

**García de la Torre, Pedro**

*Análisis económico de la aplicación de riego en el cultivo de trigo en la localidad de González Chaves, provincia de Buenos Aires*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central “San Benito Abad”. Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

García de la Torre, P. 2014. Análisis económico de la aplicación de riego en el cultivo de trigo en la localidad de González Chaves, provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/analisis-economico-trigo-gonzalez-chaves.pdf> [Fecha de consulta:.....]



# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

“ Análisis económico de la aplicación de riego en el cultivo de trigo en la  
localidad de González Chaves, Provincia de Buenos Aires ”

Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Pedro García de la Torre

Profesor Tutor: Ing. Agrónoma Cynthia Defilipis

Fecha de Entrega: Noviembre de 2014



**INDICE DE CONTENIDOS:**

	Pág.
RESUMEN:	3
INTRODUCCIÓN:	3
OBJETIVOS :	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:	4
1.    Diferencias de rendimiento obtenidas en el cultivo de trigo por la aplicación de riego complementario.	4
2.    Eficiencia de uso de agua del cultivo de trigo	6
3.    Diferencias de Margen Bruto obtenidas por la aplicación de riego en el cultivo de trigo.	7
MATERIALES Y MÉTODOS:	8
1.    Ubicación de ensayo.	8
2.    Descripción del Pivote.	9
3.    Manejo agronómico sobre el lote.	11
4.    Metodología de cosecha del lote y análisis estadístico.	12
5.    Cálculo del Margen Bruto.	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN:	14
CONCLUSIONES:	22
BIBLIOGRAFÍA:	23
ANEXOS:	24



## **RESUMEN:**

El presente trabajo se llevó adelante en un campo en la región sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Dicha zona soporta frecuentes déficits hídricos que afectan el rendimiento de los cultivos implantados. El trigo es uno de los principales cultivos de la zona y normalmente es afectado por dichos déficit en la fase final de su ciclo, donde se determina su rendimiento. Debido a la importancia que este período representa para el éxito final de esta producción, se buscó ver qué diferencias de rendimiento se podían lograr aplicando riego en ese momento, y lo más importante evaluar si dichas diferencias resultaban en un mejor margen bruto para la empresa, lo cual consiste en el objetivo final del presente trabajo. Todo el cultivo recibió el mismo manejo en cuanto a labores y fertilización, siendo la única diferencia entre los dos sectores a comparar la aplicación del riego. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas a favor del sector regado, tanto en rendimiento como en el margen bruto obtenido. El resultado confirma el impacto positivo que tiene el riego en los rendimientos del trigo cuando se cultiva en la zona y además mejora la estabilidad y da previsibilidad a los resultados de la empresa agropecuaria en el tiempo.

## **INTRODUCCIÓN:**

La producción agrícola ha experimentado numerosos avances en nuestro país en los últimos años. La siembra directa, el mejoramiento genético de las semillas y el manejo integrado de plagas son ejemplos de tecnologías disponibles que el productor argentino ha incorporado en sus explotaciones de manera exitosa, mejorando tanto los rendimientos como la estabilidad de sus producciones. El riego es una tecnología que si bien está disponible hace muchos años para su incorporación por parte de los productores, no lo ha sido de manera masiva en ninguna zona del país. Debido a esto es que aquellos productores que si han incorporado el riego, tengan relativamente poca información sobre los posibles resultados de su aplicación y en la mayoría de los casos deban trabajar bajo el mandato prueba-error. En este trabajo realizamos un ensayo sobre aplicación de riego en Trigo en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. En la zona en que se desarrolla el trabajo se tiene como principal limitante la presencia de tosca en el perfil del suelo, reduciendo significativamente la capacidad de acumular agua en el mismo, y por lo tanto con grandes variaciones en los rendimientos obtenidos de los cultivos ante cualquier falta de oferta de



precipitaciones durante el ciclo, y teniendo mayor impacto negativo en el rendimiento cuando la escasez se presenta en los momentos determinantes de la generación de rendimiento. La aplicación de riego permite superar esos importantes momentos del ciclo con déficit hídricos y aumentar los rendimientos, dando una gran estabilidad a la producción. Este aumento de rendimientos trae como consecuencia para el productor un aumento en el margen bruto obtenido de su cultivo, cuyo análisis es el objetivo de este trabajo.

### **OBJETIVOS:**

- a. Cuantificar la diferencia de rendimiento que puede obtener un productor en un cultivo de trigo por la aplicación de riego en el período crítico de generación de rendimiento.
- b. Relacionar milímetros aplicados de riego con la diferencia de rendimiento obtenida, de manera de aportar un dato a la bibliografía existente sobre el potencial impacto de aplicación de la técnica de riego.
- c. Calcular y analizar las diferencias de margen bruto que se obtienen por la aplicación de riego, concluyendo sobre la conveniencia económica del uso de la técnica.

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:**

1. Diferencias de rendimiento obtenidas en el cultivo de trigo por la aplicación de riego complementario.

Son muchos los ensayos donde se evalúa el impacto de la aplicación de riego en el cultivo de trigo. En la provincia de Córdoba se ha trabajado mucho sobre este tema debido a la inestabilidad de rendimientos que consiguen en esa zona del país. INTA Manfredi en un ensayo muestra diferencias de rendimiento promedio en tres variedades de trigo entre cultivo regados y en secano de 2003 kg/ha. Aclaran en este trabajo que el cultivo recibió dos fuertes granizadas ocurridas durante espigazón y grano pastoso (INTA Manfredi,



1997). Un ensayo similar se llevó a cabo al año siguiente en la misma localidad y la diferencia promedio entre riego y seco fue de 3300 kg/ha (INTA Manfredi, 1997). Ya en el 2008 la misma experimental continúa con los ensayos y publica en su informe sobre los resultados obtenidos en más de una década de trabajo: “El riego suplementario constituye una tecnología que permite no solo aumentar la producción, sino también disminuir la acentuada variabilidad interanual de los rendimientos. Como se observa en el cuadro N° 1, utilizando un modelo de simulación para una serie climática de 35 años, podemos observar la variabilidad que existe en los rendimientos en seco y su modificación bajo riego. De todos los cultivos, el de mayor variabilidad para el área centro-norte de la provincia de Córdoba, es el trigo, el cual bajo riego suplementario además de aumentar su rendimiento (más del doble), disminuye su variabilidad por debajo del 10%. (INTA Manfredi, 2008).

Cuadro N° 1-Rendimiento potencial (kgs/ha)								
Cultivo	En seco				Bajo Riego			
	Año Seco	Medio	CV(%)	Año Húmedo	Año Seco	Medio	CV(%)	Año Húmedo
Trigo	426	1850	77	3275	4866	5530	12	6194
Soja 2da	1311	2474	47	3637	3486	4227	9	4607
Soja 1era	926	1970	51	2896	5037	5660	8	6282
Maíz 1era	2922	5620	48	8317	11344	13040	13	14735

La Chacra Barrow, ubicada en la localidad de Tres Arroyos y muy cercana al lugar de nuestro ensayo, obtuvo los siguientes resultados que se muestran en el cuadro N°2 con aplicaciones de riego en suelo con limitante de tosca a 60 cm. (Guía Práctica para el Cultivo de Trigo, 1997)

Cuadro N°2: Chacra Barrow

Campana	Kg/ha Bajo Riego	Kg/ha en Secano	Kg/ha Diferencia	mm de riego aplicado
1996/1997	4740	2630	2110	120
1997/1998	4400	3100	1300	103

Se realizó un trabajo en la localidad de Río Cuarto, pcia de Córdoba, durante tres campañas: 1999, 2000 y 2001, los resultados de esta experiencia en los tres años considerados



establecen una respuesta significativa al riego complementario, con una producción promedio de los tratamientos bajo riego 4980 kg/ha en 1999, 5895 kg/ha en el 2000 y 6271 kg/ha en el 2001, contra 3296 kg/ha, 4054 kg/ha y 3197 kg/ha, respectivamente, para los tratamientos sin riego. (Respuestas productivas a diferentes programaciones de riego en trigo. Región semiárida de Córdoba, 2004)

## 2. Eficiencia de uso de agua del cultivo de trigo.

En el Oeste de Asia y Norte de África, la escasez de agua limita la producción de trigo. Los riegos aplicados comúnmente y que intentan maximizar el rendimiento del cultivo, logran muy bajos beneficios económicos sobre el riego aplicado. Maximizar la eficiencia en el uso del agua (EUA) pareciera ser lo mejor en aquellas situaciones donde el factor más limitante es la falta de agua y no la tierra donde se cultiva. Se examinaron los efectos de varios niveles de riego complementario: sin riego, 1/3 de riego, 2/3 de riego y todo agua riego), con diferente nivel de fertilización: 0,5; 10; 15 grN/m<sup>2</sup> y el efecto de distinta fecha de siembra Noviembre/Diciembre/Enero en la evapotranspiración y eficiencia del uso del agua del cultivo de trigo. La EUA se calculó sobre el agua de lluvia, sobre el total del agua recibida (Lluvia + riego) y sobre el agua de riego. La ET varió de 246 a 328 mm para el cultivo sin riego, con rendimientos de 130 a 270 g/m<sup>2</sup> y de 380 a 1370 g/m<sup>2</sup> sobre el total del agua. En los cultivos regados la ET varió de 304 a 485 mm, con rendimientos del cultivo de 170 a 500 g/m<sup>2</sup>. El punto en donde la aplicación de riego más impacta en el rendimiento del cultivo es en el período de pre y post anthesis. El riego complementario aumentó significativamente la eficiencia del uso del agua total (lluvia + riego), desde 0,77 a 0,83 a 0,92 kg/m<sup>3</sup> en siembras de Noviembre y Diciembre para el tratamiento con 1/3 riego, y de 0,92 kg/m<sup>3</sup> en siembras de Noviembre para el tratamiento con 2/3 riego. Los mayores valores de EUA tanto sobre agua total (lluvia + riego) con sobre agua de riego solamente, se lograron en los tratamientos con 1/3 y 2/3 de riego complementario. También se incrementó sustancialmente la EUA con aplicaciones de N de 5-10 gr/m<sup>2</sup>, con muy pequeños incrementos en aplicaciones más elevadas. Demorar la siembra tuvo efectos negativos para todas las situaciones. En los ambientes mediterráneos estudiados, la EUA se puede aumentar de manera



significativa con aplicaciones de riego complementario hasta 2/3 del total requerido, en siembras tempranas del cultivo y con niveles apropiados de N. (Theib Oweis, et.al., 2000)

### 3. Diferencia de Ingreso Bruto obtenidas por la aplicación de riego en el cultivo de trigo.

El Ingreso Bruto de un cultivo se obtiene al relacionar el rendimiento del cultivo con el precio de mercado del mismo. La aplicación de riego aumenta la productividad de los cultivos y por lo tanto su Ingreso Bruto. En el caso del cultivo del trigo las diferencias de rendimiento que se logran son importantes, sobre todo en años secos, como hemos visto en la bibliografía presentada en el punto 1. En cuanto al precio del trigo, es un producto cuyo valor fluctúa mucho de año a año, influenciado por la variabilidad en el mercado internacional y por la capacidad de pago del mercado interno, que también es un importante demandante de trigo. En el segundo Seminario de Actualización Técnica en Riego, se indica una diferencia de 20 q/ha por la aplicación de riego, lo que aumenta el Ingreso Bruto del cultivo de 456 USD/ha a 760 USD/ha. (Aspectos Relevantes para la Incorporación de Riego en un Establecimiento Agrícola, 1995). El Ing. Agr. Oscar Nava muestra una diferencia positiva de Ingreso Bruto de 280 USD/ha para un cultivo de trigo con aplicación de riego (IB 700 USD) con respecto a otro en Secano (420 USD). (Manual de Riego del Productor Pampeano, 1995). Sin embargo se debe considerar no solamente al aumento en el ingreso, sino también el aumento en el costo por la aplicación del riego, por lo que en este trabajo se comparan los Márgenes Bruto del cultivo con y sin riego.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

### 1. Ubicación del ensayo:

El trabajo se desarrolló en el establecimiento "Don Juan", ubicado en el cuartel VIII del Partido de Adolfo Gonzales Chaves, dentro de la zona agroecológica denominada Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Ubicado sobre la isohieta de los 750 milímetros de precipitaciones anuales, los suelos de la porción del campo donde se realizó el estudio son de aptitud 100% agrícola. Las dos grandes limitantes que habitualmente impiden obtener buenos y estables rendimientos de los cultivos son: 1- La cercanía a la que se encuentra la tosca en el perfil, limitando en gran medida la posibilidad de acumulación de agua en el mismo. Específicamente



en el lote de 105 ha donde se realizó el trabajo, la profundidad de la tosca se encuentra entre los 50-65 cm de la superficie; y 2- la irregularidad en las precipitaciones recibidas, que para el caso del cultivo del trigo lo afecta especialmente sobre el final de su ciclo, más exactamente en las etapas de floración y llenado de granos, momentos claves en la generación de rendimiento del cultivo.

El lote afectado para el presente trabajo fue el número 16 del establecimiento, que como decíamos anteriormente cuenta con una superficie de 105 hectáreas. En el centro del mismo hay un sector de 60 hectáreas donde es posible regar por medio de un pivote central. El lote completo siempre se manejó como una unidad, por lo tanto tuvo los mismos antecesores de cultivos, la misma fertilización, las mismas densidades, los mismos herbicidas, etc. Incluso es la primera vez que el sector de 60 hectáreas recibe riego, por lo tanto no existen efectos por haber recibido agua en el pasado que pudieran haber favorecido o afectado la zona regada, ya ni por acumulación previa de agua en el perfil, ni por contar con mayor rastrojo por un mayor rinde previo del cultivo antecesor, o posible acumulación de sales por el aporte de agua de riego, etc. Como se ve en el croquis N° 1, las 60 hectáreas del centro del lote son las que reciben riego complementario, mientras que las 45 hectáreas restantes se cultivan en secano, totalizando las 105 hectáreas descriptas anteriormente.

Croquis N°1: Lote N°16 del Establecimiento “Don Juan”





## 2. Descripción del pivote:



El pivote que se va a utilizar en el ensayo es de origen americano marca Valley, se alimenta por dos bombas electro-sumergibles que trabajan simultáneamente para brindar el caudal y la presión necesaria. Su radio determina que puede regar 60 ha de cultivo entregando la lámina de agua requerida por el cultivo. La energía utilizada es eléctrica de trifásica provista por la cooperativa de la zona.

Las características más importantes del equipo son:

Longitud estructura: 429.8 metros

Alcance cañón: 12 metros

Caudal: 135 m<sup>3</sup>/hora

Horas de riego por día: 24 horas

Tasa de aplicación por día: 5.5 milímetros/día

Aplicación al 100% de velocidad: 2.4 milímetros/día

Aplicación al 20% de velocidad: 12.2 milímetros/día

Pérdida de carga en tubería pivote: 4.5 MCA

Presión entrada base pivote: 16.8 MCA

Desnivel desfavorable desde base: 0 metros

Cantidad de Tramos: 7

Tasa de aplicación instantánea: 66.1 milímetros/hora

Caída de Voltaje: 12.82 voltios

Motor reductor de Torre: 1.2 HP helicoidal

Requerimiento eléctrico: 10.35 Amps.

Min. Revolución Time: 10.6 horas

Ruedas Base: 4 Wheel EZ TOW 8" & 8" 5/8 pivoteables

Ruedas tramos: estándar 11 L 15-6

Largo Tramos: 3 tramos de 54.86 metros y 4 tramos de 61.72 metros, todos con 90 pulgadas de espaciamento.

Pedro García de la Torre- Reg. 990005  
Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Noviembre de 2014



Largo Voladizo: 25.08 metros

Pivote: pivotFlex de trabajo pesado. Conexión entrada pivote de 8 5/8" Bajo Riser c/Ringlock.

Anclajes: de hormigón para pivote 4 wheel E-Z-TOW

Luz de Marcha.

Panel de Control: Tablero CAMS Select. Pressure transducer con protector de picos de voltaje.

Software del panel: Auto reversa/ Control sector cañón/ Parada en posición.

Aspersores LDN Difusor simple.

Bajante manguera flexible @ 1.7 metros con cuello de cisne de 6" galvanizadas y con peso de 3/4 LBS LDN.

Cañón: Rainbird 85, Alcance 12 metros.





El equipo cuenta con un panel de control, que permite automatizar las operaciones y almacenar información. Las más importantes son:

- \_el encendido automático de la bomba sumergible desde el panel de control al poner en funcionamiento el equipo
- \_la posibilidad de programar el riego por fracciones del círculo siguiendo un sencillo esquema de grados.
- \_el almacenamiento de información de las horas regadas.
- \_la computadora muestra mediante símbolos el origen de cualquier desperfecto que pueda ocurrir.

Es muy importante volver a destacar que todo el equipo es propulsado por energía eléctrica trifásica, la cual es provista por la cooperativa de la zona. Esto es determinante para el cálculo del costo de mm de riego aplicado.

### 3. Manejo agronómico sobre el lote:

Al haber recibido todo el lote el mismo manejo y aplicación de tecnología, el riego en el sector indicado es la única variable que podría explicar las posibles diferencias de rendimiento.

La variedad sembrada fue Baguette 10, de la firma Nidera. Dicho cultivar es muy utilizado en la toda la zona. El antecesor fue una Soja de primera. Se sembró el 20 y 21 de Junio con una sembradora marca Crucianelli Pionera III de directa. El distanciamiento entre surcos fue de 17.5 cm y la densidad de siembra teniendo en cuenta el P1000 fue de 135 Kg/ha, buscando 280. plantas/m<sup>2</sup> a emergencia., densidad recomendada para trigos de ciclos largos como la variedad seleccionada. La semilla fue curada con una mezcla de fungicidas Thyram y Carbendazhim. También se presupuestó y aplicó un fungicida en el estadio de Z39, estado fenológico recomendado para mantener sano de enfermedades fúngicas al cultivo hasta la finalización de su ciclo productivo. Se utilizó Allegro, a una dosis de 700 cm<sup>3</sup>/ha. En cuanto a la fertilización, se realizó una aplicación a la siembra de PDA (Fosfato Diamónico) de 90 kg/ha, y luego una aplicación a principios de macollaje de 125 kg/ha de Urea al voleo.

En cuanto al riego, se realizaron cuatro aplicaciones de 15 milímetros cada una, totalizando 60 milímetros en total. La cantidad de milímetros aplicados se determinó en conjunto con el



dueño del establecimiento siguiendo algunos parámetros prácticos y de contexto imperantes en ese momento. El precio del cultivo era muy bajo, y como era la primera vez que se aplicaba riego complementario en el establecimiento, se optó por aportar una cantidad de milímetros determinados, que representaran una inversión aceptada por la empresa, y a partir de allí analizar el impacto de esa inversión en el rendimiento obtenido y por lo tanto en el ingreso final del productor. Las láminas de riego se realizaron en los 20 días previos al período más crítico del cultivo en cuanto a la determinación de su rendimiento, que es la floración, entre los últimos días del mes de Octubre y los primeros días del mes de Noviembre.

#### 4. Metodología de cosecha del lote y análisis estadístico:

Como explicamos anteriormente el tamaño total del lote es de 105 has, las cuales contienen un círculo interior con posibilidad de ser regado de 60 has de superficie, dejando un contorno de superficie en seco de 45 has. Al ingresar a cosechar al lote con la máquina, se realizaron primero 5 muestras en cada sector mencionado, es decir, 5 en el sector regado y 5 en el sector en seco. Una vez tomados esos datos, se dispuso a cosechar el total de cada sector por separado para obtener el dato de rendimiento final de cada uno.

Si bien el ensayo no cumple con el supuesto de aleatorización de los tratamientos, ni repeticiones ya que eso es imposible en función del equipo de riego, se considera que la prueba de t es suficientemente robusta para detectar diferencias entre las 2 poblaciones, con y sin riego. Para el análisis estadístico, utilizamos la prueba F para la igualdad de varianzas: En lugar de suponer, en la prueba de medias, que las varianzas son iguales o diferentes, se puede proceder a verificarlo de manera estadística mediante la hipótesis:

$H_0$ : Las varianzas son iguales

$H_1$ : las varianzas son distintas

La comparación de varianzas tiene interés en sí misma, con independencia de las medias, puesto que éstas son determinantes en cualquier proceso o tratamiento. En general se considera que a menor varianza, implica potencialmente mejor calidad.

A continuación utilizaremos la prueba t para muestras independientes, donde plantearemos las siguientes hipótesis:

$H_0$ : El rinde promedio con riego es = al rinde promedio sin riego

$H_1$ : El rinde promedio con riego es > al rinde promedio sin riego



Para todo valor de probabilidad  $<0.05$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$

Dicha prueba exige:

- 1) que las observaciones sean independientes
- 2) las observaciones se deben efectuar en universos poblacionales distribuidos normalmente
- 3) las mediciones se deben realizar en una escala de intervalo, entendiendo que una escala de intervalo exige que puedan efectuarse todas las operaciones aritméticas admisibles. También se requiere que los intervalos entre las mediciones tengan la misma magnitud.
- 4) Las varianzas de los grupos deben ser homogéneas, de modo que cabe aclarar que en las mediciones realizadas en biomedicina, es poco probable encontrar varianzas iguales.

Finalmente mostraremos en los resultados del trabajo un detalle con la comparación de los tratamientos y sus resultados. (Gutiérrez Pulido, De la Vara Salazar, 2011).

#### 5. Calculo de Margen Bruto:

Siendo este valor y su análisis el objetivo principal del presente trabajo, se detallará la metodología para calcularlo. El Margen bruto es un cálculo muy utilizado en la actividad agropecuaria debido a la sencillez de su metodología y la gran utilidad que le provee al productor en su diario intento de realizar los cultivos que le redunden en el mejor beneficio económico. Para el presente trabajo utilizamos el formato de cálculo que utiliza la revista Márgenes Agropecuarios, por ser esta una publicación referente para el sector. A continuación detallamos los pasos a seguir para obtener el resultado del Margen Bruto. Primero se multiplica el rendimiento obtenido por hectárea por el precio de venta de la mercadería. De esta manera se obtiene la facturación bruta ó ingreso bruto del cultivo. Luego se le descuentan a dicho valor los llamados Gastos de Comercialización, que consisten en fletes, impuestos, comisiones comerciales, etc.; logrando como resultado un valor llamado Ingreso Neto. A dicho valor de Ingreso Neto se le descuentan luego los llamados Costos Directos. Estos consisten en todos los gastos realizados en insumos y trabajos para llevar adelante el cultivo, a saber: semillas, herbicidas, fertilizantes, fungicidas, siembra, pulverizaciones, gastos riego, etc. Cuando a al valor resultante le descontamos por último el costo de cosecha obtenemos el valor de Margen Bruto. Cualquier persona que tenga que llevar adelante una explotación agropecuaria y deba decidir a qué dedicar cada porción de ella, puede formular tantos márgenes brutos como actividades se



puedan realizar en el establecimiento, y al analizar los resultados determinar finalmente cuales son las más convenientes y que superficies se le va a asignar a cada actividad. Por supuesto que esto tiene una mirada únicamente económica, ya que el productor al decidir las producciones a realizar en las explotaciones también tiene en cuenta otras cuestiones como la rotación de cultivos, limpieza de los lotes, conservación del recurso, etc. Otro dato importante que podemos obtener del cálculo del margen bruto, son las diferencias de costo que presenta cada actividad a realizar. Es decir que por ejemplo un determinado cultivo tiene un valor más alto de Margen Bruto que otro, pero para llevarlo adelante se debe gastar el doble que otro cultivo cuyo margen era menor. Seguramente la situación financiera del productor determinara cuáles producciones y en qué proporción lleva adelante. Para concluir, podemos resumir que la metodología de cálculo del margen bruto es una herramienta con la que cuentan los productores agropecuarios para comparar los resultados de las distintas actividades a llevar adelante en sus establecimientos, y en este trabajo en particular nos permite comparar el margen bruto logrado para la porción del lote que recibió riego artificial y por lo tanto tuvo un gasto mayor con respecto a la porción que se cultivó en secano.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

La cosecha se llevó adelante el día 29 de Diciembre de 2007. La máquina que realizó el trabajo era marca Challenger con sistema de trilla a rotor. A pesar de que contaba con computadora de rendimiento, para la medida de los resultados utilizamos la balanza del carro tolva, de manera de no cometer errores por calibración que pudiera sufrir la máquina. Se cosecharon 5 muestras de cada sector y se pesaron cada una. Luego se cosechó el total de cada parcela por separado. En el cuadro N°3 podemos ver el rendimiento promedio de cada repetición en cada sector, es decir, en la parcela regada y en la de secano:



Cuadro N° 3: Rendimiento de las muestras		
Repeticiones	Con Riego	Sin Riego
1	5115	2957
2	5266	2933
3	5118	3098
4	5083	3012
5	5044	3045
<b>Total Kgs</b>	<b>25626</b>	<b>15045</b>
<b>Promedio</b>	<b>5125,2</b>	<b>3009</b>

Luego de haber realizado las repeticiones ó muestras, se procedió a la cosecha del total de cada parcela, que a medida que se avanzaba se iban sumando los kilos obtenidos por medio de la balanza del carro tolva. A continuación en el cuadro N°4 podemos ver el total de kilos obtenidos y el rendimiento promedio de cada parcela.

Cuadro N° 4: Rendimiento campaña Trigo en riego y secano.		
Has Riego	Kg Cosechadas	Rendimiento kg/ha
60	306.240	5104
Has Secano	Kg Cosechadas	Rendimiento kg/ha
45	134.910	2998
		<u>Diferencia Rendimiento kg/ha</u>
		2106

Luego una foto donde se puede ver cómo se va cosechando el círculo regado y queda por fuera para una cosecha posterior el sector en secano.



A continuación el resultado de las pruebas estadísticas utilizando el programa informático Infostat. (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>)

**Prueba T para muestras Independientes**

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	pHomVar	p-valor	prueba
Sector	Peso	{Riego}	{Secano}	5	5	0,6594	<0,0001	Bilateral

**Prueba F para igualdad de varianzas**

Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	Var(1)	Var(2)	F	p	prueba
Peso	{Riego}	{Secano}	5	5	7088,70	4426,50	1,60	0,6594	Bilateral



En el punto 1 se indica la diferencia de rendimiento obtenida entre el sector regado y el sector en secano. Si estos valores se multiplican por el precio del trigo en el momento de cosecha, se obtiene la diferencia de ingreso bruto que logró el productor por la aplicación de riego.

<b>Cuadro N°5: Rendimiento y diferencia de Ingreso Bruto</b>		
	<b>60 has Regadas</b>	<b>45 has Secano</b>
<b>Rendimiento Promedio</b>	<b>5104</b>	<b>2998</b>
<b>Precio Trigo Diciembre 2008 U\$/Tn</b>	<b>121</b>	<b>121</b>
<b>Ingreso Bruto U\$/ha</b>	<b>618</b>	<b>363</b>
<b>Diferencia de Ingreso Bruto U\$/ha</b>	<b>255</b>	

Como se ve en el cuadro N°5, el Ingreso Bruto por hectárea se incrementó de 363 U\$/ha obtenido en secano a 618 U\$/ha obtenido en el área bajo riego. Esto resulta en una diferencia positiva de Ingreso Bruto de 255 U\$/ha para el sector regado.



### Cuadro N°7: MÁRGEN BRUTO TRIGO

DETALLE DE LABRANZAS	Coef. UTA	Cantidad	UTA/ha	
Siembra Directa c/Fert.	1.25	1	1.25	
Pulverización Terrestre	0.25	4	1	
Fertilización Terrestre	0.35	1	0.35	
TOTAL UTA			2.6	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>U\$\$/Unidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>U\$\$/ha</b>	
Total Labranzas UTA/ha	20	2.6	52.00	
Semilla Kg/ha	0.25	135	33.75	
Curasemilla Kg/ha	9.8	0.34	3.33	
UREA Kg/ha	0.8	110	88.00	
Fosfato Diamónico Kg/ha	1	90	90.00	
Glifosato	6.2	2.5	15.50	
2,4 D	5.8	0.5	2.90	
Coadyuvantes	22	0.05	1.10	
Misil II lts/ha	35.8	0.1	3.58	
Cipermetrina lts/ha	6.3	0.1	0.63	
Fungicida	55	0.45	24.75	
TOTAL COSTOS DIRECTOS	U\$\$/ha		315.54	
		<b>Con Riego</b>	<b>Sin Riego</b>	
<b>RENDIMIENTOS</b>	<b>QQ/ha</b>	<b>51.25</b>	<b>30.09</b>	
Precio Trigo Diciembre 08	USD/tn	121	121	
INGRESO BRUTO	U\$\$/ha	620.1492	364.089	
GS. Comercialización	U\$\$/ha	186.71	75.71	
INGRESO NETO	U\$\$/ha	433.44	288.37	
Labranzas	U\$\$/ha	52.00	52.00	
Semilla + Curasemillas	U\$\$/ha	37.08	37.08	
Agroquímicos + Fertilizantes	U\$\$/ha	226.46	226.46	
Cosecha	U\$\$/ha	28.57	24.29	
Costo Riego	U\$\$/ha	59.55	0.00	
COSTOS TOTALES	U\$\$/ha	403.67	339.83	
MARGEN BRUTO	U\$\$/ha	29.77	-51.45	
Diferencia MB USD/ha	81.23			
	Distancia Puerto	125 Km	125 Km	
<b>Gastos Comercialización</b>		<b>Con Riego</b>	<b>Sin Riego</b>	
Flete Largo	U\$\$/ tn	9.14	9.14	
Impuestos + Sellado	U\$\$/ tn	8.68	5.10	1.40%
Embolsado y Extracción	U\$\$/ tn	12.40	7.28	2%
Comisión Corredor	U\$\$/ tn	6.20	3.64	1%
TOTAL Gastos Comercialización	U\$\$/ tn	36.43	25.16	



El resultado del Margen Bruto presentado arroja una diferencia a favor del área que recibió riego de 81.23 U\$D/ha. Recordemos que el año que se realizó el cultivo el sector sufrió un fuertísimo aumento de costos y los valores reflejados de los insumos fueron los efectivamente abonados por la empresa. Es por esto que en el sector en secano el resultado económico obtenido incluso fue negativo en 51.45 U\$D/ha, contra un resultado positivo del sector que recibió riego de 29.77 U\$D/ha. Por el lado de los costos, ya dejamos aclarado que el único diferencial de manejo entre los dos sectores fue el gasto por el riego aplicado, costo que incrementó los valores totales de 338.83 U\$D/ha a 403.67 U\$D/ha. Esta diferencia incluye un pequeño diferencial que cobró el contratista por el rendimiento superior en el sector regado.

Determinación del costo del milímetro de riego para su inclusión en el Margen Bruto:

Para llevar adelante este cálculo se tuvieron en cuenta todos los gastos generados por el riego, entre los que se encuentran la factura de luz provista por la cooperativa para el período regado, las horas/hombre utilizadas para el control y seguimiento del equipo mientras se utilizó, el mantenimiento realizado y la amortización del equipo:

	<b>Pesos</b>
Electricidad-Facturas período 20/10 al 10/11	9577
Personal	1000
Mantenimiento	200
Amortización	300
<b>Costo Total</b>	<b>11077</b>
<b>mm aplicados por hectárea</b>	<b>60</b>
<b>Costo en pesos por hectárea</b>	<b>185</b>
<b>Relación \$/U\$D</b>	<b>3.1</b>
<b>Costo en U\$D por hectárea</b>	<b>59.6</b>

A continuación mostramos un MB pero con los valores actualizados a la campaña 2014/2015.



## MÁRGEN BRUTO TRIGO

MÁRGEN BRUTO TRIGO					
DETALLE DE LABRANZAS	Coef. UTA	Cantidad	UTA/ha		
Siembra Directa c/Fert.	1,25	1	1,25		
Pulverización Terrestre	0,25	4	1		
Fertilización Terrestre	0,35	1	0,35		
<b>TOTAL UTA</b>			<b>2,6</b>		
COSTOS DIRECTOS	U\$S/Unidad	Unidades	U\$S/ha		
Total Labranzas UTA/ha	38	2,6	98,80		
Semilla Kg/ha	0,25	135	33,75		
Curasemilla Kg/ha	9,8	0,34	3,33		
UREA Kg/ha	0,51	110	56,10		
Fosfato Diamónico Kg/ha	0,62	90	55,80		
Glifosato	3,8	2,5	9,50		
2,4 D	8,5	0,5	4,25		
Coadyuvantes	22	0,05	1,10		
Misil II lts/ha	35,8	0,1	3,58		
Cipermetrina lts/ha	6,3	0,1	0,63		
Fungicida	52	0,45	23,40		
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>U\$S/ha</b>		<b>290,24</b>		
		<b>Con Riego</b>	<b>Sin Riego</b>		
RENDIMIENTOS	QQ/ha	<b>51,25</b>	<b>30,09</b>		
Precio Trigo Diciembre 08	U\$D/tn	154	154		
<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>U\$S/ha</b>	<b>789,2808</b>	<b>463,386</b>		
GS. Comercialización	U\$S/ha	259,99	109,49		
<b>INGRESO NETO</b>	<b>U\$S/ha</b>	<b>529,29</b>	<b>353,89</b>		
Labranzas	U\$S/ha	98,80	98,80		
Semilla + Curasemillas	U\$S/ha	37,08	37,08		
Agroquímicos + Fertilizantes	U\$S/ha	154,36	154,36		
Cosecha	U\$S/ha	59,52	54,76		
Costo Riego	U\$D/ha	63,12	0,00		
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>U\$S/ha</b>	<b>412,88</b>	<b>345,00</b>		
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>U\$S/ha</b>	<b>116,41</b>	<b>8,89</b>		
Diferencia MB U\$D/ha	107,52				
	Distancia Puerto	125 Km	125 Km		
Gastos Comercialización		Con Riego	Sin Riego		
Flete Largo	U\$S/ tn	16,00	16,00		
Impuestos + Sellado	U\$S/ tn	11,05	6,49		1,40%
Embolsado y Extracción	U\$S/ tn	15,79	9,27		2%
Comisión Corredor	U\$S/ tn	7,89	4,63		1%
<b>TOTAL Gastos Comercialización</b>	<b>U\$S/ tn</b>	<b>50,73</b>	<b>36,39</b>		



Calculo del costo del mm con los valores estimados campaña 2014/2015:

	<b>Pesos</b>
Electricidad-Facturas KW a precio actual	26500
Personal	4000
Mantenimiento	1500
Amortización	0
<b>Costo Total</b>	<b>32000</b>
<b>mm aplicados por hectárea</b>	<b>60</b>
<b>Costo en pesos por hectárea</b>	<b>533</b>
<b>Relación \$/USD</b>	<b>8,45</b>
<b>Costo en U\$D por hectárea</b>	<b>63,1</b>

Vemos que con los valores actuales los dos MB arrojan un resultado positivo, aunque muy estrecho en el caso del sector sin riego. Hay que tener en cuenta que el productor debe descontar luego los gastos de estructura del establecimiento. En cuanto a la diferencia en el MB se amplía a 107,5 U\$D/ha siempre a favor del sector con riego, confirmando que la tecnología no solo mejora los márgenes anuales sino la estabilidad económica misma de la empresa que lo utiliza.

En cuanto a la eficiencia en el uso del agua, se obtuvieron los siguientes resultados que se detallan en cuadro N°6:

Cuadro N°6: EUA

	Con Riego	Sin Riego
Lluvia efectiva (mm)	187	187
Riego (mm)	60	0
Rendimiento Promedio (kgs/ha)	5125	3009
Diferencia Rendimiento	2116	
EUA (kgs/mm aplicado)	35.3	

El alto valor de EUA obtenido coincide con la bibliografía citada, donde las máximas eficiencias de uso del agua se obtuvieron con 1/3 del aporte del agua total por riego, y en el mismo momento de aplicación, el cual fue pre-antesis. La fecha de siembra utilizada se la considera temprana para la zona donde se realizó el trabajo, situación que afecta positivamente los resultados según la bibliografía citada.



## **CONCLUSIONES:**

Las diferencias de rendimiento obtenidas entre el sector regado y en seco fueron estadísticamente significativas y mostraron un importante impacto positivo de la aplicación del riego en el rendimiento del trigo. El cultivo fue fuertemente favorecido por la aplicación de riego en su período crítico de formación de rendimiento. El ingreso bruto del productor se vio incrementado de manera significativa, concretamente en 255U\$D/ha como resultado de este trabajo. El margen bruto obtenido por el productor fue positivo en el sector regado y negativo en el sector en seco teniendo en cuenta las condiciones económicas de ese año en particular. La EUA obtenida por la aplicación de riego fue muy positiva, influenciada por la fecha de siembra, el momento de aplicación del riego y la cantidad de agua aplicada con respecto al total del agua recibida por el cultivo.. Se demuestra el fuerte aporte positivo que hace esta tecnología a la estabilidad y sustentabilidad del productor agropecuario de la zona cuando cultiva trigo. Los resultados obtenidos nos permiten creer que por el uso de la tecnología del riego complementario se pueden obtener altos rendimientos en nuestros cultivos, y esto significa poder adquirir y aplicar todos los nuevos eventos tecnológicos que impacten positivamente en la producción, con el conocimiento de que el agua ya no es una limitante, situación que muchas veces justamente limita la posibilidad de incorporar dichas tecnologías de alto rendimiento en los campos de la zona. Para completar y fortalecer el presente trabajo, agregamos en los anexos información importante para cualquier productor que quiera analizar la posibilidad de incorporar riego en su establecimiento.



## **BIBLIOGRAFÍA:**

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

GUTIÉRREZ PULIDO, DE LA VARA SALAZAR. 2011. Análisis y Diseño de Experimentos.

INTA MANFREDI. 1997. Jornadas de riego con demostraciones y agricultura de precisión.

INTA MANFREDI. 2008. Jornadas de riego con demostraciones y agricultura de precisión.

PUIATTI, CRESPI, REVETTI. 2004. Respuestas productivas a diferentes programaciones de riego en trigo. Región semiárida de Córdoba.

SAPYA, MINISTERIO DE ECONOMÍA Y OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS. 1995. Manual de Riego del productor pampeano

THEIB OWEIS, HEPING ZHANG· MUSTAFA PALA. 2000. Water Use Efficiency of Rainfed and Irrigated Bread Wheat in a Mediterranean Environment

URIEN. 1995. Aspectos Relevantes para la incorporación de Riego en un Establecimiento agrícola. Seminario de Actualización Técnica en Riego.

Pedro García de la Torre- Reg. 990005  
Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Noviembre de 2014



Anexo 1: Aspectos a tener en cuenta para la incorporación de riego en un establecimiento agrícola. (pág 25-31)

Anexo 2: "Características Acuíferas Estancia Don Juan" (pág 32-37)

Anexo 3: "Exploración Hidrogeoelectrica Estancia Don Juan" (pág 38-45)



Aspectos a tener en cuenta para la incorporación de riego en un establecimiento agrícola:

La calidad del agua de riego:

En general es posible utilizar las aguas subterráneas para riego, pero existen sectores en los cuales el caudal y/o calidad pueden ser deficientes (Cerioni, 1995).

La Mayor parte de las aguas de la región Pampeana húmeda tienen calidad adecuada para riego aunque existen problemas puntuales a los cuales debe prestarse particular atención por el riesgo de sustentabilidad de los recursos suelo y agua. Antes de decidir un proyecto de riego es importante que se analicen el suelo y agua a utilizar.

Existen clasificaciones de agua por su aptitud para riego para zonas áridas y semiáridas, las cuales resultan muy exigentes para las zonas húmedas, sobre todo en lo que respecta a su salinidad, debido a las diferencias de suelos y climas que existen entre esos tipos de regiones. Las características principales del riego en la región Pampeana húmeda comparadas con las de las zonas áridas son:

- 1) Se aplica menos agua con el riego suplementario. La lámina anual máxima para cultivos extensivos excluyendo el arroz es de 150-250 mm.
- 2) En el balance hídrico anual existe un exceso entre 100 y 200 mm anuales que producen el lavado de sales que pudieran acumularse en el suelo por utilizar agua con alto contenido salino.

Debido a las diferencias señaladas, se puede flexibilizar la utilización de aguas de contenido de sales dudoso, con la condición de que se realice el monitoreo anual de la salinidad del suelo en toda la profundidad de acción de las raíces.

Gran cantidad de las aguas de la región Pampeana húmeda son bicarbonatadas sódicas, pudiendo precipitar carbonato de calcio, aumentando la concentración de sodio del suelo, con el resultado de disminución de la permeabilidad y alteración de la estructura. Las aguas sódicas presentan peligro adicional por el hecho de que el lavado del suelo con agua de lluvia no es tan efectivo en desplazar el sodio como ocurre con las sales.

Para utilizar aguas bicarbonatadas sódicas debe realizarse el seguimiento del contenido de sodio especialmente en los 40 cm superiores del suelo. Si se detecta un incremento del sodio intercambiable, debe agregarse calcio al agua de riego, en forma de yeso u otro compuesto químico. (Ing Agr. Jose Luis Costa, EEA INTA Balcarce)



La calidad del agua para riego depende no solo de su contenido en sales, sino también del tipo de sales. Los problemas más comunes derivados de la calidad del agua se relacionan con los siguientes efectos:

\_Salinidad: A medida que aumenta el contenido de sales en la solución del suelo, tanto más se incrementa la tensión osmótica y, por tanto, la planta tiene que hacer mayor esfuerzo de succión para absorber el agua por las raíces. Todo ello se traduce, en última instancia, en una disminución de la cantidad de agua disponible para la planta.

\_Infiltración del agua en el suelos: Un contenido relativamente alto de sodio y bajo de calcio significa que las partículas del suelo tienden a disgregarse, lo que ocasiona una reducción de la velocidad de infiltración del agua. Esta reducción de la infiltración puede ser de tal magnitud que implique poca disponibilidad de agua en el perfil del suelo.

\_Toxicidad: algunos iones, tales como los de sodio, cloro y boro, se pueden acumular en los cultivos en concentraciones suficientemente altas como para reducir el rendimiento de la cosecha.

\_Otros efectos: En algunas ocasiones hay que considerar los nutrientes contenidos en el agua de riego, a efectos de restringir la fertilización o porque se produzcan excesos contraproducentes. En otras ocasiones se puede producir una corrosión excesiva en el equipo de riego, lo que aumenta el coste de mantenimiento. (Fuentes Yagüe, 2003)

El análisis de factibilidad de utilización de un acuífero se inicia con el análisis de los antecedentes regionales y locales. (Cerioni, 1995)

Se puede realizar luego un estudio geo-eléctrico (de acuerdo a metodologías validadas universalmente), que aportará información indirecta sobre la localización y características resistivas de los acuíferos profundos, permitiendo la mejor ubicación para la realización de una perforación de estudio. La misma consiste en un pozo posteriormente encamisado de alrededor de 40-50 m de profundidad con muestreo adecuado de los terrenos atravesados para su estudio estratigráfico e hidrológico, eventualmente con la ejecución de un perfilaje eléctrico múltiple de pozos (sondas: SP, resistividades, y gamma natural) y con una extracción de agua por bombeo para análisis de salinidad. Si las muestras de agua son de salinidad adecuada, es conveniente realizar un ensayo de bombeo preliminar durante el cual se somete al acuífero a bombeo continuo durante 24-48 horas con caudales adecuados, registrando periódicamente la disminución de nivel y tomando muestras de agua. La interpretación de los datos provee los resultados para el estudio hidráulico subterráneo inicial, determinación del caudal de diseño de la perforación definitiva y



del régimen de bombeo indicativo a que se puede someter el acuífero sin riesgos de sobre explotación. El estudio concluye con la entrega de un informe y diseño de perforación, si corresponde. En caso de que el régimen de explotación sustentable no suministre los caudales deseados se deberá efectuar un ajuste del proyecto, incluyendo más perforaciones y llegado el caso disminuir el caudal de riego ó desistir del proyecto. (Cerioni, 1995).

Se ubica el lugar que mejor se adapta a los requerimientos de caudal y calidad, teniendo en cuenta la distancia entre la fuente de extracción y los lotes a regar.

Los datos a considerar en los análisis de agua son la composición y concentración de sales disueltas. (Fuentes Yagüe, 2003). El contenido de cada ion se mide en miligramos (mg) ó en miliequivalentes (meq) por litro. (Fuentes Yagüe, 2003). Las directrices que se dan a continuación, propuestas por FAO, son las que recomienda el comité de consultores de la Universidad de California:

	Grado de restricción de uso		
Unidad	Ninguna	Ligera ó moderada	Severa
dS/m	< 0,7	0,7-3	>3
mg/l	<450	450-2000	>2000

Estas directrices se han elaborado a partir de los siguientes supuestos básicos:

- \_ El Clima es árido o semiárido, con precipitaciones bajas.
- \_ El drenaje es bueno y no hay un nivel freático alto.
- \_ Todas las sales acumuladas en la zona radical provienen del agua de riego.
- \_ Se supone que el agua extraída por la planta en su zona radical procede: el 40%, de la cuarta parte más superficial, el 30% de la segunda cuarta parte, el 20%, de la siguiente, y el 10% restante, de la más profunda.
- \_ Los requerimientos de lixiviación se estiman del 15 al 20% del agua aplicada.
- \_ En la zona radical, el promedio de salinidad de la solución del suelo cuando este esta a la capacidad de campo es, aproximadamente, el triple de la salinidad del agua de riego y el doble de la salinidad del extracto de saturación.

CE del agua del suelo= 3 CE del agua de riego.

CE del agua del suelo= 2 CE del extracto de saturación.



CE del extracto de saturación= 1,5 CE del agua de riego.

Se considera que estos valores reflejan los cambios de salinidad ocurridos con el uso del agua a largo plazo.

\_ Se supone que se aporta suficiente cantidad de agua a los cultivos y que éstos se riegan por superficie ó por aspersión de baja frecuencia, con una extracción del 50% ó más del agua disponible.

Cuando las condiciones de uso son muy distintas a los supuestos anteriores es posible que las directrices requieran un ajuste. Por ejemplo, en riegos de alta frecuencia (aspersión y goteo) las directrices resultan bastante restrictivas. (Fuentes Yagüe, 2003).

#### Captación de agua subterránea:

Todo proyecto de riego complementario se basa fundamentalmente en la calidad y cantidad de agua a utilizar con el fin de no degradar ni contaminar los recursos. Para lograr esto, se confeccionó una guía práctica con los pasos a seguir para extraer correctamente el agua de los acuíferos subterráneos. Cuenta con los siguientes pasos:

- a. Conocimiento básico de las formaciones del suelo.
- b. Relevamiento de los datos de profundidad, caudales y calidad de las perforaciones ubicadas en las inmediaciones de la zona a regar.
- c. Análisis de la conductividad eléctrica (CEa) junto con la Relación de Absorción de Sodio (RAS) y carbonato de Sodio Residual (CSR), si existieran perforaciones y no tuvieran dichos datos.
- d. De la interpretación de los resultados del punto c. se puede conocer la homogeneidad de los acuíferos en cuanto a espesor y resistividad, o por lo contrario, el grado de heterogeneidad que presentan. Esto permite decidir si se avanza con otros estudios o si se abandona la búsqueda de agua subterránea.
- e. Prospección geoeléctrica en el área prevista para el riego.
- f. Si el paso anterior aconsejó, se ubica el lugar que mejor se adapta a los requerimientos de caudal y calidad, teniendo en cuenta la distancia entre la fuente de extracción y los lotes a regar.



- g. Se realiza una perforación de poco diámetro hasta el acuífero seleccionado. Se bombea durante 24 horas para estabilizar la perforación y se analiza la muestra. En esta etapa se realiza también el perfilaje múltiple de pozo.
- h. Se efectúa el procedimiento c. para la muestra extraída y se la clasifica según los métodos antes vistos.
- i. La interpretación conjunta de los registros de sondeo y de la muestra de agua extraída permiten determinar en qué condiciones está el acuífero en cuanto a calidad, estratos más permeables y riesgo de salinización. En este paso se está en condiciones de abandonar por excesivos riesgos de salinización o de lo contrario, tener la certeza de haber ubicado aguas aptas para riego.

Es frecuente en diferentes zonas, que se presente gran heterogeneidad de los acuíferos y que los sondeos eléctricos indiquen la presencia de arenas saturadas de alta resistividad, lo que permite llegar al punto f., pero luego el análisis de la muestra de agua arroja un alto contenido de sodio imposible de determinar por métodos de sondeo superficial.

Si la clasificación obtenida del paso h. ubica las aguas dentro del rango de aptas bajo ciertos requisitos como lixiviación, drenaje, enmiendas, cambio de cultivo, etc, es necesario evaluar los costos derivados de esto antes de proseguir.

- j. En este punto se construye la perforación definitiva a pocos metros de la anterior, según las recomendaciones técnicas. El pozo construido en el paso g. queda como un pozo de observación para los ensayos de bombeo.
- k. De la interpretación de los ensayos de bombeo se determina el caudal máximo ó crítico, radio del pozo y magnitud de la depresión que se necesita para conocer la profundidad a que se coloca la bomba.
- l. Finalmente, con estos datos se lleva a cabo el dimensionamiento del sistema de riego. Como precaución se recomienda un análisis periódico del agua para observar posibles alteraciones en su calidad. (Ing Carlos A Pecorari, EEA INTA Rafaela, Manual de Riego del Productor Pampeano, 1995)

Descripción del recurso hídrico disponible:



Existen diversos trabajos que tratan sobre los estudios a realizar y precauciones a tener en cuenta a la hora de analizar la incorporación de riego superficial a un campo, entre los cuales podemos destacar:

\_El Ing Agr Hugo Centrándolo trata el tema en el “Manual de Riego del Productor Pampeano” donde destaca la importancia de ser un productor con resultados productivos en secano por encima de la media antes de incorporar el riego, ya que esta técnica no es mágica ni corrige errores, incluso puede llegar a complicar más aún la situación del productor. También explica que la inversión en el equipamiento de riego viene acompañada por una mayor inversión en los cultivos para aprovechar al máximo el potencial de los mismos, por lo que se debe conocer exhaustivamente la nueva demanda financiera de la empresa y los recursos para cubrirla. Por último, el riego bien utilizado redundará en mayores cosechas, teniendo que organizar la logística del establecimiento a esta nueva circunstancia.

\_El Ing. Hidraulico Adolfo Cerioni, explica en el capítulo “Búsqueda y estudio del Agua” del mismo manual, explica la relevancia que puede tener al encarar este tipo de proyectos la cercanía con proyectos ya ejecutados y la importancia de detallar objetivos y metas, detallándolo en un contrato, al contratar los profesionales que efectuaran los trabajos de factibilidad de riego.

Para conocer entonces el recurso hídrico con que se contaba en el establecimiento y determinar la factibilidad de instalar un equipo de riego se realizaron diversos trabajos de estudio a campo. Es de suma importancia conocer a fondo las características del acuífero con que vamos a trabajar, ya que el mal uso del recurso puede llevar a terribles consecuencias tanto sobre el mismo recurso como sobre el suelo en que se aplica, y por lo tanto la tecnología se vuelve no sustentable en el tiempo, cuestión imprescindible cuando se llevan adelante proyectos de este tipo. A continuación describiremos entonces los trabajos a campo realizados:

Ejemplo práctico de estudio del recurso hídrico sub-superficial realizado en el establecimiento donde se llevó adelante el trabajo:

#### Prospección Geofísica:

Se realizó por medio de una exploración hidro-geoeléctrica (Estudio Completo ver Anexo1) a cargo del geólogo Ernesto Rizzolo.



La misma se hizo por medio de la técnica del electrodo compensado. Se efectuaron un total de 7 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV). La penetración de estos llegó a 100 metros de profundidad, tratando de detectar la base del complejo cuartario sedimentario Pampeano que en general contiene los acuíferos aptos. Cada sondeo eléctrico vertical nos indica la variación de la resistividad eléctrica, expresada en Ohm.m, en función de la penetración en metros. De acuerdo a ese valor de resistividad se infiere: 1- la calidad de agua del acuífero: a mayor resistividad eléctrica corresponde menor salinización, y 2- el espesor en metros del complejo que generalmente concuerda con la base del mismo o el techo del basamento rocoso.

Finalizado el estudio, Rizzolo concluyó: “El agua es apta, de excelente calidad para riego y los caudales van a depender de la profundidad de la perforación y la trasmisividad del complejo acuífero”.

#### Perforación-Explotación:

El estudio de perforación-explotación nos permite conocer las características acuíferas del recurso. Más concretamente, los que nos dirá este estudio es el caudal que ofrece el complejo y la calidad real del agua disponible por análisis en el laboratorio.

Este estudio lo realizaron el Geólogo Ernesto Rizzolo y el perforista Roberto Fernández. El lugar se eligió teniendo en cuenta el SEV más apto arrojado por el primer estudio. En ese lugar se realizó la perforación de exploración-explotación de 13” de diámetro y alcanzó los 81 metros de profundidad. La duración del bombeo fue de 12 hs corridas.

Rizzolo concluyó: “el caudal es de 135 m<sup>3</sup>/hora, se nota que es muy pródigo, ya que el caudal podría ser mayor, pero aumentaría el riesgo de colapso del pozo. La captación a medida que se desarrolle alcanzará gradualmente un mejor rendimiento, de hasta un 12% mayor.

Con respecto a la calidad química del recurso subterráneo, puede afirmarse que es satisfactoria, ya que la conductividad eléctrica específica es de 1,55 ohms/cm ó su equivalente 1,05 grs/litro y 10,8 unidades de RAS.” (Estudio Completo ver Anexo2)

De esta manera, al momento de decidir la incorporación del equipo al establecimiento se habían realizado todos los estudios de factibilidad de riego, y se concluyó que se estaba listo en condiciones de avanzar con el proyecto.

Pedro García de la Torre- Reg. 990005  
Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Noviembre de 2014

