	\$ 80,00	\$ 2.934,00	\$ 2.323,98	\$ 637,94	\$ 12.398,80
7	21/11/2017 a 22/11/2017	Unión y Marcos Juárez	2 días	1610	\$ 3.710,00	\$ 120,00	\$ 1.300,00	\$ 1.283,00	\$ 0,00	\$ 6.413,00
8	23/11/2017 a 24/11/2017	Río Cuarto	2 días	1400	\$ 2.407,70	\$ 105,00	\$ 1.220,00	\$ 1.448,05	\$ 162,20	\$ 5.342,95
9	27/11/2017 a 29/11/2017	Gral. Roca y Prov. La Pampa	3 días	2100	\$ 5.440,36	\$ 120,00	\$ 2.855,00	\$ 2.583,00	\$ 46,50	\$ 11.044,86
10	30/11/2017 a 01/12/2017	Pedernera, Pringles y Dupuy (San Luis)	2 días	1434	\$ 3.159,11	\$ 225,00	\$ 1.970	\$ 1.459,00	\$ 150,87	\$ 6.963,98
11	04/12/17	Santa María	1 día	460	\$ 0,00	\$ 50,00	\$ 0,00	\$ 320,00	\$ 40,89	\$ 410,89
12	05/12/17 a 06/12/17	Pte. Roque Saenz Peña y Juárez Celman	2 días	1100	\$ 4.898	\$ 120,00	\$ 800,00	\$ 1.075,00	\$ 111,39	\$ 7.004,13
	Totales		24 días	15292	\$ 34.220,02	\$ 1.085,00	\$ 18.119,00	\$ 17.105,03	\$ 1.399,22	\$ 71.928,27

Fuente: Elaboración propia



Durante los meses febrero y marzo de 2018 se llevaron a cabo 12 recorridos de campo para el seguimiento presencial de cultivos estivales, en las cuales se recorrieron un total de 17.851 km a lo largo de la provincia de Córdoba, Santiago del Estero, norte de La Pampa y San Luis. Dichos recorridos se encuentran especificados en la siguiente tabla, junto con las fechas en las que fueron realizados y los kilómetros por zona recorrida.

Tabla N° 7: Recorridos de seguimiento presencial de cultivos estivales

N° de viaje	Fecha	Departamentos visitados	Duración del viaje	kilometros recorridos	gasoil	peajes	alojamiento	refrigerios	otros gastos	Total gastos viaje
13	26/02/2018 a 27/02/2018	Colón, Totoral, Tulumba y Río Seco	2 días	833	\$ 2.810,30	\$ 20,00	\$ 3.728,00	\$ 1.593,00	-	\$ 8.151,30
14	01/03/2018 a 02/03/2018	Unión y Marcos Juárez	2 días	1398	\$ 1.425,70	\$ 130,00	\$ 1.170,00	\$ 1.779,99	\$ 40,89	\$ 4.546,58
15	05/03/2018	Río Primero	1 día	470	\$ 1.340,00	-	-	\$ 631,00	\$ 102,30	\$ 2.073,30
16	07/03/2018 a 09/03/2018	Santiago Del Estero	3 días	2300	\$ 7.495,14	\$ 85,00	\$ 3.480,00	\$ 1.431,00	\$ 185,78	\$ 12.676,92
17	12/03/2018	Santa María y Calamuchita	1 día	460	\$ 900,00	\$ 100,00	-	\$ 395,00	\$ 236,88	\$ 1.631,88
18	13/03/2018 a 15/03/2018	San Justo	2 días	1055	\$ 2.480,34	\$ 60,00	\$ 2.330,00	\$ 1.789,96	\$ 83,00	\$ 6.743,30
19	15/03/2018 a 17/03/2018	Pocho, San Javier y San Alberto	3 días	1760	\$ 3.800,14	\$ 310,00	\$ 3.490,00	\$ 2.156,46	\$ 52,17	\$ 9.808,77
20	19/03/2018 a 20/03/2018	San Luis	2 días	1634	\$ 3.295,25	\$ 480,00	\$ 2.700,00	\$ 2.560,90	\$ 84,60	\$ 9.120,75
21	21/03/2018 a 22/03/2018	Río Cuarto	2 días	1250	\$ 1.620,11	\$ 205,00	\$ 1.350,00	\$ 1.550,00	\$ 39,48	\$ 4.764,59
22	26/03/2018 a 27/03/2018	Pte. Roque Saénz Peña- Juarez Celman	2 días	1400	\$ 4.500,10	\$ 130,00	\$ 2.320	\$ 1.303,90	-	\$ 8.254,00
23	29/03/2018 a 30/03/2018	3° Arriba, Río Segundo y San Martín	2 días	1250	\$ 2.299,99	\$ 185,00	\$ 0	\$ 1.569,00	\$ 307,33	\$ 4.361,32
24	04/04/2018 a 06/04/2018	Gral Roca y La pampa	3 días	2276	\$ 6.250,93	\$ 200,00	\$ 2.800,00	\$ 2.873,00	\$ 111,39	\$ 12.235,32
	Totales		25 días	16086	\$ 38.218,00	\$ 1.905,00	\$ 23.368,00	\$ 19.633,21	\$ 1.243,82	\$ 84.368,03

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, a lo largo del proyecto se han realizado 24 viajes a campo, recorriendo 31.378 Km de las provincias de Córdoba, La Pampa, Santiago del Estero y San Luis, asignando un total de 49 días para dicha tarea. Respecto a los gastos asociados a los recorridos, el total asciende a \$156.296,30, mientras que lo presupuestado inicialmente fue de \$61.907,67, principalmente por la incorporación de Santiago del Estero y La Pampa a la grilla de viajes, siendo de mayor distancia y duración¹⁴. A continuación, se muestran los mapas finales con los recorridos realizados para la campaña invernal y estival 2017/18.

¹⁴ En la versión digital de este documento en la carpeta denominada “7 – GASTOS RECORRIDOS A CAMPO” se incluyen los comprobantes de gastos realizados para el desarrollo de la actividad.



Figura N° 16: Recorridos efectuados para relevamiento cultivos de invierno 2017/2018

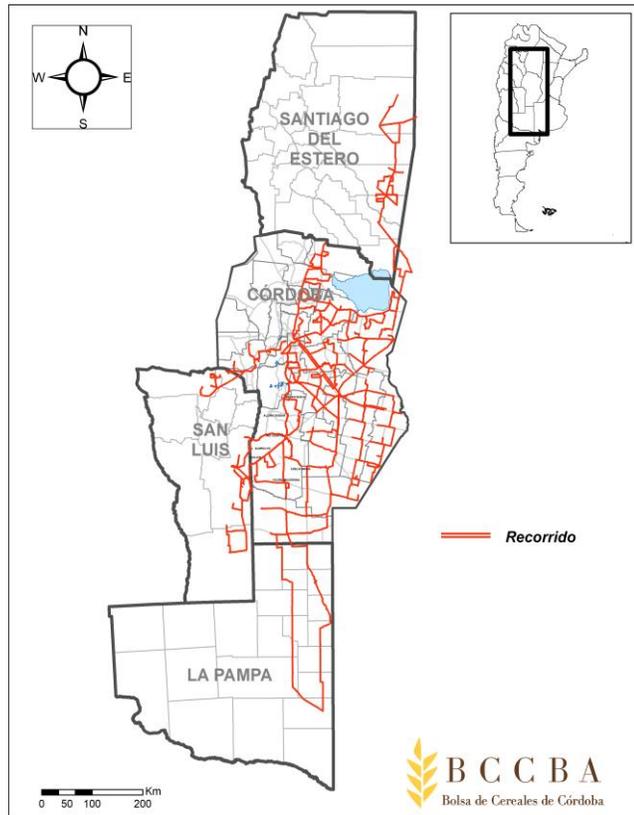
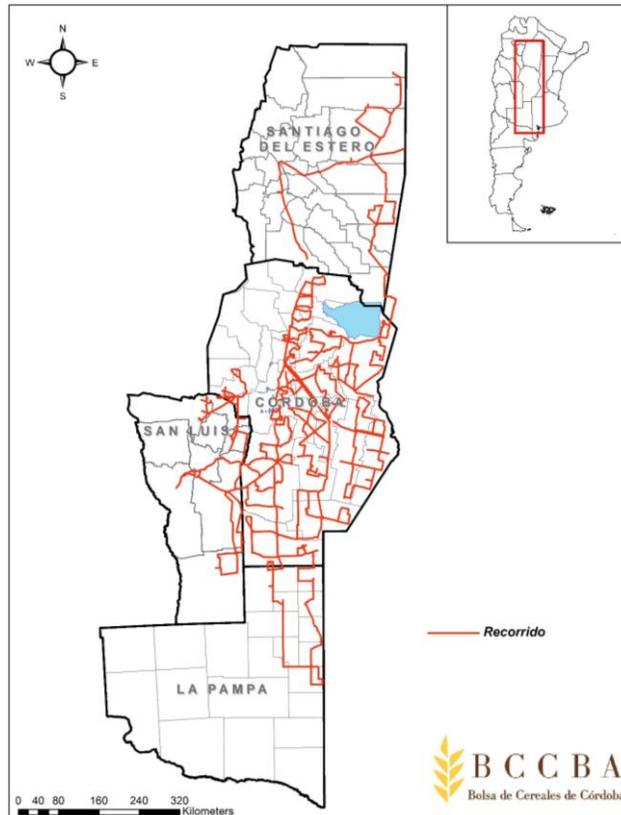


Figura N° 17: Recorridos efectuados para relevamiento cultivos de verano 2017/2018



Fuente: Elaboración propia

Las tareas efectuadas han permitido cumplimentar el 100% de lo comprometido ante CFI, aportando información necesaria para elaboración de informes y tareas relacionadas a la teledetección de cultivos.

16 - Elaboración de informes seguimiento presencial de cultivos. Ejecutado.

Los informes de seguimiento presencial de cultivos (Rally Agrícola), se desarrollaron según los tiempos planificados y en los lugares previstos. En ambas campañas (invernal + estival), se recorrieron más de 31.000 km, geo-posicionando las distintas coberturas y relevando la situación de los cultivos en las distintas zonas visitadas. Las publicaciones contienen información del estado de los cultivos, fenología, presencia de malezas, enfermedades y régimen de precipitaciones que caracterizaron a los distintos cultivos en los departamentos/provincias visitadas. También en estos recorridos, se obtuvo un archivo fotográfico propio, que ilustró a los



distintos cultivos y situaciones relevadas, las cuales fueron utilizadas para graficar lo descrito en los mismos.

En la tabla N° 8 que se incluye a continuación se podrá acceder a los distintos informes publicados¹⁵:

Tabla N° 8: Informes de recorridos seguimiento presencial de cultivos

N° de viaje	CULTIVOS	PROVINCIA / DEPTOS. VISITADOS	LINK AL INFORME
1	INVERNALES	Deptos. Colon, Totoral, Tulumba, Río Seco y Río Primero (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-1-norte-cordoba-noroeste-rio-primero-8151.html
2	INVERNALES	Depto. Río Primero (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-2-dpto-rio-primero-8152.html
3	INVERNALES	Depto. San Justo (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-3-depto-san-justo-8157.html
4	INVERNALES	Deptos. San Javier, San Alberto (Córdoba) y Norte de San Luis	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-4-norte-san-luis-oeste-cordoba--8162.html
5	INVERNALES	Deptos. Gral. San Martín, Río Segundo y Tercero Arriba (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-5-depto-gral-san-martin-rio-segundo-tercero-arriba-8163.html
6	INVERNALES	Provincia de Santiago del Estero	http://www.bccba.com.ar/dia/info/la-bolsa-cereales-cordoba-amplia-zona-cobertura-8171.html
7	INVERNALES	Deptos. Unión y Marcos Juárez (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-7-departamentos-union-marcos-juarez-8172.html
8	INVERNALES	Depto. Río Cuarto (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-8-departamento-rio-cuarto-8182.html
9	INVERNALES	Deptos. Gral. Roca (Córdoba) y Provincia de La Pampa	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-9-departamento-general-roca-(coba)-provincia-pampa-8189.html
10	INVERNALES	Deptos. Pedernera, Pringles y Dupuy (Prov. San Luis)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-10--8194.html
11	INVERNALES	Depto. Santa María (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-11-8195.html
12	INVERNALES	Deptos. Pte. Roque Sáenz Peña y Juárez Celman (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-12-departamentos-juarez-celman-presidente-roque-saenz-pena-(cordoba)-8201.html

¹⁵ Los informes generados también se encuentran disponibles en la versión digital de este documento, en la carpeta denominada “8 – INFORMES RECORRIDOS A CAMPO”.



13	ESTIVALES	Deptos. Colón, Totoral, Tulumba y Río Seco (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-01-departamentos-colon-total-tulumba-rio-seco-(cordoba)-8277.html
14	ESTIVALES	Deptos. Unión y Marcos Juárez (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-02-departamentos-marcos-juarez-union-(cordoba)-8282.html
15	ESTIVALES	Depto. Río Primero (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-03-departamento-rio-primero-cordoba-05-marzo-2018-8283.html
16	ESTIVALES	Provincia de Santiago del Estero	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-04-santiago-estero-8291.html
17	ESTIVALES	Deptos Santa María y Calamuchita (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-05-departamentos-calamuchita-santa-maria-cordoba-8292.html
18	ESTIVALES	Depto. San Justo (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-06-departamento-san-justo-cordoba--8295.html
19	ESTIVALES	Deptos. Pocho, San Javier y San Alberto (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-07-departamentos-pocho-san-alberto-san-javier-provincia-cordoba-8296.html
20	ESTIVALES	Provincia de San Luis	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-08-provincia-san-luis-8303.html
21	ESTIVALES	Depto. Río Cuarto (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-09-departamento-rio-cuarto-8305.html
22	ESTIVALES	Deptos. Pte. Roque Sáenz Peña y Juárez Celman (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-10-juarez-celman-pte-roque-saenz-pena-8306.html
23	ESTIVALES	Deptos. Tercero Arriba, Río Segundo y San Martín (Córdoba)	http://www.bccba.com.ar/dia/info/rally-agricola-bccba--prime-11-departamentos-rio-segundo-tercero-arriba-general-san-martin-8316.html
24	ESTIVALES	Depto. General Roca (Córdoba) y Prov. de La Pampa	http://www.bccba.com.ar/rally-agricola-bccba--prime-12-dptos-general-roca-provincia-pampa-8353.htm

Fuente: Elaboración propia

Según lo descripto, se ha cumplimentado con el 100% de las tareas estipuladas para la presente actividad.

17 - Procesamiento datos teledetección cálculos de producción. Ejecutado.

A partir del relevamiento de coberturas vegetales existentes en Córdoba, San Luis, La Pampa y Santiago del Estero mediante recorridos zonales (Actividad N° 15), se procedió a la



teledetección de cultivos (Actividad N° 6), realizando un análisis multitemporal de las clasificaciones de cobertura vegetal y las matrices de precisión asociadas a dichas clasificaciones. Posteriormente a la obtención de la superficie sembrada de los distintos cultivos, se procedió a estimar la producción final utilizando datos de rendimientos para cada cultivo, obtenidos mediante encuestas a colaboradores calificados (Actividad N° 4 “Encuestas colaboradores cultivos y procesamiento de datos”)¹⁶.

Los datos finales están publicados en la web de la BCCBA: <http://www.bccba.com.ar/estivales-6394.html> y en <http://www.bccba.com.ar/invernales-6395.html>. Asimismo, los datos mencionados fueron utilizados como insumo para la elaboración de los informes finales de cultivos detallados en la actividad N° 5 del presente proyecto, con lo cual se logró cumplimentar lo estipulado para la actividad según Anexo I del convenio BCCBA-CFI.

18 -Diseño de nuevo formato de informes, tablas y mapas. Ejecutado.

Utilizando las nuevas herramientas informáticas incorporadas por la BCCBA en el actual proyecto, se ha comenzado a utilizar “Story Map”. Esta aplicación permite contar una historia a través de un mapa interactivo, en donde el usuario puede navegar por el mapa, interactuar con fotos, gráficos y textos de forma dinámica.

En este caso, se realizó un Story Map con todos los recorridos a campo que se realizaron entre el 30 de octubre al 4 de diciembre de 2017 para las provincias de Córdoba, San Luis, Santiago del Estero y La Pampa, describiendo el estado general de los cultivos invernales y estivales.

Figura N° 18: Story Map relevamiento cultivos de invierno 2017/2018



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCGIS

¹⁶ Para las provincias de San Luís, La Pampa y Santiago del Estero solamente se realizaron cálculos de superficie sembrada, dado que no se cuenta con datos de rendimiento asociados a cada cultivo.



Dentro del mapa es posible interactuar y hacer zoom para ver los distintos recorridos que se realizaron en cada una de las salidas. Además existe una sección donde se puede agregar fotos y georreferenciarlas para que el usuario rápidamente pueda ver el estado del cultivo en la zona de interés.

Figura N° 19: Story Map recorridos relevamiento cultivos de invierno 2017/2018



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCGIS

Puede visualizarse el informe completo con sus funcionalidades en el siguiente link: <https://gis.bccba.org.ar/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=7f018295465e43ea82171399f8f0fc25>

A futuro, todos los informes de recorrido a campo e informes de cultivo se elaborarán bajo este nuevo formato. Asimismo, dentro de los informes se utilizarán los nuevos tableros y mapas generados a partir de ArcGIS Server y sus aplicativos, que se han incluido en las actividades N° 10 y 11 (páginas 25 a 29) del presente proyecto.

Conforme a lo mencionado, la actividad fue cumplimentada en un 100% según lo comprometido en el convenio BCCBA-CFI.

19 - Caracterización de variables climáticas y ambientales (investigación). Ejecutado.

Utilizando como entrada la zonificación realizada en la Actividad N° 12, se procedió a hacer cálculos estadísticos de variables climáticas, edáficas, productivas y provenientes de sensores remotos. Para cada zona, se estimó el valor mínimo (MIN), máximo (MAX), rango (RANGE), promedio (MEAN) y desvío estándar (STD), por sus siglas en inglés (salida del software ArcGIS, herramienta “Zonal Statistics as Table”).

Los resultados obtenidos se resumen a continuación con una serie de tablas calculadas para cada variable. Para contrastar visualmente los valores promedio (MEAN) de cada zona, éstos fueron coloreados de acuerdo a una rampa de colores acorde a su magnitud. De mayor a



menor utilizando la escala rojo-blanco-azul (Modelo digital de elevación, temperaturas y precipitaciones).

- Modelo digital de elevación (MDE):

Figura N° 20: Valor promedio en metros (m) sobre el nivel del mar para cada zona

MDE (m)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	0	933	933	256	195
2	0	921	921	308	163
3	0	486	486	223	58
4	64	395	331	141	32
5	62	221	159	129	23

Fuente: Elaboración propia

- Temperatura promedio anual (TEMP ANNUAL):

Temperatura promedio anual en grados centígrados (°C), registrada en la serie de años 1970-2000 para cada zona.

Figura N° 21: Temperatura promedio anual

TEMP ANNUAL (°C)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	14.63	19.43	4.80	17.47	0.92
2	14.70	19.38	4.68	17.11	0.69
3	16.29	17.42	1.13	16.68	0.10
4	16.17	17.44	1.28	16.71	0.27
5	16.17	17.24	1.07	16.59	0.18

Fuente: Elaboración propia

- Temperatura promedio para el período del año más húmedo (TEMP WETTEST):

Temperatura promedio de un período de tres meses de duración, determinado de acuerdo al mayor registro de lluvias histórico (serie de años 1970-2000) para cada zona.

Figura N° 22: Temperatura promedio para el período del año más húmedo

TEMP WETTEST (°C)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	20.10	25.25	5.15	23.24	1.04
2	20.13	25.22	5.08	22.68	0.84
3	21.70	24.05	2.35	22.58	0.42
4	21.83	23.98	2.15	22.51	0.47
5	21.83	23.57	1.73	22.32	0.38

Fuente: Elaboración propia



- Precipitaciones promedio anual (PP ANNUAL):

Precipitaciones promedio anual en milímetros (mm), registradas en la serie de años 1970-2000 para cada zona.

Figura N° 23: Precipitaciones promedio anual

ZONA	PP ANNUAL (mm)				
	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	540	941	401	800	79
2	568	936	368	801	53
3	540	921	381	774	80
4	600	1069	469	866	43
5	759	1000	241	889	41

Fuente: Elaboración propia

- Precipitaciones promedio para el período más húmedo (TEMP WETTEST):

Precipitaciones promedio de un período de tres meses de duración, determinado de acuerdo con el mayor registro de lluvias histórico (serie de años 1970-2000) para cada zona.

Figura N° 24: Precipitaciones promedio para el período más húmedo

ZONA	PP WETTEST (mm)				
	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	222	413	191	345	36
2	237	400	163	351	24
3	222	389	167	327	38
4	244	389	145	352	18
5	309	388	79	354	14

Fuente: Elaboración propia

A modo de sintetizar la información y simplificar la interpretación, se elaboró una tabla con los rankings (RANK) de valores promedio de rendimiento de cultivos utilizando la escala rojo-blanco-azul, de mayor (5) a menor (1), para cada zona. La utilidad de dicho ranking es la de corroborar el comportamiento productivo de la zonificación planteada.

Figura N° 25: Ranking de valores promedio de rendimientos por zonas

VARIABLE	ZONA				
	1	2	3	4	5
RINDE SOJA 2015/16	2	2	4	3	5
RINDE SOJA 2016/17	3	3	5	4	5
RINDE MAIZ 2015/16	1	2	3	4	5
RINDE MAIZ 2016/17	1	2	3	4	5
RINDE TRIGO 2015	2	2	3	4	5
RINDE TRIGO 2016	2	2	3	4	5
RINDE TRIGO 2017	1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia



Realizando una interpretación visual de la zonificación de áreas agrícolas productivamente homogéneas (Figura 15), se observa que las cinco zonas se delimitan en principio por una dirección noroeste-sudeste. La Zona 1 formaría parte de la Zona 2, así como la Zona 3 parece ser parte de las zonas restantes. Podría deducirse que la función de dichas zonas (1 y 3) sería la de demarcar áreas significativamente diferentes dentro de los macro-ambientes delimitados por las zonas 2, 3 y 5.

En base al conocimiento del grupo de expertos, con experiencia en el manejo de información relacionada a la productividad de la provincia, se reconoce que la Zona 5 es la de mayor productividad. Esto se debería a que los mayores rendimientos históricos de cultivos se registran en los departamentos de Unión y Marcos Juárez, los cuales en su mayor parte fueron clasificados como Zona 5.

El mayor volumen de lluvias se registra en la Zona 5, lo cual se alinea con las declaraciones anteriores. La cantidad promedio de milímetros decae hacia las zonas más bajas, aunque el mínimo se registra en la Zona 3. Analizando ambas capas de precipitaciones promedio (PpAnnual y PpWettest), se observa que la parte sudoeste de la provincia es la de menor milimetraje. Gran parte de la extensión de la Zona 3 se ubica en aquella área, y explicaría la caída en el promedio de lluvias de la zona.

Desde el punto de vista de las temperaturas, tanto para el promedio anual (TpAnnual) como para el promedio del trimestre más lluvioso (TpWettest), se registra un incremento desde la Zona 1 hasta la Zona 5. Temperaturas más bajas indicarían una menor demanda atmosférica durante el período crítico de los cultivos, aunque siendo lo suficientemente altas para mantener el metabolismo de los cultivos dentro de los rangos óptimos.

En conclusión, podría afirmarse que la zonificación planteada ha permitido realizar una caracterización de variables climáticas, ambientales y agronómicas dentro de las zonas delimitadas, cumplimentando con lo comprometido según el Anexo I del convenio BCCBA-CFI.

En el documento final de la investigación correspondiente a la Actividad N° 22 se realiza un análisis detallado de los procedimientos, resultados y conclusiones del estudio en su conjunto.

20 - Trabajo conjunto con proveedor: sistema de alerta cultivos. Ejecutado.

Durante los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018 se logró desarrollar una metodología de determinación de condiciones predisponentes para la aparición del hongo fusariosis en cultivo de trigo. A partir de la revisión bibliográfica de los principales autores que han trabajado en la temática, se encontró que las condiciones para establecer el riesgo de incidencia de la activación del hongo *Fusarium graminearum* son las siguientes:

- A. Dos días con lluvia consecutivos (Un ciclo), donde a su vez se cumpla que:
 - i. Primer día con porcentaje de humedad relativa mayor a 81%
 - ii. Segundo día con porcentaje de humedad relativa mayor a 78%



iii. Temperatura mínima > 9°C y máxima < 26°C

El modelo fue implementado en el software para análisis estadístico R durante los meses de febrero a abril de 2018, utilizando como fuente de información la revisión de variables suministradas por la Red de Estaciones Meteorológicas de la Bolsa de Cereales de Córdoba, en vistas de diseñar un sistema de alerta de enfermedades y plagas de cultivo. A continuación, se muestra el script generado a dichos efectos:

Figura N° 26: Script modelador para alerta de condiciones predisponentes de fusariosis en trigo

```

for (i in 1:a-1){
  if(datos[i,j-6] > 0.0 && datos[i+1,j-6] > 0.0 && datos[i,j] > 81 && datos[i+1,j] > 78 && datos[i,j-5] > 6 && datos[i,j-4] < 29 && datos[i+1,j-5] > 6){
    datos[i+1,j+1]=0
  }
}
for (i in 1:a-1){
  if(datos[i,j+1] > 0.0 && datos[i+1,j+1] > 0.0){datos[i+1,j+2]=1}
  else{datos[i+1,j+2]=0}
}
for (i in 1:a-1){
  if(datos[i,j+2] > 0.0 && datos[i+1,j+2] > 0.0){datos[i+1,j+3]=1}
  else{datos[i+1,j+3]=0}
}
for (i in 1:a){
  if(datos[i,j+1] != 0.0 && datos[i,j+2] != 0.0 && datos[i,j+3] != 0.0){datos[i,j+4]="Alto"}
  else {if(datos[i,j+1] > 0.0 && datos[i,j+2] > 0.0 && datos[i,j+3] < 1.0){datos[i,j+4]="Medio"}
  else{datos[i,j+4]="Bajo"}}
}
}

```

Fuente: Elaboración propia utilizando software estadístico “R”

Se propuso como producto gráfico resultante un mapa tipo semáforo en el que sean señalizadas aquellas estaciones meteorológicas en que se cumplen o no las condiciones, con la finalidad que cada productor conozca el riesgo en su zona y sea de utilidad para la toma de decisiones en su campo. El semáforo arroja las siguientes posibilidades:

Verde: uno o ningún ciclo con las condiciones predisponentes correspondiente a “Riesgo mínimo de incidencia”.

Amarillo: dos ciclos con condiciones predisponentes correspondiente a “riesgo bajo de incidencia”.

Rojo: tres o más ciclos con condiciones predisponentes correspondiente a “riesgo alto de incidencia”.

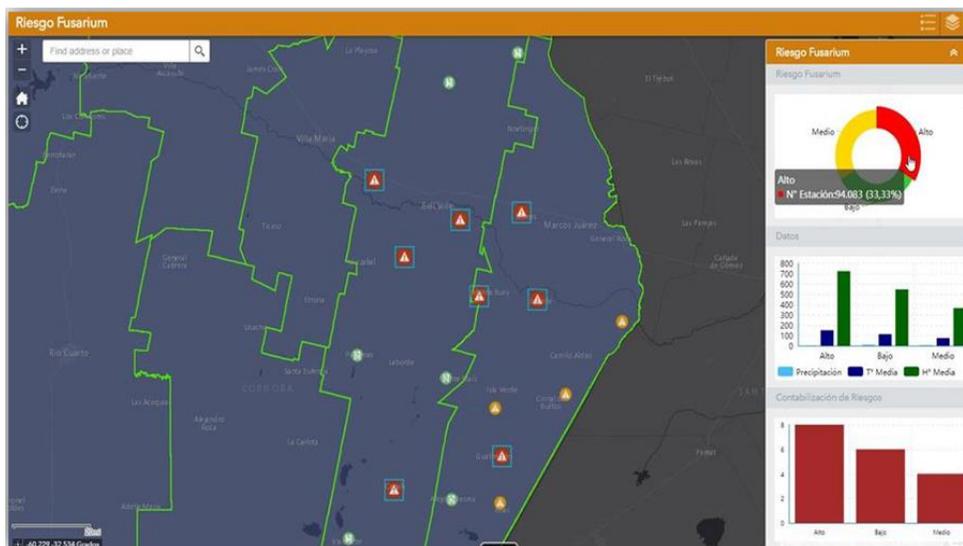
Este desarrollo es una aproximación que deriva de investigaciones y modelos operativos desarrollados en INTA Castelar, que aporta una buena fuente de información validada.

Con los datos de la Red de Estaciones Meteorológicas, en combinación con una de las aplicaciones de ArcGIS Enterprise denominada GeoEvent, se realizó la simulación del periodo crítico del trigo en la campaña de 2017/2018 (15 de septiembre a 15 de octubre de 2017).

En dicha simulación, intervalos de cinco segundos corresponden a 24 horas, donde a medida que avanza el tiempo, pueden observarse cambios en la simbología gráfica en caso de que las condiciones meteorológicas sean apropiadas para que el hongo responsable del desarrollo de fusariosis en trigo se active.



Figura N° 27: Visualización de alerta para fusariosis en trigo. Red de Estaciones Meteorológicas



Fuente: Elaboración propia

La simulación del mes completo puede visualizarse en el siguiente link:

<https://bccba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=bab9b390e11a49e4af72823a4c6e0ce9>

Si bien este desarrollo se ejecutó para una enfermedad particular del trigo; tanto la fuente de información meteorológica derivada de la red de estaciones, como las implementaciones en lenguaje script generado en el software R y la interacción con aplicaciones de ArcGis Enterprise como GeoEvent, deja abierta la posibilidad de generar alertas automáticas e incluso pronosticar el riesgo para otras enfermedades de interés agronómico y/o plagas.

Por el alcance, potencial y posibilidades que abre el producto elaborado, se lo considera como uno de los principales resultados del proyecto, cumplimentando a su vez con lo pautado en el Anexo 1 del convenio BCCBA-CFI.

21 - Relevamiento de fuentes externas para pronósticos. Ejecutado.

En el período noviembre 2017 a febrero de 2018 se relevaron fuentes externas de pronósticos climáticos a mediano y largo plazo para la provincia de Córdoba.

En la actualidad la información climática se encuentra ampliamente difundida y accesible al público en general en los distintos medios de comunicación. Se pueden visitar distintas páginas web de organismos nacionales e internacionales tanto del ámbito público como privado.

Se tuvieron en cuenta fuentes de información de fácil consulta y útiles para comprender los fenómenos meteorológicos, ver su evolución y permitir su utilización para la previsión y la toma de decisiones durante una campaña agrícola.

A continuación, se listan los distintos organismos consultados:



- Servicio Meteorológico Nacional (SMN): <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=clima&id=3>
- Instituto Clima y Agua del INTA Castelar: www.climayagua.inta.gob.ar
- Oficina De Riesgo Agropecuario (ORA): www.ora.gov.ar
- International Research Institute For Climate And Society (IRI-Columbia): <http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/>
- Bolsa de Cereales de Buenos Aires: <http://www.bolsadecereales.com/ver-informe-mensual-76>
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño: <http://www.ciifen.org/>
- Bolsa de Cereales de Bahía Blanca: http://www.bcp.org.ar/pronostico_vigente.asp
- National Weather Service Climate Prediction Center: www.cpc.ncep.noaa.gov

Asimismo, con el fin de afianzar conceptos referentes a pronósticos meteorológicos, la Ingeniera Cecilia Perez asistió a un curso de posgrado de “Introducción al modelado meteorológico WRF” en el Instituto de Altos Estudios Espaciales Marío Gulich dependiente de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). El mismo se desarrolló los días 18, 19 y 20 de diciembre de 2017 con modalidad teórico-práctica. En el Apéndice VII, páginas 88 a 90, se adjunta el programa del curso y el certificado emitido al finalizarlo.

En base a la información relevada y su contraste con los datos de la Red de Estaciones Meteorológicas de la Bolsa de Cereales de Córdoba, se determinó que los pronósticos efectuados por el Servicio Meteorológico Nacional y Instituto Clima y Agua del INTA Castelar son los que mejor se ajustan a la realidad provincial.

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) brinda información y pronósticos meteorológicos como así también alertas en el área de competencia basados en el monitoreo continuo de la atmósfera. Este ente emite pronósticos climáticos trimestrales que se actualiza los primeros días de cada mes y se realiza sobre la base del análisis de las previsiones numéricas experimentales de los principales modelos globales de simulación del clima y modelos estadísticos nacionales, sumado al análisis de la evolución de las condiciones oceánicas y atmosféricas.

El Instituto de Clima y Agua dependiente del INTA Castelar emite boletines de Evolución de las actuales condiciones climáticas y tendencias a mediano y largo plazo. En los mismos se plasma a manera de resumen semanal las principales variables precipitaciones y temperatura como así también predictores de mediano plazo, haciendo alusión a la variabilidad climática estacional e interanual.

Los mencionados pronósticos han sido incluidos en los informes meteorológicos trimestrales y anuales desarrollados en la actividad N°13 “Informes meteorológicos trimestrales”



del presente proyecto. De esta manera la actividad ha sido ejecutada en un 100% según lo comprometido.

22 - Elaboración de documento con resultados de investigación.

Ejecutado.

El documento académico que plasma los resultados de la investigación realizada se incluye en el Apéndice VIII, a partir de la página 91. Las conclusiones han sido satisfactorias respecto a los interrogantes planteados en un inicio, surgiendo asimismo nuevos ejes temáticos que podrán ser abordados en futuras investigaciones.

De esta manera se logró cumplimentar la totalidad de actividades establecidas entre la Bolsa de Cereales de Córdoba y el Consejo Federal de Inversiones, según expediente N° 164310001.



Apéndice I

Adquisición de ArcGIS Server y actividades conexas



Comprobantes pago de Capacitación y unificación de base de datos

ORIGINAL

<p style="text-align: center;">A COD. 01</p> <p>Razón Social: CIAMPAGNA & ASOCIADOS S.A.</p> <p>Domicilio Comercial: Pasaje Santo Tomas 341 - Barrio Observatorio *, Córdoba</p> <p>Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto</p>	<p style="text-align: center;">FACTURA</p> <p>Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000172</p> <p>Fecha de Emisión: 20/07/2017</p> <p>CUIT: 30712111522</p> <p>Ingresos Brutos: 280556581</p> <p>Fecha de Inicio de Actividades: 01/11/2011</p>
<p>Período Facturado Desde: 20/07/2017 Hasta: 20/07/2017 Fecha de Vto. para el pago: 20/07/2017</p>	
<p>CUIT: 30516243143 Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL</p> <p>Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba</p> <p>Condición de venta: Cuenta Corriente</p>	

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alicuota IVA	Subtotal c/IVA
	Desarrollo de relación entre Bases de Datos.	1,00	unidades	23422,50	0,00	23422,50	21%	28341,22
	Capacitación. - Según conforme presupuesto del día 21/06/2017	1,00	unidades	51182,50	0,00	51182,50	21%	61930,82

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alic. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 74605,00
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 15667,04
			IVA 10.5%: \$ 0,00
			IVA 5%: \$ 0,00
			IVA 2.5%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 90272,04

Comprobante Autorizado **Pág. 1/1**

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

3071211152201000167292057508180201707303

CAE N°: 67292057508180
Fecha de Vto. de CAE: 30/07/2017



ORIGINAL

A

COD. 03

NOTA DE CRÉDITO

Razón Social: CIAMPAGNA & ASOCIADOS S.A.

Domicilio Comercial: Pasaje Santo Tomas 341 - Barrio Observatorio *, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 **Comp. Nro:** 00000021

Fecha de Emisión: 21/07/2017

CUIT: 30712111522

Ingresos Brutos: 280556581

Fecha de Inicio de Actividades: 01/11/2011

Período Facturado Desde: 21/07/2017 **Hasta:** 21/07/2017 **Fecha de Vto. para el pago:** 21/07/2017

CUIT: 30516243143 **Apellido y Nombre / Razón Social:** BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto **Domicilio Comercial:** Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Cuenta Corriente **Fac. A:** 0001-00000172

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alicuota IVA	Subtotal c/IVA
	Aplica a la factura A 0001-00000172 con fecha del día 20/07/2017	1,00	unidades	860,00	0,00	860,00	21%	1040,60

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alic. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 860,00
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 180,60
			IVA 10.5%: \$ 0,00
			IVA 5%: \$ 0,00
			IVA 2.5%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 1040,60



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 67292081588816

Fecha de Vto. de CAE: 31/07/2017

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación



3071211152203000167292081588816201707313





SI.CO.RE. - Sistema de Control de Retenciones

Certificado N° : 0000-2017-000411
 Fecha : 27/07/2017

A. - Datos del Agente de Retención

Apellido y Nombre o Denominación : BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL
 C.U.I.T. N°: 30-51624314-3
 Domicilio : Calle: Bv. Ocampo Nro: 317 Localidad: Córdoba Provincia: Córdoba C.P.: 5000

B. - Datos del Sujeto Retenido

Apellido y Nombre o Denominación : CIAMPAGNA & ASOCIADOS S.A
 C.U.I.T. N°: 30-71211152-2
 Domicilio : PJE SANTO TOMAS 341 Localidad: CORDOBA Provincia: Córdoba C.P.: 5000

C. - Datos de la Retención Practicada

Impuesto	: Impto. a las Ganancias
Régimen	: Locaciones de Obra y/o Servicios no ejecutados en relación de dependencia
Comprobante que origina la Retención	: 06 - Orden de Pago Nro. 000000019892
Monto del Comprobante que origina la Retención	: \$ 89.231,44
Monto de la Retención	: \$ 874,90
Imposibilidad de Retención	:

Firma del Agente de 
 CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA

Aclaración: 
 Cargo: GERENTE

Declaro que los datos consignados en este Formulario son correctos y completos y que he confeccionado la presente utilizando la aplicación (software) entregada y aprobada por la AFIP sin omitir ni falsear dato alguno que deba contener, siendo fiel expresión de la verdad.



Comprobante de Transferencia Electrónica

Denominación Cuenta Crédito:	CIAMPAGNA Y ASOCIADOS SA EN F
-------------------------------------	-------------------------------

CBU Cuenta Crédito:	0070362620000000739164
----------------------------	------------------------

Fecha:	31/07/2017
---------------	------------

Tipo de Transferencia:	Proveedores
-------------------------------	-------------

Nro. de Transferencia Red:	5908151
-----------------------------------	---------

Nro. de Transferencia:	1106241420
-------------------------------	------------

Denominación Cuenta Débito:	CAMARA DE CEREALES Y AFINES D
------------------------------------	-------------------------------

Cuit Cuenta Débito:	30516243143
----------------------------	-------------

Banco Débito:	Bco. Cordoba
----------------------	--------------

Moneda:	\$
----------------	----

Importe:	88356.54
-----------------	----------

0E862B516C2AAB29178E0F5AB6D5A914338B40311849CE0D3091284D316DB95C



Nivel de seguridad confidencial



Comprobantes por compra de ArcGIS Server y otros componentes

ORIGINAL	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">A COD. 01</p> </div> <p>FACTURA</p> <p>Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000176 Fecha de Emisión: 01/08/2017</p> <p>CUIT: 30712111522 Ingresos Brutos: 280556581 Fecha de Inicio de Actividades: 01/11/2011</p>	<p>Razón Social: CIAMPAGNA & ASOCIADOS S.A.</p> <p>Domicilio Comercial: Pasaje Santo Tomas 341 - Barrio Observatorio *, Córdoba</p> <p>Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto</p>
<p>Período Facturado Desde: 01/08/2017 Hasta: 01/08/2017 Fecha de Vto. para el pago: 01/08/2017</p>	
<p>CUIT: 30516243143 Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL</p> <p>Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba</p> <p>Condición de venta: Cuenta Corriente</p>	

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Allicuota IVA	Subtotal c/IVA
	ArcGIS Server Standard 10.5	1,00	unidades	601640,00	0,00	601640,00	21%	727984,40
	ArcGIS Desktop Standard 10.5	1,00	unidades	231400,00	0,00	231400,00	21%	279994,00
	ArcGIS Server GeoEvent Extensión	1,00	unidades	277680,00	0,00	277680,00	21%	335992,80

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alic. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 1110720,00
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 233251,20
			IVA 10.5%: \$ 0,00
			IVA 5%: \$ 0,00
			IVA 2.5%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 1343971,20

Comprobante Autorizado Pág. 1/1

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

3071211152201000167312322788264201708112

CAE N°: 67312322788264
 Fecha de Vto. de CAE: 11/08/2017





SI.CO.RE. - Sistema de Control de Retenciones

Certificado N° : 0000-2017-000459

Fecha : 03/08/2017

A. - Datos del Agente de Retención

Apellido y Nombre o Denominación : BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

C.U.I.T. N° : 30-51624314-3

Domicilio : Calle: Bv. Ocampo Nro: 317 Localidad: Córdoba Provincia: Córdoba C.P.: 5000

B. - Datos del Sujeto Retenido

Apellido y Nombre o Denominación : CIAMPAGNA & ASOCIADOS S.A

C.U.I.T. N° : 30-71211152-2

Domicilio : PJE SANTO TOMAS 341 Localidad: CORDOBA Provincia: Córdoba C.P.: 5000

C. - Datos de la Retención Practicada

Impuesto	:	Impto. a las Ganancias
Régimen	:	Enajenación de bienes muebles y bienes de cambio
Comprobante que origina la Retención	:	01 - Factura Nro. 0001-00000176
Monto del Comprobante que origina la Retención	:	\$ 1.343.971,20
Monto de la Retención	:	\$ 20.214,40
Imposibilidad de Retención	:	

Firma del Agente de

CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA

 Cdora. GRACIELA STRALLA
 GERENTE

Aclaración:

Cargo:

Declaro que los datos consignados en este Formulario son correctos y completos y que he confeccionado la presente utilizando la aplicación (software) entregada y aprobada por la AFIP sin omitir ni falsear dato alguno que deba contener, siendo fiel expresión de la verdad.



Comprobante de Transferencia Electrónica

Denominación Cuenta Crédito:	CIAMPAGNA Y ASOCIADOS SA EN F
CBU Cuenta Crédito:	0070362620000000739164
Fecha:	07/08/2017
Tipo de Transferencia:	Proveedores
Nro. de Transferencia Red:	6770495
Nro. de Transferencia:	1107651152
Denominación Cuenta Débito:	BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA
Cuit Cuenta Débito:	30516243143
Banco Débito:	Supervielle
Moneda:	\$
Importe:	1323756.80

3E6EEE6560F289648AC7DC8DAC05B08E809D9152FBA26035F637C293826C7C3A



Nivel de seguridad confidencial



Apéndice II

Certificados de asistencia curso de posgrado “Teledetección de microondas: fundamentos físicos y extracción de información”





Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich" - 20 Años Innovando en Ciencia y Educación Espacial

El Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales CERTIFICA que MERIGGIOLA, Pedro Nicolas, DNI: 32.621.115 asistió al curso CP15 "Teledetección en microondas: fundamentos físicos y extracción de información" del 22 al 26 de agosto de 2017 con una duración total de 40 horas.-----

A solicitud del interesado se extiende el presente certificado en el Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", Centro Espacial Teófilo Tabanera, Falda de Cañete – Córdoba, República Argentina, a VEINTISEIS DÍAS DEL MES DE AGOSTO DE 2017.-----



Mgter. Gastón González Kriegel
Responsable Área de Enseñanza
Instituto Gulich

Jr. LEONARDO DE FERRARIS
DIRECTOR
Instituto de Altos Estudios Espaciales
"Mario Gulich"

Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich"
Área de Enseñanza
Centro Espacial Teófilo Tabanera, Ruta Prov. C45 – Km 8
CP 5187 Falda del Cañete – Pcia. de Córdoba
Tel.: 54-3547-400000 int 1165





Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich" - 20 Años Innovando en Ciencia y Educación Espacial

El Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales CERTIFICA que FUENTES, María Luz, DNI: 32.889.287 asistió al curso CP15 "Teledetección en microondas: fundamentos físicos y extracción de información" del 22 al 26 de agosto de 2017 con una duración total de 40 horas.-----

A solicitud del interesado se extiende el presente certificado en el Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", Centro Espacial Teófilo Tabanera, Falda de Cañete – Córdoba, República Argentina, a VEINTISEIS DÍAS DEL MES DE AGOSTO DE 2017.-----

Mgter. Gastón González Kriegel
Responsable Área de Enseñanza
Instituto Gulich



Jr. LEONARDO DE FERRARIS
DIRECTOR
Instituto de Altos Estudios Espaciales
"Mario Gulich"

Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich"
Área de Enseñanza
Centro Espacial Teófilo Tabanera, Ruta Prov. C45 – Km 8
CP 5187 Falda del Cañete – Pcia. de Córdoba
Tel.: 54-3547-400000 int 1165



Apéndice III

Viajes de mantenimiento Red de Estaciones Meteorológicas



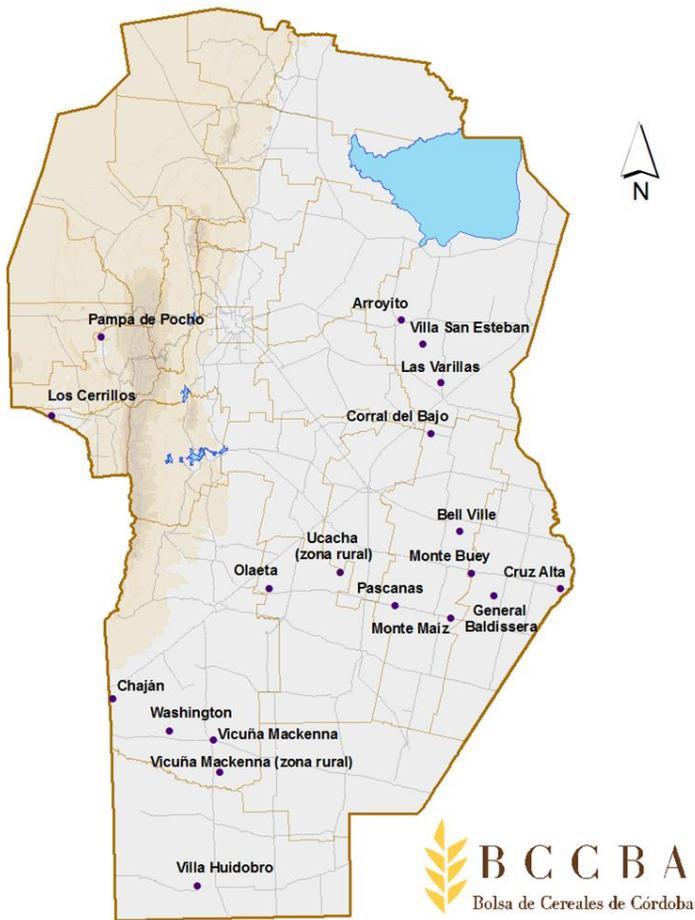
Planilla resumen de las visitas realizadas

N° de viaje	Fecha	Estaciones visitadas	duración	kilometros recorridos	gasoil	peajes	alojamiento	refrigerios	otros gastos	Total gastos viaje
1	13/07/2017	Villa Huidobro ZR/Vicuña Mackenna ciudad/ Vicuña Mackenna ZR/ Washington/Chaján/Olaeta/Ucacha ZR	2 días	1253	\$ 2.530,13	\$ 240,00	\$ 1.945,00	\$ 1.355,50	\$ 0,00	\$ 6.070,63
2	19/07/2017	Corral del Bajo/Las Varillas ZR/Arroyito/Va. San Esteban/Toro Pujio	1 día	523	\$ 2.010,11	\$ 85,00	\$ 0,00	\$ 522,00	\$ 0,00	\$ 2.617,11
3	26/07/2017	Bell Ville/Monte Buey/Monte Maíz/Pascanas/Cruz Alta/Gral. Baldissera	2 días	880	\$ 2.273,02	\$ 190,00	\$ 1.597,20	\$ 785,00	\$ 0,00	\$ 4.845,22
4	28/07/2017	Pampa de Pocho/Los Cerrillos	1 día	531	\$ 1.500,13	\$ 50,00	\$ 0,00	\$ 535,00	\$ 0,00	\$ 2.085,13
5	14/08/2017	General Deheza/Tancacha/James Craik/Las Junturas	1 día	532	\$ 1.208,00	\$ 90,00	\$ 0,00	\$ 719,00	\$ 0,00	\$ 2.017,00
6	18/08/2017	Eufasio Loza/ Sebastian Elcano/Villa de Totoral/ Jesús María/General Paz	1 día	435	\$ 965,00	\$ 30,00	\$ 0,00	\$ 509,00	\$ 0,00	\$ 1.504,00
7	24/08/2017	San Francisco/El Crispín/ Las Gramillas	1 día	555	\$ 1.120,00	\$ 90,00	\$ 0,00	\$ 777,03	\$ 0,00	\$ 1.987,03
8	30/08/2017	Isla Verde/Gral. Baldissera/Noetinger/San Antonio de Litín/El Florentino	2 días	825	\$ 1.800,00	\$ 85,00	\$ 2.420,00	\$ 1.188,00	\$ 0,00	\$ 5.493,00
9	12/09/2017	MonteCristo ZR	1 día	66	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
10	15/09/2017	Hipólito Bouchard/Huinca Renancó/Villa Huidobro/La Nacional/Nicolás Bruzone	2 días	1181	\$ 2.000,02	\$ 120,00	\$ 1.400	\$ 1.243,00	\$ 0,00	\$ 4.763,02
11	21/09/2017	Alejandro Roca/ Huanchilla/Pavin/La Carlota/Alejo Ledesma/Va del Rosario	2 días	1070	\$ 1.200,34	\$ 120,00	\$ 1.447,80	\$ 1.310,00	\$ 133,52	\$ 4.211,66
12	05/10/2017	Sebastián Elcano/Jesús María/Candelaria Sud ZR	1 día	466	\$ 850	\$ 30,00	\$ 0,00	\$ 655,00	\$ 0,00	\$ 1.535,00
13	19/10/2017	General Baldissera/Leones	1 día	625	\$ 1.400	\$ 120,00	\$ 0,00	\$ 732,02	\$ 67,88	\$ 2.319,90
14	24/11/2017	Monte Cristo ZR/ Villa del Rosario/Las Varillas	1 día	360	\$ 1348	\$ 50,00	\$ 0,00	\$ 999,01	\$ 0,00	\$ 2.397,01
15	30/11/2017	Melo/Pueblo Italiano/Isla Verde/Corral de Bustos	1 día	1005	\$ 2.340	\$ 120,00	\$ 0,00	\$ 767,00	\$ 190,00	\$ 3.417,20
16	08/01/2018	Washington/Chaján/La Carolina El Potosí/UcachaZR/Hernando	2 días	1000	\$ 2.399,21	\$ 250,00	\$ 2.310,00	\$ 1.323,00	\$ 0,00	\$ 6.282,21
17	15/01/2018	Calchín/Porteña/Las Varillas	1 día	600	\$ 1.100,00	\$ 60	\$ 0,00	\$ 375,00	\$ 0,00	\$ 1.535,00
18	17/01/2018	San Pedro/Eufasio Loza/Obispo Trejo	1 día	600	\$ 1.700,00	\$ 20	\$ 0,00	\$ 553,00	\$ 0,00	\$ 2.273,00
19	19/01/2018	La Cruz	1 día	260	\$ 585,12	\$ 130	\$ 0,00	\$ 490,00	\$ 0,00	\$ 1.205,12
20	29/01/2018	Calchín/Las Varillas/James Craik	1 día	420	\$ 2.290,00	\$ 95	\$ 0,00	\$ 795,00	\$ 117,03	\$ 3.293,03
21	01/02/2018	General Levalle/Vicuña Mackenna ZR/Washington/Villa Valeria/Alcira Gigena	2 días	1200	\$ 1.829,90	\$ 260	\$ 2.000,00	\$ 1.607,00	\$ 0,00	\$ 5.696,90
22	09/02/2018	Coronel Moldes/La Carlota/Bengolea/Pasco	1 día	817	\$ 2.590,04	\$ 165	\$ 0,00	\$ 514,00	\$ 0,00	\$ 3.269,04
23	08/03/2018	Villa Valeria/Coronel Moldes/Carolina/Olaeta/Alcira Gigena/Pasco	2 días	1150	\$ 3.310,80	\$ 175	\$ 1.999,99	\$ 1.457,01	\$ 0,00	\$ 6.942,08
24	23/03/2018	Melo/Pueblo Italiano/Noetinger/Las Varillas/Corralito	2 días	1300	\$ 3.093,22	\$ 130	\$ 3.300,00	\$ 1.532,99	\$ 53,85	\$ 8.110,06
25	29/03/2018	Eufasio Loza, Obispo Trejo/ Toro Pujio	1 día	530	\$ 1.260,24	\$ 50,00	\$ 0,00	\$ 495,00	\$ 0,00	\$ 1.805,24
26	30/04/2018	Coronel Moldes/Pincen/General Levalle/Pueblo Italiano/ La Carlota/Bengolea/Olaeta/Calchín/Corralito	3 días	1651	\$ 4.320,20	\$ 240,00	\$ 1.820,00	\$ 1.656,00	\$ 0,00	\$ 8.036,20
27	04/05/2018	Sebastian Elcano/Candelaria/Toro Pujio/ Las Varillas/Noetinger	2 días	850	\$ 1.810,00	\$ 73,00	\$ 2.810,00	\$ 1.350,00	\$ 0,00	\$ 6.043,00
Total acumulado			39 días	20.685	\$ 47.485,68	\$ 3.068,00	\$ 23.049,99	\$ 24.244,56	\$ 562,28	\$ 99.753,79



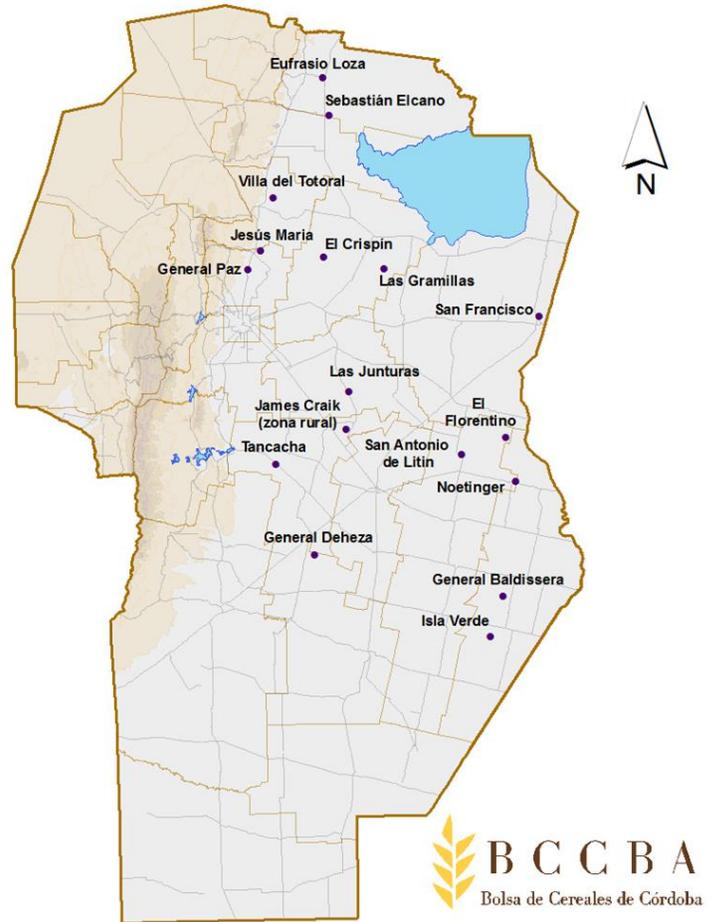
Mapas mensuales de recorridos

Figura N° 28: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Julio 2017



Fuente: Elaboración Propia

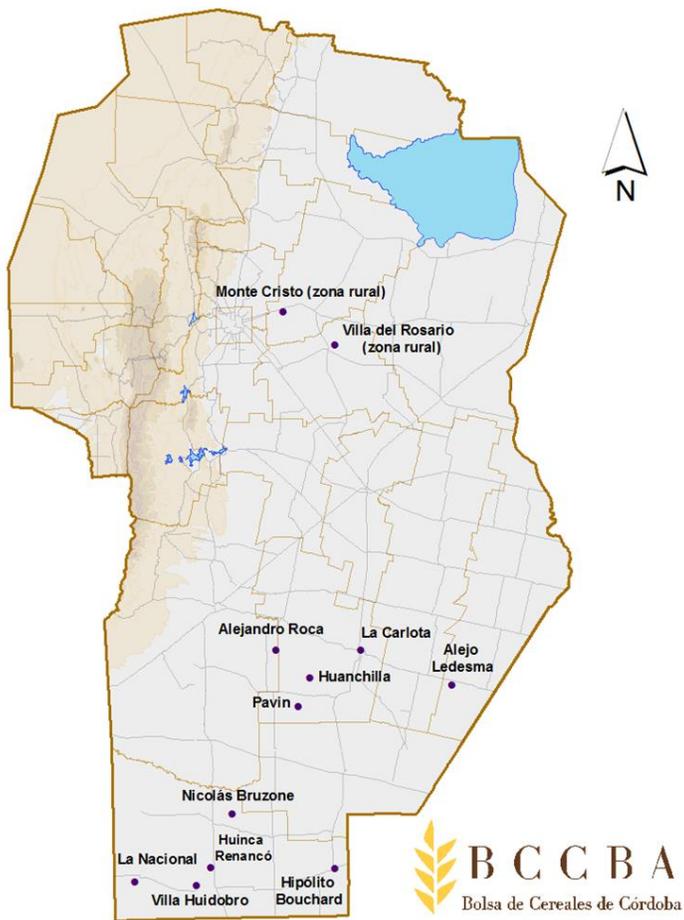
Figura N° 29: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Agosto 2017



Fuente: Elaboración Propia

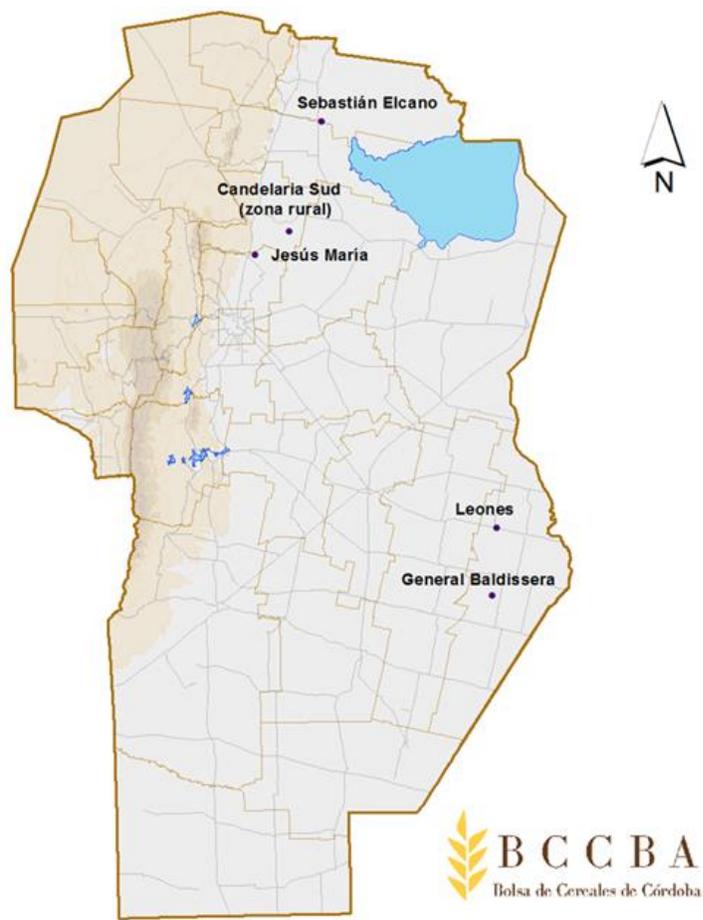


Figura N° 30: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Septiembre 2017



Fuente: Elaboración Propia

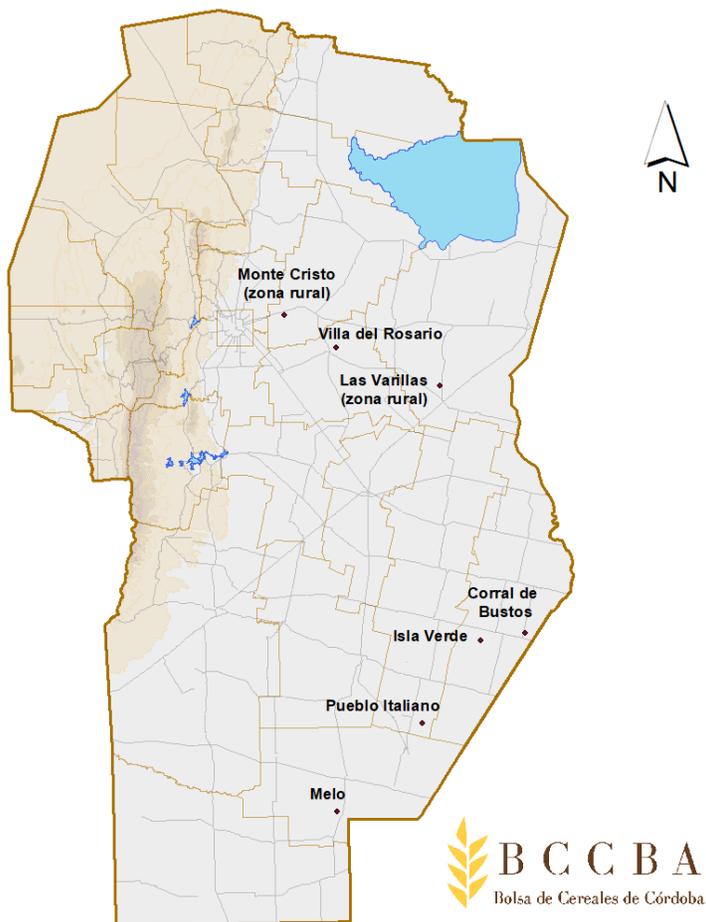
Figura N° 31: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Octubre 2017



Fuente: Elaboración Propia

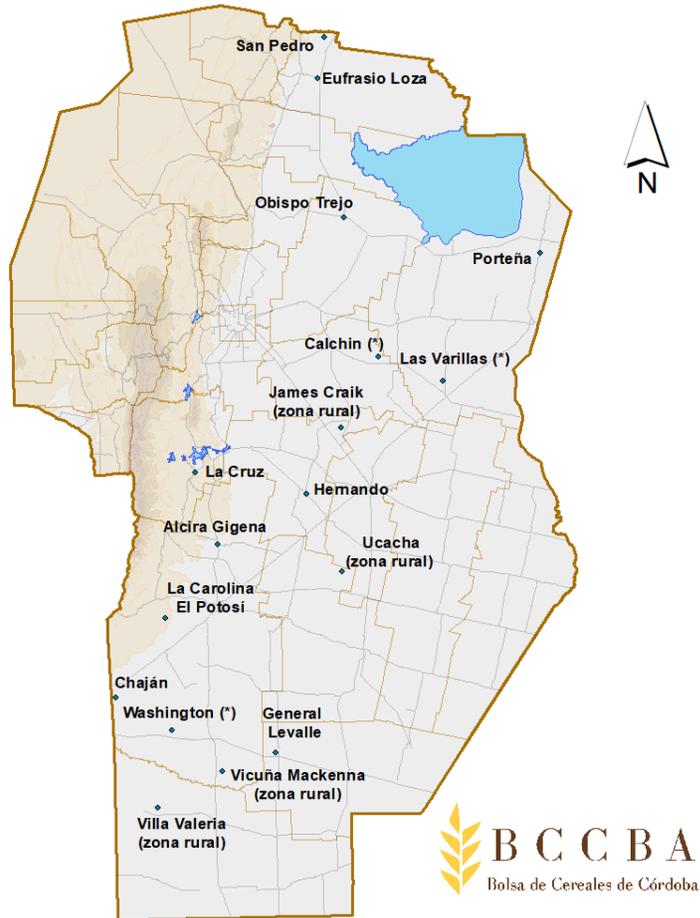


Figura N° 32: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Noviembre 2017



Fuente: Elaboración Propia

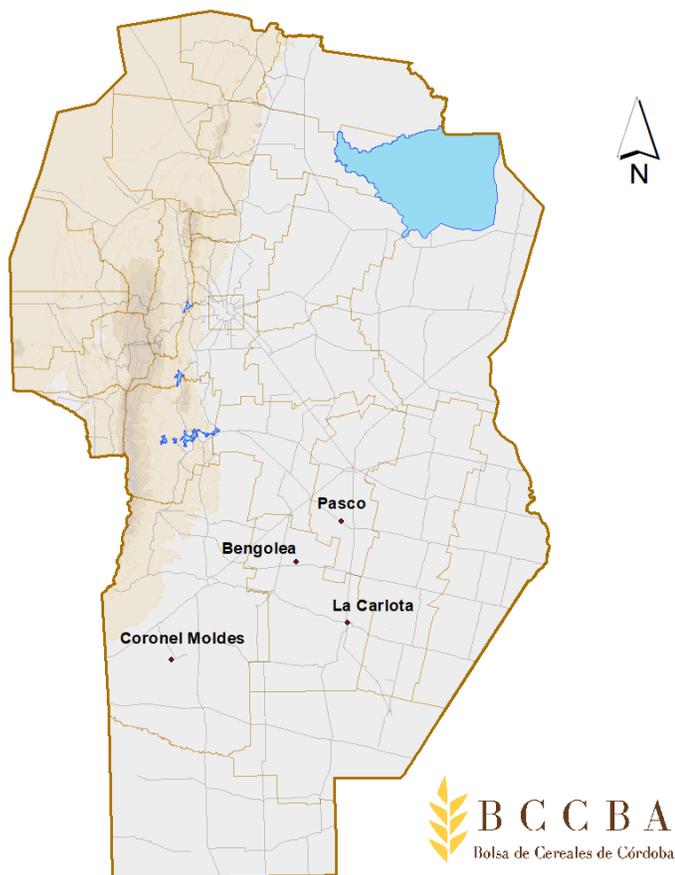
Figura N° 33: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Enero 2018



Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 34: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Febrero 2018



Fuente: Elaboración Propia

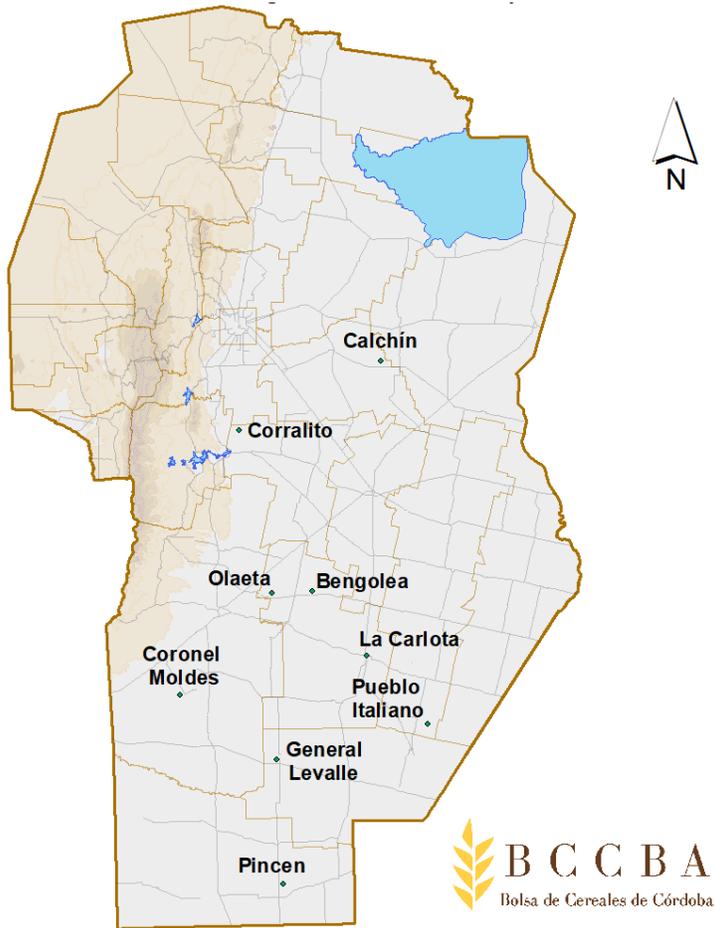
Figura N° 35: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Marzo 2018



Fuente: Elaboración Propia

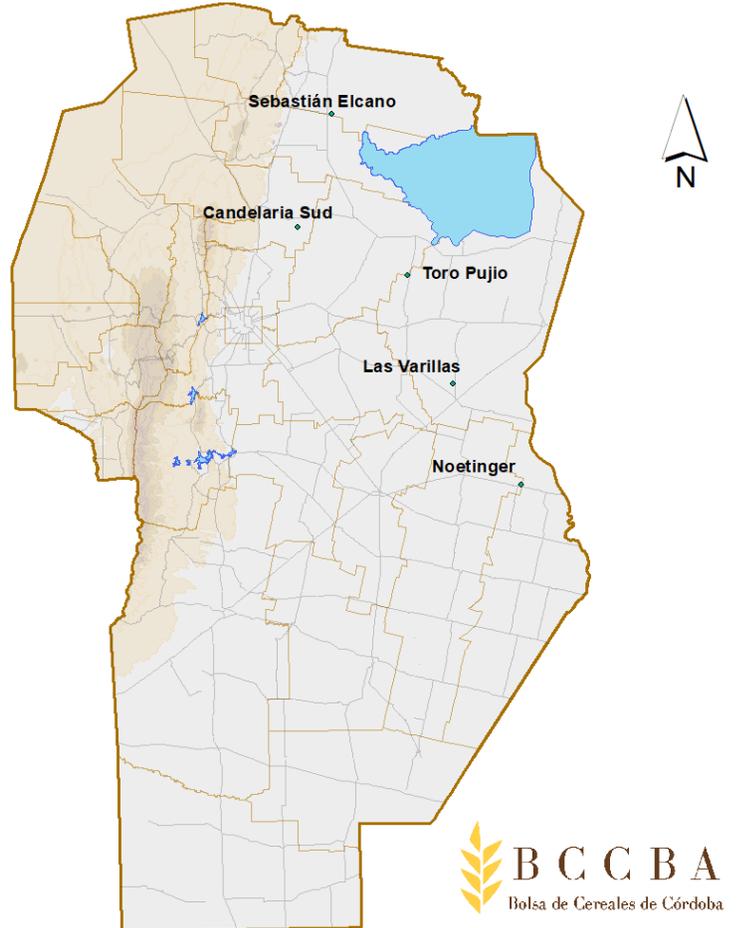


Figura N° 36: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Abril 2018



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 37: Estaciones Meteorológicas relevadas a campo – Mayo 2018



Fuente: Elaboración Propia



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A
COD. 01

FACTURA

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000215

Fecha de Emisión: 04/08/2017

CUIT: 30712706100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

CUIT: 30516243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alícuota IVA	Subtotal c IVA
	Batena 12V 9Amp/h	8,00	unidades	800,00	0,00	6400,00	21%	7744,00
	Batena 12V 12Amp/h	3,00	unidades	882,00	0,00	2646,00	21%	3201,66

PALETA
AUTORIZADO
FECHA RECEPCION 08 AGO 2017
CARGA CUENTAS MV On
PAGADO CUENTAS MV On
ENTRADA/DISEÑO 14 AGO 2017
ENTRADA
(Firma)

Descripción	Detalle	Alícuota %	Importe		
Impuesto de Ganancias			0,00		
Impuesto de IVA			0,00		
Ingresos Brutos			0,00	Importe Neto Gravado: \$	9046,00
Impuestos Municipales			0,00	IVA 27%: \$	0,00
			0,00	IVA 21%: \$	1699,66
			0,00	IVA 10.5%: \$	0,00
			0,00	IVA 5%: \$	0,00
			0,00	IVA 2.5%: \$	0,00
			0,00	IVA 0%: \$	0,00
			0,00	Importe Otros Tributos: \$	0,00
			0,00	Importe Total: \$	10945,66



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 67310399696824

Fecha de Vto. de CAE: 14/08/2017

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación



307127061000167310399696824201708143



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A

COD. 01

FACTURA

Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000244

Fecha de Emisión: 20/12/2017

CUIT: 30712706100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

CUIT: 30516243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif.	Subtotal	Alícuota IVA	Subtotal c/IVA
	Placa protección batería programadas para corte.	4,00	unidades	810,00	0,00	3240,00	21%	3920,40
	Antena GPRS.	2,00	unidades	723,60	0,00	1447,20	21%	1751,11

Otros Tributos

Descripción	Detalle	Alc. %	Importe		
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00		
Per./Ret. de IVA			0,00		
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00	Importe Neto Gravado: \$	4887,20
Impuestos Internos			0,00	IVA 27%: \$	0,00
Impuestos Municipales			0,00	IVA 21%: \$	884,31
	Importe Otros Tributos: \$		0,00	IVA 10.6%: \$	0,00
				IVA 6%: \$	0,00
				IVA 2.6%: \$	0,00
				IVA 0%: \$	0,00
				Importe Otros Tributos: \$	0,00
				Importe Total: \$	5671,51



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 67510380921109

Esta Administración Federal no es responsable por los datos ingresados en el detalle de la operación

Fecha de Vto. de CAE: 30/12/2017



3071270610001000187510380921109201712309



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A
COD. 01

FACTURA

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000248

Fecha de Emisión: 15/01/2018

CUIT: 30712706100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

Periodo Facturado Desde: 10/01/2018 Hasta: 10/01/2018 Fecha de Vto. para el pago: 15/01/2018

CUIT: 30516243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alícuota IVA	Subtotal c/IVA
	Sensor de temperatura y humedad	1,00	unidades	3840,00	0,00	3840,00	21%	4646,40
	Mano de obra	2,00	unidades	350,00	0,00	700,00	21%	847,00

Otros Tributos

Descripción	Detalle	Alícuota %	Importe		Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00		
Per./Ret. de IVA			0,00		
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00	Importe Neto Gravado: \$	4540,00
Impuestos Internos			0,00	IVA 27%: \$	0,00
Impuestos Municipales			0,00	IVA 21%: \$	953,40
			0,00	IVA 10,5%: \$	0,00
			0,00	IVA 6%: \$	0,00
			0,00	IVA 2,6%: \$	0,00
			0,00	IVA 0%: \$	0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00	Importe Otros Tributos: \$	0,00
				Importe Total: \$	5493,40



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 68030938986533

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

Fecha de Vto. de CAE: 25/01/2018



3071270610001000168030938986533201601255



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A

COD. 01

FACTURA

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000237

Fecha de Emisión: 14/11/2017

CUIT: 30712705100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

CUIT: 30516243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Ramitos: 0002-00000130

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alícuota IVA	Subtotal c/IVA
	Batería 12V 9Amp/h	7,00	unidades	800,00	0,00	5600,00	21%	6776,00

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alícuota %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 5600,00
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 1176,00
			IVA 10,5%: \$ 0,00
			IVA 6%: \$ 0,00
			IVA 2,6%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 6776,00



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 67460557646649

Fecha de Vto. de CAE: 24/11/2017

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación



3071270510001000167460557646649201711246



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A
COD. 01

FACTURA

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000227

Fecha de Emisión: 10/10/2017

CUIT: 30712706100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

CUIT: 30518243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alícuota IVA	Subtotal c/IVA
	Tablero de plástico para estación meteorológica OMXL.	1,00	unidades	780,00	0,00	780,00	21%	943,80
	Tableros de plástico para estaciones meteorológicas OMXS.	2,00	unidades	700,00	0,00	1400,00	21%	1694,00
	Antenas estándar GPRS.	2,00	unidades	210,00	0,00	420,00	21%	508,20
	Refugios plásticos (plásticos blancos).	3,00	unidades	880,00	0,00	2640,00	21%	3194,40

Otros Tributos

Descripción	Detalle	Alícuota %	Importe		Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00		
Per./Ret. de IVA			0,00		
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00	Importe Neto Gravado: \$	6240,00
Impuestos Internos			0,00	IVA 27%: \$	0,00
Impuestos Municipales			0,00	IVA 21%: \$	1100,40
	Importe Otros Tributos: \$		0,00	IVA 10,5%: \$	0,00
				IVA 6%: \$	0,00
				IVA 2,5%: \$	0,00
				IVA 0%: \$	0,00
				Importe Otros Tributos: \$	0,00
				Importe Total: \$	6340,40



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 67410812187063

Fecha de Vto. de CAE: 20/10/2017

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación



3071270610001000187410812187063201710202



ORIGINAL	
OMIXOM S.R.L	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> A <small>COB.01</small> </div>
Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto	FACTURA Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000254 Fecha de Emisión: 15/02/2018 CUIT: 30712706100 Ingresos Brutos: 280766101 Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012
Periodo Facturado Desde: 23/01/2018 Hasta: 26/01/2018 Fecha de Vto. para el pago: 15/02/2018	
CUIT: 30516243143 Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba Condición de venta: Otra	

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alicuota IVA	Subtotal c/IVA
	Modem.	1,00	unidades	1500,00	0,00	1500,00	21%	1815,00
	Mano de obra en hs - Estación 04014	4,00	unidades	350,00	0,00	1400,00	21%	1694,00
	Cambio base de tablero.	1,00	unidades	300,00	0,00	300,00	21%	363,00

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alic. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 3200,00
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 872,00
			IVA 10.5%: \$ 0,00
			IVA 5%: \$ 0,00
			IVA 2.5%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 3872,00



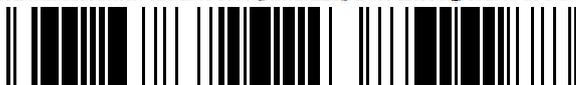
Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 68070567695636

Fecha de Vto. de CAE: 25/02/2018

Esta Administración Federal no es responsable por los datos ingresados en el detalle de la operación.



3071270610001000168070567695636201802251



ORIGINAL	
OMIXOM S.R.L	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> A <small>COD. 01</small> </div>
Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA. Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto	FACTURA Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000256 Fecha de Emisión: 15/02/2018 CUIT: 30712706100 Ingresos Brutos: 380766101 Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

CUIT: 30516243143	Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL
Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto	Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba
Condición de venta: Otra	Remitos: 0002-00000155 / 0002-00000158

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alícuota IVA	Subtotal c/IVA
	Telemetría SG.	1,00	unidades	8078,40	0,00	8078,40	21%	9774,88
	Batería 12V 9Amp/h.	4,00	unidades	850,00	0,00	3400,00	21%	4114,00
	Batería 12V 12Amp/h.	2,00	unidades	1150,00	0,00	2300,00	21%	2783,00

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alíq. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 13778,40
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 2893,48
			IVA 10.5%: \$ 0,00
			IVA 5%: \$ 0,00
			IVA 2.5%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 16671,86



Comprobante Autorizado

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

Pág. 1/1

CAE N°: 68070568806033

Fecha de Vto. de CAE: 25/02/2018



3071270610001000168070568806033201802250



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A

COD. 01

FACTURA

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 **Comp. Nro:** 00000271

Fecha de Emisión: 19/04/2018

CUIT: 30712706100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

Período Facturado Desde: 19/04/2018

Hasta: 19/04/2018

Fecha de Vto. para el pago: 19/04/2018

CUIT: 30516243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alicuota IVA	Subtotal c/IVA
	Mano de obra en hs - Servicio Técnico estación 34114, Carolina	2,00	unidades	350,00	0,00	700,00	21%	847,00
	Cambio de Placa con Modem.	1,00	unidades	9840,00	0,00	9840,00	21%	11906,40
	Cambio de refugio.	1,00	unidades	1050,00	0,00	1050,00	21%	1270,50
	Repuesto anemómetro.	1,00	unidades	5276,00	0,00	5276,00	21%	6383,96

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alic. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
		Importe Neto Gravado: \$	16866,00
		IVA 27%: \$	0,00
		IVA 21%: \$	3541,86
		IVA 10.5%: \$	0,00
		IVA 5%: \$	0,00
		IVA 2.5%: \$	0,00
		IVA 0%: \$	0,00
		Importe Otros Tributos: \$	0,00
		Importe Total: \$	20407,86



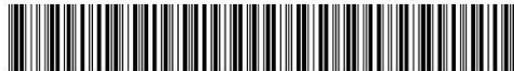
Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

CAE N°: 68160026501047

Fecha de Vto. de CAE: 29/04/2018



3071270610001000168160026501047201804293



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A

COD. 01

FACTURA

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 **Comp. Nro:** 00000273

Fecha de Emisión: 19/04/2018

CUIT: 30712706100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

CUIT: 30516243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alicuota IVA	Subtotal c/IVA
	Sensor de temperatura y humedad.	9,00	unidades	3936,00	0,00	35424,00	21%	42863,04
	Tablero plástico estación OMXS	9,00	unidades	820,00	0,00	7380,00	21%	8929,80

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alic. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 42804,00
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 8988,84
			IVA 10.5%: \$ 0,00
			IVA 5%: \$ 0,00
			IVA 2.5%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 51792,84



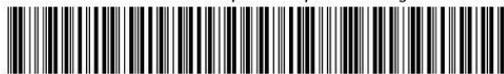
Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

CAE N°: 68160063973105

Fecha de Vto. de CAE: 29/04/2018



3071270610001000168160063973105201804298



Apéndice IV

Infografías Actividad N° 5 (Informes de Cultivos)



Figura N° 38: Infografía de Cultivos (maíz) publicada el 14/09/2017



Figura N° 39: Infografía de Cultivos (trigo) publicada el 14/09/2017



Figura N° 40: Infografía de Cultivos (trigo y garbanzo) publicada el



14/09/2017

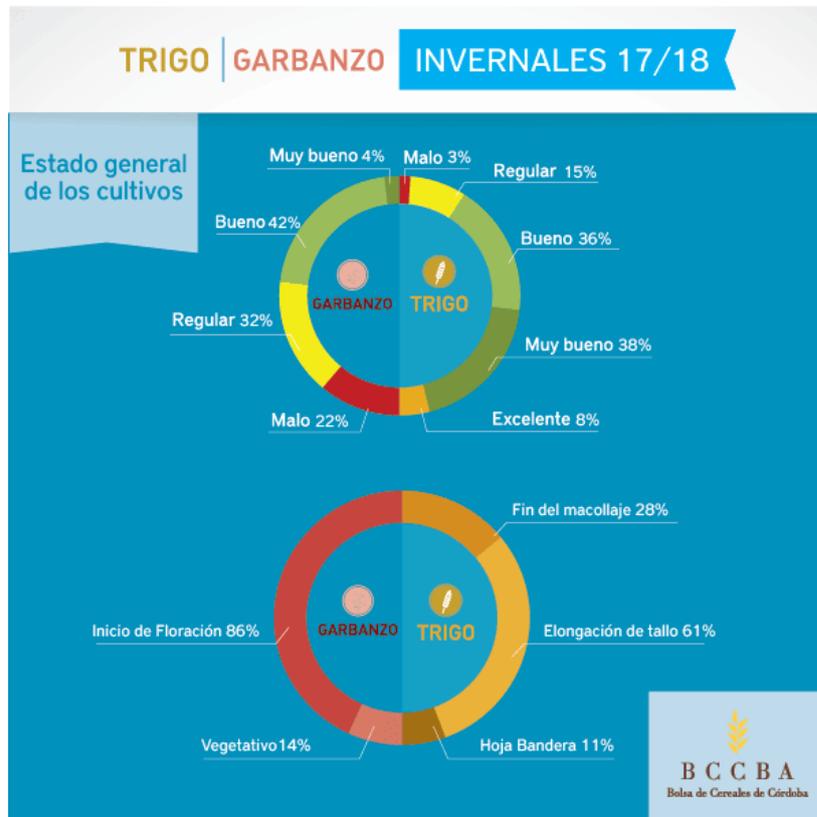


Figura N° 41: Infografía de Cultivos (trigo y garbanzo) publicada el 28/09/2017

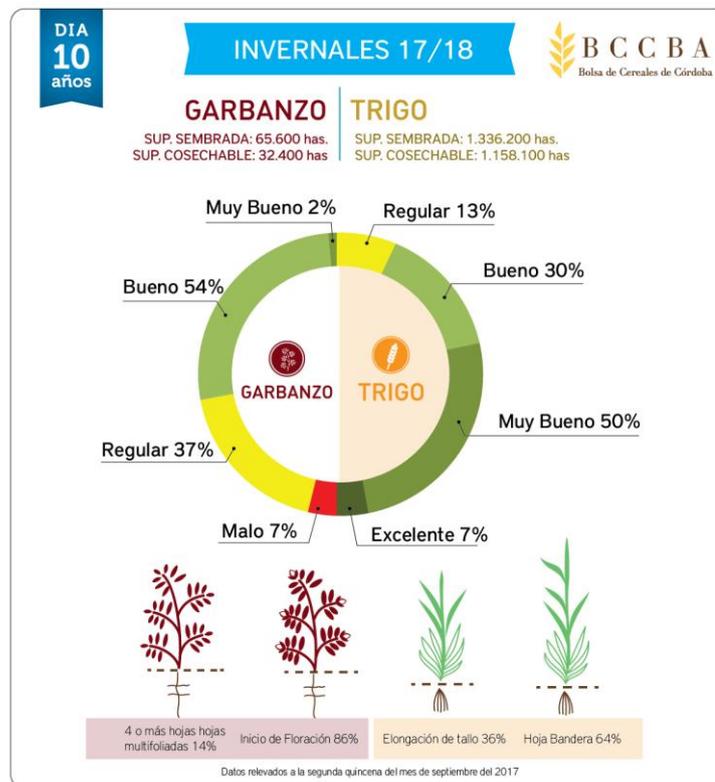
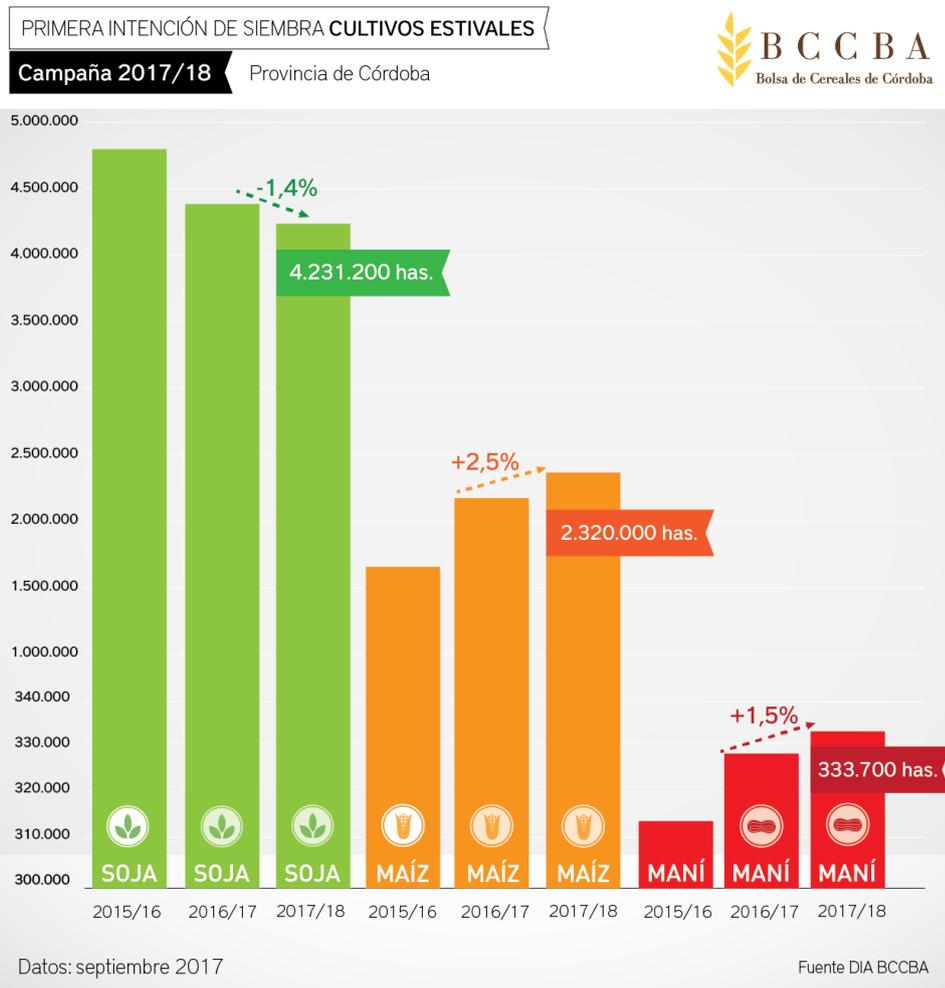


Figura N° 42: Infografía de Cultivos publicada el 28/09/2017



Apéndice V

Actividad N° 7 (Desarrollo metodología estimación rendimientos UAV)



Certificado asistencia curso de pilotaje UAV







AUTORIZACIÓN COMO MIEMBRO DE TRIPULACIÓN REMOTA



Estado Emisor
REPÚBLICA ARGENTINA

Autoridad Expedidora
**ADMINISTRACIÓN
NACIONAL DE AVIACIÓN
CIVIL**

**DIRECCIÓN NACIONAL
DE
SEGURIDAD
OPERACIONAL**

Por la presente, se certifica que el Señor **César Adrián ALONSO**, de nacionalidad **Argentina**, D.N.I. N° **25.082.652**, satisface las exigencias establecidas por el Reglamento Provisional de Vehículos Aéreos No Tripulados (Capítulo V - Resolución ANAC N° 527/2015), en virtud de lo cual se expide el presente documento que lo autoriza a operar Vehículos Aéreos No Tripulados (VANTs).

El ejercicio de las atribuciones conferidas estará sujeto a la presentación del Certificado de aptitud psicofisiológica vigente.

NOTA: El uso y operación de los Vehículos Aéreos no tripulados se encuentra supeditado a lo establecido en el Capítulo II "Operaciones" de la Resolución ANAC N° 527/2015, y a la obtención de las autorizaciones allí previstas, cuando correspondiere.

Fecha de expedición:

9 de Enero de 2018

Válido hasta:

27 de Octubre de 2019

Firma y Sello de Autoridad Expedidora:

Dra. MARÍA NATALIA VILARIÑO
JEFA DEPARTAMENTO REGISTRO DE LICENCIAS A 00005522
DIRECCIÓN DE LICENCIAS AL PERSONAL
D.N.S.O. - A.N.A.C.



Factura por compra de UAV eBee SQ



GEOSISTEMAS S.R.L.
 Venezuela 676 (C1095AAN)
 Tel: (011) 4342-9398 y líneas rotativas
 Fax: (011) 4334-9218
 E-mail: administracion@geosistemassrl.com.ar



Código Nº 01

FACTURA

Nº FA-0006-00002944
 Fecha de emisión: 22/02/2018
 Fecha de Venc: 22/02/2018
 C.U.I.T. : 30-61712720-9
 IVA RESPONSABLE INSCRIPTO
 Ingresos Brutos: 901-936921-3
 Inicio de Actividades: 05/02/87

CONDICION DE VENTA: Queda convenido que todo pago debe efectuarse a la orden de Geosistemas S.R.L. en su domicilio de la Capital Federal, quedando prorrogada la jurisdicción a favor de los Tribunales Ordinarios de la Capital Federal. Cumplida la fecha de pago convenida, Geosistemas S.R.L. cobrará un interés del 4% capitalizable por mes calendario vencido, calculado sobre el monto de la factura.
 La mercadería será remitida por cuenta, orden y riesgo del cliente al domicilio por él indicado, con flete y toda otra suma y/o gasto que corresponda a pagar en destino por el cliente. Geosistemas S.R.L. no será responsable por ningún daño, pérdida o deterioro que sufra la mercadería durante el trayecto, ni por la demora o defecto en su entrega por parte de la empresa transportadora.

Ciente: Bolsa de Cereales De Cordoba y Camara De Cereales y Afines De Cordoba Tribunal Arbitral
Número: 29684
Remito: RX-0001-00068517
Domicilio: Bv Ocampo 317, Cordoba, (5000) - ARGENTINA
Orden de Compra:
Condición IVA: INSCRIPTO **Condición Pago:** Contado c/entreg **Documento:** CUIT: 30-51624314-3

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	PRECIO UNIT.	DESC	TOTAL
0000UAV1008 1	Sistema Minidron eBee SQ con piloto automatico UAV (Hardware y Software).	1.00	362,882.35		362,882.35
000504-02-01	Bateria de polimero de litio para eBee SQ	2.00	6,661.16		13,322.31

Informe su pago a: cobranzas@geosistemassrl.com.ar	SubTotal Pesos \$:	376,204.66
Cheques a la orden de: Geosistemas S.R.L no a la orden	Grav 10.50%	362,882.35
Depósito y Transferencias	Grav 21.00 %	13,322.31
Banco Nación		
Cuenta Corriente en Pesos Nº 46288/28	IVA 21.00 %	2,797.69
Sucursal Plaza de Mayo	IVA 10.50 %	38,102.65
CBU: 01105995-20000046288280		
Banco Credicoop		
Cuenta Corriente en Pesos Nº 039-026602/2		
CBU: 19100391 55003902660228		
Sucursal San Cristóbal Norte		
	Total Pesos \$:	417,104.99
Son: Pesos cuatrocientos diecisiete mil ciento cuatro c/99 ctvos.		
Despachos: IC04199780P 2017-Ezeiza-06/11/2017	C.A.E Nº: 6808976747246	Vto. C.A.E: 04/03/2018
(NEOKDE : U EPÇ UØUF		
30617127209010006808976747246201803044		

ORIGINAL



Apéndice VI

Compra de Anemómetros para Red de Estaciones Meteorológicas



ORIGINAL	
<p>OMIXOM S.R.L</p> <p>Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</p> <p>Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba</p> <p>Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p style="font-size: 2em; margin: 0;">A</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">COD. 01</p> </div> <p style="font-size: 1.5em; margin-top: 10px;">FACTURA</p> <p>Punto de Venta: 0001 Comp. Nro: 00000255</p> <p>Fecha de Emisión: 15/02/2018</p> <p>CUIT: 30712705100</p> <p>Ingresos Brutos: 280766101</p> <p>Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012</p>
<p>Periodo Facturado Desde: 15/02/2018 Hasta: 15/02/2018 Fecha de Vto. para el pago: 15/02/2018</p>	
<p>CUIT: 30516243143 Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL</p> <p>Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba</p> <p>Condición de venta: Otra</p>	

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif.	Subtotal	Alícuota IVA	Subtotal c/IVA
	Anemómetro. Según OC 1611.	5,00	unidades	22350,55	0,00	111797,75	10,5%	123538,51
	Telemetría con Modem (placa). Según OC 1611.	5,00	unidades	8364,00	0,00	41820,00	21%	50602,20
	Instalación. Según OC 1611.	10,00	unidades	348,50	0,00	3485,00	21%	4218,85

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alícuota %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 157102,75
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 9514,06
			IVA 10.6%: \$ 11738,78
			IVA 6%: \$ 0,00
			IVA 2.6%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 178355,56



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

CAE N°: 68070568456593

Fecha de Vto. de CAE: 25/02/2018



3071270510001000168070568456593201802257



ORIGINAL

OMIXOM S.R.L

A
COD. 01

FACTURA

Razón Social: OMIXOM SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Domicilio Comercial: Obispo Fajardo 2172 - Barrio Ayacucho, Córdoba

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Punto de Venta: 0001 **Comp. Nro:** 00000272

Fecha de Emisión: 19/04/2018

CUIT: 30712706100

Ingresos Brutos: 280766101

Fecha de Inicio de Actividades: 01/09/2012

Período Facturado Desde: 19/04/2018 **Hasta:** 19/04/2018 **Fecha de Vto. para el pago:** 19/04/2018

CUIT: 30516243143

Apellido y Nombre / Razón Social: BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA Y CAMARA DE CEREALES Y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL

Condición frente al IVA: IVA Responsable Inscripto

Domicilio Comercial: Bv Ocampo 317 - Barrio General Paz Norte, Córdoba

Condición de venta: Otra

Código	Producto / Servicio	Cantidad	U. medida	Precio Unit.	% Bonif	Subtotal	Alicuota IVA	Subtotal c/IVA
	Anemómetro. Según OC1611.	5,00	unidades	22359,55	0,00	111797,75	10,5%	123536,51
	Telemetría con Modem (Placa). Según OC1611.	5,00	unidades	8364,00	0,00	41820,00	21%	50602,20
	Instalación. Según OC1611	10,00	unidades	348,50	0,00	3485,00	21%	4216,85

Otros Tributos			
Descripción	Detalle	Alic. %	Importe
Per./Ret. de Impuesto a las Ganancias			0,00
Per./Ret. de IVA			0,00
Per./Ret. Ingresos Brutos			0,00
Impuestos Internos			0,00
Impuestos Municipales			0,00
	Importe Otros Tributos: \$		0,00
			Importe Neto Gravado: \$ 157102,75
			IVA 27%: \$ 0,00
			IVA 21%: \$ 9514,05
			IVA 10.5%: \$ 11738,76
			IVA 5%: \$ 0,00
			IVA 2.5%: \$ 0,00
			IVA 0%: \$ 0,00
			Importe Otros Tributos: \$ 0,00
			Importe Total: \$ 178355,56



Comprobante Autorizado

Pág. 1/1

CAE N°: 68160026780280

Esta Administración Federal no se responsabiliza por los datos ingresados en el detalle de la operación

Fecha de Vto. de CAE: 29/04/2018



3071270610001000168160026780280201804299



Apéndice VII

Programa y certificado curso de posgrado “Introducción al modelado meteorológico con WRF”





PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO

TÍTULO: INTRODUCCIÓN AL MODELADO METEOROLÓGICO CON WRF	
AÑO: 2017	CUATRIMESTRE: Segundo
CARGA HORARIA: 24	Nº DE ALUMNOS: 20
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Que los estudiantes obtengan los conocimientos básicos sobre el modelado numérico del tiempo mediante el modelo WRF. ▪ Que los alumnos conozcan los alcances y potenciales aplicaciones de la información generada mediante el modelado. ▪ Agrupar a los interesados en un espacio común y generar canales de interacción entre todos que permita compartir experiencias en la temática. 	
PRE-REQUISITOS: Nociones básicas de meteorología. Manejo básico del sistema operativo Linux.	
DOCENTES TITULARES: Mgtr. Rafael Andrés Lighizzolo y Lic. Andrés Alberto Pérez Hortal. DOCENTES COLABORADORES: Lic. Gonzalo Javier Zigarán e Ing. Dardo Ariel Vilfas Viscardi	

PROGRAMA: <ol style="list-style-type: none"> 1. - Introducción a la física de la atmósfera y meteorología. Introducción al modelado numérico atmosférico y predictabilidad. Introducción al entorno Linux y Python. Introducción a las herramientas de post-proceso. 2. - Modelos globales y regionales. Pronósticos por ensambles. Caso de estudio. Simulaciones y análisis de resultados, post-proceso y visualización. 3. - Conceptos de asimilación de datos. Aplicaciones del modelado. Introducción al paralelismo.

BIBLIOGRAFÍA <p>Kalnay, E. (2003). Atmospheric modeling, data assimilation and predictability. Cambridge university press.</p> <p>Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Barker, D. M., Wang, W., & Powers, J. G. (2005). A description of the advanced research WRF version 2 (No. NCAR/TN-468+ STR). National Center For Atmospheric Research Boulder Co Mesoscale and Microscale Meteorology Div.</p> <p>Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). Atmospheric science: an introductory survey (Vol. 92). Academic press.</p> <p>Wang, W., Barker, D., Bray, J., Bruyere, C., Duda, M., Dudhia, J., ... & Michalakes, J. (2007). User's Guide for Advanced Research WRF (ARW) Modeling System Version 3. Mesoscale and Microscale Meteorology Division–National Center for Atmospheric Research (MMM-NCAR).</p> <p>WMO (2012). Directrices sobre los sistemas de predicción por conjuntos y la predicción.</p>

MODALIDAD DE CURSADO Y EVALUACIÓN <p>El curso se dicta en formato intensivo de tres clases de 8 hs c/u con una carga horaria total de 24 hs, con clases teóricas (12 horas) y prácticas (12 horas) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones.</p>

INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS ESPACIALES "MARIO GUILICH"

Centro Espacial Teófilo Tabanera, Ruta Prov. C45 – Km 8 - CP 5187 Falda del Cafete – Pcia. de Córdoba
Tel.: 54-3547-400000 int.1165



El Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich" (IG), dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) CERTIFICA:

María Cecilia Perez, DOCUMENTO: 30.123.612, asistió al curso "Introducción al Modelado Meteorológico con WRF", del 18 al 20 de diciembre de 2017 con una duración total de 24 horas. _____

A solicitud del interesado se extiende el presente certificado en el Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", Centro Especial Teófilo Tabanera (CETT), Falda de Cafete - Córdoba, República Argentina, a VEINTE DÍAS DEL MES DE DICIEMBRE DE 2017. _____



Mgter. Gastón González Kriegel
Responsable Área de Enseñanza
INSTITUTO GULICH

Dr. Leonardo de Ferraris
Director
INSTITUTO GULICH



Apéndice VIII

**Documento de investigación correspondiente a actividad N°
22: “Zonificación y áreas representativas de Córdoba”**



Potencial agrícola de Córdoba: Delimitación y caracterización

Departamento de información Agroeconómica - Bolsa de Cereales de Córdoba y Cámara de Cereales y Afines de Córdoba Tribunal Arbitral

Resumen:

Actualmente se utilizan delimitaciones antrópicas, con el fin de analizar y mapear fenómenos naturales de distribución continua. En otras palabras, se utilizan límites departamentales para caracterizar eventos tales como el ciclo fenológico de los cultivos. Es por ello que hay una necesidad de generar un mapa provincial de productividad agrícola más preciso, teniendo en cuenta características geomorfológicas, edáficas, climáticas, y aquellas relacionadas con la productividad de los cultivos. Dicha delimitación debe maximizar la heterogeneidad inter-ambiente de las principales propiedades componentes de las unidades cartográficas, las cuales a su vez deben ser las determinantes del rendimiento potencial. De esta manera, se propone un posible mapa de ambientes productivos de la provincia. Los resultados indican una correcta delimitación de zonas, logrando discriminar significativamente (p -valor = 0.05) el rendimiento de la mayoría de los cultivos (trigo, soja y maíz) y otras variables edafoclimáticas (promedio temperaturas anuales, altimetría, entre otras).



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	92
ZONIFICACIÓN Y ÁREAS REPRESENTATIVAS DE CÓRDOBA.....	94
INTRODUCCIÓN	94
MATERIALES Y MÉTODOS.....	95
Descripción de las capas de entrada	96
Modelo digital de elevación del Shuttle Radar Topography Mission	96
Imágenes multiespectrales Landsat-8 y Sentinel-2	97
Relevamiento de la cobertura de cultivos desde el año 2013 al 2017	98
Carta de suelos de la República Argentina	99
Temperatura y precipitaciones WORLDCLIM	100
Sensores remotos – Índices de vegetación.....	101
Análisis de capas seleccionadas.....	109
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	112
Caracterización estadística de las zonas	112
Ranking de las variables	115
Interpretación de los resultados	116
CONCLUSIONES	118
REFERENCIAS	119



POTENCIAL AGRÍCOLA DE CÓRDOBA: DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

INTRODUCCION

Históricamente se han utilizado diversos métodos para la valuación de tierras desde diferentes perspectivas, pero compartiendo un objetivo, el de encontrar simetría entre la tierra y el uso, mediante la evaluación de los requerimientos de cada clase de uso del suelo, así como la comparación de las características y propiedades que presentan los diferentes tipos de suelos (Schulz et al., 2012). Particularmente, los sistemas productivos que se encuentran dentro del territorio nacional, requieren de información precisa y detallada para la planificación estratégica de las empresas vinculadas al sector agroindustrial, el plan de políticas y desarrollo de líneas de investigación (Daza and Sánchez, 2009).

Estudios combinando información censal, con el reconocimiento de las condiciones naturales, sociales y económico productivas se han realizado específicamente para la provincia de Córdoba (Daza and Sánchez, 2009). Del mismo modo, la caracterización edafoclimática de zonas homogéneas dentro de Córdoba fue llevada a cabo utilizando propiedades climáticas y del suelo, con avanzadas técnicas de geoestadística (Kurina et al., 2018). Específicamente, el análisis de componentes principales con la incorporación de co-variabilidad espacial entre variables, herramienta denominada MULTISPATI-PCA (Arrouays et al., 2011; Dray et al., 2008).

Actualmente la mayoría de las caracterizaciones productivas utilizan delimitaciones antrópicas, con el fin de analizar y mapear fenómenos de índole continuo. En otras palabras, se utilizan límites departamentales para caracterizar eventos naturales tales como el ciclo fenológico y rendimiento de los cultivos. Surge la necesidad de generar un mapa provincial de productividad agrícola más preciso, que tenga en cuenta características geomorfológicas, edáficas, climáticas, y aquellas relacionadas con la productividad de los cultivos. De esta manera, en el presente trabajo se propone una metodología de delimitación de ambientes productivos, con el objetivo de maximizar la heterogeneidad inter-ambiente de las principales propiedades componentes de las unidades cartográficas determinantes del rendimiento potencial.



MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2017 se mantuvieron reuniones con técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), con el fin de profundizar conocimientos en métodos para delimitar zonas homogéneas a partir de variables edafoclimáticas. En este sentido, se comenzó a estudiar variables meteorológicas y edáficas que influirían en el desarrollo y crecimiento de los cultivos teniendo en cuenta la variación espacial. Finalmente, se propusieron las siguientes fuentes de información como entrada en el modelo de delimitación de ambientes:

Modelos de elevación digital (Lehner et al., 2008), imágenes satelitales multi-espectrales Landsat 8 (Roy et al., 2014) y Sentinel-2 (Drusch et al., 2012), índices de vegetación, verdades de relevamiento a campo del Departamento de Información Agroeconómica (DIA) de la Bolsa de Cereales de Córdoba (BCCBA), rendimientos de cultivos provista por colaboradores del DIA, Carta de suelos de la provincia de Córdoba (Jarsun et al., 1987) y mapas de variables agroclimáticas provistas por el proyecto WorldClim2 (Climate, 2016).

Se procedió al procesamiento de datos, el cual consistió en primera instancia en la calibración de las imágenes satelitales. En particular las imágenes provenientes de los satélites Landsat 8 y Sentinel-2 fueron calibradas utilizando IMPACT Toolbox (Tropical forest change cover monitoring, Europa EU). El resto del procesamiento digital se llevó a cabo utilizando varios softwares dependiendo de la tarea en particular. La mayoría de las tareas se realizaron en el programa ArcGIS 10.5 (Environmental System Research Institute, Redlands, CA), y en menor medida sobre QGIS (QGIS Development Team, 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation), ENVI (Exelis Visual Information Solutions, Boulder, Colorado), y Microsoft Excel (2016). También se utilizaron plataformas de procesamiento web, como el Google Earth Engine (Gorelick et al., 2017). Este portal permite hacer análisis online (cloud-computing) de un extenso catálogo de imágenes, descargando sólo el producto final, es decir el resultado de nuestros cálculos.

Descripción de las capas de entrada

A continuación, se realiza una descripción de cada una de las capas elaboradas, como así también la visualización de los valores para la provincia de Córdoba. Sobre algunas de estas capas se aplicó una máscara sobre las zonas fuera del área de interés (por ejemplo, sierras y lagunas).



- Modelo digital de elevación (MDE) de la misión SRTM:

En el transcurso del mes de febrero del año 2000 el transbordador espacial Endeavor sobrevoló el planeta Tierra durante 11 días. La misión fue denominada Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) y llevada a cabo en forma conjunta por la National Aeronautics and Space Administration (NASA), el German Aerospace Center (DLR), la Agenzia Spaziale Italiana (ASI) y la National Geospatial Intelligence Agency (NGA). La misión SRTM permitió generar un MDE de alta resolución y calidad uniforme que cubre casi la totalidad de la superficie terrestre (desde los 60 grados de latitud norte hasta los 60 grados de latitud sur) y se basó en interferometría RADAR. A partir del modelo SRTM distribuido por la NASA, el IGN llevó a cabo una serie de procesos para mejorar la calidad del modelo sobre el territorio Nacional, tales como, a) relleno de vacíos, b) inclusión de datos de lagos, c) filtrado espacial, y d) enmascarado de límites. Los MDE SRTM que distribuye el IGN tiene una resolución espacial de 30m y una precisión vertical de aproximadamente 3m. El mapa de elevaciones de la provincia de Córdoba se visualiza en la Figura 1.

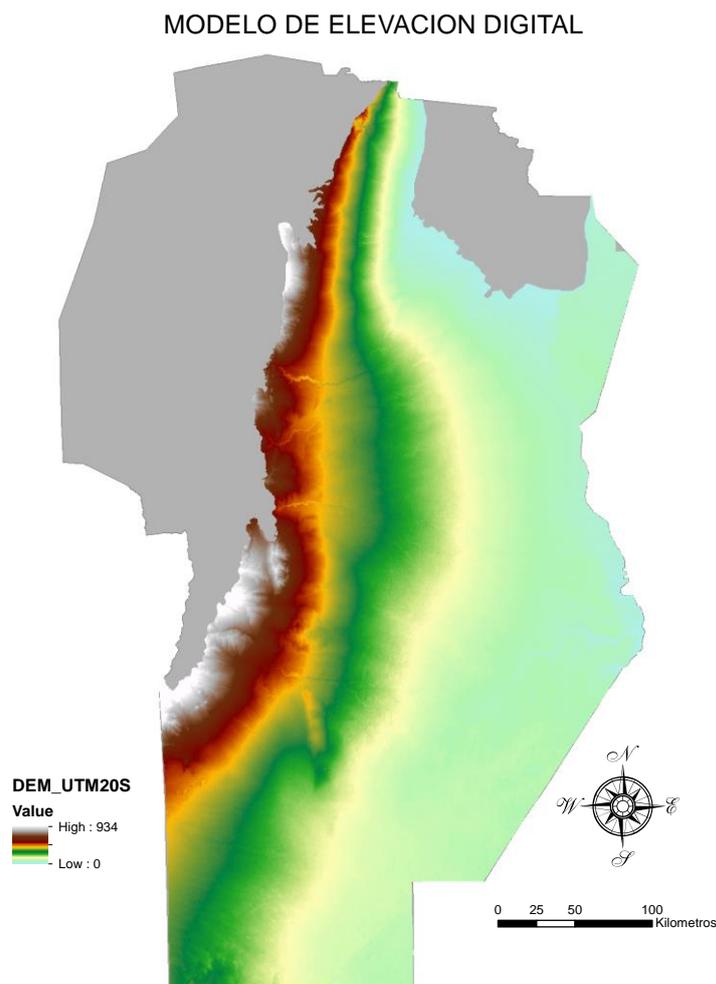


Figura 1. Modelo digital de elevación Shuttle Radar Topography Mission de Córdoba.



- Imágenes multiespectrales Landsat-8 y Sentinel-2:

El satélite Landsat-8, lanzado el 11 de febrero de 2013, es un satélite óptico de resolución media cuyo objetivo es proporcionar información para actividades relacionadas con la agricultura, la educación, los negocios, la ciencia y también en el ámbito estatal. Es un satélite más completo respecto a su antecesor, Landsat-7, con sus funciones mejoradas para monitorizar la calidad del agua y nubes atmosféricas altas. A modo de ejemplo, se visualizan ocho tomas de Landsat-8 en la Figura 2.

El satélite Sentinel-2 es una misión de observación terrestre desarrollada por la ESA (European Space Agency) dentro del programa Copérnico para desarrollar observaciones del planeta Tierra para dar servicios como el seguimiento de la evolución de los bosques, los cambios en la corteza terrestre y la gestión de los desastres naturales.

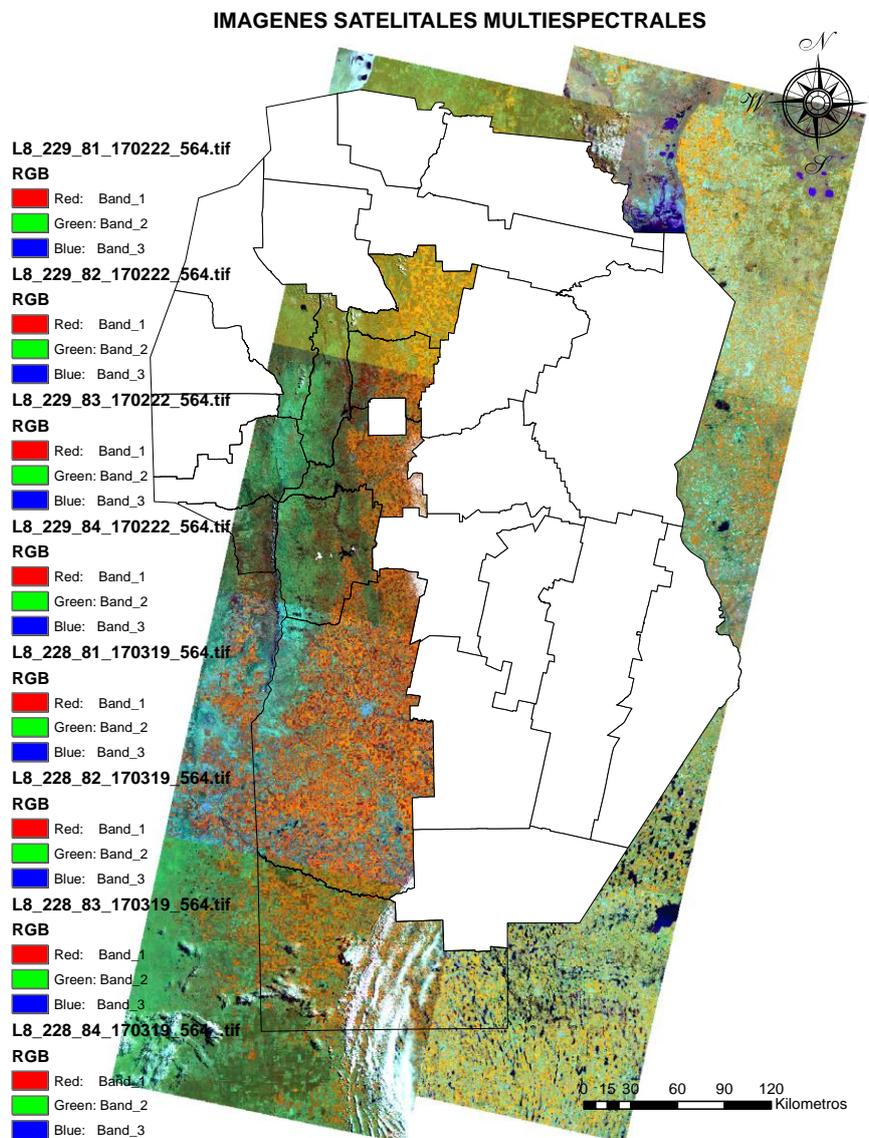


Figura 2. Imágenes multi-espectrales Landsat sobre la provincia de Córdoba.



- Relevamiento de la cobertura de cultivos desde el año 2013 al 2017:

El principal objetivo fue muestrear las diferentes coberturas observadas a campo mediante la toma de puntos geo-posicionados. Dicho procedimiento se llevó a cabo recorriendo en vehículos todoterreno la extensión de la provincia (Figura 3), acompañado por un copiloto. Dicho copiloto fue anotando digitalmente los cultivos que se fueron observando, sobre imágenes multispectrales de referencia más una capa de límites de lotes (información exclusiva de la BCCBA) en un pc portátil (Figura 4).



Figura 3. Diagrama de los recorridos de relevamiento de cultivos del equipo DIA dentro de la provincia de Córdoba. Se visualiza en color rojo el recorrido histórico, y en color verde los límites interdepartamentales.



Figura 4. Equipamiento portátil para la toma de información geo-posicionada.



- Carta de suelos de la República Argentina:

Suelos de la Provincia de Córdoba a escala 1:500.000 (Figura 5). Publicado originalmente como parte del Atlas de Suelos de la República Argentina, enriquecida y complementada en la publicación Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba. Nivel de Reconocimiento 1:500.000 (2003) y (2006) como parte del Convenio INTA-Secretaría de Ambiente de CBA. Inventario del recurso suelo de la Provincia a nivel de reconocimiento, proporciona una clasificación de los suelos a nivel de Subgrupo y sus características.

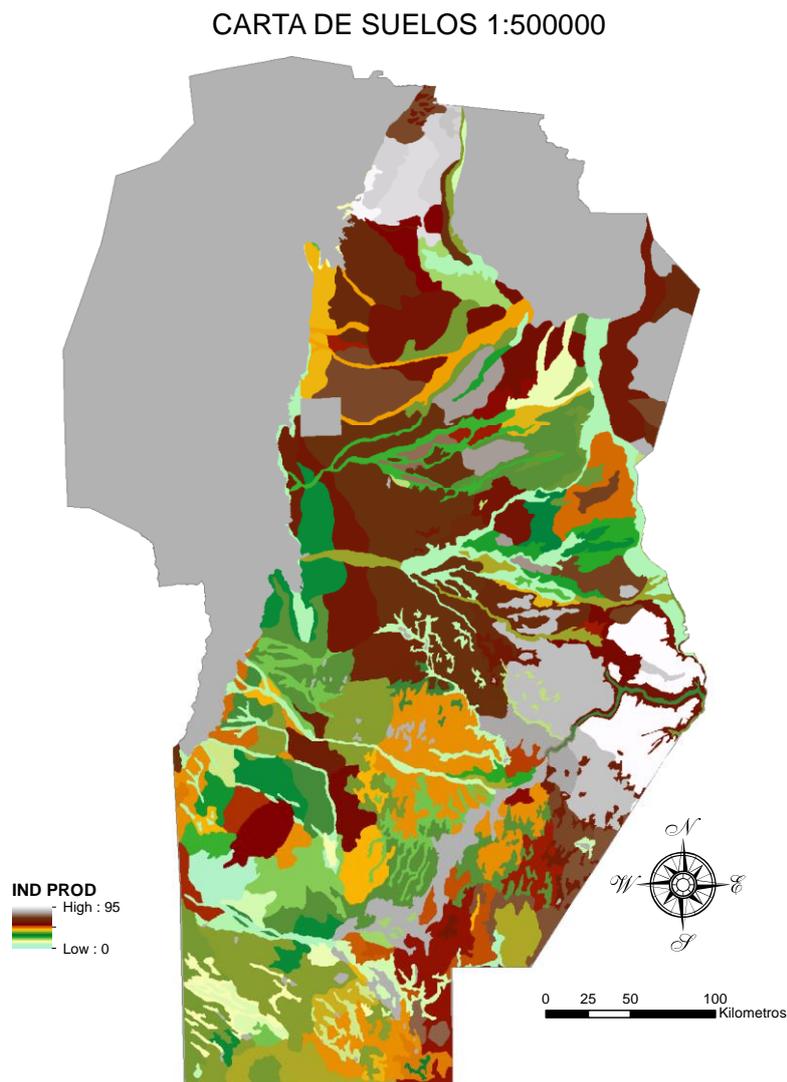


Figura 5. Mapa de suelos 1:500000 de la República Argentina.



- Temperatura y precipitaciones WORLDCLIM:

Promedios anuales y promedios del período histórico más húmedo del año (3 meses). Las capas de información fueron calculada a través de una red de estaciones meteorológicas del proyecto WORLDCLIM versión 2, distribuidas alrededor del mundo. La toma de datos comprendió desde el año 1970 al 2000. Los datos de las estaciones fueron interpolados usando covariables como elevación, distancia a la costa, y tres covariables derivadas del satélite MODIS; máxima y mínima temperatura de la superficie y cobertura de nubes. Los promedios de temperaturas y precipitaciones se visualizan en la Figura 6 y 7, respectivamente.

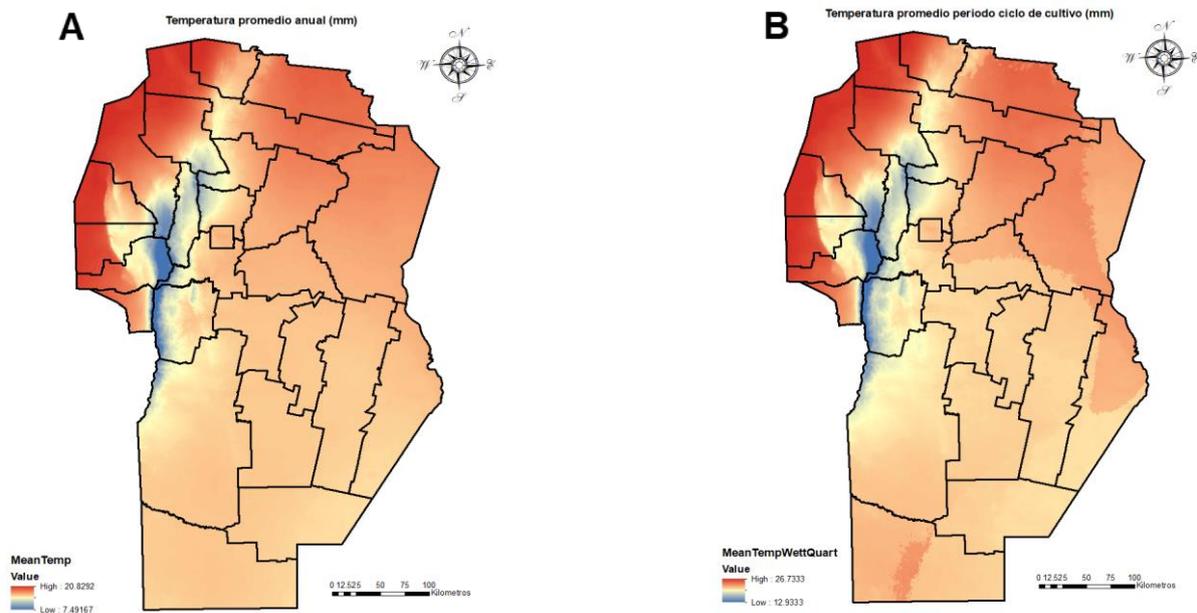


Figura 6. Mapas de temperaturas promedio anual (A) y del período más húmedo (B) para la serie 1970-2000.

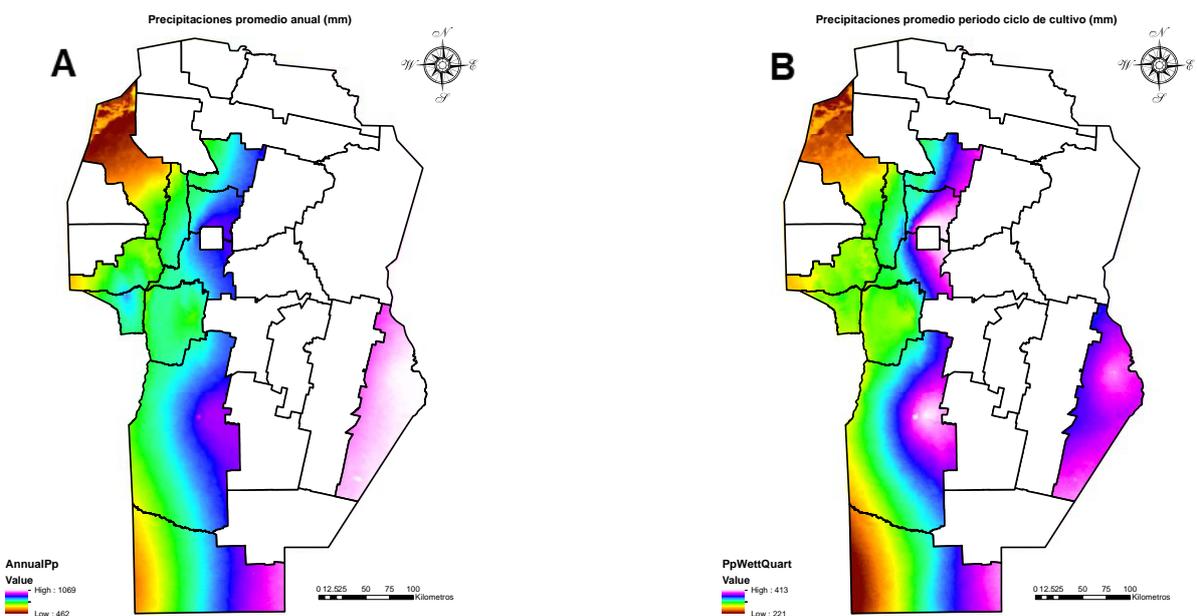


Figura 7. Mapas de precipitaciones promedio anual (A) y del período más húmedo (B) para la serie 1970-2000.



- Sensores remotos - Índices de vegetación:

Los índices de vegetación fueron incorporados al modelo ya que presentan alta correlación positiva con la biomasa vegetal (Huete, 1988), y el conocimiento de la biomasa vegetal en momentos clave podría ser utilizado para estimar la productividad de los suelos. Se utilizaron dos índices muy difundidos en la comunidad científica:

- Normalized Difference Vegetation Index – NDVI (Rouse et al., 1974)
- Enhanced Vegetation Index - EVI (Huete et al., 1999)

La plataforma utilizada para el cálculo de dichos índices fue el sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), a bordo del satélite TERRA. Fue puesto en órbita por la NASA en el año 1999, y posee una resolución de 250 metros de píxel para las bandas de nuestro interés (Huete et al., 1999).

Analizando sólo píxeles puros del cultivo de soja (campañas 13/14, 14/15, 15/16 y 16/17), se estimó en qué período fue más probable la ocurrencia del máximo valor de NDVI y EVI. Se consideró píxeles puros sólo a aquellos que caían totalmente dentro de los lotes de soja reconocidos a campo. A su vez, a la capa de lotes se le aplicó un buffer negativo de 50 metros para asegurarse una mejor cobertura de cultivo dentro del área cubierta por el píxel. Con el objetivo de estimar entre qué fechas la soja expresa su mayor valor en lo que a índices de vegetación respecta, se calculó el NDVI (similar al EVI) promedio por departamento. A su vez, en dicho gráfico se visualiza la variabilidad fenológica entre departamentos (Figura 8).

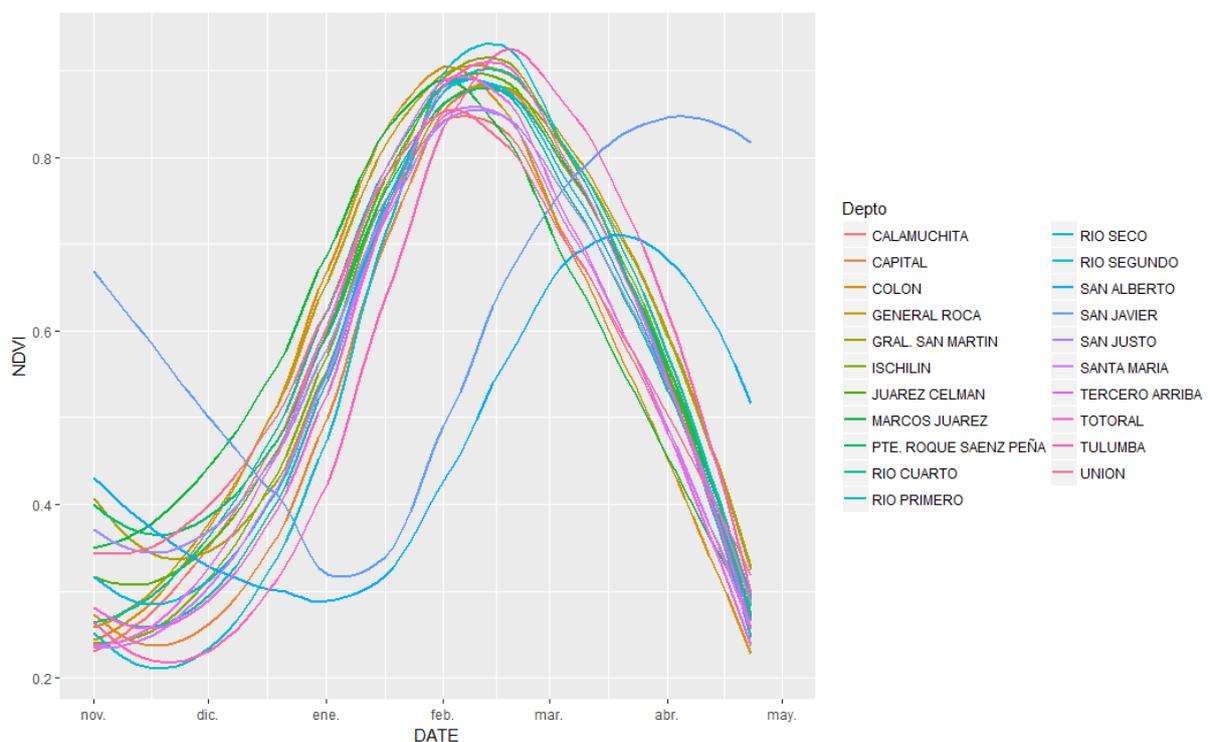


Figura 8. Dinámica del NDVI promedio de los píxeles de soja por departamento, durante la temporada 2016/17.



Los lotes bajo riego fueron descartados debido a que su fenología fue significativamente diferente a los promedios (Figura 8, líneas celestes). Esto es razonable, ya que la naturaleza de las precipitaciones se ve modificada, y con esto el desarrollo de los cultivos. Utilizando los límites de los lotes que se observó a campo soja (según cada campaña analizada), se extrajeron los NDVI/EVI máximos.

Se tomó el período del 1 de enero al 22 de marzo de cada campaña para calcular el NDVI/EVI máximo (Figura 9), y con éste estimar la biomasa máxima de cada lote de soja. Esto se fundamenta con que el NDVI/EVI es un buen estimador de biomasa, y en que el cultivo define rendimientos en floración, período en el que justamente alcanza máxima biomasa. El procesamiento y cálculo de máximo valor de píxeles se realizó en Google Earth Engine (GEE), sobre aproximadamente 20 imágenes del sensor MODIS, las cuales a su vez son un producto cada 16 días de la mejor imagen diaria (libre de nubes, aerosoles, etc.) entre intervalos. Como resultado se obtuvo una imagen por campaña, cada una compuesta por el valor máximo de NDVI/EVI registrado en cada píxel. Es decir, que la imagen final es un compuesto de píxeles de distintas fechas, dependiendo de cuándo se dio dicho valor máximo de índice de vegetación, para toda la provincia de Córdoba.

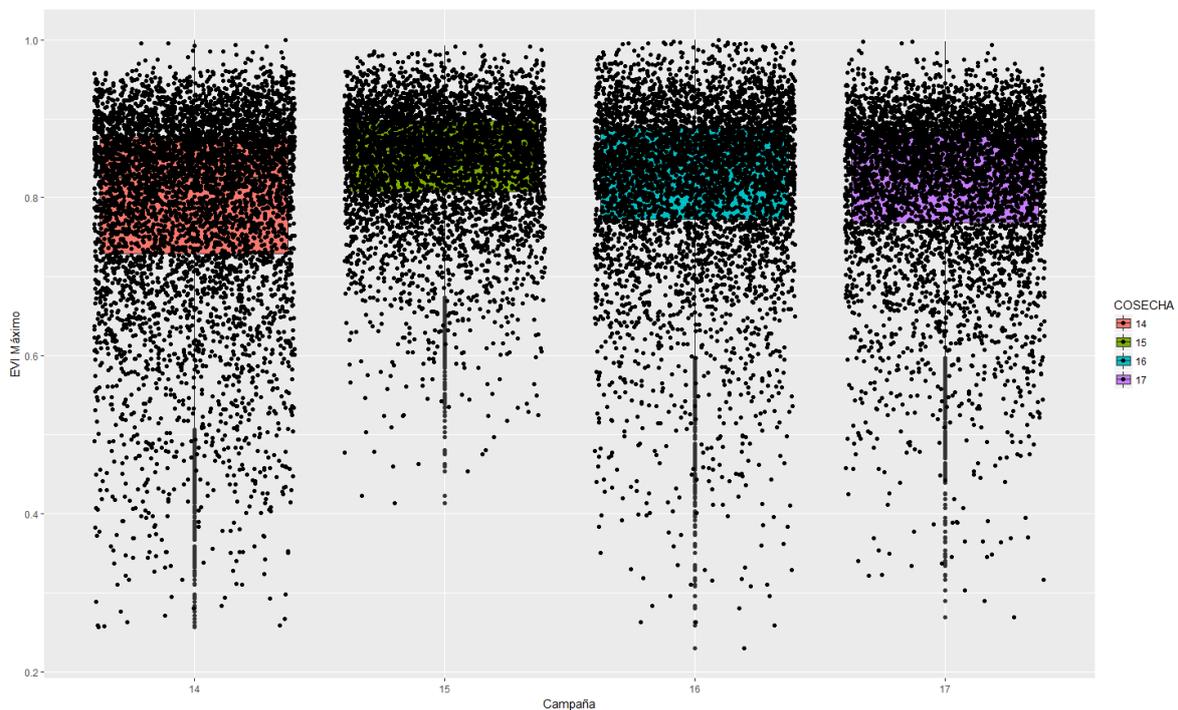


Figura 9. Histograma de valores EVI máximos registrados en los píxeles puros, clasificados por campaña. La nube de puntos que componen cada eje son los valores puntuales.

Posteriormente se hizo un análisis de autocorrelación espacial entre los valores de NDVI/EVI máximos registrados en los píxeles puros de lotes de soja. Autocorrelación espacial quiere decir estructura espacial en los datos. En caso de



ser significativa, puede tener dos direcciones, positiva o negativa. Autocorrelación positiva indica una agrupación entre valores similares. Por el contrario, una autocorrelación negativa quiere decir que los valores se repelen. A modo de ejemplo se grafican los resultados del análisis de la campaña 2016/17 (Figura 10):

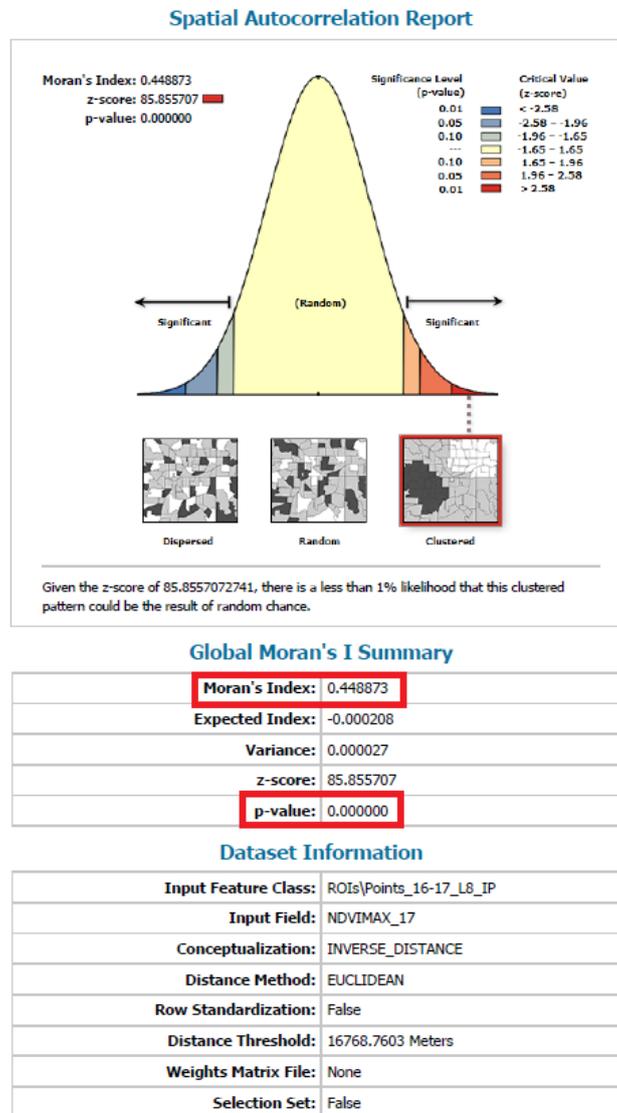


Figura 10. Análisis de autocorrelación espacial del NDVI máximo proveniente de píxeles de soja de la campaña 2016/17.

El signo del índice de Moran indica la dirección de la correlación, la cual fue positiva. En otras palabras, los valores de los índices de vegetación tienen a parecerse cuanto más cerca se encuentran. El p-valor menor a 0.05 indica significancia estadística. Esto se observó para todos los índices, todas las campañas. Por consiguiente, esta dependencia pudo modelarse e interpolar la superficie donde no se tiene dato (en este caso la técnica utilizada fue Empirical Bayesian Kriging). En términos prácticos, se calculó una superficie “virtual” la cual representa los NDVI/EVI máximos como si toda Córdoba hubiese estado sembrada con soja. Esto se realizó para las cuatro campañas, y se las cortó por los límites de



las zonas agrícolas de Córdoba. En la Figura 11 se grafican las interpolaciones del EVI de las cuatro campañas disponibles.

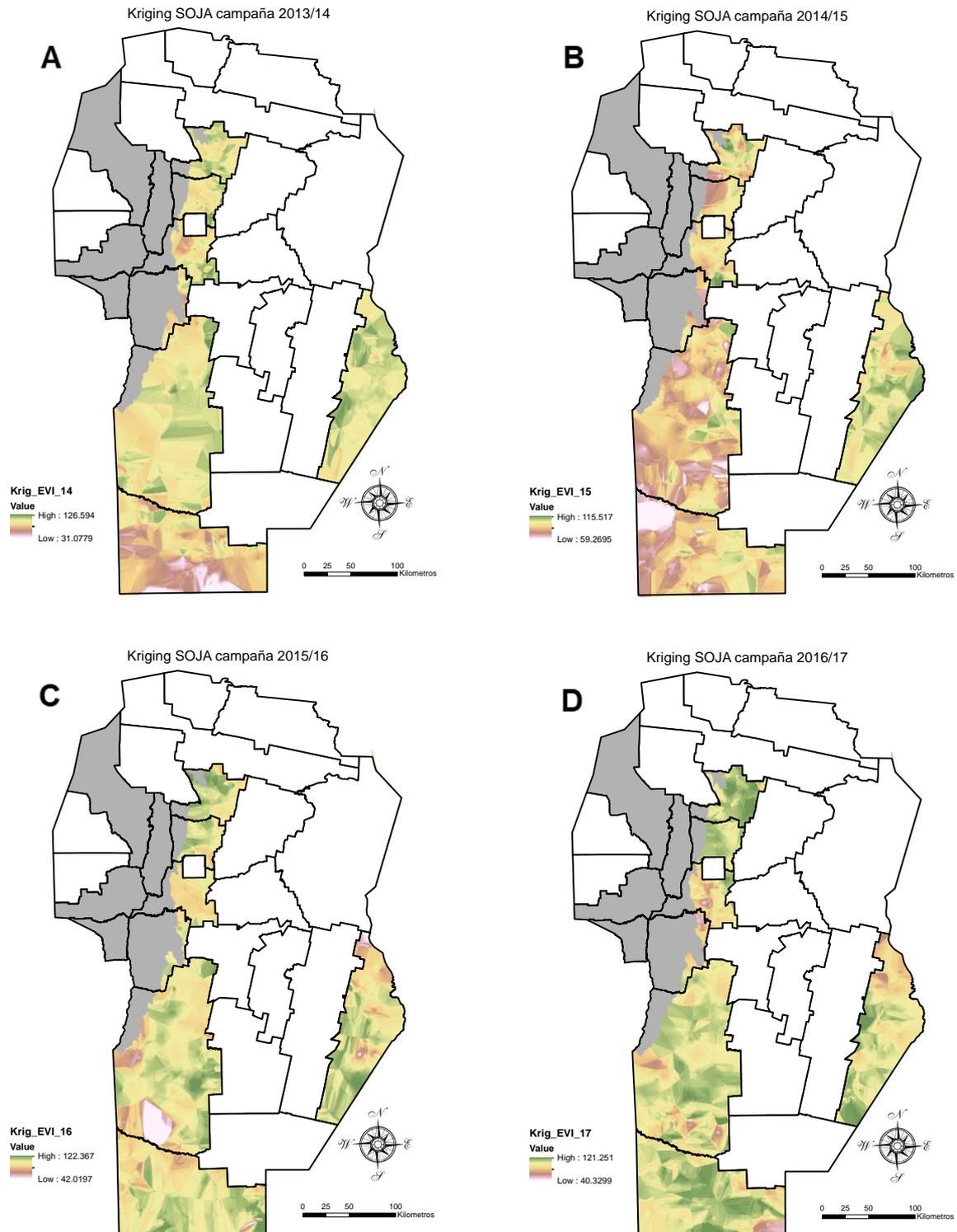


Figura 11. Kriging de EVI máximos registrados entre el 1 de enero al 22 de marzo en lotes de soja, para las campañas 2013/14 (A), 2014/15 (B), 2015/16 (C) y 2016/17 (D).



Nuevamente dentro de la plataforma GEE, se calculó el NDVI/EVI máximo registrado a lo largo de todo el historial del satélite TERRA. Este período comprendió desde el 18 de febrero del 2000 al 22 de marzo del 2018. Esta vez la superficie obtenida fue compuesta por píxeles de cualquier fecha dentro del marco previamente aclarado. A su vez fue cortada por los límites del área de interés. La utilidad de dicha imagen se fundamenta en que al tener en cuenta 19 ciclos de cultivos de verano (más de 410 imágenes analizadas), se daría la posibilidad a que en algún momento se alcancen las condiciones óptimas, y el suelo exprese su máximo potencial a través de la vegetación presente. Debido a que se observó un mayor gradiente de valores de EVI (Figura 12) que de NDVI, la primera imagen fue elegida para continuar los análisis.

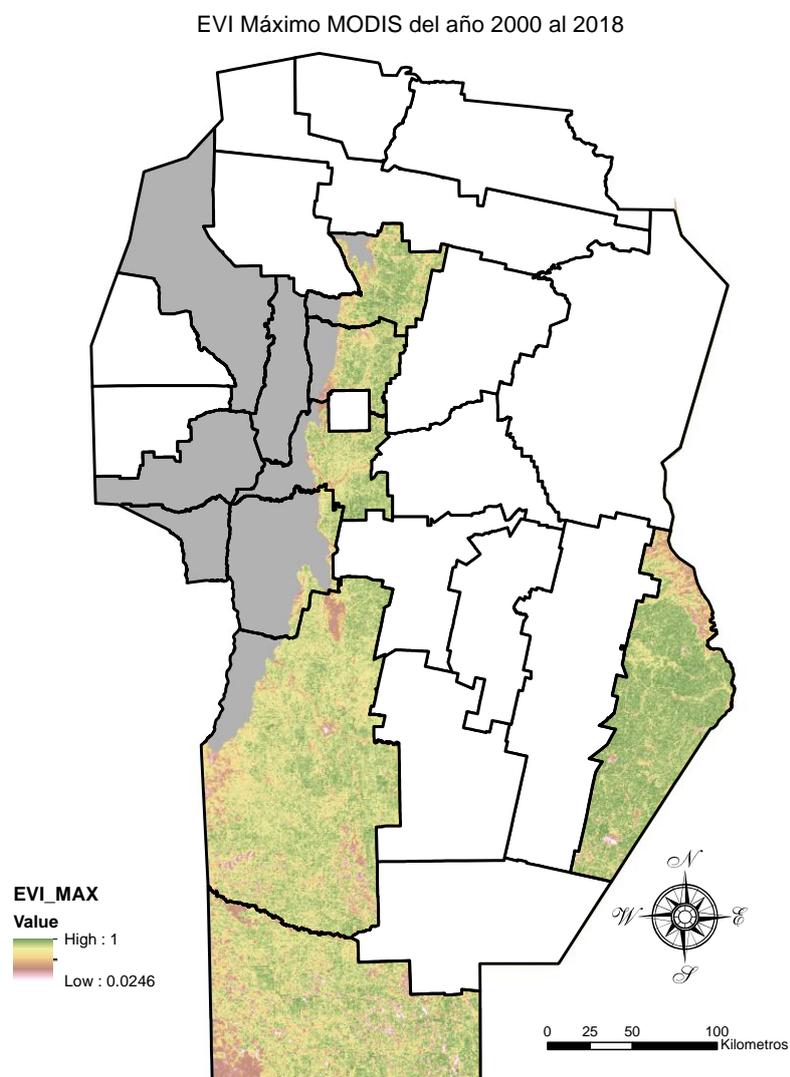


Figura 12. EVI Máximo registrado durante el período del 18 de febrero 2000 al 22 de marzo del 2018, para la provincia de Córdoba, por el sensor MODIS.



- Rendimiento de cultivos:

Utilizando datos de productividad en secano provistos por colaboradores calificados del DIA, se elaboraron mapas de rendimiento de cultivos para toda la provincia (Figura 13 a 15). Dichos colaboradores informan valores de rinde ponderado aproximado a su área de influencia, los cuales son estimados en base a su experiencia y conocimiento de cada campaña de cultivo. Cada colaborador fue asociado a una localidad específica, por lo que se obtienen puntos de rendimiento distribuidos a lo largo y ancho de la provincia. Utilizando este procedimiento, se obtuvieron datos por localidad para las campañas 2015/16 y 2016/17 en soja y maíz, y 2015, 2016 y 2017 en trigo. Se hicieron análisis de autocorrelación espacial para comprobar la factibilidad de la confección de mapas de rendimiento, es decir la interpolación de los datos por localidad. En todos los casos se obtuvo significancia estadística, y relaciones espaciales positivas. Nuevamente se utilizó la técnica Empical Bayesian Kriging, herramienta disponible en la extensión “Spatial Analyst” del software ArcGIS. De esta manera, se elaboraron los mapas de rinde de maíz (Figura 13), soja (Figura 14) y maíz (Figura 15).



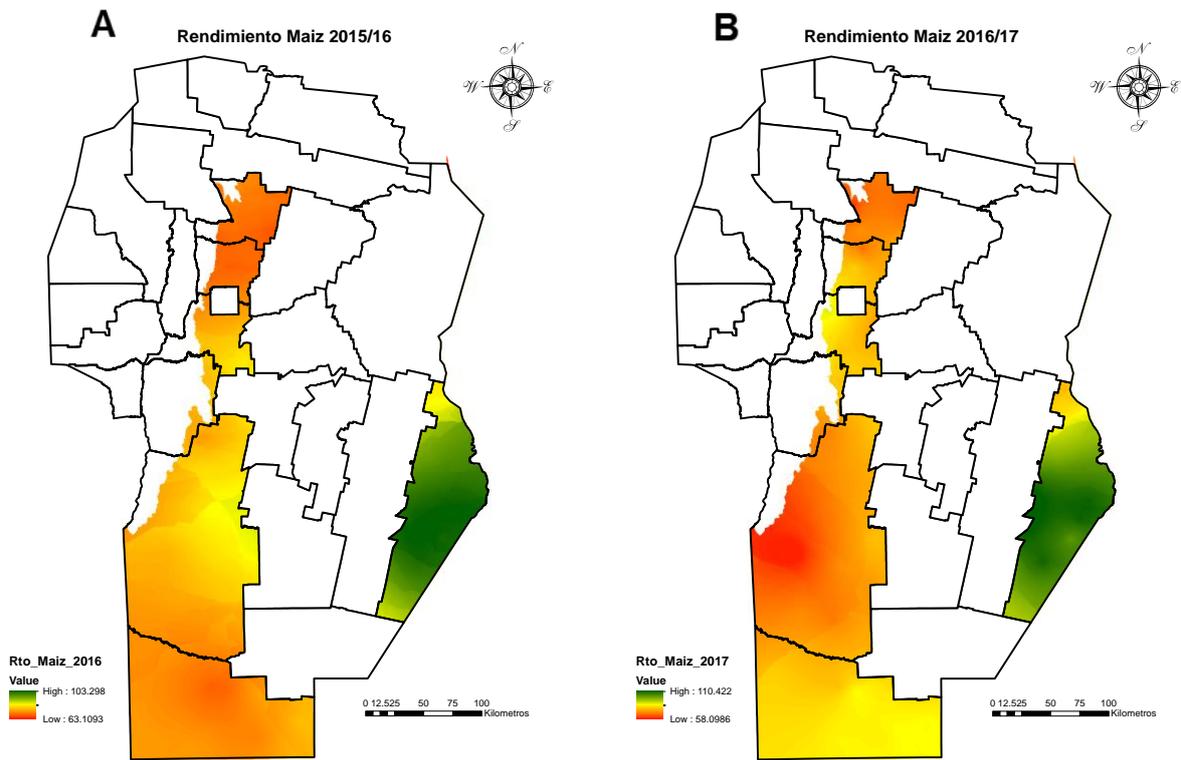


Figura 13. Mapas rendimiento maíz de las campañas 2015/16 (A) y 2016/17 (B).

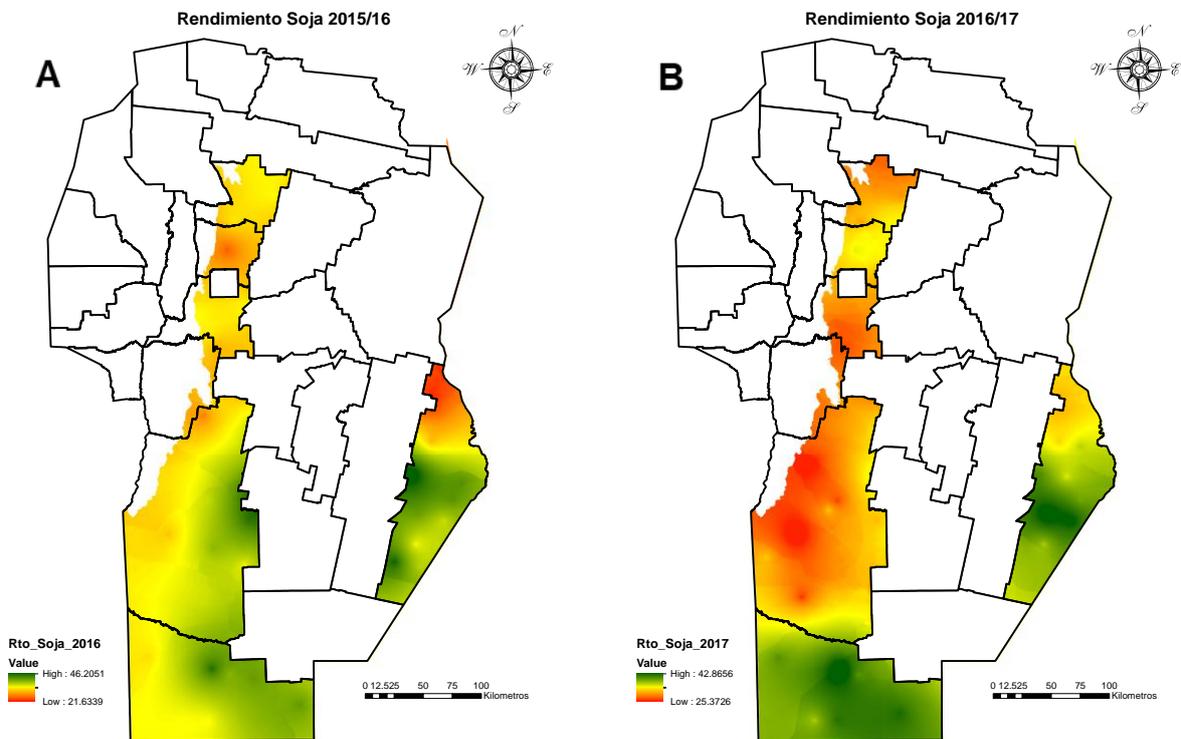


Figura 14. Mapas rendimiento soja de las campañas 2015/16 (A) y 2016/17 (B).



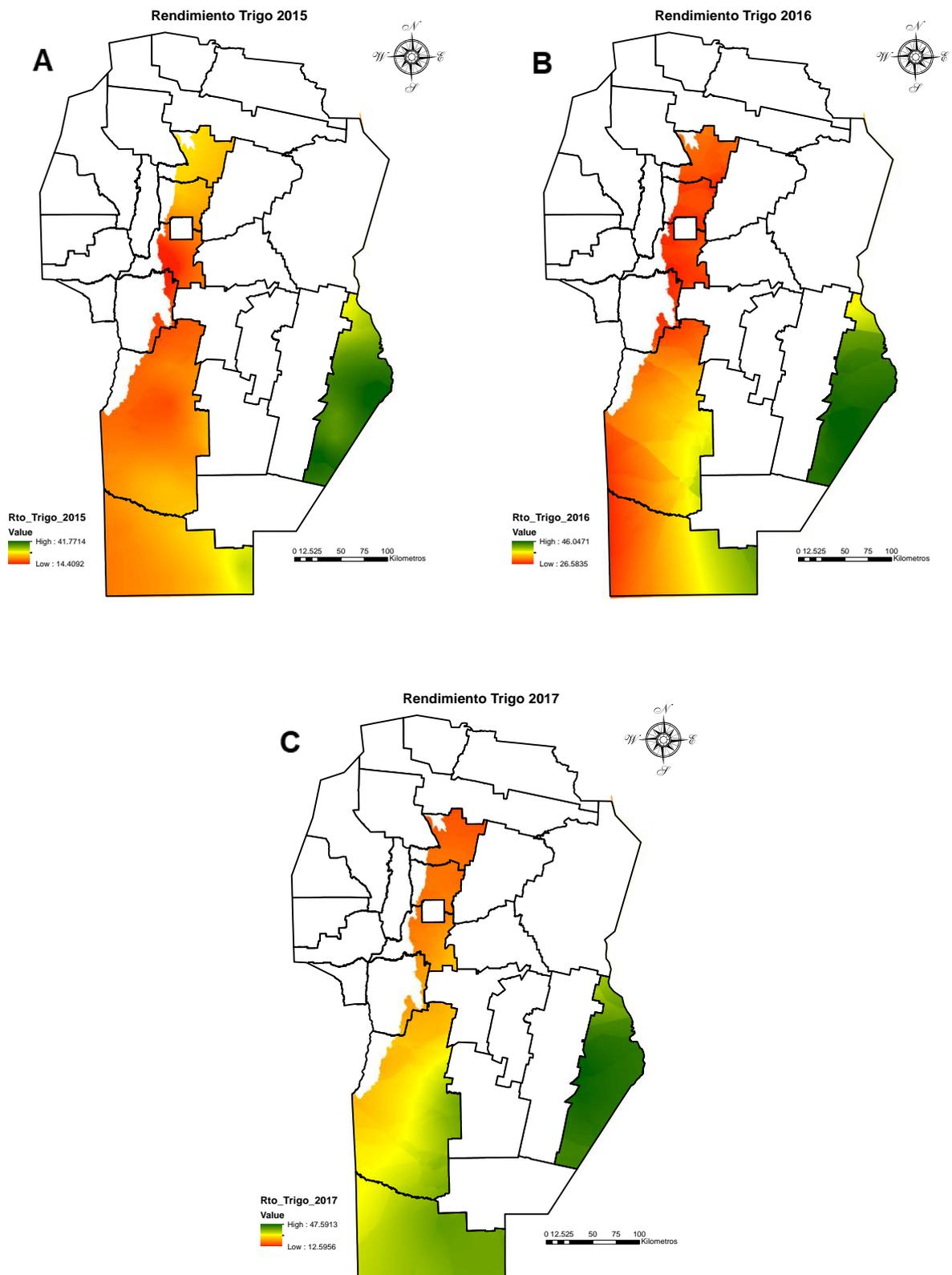


Figura 15. Mapas rendimiento trigo de las campañas 2014/15 (A), 2015/16 (B) y 2016/17 (C).



Análisis de las capas seleccionadas

Con la información recopilada se realizaron modelos estadísticos para encontrar las variables o características ambientales más explicativas de la variabilidad ambiental-productiva de la provincia de Córdoba. Dichos modelos se calcularon utilizando el software R Project for Statistical Computing (R Core Team, 2018). Resumen de variables procesadas de las cuales se obtuvieron mapas continuos para toda la superficie a ser zonificada:

- Modelo digital de elevación (DEM)
- EVI máximo histórico MODIS 2000-18 (EVI_MAX)
- Kriging EVI máximo por campaña de soja (EVI_14, EVI_15, EVI_16, EVI_17)
- Precipitación promedio anual (PpAnnual)
- Temperatura promedio anual (TPAnnual)
- Mapa rendimiento cultivos trigo (Rto_Tr_15, Rto_Tr_16, Rto_Tr_17), soja (Rto_Sj_16, Rto_Sj_17) y maíz (Rto_Mz_16, Rto_Mz_17).

Se realizó un apilado de las capas anteriormente mencionadas, previa normalización de cada una de ellas. La normalización fue realizada con la siguiente operación matemática:

Valor normalizado píxel = (valor píxel / valor promedio píxeles) * 100

Posteriormente se hizo un cálculo de componentes principales (Wold et al., 1987), los cuales “comprimen” la información de las 14 capas originales. El primer, segundo y tercer componente explicaron el 71.5%, 15% y 13.5%, respectivamente. Mediante un gráfico BILOT se visualizan los dos primeros componentes, el cual explica la contribución de cada variable en la variabilidad total, como así también las correlaciones entre ellas (Figura 16).



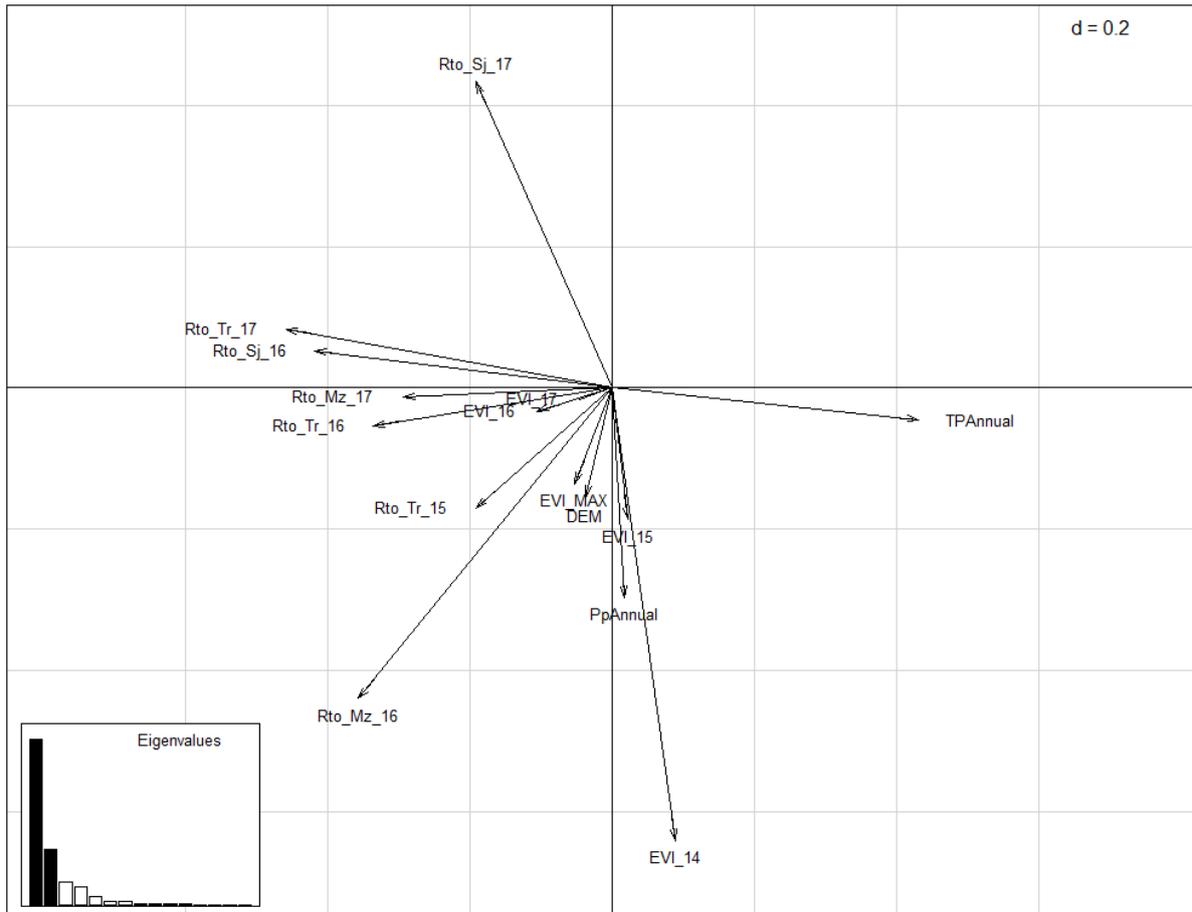


Figura 16. Gráfico BIPLLOT de las variables analizadas. En el eje X se grafica la componente uno (71,5% de la variabilidad), y en el eje Y la componente dos (15% de la variabilidad).

Se observó que los rendimientos de los distintos cultivos se correlacionan positivamente entre sí, y negativamente con la temperatura promedio anual. Los valores de EVI se destacan en el eje Y (segunda componente) y explicarían el resto de la variabilidad. Sin embargo, el EVI máximo (EVI_MAX) no explicaría significativamente la variabilidad, probablemente debido a una saturación del índice ante coberturas muy altas (e.g. maíces muy vigorosos), o bien a que lo ocurrido en el resto de los años enmascaró las relaciones entre variables. Como se aclaró anteriormente, la saturación ocurrió aun en mayor medida con el NDVI, razón por la cual se utilizó el EVI en los análisis posteriores. Cabe destacar que a pesar de estar demostrado que el índice EVI es comparativamente más sensible que el NDVI, aun así puede dejar de capturar variaciones ante altos contenidos de biomasa vegetal (Matsushita et al., 2007).



Las variables incluidas fueron analizadas en el software Management Zone Analyst (Fridgen et al., 2004), distribuido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés). Dicho programa nos devuelve índices de entropía y organización de datos. Basado en estos índices, se definió la cantidad de zonas a ser delimitadas. En este caso, la cantidad óptima de clases fue de cinco. Una vez conocidos estos datos, es decir las capas a utilizar más la cantidad de zonas a delimitar, se realizó un análisis de clusters basado en k-means. Esta técnica maximiza la similitud de los valores dentro de cada zona o clase, y maximiza la divergencia entre zonas. El resultado de este proceso se visualiza en la Figura 17.

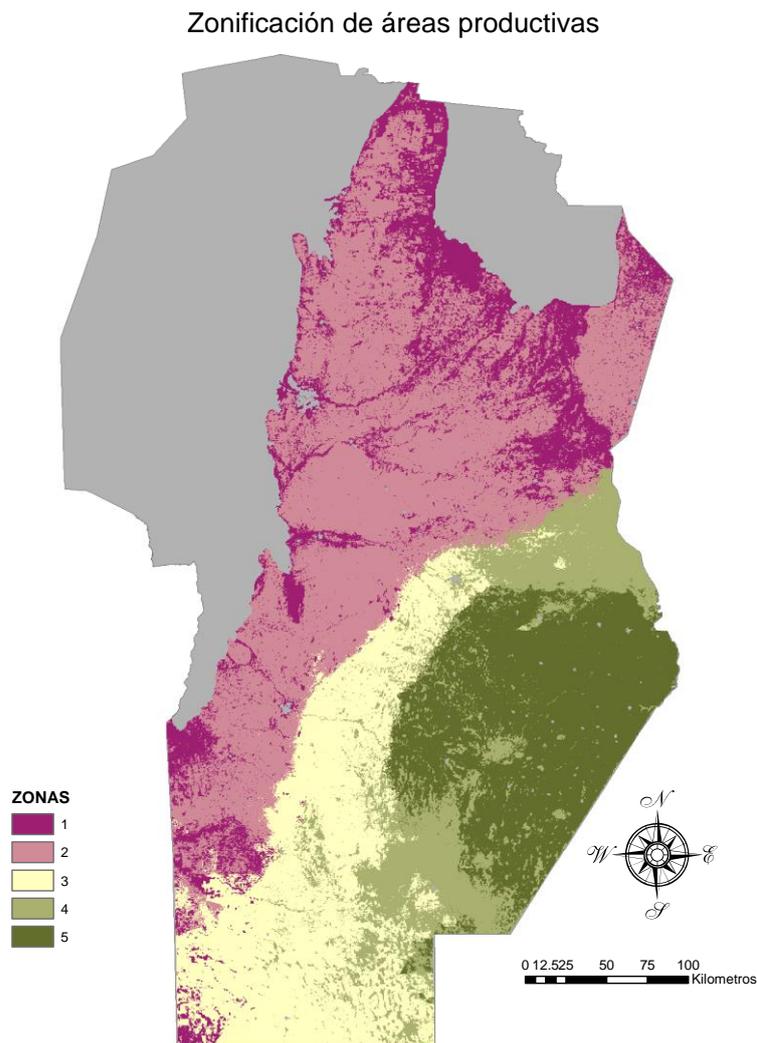


Figura 17. Zonificación de ambientes productivamente homogéneos para la provincia de Córdoba.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 17 se grafican zonas donde el comportamiento de los cultivos sería significativamente homogéneo en términos productivos. Por ende, esta información podría ser utilizada para el estudio y caracterización de la potencialidad productiva de los suelos que la componen, ciclo fenológico de los cultivos y variables edafoclimáticas relacionadas. En la Tabla 1 se cuantifica la superficie ocupada por cada zona.

Tabla 1. Área total en hectáreas de las zonas delimitadas.

ZONAS	AREA (hectáreas)
1	1629531
2	3957781
3	2256975
4	1470319
5	1979125

Caracterización estadística de las zonas

Para caracterizar cada zona, se procedió a hacer cálculos estadísticos de las variables climáticas, edáficas, productivas y provenientes de sensores remotos. Se estimó el valor mínimo (MIN), máximo (MAX), rango (RANGE), promedio (MEAN) y desvío estándar (STD), por sus siglas en inglés (salida del software ArcGIS, herramienta “Zonal Statistics as Table”). Los resultados obtenidos son resumidos a continuación, mediante una tabla por cada variable (Tabla 2 a 13). Para contrastar visualmente los valores promedio (MEAN) de cada zona, éstos fueron coloreados de acuerdo a una rampa de colores acorde a su magnitud. De mayor a menor utilizando la escala rojo-blanco-azul para las primeras cinco tablas (Modelo digital de elevación, temperaturas y precipitaciones), y verde-amarillo-rojo para las posteriores siete (Rendimiento de cultivos).

Tabla 2. Modelo digital de elevación (MDE). Valor promedio en metros (m) sobre el nivel del mar para cada zona.

ZONA	MDE (m)				
	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	0	933	933	256	195
2	0	921	921	308	163
3	0	486	486	223	58
4	64	395	331	141	32
5	62	221	159	129	23



Tabla 3. Temperatura promedio anual (TEMP ANNUAL). Temperatura promedio anual en grados centígrados (°C), calculada para la serie de años 1970-2000 para cada zona.

TEMP ANNUAL (°C)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	14.63	19.43	4.80	17.47	0.92
2	14.70	19.38	4.68	17.11	0.69
3	16.29	17.42	1.13	16.68	0.10
4	16.17	17.44	1.28	16.71	0.27
5	16.17	17.24	1.07	16.59	0.18

Tabla 4. Temperatura promedio del período del año más húmedo (TEMP WETTEST). Período de tres meses de duración, determinado de acuerdo al mayor registro de lluvias histórico (serie de años 1970-2000), para cada zona.

TEMP WETTEST (°C)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	20.10	25.25	5.15	23.24	1.04
2	20.13	25.22	5.08	22.68	0.84
3	21.70	24.05	2.35	22.58	0.42
4	21.83	23.98	2.15	22.51	0.47
5	21.83	23.57	1.73	22.32	0.38

Tabla 5. Precipitaciones promedio anual (PP ANNUAL). Precipitaciones promedio anual en milímetros (mm), calculadas para la serie de años 1970-2000 para cada zona.

PP ANNUAL (mm)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	540	941	401	800	79
2	568	936	368	801	53
3	540	921	381	774	80
4	600	1069	469	866	43
5	759	1000	241	889	41

Tabla 6. Precipitaciones promedio para el período más húmedo (TEMP WETTEST). Período de tres meses de duración, determinado de acuerdo con el mayor registro de lluvias histórico (serie de años 1970-2000), para cada zona.

PP WETTEST (mm)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	222	413	191	345	36
2	237	400	163	351	24
3	222	389	167	327	38
4	244	389	145	352	18
5	309	388	79	354	14



Tabla 7. Rinde promedio Soja 2015/16 (RINDE SOJA 15/16). Rendimiento promedio del cultivo de soja de la campaña 2015-2016, en quintales por hectárea (qq/ha) para cada zona.

RINDE SOJA 15/16 (qq/ha)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	22	40	18	32	3
2	22	40	17	32	3
3	26	44	19	38	2
4	25	45	20	35	4
5	27	46	19	39	3

Tabla 8. Rinde promedio Soja 2016/17 (RINDE SOJA 16/17). Rendimiento promedio del cultivo de soja de la campaña 2016-2017, en quintales por hectárea (qq/ha) para cada zona.

RINDE SOJA 16/17 (qq/ha)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	26	37	12	32	2
2	26	37	11	32	2
3	29	43	14	35	2
4	27	42	14	33	2
5	28	41	13	35	2

Tabla 9. Rinde promedio Maíz 2015/16 (RINDE MAIZ 15/16). Rendimiento promedio del cultivo de maíz de la campaña 2015-2016, en quintales por hectárea (qq/ha) para cada zona.

RINDE MAIZ 15/16 (qq/ha)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	63	86	23	74	4
2	63	86	23	77	4
3	70	92	22	78	5
4	70	103	33	82	6
5	77	103	27	93	6

Tabla 10. Rinde promedio Maíz 2016/17 (RINDE MAIZ 16/17). Rendimiento promedio del cultivo de maíz de la campaña 2016-2017, en quintales por hectárea (qq/ha) para cada zona.

RINDE MAIZ 16/17 (qq/ha)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	58	90	32	75	4
2	60	90	30	77	4
3	71	99	27	82	3
4	75	110	35	85	5
5	80	110	29	96	8



Tabla 11. Rinde promedio Trigo 2015 (RINDE TRIGO 15). Rendimiento promedio del cultivo de trigo de la campaña 2015, en quintales por hectárea (qq/ha) para cada zona.

RINDE TRIGO 15 (qq/ha)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	14	28	14	23	3
2	14	29	14	23	3
3	18	34	16	24	3
4	20	42	21	30	4
5	28	42	14	37	3

Tabla 12. Rinde promedio Trigo 2016 (RINDE TRIGO 16). Rendimiento promedio del cultivo de trigo de la campaña 2016, en quintales por hectárea (qq/ha) para cada zona.

RINDE TRIGO 16 (qq/ha)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	27	36	9	30	2
2	27	36	9	30	2
3	27	44	17	35	3
4	29	46	17	39	3
5	35	46	11	42	2

Tabla 13. Rinde promedio Trigo 2017 (RINDE TRIGO 17). Rendimiento promedio del cultivo de trigo de la campaña 2017, en quintales por hectárea (qq/ha) para cada zona.

RINDE TRIGO 17 (qq/ha)					
ZONA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD
1	13	37	24	23	6
2	13	34	22	24	5
3	25	45	20	36	3
4	29	47	18	39	3
5	38	48	10	44	2

Ranking de las variables

Con el fin de relativizar los resultados y simplificar su interpretación cualitativa, se elaboró una tabla con los rankings (RANK) de los valores promedio de cada variable utilizando la escala rojo-blanco-azul, de mayor (5) a menor (1), dentro de cada zona (Tabla 14).



Tabla 14. Ranking de valores por zonas de las distintas variables analizadas.

VARIABLE	ZONA				
	1	2	3	4	5
MDE	4	5	3	2	1
TEMP ANNUAL	5	4	3	2	1
TEMP WETTEST	5	4	3	2	1
PP ANUAL	2	3	1	4	5
PP WETTEST	2	3	1	4	5
RINDE SOJA 2015/16	2	2	4	3	5
RINDE SOJA 2016/17	3	3	5	4	5
RINDE MAIZ 2015/16	1	2	3	4	5
RINDE MAIZ 2016/17	1	2	3	4	5
RINDE TRIGO 2015	2	2	3	4	5
RINDE TRIGO 2016	2	2	3	4	5
RINDE TRIGO 2017	1	2	3	4	5

La diferencia entre promedios de las variables entre zonas fue analizada con el test de comparaciones apareadas (Tabla 15). Específicamente, el test de Menor Diferencia Significativa de Fisher (Williams and Abdi, 2010), utilizando el paquete “Agricolae” (De Mendiburu, 2014) para el software R (R Core Team, 2018).

Tabla 15. Comparación apareada de valores promedio de las variables analizadas por zona. Diferencias estadísticas significativas se ilustran con letras diferentes.

VARIABLE	ZONA				
	1	2	3	4	5
MDE	b	a	c	d	e
TEMP ANNUAL	a	b	c	c	d
PP ANUAL	c	c	d	b	a
RINDE SOJA 2015/16	e	d	b	c	a
RINDE SOJA 2016/17	c	c	a	b	a
RINDE MAIZ 2015/16	e	d	v	b	a
RINDE MAIZ 2016/17	e	d	c	b	a
RINDE TRIGO 2015	d	e	c	b	a
RINDE TRIGO 2016	d	d	c	b	a
RINDE TRIGO 2017	e	d	c	b	a

Interpretación de los resultados

Realizando una interpretación visual de la zonificación de áreas agrícolas productivamente homogéneas (Figura 17), se observa que las cinco zonas se delimitan en principio por una dirección noroeste-sudeste. La Zona 1 formaría parte de la Zona 2, así como la Zona 3 parece ser parte de las zonas restantes. Podría deducirse que la función de dichas zonas (1 y 3) sería la de demarcar áreas



significativamente diferentes dentro de los macro-ambientes delimitados por las zonas 2, 3 y 5.

En base al conocimiento de profesionales del DIA, con gran experiencia en el manejo de información relacionada a la productividad de la provincia, se reconoce que la Zona 5 es la de mayor productividad. Esto se debería a que los mayores rendimientos históricos de cultivos se registran en los departamentos de Unión y Marcos Juárez, los cuales en su mayor parte fueron clasificados como Zona 5. En nuestro estudio esto se corrobora cuando analizamos los datos promedio de rendimiento (Tablas 7 a 13), donde esta zona siempre tuvo los valores significativamente más altos.

En la mayoría de los cultivos, se observa que la productividad de las zonas crece desde la Zona 1 a la Zona 5. Un comportamiento más errático se registra en la soja, donde la Zona 3 encabeza la producción (junto a la Zona 5) en un año, y es la segunda en otro. Esto podría explicarse debido a la mayor capacidad a adaptarse a ciertos ambientes considerados marginales para otros cultivos, los cuales sufren en mayor medida las limitantes edáficas. Parte de la expansión de la agricultura dentro de ambientes antiguamente ganaderos se fundamenta en lo mencionado anteriormente (Pengue, 2009; Zak et al., 2008).

El mayor volumen de lluvias se registra en la Zona 5, lo cual se alinea con las declaraciones anteriores. La cantidad promedio de milímetros decae hacia las zonas más bajas, aunque el mínimo se registra en la Zona 3. Analizando ambas capas de precipitaciones promedio (PpAnnual y PpWettest), se observa que la parte sudoeste de la provincia es la de menor milimetraje. Gran parte de la extensión de la Zona 3 se ubica en aquella área, y explicaría la caída en el promedio de lluvias de la zona. Un estudio más profundo sería necesario para explicar el porqué de este fenómeno, ya que dicha zona es intermedia en cuanto a productividad. No se descarta que el nivel de detalle general de la zonificación no alcanzaría para contrastar la heterogeneidad de lluvias y productividad dentro de esta zona, y que el promedio de rendimientos de la superficie agrícola enmascara la superficie que es tenida en cuenta para el cálculo de las precipitaciones.

Desde el punto de vista de las temperaturas, tanto para el promedio anual (TpAnnual) como para el promedio del trimestre más lluvioso (TpWettest), se registra un incremento desde la Zona 1 hasta la Zona 5. Temperaturas más bajas indicarían una menor demanda atmosférica durante el período crítico de los cultivos, aunque siendo lo suficientemente altas para mantener el metabolismo de los cultivos dentro de los rangos óptimos.



CONCLUSIONES

En conclusión, podría afirmarse que la variabilidad en la productividad de la provincia de Córdoba fue efectivamente capturada por la zonificación planteada. Algunas interrogantes fueron planteadas, y podrían ser objetivo de futuras investigaciones. Con la incorporación de nuevas capas de información (e.g. propiedades de suelo, rendimiento de cultivos de más años) podría mejorarse aún más la delimitación de ambientes. De acuerdo con la variación del comportamiento encontrado dentro de los cultivos (especialmente en soja), podría plantearse la zonificación cultivo-específica, ya que el comportamiento de estos puede modificar los límites planteados. De la misma manera, la creación de mapas año-específico serían factibles para una más precisa delimitación de zonas de acuerdo a las condiciones climáticas pronosticadas (año seco, promedio o húmedo). Finalmente, cabe destacar que las capas de rendimiento de los cultivos fueron creadas utilizando valores puntuales, provenientes de superficie meramente agrícola. Al interpolar esta información se crean datos “virtuales” dentro de la superficie no-agrícola. Es por ello que la presente zonificación pierde sentido en aquellas zonas donde no se practica la agricultura. Sin embargo, cabe recordar que el objetivo de esta zonificación es la delimitación exclusiva de áreas agrícolas productivamente homogéneas.



REFERENCIAS

- Arrouays, D., N.P. Saby, J. Thioulouse, C. Jolivet, L. Boulonne and C. Ratié. 2011. Large trends in French topsoil characteristics are revealed by spatially constrained multivariate analysis. *Geoderma* 161: 107-114.
- Climate, W.-G. 2016. Free climate data for ecological modeling and GIS. Recuperado de: <http://www.worldclim.org>.
- Daza, C. and C. Sánchez. 2009. Zonas Agroeconómicas Homogéneas Córdoba. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- De Mendiburu, F. 2014. *Agricolae: statistical procedures for agricultural research*. R package version 1.
- Dray, S., S. Saïd and F. Débias. 2008. Spatial ordination of vegetation data using a generalization of Wartenberg's multivariate spatial correlation. *Journal of Vegetation Science* 19: 45-56.
- Drusch, M., U. Del Bello, S. Carlier, O. Colin, V. Fernandez, F. Gascon, et al. 2012. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. *Remote sensing of Environment* 120: 25-36.
- Fridgen, J.J., N.R. Kitchen, K.A. Sudduth, S.T. Drummond, W.J. Wiebold and C.W. Fraisse. 2004. Management zone analyst (MZA). *Agronomy Journal* 96: 100-108.
- Gorelick, N., M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau and R. Moore. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202: 18-27.
- Huete, A., C. Justice and W. Van Leeuwen. 1999. MODIS vegetation index (MOD13). Algorithm theoretical basis document 3: 213.
- Huete, A.R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment* 25: 295-309.
- Jarsun, B., H. Bosnero and E. Lovera. 1987. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja.
- Kurina, F.G., S. Hang, M.A. Cordoba, G.J. Negro and M.G. Balzarini. 2018. Enhancing edaphoclimatic zoning by adding multivariate spatial statistics to regional data. *Geoderma* 310: 170-177.
- Lehner, B., K. Verdin and A. Jarvis. 2008. New global hydrography derived from spaceborne elevation data. *Eos, Transactions American Geophysical Union* 89: 93-94.
- Matsushita, B., W. Yang, J. Chen, Y. Onda and G. Qiu. 2007. Sensitivity of the enhanced vegetation index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: a case study in high-density cypress forest. *Sensors* 7: 2636-2651.
- Pengue, W.A. 2009. Agrofuels and agrifoods: Counting the externalities at the major crossroads of the 21st century. *Bulletin of Science, Technology & Society* 29: 167-179.
- R Core Team. 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. ISBN 3-900051-07-0.



Rouse, J., R. Haas, J. Schell and D. Deering. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA special publication 351: 309.

Roy, D.P., M. Wulder, T.R. Loveland, C. Woodcock, R. Allen, M. Anderson, et al. 2014. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote sensing of Environment 145: 154-172.

2012. APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD UNIFICADO PARA LA HOJA LAJITAS, SALTA. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. 19. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 23. 2012 04 16-20, 16 al 20 de abril de 2012. Mar del Plata, Buenos Aires. AR.

Williams, L.J. and H. Abdi. 2010. Fisher's least significant difference (LSD) test. Encyclopedia of research design 218: 840-853.

Wold, S., K. Esbensen and P. Geladi. 1987. Principal component analysis. Chemometrics and intelligent laboratory systems 2: 37-52.

Zak, M.R., M. Cabido, D. Cáceres and S. Díaz. 2008. What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. Environmental Management 42: 181-189.

