

Área de consolidación  
Gestión Ambiental y Producción Sostenible



**Autores:**

Crusta, Carolina  
Piovano, Camila Cecilia  
Roelofs, David Martín

**Tutor:**

Ing. Agr. (Esp.) Dutto, Jorge Omar

Córdoba, 26 de Julio de 2019



## Agradecimientos

En especial al Ing. Agrónomo Jorge Dutto, a la Bióloga Graciela Vega Gentile y al Ing. Agrónomo Luis Crusta, quienes colaboraron exhaustivamente en la búsqueda de información y desarrollo del trabajo. Además, queremos agradecer a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a la Universidad Nacional de Córdoba por la posibilidad de un estudio público y gratuito, y también a nuestras familias quienes nos acompañaron en este camino como estudiantes.

## Resumen

La elaboración de planes de manejo a nivel cuenca, requieren de una mirada holística del área. Las herramientas existentes son deficientes en cuanto a aspectos claves como practicidad y nivel de detalle.

El objetivo del proyecto es trabajar a nivel de cuencas delimitando áreas de intervención mediante el sistema de clasificación de Capacidades de Uso del suelo, para la formulación de proyectos integrales que incluyen la aplicación de buenas prácticas agrícolas en diferente intensidad.

La problemática se resuelve a través del estudio de la zona, la delimitación de la cuenca, inventariado de suelos presentes y la confección de un mapa a partir de la información recopilada.

Como resultado se obtiene una herramienta con distintas zonas según las limitaciones de producción y la intensidad de intervención técnica que requieren. Se propone la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas como parte de los proyectos de conservación.

**Palabras Clave:** Sustentabilidad- Plan integral de manejo- BPAs-Mapa de capacidades de Uso

## Índice de Contenidos

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>7</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<i>Sustentabilidad .....</i>	<i>9</i>
<i>Cuenca Hidrológica .....</i>	<i>9</i>
<i>Degradación del suelo .....</i>	<i>10</i>
<i>Erosión del suelo .....</i>	<i>10</i>
<i>Plan básico.....</i>	<i>10</i>
<i>Proyecto de Conservación de suelos .....</i>	<i>10</i>
<i>Cartografía de suelos: .....</i>	<i>11</i>
<i>Clasificación taxonómica de los suelos.....</i>	<i>13</i>
<i>Clasificación de la tierra por su capacidad de uso .....</i>	<i>13</i>
<i>Buenas prácticas agrícolas .....</i>	<i>14</i>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL CONSORCIO “EL NUEVO SALTO” .....</b>	<b>16</b>
<i>Ubicación geográfica.....</i>	<i>16</i>
<i>Delimitación.....</i>	<i>16</i>
<i>Caracterización fisiográfica .....</i>	<i>17</i>
<i>Caracterización edáfica .....</i>	<i>20</i>
<b>MAPA DE CAPACIDADES DE USO.....</b>	<b>29</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>

DESIGNACIÓN DE BPAS SEGÚN CAPACIDAD DE USO DEL SUELO .....	34
<i>¿Por qué es importante la utilización del mapa como herramienta de planificación?</i> .....	35
APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS .....	36
DESCRIPCIÓN DE BPAS RECOMENDADAS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO .....	37
1- <i>Participación en grupos asociativos:</i> .....	37
2- <i>Manejo del suelo, del agua y de los sustratos</i> .....	37
<i>Manejo del suelo</i> .....	37
<i>Drenaje y erosión</i> .....	38
<i>(a) Rotación con gramíneas y cultivos de servicio</i> .....	38
<i>(b) Implantación de árboles y/o arbustos</i> .....	39
<i>Análisis, nutrición y fertilización de los suelos:</i> .....	39
3- <i>Capacitación:</i> .....	40
4- <i>Manejo integrado de plagas (MIP)</i> .....	40
5- <i>Aplicación de fitosanitarios</i> .....	41
6- <i>Agricultura sustentable certificada</i> .....	42
7- <i>Gestión del ambiente</i> .....	42
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>45</b>

## Introducción

El siguiente trabajo es resultado del curso de Área de Consolidación de la cátedra de Gestión Ambiental y Producción Sostenible de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

El objetivo del mismo es hacer la delimitación de zonas mediante el sistema de Capacidades de Uso que sienta las bases para el planteamiento de proyectos integrales que incluyen la aplicación de buenas prácticas agrícolas.

El marco conceptual de este trabajo es la sustentabilidad de la producción agrícola teniendo en cuenta el manejo integral de las cuencas hidrológicas, mediante la selección y utilización de recursos técnicos, tecnológicos y humanos específicos, en consonancia con este principio.

El propósito es agregar una herramienta de practicidad que se suma a los recursos específicos que se utilizarían para la aplicación de las buenas prácticas agrícolas.

Se suma a esto, el interés de los autores en aportar a la concientización sobre la necesidad de romper la asociación entre producción y degradación ambiental. Para lograrlo, se deben planificar los agroecosistemas de manera sustentable y sostenible en el tiempo, de manera tal de asegurar la provisión de servicios ecosistémicos y beneficios socioeconómicos esenciales, sin comprometer a la comunidad actual, ni a las futuras generaciones.

Merece tener en cuenta que, a pesar de que actualmente existe una tendencia hacia lo sustentable, el beneficio económico sigue siendo el norte de los cursos de acción. Además, esto se ve agravado debido a la falta de cumplimiento de las legislaciones vigentes, a la ausencia de criterios homogéneos respecto al concepto de producción sustentable, a las distintas formas de tenencia de la tierra, entre otras, que conducen a la toma de decisiones cortoplacistas y que fallan en garantizar la continuidad del patrimonio suelo, que, al fin y al cabo es, tanto público como lo es privado.

## Fundamentación

Los mapas de suelo de unidades cartográficas representan aspectos teóricos de los suelos, por tanto, carecen de utilidad práctica a la hora de generar proyectos de intervención.

La importancia de esta iniciativa es presentar una nueva herramienta que consiste en la zonificación de áreas homogéneas a escala 1:50.000, en cuanto a características que determinan la capacidad de producir de un suelo. Se tiene en cuenta como principal criterio para diferenciar las distintas áreas las limitaciones que las mismas presentan, siendo éstas del tipo: potencial erosivo, exceso de agua, limitaciones del suelo dentro de la zona radical y limitación climática.

Otro rasgo importante de este proyecto es acercar a los distintos actores involucrados en el proceso productivo a la implementación de buenas prácticas agrícolas, ofreciendo unidad de criterio en cuanto al modo de pensar la producción, y en consecuencia a la formulación de planes integrales de intervención por parte de los técnicos.

Este proyecto es innovador porque aporta información integrada, que si bien estaba presente en recursos preexistentes, se encontraba de manera aislada. Se analizó, reinterpretó y concretó la misma a través de un mapa que puede ser de utilidad a nivel de planificación de cuencas hídricas y también predial, explotando en todo su potencial los datos que los recursos anteriores brindaban.

Este mapa constituye una contribución parcial dentro del enfoque global que representan los planes de Conservación de Suelos de los Consorcios.

## Hipótesis

Si se cuenta con un mapa de Capacidades de Uso del Suelo a escala 1:50.000, entonces se facilita la formulación de planes de manejo integral acordes a las necesidades, optimizando beneficios ambientales, económicos y sociales.

## Objetivo general

Elaborar un mapa de Capacidades de Uso de Suelo, escala 1:50.000, como modelo para que se pueda reproducir a los diferentes planes de intervención para cada Consorcio, formulados en el marco de la sustentabilidad.

### Objetivos específicos

- Selección del área de estudio teniendo en cuenta la existencia de un Consorcio de Conservación de Suelos.
- Analizar la información brindada por el Mapa de Unidades Cartográficas (1:50.000) perteneciente a la Carta de Suelos de la Hoja Rio Tercero del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba.
- Inventariar suelos pertenecientes a la cuencas que forman el Consorcio “El Nuevo Salto” de acuerdo con el Sistema de Capacidades de Uso.
- Elaborar un Mapa de Capacidades de Uso de Suelo escala 1:50.000 para la zona mencionada anteriormente.

## Marco Teórico

A continuación, se detallarán conceptos de importancia para asegurar la mejor interpretación y críticas correspondientes.

### ***Sustentabilidad***

Se define el desarrollo sostenible como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Consta de tres pilares: el desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.(Brundtland, 1987)

*“Sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas”.* (Calvente, 2017)

Los autores de este trabajo sostienen estos conceptos como punto de partida para el desarrollo del proyecto. Dada la amplitud del concepto de sustentabilidad que permite múltiples interpretaciones, el mismo se enfocará hacia la formulación de planes de conservación de suelos, los cuales se enfocan en uno de los recursos más importantes de manejo sustentable que es el recurso tierra.

### ***Cuenca Hidrológica***

Se trata de una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto. Los límites de la cuenca o “divisoria de aguas” se definen naturalmente y en forma práctica corresponden a las partes más altas del área que encierra un río.

Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la primera se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas (acuíferos), no solamente abarca la superficie, a lo largo y ancho, sino también la profundidad, comprendida desde el extremo superior de la vegetación hasta los estratos geológicos limitantes bajo la tierra.

Desde el punto de vista ambiental, las cuencas regulan la recarga hídrica, conservan la biodiversidad y mantienen la integridad y la diversidad de los suelos. Cumplen también una función socioeconómica: suministran recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan

sustento a la población, como la agricultura, la industria, la generación de electricidad y la regulación de flujos y control de inundaciones, entre otras.(Mendoza, 2010)

### ***Degradación del suelo***

Se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios.

### ***Erosión del suelo***

Es un término común, que a menudo se confunde con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del mismo. De hecho, es el efecto más visible de degradación del suelo, pero no cubre totalmente todos sus aspectos.(FAO, 2016)

### ***Plan básico***

El plan básico de acción de un Consorcio de Conservación de Suelos consiste en un análisis de los recursos naturales del área, una descripción general de los problemas de degradación de los suelos en el área de su jurisdicción, vulnerabilidad y una propuesta de plan de acción para lograr la sostenibilidad del proceso productivo del área. La propuesta debe incluir manejo agronómico y obras físicas tanto a nivel predial como de obra pública

Los aspectos básicos que debe incluir el Plan son:

- Planteo
- Caracterización edáfica
- Caracterización hidrológica
- Caracterización de la infraestructura rural (red caminera, etc.)
- Proyecto de conservación

### ***Proyecto de Conservación de suelos***

Un proyecto de conservación de suelos apunta fundamentalmente a que el agua se quede en los campos a través de una serie de técnicas agronómicas para aumentar su almacenaje en el sitio donde cae; la que no puede ser retenida, por la abundancia de una precipitación, es conducida por obras de

ingeniería hacia desagües naturales, pero en forma ordenada para que no cause daños en las obras de infraestructura o en las localidades urbanas de la cuenca. (Crusta, 2001)

### ***Cartografía de suelos:***

La Cartografía de Suelos proporciona una idea precisa de la distribución geográfica de los suelos en una región determinada. El objetivo puede estar dirigido a reflejar las cualidades de los suelos y su vinculación estrecha con la geomorfología y geología, el uso actual, las aptitudes para un uso ya sea específico o general; etc. Por lo tanto la cartografía de suelos fragmenta el espacio geográfico en paisajes más o menos homogéneos en donde se identifican tipos de suelos determinados.

La Cartografía de Suelos proporciona como producto el Informe de Suelos, que consta de tres elementos:

- El Mapa de Suelos
- La Memoria técnica
- La Leyenda.

**Mapas básicos de suelos:** detallan áreas delimitadas, en el plano, definidas y denominadas unidades cartográficas, las que contienen en un espacio geográfico acotado, diferentes clases de suelos tanto a nivel taxonómico (desde órdenes hasta subgrupos de suelos) como a nivel utilitario (capacidad de uso o uso potencial del suelo).

La Unidad Cartográfica es así, una colección de áreas definidas y designadas en términos de la(s) clase(s) de suelo(s) que las componen. Cada unidad cartográfica difiere en algún aspecto de todas las otras y tiene una identificación única en el mapa de suelos. (INTA, 2015)

**La memoria técnica:** Describe los suelos desde el punto de vista morfológico y fisicoquímico, resumiendo además aspectos fisiográficos y las restricciones principales para el uso y manejo de los suelos para cultivos, pasturas, forestales, vida silvestre, recreación, obras civiles y cualquier otro uso que se considere importante según los objetivos perseguidos.

**La leyenda de identificación:** Es una lista de símbolos y nombres de las unidades cartográficas y suelos. En algunas leyendas los nombres de las unidades cartográficas son ordenados alfabéticamente, seguidos por sus símbolos.

**Unidades Cartográficas:** Cuando un paisaje no es homogéneo o cuando por razones de escala no ha sido posible definir y separar en el mapa Series puras, se han señalado Asociaciones o Complejos que agrupan dos o más suelos distintos.

**Los Complejos y Asociaciones** están compuestos de dos o más componentes disímiles que ocurren en patrones regulares y repetitivos. La diferencia entre ambos está dada solo por una regla arbitraria, relativa a la escala de mapeo: en un complejo, los componentes principales no pueden mapearse separadamente a una escala (1:20.000 o 1:10.000), mientras que en una Asociación sí.

De cada Asociación o Complejo se establecen las características del paisaje, los suelos que lo integran, los porcentajes de cada suelo -cuando ha sido posible estimarlos- y breves consideraciones sobre la aptitud para el uso, tales como las referidas a los problemas derivados de características desfavorables del suelo, del grado de erosión, del mal drenaje, etc.

La estimación del porcentaje de superficie que cubre cada suelo dentro de una Asociación o un Complejo es de suma utilidad para establecer la capacidad de uso válida para toda la unidad compuesta, de acuerdo con las capacidades de uso individuales de cada suelo integrante. Esto adquiere mayor importancia en los casos de unidades combinadas que están integradas por suelos de aptitudes agropecuarias muy dispares, como sucede cuando un Complejo está formado por suelos arables aptos para agricultura, suelos alcalinos, erosionados muchas veces no aptos para cultivos de cosecha.

Una **Serie** de suelos consiste en un grupo homogéneo de suelos desarrollados sobre un mismo material originario y con la mayor parte de sus características muy similares entre sí.

La Serie es la más baja de las categorías del sistema de clasificación taxonómico empleado y por lo tanto la más homogénea.

En la descripción de cada Serie de suelos se indican en primer término la secuencia de horizontes que la caracterizan, las propiedades internas y algunas características externas del suelo, la posición que ocupa en el paisaje y, entre otras condiciones, su drenaje natural.

Dentro de un área cartografiada como perteneciente a una misma Serie se pueden observar sectores cuyos suelos poseen alguna propiedad externa o interna que difiera de lo que se tiene por "normal" para la Serie. Por ejemplo, una misma Serie puede ofrecer diferencias cuando sus perfiles están ubicados en una pendiente en lugar de una planicie casi horizontal, o tienen un grado de drenaje distinto al normal. Cuando se estima que estas diferencias pueden afectar el uso potencial y requerir distinto manejo, se distinguen y, cuando es posible, se separan en el mapa, **Fases de la Serie**

respectiva. Las bases para definir Fases pueden estar dadas por alguna propiedad que tiene un rango demasiado amplio o algún carácter externo al suelo significativo para el uso y el manejo.

### ***Clasificación taxonómica de los suelos***

El sistema utilizado es el sistema americano conocido como Soil Taxonomy (USDA, 1975), que comprende seis categorías. Comenzando desde la más amplia, estas categorías son: Órdenes, Subórdenes, Grandes Grupos, Subgrupos, Familias y Series. La clasificación se basa en propiedades que pueden ser observadas en el campo o inferidas a partir de estas observaciones, o bien en datos analíticos de laboratorio.

### ***Clasificación de la tierra por su capacidad de uso***

Para clasificar las tierras por su capacidad de uso se ha adoptado el sistema de clasificación utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, con algunas modificaciones.

Este comprende dos grandes categorías: **Clase y Subclase de Capacidad de Uso**, debido a que en este plano la escala utilizada es de semidetalle (1:30.000 a 1:100.000).

De acuerdo con la carta de suelos: el sistema de clasificación distingue ocho Clases (señaladas con números romanos I a VIII), que indican un aumento progresivo de las limitaciones que presentan los suelos para el desarrollo de los cultivos.

Las cuatro primeras clases incluyen a los suelos aptos para los cultivos agrícolas.

**La clase I** requiere poco o ningún tratamiento de manejo o conservación especial.

**Las clases II, III y IV**, necesitan grados crecientes de cuidado y protección.

Los suelos aptos para pastoreo, pero no para los cultivos labrados comunes, se ubican en las **clases de capacidad V y VI**, cuando son capaces de redituar las inversiones en prácticas de manejo tales como siembras de pasturas y fertilización;

caso contrario se clasifica en **clase VII**, campos naturales de pastoreo.

Finalmente, la **clase VIII** no tiene aplicación agrícola ni ganadera y debido a la gravedad de sus limitaciones, sólo sirven para recreación, conservación de la fauna silvestre, provisión de agua, fines estéticos, etc.

Las **subclases** informan sobre los tipos principales de limitaciones que afectan a las clases. Excepto la clase I, el resto admite una o dos de las cuatro subclases, definidas en el sistema utilizado y que se

designan agregando las letras minúsculas "e", "w", "s" o "c", a continuación del número de la clase. Por ejemplo: IVc; IVsc; VIws; etc.

La **subclase " e "** - **erosión** - está integrada por suelos en los cuales la susceptibilidad a la erosión es el problema o peligro dominante para su uso. Este peligro latente, así como el daño que pudo haber sufrido el suelo en el pasado por un proceso erosivo, son los factores que determinan la inclusión de los suelos en esta subclase.

La **subclase " w "** - **exceso de agua** - está constituida por suelos en los cuales dicho exceso es el riesgo o limitación dominante. Los criterios para determinar cuáles suelos pertenecen a esta subclase son: drenaje pobre, humedad excesiva, capa de agua alta (freática o suspendida) y anegabilidad.

La **subclase " s "** - **limitaciones del suelo** dentro de la zona radical - incluye suelos que presentan problemas derivados de la escasa profundidad, pedregosidad, baja retención de humedad, salinidad o alcalinidad y bajo nivel de fertilidad, difíciles de corregir.

La **subclase " c "** - **limitaciones climáticas** - está compuesta por suelos en los cuales el clima es la mayor limitación.

Con frecuencia, ciertos suelos ofrecen dos limitaciones. Por ejemplo: "es" o "ws", sobre todo en el caso de los complejos y asociaciones de suelos. En las agrupaciones de suelos con dos limitaciones – peligro de erosión e impedimentos en la zona radical – "e" precede a "s". Asimismo, la restricción por exceso de agua, "w", antecede a limitaciones en la zona radical, "s".

### ***Buenas prácticas agrícolas***

Buenas prácticas agrícolas, según FAO/OMS.

Consisten en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios, inocuos y saludables, a la vez que se procura la viabilidad económica y la estabilidad social:

- Conocimiento disponible: comprender y utilizar la información existente para dar permanencia y desarrollo a la actividad. Valorar todos los conocimientos disponibles acerca de modos y formas de producción.

- Utilización sostenible de los recursos naturales: respetar el ambiente, utilizar los recursos (agua, suelo, plantas y animales), pero sin agotarlos, destruirlos, ni contaminarlos, manteniendo “vivo” el sistema productivo.
- Viabilidad económica: hacer un balance entre los recursos usados para producir y los disponibles, utilizar las tecnologías de la mejor manera posible; no siempre es necesario acceder a la última tecnología para producir con calidad.
- Estabilidad social: la producción debe incluir las necesidades del ser humano y buscar un equilibrio entre la ganancia y el servicio social que realiza la actividad: empleados capacitados, con mejores condiciones de vida y de desarrollo personal y familiar.

Para implementar las BPAs se debe considerar el manejo adecuado de diferentes elementos del sistema productivo cuyo resultado es la obtención de un alimento inocuo y de calidad.

## Materiales y Métodos

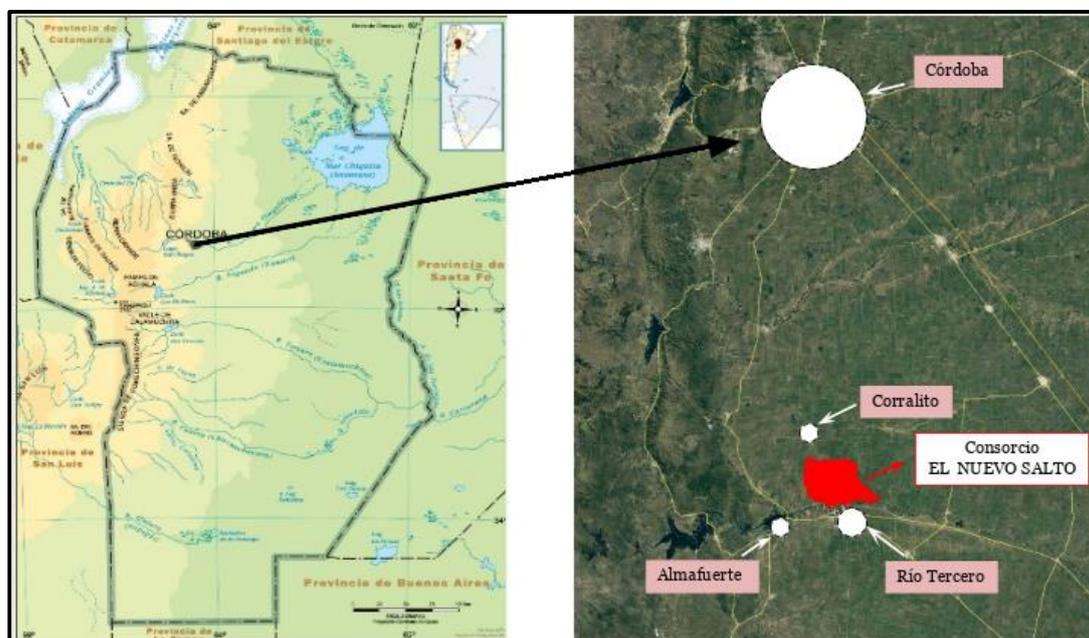
La presente propuesta se realizó en base al proyecto “Plan Básico del Nuevo Salto” del departamento Tercero Arriba, provincia de Córdoba.

### Caracterización general del área del consorcio “El Nuevo Salto”

#### **Ubicación geográfica**

El Consorcio de Conservación de Suelos “El Nuevo Salto” comprende un área de 10.952 ha ubicado en el Departamento Tercero Arriba en el centro de la Provincia de Córdoba. La localidad cercana más importante es la ciudad de Río Tercero, distante 108 km de la Capital de la Provincia.

El consorcio se encuentra atravesado de Norte a Sur por la Ruta Provincial S253, que une Corralito con la localidad de Río Tercero.



*Fig. 1: Ubicación geográfica del Consorcio de Conservación de suelos “El Nuevo Salto”*

#### **Delimitación**

La delimitación del área de estudio seleccionada en este trabajo fue realizada por el Ingeniero Agrónomo Luis Crusta y la Arquitecta Melisa Demarchi con la recopilación de distintos antecedentes, principalmente cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional, en escala 1:50.000 y 1:100.000, archivos de datos vectoriales, imágenes satelitales y modelos digitales de elevación, para la elaboración de un plan básico en dicho consorcio.



*Fig. 2: Límites del consorcio "El Nuevo Salto"*

El área definitiva del Consorcio la determina la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Córdoba.

### ***Caracterización fisiográfica***

#### **Condiciones climáticas y agroclimáticas**

Para caracterizar agroclimáticamente el área del Consorcio de Conservación de Suelos "El Nuevo Salto" se utilizaron los datos de la Carta de Suelos de Córdoba- Hoja 3363-1 | "Río Tercero".

En ella se toman los datos pluviométricos de la localidad de Río Tercero (Latitud 29°54'S, Longitud 63°41'O, Altitud 341 m.s.n.m.) que cuenta con registros provenientes de la Estación Meteorológica de la Cooperativa de Obras y Servicios Públicos de Río Tercero. La información termométrica ha sido tomada de datos provenientes del Servicio Meteorológico Nacional para dicha localidad.

#### **Régimen térmico**

El régimen térmico de esta localidad es templado (mesotermal), con una media anual de 17,3°C que resulta característica de la zona central de la pradera pampeana, siendo la del mes más

cálido (enero) de 23,8°C y la del mes más frío (julio) de 11°C, con una amplitud térmica anual de 12,8°C.

La fecha media de las primeras heladas para la ciudad de Río Tercero ocurre aproximadamente el 15 de mayo y la fecha media de las últimas heladas es el 15 de septiembre; estas heladas pueden ocurrir con 15 o 20 días de anticipo o retraso. El periodo medio libre de heladas es de 240 días. (Capitanelli 1979)(Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2015).

*Tabla 1: Temperaturas medias mensuales de la localidad de Río Tercero, Córdoba*

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Río Tercero	23,8	22,3	20,3	17,2	14,3	10,4	11,0	12,0	15,0	18,5	20,6	22,6	17,3

### Régimen pluviométrico

El régimen pluviométrico de Río Tercero, al igual que el de otras localidades de la Hoja, es del tipo monzónico ya que las lluvias de los seis meses estivales (octubre a marzo = 634 mm), quintuplican a las del semestre invernal (abril a septiembre = 126 mm).

La precipitación media anual, para la localidad de Río Tercero, es de 760 mm. El periodo en el cual se concentra la mayor cantidad de precipitaciones es de noviembre a febrero (469 mm, 62% del total). Los meses más secos (periodo mayo-agosto) solo acumulan 123 mm, esto representa el 16% del total; diciembre es el mes más lluvioso con una precipitación media de 143 mm.

En la Tabla 2 se presentan las lluvias medias con sus desvíos y variabilidades. El mayor desvío standard (dispersión de las precipitaciones respecto a la media) se produce en el semestre primavera-estival; pero los mayores coeficientes de variación superiores al 50% (relación porcentual entre el desvío standard y la media) suceden en el semestre otoño-invernal, situación que indicaría una elevada aleatoriedad para los cultivos estacionales. (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2015)

*Tabla 2: Variabilidad del Régimen Pluviométrico de la localidad "Río Tercero"*

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
<b>Lluvia promedio (mm)</b>	130	95	91	43	20	10	9	10	34	74	101	143	760
<b>Desvío estándar (mm)</b>	58	63	59	37	24	14	19	14	50	66	52	65	522
<b>Coef. de variación (%)</b>	44	67	65	86	120	139	217	140	146	89	51	45	69

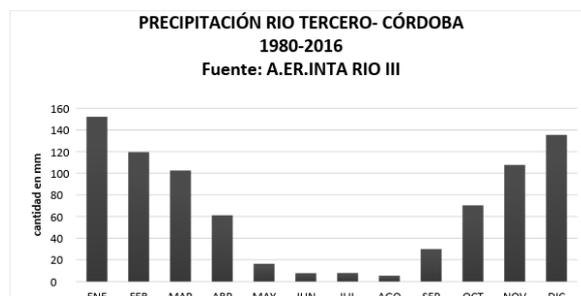


Fig. 3: Precipitaciones Río tercero

### Balance hidrológico

En el Cuadro N°3 se presenta el cálculo del Balance Hidrológico Medio Mensual de la localidad de Río Tercero. En él visualiza, que la **deficiencia anual de agua es de 83,5 mm**; el semestre de menor déficit (octubre-marzo), representan el 13% del déficit total. El semestre restante (abril-septiembre) acumula el 72% del déficit

Los meses con mayor déficit son: julio, agosto y septiembre, mermado sensiblemente en los meses invernales, pues si bien la precipitación es inferior a la evapotranspiración potencial, ésta disminuye a consecuencia de las bajas temperaturas, de las estaciones de otoño y primavera los déficits no existen o bien son de pequeña magnitud.

La capacidad máxima de retención no se alcanza en ningún momento dado que el agua que se repone en el suelo no alcanza sino para disminuir o anular los déficits mensuales (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2015).

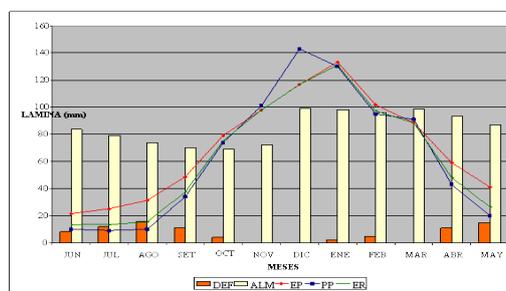


Fig. 4: Balance Hídrico Medio Mensual de la localidad de Río Tercero

Es conveniente aclarar, que el balance hidrológico sólo refleja condiciones medias ideales de precipitación anual, en consecuencia, su interpretación debería orientarse hacia la tendencia que

reflejan los parámetros analizados, principalmente por la variabilidad de los registros pluviométricos mensuales.

### **Caracterización edáfica**

Los suelos presentes en el área de estudio, de acuerdo con el sistema de clasificación taxonómica son los siguientes:

*Tabla 3: Clasificación taxonómica de los suelos del Consorcio "El Nuevo Salto"*

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Familia	Serie
Molisol	Ustol	Haplustol	Éntico	Franca fina a gruesa	Piedemonte
				Franca mixta térmica	Abanicos
			Típico	Thapto mólico franca gruesa	Valles
				Limosa gruesa	Los Llanos
		Argiustol	Típico	Franca gruesa	Pampa
			Fluvéntico	Franca fina, mixta térmica	Las Capas
			Thapto mólico	Franca fina, mixta térmica	Corridas

En la Fig 5, se encuentra el Mapa Básico de Suelos de reconocimiento extensivo: escala 1:500.000, (Gobierno de la Provincia de Córdoba).

Esta herramienta es útil para la obtención de información a nivel generalizado, apropiado para el análisis comparativo de aptitud de suelos entre grandes regiones, por ejemplo.

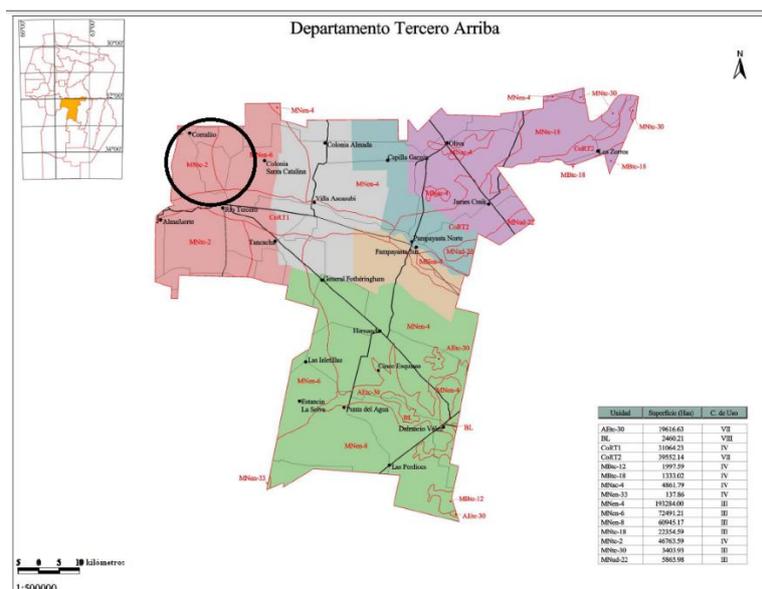


Fig. 5: Mapa Básico de Suelos del departamento Tercero Arriba, escala 1:500.000.

La figura 6, es una foto del Mapa Básico de Suelos de la localidad “El Salto”, escala 1:50.000 (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2015).



Fig. 6: Mapa Básico de Suelos de El Salto, escala 1:50.000.

A continuación se hace un listado de las unidades cartográficas definidas y presentes en el área del Consorcio “El Nuevo Salto”.

- Asociación de Series ALMAFUERTE 50%; SOCONCHO 35% y GENERAL SAVIO II 15%
- Consociación CORRALITO en fase ligeramente erosionada por agua (surcos)
- Asociación de Series CORRALITO en fase ligeramente erosionada (surcos) 40%; CORRALITO en fase moderadamente erosionada 40% y EL SALTO en fase moderadamente erosionada 20%
- Asociación de Series CORRALITO 60%; CORRALITO en fase ligeramente erosionada por agua (surcos) 20% y EL SALTO en fase ligeramente erosionada por agua 20%

- Complejo indeterminado de terrazas intermedias vinculadas a los ríos Tercero, Soconcho y otros
- Complejo indeterminado de suelos gravemente erosionados de escalones de terrazas de los ríos Tercero y otros
- Asociación de Serie EL SALTO 60% y EL SALTO en fase ligera a moderadamente erosionada 40%
- Asociación de Series EL SALTO 50% y CORRALITO en fase ligera a moderadamente erosionada 50%
- Asociación de Serie EL SALTO en fase ligeramente erosionada por agua 40%; EL SALTO en fase moderadamente erosionada 40% y EL SALTO en fase severamente erosionada 20%
- Asociación de Series LAS BAJADAS 40%; LAS BAJADAS en fase acumulada y ligeramente erosionada 40% y CORRALITO 20%
- Asociación en fase moderadamente erosionada y acumulada de Series LAS BAJADAS 60%; CORRALITO 30% y 10% de suelos menores
- Asociación de Series LAS BAJADAS en fase moderadamente erosionada (surcos) 50%; CORRALITO en fase moderadamente erosionada 40% y 10% de suelos menores
- Mallines
- Asociación de Serie SOCONCHO 40%; SOCONCHO en fase acumulada 40% y 20% de suelos menores fluviales

El Mapa de Unidades Cartográficas (Fig.6) ofrece una visión esquemática de la distribución de éstas en el área del Consorcio “El Nuevo Salto”



Fig. 7: Unidades Cartográficas pertenecientes al área de estudio delimitada

## DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS

### ASOCIACIÓN DE SERIE EL SALTO 60% Y EL SALTO EN FASE LIGERA A MODERADAMENTE EROSIONADA 40%

**SÍMBOLO: Est1**

**CAPACIDAD DE USO: IIIec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 60**

Estas unidades cartográficas corresponden a pendientes medias, cortas y lomas aisladas de la Plataforma Basculada o Pampa Loésica Alta. Las limitantes edáficas comprenden el drenaje algo excesivo y buena a moderada retención de humedad, además de la susceptibilidad a la erosión hídrica. Tienen la particularidad de no recibir excesos hídricos provenientes de otras unidades; en consecuencia, los procesos erosivos se manifiestan tan sólo ligeramente. Están vinculadas a las vías de desagüe, especialmente las ubicadas en contra de la pendiente regional.

El valor de la pendiente oscila entre 1 a 2%.

**ASOCIACIÓN DE SERIES EL SALTO 50% Y CORRALITO EN FASE LIGERA A MODERADAMENTE EROSIONADA 50%.**

**SÍMBOLO: Est2**

**CAPACIDAD DE USO: IVec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 43**

Son vías de escurrimiento ubicadas en las pendientes medias y cortas, con gradientes que oscilan entre 1 a 3%. El relieve es cóncavo e inclinado con procesos erosivos importantes. Tienen un ancho medio que oscila entre 100 a 200 m. La Serie Corralito erosionada ocupa las partes centrales y la Serie El Salto los laterales de los bajos.

Aptitud: Están en el límite agrícola y requieren prácticas especiales de conservación destinadas a evitar el agravamiento del proceso erosivo.

**ASOCIACIÓN DE SERIE EL SALTO EN FASE LIGERAMENTE EROSIONADA POR AGUA 40%; EL SALTO EN FASE MODERADAMENTE EROSIONADA 40% Y EL SALTO EN FASE SEVERAMENTE EROSIONADA 20%.**

**SÍMBOLO: Est4**

**CAPACIDAD DE USO: IVec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 46**

Sectores de lomas moderadamente onduladas y pendientes cortas y medias hacia los bajos, normalmente orientadas a favor de la pendiente regional con cuencas de aportes que provienen de otras unidades más altas (lomas); como consecuencia la erosión es importante de tipo laminar en la loma alta y con surcos en el resto de la pendiente.

Aptitud: Está en el límite agrícola: requieren prácticas de manejo y conservación ingenieriles y agronómicas muy estrictas.

**ASOCIACIÓN DE SERIES LAS BAJADAS 40%; LAS BAJADAS EN FASE ACUMULADA Y LIGERAMENTE EROSIONADA 40% Y CORRALITO 20%.**

**SÍMBOLO: LBJ1**

**CAPACIDAD DE USO: IIIec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 79**

Vías estructurales con reducida cuenca de aportes, moderadamente cóncavas con orientación NNE-SSO, cuyo ancho varía entre 100 a 200 m, donde son mínimos los procesos erosivos. La Serie Las Bajadas y su fase acumulada, con perfiles enriquecidos en arcillas iluviales, posee excelente retención de humedad, ocupa las partes centrales. La Serie Corralito está vinculada a los laterales de los bajos.

Esta es una de las unidades cartográficas de mejor aptitud dentro de la Hoja y es apta para toda la gama de cultivos de la región. Normalmente, estas unidades son más tolerantes a las sequías que las lomas, por poseer mayor retención de humedad en los perfiles de los suelos y mayor recepción de agua de escorrentía en forma suave sin causar erosión.

**ASOCIACIÓN EN FASE MODERADAMENTE EROSIONADA Y ACUMULADA DE SERIES LAS BAJADAS 60%; CORRALITO 30% Y 10% DE SUELOS MENORES.**

**SÍMBOLO: LBJ2**

**CAPACIDAD DE USO: IVec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 57**

Unidades cartográficas representadas por vías de desagüe con moderadas dimensiones, de relieve cóncavo, con gradientes mayores al 1%. Corresponde a colectores de segundo grado con erosión en forma de surcos o zanjas, especialmente en los sectores centrales de estos desagües.

Los suelos son bien drenados con buena capacidad de retención de humedad, son fértiles y se trabajan con facilidad.

Las limitantes principales son, además de la climática, la erosión hídrica y susceptibilidad a la misma, que condiciona el uso agrícola de estas tierras. Se requieren prácticas especiales de uso y manejo, agronómicas e ingenieriles.

**ASOCIACIÓN EN FASE MODERADA A SEVERAMENTE EROSIONADA DE SERIES LAS BAJADAS 60%; MONTE RALO 30% Y 10% DE SUELOS MENORES.**

**SÍMBOLO: LBj7**

**CAPACIDAD DE USO: VIec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 35**

Ambientes poco representativos correspondientes a vías de desagüe con importantes cuencas de aporte hídrico. La erosión concentrada lineal ha afectado severamente a los perfiles de los suelos con casos de eliminación total de la capa arable. Las Series que la integran tienen importantes procesos de iluviación de arcillas en el subsuelo con excelente capacidad de retención y recepción de humedad; no obstante, los procesos erosivos son de tal magnitud, que se recomienda o sugiere el uso como campos naturales de pastoreo y eventualmente en algunos sectores escogidos, algunas prácticas esporádicas agrícolas anuales.

**CONSOCIACIÓN CORRALITO EN FASE LIGERAMENTE EROSIONADA POR AGUA (SURCOS)**

**SÍMBOLO: Clt1**

**CAPACIDAD DE USO: IIIec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 66**

Amplias unidades muy representativas de la pendiente regional de la Pampa Loésica Alta con gradientes regionales menores a 1%, con la Serie indicada, de excelente aptitud agrícola. Está afectada por pequeños surcos ubicados a distancias regulares, apenas perceptibles en las fotos aéreas y aún en el campo, de pocos centímetros de profundidad y pocos metros de ancho; no afectan mayoritariamente el uso del suelo.

No obstante, el uso intensivo de estos suelos ha traído aparejada una notable degradación fisicoquímica, por compactaciones superficiales y una drástica disminución de la materia orgánica de más del 100%.

**ASOCIACION DE SERIES CORRALITO EN FASE LIGERAMENTE EROSIONADA (SURCOS) 40%; CORRALITO EN FASE MODERADAMENTE EROSIONADA 40% Y EL SALTO EN FASE MODERADAMENTE EROSIONADA 20%**

**SÍMBOLO: Clt2**

**CAPACIDAD DE USO: IVec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 49**

Unidades cartográficas de lomas o pendientes regionales con cuencas de aportes amplias que han causado erosión en surcos en el sentido de la pendiente regional. Estas manifestaciones del proceso

erosivo se observan a distancias regulares, 50 a 100 metros de distancia. Se requieren prácticas agronómicas estrictas, restringiendo la implantación de leguminosas anuales y además, prácticas ingenieriles.

**ASOCIACION DE SERIES CORRALITO 60%; CORRALITO EN FASE LIGERAMENTE EROSIONADA POR AGUA (SURCOS) 20% Y EL SALTO EN FASE LIGERAMENTE EROSIONADA POR AGUA 20%.**

**SÍMBOLO: Clt3**

**CAPACIDAD DE USO: IIIec**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 73**

Unidades cartográficas longitudinales y estrechas, generadas por control estructural del relieve suavemente cóncavo y pie de loma dentro de la Pampa Loésica Alta o Plataforma Basculada, con suelos desarrollados sobre sedimentos eólicos puros (loess franco limoso). Dentro de estos ambientes el gradiente es mínimo, no se observan al menos significativamente procesos erosivos, a excepción de alteraciones de cuencas de aportes hídricos por factores antrópicos.

Integran esta unidad la Serie Corralito, con horizonte genético subsuperficial (Bw), normalmente ocupa la parte central de pocos metros de ancho y puede tener algún pequeño surco o una pequeña acumulación. En los bordes de estos ambientes se encuentra la Serie El Salto, algo más limitada en materia de retención de humedad, menos desarrollada (perfil del tipo A-AC-C) ligeramente erosionada en forma laminar.

Aptitud: Agrícola ligeramente afectada por erosión hídrica.

**MALLINES**

**SÍMBOLO: MII**

**CAPACIDAD DE USO: [VII](#)**

Complejo indeterminado de terrazas intermedias vinculadas a los ríos Tercero, Soconcho y otros.

**COMPLEJO INDETERMINADO DE TERRAZAS INTERMEDIAS VINCULADAS A LOS RIOS TERCERO, SOCONCHO Y OTROS.**

**SÍMBOLO: Co49**

**CAPACIDAD DE USO: VIsc**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 38**

Sectores relativamente planos o con una ligera inclinación hacia los ríos mencionados ubicados entre estos y las terrazas altas. Los suelos son profundos de texturas gruesas que pueden tener capas arenosas en profundidad y con un meso relieve medianamente marcado originado por la dinámica fluvial. Este complejo posee en algunos sectores, suelos con aptitud agrícola, pero están dominando los de texturas muy gruesas (Entisoles) y con pedregosidad con capas de arenas limpias de río subsuperficiales. Parcialmente, luego de un destape del suelo edáfico, existen yacimientos de áridos que son o han sido explotados económicamente.

Aptitud: suelos aptos para la implantación de pasturas.

**COMPLEJO INDETERMINADO DE SUELOS GRAVEMENTE EROSIONADOS DE ESCALONES DE TERRAZAS DE LOS RÍOS TERCERO Y OTROS**

**SÍMBOLO: Co51**

**CAPACIDAD DE USO: VIIes**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 13**

Sectores alargados irregulares con gradientes mayores al 100% que conforman verdaderos escalones entre las terrazas altas con las intermedias, bajas e inclusive con el propio lecho de los ríos. Prácticamente no hay desarrollo genético de los suelos por el valor de la pendiente, aflorando sedimentos fluviales y están normalmente cubiertos con la vegetación natural.

Aptitud: campos de pastoreo extensivo, forestación, recreación, refugio de fauna silvestre, etc.

**ASOCIACIÓN DE SERIES ALMAFUERTE 50%; SOCONCHO 35% Y GENERAL SAVIO II 15%.**

**SÍMBOLO: Aft1**

**CAPACIDAD DE USO: IIIc**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 66**

Unidad de amplia distribución vinculada a las terrazas altas de los ríos Tercero y otros; constituida por sedimentos fluviales (paleo planicies de inundación y albardones). El relieve es plano con suaves ondulaciones y suelos dominantes de buena aptitud agrícola con horizontes subsuperficiales enriquecidos en arcillas iluviales.

La distribución en el paisaje de los diferentes componentes taxonómicos es la siguiente: En los sectores muy suavemente ondulados domina la Serie Almafuerte; en planos extendidos y/o suavemente deprimidos domina la Serie Soconcho con importantes acumulaciones de arcillas iluviales

en el subsuelo (Bt) y por último en suaves convexidades (paleo-albardones) se observa la presencia de la Serie General Savio II limitada esencialmente por texturas livianas con débil desarrollo subsuperficial (perfil del tipo A-AC-C).

En general estas unidades cartográficas son aptas para una gama amplia de cultivos regionales. Una limitante específica de estas unidades de suelos desarrolladas sobre sedimentos fluviales son los endurecimientos de todo el perfil en seco.

**ASOCIACIÓN DE SERIE SOCONCHO 40%; SOCONCHO EN FASE ACUMULADA 40% Y 20% DE SUELOS MENORES FLUVIALES.**

**SÍMBOLO: Scn1**

**CAPACIDAD DE USO: IIIc**

**ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: 68**

Unidades cartográficas representadas en las fotocartas por desagües suavemente deprimidos de las terrazas altas de los ríos Soconcho y Tercero. Estos suelos tienen excelente capacidad de retención de humedad, están bien provistos de materia orgánica, se trabajan con facilidad excepto cuando seco, donde se encuentra muy endurecido. La acumulación normalmente no es nociva y el relieve es suavemente deprimido (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2015)

**MAPA DE CAPACIDADES DE USO**

En la clasificación de los suelos del consorcio según el mapa de capacidades de uso escala 1:500.000, se pueden distinguir dos clases de capacidades de uso: III y IV, ambas con aptitud agrícola sin severas limitaciones. Fuente: Ministerio de Agricultura.

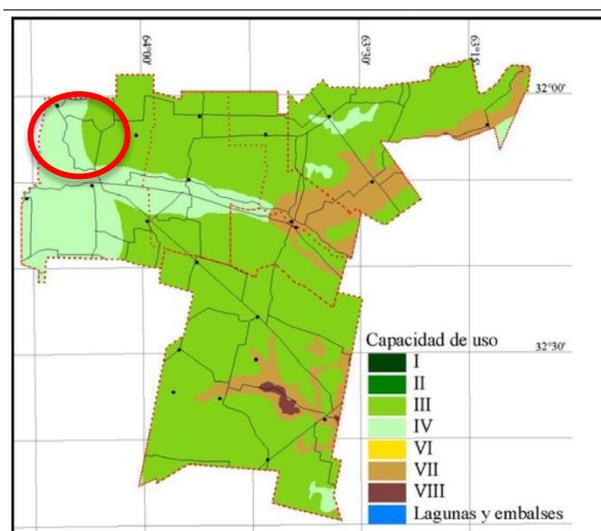


Fig. 8: Mapa de Capacidades de Uso, escala 1:500.000

## Metodología

Una vez recopilada y analizada la información brindada por la Carta de Suelos de Córdoba Hoja Río Tercero, se procedió al inventariado de suelos de acuerdo con el criterio de Capacidades de Uso.

Tabla 4: Guía de Unidades Cartográficas con sus respectivas C.U.

SÍMBOLO	NOMBRE DE LA UNIDAD	CAPACIDAD DE USO
<u>Aft1</u>	Asociación de Series <u>ALMAFUERTE</u> 50%; <u>SOCONCHO</u> 35% y <u>GENERAL SAVIO II</u> 15%	IIIc
<u>Cl1</u>	Consociación <u>CORRALITO</u> en fase ligeramente erosionada por agua (surcos)	IIIec
<u>Cl2</u>	Asociación de Series <u>CORRALITO</u> en fase ligeramente erosionada (surcos) 40%; <u>CORRALITO</u> en fase moderadamente erosionada 40% y <u>EL SALTO</u> en fase moderadamente erosionada 20%	IVec

<u>Cl3</u>	Asociación de Series <u>CORRALITO</u> 60%; <u>CORRALITO</u> en fase ligeramente erosionada por agua (surcos) 20% y <u>EL SALTO</u> en fase ligeramente erosionada por agua 20%	IIIec
<u>Co49</u>	Complejo indeterminado de terrazas intermedias vinculadas a los ríos Tercero, Soconcho y otros	VIIes
<u>Co51</u>	Complejo indeterminado de suelos gravemente erosionados de escalones de terrazas de los ríos Tercero y otros	VIIes
<u>Est1</u>	Asociación de Serie <u>EL SALTO</u> 60% y <u>EL SALTO</u> en fase ligera a moderadamente erosionada 40%	IVec
<u>Est2</u>	Asociación de Series <u>EL SALTO</u> 50% y <u>CORRALITO</u> en fase ligera a moderadamente erosionada 50%	Vles
<u>Est4</u>	Asociación de Serie <u>EL SALTO</u> en fase ligeramente erosionada por agua 40%; <u>EL SALTO</u> en fase moderadamente erosionada 40% y <u>EL SALTO</u> en fase severamente erosionada 20%	IIIc
<u>LBj1</u>	Asociación de Series <u>LAS BAJADAS</u> 40%; <u>LAS BAJADAS</u> en fase acumulada y ligeramente erosionada 40% y <u>CORRALITO</u> 20%	IIIec
<u>LBj2</u>	Asociación en fase moderadamente erosionada y acumulada de Series <u>LAS BAJADAS</u> 60%; <u>CORRALITO</u> 30% y 10% de suelos menores	IVec
<u>LBj7</u>	Asociación de Series <u>LAS BAJADAS</u> en fase moderadamente erosionada (surcos) 50%; <u>CORRALITO</u> en fase moderadamente erosionada 40% y 10% de suelos menores	IIIec

MII	Mallines	VIII
<u>Scn1</u>	Asociación de Serie <u>SOCONCHO</u> 40%; <u>SOCONCHO</u> en fase acumulada 40% y 20% de suelos menores fluviales	IIIc

A partir de la tabla anterior se inventarió agrupando las Unidades Cartográficas según las distintas Capacidades de Uso señaladas en la Carta de Suelos:

*Tabla 5: Inventario de Unidades Cartográficas según Capacidades de Uso*

Clase	III	IV	VI	VII	VIII	
Subclase	c	ec	ec	es	es	-
Símbolo de Unidad Cartográfica	Aft1	Cl1	Cl2	Est2	Co49	MII
	Est4	Cl3	Est1		Co51	
	Scn1	LBJ1	LBJ2			
		LBJ7				

A partir de un Mapa Básico de Suelos, escala 1:50.000, se identifican con distintos colores las Unidades Cartográficas que presentan la misma Capacidad de Uso, originando un nuevo mapa en escala 1:50.000, que agrupa los suelos por su capacidad semejante en cuanto a su aptitud para la producción de plantas y respuesta a sistemas de manejo.

## Resultados

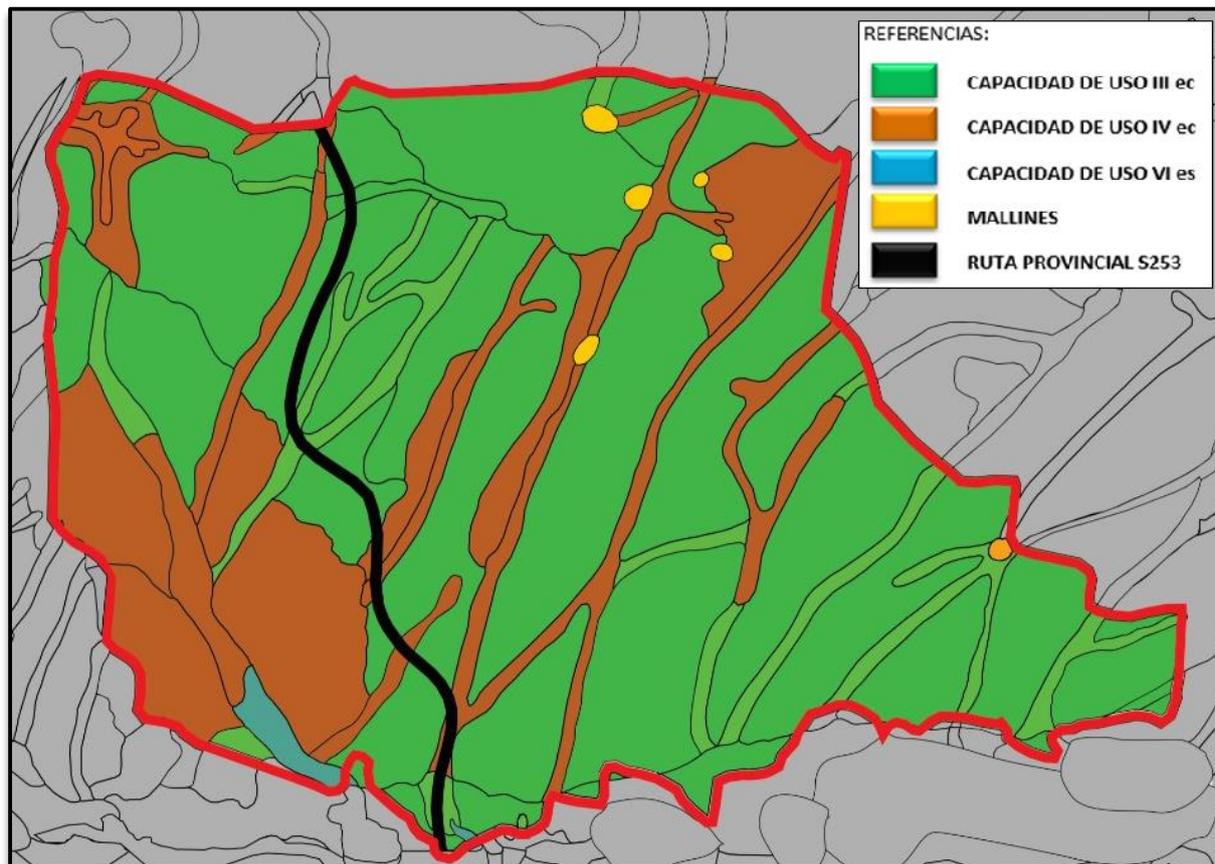


Fig. 9: Mapa de Capacidades de Uso para el área del Consorcio "El Nuevo Salto"

La importancia de esta herramienta es obtener una **visión integral de la zona en estudio** y bajo el marco de buenas prácticas agrícolas proponemos distintos manejos óptimos de cada una de ellas para preservar los suelos y llegar a la sustentabilidad del sistema productivo.

### Designación de BPAs según Capacidad de Uso del Suelo

Se determinan 4 zonas con las siguientes capacidades de uso:

#### **IIIec: zona verde.**

Clase III: Progresivo aumento del riesgo de ocasionar daño al suelo, o de limitación en su uso. Son adecuados para cultivos, pasturas y otros usos de la tierra pero requieren prácticas de manejo cada vez más complejas. Las limitaciones pueden ser:

- Pendientes

- Susceptibilidad aguda a la erosión hídrica o eólica
- Profundidad del suelo menor que la ideal
- Salinidad o alcalinidad
- Limitaciones climáticas

**IVec: zona marrón.**

Clase IV: Suelos con limitaciones severas a moderadas que cuando están cultivados requieren prácticas de manejo y conservación difíciles o costosas de aplicar. Generalmente, son adecuados para una estrecha gama de cultivos. No obstante pueden ser utilizados para pasturas y otros usos de la tierra.

**Subclase ec:** Suelos con moderada susceptibilidad a la erosión hídrica. Erosión actual ligera a moderada. Presentan moderada limitación climática que restringen el laboreo del suelo y la elección de los cultivos.

**Vles: zona azul**

Clase VI: Suelos con muy graves limitaciones para el uso, resultando también no aptos para los cultivos. Su uso debería quedar restringido exclusivamente como campos naturales de pastoreo sobre especies nativas, bosques o refugio de la fauna.

**Subclase es:** Suelos afectados por erosión actual o susceptibilidad severa, con baja retención de humedad o escasa profundidad efectiva, con pendientes escarpadas, colinadas o muy inclinadas en sectores de sierras intermedios y altos.

**VIII (mallines): zona amarilla.**

Este proceso erosivo tan particular, requiere una investigación y tratamiento más extenso que excede al propósito de este trabajo.

Clase VII: Debido a la pequeña proporción de suelos presentes con este tipo de limitaciones, se consideró irrelevante la representación gráfica en el Mapa. De hacerlo, se corre el riesgo de caer nuevamente en detalles poco prácticos para el manejo operativo.

***¿Por qué es importante la utilización del mapa como herramienta de planificación?***

El mapa logrado de capacidades de uso es una herramienta utilitaria que posibilita la planificación tanto para el técnico, como para el productor:

- toma de decisiones a nivel de cuenca: proporciona a los técnicos la visualización integral del área en estudio para la formulación de un proyecto de conservación.
- facilitar el manejo operativo: los productores planifican las acciones productivas teniendo en cuenta la zona en que se encuentran, sin detenerse en las características individuales de cada tipo de suelo presentes en su lote. Como ejemplo, se puede mencionar la planificación rotaciones.

Es por esto por lo que a continuación, se plantea un resumen de Buenas Prácticas Agrícolas aplicables a la zona de estudio con su descripción correspondiente y comentarios de los autores.

### Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas

La recomendación de Buenas Prácticas Agrícola fue realizada a partir de la recopilación de datos de:

- El Manual de Buenas Prácticas Agrícolas del Gobierno de la Provincia de Córdoba y
- Los lineamientos base de Buenas Prácticas Agrícolas de la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE)

A continuación se hace un listado de las Buenas Prácticas Agrícolas recomendadas para la zona en estudio:

- Participación en grupos asociativos
- Manejo del suelo, del agua y de los sustratos
  - a. Manejo del suelo
  - b. Drenaje y erosión
    - i. Rotación con gramíneas
    - ii. Implantación de árboles y/o arbustos
  - c. Análisis, nutrición y fertilización de los suelos
- Capacitación
- Manejo integrado de plagas (MIP)
- Aplicación de fitosanitarios
- Agricultura sustentable certificada
- Gestión del ambiente

## Descripción de BPAs recomendadas para el área de estudio

### **1- Participación en grupos asociativos:**

Se considera que un productor agropecuario que pertenece a un grupo asociativo está expuesto y es parte de las discusiones de la problemática del sector por lo que será un actor más permeable a la adopción de las BPAs que quien no lo está. Las actividades grupales potencian el análisis sistémico de las problemáticas y la búsqueda constante de soluciones, otorgando solidez a las acciones a mediano y largo plazo, fortaleciendo los cambios culturales y cimentando la visión compartida del Desarrollo Sostenible. Los problemas de erosión, especialmente la hídrica, requieren de acciones conjuntas asociativas con alto compromiso relacionadas con un proyecto común. (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2018)

Para la aplicación de buenas prácticas y su efectivo funcionamiento, cabe destacar, que es de fundamental importancia la organización y participación de cada uno de los productores pertenecientes a la zona.

Es importante que exista un ambiente de puesta en común, donde se presenten las problemáticas a nivel establecimiento y región, establecer prioridades y resolver de manera conjunta a fin de cumplir el objetivo en común: producir sustentablemente.

### **2- Manejo del suelo, del agua y de los sustratos**

#### ***Manejo del suelo***

El suelo es un sistema dinámico en constante evolución y posee características físicas, químicas y biológicas particulares. El manejo sostenible del suelo busca mantener y mejorar sus características naturales a través de técnicas que aseguren la conservación de la fertilidad, minimizando la contaminación y evitando la erosión, la compactación y su salinidad. En particular, se debe:

- trabajar con drenajes adecuados
- al sembrar en terrenos con pendientes, superiores al 1.5%, los cultivos deben hacerse en curvas de nivel (sembrando en líneas que respetan un mismo nivel de altura para evitar arrastre de terreno por lluvias), dejando además protección vegetal en los bordes del cultivo
- mantener la cobertura del suelo y rotar los cultivos (a)
- realizar plantaciones de árboles y arbustos en los bordes de los campos

- utilizar cortinas forestales rompevientos (b)
- utilizar fertilizantes en forma adecuada;
- conocer cuántos nutrientes extraen los cultivos y cuántos fertilizantes minerales o abonos orgánicos se debe reponer para que el suelo no pierda su fertilidad y siga siendo productivo (CASAFE, 2015)

### ***Drenaje y erosión***

Los suelos con adecuado drenaje evitan la creación de microclimas que promueven la presencia de patógenos en los cultivos. Se deben controlar las pendientes del terreno y en caso necesario los canales de riego y drenaje para evitar posibles fuentes de erosión tanto hídricas (por escorrentías) como eólicas (voladuras de campos).

Para evitar la erosión, el terreno debe tener cobertura en lo posible con cultivos o restos vegetales, implantando árboles y arbustos como cortinas, tratando que no quede suelo “desnudo” que permita el desarrollo de un proceso erosivo.

Se recomienda mantener canales de riego y drenajes existentes para evitar la erosión; en la medida de lo posible, empastados. Se debe realizar control de malezas y agentes perjudiciales (CASAFE, 2015).

#### ***(a) Rotación con gramíneas y cultivos de servicio***

Una correcta rotación de cultivos es una práctica clave para la sostenibilidad del modelo productivo. Esta práctica agronómica, influye en las condiciones físicas y bioquímicas del suelo mejorando aspectos tales como, la estructura del suelo, la porosidad, infiltración y retención de agua, entre otros. Por otro lado, plantear distintos cultivos, permite disminuir los riesgos del sistema productivo. En esta práctica, se considerarán además los cultivos de servicio, es decir, cultivos que no se cosechan, sino que se usan para brindar algún beneficio al sistema como proteger el suelo contra la erosión, controlar malezas, proveer biológicamente nutrientes al suelo o regular nivel freático de napas.

La rotación con gramíneas y el uso de cultivos de servicio nos trae como ventajas:

- Disminución de incidencia de plagas y enfermedades
- Romper con el ciclo trigo-soja o soja-maíz-soja

- Control de malezas principalmente otoño-invierno-primaveral: alelopatía<sup>1</sup>

### ***(b) Implantación de árboles y/o arbustos***

Los ecosistemas forestales juegan un papel fundamental en la escorrentía, ya que modifican la forma en que las aguas acceden a los cauces, disminuyen drásticamente el escurrimiento superficial y en consecuencia la erosión y regulan las aguas subterráneas.

Esto se debe a que los bosques dotan a los suelos de una mayor capacidad de infiltración, interceptan precipitaciones y las distribuyen durante más tiempo, reducen la velocidad de desplazamiento de las aguas superficiales y regulan la humedad del suelo manteniendo una capacidad de almacenamiento aún en épocas de gran humedad. Esta última característica permite a los bosques mantener caudales permanentes de buena calidad en los cursos de agua (López, 1993).

En este punto se puede hacer hincapié en la Ley Agroforestal Provincial, Nº 10.467 en la que se crea el Plan Provincial de Agroforestación. La misma establece que los predios rurales deberán tener obligatoriamente, como mínimo, el 2% de su superficie o su equivalente, con cobertura vegetal arbórea o de forestación, en un plazo de 10 años. (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2017)

### ***Análisis, nutrición y fertilización de los suelos:***

Los análisis de suelos nos permiten conocer la fertilidad actual y potencial del suelo, así como las características físicas, químicas y biológicas:

- Físicas: composición del suelo en componentes como arena, arcilla y limo
- Químicas: disponibilidad de nutrientes, porcentaje de materia orgánica, presencia de sales, acidez, alcalinidad, sustancias tóxicas, entre otros
- Biológicas: microorganismos benéficos o patógenos, semillas de malezas

El uso de abonos, fertilizantes y/o enmiendas debe estar basado en información específica del lote y del cultivo. Es necesario realizar análisis del suelo y/o foliares del cultivo para corregir deficiencias o alcanzar niveles adecuados de nutrientes, asegurando la provisión suficiente en tiempo y forma de los mismos con el objeto de maximizar beneficios, sin degradar el suelo y evitar posibles contaminaciones.

---

<sup>1</sup> Alelopatía: influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta, sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta. (FAO, 2001)

Las aplicaciones excesivas de fertilizantes terminan contaminando el suelo y el agua y las aplicaciones deficientes degradando la fertilidad de los suelos. Por esto, es necesaria una aplicación equilibrada.

Estos recaudos corresponden también a la utilización de enmienda orgánica, acondicionadores y correctores de suelos. (CASAFE, 2015)

Para ello es importante utilizar como herramienta primordial el diagnóstico de fertilidad y la planificación del manejo del suelo a nivel predial. Se debe hacer hincapié principalmente en el análisis de materia orgánica, nutrientes (fósforo principalmente) y actividad biológica.

A partir del diagnóstico de fertilidad se determinará la cantidad y lugar adecuado de enmiendas, evitando deficiencias o excesos.

### **3- Capacitación:**

La capacitación a todos los niveles (gerencial, técnicos, administradores, operarios, entre otros) es fundamental en todo proceso de cambio y mejora. (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2018)

Es importante este punto para que la toma de decisiones se realice de manera consciente y con conocimientos que respalden cada una de ellas.

### **4- Manejo integrado de plagas (MIP)**

El Manejo Integrado de Plagas, o MIP, es la utilización de manera criteriosa y adecuada de todas las técnicas de tratamiento y manejo disponibles de los problemas sanitarios que afectan el cultivo. Dicho manejo incluye métodos físicos (mecánicos), químicos (productos fitosanitarios), biológicos (promoción de predadores naturales), legales, culturales, etc. El MIP se basa en métodos preventivos, de observación, intervención y control. Dicho manejo requiere de recursos básicos, los cuales forman una pirámide de control, donde se comienza por el monitoreo de los cultivos, la determinación de las tácticas de control a utilizar (manejo del cultivo, clima, suelo, normas legales, relaciones interespecíficas y umbrales de daño), y su uso efectivo.

Para la optimización del MIP, es necesaria la correcta identificación de organismos benéficos o perjudiciales, la biología, la mortalidad natural, entre otros. Dentro del programa MIP, el productor debe demostrar que realiza actividades de prevención y seguimiento de las plagas antes de implementar un procedimiento de intervención con productos fitosanitarios. Estas actividades de prevención y seguimiento deben realizarse durante las actividades previas al cultivo, durante su

desarrollo y tras la cosecha y postcosecha de la producción. Las actividades de prevención referidas incluyen diferentes decisiones, como:

- elección de variedades adecuadas
- fecha de siembra o plantación
- rotación de cultivos
- labores culturales
- control biológico
- evaluación de las condiciones climáticas
- monitoreo de plagas

En cuanto a la aplicación de productos para el control de plagas, el productor debe conocer los umbrales de daño establecidos por entidades idóneas para cada plaga y cultivo. El conocimiento de los umbrales de daño (UD: cantidad de plaga necesaria para afectar económicamente la producción) y saber en qué momento intervenir con una medida de control son cuestiones clave para tomar decisiones sobre las medidas de control a implementar, debiendo adecuar éstas a los casos estrictamente necesarios siguiendo las indicaciones adecuadas para su utilización. (CASAFE, 2015)

Es importante la realización de MIP a nivel zonal, para prevenir problemas entre lotes, como migración de plagas a lotes aledaños, aplicación de fitosanitarios que afecten la fauna benéfica, momento oportuno para la aplicación de los fitosanitarios para el control de determinadas plagas, que permita utilizar los productos eficientemente, evitando derivas y garantizando que su uso sea seguro e inocuo tanto para los usuarios como para el ambiente y la sociedad.

### ***5- Aplicación de fitosanitarios***

Los fitosanitarios constituyen una herramienta útil que permiten minimizar o impedir el daño que las plagas puedan causar a los cultivos y, por lo tanto, afectar el rendimiento y calidad de la producción. Cada decisión de aplicación debe estar respaldada por un programa MIP y respetar los umbrales de aplicación y dosis establecidas en la etiqueta del producto. (CASAFE, 2015).

Se debe tener en cuenta en este punto **la Ley Provincial Nº 9164** de Productos Químicos y Biológicos de uso agropecuario cuyo principal objetivo es la protección de la salud humana, de los recursos naturales, de la producción agropecuaria y del patrimonio de terceros de los daños implicados en dicha actividad, además de preservar la calidad de los alimentos, asegurar la trazabilidad y consolidar el desarrollo sostenible.

La Ley abarca a todas las personas físicas o jurídicas, privadas o públicas, que actúen en la elaboración, formulación, transporte, almacenamiento, distribución, fraccionamiento, expendio, aplicación, utilización, disposición final de envases usados y toda otra operación que implique el manejo de productos químicos o biológicos destinados a la producción agropecuaria y agroindustrial en toda la Provincia de Córdoba. (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2005)

### **6- Agricultura sustentable certificada**

Agricultura Sustentable Certificada (ASC) se refiere a la utilización de un sistema de gestión de calidad, específico para esquemas de producción en Siembra Directa propuesto por Aapresid. La implementación de la ASC contempla la adopción de un conjunto de Buenas Prácticas Agrícolas, reunidos en el Manual de BPA de Aapresid; paralelamente, el registro de la gestión agronómica y la medición de indicadores químicos y físicos del suelo, según un Protocolo propuesto de ASC, para la posterior auditoría externa y certificación del proceso productivo. (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2018)

### **7- Gestión del ambiente**

Los sistemas productivos pueden generar impactos ambientales que no necesariamente se manifiestan dentro de los límites físicos del mismo. Por ello es necesario identificar los riesgos ambientales asociados a la producción de cultivos intra/extra establecimiento y las prácticas y tecnologías que los minimicen.

Se deben identificar riesgos asociados a:

- las personas: aquellas involucradas en la producción y en la sociedad en general. (Ejemplo: horarios y distancia de aplicación de productos fitosanitarios)
- el suelo: conservación de la capacidad productiva del suelo (fertilidad química y física), erosión eólica y/o hídrica
- los cursos de agua superficial y subsuperficial: polución difusa, eutrofización de cuerpos de agua
- el aire: emisión de gases por quema de residuos (bidones de productos fitosanitarios, por ejemplo)
- la manipulación de productos fitosanitarios: MIP, tecnologías de precisión, tomar las medidas necesarias para reducir al mínimo posible el riesgo para las personas.

- la calidad de producto: identificar los puntos críticos de la cadena de producción que puedan afectar la calidad e inocuidad final del producto (residuos de productos fitosanitarios, aflatoxinas<sup>2</sup>, etc.)
- el manejo de residuos: realizar el triple lavado e inutilización de bidones plásticos de productos fitosanitarios. Identificar los centros de acopio cercanos al establecimiento para realizar la deposición final, teniendo en cuenta la legislación, según corresponda
- la biodiversidad: relevar si se cuenta con un área protegida (parque nacional, reserva ecológica, etc.) en las cercanías del establecimiento para dimensionar el impacto de la actividad sobre las especies. Promocionar la implantación de zonas “buffer” o “barreras vegetales”

La identificación de riesgos debe ser seguida de una priorización sobre la cual se basa la planificación de incorporación progresiva de procesos asociados al cuidado del ambiente. La planificación debe estipular la incorporación de prácticas/tecnologías con el fin de generar un proceso de mejora continua. El monitoreo a través de indicadores permite ver la evolución de los recursos naturales en función a los riesgos identificados inicialmente y otros nuevos que puedan surgir de la implementación de nuevas tecnologías. El desarrollo de tecnologías es dinámico, por lo que es necesario contar con un plan de capacitación.

En la medida de lo posible se deben incorporar tecnologías que permitan reducir los impactos sobre el ambiente y las personas.(CASAFE, 2015)

---

<sup>2</sup> Aflatoxinas: toxinas producidas por el género de hongos *Aspergillus* sp. (FAO, 2001)

## Conclusiones

Los resultados obtenidos conducen a validar el uso de la herramienta como un recurso más para alcanzar resultados productivos en el marco de la sustentabilidad.

Lo novedoso es el nivel de detalle utilizado en la elaboración de la herramienta y además, la unificación de la información en un solo Mapa, en comparación con aquellos preexistentes.

Este Mapa utilitario otorga, tanto a técnicos, como a productores, la capacidad de detectar rápidamente prioridades y nivel de intensidad necesarios para la aplicación de BPAs, dentro de un Plan de Manejo Integral de Cuencas Agrícolas.

El aporte que la herramienta ofrece es clave a la hora de planificar tanto desde el punto de vista ambiental para la conservación de recursos, como también en lo productivo para optimizar el beneficio económico sin perder de vista la sostenibilidad del ambiente.

## Bibliografía

Brundtland, H. G. (1987). *Our Common Future*.

Calvente, A. M. (2017). *De la Globalización a la Planetarización. El devenir de la civilización Humana en la búsqueda del enlace sostenible*. Retrieved from <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/cs/UAIS-CS-200-001 - Planetarizacion.pdf>

CASAFE. (2015). *Buenas Prácticas Agrícolas Lineamientos Base*. Retrieved from <https://www.casafe.org/pdf/2015/BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS/BuenasPracticasAgricolas-LineamientosdeBase.pdf>

FAO. (2001). *FAO*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0f.htm>

FAO. (2016). *FAO*. Retrieved from <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2017). *Plan Provincial de Agroforestación*. Retrieved from [http://proyectoforestarcordoba.com.ar/?proyectoforestarcordoba\\_com\\_ar%2F](http://proyectoforestarcordoba.com.ar/?proyectoforestarcordoba_com_ar%2F)

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (n.d.). *Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba*.

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2005). *Ley Provincial N° 9164 de Productos Químicos y Biológicos de uso agropecuario*. Retrieved from [file:///C:/Users/usuario/Downloads/DECRETO\\_132\\_2005\\_Reglamentario\\_Ley\\_Agroquimicos1.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/DECRETO_132_2005_Reglamentario_Ley_Agroquimicos1.pdf)

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2015). *Carta lo de los Suelos, hoja Rio Tercero*. Retrieved from <http://suelos.cba.gov.ar/RIOTERCERO/index.html#411>

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2018). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas*. Retrieved from <https://bpa.cba.gov.ar/>

Ing Agrónomo Crusta, L. (2001). *La solución es que el agua que cayó en los campos se quede donde está*. Retrieved from <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/la-solucion-es-que-el-agua-que-cayo-en-los-campos-se-quede-donde-esta-nid196057>

INTA. (2015). Cartografía de los Suelos INTA. Retrieved from <https://inta.gob.ar/documentos/la-cartografia-de-suelos>

Mendoza, B. (2010). *Manejo de cuencas zonas altoandinas*.