

Universidad Empresarial Siglo 21



Trabajo final de grado. Manuscrito científico.

Licenciatura en Administración Agraria

“Análisis de los costos/beneficios de incorporar sistemas de riego en campos de la provincia de San Luis”



Autor: Vaudagna Grassi, Julián

DNI: 38.331.874

Numero de legajo: AAG00847

Tutor: Hernán Hoyos

Año 2020

Índice

Resumen	3
Abstract.....	4
Introducción	5
Métodos	16
Diseño, enfoque y tipo de investigación.....	16
Información testimonial.....	16
Instrumentos	17
Análisis de datos	18
Resultados.....	19
Características agroambientales de la provincia de San Luis	19
Entrevistas a Ingenieros agrónomos especializados en sistemas de riego.....	23
Discusión	26
Bibliografía.....	36
Anexo.....	37

Resumen

El presente trabajo analiza y expone en detalle los costos y beneficios de incorporar sistemas de riego en campos de la provincia de San Luis. Esta investigación explicativa con un enfoque cualitativo, se sustentó en una recopilación bibliográfica del INTA y el Ministerio de Agricultura y pesca que permitió el estudio de las características agroambientales de la provincia de San Luis, entrevistas a ingenieros agrónomos especializados en sistemas de riego que determinaron que equipos son óptimos para la provincia y un análisis de costos-beneficios relativizados al incremento en los rindes de maíz y soja. Con este análisis se deja expuesto que en la provincia de San Luis, debido al déficit hídrico que padece, los sistemas de riego por pivote central, por cañón y por manga, resultan herramientas muy beneficiosas. Estas tecnologías permiten estabilizar la producción, disminuir el riesgo y acompañar las variables climáticas que afectan negativamente los ciclos productivos, diversificando cultivos y contribuyendo al desarrollo de la economía regional. Los hallazgos de este trabajo pretenden aportar al productor, información pertinente respecto a las ventajas y desventajas de los sistemas mencionados, para decidir su incorporación teniendo pleno conocimiento de sus costos y beneficios.

Palabras claves: Riego. Costos. Beneficios. San Luis. Rendimiento.

Abstract

The present work analyzes and exposes in detail the costs and benefits of incorporating irrigation systems in fields in the province of San Luis. This explanatory research with a qualitative approach was based on a bibliographic compilation by INTA and the Ministry of Agriculture and Fisheries that allowed the study of the agro-environmental characteristics of the province of San Luis, interviews with agricultural engineers specialized in irrigation systems that determined that equipment is optimal for the province and a cost-benefit analysis relative to the increase in corn and soybean yields. With this analysis it is exposed that in the province of San Luis, due to the water deficit that it suffers, the central pivot, canyon and sleeve irrigation systems are very beneficial tools. These technologies allow to stabilize production, reduce risk and accompany climatic variables that negatively affect production cycles, diversifying crops and contributing to the development of the regional economy. The findings of this work are intended to provide the producer with pertinent information regarding the advantages and disadvantages of the aforementioned systems, to decide on their incorporation with full knowledge of their costs and benefits.

Key words: Irrigation. Costs. Benefits. San Luis. Performance.

Introducción

El suelo cumple diversas funciones: proveer de sustento para la productividad animal y vegetal; la edafización; el ciclado de nutrientes y el agua; y el filtrado de contaminantes. La fertilidad del suelo, integra los principios básicos de la biología, química y física del mismo, esta disciplina sirve para desarrollar prácticas de manejo en forma rentable y ambientalmente segura, que permitan realizar un uso más eficiente del recurso sin degradarlo. Por lo tanto, los usuarios deben conocer cuáles son los procesos y mecanismos básicos que regulan el manejo del suelo para hacer un uso sustentable del mismo. (Saenz y Colazo, 2015)

Uno de los aspectos más importantes ante el reto de producir alimentos con recursos hídricos cada vez más limitados, es incrementar la eficiencia del uso del agua en la producción agrícola.

En Argentina los suelos ubicados en regiones semiáridas (como por ejemplo, provincia de La Rioja, San Juan, Mendoza, San Luis), dependen casi exclusivamente de las precipitaciones variables que suelen ser menores a 500mm anuales, las cuales no alcanzan para cubrir demandas de cultivos de altos rendimientos. (Peña Zubiate y d`Hiriart, 2006)

En estas regiones gestionar adecuadamente el agua implica manejar la captación, el almacenaje, la conservación del agua pluvial en el suelo y la eficiencia en el uso de la misma mediante cultivos forrajeros o agrícolas.

Así mismo conocer la probabilidad de las precipitaciones y el agua almacenada en el suelo, permite reducir la incertidumbre y manejar el riesgo de éxito asociado al principal factor que determina la productividad de los cultivos.

Otro factor para mejorar la eficiencia en el uso del agua puede ser implementar sistemas de riego, con la finalidad de ofrecer soluciones hídricas para cultivos y suelos donde las condiciones climáticas no son muy favorables. (Saenz y Colazo, 2015)

“Los sistemas de riego permiten racionalizar el agua disponible, además, hacen que se genere mayor automatización en los cultivos, lo que permite el ahorro de mano de obra y energía” (Gonzalez, 2016)

Los métodos de riego según Demin (2014), se pueden clasificar en dos grandes grupos: riego por superficie o gravedad y riego presurizado. A su vez dentro de cada uno de estos grupos, encontramos distintas modalidades de implementarlos. (Ver imagen 1)

Riego por superficie o de gravedad: es un método de riego basado en aplicar el agua al suelo por gravedad, para su distribución utiliza la superficie del terreno. Para que el mismo sea eficiente es aconsejable que se realicen en suelos bien nivelados, profundos y uniformes.

Dentro de las ventajas podemos mencionar que este sistema tiene relativamente bajos costos de inversión y no requiere consumo de energía. Existen varias formas de regar por superficie: por melga, por surco y tendido, este último es el más ineficiente.

- El riego tendido: es una de las formas más antiguas de riego. Se caracteriza por presentar elevadas pérdidas ya que la distribución del agua dentro del lote es despareja, por lo tanto el agua disponible para las plantas es baja o nula, quedando sectores con excesos de agua.
- El riego por surco: El agua en este tipo de riego avanza por pequeños surcos o canales, desde un sitio más alto a otro más bajo, es decir, desde la cabecera hasta los pies. Se adapta a cultivos sembrados en líneas

como frutales y hortícolas, pero la eficiencia de este método puede llegar a ser muy baja según las características del suelo, los surcos y la infiltración, quedando disponible para las plantas el 40% del agua.

- El riego por melga: Es un método útil para regar pasturas, cereales y en algunos casos, frutales. El agua avanza de manera encajonada por un espacio de suelo contenida entre bordos de tierra, desde la cabecera hasta el pie. Tiene las desventajas de necesitar un suelo bien nivelado y una gran cantidad de agua.

Riego presurizado: el agua en todo sistema presurizado es conducida por tuberías, con una cierta presión, llegando directamente a las plantas. Este sistema evita las pérdidas por infiltración en la distribución y conducción, logrando que quede mayor cantidad de agua disponible para las plantas. El agua se puede captar de río, canal o de perforación si es agua subterránea. Para implementar este sistema de riego eficientemente se debe utilizar un sistema hidráulico que tenga en cuenta las formas, ubicación y dimensiones de los lotes, la orientación y las distancias de las líneas de plantas, etc., para saber cómo será la disposición de las tuberías en el campo y poder luego instalarlas.

Existen distintos tipos de riego presurizado (Demin, 2014)

- *Riego por aspersión*: en este sistema el agua es conducida por tuberías a presión que al llegar al aspersor, el chorro se rompe en muchas gotas que caen sobre el suelo, permitiendo aplicar el agua en forma de lluvia sobre la planta. Sirve en lugares, donde el viento no es importante ya que puede sufrir elevadas pérdidas por evaporación. Este sistema demanda gran

cantidad de energía eléctrica, ya que necesita una elevada presión para su funcionamiento.

Se utilizan distintos equipos para llevar adelante riegos por aspersión:

- ✓ Cañones enrolladores o cañones viajeros: Requieren una inversión inicial baja, cubren mayores superficies por posición de riego, de 30-40 hectáreas aproximadamente. La eficiencia de distribución es afectada por los vientos. (Saenz y Colazo, 2015)
- ✓ Pivote central: Es uno de los sistemas de mayor difusión. Se basan en el desplazamiento circular, generalmente con tracción eléctrica de una cañería de acero que está suspendida a una determinada altura del suelo con torres metálicas, equipadas con ruedas neumáticas ubicadas regularmente a lo largo del sistema. Así, el pivote central riega un círculo con una lámina preestablecida sobre una determinada superficie, en función del largo del sistema, el caudal y el tiempo neto.

Fue creado y desarrollado en EE.UU con el objetivo de cubrir necesidades tales como la eliminación de mano de obra, la posibilidad de regar cultivos altos sobre terrenos ondulados en suelos pesados o arenosos de manera interrumpida con la factibilidad de incorporar agroquímicos a través del sistema. Posee una alta eficiencia de riego (80 a 85%), bajos consumos de energía y no requiere prácticamente mano de obra para su funcionamiento. Son necesarios caudales de por lo menos 120000 litros por hora para justificar la inversión inicial de un equipo. Uno de los factores que afectan la eficiencia de riego es la

infiltración de las láminas de agua a aplicar a medida que se produce el alejamiento desde el punto de pivotamiento. (INTA, s.f.)

- ✓ Avance frontal: Es un ramal similar al pivote pero con los dos extremos móviles. Puede estar constituido por dos ramales, uno a cada lado de la fuente de suministro de agua. Se lo utiliza para regar superficies rectangulares. Requiere mayor mano de obra que un pivote. Puede abastecerse de agua desde canales o perforaciones. (Saenz y Colazo, 2015)
- ✓ Side roll: Es un sistema de riego mecanizado utilizado en cultivos de menos de 1,2 metros de altura. Tiene una eficiencia del 80%. La inversión inicial es menor a un sistema de avance frontal o pivote. La principal desventaja es que no se adapta a cultivos altos como sorgo o maíz. (INTA, s.f.)
- Riego por microaspersión: Consiste en la aplicación de agua al suelo en gotas muy pequeñas. Este método es recomendable para cultivos como frutales, algunas hortalizas y riego en viveros. El diámetro de mojado que genera el micro aspersor es de 3-4 metros aproximadamente. Los más comunes son los microaspersores en los que se clava un soporte en el suelo y se abastece de agua de una manguera que suele estar superficial. O los microjets que se colocan de tal manera que cuelgan por encima de las plantas conectados a una manguera para abastecerlas de agua.

- Riego por goteo: Es el sistema más eficiente en el uso del agua, 90%. Se adapta a cualquier tamaño y forma de superficie. El agua es aplicada en forma de gotas de manera continua en un lugar cercano a la planta, mojando solo el 30% del volumen de suelo. Es el más eficiente en cuanto a la aplicación, ya que en lugares con vientos fuertes, al mojar solo una parte del suelo se reduce la evaporación. En la tubería de este sistema, el agua circula con presión pero la gota cae al suelo sin presión, permitiendo que se forme un bulbo húmedo debajo de cada goteo y la planta desarrolle una mayor cantidad de raíces. Es adecuado para utilizar en riegos de hortalizas y frutales.

Saenz y Colazo (2015) establecen dos tipos de goteos, superficial o subterráneo. Estos sistemas no necesitan mano de obra porque quedan fijos en el lote, pero requieren mayor mantenimiento, que el agua sea filtrada y una inversión alta.

Lo más importante a la hora de implementar un sistema de riego que resulte efectivo y se adapte a un determinado tipo de cultivo, es conocer la disponibilidad en volumen y calidad de agua, saber de la geometría del cultivo en área y marco de siembra, el requerimiento de agua del cultivo según su etapa productiva, topografía y tipo de suelo. (Gonzalez, 2016)

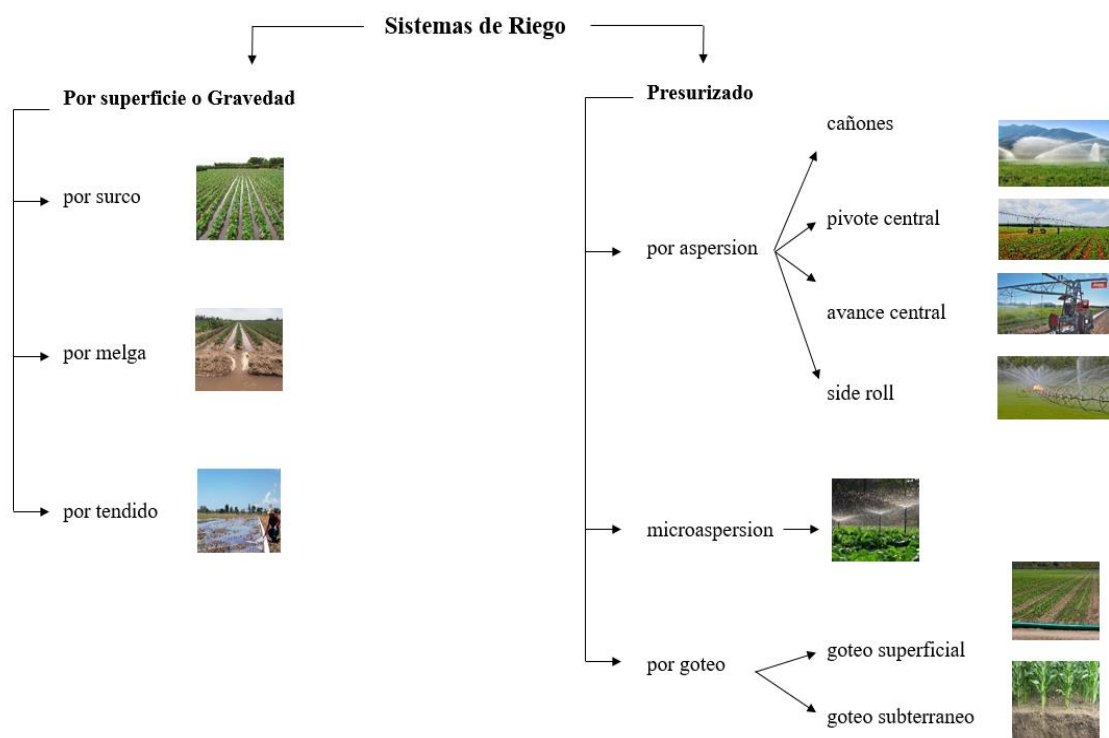


Imagen 1. Cuadro sinóptico: sistemas de riego. Elaboración propia con fotos recuperadas de <https://www.google.com/search?q=sistemas+de+riego> (2020)

Desde la segunda mitad del siglo XX, la producción agrícola irrigada en Argentina creció notablemente, como así también se expandió la superficie cultivada bajo esa modalidad. Al modernizarse e incorporar obras de infraestructura a tal fin, se comenzó a expandir el riego complementario, utilizado principalmente para incrementar producciones de semillas de alto potencial genético, así como las producciones de secano en las áreas sub-húmedas y húmedas del país. (Ministerio de Agricultura, s.f.)

Los especialistas todavía avizoran un amplio horizonte expansivo respecto a este tema y estiman que, en menos de dos décadas si se desarrollan las políticas adecuadas, se podrían llegar a duplicar las superficies bajo riego de la Argentina. Este incremento sumado al acondicionamiento de las superficies existentes, producirían un salto productivo con su consecuente impacto económico.

Para alcanzar ese nivel de desarrollo, el riego en el país debe hacer frente a diversos factores limitantes, como aspectos legales, ambientales, técnicos, institucionales y financieros, para que no perjudiquen ese potencial expansivo y favorezcan a la transformación dinámica del riego nacional.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, a los efectos de subsanar las limitaciones que restringen el desarrollo del riego y estimular las potencialidades del riego en todo el territorio nacional, formuló el Plan Nacional de Riego de la República Argentina (PNR). La intensión de dicho plan constituye la base conceptual e institucional para la ejecución y formulación de diferentes proyectos y programas que aborden variadas temáticas sobre agricultura irrigada. (Ministerio de Agricultura, s.f.)

En mayo de 2018, mediante la Resolución N°108/2018, el ministerio de Agroindustria de la Nación lanzó el Plan Nacional de Riego 2018-2030. Esta iniciativa, cuyo objetivo principal consiste en impulsar el desarrollo sustentable e integral de la agricultura irrigada en el territorio nacional incrementando la eficiencia media de aplicación del agua, intenta alcanzar en 2030 una superficie total bajo riego de 6 millones de hectáreas, casi el triple de las existencias documentadas en 2015, equivalentes a unos 2 millones de hectáreas. (Diaz, 2018)

Los objetivos más específicos y significativos del PNR 2018-2030 proponen acciones y medidas referidas a:

- (a) Fortalecer las capacidades tanto de instituciones públicas, provinciales y nacionales para la gestión de los sistemas de riego, como de usuarios y otros agentes intervinientes de agua de riego en todo el territorio nacional.

- (b) capacitar a los agentes públicos y privados involucrados en los distintos sistemas de riego distribuidos en el territorio nacional, en el diseño, ejecución y gestión eficaz y eficiente de las acciones requeridas para el uso, la expansión, renovación y mantenimiento de los distintos sistemas de irrigación
- (c) Articular los esfuerzos investigativos de distintas instituciones en los campos del conocimiento y monitoreo de los recursos hídricos aplicables a riego, de la adecuación de la agricultura de irrigación al cambio climático, y del desarrollo y difusión de tecnologías aplicables a mejorar la performance de la agricultura bajo riego. Coordinar las capacidades y recursos disponibles en lo referido al diseño y la ejecución de las obras de infraestructura pública destinadas a la renovación, expansión y mantenimiento de los sistemas de riego del país.
- (d) Disponibilizar financiamiento tanto público como privado para la inversión en la expansión de áreas irrigadas y su modernización tecnológica
- (e) Fortificar las actividades orientadas a la preservación ambiental, desarrollando actividades de concientización destinadas a fomentar la preservación del agua y de los suelos como medida de adaptación frente al cambio climático.
- (f) Coordinar acciones entre las provincias y el estado nacional a fin de alcanzar un cuerpo legal regulatorio de los esquemas de propiedad y uso del agua, de carácter armónico y homogéneo.

Si bien el plan plantea un fuerte vínculo con instituciones públicas o privadas del país que tengan experiencia en materia de irrigación y recursos hídricos, como por ejemplo, el INTA, considera actores claves a las provincias, ya que en la implementación del mismo, el agua es un recurso natural, cuyo dominio originario les pertenece.

La provincia de San Luis se encuentra en la región semiárida y árida de la República Argentina. Esta es una zona mixta en la cual se realiza agricultura extensiva, con una gran inestabilidad de rendimientos debido a la variabilidad de las lluvias. Las precipitaciones son inestables durante el año, se concentran desde fines de primavera hasta comienzos de otoño y los inviernos son extremadamente secos, por lo que en la agricultura de secano predominan los cultivos estivales.

La franja este de la provincia presenta déficit hídrico para la producción agrícola durante todo el año con precipitaciones menores a 300mm. En la franja oeste las lluvias van desde los 500 mm a 700 mm.

Los cambios climáticos que se produjeron en las últimas décadas, se caracterizaron por un aumento en las precipitaciones entre octubre y marzo, una disminución de la radiación solar y temperatura máxima, y un incremento de la temperatura mínima durante la mayor parte del año. Estos cambios, sumados a un avance en la eficiencia en el uso del agua por la adopción del sistema de siembra directa, contribuyeron a acrecentar el rendimiento de los cultivos de verano y por ende el avance de la frontera agrícola hacia el oeste. (Saenz y Colazo, 2015, pág. 72)

Los sistemas de riego tradicionales en la provincia de San Luis son por gravedad. En la década de 1990 para mayor eficiencia en el uso del agua, comenzó a expandirse la superficie bajo riego por aspersión. Los sistemas de riego tradicionales por gravedad tienen una eficiencia global del 50%, mientras que la de los de riego por aspersión mediante pivote central, alas regadoras o cañones, es del 80% en promedio. Una tecnología que se comenzó a difundir en los últimos años son los sistemas de riego por goteo subterráneo, destinados a la producción extensiva. (Saenz y Colazo, 2015, pág. 114)

El riego todavía no es un producto popular en el campo argentino, como si lo es en las grandes potencias agrícolas, como Brasil. Los sistemas de riego en Argentina son un mercado en desarrollo y con un potencial enorme.

En la actualidad se hace imprescindible avanzar en infraestructura hídrica y políticas de financiamiento, para que el riego sea una herramienta accesible para todo tipo de productores. Hoy por hoy la tecnología de riego no solo permite aumentar los rendimientos, sino también estabilizarlos, y en consecuencia hacer la producción más previsible. (Villamil, 2017)

Con el presente trabajo se pretende llevar a cabo un análisis minucioso de los costos-beneficios de incorporar sistemas de riego en campos de la provincia de San Luis que logren la estabilización de la producción, disminuyan el riesgo productivo y permitan diversificar cultivos.

La relevancia de esta investigación radica en demostrar que el acondicionamiento e incremento de las hectáreas bajo riego de esta provincia que padece déficit hídrico, podría contribuir al desarrollo de la economía regional, generar un aumento en los ingresos de las empresas y consecuentemente del PBI.

Para esto será necesario indagar sobre las tecnologías en materia de riego que puedan aplicarse para aprovechar los recursos hídricos existentes. También se deberá investigar con precisión las características de los suelos puntanos para potenciar los rendimientos con la incorporación de sistemas de riego eficaces.

El objetivo de este análisis es determinar los costos beneficios de incorporar sistemas de riego en campos de la provincia de San Luis, con la intención de brindarle al productor asesoramiento e información precisa sobre la incorporación de tecnología

hídrica, que le permita incrementar de forma sustentable la producción irrigada en sus suelos.

Objetivos

Objetivo general

Análisis costo-beneficio de incorporar sistemas de riego en campos de la provincia de San Luis.

Objetivos específicos

- Exponer las características agroambientales de la provincia de San Luis.
- Relevar información de sistemas de riego propicios para dicha provincia.
- Establecer costos-beneficios de incorporar determinados sistemas de riego.

Métodos

Diseño, enfoque y tipo de investigación

La investigación del presente trabajo es de tipo explicativa y tiene un enfoque cualitativo, ya que expone los costos beneficios de incorporar sistemas de riego en la provincia de San Luis analizando las ventajas y desventajas de cada uno.

El diseño de la investigación fue no experimental, de tipo transeccional o transversal, ya que se recabaron los costos de los sistemas de riego y las características de los campos de San Luis para un momento determinado en el análisis.

Información testimonial

Las unidades de análisis para este manuscrito estuvieron determinadas por una recopilación bibliográfica de 5 trabajos, papers e investigaciones relevados del INTA,

Ministerio de Agricultura de la Nación y artículos periodísticos que brindaron datos que permitieron conocer las características de los campos en la provincia de San Luis y realizar el análisis costo beneficio de incorporarles sistemas de riego. El muestreo fue no probabilístico de tipo intencional, ya que los datos se recabaron de acuerdo a características específicas que correspondieron a los fines de esta investigación con los recursos y tiempo disponibles.

Instrumentos

Para llevar adelante la investigación, se recabó información de las características agroambientales de campos de la provincia de San Luis en libros, papers y entidades que aportaron dichos datos. (INTA, Ministerio de Agricultura de la Nación, etc.)

Se entrevistó de manera telefónica y vía online con preguntas abiertas, a tres profesionales ingenieros agrónomos, que tenían amplios conocimientos en el uso y la implementación de sistemas de riego en suelos de zonas áridas y semiáridas. (Ver anexo) El criterio de elección de los mismos radicó en que uno de ellos es fundador de una compañía nacional fabricante de sistemas de riego, el segundo profesional comercializa equipos para una empresa argentina y el ultimo ingeniero se desenvuelve laboralmente para una compañía que tiene 10000 hectáreas bajo riego en la provincia de San Luis desde hace más de 10 años.

Se averiguó en empresas que comercializan sistemas de riego en Argentina, los costos, ventajas y desventajas de las herramientas que ofrecen en el mercado para la posterior evaluación y comparación de las mismas.

Análisis de datos

Se transcribieron las entrevistas realizadas de manera telefónica y vía online a productores e ingenieros agrónomos, para exponer datos y derivar conclusiones.

Se recabaron costos de los sistemas de riego para efectuar comparaciones y gráficos mediante Excel, relativizándolos a cultivos (soja/maíz) y pudiendo así, analizar como impactan en los rendimientos y si se justifica la inversión.

Se realizaron tablas comparativas para exponer ventajas y desventajas de cada sistema y luego se analizaron los costos beneficios de los mismos.

Resultados

Características agroambientales de la provincia de San Luis

- ✓ Climáticamente San Luis puede subdividirse en dos grandes áreas: zona de llanura, que ocupa mayor extensión y donde se encuentra ubicada la ciudad Capital; y zona serrana, que por causas orográficas tiene diferencias, en los elementos del clima como temperaturas, vientos, precipitaciones, con el área de llanura que lo rodea. La región posee un clima pampeano semiárido, caracterizado por la necesidad de riego para los cultivos.
- ✓ Régimen térmico

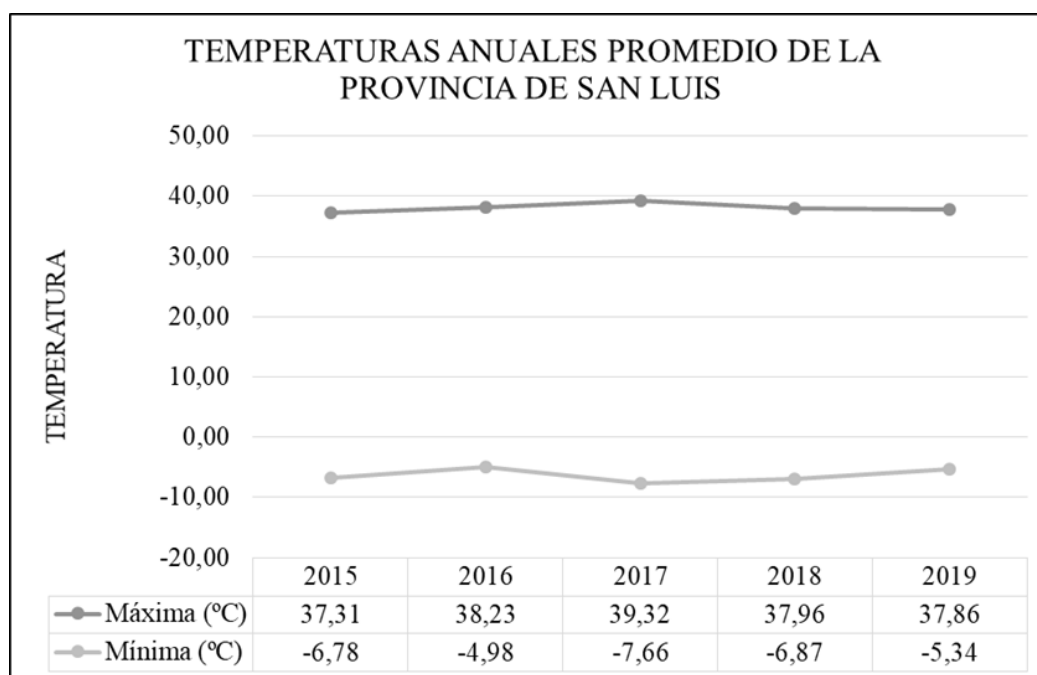


Imagen 2. Temperaturas promedio anuales de la provincia de San Luis. Elaboración propia con datos tomados de <http://clima.edu.ar/> (2020)

- ✓ Régimen de vientos

Los vientos Norte, Este y Sureste que penetran en el territorio Argentino desde el océano Atlántico descargan la humedad en su recorrido por la región Pampeana, y

provocan escasa lluvias en San Luis. La velocidad de los mismos es moderada a través del año, los meses con menor frecuencia de vientos son abril y mayo, siendo primavera y comienzo de verano la época de mayor frecuencia de vientos.

✓ Humedad relativa

La humedad relativa en los distintos meses del año es relativamente baja, con un promedio del 57% anual. Primavera y verano son las estaciones de menor humedad relativa, lo que influye en la intensidad de radiación solar y la evapotranspiración de los cultivos

✓ Régimen de lluvias

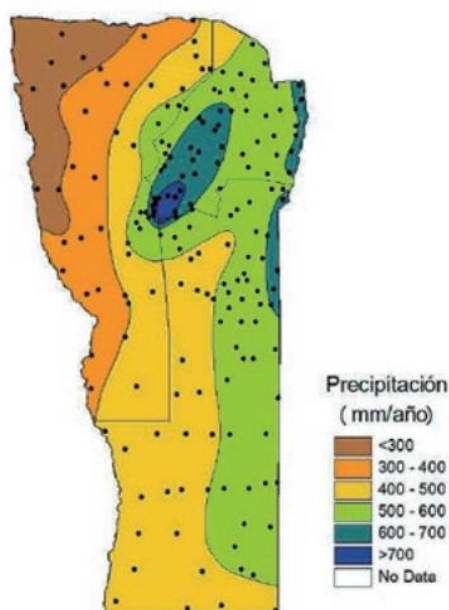


Imagen 3. Precipitaciones media anual según modelo de interpolación desarrollado por BRS (2000). Puntos = estaciones meteorológicas. Tomado de Sáenz y Colazo, (2015). (2020)

Las precipitaciones son insuficientes, concentradas en el verano e irregulares. Dado que se producen en forma de violentos y breves chaparrones, lavan más aún el suelo de la región – de por sí, pobre y salino- volviéndolo cada vez más desértico.

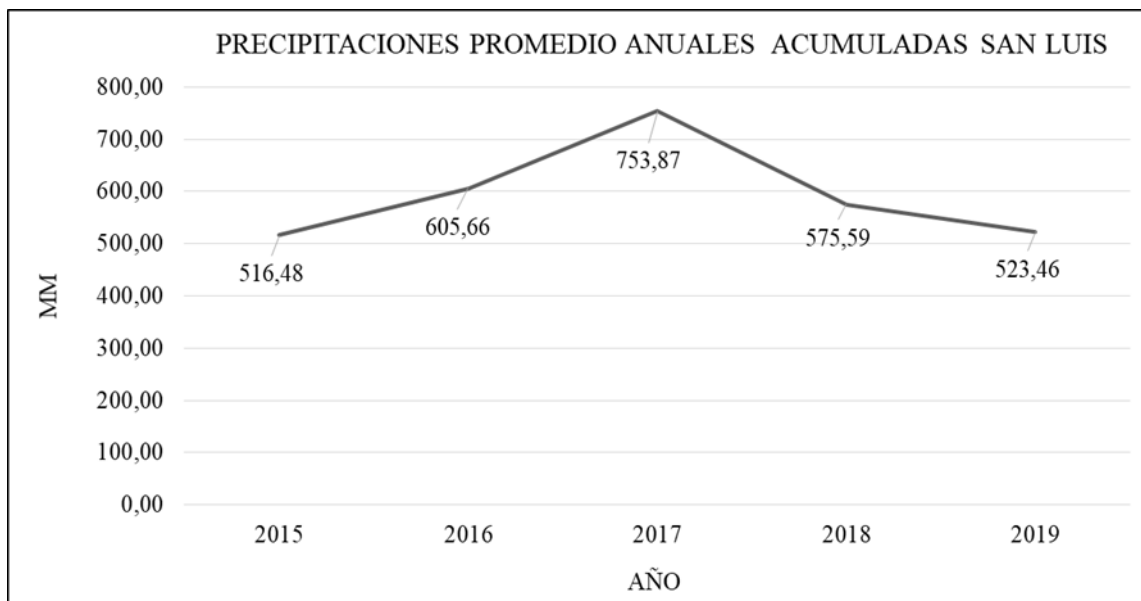


Imagen 4. Precipitaciones promedio anuales de la provincia de San Luis. Elaboración propia en base a <http://clima.edu.ar/> (2020)

✓ Evapotranspiración y balance hídrico

La deficiencia hídrica es permanente, incrementándose en la estación estival. Durante todo el año prevalecen condiciones hídricas desfavorables para los cultivos y pasturas, repercutiendo en la actividad agropecuaria. La extrema variabilidad de las precipitaciones y los elevados valores de evapotranspiración, exige como prioridad para la agricultura de secano, la aplicación de tecnologías que minimicen los efectos de los déficit hídricos permanentes.

✓ Área de cultivos

Comprenden principalmente áreas interserranas de relieve ondulado. La fisonomía original ha sido modificada por desmonte para cultivos, principalmente maíz, sorgo, soja, centeno, trigo y girasol. Se estima que anualmente se siembran unas 300000 hectáreas de maíz. Los departamentos con mejor producción agrícola son Chacabuco, el

norte de Pedernera y el este de Pringles, por sus suelos fértiles y abundantes precipitaciones pluviales.

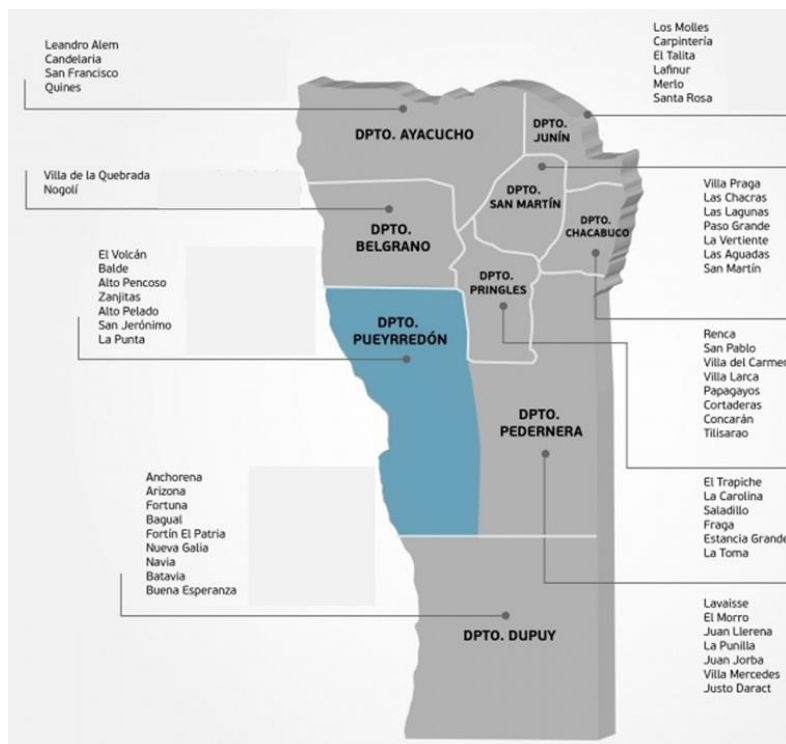


Imagen 5. Provincia de San Luis dividida en departamentos. Recuperado <http://www.periodistasenlared.info/octubre15-28/nota4.html> (2020)

Rindes cultivos soja/maíz provincia de San Luis

CAMPAÑA	RINDE SOJA KG/HA	RINDE MAIZ KG/HA
2010	1800	5400
2011	2240	5600
2012	1300	4450
2013	1730	5130
2014	2040	6400
2015	3080	7060
2016	2400	7410
2017	2850	7560
2018	1750	5080
2019	2220	6260

Imagen 6. Rindes soja y maíz últimos 10 años, provincia de San Luis. Elaboración propia (2020)

Entrevistas a Ingenieros agrónomos especializados en sistemas de riego

Actualmente se riegan 21.000 hectáreas con sistemas por gravedad y otras 47.000 por aspersión, principalmente a través de pivotes centrales.

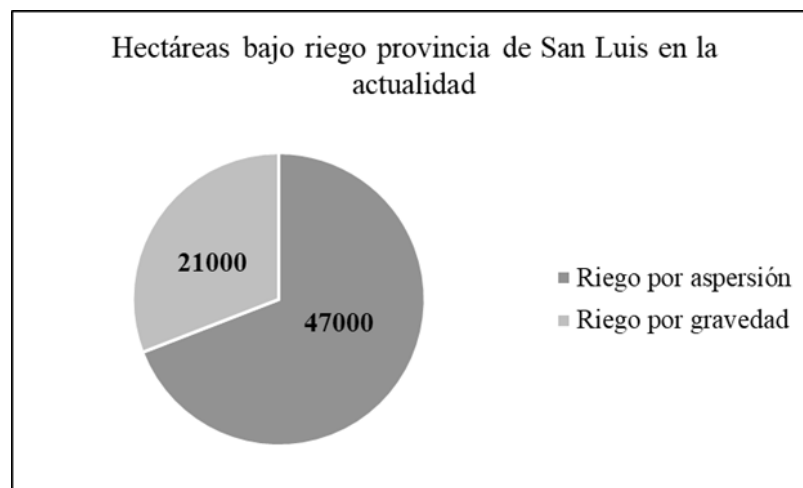


Imagen 7. Hectáreas regadas con sistemas de riego por aspersión y por gravedad en la provincia de San Luis. Elaboración propia (2020)

Los ingenieros recomendaron los siguientes sistemas para San Luis, dadas las características agroambientales de la provincia y la eficiencia de los mismos.



Imagen 8. Sistemas de riego recomendados para la provincia de San Luis. Elaboración propia (2020)

Con la incorporación de estos sistemas se pueden incrementar los rindes de soja y maíz en aproximadamente el doble, siempre y cuando los factores agroambientales y el desarrollo de los cultivos, no se vean expuestos o perjudicados por condiciones desfavorables.

De los sistemas de riego recomendados, los ingenieros hicieron hincapié en el sistema de riego por pivote y cañones, ya que es una provincia que cuenta con 100.000 hectáreas con recursos hídricos subterráneos disponibles para su implementación.

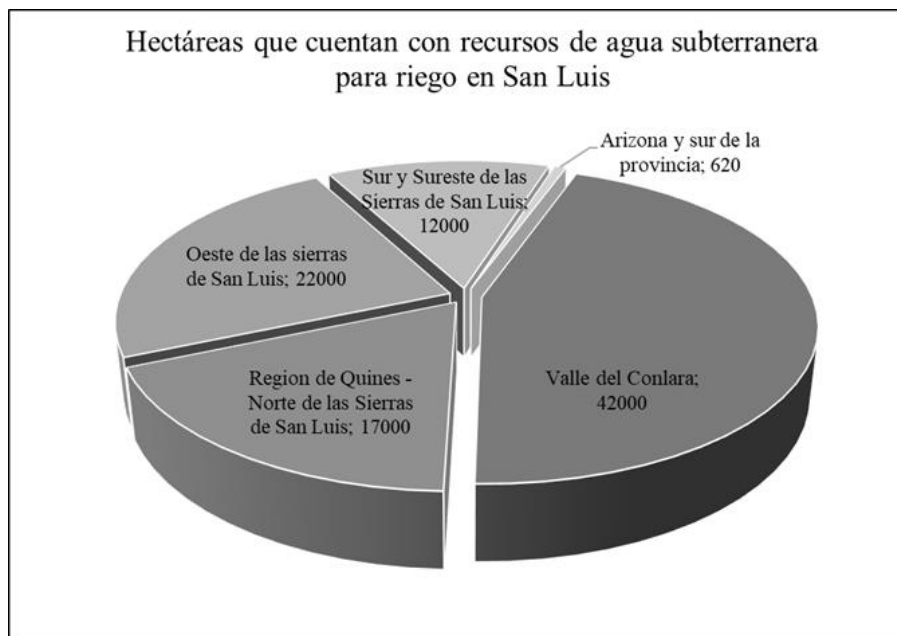


Imagen 9. Hectáreas que cuentan con recursos hídricos subterráneos para riego en la provincia de San Luis. Elaboración propia (2020)

Costos – beneficios de los sistemas mencionados por los ingenieros entrevistados y empresas de riego que los comercializan

- Pivote central: 1500/2000 US\$ / ha equipo sin instalación. 3500/4000 US\$ / ha. Este valor incluye costo del equipo, bomba, obra hidráulica, perforación, generador, y todo lo necesario para la instalación y puesta en marcha. Es el mecanismo más eficiente a la hora de regar. Se recomendó utilizar el mismo hasta 40/50 ha aproximadamente. Ya que si el equipo intenta abarcar más hectáreas, la calidad del riego disminuye y empieza a ser agresivo para el cultivo. Para su funcionamiento se utiliza electricidad o combustible. Este sistema posee cierta independencia, ya que se lo puede programar y dejar funcionando solo de manera

segura. Por evapotranspiración o escorrentía se pierde entre un 5% y un 15% del agua aplicada. Por lo tanto la eficiencia de este sistema es del 80%.

- **Cañón:** 700 US\$ / ha. Este sistema de riego, constituido por un equipo móvil o semiestacionario, lleva una tubería que puede enrollarse y desenrollarse y cuenta además con un aspersor gigante final. El equipo se traslada al campo que se va a irrigar, y se coloca el aspersor en el lugar indicado. Una vez regada el área, se traslada a otro lugar todo el equipo o solo el aspersor, según la distancia. No es muy eficiente y necesita mucha presión.
- **Manga:** 300 US\$ / ha (mangas y compuertas instaladas) Es el método más económico que permite regar por surcos o inundación con el agua de lluvia acumulada en un sector. Las mangas de polietileno se alimentan con agua desde una bomba y, una vez llenas, se perforan a conveniencia para originar la salida de la misma y conducirla dentro de los surcos. No es el más eficiente, incurre en pérdidas del 40% aproximadamente, erosiona el terreno y necesita mayor cantidad de mano de obra.

Discusión

Para dar respuesta al objetivo general de este manuscrito, se procedió al estudio detallado de las características agroambientales de la provincia de San Luis, relevando información de estudios e informes del INTA y el Ministerio de Agricultura de la Nación. Estas instituciones brindaron los datos relevantes y actualizados de las condiciones agroclimáticas a las que se ven expuestos los campos de la mencionada provincia y los cultivos que se realizan.

Los cultivos de soja en esta provincia necesitan entre 500 y 600 mm de agua aproximadamente para su óptimo desarrollo durante todo el ciclo. Las necesidades hídricas máximas tienen lugar en la etapa de germinación hasta la emergencia de la planta y desde la floración hasta el llenado de granos. La soja necesita temperaturas comprendidas entre los 20° C y 30° C, resistiendo heladas de -2 a -4° C sin morir. Cuando las temperaturas superan los 40° C se causan daños en la floración y disminuye la capacidad de retención de legumbres.

En cuanto al maíz, requiere entre 500 a 800mm de agua durante todo su ciclo. Este cultivo es exigente en cuanto al agua, cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad y mantener una humedad constante. La fase de crecimiento vegetativo y durante la floración son los periodos más críticos, ya que del agua recibida va a depender la cantidad de producción obtenida. Este cultivo necesita temperaturas que oscilen entre 25° C a 30° C, por lo que temperaturas más altas aceleran todas las etapas de desarrollo y pueden limitar el crecimiento.

Como se puede observar en la imagen 4, las precipitaciones anuales promedio de la provincia de San Luis los últimos cinco años han oscilado entre los 516mm y los

753mm. Estas cantidades resultan irregulares y deficitarias para los cultivos de soja y maíz. En cuanto a las temperaturas anuales promedio (ver imagen 2), la máxima alcanzo los 39° C y la mínima -7° C. por lo que se puede observar que las altas temperaturas sumadas al déficit hídrico, provocan la disminución de humedad en los suelos y afectan el rendimiento de los cultivos.

De acuerdo a un informe de Ruralnet (2020), de las 210.100 ha estimadas de soja sembradas en San Luis en la campaña 2019/20 se pronostica que gran parte de las mismas se encuentran comprometidas por la sequía. Existen zonas donde los cultivos se mantienen con buenas condiciones y otras menos afortunadas reflejan lotes en estados regulares y malos debido a que sufren estrés hídrico y térmico severo. Las lluvias han sido sumamente escasas y desuniformes, por lo que las pérdidas podrían ser muy importantes. El estrés se ve acompañado de algunas plagas que causan inconvenientes en los alrededores de Eleodoro Lobos, Justo Daract, San Luis Capital, Villa Mercedes, La Cumbre y Tilarao. (Ruralnet, 2020)

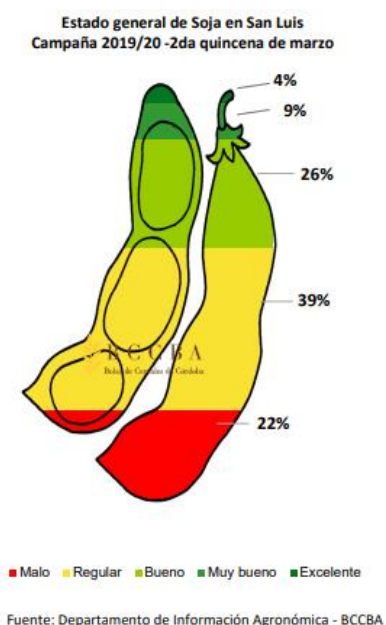


Imagen 10. Estado general Soja campaña 2019/20 San Luis. Tomado de <https://ruralnet.com.ar/san-luis-cultivos-muy-comprometidos-por-la-sequia/> (2020)

De las 391.900 ha sembradas con maíz en la provincia de San Luis se observa que el periodo crítico de definición de rendimiento concluyó habiéndose desarrollado en condiciones muy desfavorables. El cultivo se encuentra en su mayor parte (68%) con estados deteriorados a causa de la falta de lluvias. La situación es delicada y se esperan pérdidas de importancia. De todas maneras, en la presente campaña aún quedan maíces por definirse al haber una gran proporción de siembras tardías. (Ruralnet, 2020)

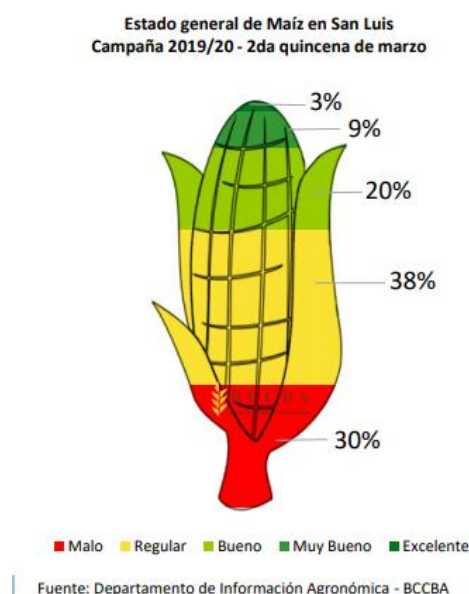


Imagen 11. Estado general Maíz campaña 2019/20 San Luis. Tomado de <https://ruralnet.com.ar/san-luis-cultivos-muy-comprometidos-por-la-sequia/> (2020)

Por todo lo desarrollado queda expuesto, que la provincia de San Luis, es una región donde el riego resultaría una herramienta muy beneficiosa, ya que permite estabilizar la producción y acompañar las variables climáticas que afectan negativamente los ciclos productivos.

En Argentina actualmente se riegan 2.1 millones de hectáreas. San Luis posee 21000 ha bajo riego por gravedad y 47000 ha bajo riego por aspersión, pero cuenta con otras 100.000 ha aproximadamente para incorporar sistemas de riego por los recursos hídricos subterráneos que posee. (Ver imagen 9).

El principal motivo por el que no se aumenta la capacidad productiva bajo riego, es porque la mayoría de los productores no tienen margen para invertir y no disponen de las herramientas financieras necesarias.

Si bien se promulgo el Plan Nacional de Riego 2018-2030 que fomenta acciones y directivas para incrementar la cantidad de hectáreas irrigadas, la realidad es que hacen falta políticas de financiamiento y estímulos más concretos que permitan materializar el gran potencial de los sistemas aplicados al aumento de los rindes y la producción.

A nivel local se encuentran inconvenientes para la inversión, los costos son elevados y el tiempo de retorno hace que sea inviable sin herramientas adecuadas de crédito para pequeños y medianos productores.

Para analizar la incorporación de un sistema de riego óptimo en la provincia de San Luis, se recurrió a ingenieros especializados en el tema, los cuales recomendaron según los parámetros de topografía e infiltración de los suelos estudiados, los siguientes:

- Sistema de riego por pivote: este sistema imita a la lluvia. El agua llega a las plantas por medio de tuberías y mediante aspersores sometidos a una presión determinada, cae pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie. Si se decidiera incorporar este sistema con un equipo completo que abarque 40ha, se tendría que incurrir en un costo de u\$s150.000, ya que el valor promedio del equipo por ha es de u\$s3750.
- Sistema de riego por cañón: los "cañones" son aspersores de impacto, que trabajan a altas presiones y mojan grandes superficies de terreno. Van instalados sobre un carro con ruedas, adaptable a distintas alturas y conectado al suministro de agua mediante una manguera. Este equipo

riega hacia atrás con respecto al sentido de avance, desplazándose sobre suelo seco. Además se adaptan al tamaño y forma de los potreros para cubrir todos los rincones y así dejar pocos espacios sin regar. Invertir en este equipo para unas 40 ha significaría una erogación de u\$s28000 (u\$s700/ha)

- Sistema de riego por manga: este sistema es recomendado siempre y cuando el terreno no tenga pendientes en contra, sino que sean a favor o nulas, ya que así se favorecerá el traslado del agua con un mínimo esfuerzo. Las mangas son un elemento para el transporte de agua de baja presión, sobre ellas se colocan compuertas que permiten regular la salida del caudal a los surcos fácilmente. Cuando se instalan es necesario limpiar el terreno de piedras, alambre, palos, espinas y elementos punzantes. Así como también evitar la formación de burbujas de aire en los trayectos intermedios porque disminuyen su vida útil. La inversión en este equipo considerada para 40ha, asciende a u\$s12000 (u\$s300/ha).

La utilización de cualquiera de los sistemas de riego mencionados pueden aumentar los rindes de soja y maíz en aproximadamente el doble. Actualmente en San Luis, la soja tiene un rinde promedio de 22.3 qq/ha sin riego, el cual podría elevarse a 40 qq/ha. Por su parte, el maíz rinde en esta provincia 60.35qq/ha sin riego, pudiendo aumentarse a 100qq/ha. (Ver imagen 6)

SISTEMAS DE RIEGO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	COSTO EQUIPO PARA 40 HA
PIVOTE	Mejor vulnerabilidad al viento. Uniformidad de riego del 95% puesto que las toberas de baja presión forman una cortina de agua compacta, que el viento agita pero no rompe	Requiere de componentes caros (bomba hidráulica de alta presión, tuberías, aspersores y de otros mecanismos y piezas)	U\$S 150.000
	Permite atemperar el suelo para la siembra, Realiza riegos de desecstratamiento, Ayuda a la defensa contra plagas porque crea microclimas	Si el equipo intenta cubrir mas de 50ha se torna mas agresiva la descarga de agua	
	Mejor respuesta de la planta al riego diario	Mantenimientos costosos.	
	Permite realizar la aplicación de productos fitosanitarios, herbicidas y fertilizantes	Constante cuidado de la estabilidad de las presiones y limpieza de los aspersores	
	Posee llaves de paso y electroválvulas de seguridad que permiten regular y controlar caudales y presión	Los tiempos de riego son más largos	
	Eficiencia del 80%	Se pierde por evapotranspiración o escorrentía entre un 15% y 5%	
CAÑON	Equipo de gran versatilidad para mover dentro y fuera del campo	Alta demanda de energía, por ser un sistema de alta presión.	U\$S 28.000
	Gran adaptación a la forma de los lotes	Desuniforme distribución del agua por efecto del viento	
	Inversión inicial baja con relación a la superficie regada	Alto costo de funcionamiento y mayor demanda de mano de obra	
	Eficiencia del 70%	Fragilidad, altas posibilidades de roturas	
		El impacto del agua al caer al suelo contribuye a su compactación	
MANGA	Instalación rápida y sencilla.	Baja resistencia a la presión interna	U\$S 12.000
	Se evitan pérdidas de infiltración.	Baja resistencia a pinchaduras	
	Permite incorporarle compuertas para riego	Susceptible a daños y roturas por animales	
	Baja inversión inicial por hectárea en relación a otras tecnologías	Vida útil limitada	
	Instalación rápida y sencilla	Mayor mano de obra.	
	Bajo costo de mantenimiento	Acumulación de sedimentos en las mangas	
	Las mangas pueden ser pisadas por las ruedas de los tractores cuando están vacías	Baja resistencia a la presión interna, lo que la hace no apta para áreas con alta o irregular pendiente topográfica.	
	Eficiencia del 60%	Compleja logística de distribución y manejo.	

Imagen 12. Cuadro comparativo de ventajas y desventajas para sistemas de riego con pivote, cañón y manga. Elaboración propia (2020)

Se efectuó un análisis comparativo entre los rindes de soja y maíz actuales de la provincia y los rindes proyectados con la utilización de sistemas de riego para relativizarlos a los costos de incorporación.

SIN SISTEMA DE RIEGO		CON SISTEMA DE RIEGO	
HA CAMPO	500	HA CAMPO	500
RINDE SOJA QQ	22,3	RINDE SOJA QQ	40
RINDE MAIZ QQ	60,35	RINDE MAIZ QQ	100
DÓLAR BNA	70,5	DÓLAR BNA	70,5
SOJA RINDE ANUAL QQ	11150,00	SOJA RINDE ANUAL QQ	20000,00
COTIZAC QQ SOJA US\$	20,92	COTIZAC QQ SOJA US\$	20,92
TOTAL 500HA RINDE SOJA Us\$	233280,14	TOTAL 500HA RINDE SOJA Us\$	418439,72
MAIZ RINDE ANUAL QQ	30175,00	MAIZ RINDE ANUAL QQ	50000,00
COTIZAC QQ MAIZ US\$	11,33	COTIZAC QQ MAIZ US\$	11,33
TOTAL 500 HA RINDE MAIZ Us\$	341769,33	TOTAL 500 HA RINDE MAIZ Us\$	566312,06

Imagen 13. Cuadro comparativo de rendimientos para soja y maíz con la utilización de sistemas de riego y sin sistemas de riego. Elaboración propia (2020)

Para este análisis, se consideró la producción de los cultivos soja y maíz en una unidad productiva de 500 ha, ubicada en La Punilla, departamento de General Pedernera.

Sin sistemas de riego, con un rinde de 22.3 qq/ha para la soja, el rinde anual queda determinado en 11150 qq para las 500ha en estudio. Con un dólar cotizado a \$70.5 (TcV al 28/05/2020 BNA), el qq de soja queda valuado en U\$S 20.92. Por lo que el rinde total de soja en las 500ha sería de U\$S 233280.14. Si se aplicara alguno de los sistemas de riego mencionados anteriormente, el rinde se incrementaría aproximadamente a 40 qq/ha, totalizando para las 500ha 20000 qq, que valuados a U\$S 20.92 da como resultado U\$S 418439.72. La diferencia de rinde en dólares por utilizar sistemas de riego es de U\$S 185159.58. Relativizada esta diferencia a los costos de los equipos de riego, se puede observar que incorporar un pivote central significaría un 81.01% del incremento del rinde, incorporar riego por cañón un 15.12%, e incorporar un sistema por mangas, representaría un 6.48%.

INCREMENTO DE RINDE SOJA EN U\$S 185159,57		
EQUIPO DE RIEGO	COSTO EQUIPO U\$S	% COSTO DE EQUIPO EN INCREMENTO
PIVOTE	150000	81,01%
CAÑON	28000	15,12%
MANGA	12000	6,48%

Imagen 14. Incremento del rinde de la soja en 500 ha por el uso de sistemas de riego relativizado al costo de incorporar los mismos. Elaboración propia (2020)

Para el cultivo de maíz sin sistemas de riego, el rinde es de 60.35 qq/ha, el rinde anual queda entonces determinado en 30175qq para las 500ha. Cotizando el dólar a \$70.5 (TcV al 28/05/2020 BNA), el qq de maíz queda valuado en U\$S 11.33. Por lo que el rinde total de maíz en las 500ha sería de U\$S 341769.33. Incorporando alguno de los sistemas de riego mencionados anteriormente, el rinde se incrementaría aproximadamente a 100 qq/ha, totalizando para la unidad productiva 50000 qq, que valuados a U\$S 11.33 da como resultado U\$S 566312.06. La diferencia de rinde en dólares por utilizar sistemas de riego para el cultivo de maíz es de U\$S 224542.73.

El costo de incorporar un pivote central significaría un 66.80% del incremento del rinde, incorporar un sistema de riego por cañón un 12.47%, e incorporar un sistema por mangas, representaría un 5.34%.

INCREMENTO DE RINDE MAIZ EN U\$S 224542,73		
EQUIPO DE RIEGO	COSTO EQUIPO U\$S	% COSTO DE EQUIPO EN INCREMENTO
PIVOTE	150000	66,80%
CAÑON	28000	12,47%
MANGA	12000	5,34%

Imagen 15. Incremento del rinde del maíz en 500 ha por el uso de sistemas de riego relativizado al costo de incorporar los mismos. Elaboración propia (2020)

Las diferencias porcentuales que se observan de los costos a la hora de incorporar un sistema de riego determinado para incrementar los rindes no deben ser analizadas abstraídas de las ventajas y desventajas de cada equipo.

Si bien el riego por pivote resulta más costoso que los sistemas por cañones o por manga, es más eficiente, más seguro, posee mayor independencia y a largo plazo garantiza rendimientos sostenidos porque preserva el suelo y genera mejores resultados en los cultivos. El sistema por manga, es el más económico pero posee una vida útil limitada, requiere mayor mano de obra y logística para su utilización y a largo plazo erosiona el suelo. Los sistemas de riego por cañones si bien tienen una inversión inicial mucho menor al pivote, son equipos más costosos en su funcionamiento ya que demandan más energía y mano de obra. Además, son más frágiles y a largo plazo compactan los suelos por la presión con la que se desenvuelven.

La fortaleza de esta investigación radica en exponer los costos-beneficios de los sistemas de riego óptimos en la provincia de San Luis, otorgándole así al productor información, conocimientos y libertad a la hora de incorporar este tipo de herramienta para potenciar los recursos naturales que dispone. Como limitaciones se señala que no se realizó un estudio sobre los costos de funcionamiento de los mismos, sino que solamente se expusieron los costos de incorporación. Por este motivo se propone como futuras líneas de investigación, realizar un estudio detallado de los costos de funcionamiento de cada uno de los sistemas mencionados. Además se sugiere profundizar de manera más exhaustiva este estudio, conforme vayan evolucionando las tecnologías hídricas para aplicar en materia de riego y aportar mayores innovaciones en el laboreo de suelos.

A modo de conclusión se puede señalar que San Luis cuenta con recursos hídricos subterráneos importantes, que gestionados junto a las nuevas tecnologías de riego, puede no solo aumentar la rentabilidad y la producción, sino estabilizarla y hacerla más previsible.

Luego de haber realizado este análisis de costos-beneficios, se puede sugerir al pivote como el sistema de riego óptimo para San Luis. Dadas las características de la provincia, el sistema mencionado constituye una interesante inversión para acompañar los cultivos de secano y remediar el déficit hídrico. Permite aprovechar “gratuitamente” el agua que se encuentra de manera subterránea, incurriendo en costos de energía o combustible para su extracción.

Para que el productor pueda adquirir estos equipos es necesario que el Estado acompañe implementando políticas y herramientas de financiamiento a tal fin. Si bien es una inversión que requiere de grandes capitales, a largo plazo generaría mayores beneficios económicos y agronómicos tanto para el productor como para la economía regional.

Bibliografía

- Demin, P. E. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Métodos de riego, fundamentos y adaptaciones*. Obtenido de inta.gob.ar:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- Diaz, B. G. (26 de 06 de 2018). *Plan Nacional de Riego 2018–2030*. Obtenido de inta.gob.ar: <https://inta.gob.ar/noticias/plan-nacional-de-riego-2018%E2%80%932030>
- Gonzalez, X. (20 de 06 de 2016). *Los sistemas de riego son una alternativa rentable para los cultivos*. Obtenido de Agronegocios:
<https://www.agronegocios.co/agricultura/los-sistemas-de-riego-son-una-alternativa-rentable-para-los-cultivos-2622027>
- INTA. (s.f.). *Descripción de sistemas de riego*. Obtenido de inta.gob.ar:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_descripcion_de_sistemas_de_riego.pdf
- Ministerio de Agricultura, G. y. (s.f.). *Plan Nacional de Riego*. Obtenido de Magyp.gob.ar: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/riego/>
- RuralNet. (31 de 03 de 2020). *San Luis: Cultivos Muy Comprometidos Por La Sequía*. Obtenido de <https://ruralnet.com.ar/san-luis-cultivos-muy-comprometidos-por-la-sequia/>
- Saenz, C.A. y Colazo, J.C. (2015). *Gestión de suelo y agua en sistemas productivos de la provincia de San Luis*. Obtenido de inta.gob.ar:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-gestion_del_suelo_y_agua.pdf
- Villamil, L. (2017). El riego, una deuda pendiente. *Clarín Rural*, págs. 4-9.
- Zubiate, P; Augusto, C y D`Hiriart, A. (2006). *Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja San Luis, provincia de San Luis*. Obtenido de INTA:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-carta_de_suelos_hoja_san_luis.pdf

Anexo

Entrevistas abiertas realizadas por teléfono a Ingenieros Agrónomos especializados en sistemas de Riego

1. Que sistemas de Riego se utilizan actualmente en la Argentina?
2. Cuáles son los sistemas de riego óptimos para la provincia de San Luis?
Podría detallar y especificar el funcionamiento de los mismos? Que costos tienen los sistemas mencionados? Que eficiencia poseen?
3. Cuanto se incrementa el rinde de soja y maíz en la provincia de San Luis con la utilización de los sistemas de riego mencionados anteriormente? Podría brindar ventajas y desventajas que considere al respecto?
4. Para elegir qué sistema de riego incorporar, que tengo que tener en consideración? Suelo, características agroambientales, hectáreas a regar, otros?
5. Alguna otra información pertinente a la investigación que le gustaría aportar como profesional especialista en el tema?

Consultas telefónicas y vía mail a empresas que comercializan sistemas de riego en Argentina

1. Que costos tienen los siguientes equipos de riego?
 - pivote central
 - cañón
 - manga
2. Que equipo considera más óptimo para incorporar en un campo de 500 ha aproximadamente en la provincia de San Luis?