

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**IMPACTO ECONÓMICO DEL RIEGO EN LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y SOJA
EN EL LITORAL URUGUAYO**

Por

Juan Pedro RODRÍGUEZ GALLUCCI

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2026**

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Mag.) Ana Laura Rosa Morán

Codirector/a:

Ing. Agr. (Mag.) Mauricio Bustamante

Tribunal:

Ing. Agr. (Mag.) Mauricio Bustamante

Ing. Agr. (Dr.) Federico García

Ing. Agr. (Mag.) Camilo Álvarez

Fecha:

16 de setiembre de 2026

Estudiante:

Juan Pedro Rodríguez Gallucci

AGRADECIMIENTOS

En esta sección me gustaría agradecer a todas las personas que colaboraron en la obtención de mi título como Ingeniero Agrónomo.

A mi familia. En especial a mi madre, mi hermano y mi tía Rosina que siempre estuvieron firmes a lo largo de mi crianza y toda mi etapa estudiantil. También, vaya mi agradecimiento al resto de los familiares que de una manera u otra han colaborado con mi formación como persona.

A mi novia Sofía, a quien conocí en el año 2021 y juntos transcurrimos los cinco años de la carrera. Gracias por enseñarme muchas de las habilidades con las que hoy cuento. Además, por hacerme saber que aunque el camino sea largo “la organización es la clave del éxito” y el presente trabajo es el reflejo de todo eso.

A la familia de corazón Antonaccio Guedes, quienes me conocen desde el día que nací, les agradezco por siempre estar presentes e inculcarme ese gustito por la agronomía cuestionandome todo para terminar con la respuesta de “todo depende”. Además, a la familia Ribeiro por demostrarme el ejemplo de lo que logra la pasión, la perseverancia y la dedicación en los resultados de los sistemas agropecuarios.

A mis amigos, los que conocí en la Fagro y los que me acompañan desde antes por ser un pilar fundamental en mi vida.

A mi directora y codirector de trabajo final de grado por el apoyo durante todo el transcurso.

A los dirigentes y productores de FUCREA por cedernos sus datos.

Finalmente agradecer al Ing Agr. Gastón Sebben en nombre del grupo de Regadores Unidos del Uruguay por la amabilidad y predisposición con la que evacuó todas las consultas que surgieron durante la realización del TFG. Así como también al resto de los profesionales que dieron una mano para que el trabajo saliera como el Ing. Agr. José Hemala e Ing. Agr. Mauro Antonaccio, entre otros.

A la generación de EEMAC 2024 por hacer increíble los últimos años de la carrera.

A todos ellos vaya mi profundo agradecimiento.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	7
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo general	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS SOBRE MAÍZ Y SOJA EN URUGUAY	13
2.1.1 Importancia económica.....	13
2.1.2 Área sembrada.....	13
2.2 CARACTERIZACION AGRO-CLIMÁTICA DEL URUGUAY	14
2.2.1 Régimen de precipitaciones	14
2.2.2 Los suelos del Uruguay y su capacidad de almacenaje de agua disponible (CAAD)	14
2.2.3 Las deficiencias hídricas como factor “estructural” de los sistemas	15
2.3 RENDIMIENTOS DE MAÍZ Y SOJA	15
2.4 MÁRGENES ECONÓMICOS HISTÓRICOS EN MAÍZ Y SOJA.....	18
2.4.1 Márgenes económicos en Uruguay	18
2.4.2 Márgenes económicos en la región	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 BASES DE DATOS DISPONIBLES Y PLUVIOMETRÍA.....	23
3.2 CÁLCULO DEL MARGEN BRUTO	24
3.3 CÁLCULO DEL PB	24
3.4 CÁLCULO DE LOS CD.....	25
3.4.1 Costo de semilla y densidad de siembra	25
3.4.2 Costo de fertilizantes	26
3.4.3 Costo y manejo de fitosanitarios	29
3.4.4 Depreciación del equipo de riego	29
3.4.5 Costo del milímetro aplicado	30
3.5 ANÁLISIS DE INDICADORES A PRECIO CONSTANTE.....	32
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34

4.1 MAÍZ DE PRIMERA.....	34
4.1.1 PB por hectárea en precios corrientes.....	34
4.1.2 CD por hectárea en precios corrientes	35
4.1.3 MB por hectárea en precios corrientes	37
4.1.4 PB en US\$ constantes	40
4.1.5 CD en US\$ constantes	40
4.1.6 MB en US\$ constantes.....	40
4.2 SOJA DE PRIMERA	41
4.2.1 PB por hectárea en precios corrientes.....	41
4.2.2 CD por hectárea en precios corrientes	42
4.2.3 MB por hectárea en precios corrientes	43
4.2.4 PB en US\$ constantes	45
4.2.5 CD en US\$ constantes	46
4.2.6 MB en US\$ constantes.....	46
4.3 SOJA DE SEGUNDA	46
4.3.1 PB por hectárea en precios corrientes.....	47
4.3.2 CD por hectárea en precios corrientes	47
4.3.3 MB por hectárea en precios corrientes	48
4.3.4 PB en US\$ constantes	50
4.3.5 CD en US\$ constantes	51
4.3.6 MB en US\$ constantes.....	51
5. CONCLUSIONES	52
6. BIBLIOGRAFÍA	54
7. ANEXO	59

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Rendimiento (kg/ha) para los cultivos bajo riego y secano en las zafras analizadas	17
Tabla 2 Milímetros (mm) acumulados y valor de estadístico z para las zafras del análisis.....	24
Tabla 3 Precios de venta en dólares por tonelada (US\$/ton) para maíz y soja.....	25
Tabla 4 Precio por tonelada de fertilizante y por unidad de nutriente	28
Tabla 5 Costos totales (en 480 ha) y por hectárea utilizados para cálculo de depreciación anual	30
Tabla 6 Pliego tarifario de UTE para tarifa “medianos consumidores 1” zafra 2019-2020.....	31
Tabla 7 Costo de milímetro aplicado para todas las zafras del análisis	32
Tabla 8 Representatividad del área de maíz bajo estudio con respecto al litoral	34
Tabla 9 Análisis estadístico del PB (US\$/ha) para maíz de primera bajo riego y en secano	34
Tabla 10 Análisis estadístico de los CD (US\$/ha) para maíz de primera bajo riego y en secano	36
Tabla 11 Distribución de los CD de maíz de primera bajo riego y en secano	37
Tabla 12 Análisis estadístico del MB (US\$/ha) para maíz de primera bajo riego y en secano	38
Tabla 13 Representatividad del área de soja de primera bajo estudio con respecto al litoral	41
Tabla 14 Análisis estadístico del PB (US\$/ha) para soja de primera bajo riego y en secano	42
Tabla 15 Análisis estadístico de los CD (US\$/ha) para soja de primera bajo riego y en secano	42
Tabla 16 Distribución de los CD de soja de primera bajo riego y en secano.....	43
Tabla 17 Análisis estadístico del MB (US\$/ha) para soja de primera bajo riego y en secano	44
Tabla 18 Representatividad del área de soja de segunda bajo estudio con respecto al litoral	46
Tabla 19 Análisis estadístico del PB (US\$/ha) para soja de segunda bajo riego y en secano	47
Tabla 20 Análisis estadístico de los CD (US\$/ha) para soja de segunda bajo riego y en secano	48
Tabla 21 Distribución de los CD de soja de segunda bajo riego y en secano	48
Tabla 22 Análisis estadístico del MB (US\$/ha) para soja de segunda bajo riego y en secano	49
 Figura 1 Rendimientos (kg/ha) de maíz con y sin riego desde 2015-2016 hasta 2023-2024.....	18
Figura 2 Margen bruto (US\$/ha) de maíz bajo riego y en secano desde zafra 68-69 hasta 99-00	19
Figura 3 Precio (US\$/ton) promedio internacional de la soja y en el mercado interno.	20
Figura 4 Variación en el precio de urea y gas oil desde 2017 hasta 2024 en dólares corrientes	21

Figura 5 Promedio de PB, CD y MB de todas las zafras analizadas para maíz	39
Figura 6 Promedio de PB, CD y MB de todas las zafras analizadas para soja de primera	45
Figura 7 Promedio de PB, CD y MB de todas las zafras analizadas para soja de segunda	50

RESUMEN

La agricultura cerealera en Uruguay ha experimentado un importante crecimiento desde comienzo de siglo, siendo los cultivos de verano los que mostraron la mayor expansión. En su mayoría, estos se realizan en condiciones de secano, a pesar de que las precipitaciones en los meses estivales suelen ser deficitarias en comparación con la evapotranspiración desde la superficie terrestre. Aunque diversos estudios demuestran que los rendimientos aumentan bajo riego, las investigaciones enfocadas en su impacto económico continúan siendo limitadas. Por ello el objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del uso del riego en la producción de maíz y soja en el litoral uruguayo en las zafras desde 2019-2020 hasta 2023-2024 inclusive, determinando su efecto sobre los márgenes económicos en comparación con la producción en secano. Los objetivos específicos fueron: (i) Cuantificar los márgenes económicos en la producción de maíz y soja bajo riego y en condiciones de secano para las zafras desde 2019-2020 hasta 2023-2024 inclusive en el litoral uruguayo; (ii) Comparar los costos de producción y rendimientos obtenidos en ambos sistemas productivos para las zafras bajo análisis; y (iii) Determinar los factores técnicos y de manejo que influyen en el desempeño económico de la producción bajo riego y secano. Se trabajó con datos cuantitativos provenientes de dos bases de datos de chacras (FUCREA y RUU) para el litoral del país. A partir de ellas, se calcularon los costos y rendimientos por chacra para maíz y soja (regadas y en secano) a lo largo de las cinco zafras, calculando el producto bruto (PB), costos directos (CD) y márgenes brutos (MB). Se utilizaron fuentes secundarias para los precios de los productos y los insumos. Para determinar la existencia de diferencias significativas intra-anales entre las variables analizadas, se aplicó la prueba o test de Welch. Los resultados indican diferencias significativas en MB al comparar secano vs. riego en cuatro de las cinco zafras analizadas para maíz de primera y soja de primera, mientras que en soja de segunda dichas diferencias se observan en dos de las cinco zafras. En términos generales, la tecnología del riego suplementario mejora los resultados económicos parciales de los cultivos analizados. Sin embargo, la magnitud de sus beneficios depende del cultivo considerado y de las condiciones climáticas de cada zafra, evidenciando los beneficios de su implementación en escenarios de déficit hídrico.

Palabras clave: márgenes brutos, costos directos, producto bruto, secano, riego

ABSTRACT

Cereal crop production in Uruguay has experienced significant growth since the beginning of the century, with summer crops showing the greatest expansion. Most of these crops are grown under rainfed conditions, despite the fact that rainfall during the summer months is often insufficient. Although several studies have demonstrated that irrigation increases crop yields, research focusing on its economic impact remains limited. Therefore, the objective of this study was to evaluate the economic impact of irrigation on maize and soybean production in the western region of Uruguay during the 2019/2020 to 2023/2024 growing seasons, determining its effect on economic returns compared with rainfed production. The specific objectives were: (i) to quantify the economic margins of irrigated and rainfed maize and soybean production during the 2019/2020 to 2023/2024 growing seasons in western Uruguay; (ii) to compare production costs and crop yields obtained under both production systems throughout the study period; and (iii) to identify the technical and management factors influencing the economic performance of irrigated and rainfed production. The study was based on quantitative data obtained from two farm databases (FUCREA and RUU) covering the western region of the country. Using these data, production costs and yields were calculated for irrigated and rainfed maize and soybean fields over the five growing seasons. Gross revenue (GR), direct costs (DC), and gross margin (GM) were subsequently estimated. Secondary sources were used to obtain input and output prices. To determine the existence of statistically significant intra-annual differences among the variables analyzed, Welch's t-test was applied. The results showed significant differences in gross margins between rainfed and irrigated systems in four of the five growing seasons for first-crop maize and first-crop soybean, whereas for second-crop soybean these differences were observed in two of the five growing seasons. Overall, supplemental irrigation improved the partial economic performance of the crops analyzed. However, the magnitude of its benefits depended on the crop considered and the climatic conditions of each growing season, highlighting the advantages of irrigation under water-deficit conditions.

Keywords: gross margin, direct costs, gross revenue, rainfed, irrigation

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura uruguaya ha experimentado cambios a lo largo de la historia. Entre los años 1970 y 2000 los cultivos invernales como el trigo, destinado al abastecimiento del mercado interno, y la cebada eran los protagonistas. El área agrícola total en 1990 se ubica en torno a las 500.000 hectáreas bajo un sistema de rotación de dos o tres años de cultivos de renta seguidos de tres o cuatro años de pasturas (Arbeletche Favat, 2016).

A comienzos del siglo XXI, Arbeletche Favat (2016) afirma que la inclusión de la soja y la expansión de grandes empresas a zonas tradicionalmente ganaderas lleva a este cultivo a ser el más sembrado a nivel nacional con 800.000 has en la zafra 2010-2011. El área total de cultivos de verano aumenta 7,2 veces en diez años (2000 al 2010) principalmente atribuido a la aparición de la soja como cultivo predominante.

En nuestro país los cultivos de verano se realizan en su mayoría en condiciones de secano, en otras palabras, el agua disponible para el crecimiento y desarrollo de estos proviene únicamente de las lluvias que puedan ocurrir durante la estación de crecimiento. Pese a ello, el 11% del área sembrada de maíz se cultiva bajo riego suplementario mientras que en soja representa solo el 1% (Pejo Henderson, 2025). En consecuencia, el rendimiento potencial del cultivo, cuando se implementa un manejo adecuado en términos de fertilización, control de malezas y otros factores, queda condicionado por la cantidad y distribución de las precipitaciones.

La incorporación de la tecnología del riego responde a la necesidad de gestionar de manera precisa los volúmenes de agua aplicados al cultivo buscando cubrir los requerimientos hídricos críticos y previniendo un descenso en los rendimientos. Según Giménez (2017) un cultivo de maíz que haya sufrido deficiencias hídricas durante su período crítico puede rendir hasta 6000 kg/ha menos que uno cultivado en bienestar hídrico durante todo el ciclo. La soja, por su parte, puede reducir 2400 kg/ha su rendimiento ante la misma comparación.

El contraste entre sistemas de producción en secano y bajo riego suplementario deja en claro la importancia del agua en los cultivos estivales impactando de forma significativa en la ecofisiología y en los resultados económicos. Realizar un análisis estrictamente económico evaluando y contrastando las cantidades de producto obtenidas

y los costos asociados a cada uno de los sistemas en escenarios climáticos contrastantes podría promover o no la adopción de esta tecnología por parte de los productores.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el impacto del uso del riego en la producción de maíz y soja en el litoral uruguayo en las zafras desde 2019-2020 hasta 2023-2024 inclusive, determinando su efecto sobre los márgenes económicos en comparación con la producción en secano.

1.1.2 Objetivos específicos

- Cuantificar los márgenes económicos en la producción de maíz y soja bajo riego y en condiciones de secano para las zafras desde 2019-2020 hasta 2023-2024 inclusive en el litoral uruguayo.

- Comparar los costos de producción y rendimientos obtenidos en ambos sistemas productivos para las zafras bajo análisis.

- Determinar los factores técnicos y de manejo que influyen en el desempeño económico de la producción bajo riego y secano.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS SOBRE MAÍZ Y SOJA EN URUGUAY

2.1.1 Importancia económica

La soja es uno de los tres principales productos de exportación del Uruguay junto con la celulosa y la carne vacuna. En el año 2023 China fue el principal comprador de este producto con el 64% del total exportado, seguido por la Unión Europea con el 16%, Egipto con el 8% y el restante se divide entre otros países como Argentina, Brasil y Estados Unidos (Uruguay XXI, 2024).

El cultivo de maíz es usado principalmente en el mercado interno para alimentación de ganado lechero y de carne en sus variantes de micropicado de planta entera y/o grano entero/molido (G. Sebben, comunicación personal, s.f.).

Según Oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA, 2025) en 2024 se produjeron 1.936.000 toneladas de maíz, de este total fueron exportadas aproximadamente 150.000 toneladas que representan el 8% de lo producido. Las colocaciones de grano se distribuyeron entre Corea del Sur (61%), Jordania (29%) y Chile (10%) (Uruguay XXI, 2024).

En el año 2023, el sector agrícola contribuyó en un 5% al Producto Bruto Interno (PBI) del Uruguay. Sin embargo, al incluir los subsectores e industrias relacionadas en lo que comúnmente se conoce como sector agroindustrial el número asciende al 14% (Uruguay XXI 2024).

El trabajo realizado por la Cámara Mercantil de Productos del País (2024) demuestra que el sector agrícola emplea a 133.500 personas representando el 8% del mercado laboral total.

2.1.2 Área sembrada

En el período de tiempo comprendido entre el año 2015 y 2023, la superficie cultivada total uruguaya se ubicó en el eje de los 1,7 millones de ha en promedio. De este total, los cultivos de verano representan el 70% del área dejando el 30% restante para los cultivos invernales (Pejo Henderson, 2025).

Pejo Henderson (2025) afirma que en el período comprendido entre 2015 y 2023 la soja continúa siendo el cultivo de verano más sembrado a nivel país y se mantiene estable con valores en torno a los 1,1 millones de ha. La distribución del área sembrada se compone por unas 630 mil ha de soja de primera mientras que 409 mil ha son ocupadas por superficie de segunda. Por su parte, la fracción de este cultivo que se lleva a cabo bajo riego ocupa tan solo el 1% del total. El maíz en cambio, ocupa unas 115 mil ha a nivel país. Los maíces de primera rondan las 60 mil ha mientras que los de segunda abarcan un total de 42 mil ha. La superficie irrigada abarca aproximadamente el 11% del total.

2.2 CARACTERIZACION AGRO-CLIMÁTICA DEL URUGUAY

2.2.1 Régimen de precipitaciones

Nuestro país se caracteriza por presentar un régimen de precipitaciones “isohigro” en el que las lluvias están igualmente distribuidas en las cuatro estaciones del año totalizando, en promedio, unos 1300 milímetros anuales (Barreiro et al., 2019).

Por otra parte, Barreiro et al. (2019) enuncia que el balance precipitación-evaporación es positivo en todas las estaciones del año a excepción del verano en el que las lluvias no alcanzan a cubrir la demanda evaporativa atmosférica.

El clima en Uruguay se caracteriza por una elevada variabilidad inter-anual de las precipitaciones mensuales. Esto se da porque las precipitaciones medias mensuales son muy similares entre sí, pero las desviaciones típicas asociadas a estas pueden llegar a ser iguales a las medias mensuales. La conclusión de esto es que cualquier mes del año puede llover la media, no llover o llover cuatro veces la media (Genta & Failache, 2010).

2.2.2 Los suelos del Uruguay y su capacidad de almacenaje de agua disponible (CAAD)

Los suelos uruguayos acusan una gran heterogeneidad, el litoral oeste y suroeste se caracteriza por presentar Argiudolls de forma extendida, con un horizonte A alto en contenido de carbono orgánico que abarca profundidades entre 30 y 50 cm. El relieve predominante es suavemente ondulado a ondulado con pendientes en torno al 5% aunque pueden llegar a 15% en alguna zona del noroeste (Durán et al., 1999).

Molfino y Califra (2001) agruparon los suelos uruguayos según su CAAD, los resultados arrojan que el 30% presentan valores inferiores a los 80 mm. Al analizar los

suelos presentes en el litoral, se aprecia que allí predominan los suelos con CAAD media y alta con valores desde 80 a 160 mm.

La CAAD está estrechamente ligada a la profundidad de los suelos y, en consecuencia, al rendimiento de los cultivos. Al estudiar el efecto de la CAAD sobre el rendimiento, en soja existe un efecto positivo de 21 kg/ha por cada milímetro de almacenamiento. De esta forma a igual manejo y condiciones, un suelo de CAAD 220 mm y uno de 160 mm pueden tener 1200 Kg/ha de diferencia en rendimiento (Benítez Giordano, 2025).

2.2.3 Las deficiencias hídricas como factor “estructural” de los sistemas

Giménez y García Petillo (2011) analizaron la evapotranspiración de cultivo (ETc) y la evapotranspiración real (ETr) de los meses de verano para una serie histórica desde 1984 hasta el 2006 en diferentes cultivos. Los resultados arrojan que a excepción de aquellos veranos catalogados como “llovedores”, en la mayoría de los años la ETr nunca alcanzó los valores de ETc constatándose deficiencias hídricas estivales.

Si se analiza el período crítico en maíz que abarca los 20 días pre y post floración se evidencia un consumo de agua potencial de 5,3 mm/día. Tomando un nivel de agotamiento permisible (NAP) del 60% del agua disponible para un suelo de 115 mm de CAAD, se establece una autonomía hídrica del suelo de 9 días sin el aporte de las lluvias y/o riegos (Giménez, 2004).

2.3 RENDIMIENTOS DE MAÍZ Y SOJA

Giménez (2019) estudió para una serie de años comprendida entre 2009 y 2017 los rendimientos experimentales de maíz y soja bajo riego y los comparó con los promedios comerciales obtenidos a campo en secano. Los rendimientos experimentales para maíz oscilaron entre 11,5 y 15,5 ton/ha y el de los productores varió entre 3,5 y 7,1 ton/ha. En promedio, el rendimiento incremental entre ambos sistemas de producción se estableció en 8,5 ton/ha. Además, Giménez (2019) analizó la brecha tecnológica de rendimiento¹ y se estableció en 2,8 para el promedio de los nueve años del análisis. Una

¹ Diferencia relativa entre el rendimiento potencial (sin limitantes hídricas, nutricionales y de manejo) y el rendimiento obtenido por los productores a campo (Rizzo Ayphassorho, 2018).

brecha tecnológica mayor a dos sugiere que la aplicación del riego suplementario en conjunto con diferentes prácticas de manejo acorde al ambiente de producción permitiría por lo menos duplicar el rendimiento en maíz.

Con respecto al cultivo de soja los experimentos bajo riego variaron entre 3,9 y 7,5 ton/ha mientras que los rendimientos en secano se ubicaron entre 1,2 y 2,9 ton/ha. La diferencia de rendimiento promedio se ubicó en 3,7 ton/ha en conjunto con una brecha de rendimiento promedio de 2,7 (Giménez, 2019).

Boschi González y Cuadro Ghan (2023) realizaron ensayos a campo en ambientes controlados para las zafas 2021-2022 y 2022-2023 en la localidad de Melilla. Se analizaron los rendimientos para maíz de primera irrigado bajo criterio de balance hídrico (sin limitaciones) y con 14% de humedad a cosecha. Los resultados arrojan un promedio de 20 y 22 ton/ha respectivamente para dichas zafas.

Para la zafra 2020-2021 se llevó a cabo un experimento en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) ubicada en Paysandú. Entre otras cosas, se evaluó el rendimiento en grano de soja grupo de madurez V corto en diferentes fechas de siembra y estrategias de riego. Los resultados son los siguientes, las siembras de octubre obtuvieron rendimientos de 5180 kg/ha mientras que no hubo diferencias significativas para las siembras de noviembre y diciembre con rendimientos en torno a los 4000 kg/ha (Caracciolo García & Rosales Caffera, 2023).

Los rendimientos a nivel país de los cultivos bajo riego y en secano según datos de DIEA se exponen a continuación. Precisamente allí se observa que, en líneas generales, la tecnología del riego permite mayores rendimientos con respecto a los obtenidos en secano. Ver tabla 1.

Tabla 1

Rendimiento (kg/ha) para los cultivos bajo riego y secano en las zafras analizadas

Tecnología	Rendimiento (kg/ha)					
	Maíz 1a		Soja 1a		Soja 2a	
	R	S	R	S	R	S
2019-2020	10.038	6.329	3.608	2.213	-	2.067
2020-2021	9.207	4.558	2.891	1.994	-	1.740
2021-2022	9.932	4.668	3.818	2.896	3.102	2.717
2022-2023	7.746	2.325	1.430	819	596	422
2023-2024	12.031	7.293	2.617	2.587	2.376	2.401

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” al secano. Elaboración a partir de DIEA (2020, 2021, 2022, 2023, 2024).

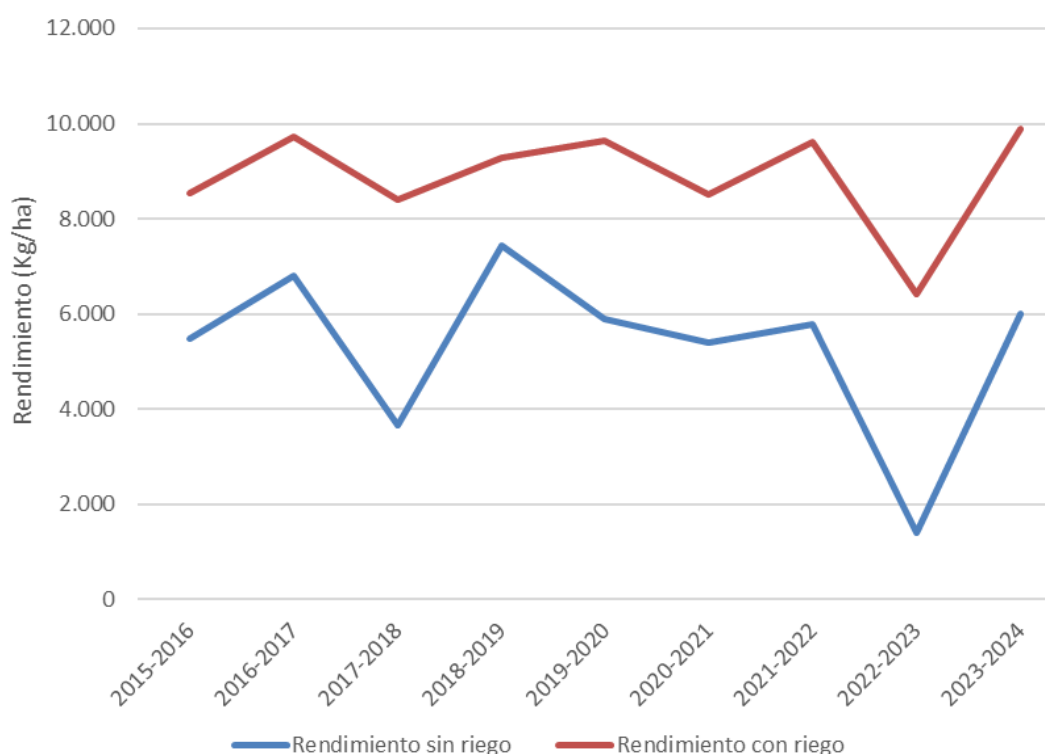
Pejo Henderson (2025) afirma que el rendimiento promedio de maíz en secano para el período comprendido entre 2015 y 2023 fue de 5,7 y 4,3 ton/ha para los cultivos de primera y segunda respectivamente. La soja por su parte, rindió en promedio 2,2 y 2,0 ton/ha en primera y segunda en dicho intervalo de análisis.

Otro aspecto importante a resaltar es la alta variabilidad de los rendimientos principalmente en el cultivo de maíz. El maíz de primera presenta marcadas oscilaciones año a año con un coeficiente de variación (CV%) del 28% mientras que los de segunda presentan variaciones aún más significativas con un CV = 42%. Los sistemas bajo riego suplementario presentan alta estabilidad en los rendimientos con un CV = 16% (Pejo Henderson, 2025).

En la figura 1 se aprecia la evolución de los rendimientos de maíz durante nueve zafras en condiciones de riego y secano. Si bien se observan fluctuaciones año a año, aquellos maíces cultivados en condiciones de riego presentan mayores rendimientos en la totalidad de los años evaluados con valores entre 7,5 y 10 ton/ha.

Figura 1

Rendimientos (kg/ha) de maíz con y sin riego desde 2015-2016 hasta 2023-2024



Nota. Adaptado de Pizzanelli (2024).

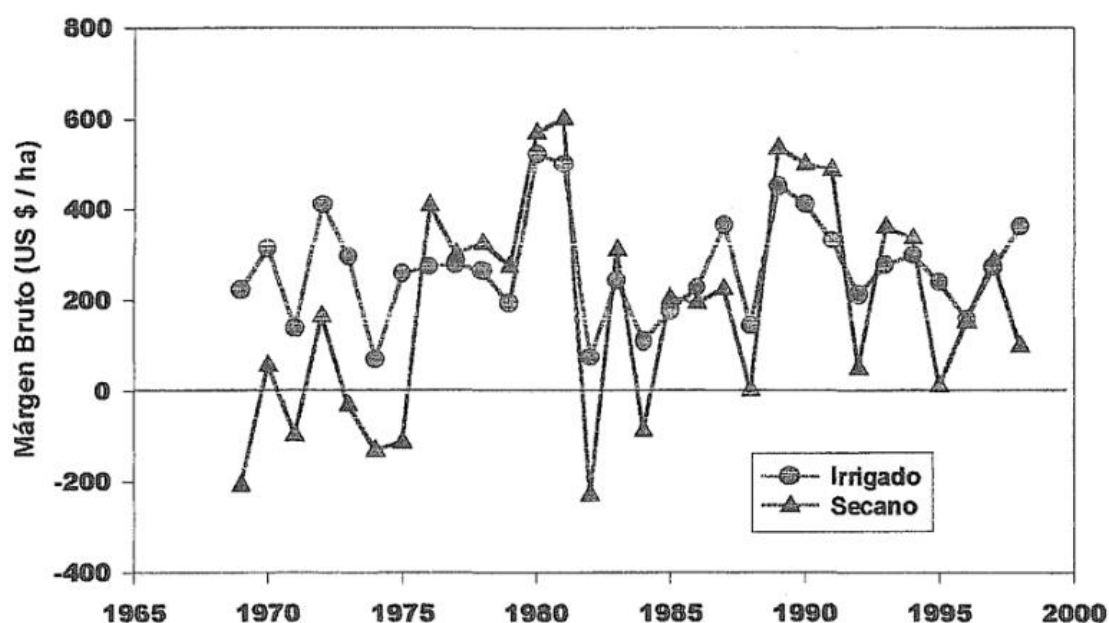
2.4 MÁRGENES ECONÓMICOS HISTÓRICOS EN MAÍZ Y SOJA

2.4.1 Márgenes económicos en Uruguay

Cardellino y Baethgen (2000) analizaron los márgenes brutos en dólares por hectárea (US\$/ha) para maíz regado y en secano desde la zafra 1968-1969 hasta la 1999-2000 inclusive. Si bien hay fluctuaciones año a año, se destaca que los márgenes brutos del cultivo bajo riego nunca fueron negativos como sí ocurrió en reiteradas oportunidades en los sistemas de secano, ver figura 2.

Figura 2

Margen bruto (US\$/ha) de maíz bajo riego y en secano desde zafra 68-69 hasta 99-00



Nota. Adaptado de Cardellino y Baethgen (2000).

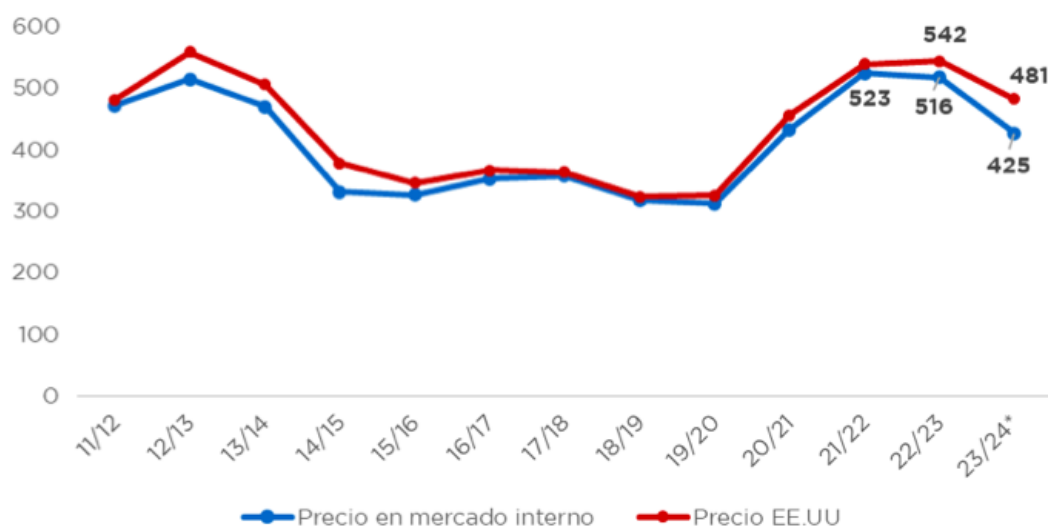
Estudios como el de Giménez et al. (2014) llevados a cabo en el campo experimental de riego de la EEMAC ubicado en Paysandú, revelaron que el maíz irrigado presentó márgenes de 1225 US\$/ha frente a los 132 US\$/ha del promedio país en secano para la zafra 2010-2011. Los tratamientos irrigados se realizaron por un sistema de pivote con electrobomba (T1). Para el escenario sin riego se utilizó el promedio nacional en secano debido a que el tratamiento experimental del secano (T5) presentó rendimientos considerablemente superiores a la media comercial del país y, por tanto, fue considerado poco representativo de las condiciones productivas nacionales. La diferencia entre ambos se debe principalmente al incremento en la productividad del maíz ya que el secano acusó un rinde promedio de 7 ton/ha mientras que el irrigado rindió 15 ton/ha en condiciones experimentales.

Por otra parte, Giménez et al. (2014) afirman que el cultivo de soja acusó márgenes de 1075 US\$/ha frente a los 284 US\$/ha del secano. Aquí la diferencia se atribuye principalmente al precio de la tonelada del grano que en dicha zafra se

encontraba en el eje de los US\$500/ton. La diferencia en rendimiento fue de tres toneleadas (4 ton/ha en secano vs 7 ton/ha bajo riego).

Figura 3

Precio (US\$/ton) promedio internacional de la soja y en el mercado interno

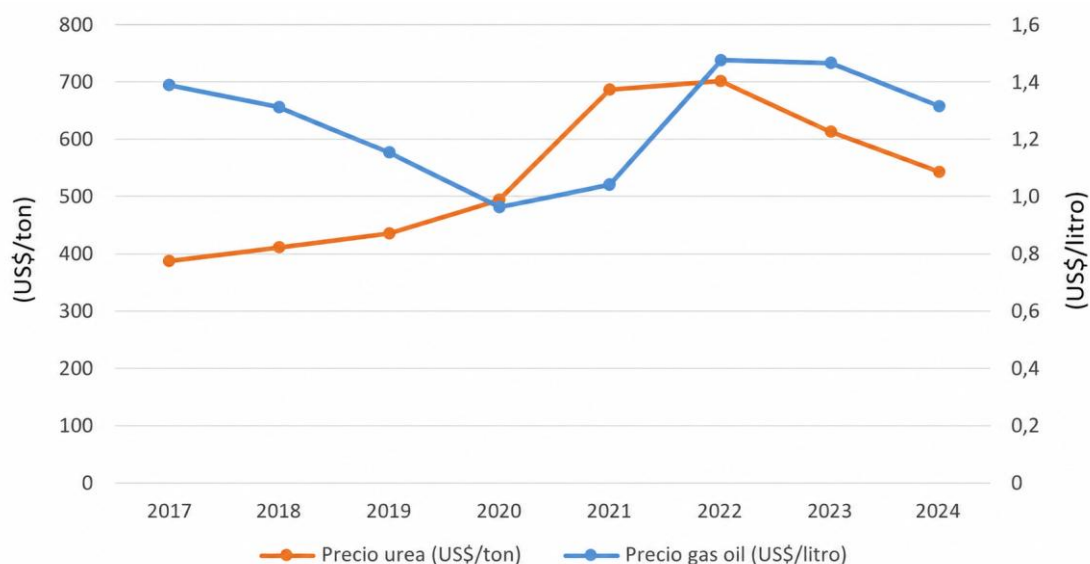


Nota. Adaptado de Uruguay XXI (2024).

En la Figura 3 se evidencia que los precios de la soja presentan una evolución similar en el mercado internacional y en el mercado interno, registrando fluctuaciones entre zafras. Además, estas variaciones representan un factor clave en el análisis económico de los sistemas agrícolas, ya que el precio del grano, combinado con el rendimiento alcanzado, determinan el producto bruto del cultivo.

Figura 4

Variación en el precio de urea y gas oil desde 2017 hasta 2024 en dólares corrientes



Nota. Elaboración a partir de DIEA (2025).

La figura 4 expone las variaciones de precio de dos insumos en los que se evidencia un incremento de ambos particularmente entre 2020 y 2022 seguido de una tendencia a la baja. Dicha volatilidad en los precios repercute en los costos directos del cultivo y, en consecuencia, en los márgenes brutos dificultando la previsibilidad económica de los sistemas agrícolas. Este comportamiento de los precios genera que de un año a otro se ajusten los márgenes brutos aun manteniendo fijas las cantidades de insumo utilizadas.

2.4.2 Márgenes económicos en la región

En la provincia de La Pampa, Argentina, para la zafra 2015-2016 los maíces en condiciones de secano obtuvieron un MB 43,9% menor que los sistemas bajo riego. Esto se debe principalmente a los rendimientos obtenidos en el riego con 11 ton/ha frente a 8,5 ton/ha de los sistemas en secano. Sin embargo, los costos totales asociados a los sistemas bajo riego son mayores, precisamente un 8,3% superior. Dicha diferencia se debe principalmente al costo de los milímetros aplicados que en los sistemas bajo riego representan el 45% de los costos directos totales. Además se evidencian mayores costos en la utilización de fertilizantes de los sistemas bajo riego (153,5%) y un costo de cosecha

29,4% mayor producto de los altos rendimientos, siempre la comparación frente al secano para misma zona y zafra (Iglesias et al., 2016).

Por último Barberis (2024) expone los márgenes económicos para maíz y soja de primera y segunda en ambos escenarios de producción en la Estación Experimental del INTA ubicada en zona de Manfredi, provincia de Córdoba. Las condiciones estipuladas para la realización de este trabajo son las siguientes. Precio de insumos a agosto 2024, precio de granos por cotizaciones de los mercados a futuro durante el mes de agosto 2024 y labores a julio de ese mismo año. Los rendimientos son resultado de los ensayos llevados a cabo en la estación experimental desde 1996-1997 hasta 2019-2020 inclusive. En el caso del maíz, el MB para los de primera fue de 490 US\$/ha, un 42,4% mayor que el secano mientras que los de segunda presentan un MB de 437 US\$/ha, la diferencia con el de secano es del 20%. En el caso de la oleaginosa las diferencias no son tan marcadas ya que los cultivos de primera bajo riego presentan un MB 7% superior al secano (356 US\$/ha vs 330US\$/ha) y los de segunda presentaron márgenes prácticamente iguales con 179 US\$/ha y 178 US\$/ha respectivamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 BASES DE DATOS DISPONIBLES Y PLUVIOMETRÍA

Con el objetivo de evaluar la tecnología del riego en escenarios climáticos contrastantes se decide estudiar una serie de años que presenten variabilidad entre sí. Para ello, se realiza un análisis de datos pluviométricos históricos del litoral del país con información de las siguientes estaciones agroclimáticas de INIA: La Estanzuela, Glencoe y Salto Grande. Sin embargo, la base de datos de INIA Glencoe no fue tomada en cuenta debido a registros incompletos que dificultan el estudio. Se eligieron estas estaciones agroclimáticas debido a que la zona estudiada en esta investigación son los departamentos de Paysandú, Río Negro, Soriano y Colonia.

El presente trabajo hace énfasis en los cultivos de maíz de primera, soja de primera y soja de segunda. No se toma en cuenta el maíz de segunda ya que en condiciones de riego se prioriza sembrar este cultivo en fechas óptimas y potenciar los rendimientos gracias a condiciones ambientales favorables. De esta manera, el maíz de segunda no es una opción para los productores regantes.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron dos fuentes de datos secundarios: la base de datos de productores que conforman el grupo Regadores Unidos del Uruguay (RUU) (G. Sebben, comunicación personal, s.f.) y el registro de productores de la Federación Uruguaya de Grupos CREA (FUCREA) (N. Rodríguez, comunicación personal, s.f.). Estas se utilizan con el objetivo de rearmar los costos y productos brutos de las chacras irrigadas y las que producen en secano. Dado que ambas bases de datos recopilan información a nivel de chacra, la presente investigación adoptó dicha unidad de análisis.

Posteriormente, se define el período de análisis en función de la disponibilidad de información proveniente de la base de RUU y FUCREA, así como de la variabilidad interanual de las precipitaciones. A partir de la aplicación de una prueba estadística tipo “z” en Excel se constató la existencia de diferencias significativas entre años para las zafas comprendidas entre el verano 2019-2020 y 2023-2024 inclusive. Aquellos valores mayores y/o iguales a dos o menores y/o iguales a menos dos presentan diferencias relevantes con respecto al promedio. En dicho período las precipitaciones se comportaron

de forma promedio (2019-2020, 2020-2021, 2021-2022) deficitarias (2022-2023) y excedentarias (2023-2024). No se incluye la zafra 2024-2025 debido a que no se cuenta con la información de las chacras al momento de iniciar con la investigación.

Tabla 2

Milímetros (mm) acumulados y valor de estadístico z para las zafas del análisis

Zafra	mm acumulados	Valor z
2019-2020	686	-0,2
2020-2021	578	-0,8
2021-2022	593	-0,7
2022-2023	411	-2,0
2023-2024	1051	2,0

En tabla 2 se aprecia que en las primeras tres zafas del análisis las precipitaciones se ubicaron en torno a los 600 mm. Esto condice con lo expuesto por Barreiro et al. (2019) estableciendo, en promedio, 300 mm de lluvia por cada trimestre del año totalizando 600 mm en seis meses. Por su parte, las zafas 2022-2023 y 2023-2024 presentan valores distantes del promedio con 400 y 1000 mm respectivamente.

Para el cálculo de precipitaciones acumuladas por zafra, se tiene en cuenta lo siguiente. Las fechas de siembra óptimas de maíz y soja bajo riego se extienden desde mediados de octubre hasta mediados de noviembre (M. Bustamante, comunicación personal, s.f.). Considerando que la temporada estival culmina en marzo se toman en cuenta las precipitaciones acumuladas entre octubre y marzo inclusive para cada zafra.

3.2 CÁLCULO DEL MARGEN BRUTO

El Margen Bruto (MB) resulta de la diferencia entre el Producto Bruto (PB) y los Costos Directos (CD) atribuibles a dicha actividad. En los CD existen costos fijos (CF) y costos variables (CV) (Molina & Álvarez, 2009). PB, CD y MB se expresan en dólares por hectárea (US\$/ha).

3.3 CÁLCULO DEL PB

El PB se calcula mediante la multiplicación del rendimiento por el precio de la tonelada de grano del año correspondiente. En el caso de la soja, se toma el precio de la Cámara Mercantil de Productos del País para la tonelada puesta en Nueva Palmira debido

a que el 80% del volumen se exporta por dicha terminal portuaria (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca [MGAP], 2019). El precio de venta del maíz fue otorgado por los productores que integran el grupo de RUU (G. Sebben, comunicación personal, 2 de diciembre, 2025) ver tabla 3.

Tabla 3

Precios de venta en dólares por tonelada (US\$/ton) para maíz y soja

US\$/ton		
Año	Maíz	Soja
2019-2020	165	317
2020-2021	220	375
2021-2022	257	451
2022-2023	326	483
2023-2024	186	445

3.4 CÁLCULO DE LOS CD

Para estimar los CD se toman los siguientes supuestos: las labores de siembra, fertilización, pulverización y cosecha se realizan con maquinaria contratada. Para ello se toma el precio de la Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios (CUSA, s.f.a, s.f.b, s.f.c, s.f.d, s.f.e). En segundo lugar, se establece que todos los insumos utilizados se compran en cada zafra, de esta forma no se guardan recursos de un año a otro siendo esto una práctica habitual para los productores.

3.4.1 Costo de semilla y densidad de siembra

El precio de la bolsa de 80000 semillas de maíz se establece en US\$220. Se toma el mismo precio para todas las zafas debido a la corta duración de los híbridos en el mercado. Esto provoca que los materiales utilizados en los primeros años del análisis no estén disponibles hoy en día. En el caso de la soja se establece un precio de US\$1300 por tonelada correspondiente a un material de ciclo intermedio (G. Sebben, comunicación personal, s.f). Los dos valores se utilizan para todas las zafas del estudio en riego y secano.

La base de datos de RUU presenta la población lograda de maíz y soja, de esta forma para estimar la densidad de siembra y, en consecuencia, el costo asociado, se establecen los siguientes porcentajes de establecimiento. Maíz bajo riego 95%, soja

sembrada en octubre 70%, soja de noviembre 80% y soja de segunda 85% (G. Sebben, comunicación personal, s.f.). Debajo se detalla un ejemplo para maíz con una población lograda de 85.000 plantas por hectárea.

$$(85000/0,95) = 89474 \text{ semillas/ha.}$$

$$(89474/80000) = 1,12 \text{ bolsas de semilla de maíz/ha.}$$

$$1,12 * 220 = 246,4 \text{ US\$/ha de semilla.}$$

En cuanto a los sistemas de secano, no se cuenta con el dato de población lograda pero sí de la distancia entre hileras y las semillas por metro lineal sembradas para el cultivo de maíz. Extrapolando dichos valores a 10.000 m² se obtiene el costo de semilla por hectárea. A continuación se realiza un ejemplo para 5 semillas por metro lineal con una distancia entre hileras de 76 cm.

$$100/76 = 1,32 \text{ hileras por metro.}$$

$$1,32 * 5 = 6,6 \text{ semillas/m}^2.$$

$$6,6 * 10000 = 66000 \text{ semillas/ha.}$$

$$66000/80000 = 0,83 \text{ bolsas / ha} * \text{US\$ } 220 = 182,6 \text{ US\$/ha de semilla.}$$

Finalmente, la soja en secano presenta la densidad de siembra en kg/ha, de esta forma al multiplicar por el costo de semilla ya se obtiene el costo por unidad de superficie correspondiente a la semilla. Ejemplo para densidad de siembra de 80 kg/ha.

$$(1300/1000) = 1,3 \text{ US\$/kg} * 80 = 104 \text{ US\$/ha de semilla.}$$

3.4.2 Costo de fertilizantes

Debido a la amplia variedad de fuentes de nutrientes presentes en ambas bases de datos se adopta el siguiente criterio de ajuste. El nitrógeno se ajusta con base en urea, fósforo y azufre basándose en el fertilizante 7-40-0 + 5s. El cloruro de potasio (Kcl) se utiliza para ajustar el potasio aplicado y el sulfato de zinc al (7%) para ese micronutriente en cuestión.

Tanto la base de datos de RUU como de FUCREA presentan la cantidad de fertilizante aplicado en unidades o kilogramos de nutriente por hectárea. Esto al momento de asignar un costo desencadena el siguiente procedimiento.

Ejemplo para la urea. El precio de ese fertilizante para la zafra 2019-2020 se fija en US\$390/ton. Se sabe que el contenido de N es del 46%, de esta forma el cociente entre el precio de la tonelada y el contenido de nitrógeno en dicha tonelada es de US\$0,85/UN. En el caso del 7-40-0 + 5s realizamos lo mismo, se sabe que una tonelada de fertilizante contiene 400 Kg de P₂O₅ y 50 Kg de azufre. Para la zafra 2019-2020 se fija un precio de la tonelada de US\$340, de esta forma se obtiene US\$0,85/Kg P₂O₅ y US\$6,8/Kg S. Se repite el procedimiento en el resto de los fertilizantes variando el precio estipulado para cada zafra. En la tabla 4 se detallan los precios unitarios de los fertilizantes utilizados durante el período de estudio.

Tabla 4*Precio por tonelada de fertilizante y por unidad de nutriente*

Fertilizante	Zafras	(US\$/ton)	(US\$/UN)	(US\$/Kg P2O5)	(US\$/Kg K2O)	(US\$/Kg S)
Urea	2019/20	390	0,85			
	2020/21	380	0,83			
	2021/22	620	1,35			
	2022/23	850	1,85			
	2023/24	520	1,13			
Kcl	2019/20	430			0,72	
	2020/21	350			0,58	
	2021/22	630			1,05	
	2022/23	960			1,60	
	2023/24	480			0,80	
7-40-0 + 5S	2019/20	340		0,85		6,8
	2020/21	350		0,88		7
	2021/22	570		1,43		11,4
	2022/23	710		1,78		14,2
	2023/24	490		1,23		9,8
Sulfato de zinc	2019/20	2,5				
	2020/21	2,5				
	2021/22	2,5				
	2022/23	2,5				
	2023/24	2,5				

Nota. *El sulfato de zinc se expresa en dólares por litro de producto.

3.4.3 Costo y manejo de fitosanitarios

Para estos productos se toma un valor de referencia del producto utilizado en el año corriente y se utiliza para todas las zafras. Los precios de referencia fueron otorgados por un profesional y se detallan en Tabla A1 del anexo.

Los manejos asociados a todo lo que no sea fertilización (excepto el zinc), se establece que no existen diferencias entre los sistemas bajo riego y en seco. En consecuencia, se realiza un “manejo tipo” para los dos cultivos en ambos escenarios. Ver tabla A3 y A4 del anexo. Para los cultivos de segunda se establece los mismos manejos que los cultivos de primera desde la siembra hacia adelante. Todo lo ocurrido antes de este momento no se tiene en cuenta. Ver tabla A5 del anexo.

3.4.4 Depreciación del equipo de riego

Para calcular la depreciación del equipo se toman algunos supuestos basados en comunicaciones con técnicos calificados en el tema para poder definir un equipo que sea representativo a la hora de usar esta tecnología. Por lo tanto, se supone un equipo con cuatro pivotes fijos que permiten un área de riego instantánea de 480 ha, una represa y un centro de bombeo (ver en tabla A2 del anexo detalles del proyecto), los datos de inversiones se detallan en la tabla 5.

Tabla 5

Costos totales (en 480 ha) y por hectárea utilizados para cálculo de depreciación anual

Proyecto	US\$	Inversión/ha
Pivotes y Accesorios	747.276	
Tuberías y Accesorios	507.959	
Bombas y Accesorios	107.897	
Electrica en baja tensión	76.833	
Obra Civil	39.900	
Represa	363.747	
Otros (Nacionalización)	102.891	
Total		
Inversión Sin Represa	1.582.756	
Inversión Represa	363.747	
Inversión Total	1.946.502	
Pivotes y Accesorios		1557
Bombas y Accesorios		225
Inversión Sin Represa		3297
Inversión Represa		758
Inversión Total		4055

Nota. Elaboración a partir de G. Sebben (comunicación personal, s.f.).

Para este cálculo se utiliza el método de depreciación anual de equipo en US\$/ha extraído de Molina y Álvarez (2009). En este caso se asigna un valor de adquisición de US\$4055/ha. El valor residual se calcula de manera exclusiva para los pivotes y bombas debido a que son los únicos componentes del equipo de riego que conservan un valor económico al término de su vida útil. Para los restantes elementos complementarios se estima un valor residual de US\$ 0 al finalizar dicho período. El valor de los pivotes y bombas se estima en 1557 US\$/ha y 225 US\$/ha respectivamente. De esta manera se obtiene un valor residual de US\$356/ha correspondientes al 20% del valor a nuevo de estos elementos. Se considera una vida útil de 25 años para el cálculo de depreciación.

$$\text{Depreciación anual (US$/ha)} = (4055 - (1557 + 225) * 0,20) / 25 = 148$$

3.4.5 Costo del milímetro aplicado

Los sistemas bajo riego en estudio en su totalidad utilizan riego por pivote central cuya fuente de energía es eléctrica, por lo tanto se establecen los siguientes supuestos. Una lámina de riego de 8,5 mm por día, 200 mm totales aplicados en la zafra para un área de 100 hectáreas y una potencia contratada de 90 kW. De esto se deduce que la potencia

contratada por hectárea es de 0,9 kW. Debido a que la potencia contratada se encuentra en dicho valor es que se toma el pliego tarifario de UTE para “medianos consumidores” categoría 1. Existen tres horarios durante una jornada denominados como “valle”, “punta” y “llano” en el que cada uno presenta un precio en pesos por kilovatio por hora (\$/kWh). El horario “valle” totaliza 7 horas (de 00:00hs hasta 07:00 hs), “llano” 13 horas (de 07:00 hs a 18:00 hs y de 22:00 hs a 00:00 hs) y “punta” abarca las 4 horas restantes (de 18:00 hs a 22:00 hs). Ver tabla 6 de pliego tarifario de UTE para tarifa de medianos consumidores para la zafra 2019-2020 como ejemplo.

Tabla 6

Pliego tarifario de UTE para tarifa “medianos consumidores 1” zafra 2019-2020

Tarifa	Nivel de tensión kV	Precio de energía (\$/kWh)		
		Valle	Llano	Punta
MC1	0,230 - 0,400	1,854	4,079	4,079
		Potencia máxima medida (\$/kW)		
		Punta - Llano		
		316,5		
		Cargo fijo mensual (\$)		
		587,9		

Nota. Adaptado de datos de la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) (Decreto n°8/019, 2019).

El costo del milímetro aplicado cuenta con dos componentes, un costo fijo consecuencia de la potencia contratada que se abona durante todo el año y un costo variable dependiente del consumo de energía. A continuación, se explica el cálculo para la zafra 2019-2020, correspondiente a tabla 6.

Si se multiplica el precio de la energía (\$/kWh) de cada horario por la cantidad de horas y luego por la potencia contratada (kW/ha) se obtiene el costo variable por consumo de energía en una jornada de 24 horas. Se divide dicho valor entre 8,5 que corresponde a los milímetros aplicados en un día y se vuelve a dividir entre el tipo de cambio. Finalmente se estima el costo variable por consumo en dólares por milímetro (US\$/mm).

$$\text{COSTO VARIABLE (US$/mm)} = (((1,854*7) + (4,079*13) + (4,079*4)) / 8,5) / 42,01 = 0,21$$

En cuanto al costo fijo, existe un cargo fijo mensual ya estipulado por el pliego tarifario de UTE que si se multiplica por los meses del año nos da el cargo fijo anual. Además “llano” y “punta” presentan un costo fijo que se abona todo el año. Se establece que durante 7 meses no se riega y en los 5 restantes si. En los meses no regantes se abona el 50% del costo fijo del riego. De esta forma el costo fijo anual en dólares por milímetro por hectárea resulta de la suma entre el cargo fijo anual (costo fijo mensual por 12), el cargo por potencia fija contratada en todos los meses del año para los tres horarios dividido el área (100 ha) y el riego total de la zafra (200 mm). Finalmente se divide entre el tipo de cambio correspondiente a dicha zafra.

$$\begin{aligned} \text{COSTO FIJO ANUAL (US$/mm/ha)} &= (587,9 \times 12) + ((90 \times 316,5 \times 7 \times 0,5) + \\ & (90 \times 316,5 \times 5) / 24) \times 13 + ((90 \times 316,5 \times 7 \times 0,5) + (90 \times 316,5 \times 5) / 24) \times 4 / 100 / 42,01 / 200 \\ &= 0,21 \end{aligned}$$

Finalmente, el costo total del milímetro aplicado resulta de la suma del costo variable (US\$/mm) y el costo fijo anual (US\$/mm/ha). Para esta zafra se estima en US\$ 0,42/mm., ver en tabla 7 el costo de milímetro para cada zafra.

$$\text{COSTO TOTAL (US$/mm)} = 0,21 + 0,21 = 0,42$$

Tabla 7

Costo de milímetro aplicado para todas las zafras del análisis

Zafra	Costo total (US\$/mm)
2019-2020	0,42
2020-2021	0,47
2021-2022	0,51
2022-2023	0,56
2023-2024	0,54

Nota. Elaboración a partir de G. Sebben (comunicación personal, s.f.).

3.5 ANÁLISIS DE INDICADORES A PRECIO CONSTANTE

Con el objetivo de quitar la influencia que tiene la variación de precios en cada zafra sobre los indicadores económicos es que se decide llevarlos a precio constante. Para ello se utiliza la zafra 2023-2024 como referencia de precio de grano, fertilizante, costo del milímetro y labores. En el precio de la semilla y los fitosanitarios esto no tiene ninguna influencia ya que fueron insumos que se tomaron constantes para todas las zafras.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La prueba o test de Welch es la elegida para la realización del análisis estadístico. Este método se utiliza para comparar las medias de dos grupos en los que el tamaño de muestra (n) y las varianzas no son iguales. En este trabajo, se aplica el test a las variables de PB, CD y MB para un mismo cultivo en la misma zafra pero uno de ellos en condiciones de riego y el otro en seco. Se trabaja con un nivel de confianza del 95%, por ende, un $p\text{-valor} \leq 0,05$ indica diferencias significativas.

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MAÍZ DE PRIMERA

La tabla 8 muestra que nuestro estudio presenta una mayor representatividad en el área bajo riego con un valor promedio para todas las zafras del 54%. En secano, el estudio representa una menor cantidad de superficie en comparación al total del litoral.

Tabla 8

Representatividad del área de maíz bajo estudio con respecto al litoral

	Superficie (has)					
	Maíz 1 riego			Maíz 1 secano		
	RUU	Litoral ¹	% estudio	FUCREA	Litoral ¹	% estudio
2019-2020	2321	3636	64%	3448	175076	2%
2020-2021	2869	7105	40%	2843	44965	6%
2021-2022	4923	8876	55%	2008	54589	4%
2022-2023	6265	10071	62%	1553	41789	4%
2023-2024	4914	10189	48%	4715	37581	13%

Nota. ¹Elaboración a partir de S. Pejo (comunicación personal, s.f.).

4.1.1 PB por hectárea en precios corrientes

En la tabla 9 se muestra el análisis estadístico realizado para PB en ambos ambientes de producción.

Tabla 9

Análisis estadístico del PB (US\$/ha) para maíz de primera bajo riego y en secano

	Producto Bruto (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	51	73	50	67	106	42	137	36	101	78
Prom.	1934	1137	2569	840	3022	1027	3242	595	2104	1522
CV (%)	16%	28%	19%	42%	17%	30%	20%	116%	22%	23%
E.E	43	38	70	43	50	48	55	115	46	39
p-valor	3,7E-26		2,7E-35		4,2E-56		1,3E-26		5,9E-18	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a secano. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

En cuanto al PB, se observa que los maíces cultivados bajo riego suplementario son los que presentan mayores valores para ese indicador. Se detectan diferencias significativas en todas las zafras ($p\text{-valor} < 0,05$). Las diferencias se atribuyen a los rendimientos obtenidos en las producciones irrigadas que se ubican en torno a las 12 ton/ha en todas las zafras a excepción del ciclo 2022-2023 en el que el rendimiento decayó a las 10 ton/ha. La producción en seco por su parte, obtuvo rendimientos de 7, 4, 4, 2 y 8 ton/ha desde 2019-2020 hasta 2023-2024.

Por otra parte, se aprecia que en la zafra 2022-2023 que es la que presenta el mayor déficit hídrico del análisis las diferencias son las más grandes del estudio con US\$ 2647. Esto sucede por la poca o, en algunos casos, nula cosecha de las chacras en seco. Se destaca que la zafra 2023-2024 es la que presenta la menor diferencia entre ambas tecnologías con US\$ 582. Esto se debe a que dicho ciclo estival es el que acumula el mayor valor de precipitaciones del estudio. No obstante, continúa dando diferencias significativas sobre mejores PB para el cultivo regado.

Por último, el coeficiente de variación enmascara la variabilidad de los rendimientos con ambas tecnologías. Se observa que el CV (%) bajo riego siempre es menor y más estable que en seco. En condiciones de seco se observa un CV (%) más inestable y alto entre años lo que nos indica lo impredecible que puede ser la producción de maíz en seco. Esto confirma lo escrito por Pejo Henderson (2025) en donde ubica el CV (%) de rendimiento de maíz bajo riego en 16% mientras que 26% es el CV (%) para el mismo cultivo en seco. Ambos estudiados entre 2015 y 2023.

4.1.2 CD por hectárea en precios corrientes

En cuanto a los CD de ambos sistemas, en todas las zafras se evidencian diferencias significativas entre ambas tecnologías en el mismo año ($p\text{-valor} < 0,05$), teniendo el costo mayor en los sistemas que usan la tecnología de riego, ver tabla 10.

Tabla 10

Análisis estadístico de los CD (US\$/ha) para maíz de primera bajo riego y en seco

	Costos directos (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	51	73	50	67	106	42	137	36	101	78
Prom.	1617	888	1709	916	1579	1116	2122	1055	1556	1259
CV (%)	14%	17%	10%	17%	8%	25%	17%	41%	24%	19%
E.E	32	18	24	19	11	43	31	85	37	27
p-valor	4,4E-33		7,6E-46		1,5E-13		5,2E-13		9,19E-10	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

La zafra 2022-2023 acusa los mayores costos del riego. Esto puede suceder porque los mm aplicados en ese verano fueron los más elevados del período analizado con un promedio total de 272 mm a US\$ 0,56/mm. La producción en seco de ese mismo ciclo no acusa los mayores valores de CD porque la magnitud del déficit hídrico generó que los productores no optaran por fertilizar sus cultivos debido a que el rendimiento ya se veía comprometido producto de las escasas precipitaciones. Además, de que muchos productores no levantaron su cosecha.

En contrapartida, la zafra 2023-2024 presenta una diferencia en costos para ambos sistemas de US\$297, esto nos indica que si el año presenta condiciones hídricas buenas para la producción en seco los agricultores se ven motivados a no limitar nutricionalmente sus cultivos. Sin embargo, sigue siendo significativamente más caro el cultivo regado, y esta diferencia pareciera estar relacionada con el uso de la tecnología que suma 237 U\$/ha (costo de los milímetros regados, mas depreciación del sistema de riego), ver tabla 11.

Tabla 11*Distribución de los CD de maíz de primera bajo riego y en secano*

	Distribución de costos directos (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Semilla	256	135	258	135	249	168	243	167	242	147
Fertilizante	573	255	638	283	925	471	1018	402	603	547
Milímetros	66	-	93	-	102	-	130	-	89	-
Depreciación	148	-	148	-	148	-	148	-	148	-
CD totales	1617	888	1709	916	1579	1116	2122	1055	1556	1259

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a secano. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

Con respecto a los costos de semilla de ambos sistemas, se observa que los cultivos bajo riego presentan valores superiores. Esto se debe a que, en ambientes sin restricciones hídricas, se utilizan poblaciones objetivo mayores, generalmente superiores a 80.000 plantas por hectárea, lo que incrementa la densidad de siembra y la cantidad de semilla empleada. El costo de semilla en estos sistemas representa aproximadamente el 15% de los costos totales del cultivo. En cuanto al costo de fertilización, los sistemas bajo riego presentan valores más elevados debido a mayores cantidades de nitrógeno aplicadas. Esto coincide con lo escrito por Giménez (2019) en donde se debe mejorar la situación nutritiva de los cultivos realizados con riego producto del aumento del rendimiento y por ende del consumo de este nutriente desde el suelo. Giménez (2019) expone requerimientos de 20 a 22 Kg de nitrógeno por tonelada producida, de esta manera, la oferta del nutriente debe ir acompañada del rendimiento proyectado. Asimismo, los sistemas irrigados permiten realizar aplicaciones fraccionadas de nitrógeno mediante fertirriego siendo esto imposible en las producciones de secano. En promedio, el costo de fertilizante ocupa el 44% de los costos totales de estos sistemas, mientras que el costo de los milímetros se ubica por debajo del 10%. En contraste, la composición de los CD de los maíces cultivados en secano se caracteriza por un 14% correspondiente a semilla y 37% a fertilizante.

4.1.3 MB por hectárea en precios corrientes

El MB para maíz de primera irrigado presenta valores estadísticamente superiores que los obtenidos en la producción en secano en cuatro de las cinco zafras de análisis (p-

valor $< 0,05$). Siendo la excepción el ciclo 2019-2020 que no da diferencias significativas ($p\text{-valor} > 0,05$), ver tabla 12.

Tabla 12

Análisis estadístico del MB (US\$/ha) para maíz de primera bajo riego y en seco

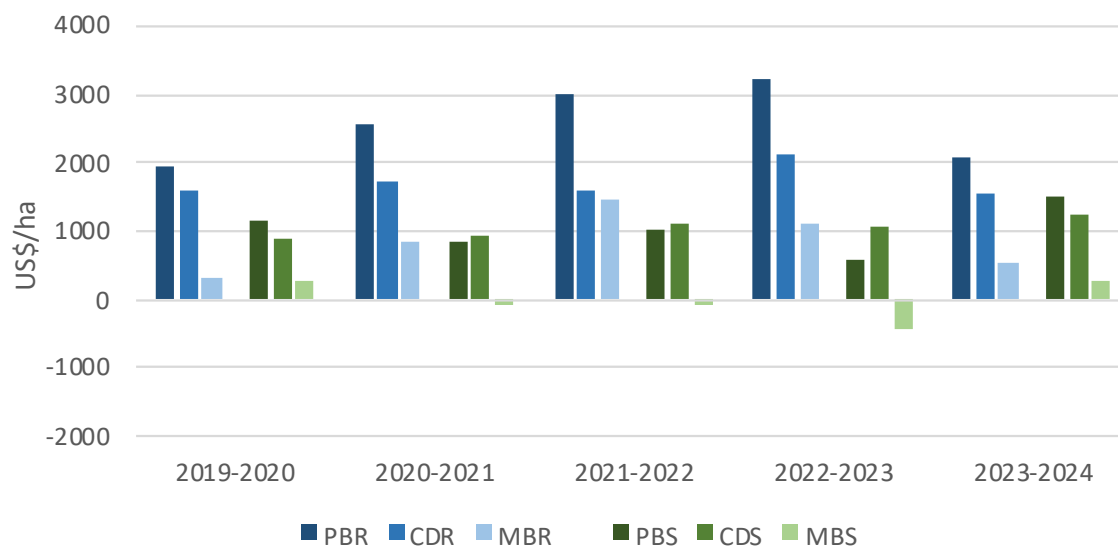
	Margen bruto (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	51	73	50	67	106	42	137	36	101	78
Prom.	317	249	860	-76	1443	-90	1119	-461	548	264
CV (%)	98%	115%	52%	-501%	34%	-414%	70%	189%	57%	146%
E.E	43	34	63	47	47	57	67	146	31	44
p-valor	0,22		1,1E-20		3,2E-37		2,6E-13		4,1E-07	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

Al realizar un paralelismo entre el comportamiento de las precipitaciones y los márgenes brutos obtenidos en seco se observa lo siguiente. Las zafas 2019-2020 y 2023-2024 presentan márgenes promedio positivos para dichos sistemas de producción lo que coincide con las zafas “promedio” y de precipitaciones “excedentarias” respectivamente. Si bien las zafas 2020-2021 y 2021-2022 estadísticamente no son catalogadas como “deficitarias” en cuanto a sus precipitaciones, se observa una tendencia a ser más secas desencadenando que los márgenes promedio comiencen a ser levemente negativos. Por último la zafa 2022-2023 genera un impacto negativo sobre el margen bruto del maíz en seco con los números más negativos de todo el análisis, esto se condice con el verano más seco de todas las zafas analizadas estadísticamente.

Figura 5

Promedio de PB, CD y MB de todas las zafras analizadas para maíz



Nota. PBR=Producto bruto riego, CDR= Costos directos riego, MBR= Margen bruto riego, PBS= Producto bruto seco, CDS= Costos directos seco, MBS= Margen Bruto seco.

En la figura 5, se reúnen las tres variables estudiadas en todas las zafras para ambos sistemas. Se destaca que la tecnología del riego no presenta márgenes brutos promedio negativos en ninguna zafra independientemente del comportamiento de las precipitaciones. Además, se observa el comportamiento de los márgenes brutos de la producción en seco ligados al régimen climático. Aquí se evidencia lo observado por Giménez (2017) en donde afirma que el maíz no posee la plasticidad² vegetativa y reproductiva que la soja si tiene provocando que los rendimientos estén estrechamente ligados al momento de ocurrencia de las precipitaciones.

² Mecanismo que modifica el crecimiento y desarrollo de las plantas ante condiciones adversas (Fassio et al., 2016)

4.1.4 PB en US\$ constantes³

La tecnología del riego permite rendimientos estables a lo largo de las zafras con un desvío estandar de 0,89 ton/ha. Los PB se ubican en torno a los US\$2000/ha con mínimo en 2022-2023 (US\$1850/ha) en donde el rendimiento se redujo a 10 ton/ha en comparación con los demás años que rondan las 12 ton/ha.

Los sistemas de producción en seco no permiten dicha estabilidad. La primera y la última zafra son las que acusan mayores valores de PB (US\$1282/ha y US\$1522/ha) debido a rendimientos de 7 y 8 ton/ha respectivamente. Las restantes zafras promediaron 4 ton/ha para 2020-2021 y 2021-2022 y 2 ton/ha en 2022-2023. Esto se traduce en un desvío estándar de 2,45 ton/ha. En promedio, el PB en seco se ubica en los US\$919/ha con mínimo en zafra 2022-2023 de US\$339/ha.

4.1.5 CD en US\$ constantes

Se aprecia que los sistemas bajo riego todos los años presentan valores superiores en costos directos a los de seco. Esta diferencia se le otorga a una mayor utilización de nitrógeno, al milímetro aplicado y a la depreciación del equipo de riego. En promedio, los CD del riego rondan los US\$1700/ha mientras que el seco ronda los US\$1000/ha.

4.1.6 MB en US\$ constantes

En promedio, el MB de los maíces bajo riego es de US\$364/ha con un desvío estándar de US\$243/ha mientras que en seco es de US\$-127/ha acompañado de un desvío estándar de US\$388/ha. Esto demuestra que la diferencia se obtiene por el uso de la tecnología y no por diferencias en precios tanto de insumos como de producto de los años en estudio.

³ Con base de precios a zafra 2023-2024.

4.2 SOJA DE PRIMERA

El promedio de área de soja de primera bajo riego representada en nuestro estudio es del 37%. En secano la representatividad es siempre inferior al 10%. Ver tabla 13.

Tabla 13

Representatividad del área de soja de primera bajo estudio con respecto al litoral

	Superficie (has)					
	Soja 1 riego			Soja 1 secano		
	RUU	Litoral ¹	% estudio	FUCREA	Litoral ¹	% estudio
2019-2020	2311	3118	74%	24377	367226	7%
2020-2021	1806	7400	24%	26859	319829	8%
2021-2022	2327	6145	38%	13785	265284	5%
2022-2023	2147	7904	27%	20518	243464	8%
2023-2024	3062	12981	24%	11061	282154	4%

Nota. ¹Elaboración a partir de S. Pejo (comunicación personal, s.f.).

4.2.1 PB por hectárea en precios corrientes

Se aprecia que el producto bruto para soja de primera bajo riego es superior a la de secano en todas las zafas del análisis consecuencia del incremento en los rendimientos (p -valor $< 0,05$). Al igual que en maíz, la zafra 2022-2023 es la que presenta la mayor diferencia entre ambos sistemas con US\$ 584 gracias a la brecha entre rendimientos con 2 ton/ha en riego y 0,83 ton/ha para secano. En contraste, la zafra 2021-2022 es la que acusa la menor diferencia con US\$ 312. Precisamente, dicho ciclo se caracteriza por tener la menor diferencia en rendimiento entre ambas producciones con 700 kg/ha (3,5 ton/ha vs 2,8 ton/ha). De todas formas los PB promedio son diferentes estadísticamente. Ver tabla 14.

Tabla 14

Análisis estadístico del PB (US\$/ha) para soja de primera bajo riego y en seco

	Producto Bruto (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	55	616	44	569	48	325	36	505	70	214
Prom.	1273	789	1188	847	1579	1267	985	401	1538	1188
CV (%)	16%	29%	28%	35%	20%	24%	46%	79%	17%	26%
E.E	27	9	50	13	46	17	75	14	30	21
p-valor	6,7E-26		3,3E-08		3,2E-08		3,6E-09		1,2E-16	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

Otro aspecto interesante a resaltar es el CV (%), se observa que la producción bajo riego tiende a la obtención de rendimientos más homogéneos con respecto al promedio. En seco, la tendencia es a obtener rendimientos más dispares dentro de los mismos ciclos.

4.2.2 CD por hectárea en precios corrientes

En lo que respecta a los CD asociados a ambas producciones, se constata que en todas las zafas existen diferencias significativas entre ambos sistemas ($p\text{-valor} < 0,05$).

Tabla 15

Análisis estadístico de los CD (US\$/ha) para soja de primera bajo riego y en seco

	Costos directos (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	55	616	44	569	48	325	36	505	70	214
Prom.	705	548	790	561	966	694	850	718	790	723
CV (%)	14%	13%	9%	14%	14%	20%	16%	30%	9%	15%
E.E	13	3	11	3	20	8	23	10	8	7
p-valor	3,4E-17		2,9E-25		2,9E-19		2,9E-06		2,9E-06	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

Como se aprecia en la tabla 16, en fertilizante y semilla ambos sistemas presentan costos similares, de esta forma los CD del riego son más elevados producto de la

depreciación anual del equipo de riego y los milímetros aplicados. Precisamente, la depreciación representa aproximadamente el 18% de los CD de soja de primera irrigada.

Tabla 16

Distribución de los CD de soja de primera bajo riego y en seco

	Distribución de costos directos (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Semilla	71	91	68	93	70	88	76	90	68	93
Fertilizante	115	134	197	146	370	265	330	279	152	245
Milímetros	43	-	59	-	35	-	73	-	43	-
Depreciación	148	-	148	-	148	-	148	-	148	-
CD	705	548	790	561	966	694	850	718	790	723

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco.

Se evidencia una estructura de costos en condiciones de seco donde existe un costo de semilla más elevado. Esto se explica porque los porcentajes de establecimiento en esas condiciones son inferiores. Normalmente entre 65% y 75% (M. Bustamante, comunicación personal, 23 de junio, 2026) en comparación con la soja irrigada con porcentajes de establecimiento entre 80 y 85% (G. Sebben, comunicación personal, s.f). De esta forma una práctica habitual para los productores es aumentar la densidad de siembra para lograr un correcto stand de plantas. El costo de semilla en las producciones de seco representa, en promedio, el 12% de los CD mientras que en riego el número desciende al 9%.

En cuanto a los costos de fertilizantes, en ambos sistemas, representa en torno al 30% de los CD totales de los cultivos. El costo del riego equivale al 7% de los CD en todos los años.

4.2.3 MB por hectárea en precios corrientes

Los márgenes brutos para soja de primera bajo riego suplementario son mayores estadísticamente en cuatro de las cinco zafas con respecto al mismo cultivo en seco (p-valor < 0,05) ver tabla 17.

Tabla 17

Análisis estadístico del MB (US\$/ha) para soja de primera bajo riego y en secano

	Margen bruto (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	55	616	44	569	48	325	36	505	70	214
Prom.	568	241	398	286	613	573	135	-317	748	465
CV (%)	32%	98%	75%	106%	54%	56%	274%	-121%	36%	76%
E.E	24	10	45	13	48	18	62	17	33	24
p-valor	1,1E-19		0,02		0,43		1,5E-08		9,9E-11	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a secano. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

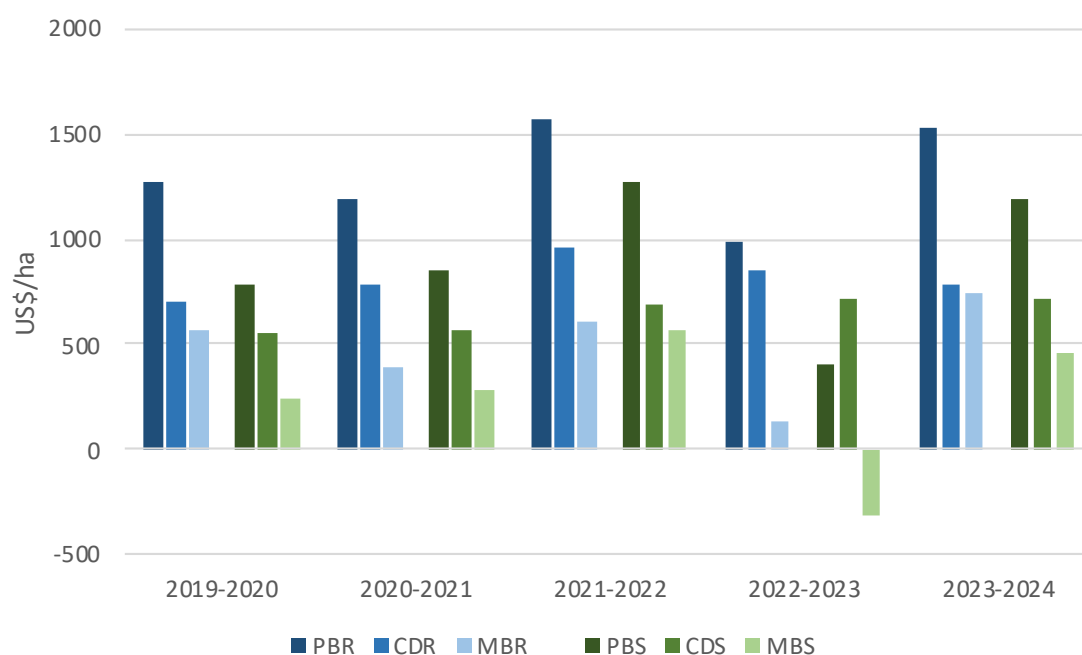
En la zafra 2021-2022 no se detectan diferencias significativas entre ambas producciones ($p\text{-valor} > 0,05$) debido a que en dicho año se constata la menor diferencia en rendimientos entre ambos sistemas con 0,7 ton/ha (3,5 ton/ha del riego vs 2,8 ton/ha en secano). Se observa que dicha zafra se clasifica estadísticamente como promedio para precipitaciones, aunque existe una tendencia a menores precipitaciones que otros años clasificados como promedios, ver tabla 2. Esto lo explica Giménez (2017), donde enuncia que la plasticidad vegetativa y reproductiva de esta oleaginosa permite compensar rendimiento sin estar tan ligado al momento de ocurrencia de las precipitaciones como sucede en maíz.

La mayor diferencia (US\$ 452) se registra en la zafra 2022-2023 debido al pobre desempeño de las producciones en secano que promediaron rendimientos en torno a las 0,8 ton/ha desencadenando CD mayores al PB y por ende MB negativos promedio. La segunda mayor diferencia (US\$ 326) se aprecia en la zafra 2019-2020 debido a que es la zafra que presenta la mayor diferencia en rendimientos con 4 ton/ha para el riego y 2,5 ton/ha en secano.

Se observa que la soja de primera en condiciones de secano solo presenta MB negativo en la zafra clasificada como de precipitaciones “deficitarias”, en las zafras de precipitaciones “promedio” y “excedentarias” se evidencian MB positivos.

Figura 6

Promedio de PB, CD y MB de todas las zafras analizadas para soja de primera



Nota. PBR=Producto bruto riego, CDR= Costos directos riego, MBR= Margen bruto riego, PBS= Producto bruto seco, CDS= Costos directos seco, MBS= Margen Bruto seco.

Para finalizar, en la figura 6 se reúnen las tres variables estudiadas en todas las zafras para ambos sistemas. Se destaca que la tecnología del riego no presenta márgenes brutos negativos promedios en ninguna zafra independientemente del comportamiento de las precipitaciones. En la figura 6 también podemos observar como en la zafra 2021-2022 el comportamiento promedio del seco es muy similar al regado

4.2.4 PB en US\$ constantes⁴

La soja de primera bajo riego obtuvo, en promedio, un PB de US\$1440/ha mientras que en seco ronda los US\$990/ha. Si se analiza el comportamiento de los rendimientos a lo largo de las zafras y se calcula el desvío estándar vemos que bajo riego

⁴ Con base de precios a zafra 2023-2024.

este indicador es de 0,72 ton/ha vs 0,77 ton/ha con un promedio de rendimiento de 3,2 ton/ha y 2,2 ton/ha respectivamente. Esto indica que, si bien los rendimientos tienden a ser más estables, no sucede lo mismo que en el maíz donde la cantidad de precipitaciones condiciona más la estabilidad del rendimiento a obtener.

4.2.5 CD en US\$ constantes

Los sistemas bajo riego suplementario presentan costos más elevados que en seco. Al analizar el promedio de todas las zafas se evidencian US\$841/ha para soja de primera irrigada y US\$643/ha para esta misma en seco, y esto se explica principalmente por los milímetros aplicados y la depreciación del equipo de riego.

4.2.6 MB en US\$ constantes

En promedio el MB para los sistemas bajo riego se ubica en torno a los US\$600 con un desvío estándar de US\$365/ha y en seco US\$346/ha con un desvío estándar de US\$330/ha.

4.3 SOJA DE SEGUNDA

En la tabla 18 se observa que nuestro estudio presenta una mayor representatividad en el área de soja de segunda bajo riego con un valor promedio para todas las zafas de 65%. En seco el estudio representa en torno al 10% del área del litoral.

Tabla 18

Representatividad del área de soja de segunda bajo estudio con respecto al litoral

	Superficie (has)					
	Soja 2 riego			Soja 2 seco		
	RUU	Litoral ¹	% estudio	FUCREA	Litoral ¹	% estudio
2019-2020	725	868	84%	30396	283599	11%
2020-2021	1489	2187	68%	35898	316406	11%
2021-2022	2339	3666	64%	42188	360366	12%
2022-2023	2971	4652	64%	43176	422440	10%
2023-2024	2670	5811	46%	40718	365998	11%

Nota. ¹Elaboración a partir de S. Pejo (comunicación personal, s.f.).

4.3.1 PB por hectárea en precios corrientes

El producto bruto de la soja de segunda cultivada bajo riego presenta valores superiores estadísticamente a la soja de secano en todas las zafas ($p\text{-valor} < 0,05$). Ver tabla 19.

Tabla 19

Análisis estadístico del PB (US\$/ha) para soja de segunda bajo riego y en secano

	Producto Bruto (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	15	403	31	447	50	416	60	844	39	574
Prom.	1098	692	878	739	1446	1250	1092	342	1308	1045
CV (%)	15%	26%	37%	39%	28%	26%	37%	115%	31%	30%
E.E	41	9	59	14	58	16	52	14	64	13
p-valor	9,1E-08		0,028		0,002		2,1E-21		2,5E-04	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a secano. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

La menor diferencia entre ambos sistemas se observa en la zafra 2020-2021 con US\$ 139. Precisamente, en dicha zafra la diferencia en rendimientos entre ambos sistemas fue de 0,37 ton/ha (2,34 ton/ha de riego vs 1,97 ton/ha en secano). En contrapartida, la zafra con la mayor diferencia fue 2022-2023 con US\$ 750 producto de 1,6 ton/ha de diferencia en rendimiento entre ambos sistemas.

4.3.2 CD por hectárea en precios corrientes

Los costos directos presentan diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0,05$) en todas las zafas con valores superiores para las producciones irrigadas. Una vez más se atribuye los CD más altos a la producciones irrigadas debido a la depreciación anual del equipo (aproximadamente el 21% de los CD) y a los milímetros aplicados. Ver tabla 20.

Tabla 20

Análisis estadístico de los CD (US\$/ha) para soja de segunda bajo riego y en seco

	Costos directos (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	15	403	31	447	50	416	60	844	39	574
Prom.	633	476	591	488	744	576	902	592	686	530
CV (%)	11%	14%	14%	17%	12%	23%	12%	39%	14%	25%
E.E	18	3	15	4	13	6	14	8	15	6
p-valor	7,40E-07		1,20E-07		5,90E-19		3,0E-35		5,60E-13	

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

Tabla 21

Distribución de los CD de soja de segunda bajo riego y en seco

	Distribución de costos directos (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Semilla	96	94	78	89	78	95	83	97	75	95
Fertilizante	107	130	88	154	234	220	306	248	126	140
Milímetros	35	-	40	-	27	-	77	-	49	-
Depreciación	148	-	148	-	148	-	148	-	148	-
CD totales	633	476	591	488	744	576	902	592	686	530

Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco.

Considerando la distribución de los costos directos, los sistemas de seco le atribuyen el 18% de sus CD al costo de la semilla mientras que 33% representa al fertilizante. En condiciones de riego los valores son de 12% y 23% respectivamente. El costo correspondiente a los milímetros aplicados se ubica por debajo del 10% con los costos más elevados en la zafra 2022-2023 con un total de 162 mm a 0,56 US\$/mm.

4.3.3 MB por hectárea en precios corrientes

En la tabla 22 se aprecia que los MB de soja de segunda irrigada fueron mayores estadísticamente en dos de las cinco zafas, en 2019-2020 y 2022-2023 (p-valor < 0,05).

Tabla 22

Análisis estadístico del MB (US\$/ha) para soja de segunda bajo riego y en seco

	Margen bruto (US\$/ha)									
	2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
Tecnología	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Chacras	15	403	31	447	50	416	60	844	39	574
Prom.	465	217	287	251	702	675	190	-251	622	515
CV (%)	28%	90%	100%	123%	48%	48%	110%	-174%	60%	64%
E.E	34	10	52	15	48	16	48	15	60	14
p-valor	2,5E-06		0,480		0,580		6,0E-13		0,09	

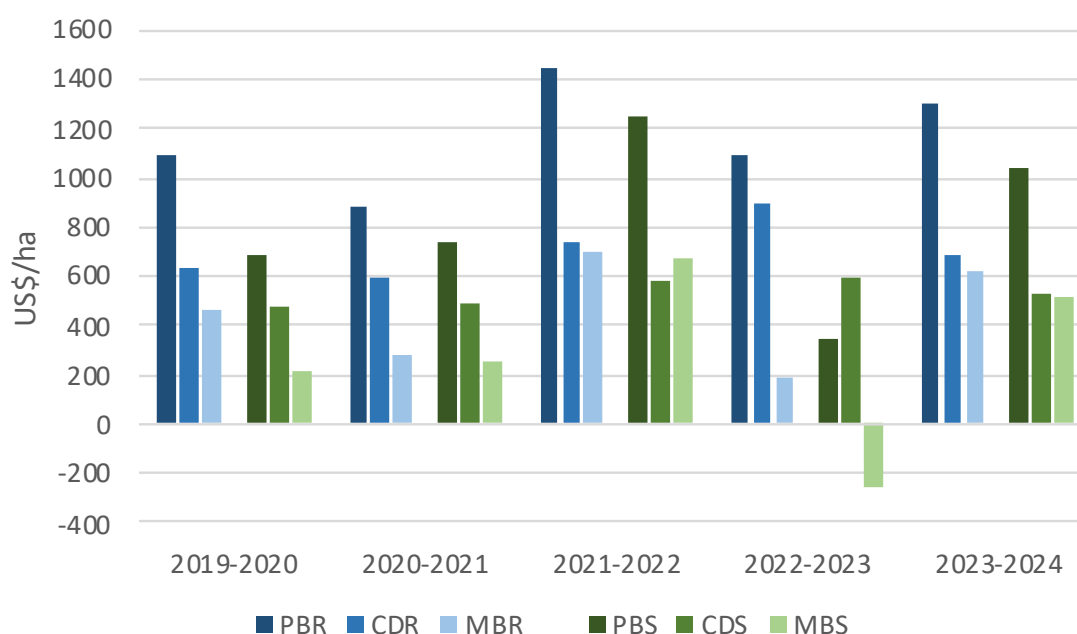
Nota. Tecnología “R” refiere al riego y “S” a seco. CV refiere a coeficiente de variación y EE al error estándar.

En la primera zafra lo que ocurre es que los CD de los sistemas bajo riego son superiores, la diferencia en MB (a favor del riego) se da por el rendimiento que fue de 3,5 ton/ha bajo riego y 2,2 ton/ha en seco. Por otra parte, en 2022-2023 lo que ocurre es que si bien los CD del riego son mayores, los rendimientos obtenidos en seco son los más bajos de toda la serie de años con 0,7 ton/ha (provocando que el MB disminuya).

En las zafas 2020-2021, 2021-2022 y 2023-2024 no se observaron diferencias significativas en el MB entre ambos sistemas. Esto se explica por las reducidas diferencias de rendimiento registradas entre los sistemas, las cuales oscilaron entre 0,3 y 0,6 ton/ha, generando diferencias significativas, pero relativamente bajas en el PB, lo que no compensa los mayores CD que tiene el cultivo regado en esos años en comparación con seco.

Figura 7

Promedio de PB, CD y MB de todas las zafras analizadas para soja de segunda



Nota. PBR=Producto bruto riego, CDR= Costos directos riego, MBR= Margen bruto riego, PBS= Producto bruto seco, CDS= Costos directos seco, MBS= Margen Bruto seco.

En la figura 7 se verifica que la tecnología del riego permite tener MB promedio positivos durante todas las zafras. En seco esto no ocurre debido a que en la zafra 2022-2023 se evidencian MB negativos, este año tiene la particularidad de ser el más seco de todo el análisis.

4.3.4 PB en US\$ constantes⁵

En promedio, el PB para soja de segunda bajo riego se ubica en US\$1265/ha mientras que en seco el valor es de US\$888/ha. Al realizar un análisis de los rendimientos y la estabilidad entre zafras se observa un promedio de 2,83 ton/ha para el

⁵ Con base de precios a zafra 2023-2024.

riego y de casi 2 ton/ha para seco. Los sistemas bajo riego presentan mayor estabilidad en este caso con un desvío estándar de 0,54 ton/ha vs 0,78 ton/ha en seco.

4.3.5 CD en US\$ constantes

Los CD promedio para los sistemas bajo riego son de US\$699/ha y en seco de US\$532/ha.

4.3.6 MB en US\$ constantes

En promedio se establece un MB en condiciones de riego de US\$566/ha junto a un desvío estándar de US\$252/ha y en seco de US\$357/ha con un desvío estándar de US\$335/ha.

En esta sección es interesante resaltar que muchas veces el pivot que se utiliza para regar maíz de primera es el que se traslada para regar soja de segunda una vez que el maíz terminó su ciclo. De esta manera existe una superposición aunque en diferentes etapas. Es así que el maíz es regado en sus tres etapas (vegetativa, período crítico y reproductiva) y la soja de segunda transcurre en seco hasta su período crítico. Esto conlleva a que el rendimiento pueda verse limitado con respecto a una soja que se cultiva en bienestar hídrico durante todo el ciclo. Esto impactaría directamente en el PB, en los CD y por consecuencia en el MB.

Por otra parte, la depreciación del equipo de riego podría distribuirse entre el maíz de primera y la soja de segunda. Esto llevaría a una disminución en los CD pudiendo incrementar los MB pero favoreciendo mayoritariamente a los indicadores de soja de segunda donde las diferencias con la producción en seco no son tan importantes.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que la incorporación del riego genera incrementos significativos en el producto bruto de los tres cultivos analizados, consecuencia directa de los mayores rendimientos alcanzados. Asimismo, se constató que la magnitud de la respuesta económica depende de las condiciones climáticas de cada campaña. Siendo los mayores beneficios observados durante las zafas con déficit hídrico debido al decremento que experimentan los rendimientos de secano.

En maíz de primera, el riego presenta las mayores ventajas económicas, registrando diferencias estadísticas en cuatro de las cinco zafas analizadas para margen bruto respecto al secano. Si bien los costos directos son superiores producto de una mayor utilización de nitrógeno, semilla y de los milímetros aplicados, el aumento de los productos brutos compensa ampliamente dichos incrementos, permitiendo obtener márgenes promedios positivos en todas las zafas analizadas. Por el contrario, la producción en secano muestra una elevada sensibilidad a la variabilidad climática, registrando márgenes promedios negativos en los años de menor disponibilidad hídrica.

En soja de primera, el riego también permite diferencias significativas en márgenes brutos para cuatro de las cinco zafas analizadas. Los costos directos asociados al riego presentan aumentos estadísticamente significativos con respecto al cultivo en secano y se atribuyen principalmente al uso de la tecnología (milímetros aplicados y depreciación del equipo de riego). A pesar de mayores costos al igual que en Maíz, el aumento estadísticamente significativo en todas las zafas del PB compensa y mejora los resultados de MB en cuatro de las cinco zafas analizadas.

Por su parte, la soja de segunda presenta una menor respuesta económica al riego. Los resultados son estadísticamente diferentes para PB, siendo los cultivos regados los que presentan mejores resultados. Los CD también son diferentes estadísticamente para todas las zafas analizadas, siendo mayores en los cultivos regados. La particularidad en soja de segunda es que no todos los años el aumento del PB compensa los mayores CD y mejora resultado de MB, dando como resultado que solo dos de las cinco zafas sean mejores estadísticamente.

Otro aspecto relevante del estudio es la menor variabilidad observada en los sistemas irrigados, reflejada en coeficientes de variación generalmente inferiores a los registrados en secano. Esto sugiere que el riego no solo incrementa la productividad, sino que también aporta mayor estabilidad y previsibilidad a los resultados productivos y económicos.

En términos generales, la tecnología del riego suplementario constituye una herramienta eficaz para reducir el riesgo asociado a la variabilidad climática, aumentar la estabilidad de los sistemas agrícolas y en muchos casos mejorar los resultados económicos de los cultivos analizados. No obstante, la magnitud de sus beneficios depende del cultivo considerado y de las condiciones climáticas de cada zafra, evidenciando los beneficios de su implementación en escenarios de déficit hídrico.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Arbeletche Favat, P. (2016). *Análisis de la agricultura desde la perspectiva de la economía industrial: El caso de Uruguay* [Disertación doctoral, Universidad de Alicante]. Agritrop. <https://agritrop.cirad.fr/596896/1/ID596896.pdf>
- Barberis, N. A. (2024). Análisis económico del riego en cultivos extensivos para el centro de la provincia de Córdoba. En *54ª Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria*. AAEEA. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/20544/INTA_CR%20Cordoba_EEA%20Manfredi_Barberis%20N%20A_Analisis_economico_del_riego_en_cultivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barreiro, M., Arizmendi, F., & Trinchin, R. (2019). *Variabilidad observada del clima en Uruguay: Producto 2*. Universidad de la República; MVOTMA; Cooperación Española. <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/Producto-2.pdf>
- Benítez Giordano, F. Y. (2025). *Efecto de la profundidad y la capacidad de almacenaje de agua del suelo en el rendimiento de soja* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/50962>
- Boschi González, F., & Cuadro Ghan, M. (2023). Previsibilidad en la producción de maíz: Conocimiento de la genética, tecnología de riego, modelos de previsión climática y estrategias de manejo. *Revista del Plan Agropecuario*, (187), 42-45. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/203_3181.pdf
- Cámara Mercantil de Productos del País. (2024). Trabajo generado en Uruguay por agronegocios tiene números: Más de 200 mil empleos y la mitad es de un sector. *Boletín semanal*. <https://camaramercantil.com.uy/wp-content/uploads/2024/07/Boletin-2024.07.12.pdf>
- Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios. (s.f.a). *Vigencia 3 de agosto de 2019 al 1 de febrero de 2020*. <https://cusa.org.uy/sitio/precios/labores%202019-2020.pdf>
- Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios. (s.f.b). *Vigencia 6 de agosto 2022*. <https://cusa.org.uy/sitio/precios/Precios%20de%20Labores%20Agricolas%20Agosto%202022.pdf>

- Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios. (s.f.c). *Vigencia agosto de 2020 a febrero 2021*. <https://cusa.org.uy/sitio/precios/labores%202020-2021.pdf>
- Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios. (s.f.d). *Vigencia agosto 2021*. <https://cusa.org.uy/sitio/precios/labores%202021-2022.pdf>
- Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios. (s.f.e). *Vigencia desde 12 de agosto de 2023 hasta febrero 2024*. <https://cusa.org.uy/sitio/precios/Precios%20Labores%20Agri%CC%81colas%20Agosto%202023.pdf>
- Caracciolo García, A., & Rosales Caffera, F. (2023). *Efecto de la fecha de siembra y la disponibilidad hídrica sobre el rendimiento de soja* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/43801>
- Cardellino, G., & Baethgen, W. E.. (2000). Análisis de la viabilidad de sistemas de riego para maíz: Estudio de casos y evaluación de estrategias. En *Jornada de Cultivos de Verano: Tecnología de producción de cultivos y pasturas bajo riego* (pp. 47-55). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12275/1/UY.INIA.SAD.2000.n.227.p.47-55-Cardelino.pdf>
- Decreto n° 8/019: *Fijación de tarifas de UTE: Enero 2019*. (2019). IMPO. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/8-2019>
- Durán, A., Califra, A., & Molfino, J. H. (1999). *Suelos del Uruguay según Soil Taxonomy*. Universidad de la República; MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/Suelos%20de%20Uruguay%20según%20Soil%20Taxonomy_0.pdf
- Fassio, A., Pérez, O. M., Ibáñez, W., Rabaza, C., Vergara, G., Sawchik, J., Schusselin, M., & Silva, L. (2016). Soja: Rendimiento con y sin riego a diferentes poblaciones de siembra. *Revista INIA*, (47), 22-26. <http://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6396/1/Rev.INIA-2016-No47-p.22-26.pdf>

- Genta, J. L., & Failache, N. (2010). Disponibilidad de agua en Uruguay: Variabilidad, predicción, institucionalidad. En *Potencial del riego extensivo en cultivos y pasturas: 1er Seminario Internacional* (pp. 177-182). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4514/1/Libro-1-Seminario-Internacional-de-Riego-en-Cultivos-y-Pasturas.pdf>
- Giménez, L. (2004). Potencial de rendimiento de maíz para grano: I. Disponibilidad hídrica. *Cangüé*, (26), 33-38. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/48006>
- Giménez, L. (2017). Respuesta del maíz y la soja a diferentes disponibilidades hídricas en distintas etapas de desarrollo. *Agrociencia (Uruguay)*, 21(2), 77-90.
<https://doi.org/10.31285/AGRO.21.2.10>
- Giménez, L. (2019). Rendimientos de maíz y soja: Un desafío que provoca... La información experimental y la producción comercial. *Cangüé*, (41), 7-12.
https://cangue.eemac.edu.uy/app/uploads/2024/12/C42_3-rendimientos-maiz-soja.pdf
- Giménez, L., Canosa, G., Prieto, C., Grasso, J. P., Montero, A., Rameau, M., Rosa, A., & Arévalo, R. (2014). Respuesta del riego suplementario en cultivos de verano y evaluación de pérdidas de rendimiento por deficiencias hídricas. En *Riego suplementario en cultivos y pasturas* (pp. 9-28). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3598/1/fpta-55-2014.pdf>
- Giménez, L., & García Petillo, M. (2011). Evapotranspiración de cultivos de verano para dos regiones climáticamente contrastantes de Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*, 15(2), 100-108. <https://doi.org/10.31285/AGRO.15.598>
- Iglesias, D. H., Iturrioz, G. M., Lorda, H. O., Torrado Porto, R., & Fernández, M. D. (2016). *Márgenes brutos de los principales productos agropecuarios de la provincia de La Pampa*. Sitio Argentino de Producción Animal.
https://www.produccion-animal.com.ar/empresa_agropecuaria/empresa_agropecuaria/138-informe_septiembre2016.pdf
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2019, 19 de noviembre). *China compró 81,7% de la soja uruguaya*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/china-compro-817-soja-uruguaya>

- Molfino, J. H., & Califra, A. (2001). *Agua disponible de las tierras del Uruguay: Segunda aproximación (versión corregida)*. MGAP.
<https://descargas.mgap.gub.uy/DGRN/Comunicaciones/Agua%20disponible%20de%20las%20Tierras%20del%20Uruguay%20%28segunda%20aproximaci%C3%B3n%29.pdf>
- Molina, C., & Álvarez, J. (2009). Contabilidad agropecuaria: Estados contables e indicadores económico-financieros. En J. Álvarez & O. Falcao (Eds.), *Manual de gestión de empresas agropecuarias* (pp. 25-46). Universidad de la República.
<https://hdl.handle.net/20.500.12008/45662>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2020). *Encuesta agrícola «Invierno 2020»*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-08/PUBLICACION_INV2020.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2021). *Encuesta agrícola «Invierno 2021»*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2021-10/PUBLICACION_INV_2021.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2022). *Resultados de encuesta agrícola «Invierno 2022»*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/comunicado_prensa_inv_2022.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2023). *Encuesta agrícola «Invierno 2023»*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2023-10/Publicaci%C3%B3n%20Encuesta%20agricola%202023.pdf>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2024). *Resultados de la encuesta agrícola «Invierno 2024»*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/comunicado_prensa_inv_2024_Final.pdf

- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2025). *Anuario estadístico agropecuario 2025*. MGAP. <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2025/ANUARIO2025.pdf>
- Pejo Henderson, S. (2025). *Dinámica de la agricultura en el Uruguay y su evolución en el periodo 2015-2023* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Servicio de Corrección Bibliográfica. <http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/book/429>
- Pizzanelli, M. (2024). Maíz y sorgo: Análisis de tendencias y oportunidades. En *Anuario OPYPA 2024*. MGAP. <https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuario2024/CP/10/CP10web/CP10-Maizysorgosituacion.pdf>
- Rizzo Ayphassorho, G. D. (2018). *Estimación y análisis espaciotemporal del rendimiento y las brechas de rendimiento de soja en Uruguay* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/29206>
- Uruguay XXI. (2024). *Sector agrícola en Uruguay*. <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/3c65f7d9c47fd2235bbc5752bd3ad5c2f005ec88.pdf>

7. ANEXO

Tabla A1

Precio de fitosanitarios y otros insumos utilizados

Semilla	Fitosanitarios	Costo unitario (US\$/kg/lt)
Avena negra		0,8
	2.4 D Enlist	5,2
	2.4 D amina	2,4
	Abamectina vigia (18%)	5,1
	Accuron	38
	Aceite metilado	3,3
	AgrostarMix	10,5
	Azoxistrobin 200 + Ciproconazol 80	10,95
	Blocker Ultra	5,5
	Cletodim	6
	Clopiralid	11,5
	Clorantraniliprole 75%	38
	Convey	226
	Flumioxazim	17,5
	Glifo DMA 60%	3
	Glifosato amonico 75%	5
	Heat	210
	Humectante grap super gun	47
	Paradigm	210
	Pixxaro	44
	S - metholaclor	5,5

Nota. Elaboración a partir de M. Antonaccio (comunicación personal, 9 de febrero, 2026).

Tabla A2*Aspectos técnicos sobre proyecto de riego utilizado*

Proyecto	
Área Pivotes (ha)	120
Tipo Pivotes	Fijos
Cantidad Fijos	4
Cantidad Moviles	0
Área Regada (ha)	480
Area Riego instantanea (ha)	480
Numero de Centros Fijos	4
Numero de Centros Moviles	0
Estación de bombeo	1
Represas	1

Nota. Elaboración a partir de G. Sebben (comunicación personal, s.f.).

Tabla A3*Manejo tipo para maíz de primera*

Mes	Concepto	Unidad	Dosis
Mayo	Semilla Avena Negra	Kilos/ha	35
Agosto	Supresión Cobertura		
	Glifosato Amonico 75%	Litros/ha	2
	Cletodim	Litros/ha	0,8
	Pixxaro	Litros/ha	0,35
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
Setiembre	Herbicidas Preemergentes		
	Accuron	Litros/ha	1,0
	S- metholaclor	Litros/ha	1,0
	Glifosato Amonico 75%	Kilos/ha	2,0
	Heat	Kilos/ha	0,035
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
Octubre	Herbicidas Post-emergentes		
	Glifo DMA 60%	Litros/ha	3,0
	Convey	Litros/ha	0,8
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
	Clorantraniliprole 75%	Kilos/ha	0,02
	Fertilizante Foliar Zinc (7%)	Litros/ha	3
Diciembre	Herbicidas Post-emergentes		
	Azoxistrobin 200 + Ciproconazol 80 (350 cc)	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5

Nota. Elaboración a partir de G. Sebben (comunicación personal, s.f.).

Tabla A4*Manejo tipo para soja de primera*

Mes	Concepto	Unidad	Dosis
Mayo	Semilla Avena Negra	Kilos/ha	35
Julio	2.4D Amina	Litros/ha	1
Setiembre	Supresión Cobertura		
	Glifo DMA 60%	Litros/ha	2
	Cletodim	Litros/ha	0,8
	Clopiralid	Litros/ha	0,35
	Paradigm	Kilos/ha	0,025
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
Noviembre	Herbicidas Preemergentes		
	Flumioxazim	Litros/ha	0,15
	S- metholaclor	Litros/ha	1,0
	Glifosato Amonico 75%	Kilos/ha	2,0
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
Diciembre	Herbicidas Post-emergentes		
	Glifo DMA 60%	Litros/ha	3,0
	2.4 D Enlist	Litros/ha	0,8
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Cletodim	Litros/ha	0,8
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
	Clorantraniliprole 75%	Kilos/ha	0,015
	Fertilizante foliar zinc (7%)	Litros/ha	3
Enero	Insecticidas		
	Abamectina Vigia (18%)	Litros/ha	0,65
	Blocker Ultra	Litros/ha	0,40
	Clorantraniliprole 75%	Kilos/ha	0,02
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
Febrero	Insecticidas		
	AgrostarMix	Litros/ha	0,39
	Abamectina Vigia (18%)	Litros/ha	0,65
	Blocker Ultra	Litros/ha	0,4
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03

Nota. Elaboración a partir de G. Sebben (comunicación personal, s.f.).

Tabla A5*Manejo tipo para soja de segunda*

Mes	Concepto	Unidad	Dosis
Noviembre	Herbicidas Preemergentes		
	Flumioxazim	Litros/ha	0,15
	S- metholaclo	Litros/ha	1,0
	Glifosato Amonico 75%	Kilos/ha	2,0
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
Diciembre	Herbicidas Post-emergentes		
	Glifo DMA 60%	Litros/ha	3,0
	2.4 D Enlist	Litros/ha	0,8
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Cletodim	Litros/ha	0,8
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
	Clorantraniliprole 75%	Kilos/ha	0,015
	Fertilizante foliar zinc (7%)	Litros/ha	3
Enero	Insecticidas		
	Abamectina Vigia (18%)	Litros/ha	0,65
	Blocker Ultra	Litros/ha	0,40
	Clorantraniliprole 75%	Kilos/ha	0,02
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03
Febrero	Insecticidas		
	AgrostarMix	Litros/ha	0,39
	Abamectina Vigia (18%)	Litros/ha	0,65
	Blocker Ultra	Litros/ha	0,4
	Aceite Metilado	Litros/ha	0,5
	Humectante (Grap Super Gun)	Litros/ha	0,03

Nota. Elaboración a partir de G. Sebben (comunicación personal, s.f.).