

# Riego por Aspersión:

Seguimiento de equipos de riego por  
aspersión fija en cultivo de cebolla en el  
Valle Bonaerense del Río Colorado



**Ing. Agr. Martín, Cantamutto\***

**Ing. Agr. Virginia, Ancía\***

\*Técnicos del equipo de riego CORFO Río Colorado

# Introducción

La región del Valle Bonaerense del Río Colorado tiene un clima semiárido templado, con una precipitación pluvial media anual de 400 mm, aunque las lluvias no son uniformes durante el año (se concentran principalmente en los periodos Abril-Junio y Septiembre-Diciembre).

La temperatura media anual es de 15°C y con un periodo de 240 días libres de heladas, por año.

La dirección de los vientos predominantes es Noroeste, en las estaciones de otoño e invierno se sigue manifestando la dirección Noroeste con tendencia Oeste, en primavera se reduce la influencia de los vientos del Oeste para comenzar a tener predominio de Sudeste a Noreste en el verano.

El regadío comprende partes de los Partidos de Villarino y Patagones, sobre la margen izquierda y derecha, respectivamente, del Río Colorado, envolviendo una superficie de 535.000 ha de las cuales 140.000 ha tienen concesión de riego.

En la actualidad se están regando aproximadamente 120.000 ha, esto a crecido a un ritmo importante en los últimos años, ya que en 2001 se regaban 80.000ha.

La Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO RC) es un ente descentralizado que funciona dentro del ámbito del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia Buenos Aires y es el encargado de administrar el regadío.

La zona cuenta con campos mixtos de secano y de riego, predominantemente sus suelos son arenosos lo cual permite el adecuado crecimiento de una amplia variedad de cultivos, que incluyen: cereales (trigo, maíz, girasol y sorgo), pasturas (alfalfa, trébol) y hortícolas (cebolla, ajo, papa).

El principal sistema de riego que se utiliza es por gravedad, (en hortícolas, maíz y girasol se riega por surco y en pasturas, trigo y sorgo se riega por manto).

Igualmente algunos productores de punta están utilizando sistemas presurizados de riego. En el cultivo de cebolla se usa desde hace más de 10 años. En total son 6 productores que suman más de 200 hectáreas bajo este sistema, un 1,5% de la superficie total (14.000 ha)

La concesión de riego correspondiente a cada campo esta ligada a una parcela específica del mismo. El porcentaje de campo con concesión de riego es muy variable estando en un rango del 3 al 90 % de la superficie total.

A una hectárea de concesión de riego le corresponden 0.4 litros/segundo continuos durante toda la temporada de riego. El caudal de agua que recibe un campo esta en relación a la cantidad de hectáreas de concesión de riego, por ejemplo: a un campo 242 ha de tierra con 50 ha de concesión de riego le corresponden 20 l/s.

Como la demanda hídrica de los distintos cultivos difiere entre sí, en la zona se utiliza una relación que indica las hectáreas de concesión necesarias para sembrar y regar un determinado cultivo. Por ejemplo: Son necesarias 3 ha de concesión para sembrar y regar 1ha de cebolla, o 2ha de concesión para sembrar y regar 1ha de maíz o girasol.

El recurso agua adquiere cada vez más valor en la zona, porque cada vez se utiliza más por los productores, incluso aquellos que antiguamente no lo hacían.

Como consecuencia en el área de Desarrollo de CORFO Río Colorado se reciben a diario consultas sobre sistemas de riego más eficientes, entre ellos, el riego por aspersión, lo indica que los productores están viendo la posibilidad de modernizar el sistema de riego que utilizan.

La aspersión presenta evidentes ventajas en algunos casos, así como inconvenientes en otros, siendo necesario conocer todos ellos para poder diseñar y manejar este método de riego en las mejores condiciones, con el fin de obtener el máximo rendimiento de uso de agua. Sin embargo, las primeras son mucho más conocidas que los segundos, pues no olvidemos que también es un producto comercial y la publicidad nunca anuncia aspectos negativos.

## **Recopilación de Ventajas y Desventajas del sistema de riego por aspersión.**

Para llevar a cabo este trabajo se realizó una búsqueda bibliográfica de las ventajas y desventajas del riego por aspersión. De esta manera se trató de

orientar el trabajo para poder ver los beneficios de las ventajas y si es posible superar las desventajas.

### **Ventajas:**

Las ventajas del riego por aspersión se derivan fundamentalmente de dos aspectos fundamentales:

- 1) El riego sólo está limitado por las condiciones atmosféricas (pérdidas por evaporación y efecto del viento sobre la uniformidad de aplicación).
- 2) La uniformidad de aplicación es independiente de las características hidrofísicas del suelo.

Enumeramos las principales ventajas:

- 1.- Debido que la lámina aplicada es función del tiempo de cada riego, puede adaptarse tanto a láminas grandes como pequeñas.
- 2.- Al poder modificarse fácilmente la pluviometría, es capaz de adaptarse a terrenos muy permeables (más de 30mm/hora) o muy impermeables, e incluso a terrenos con características heterogéneas.
- 3.- No necesita nivelaciones, adaptándose a topografías onduladas, lo que permite conservar la fertilidad natural del suelo.
- 4.- Se adapta a la rotación de cultivos y a los riegos de “socorro”. En el primer caso siempre que se dimensione se debe calcular para el cultivo más exigente. Dada la eventualidad de los riegos de socorro los sistemas que mejor se adaptan son los móviles o semifijos (sobre todo aquellos con gran radio de acción como los cañones de riego).
- 5.- Dosifica de forma rigurosa los riegos ligeros, lo cual es importante en la emergencia por la posibilidad de ahorrar agua, de ahí que se recomienda la aspersión cuando la dosis de riego sea inferior a 40 mm. Para riegos ligeros, los sistemas semifijos requieren mucha más mano de obra.
- 6.- Pueden conseguirse altos grados de automatización, con el consiguiente ahorro de mano de obra a costa normalmente de una mayor inversión.
- 7.- En algunas modalidades permite el reparto de fertilizantes y tratamientos fitosanitarios, así como la lucha antihelada.

8.- Evita la construcción de acequias y canales, aumentando la superficie útil, a la vez que es más cómodo y de más fácil manejo que el riego por superficie.

9.- Es el método más eficaz para el lavado de sales, por originar un movimiento de agua en el suelo en subsaturación, obligándola a circular por los poros más pequeños y por lo tanto está más en contacto con la solución del suelo. Como contrapartida la energía empleada en la aplicación encarece la operación.

10.- Los sistemas móviles o semifijos requieren menos inversión, pero no pueden adaptarse al riego en bloques que consiguen mayor uniformidad y eficiencia de riego, ni a los riegos de alta frecuencia.

11 Además aunque requiere más técnica al montarlo, el manejo puede hacerlo una persona con poca capacitación.

12.- Hay una mejor distribución del agua a lo largo del lote, si lo comparamos con el riego tradicional por gravedad, donde la infiltración entre cabecera, medio y pie de surco es muy diferente.

13.-Posibilidad de regar lotes que estén por encima de la cota de riego del campo.

14.-Aumento en los rendimientos con un buen manejo.

15.-Los sistemas fijos se han diseñado para solucionar el problema de la mano de obra rural. Como dato orientativo digamos que con un solo hombre, utilizando un sistema por bloques, puede regar más de 100 ha. El regante no necesita ninguna especialización, lo que en zonas de nuevos regadíos puede tener importancia, ya que la técnica del regante, al no manejar el agua, no influye en la eficiencia del riego. Asimismo el trabajo es menos penoso desde el punto de vista físico, no alcanzado la dureza, por las condiciones en que se realiza, de los tradicionales riegos por vertido o inundación, que en ciertos casos, repercute en un aumento de los jornales.

### **Desventajas:**

1.- Puede incrementar la aparición de plagas y enfermedades.

2.- Interferencias en los tratamientos realizados con fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc., por el lavado de los productos fitosanitarios que protegen la parte

aérea del cultivo. Es preciso establecer la programación de riegos adecuada para evitar estas interferencias.

3.- Puede originar problemas de sanidad en la parte aérea del cultivo cuando se utilicen aguas salinas o residuales para regar, ya que al evaporarse aumenta la concentración de sales o las impurezas de la misma.

4.- Mala uniformidad en el reparto por la acción de los vientos.

5.- Los principales problemas suelen ser de carácter económico por las altas inversiones iniciales y los elevados costos de mantenimiento y funcionamiento (reparaciones y energía). También hay que hacer reparaciones todos los años. Las limitaciones vienen sobre todo en fuertes vientos, pendientes excesivas y riego bajo o sobre árboles.

## Objetivos

El objetivo de este trabajo es aclarar algunas de las dudas de los productores y los técnicos, sobre la utilización del sistema de riego por aspersión en el cultivo de cebolla.

Mezclando las ventajas y desventajas con las dudas, se plantearon una serie de objetivos secundarios.

- 1 Verificar el comportamiento del riego por aspersión ante los fuertes y recurrentes vientos de la zona.
- 2 Observar el comportamiento de las sales en el suelo cuando se utiliza el sistema de riego por aspersión. Corroborar si es posible la utilización de este riego en ausencia de los drenajes parcelarios.
- 3 Determinar la concesión necesaria para el riego de un cultivo de cebolla por aspersión y compararlo con la necesidad de tres hectáreas de concesión de riego para poder sembrar una de cebolla. O si es posible ampliar la superficie de cebolla mediante la utilización de reservorios complementados con aspersión.

# Materiales y métodos

De los seis productores que realizan riego por aspersión en cebolla se eligió a uno, por experiencia y buena predisposición.

Se realizó un seguimiento semanal que consistía en cada visita encuestar al encargado del riego y al productor, comentando los acontecimientos semanales, por ejemplo: las horas de riego que estaba dando, labores realizadas, inconvenientes del equipo, etc.

También en estas visitas se realizaron muestreos de suelo y mediciones al equipo y cultivo.

Al resto de los productores que utilizan este sistema de riego, se los visitó y consultó sobre su experiencia, para complementar y corroborar los datos obtenidos.

## Resultados y Discusión

### 1. Presentación del lote a seguir

El productor elegido tiene una experiencia de 8 años en el riego de cebolla por aspersión, también a utilizado un sistema de riego móvil (papa) y un cañón de riego (pasturas). La utilización del mismo no le resultó práctico, sumado al alto costo de funcionamiento y escasos resultados, por lo tanto dejó de utilizarlo.

El campo es arrendado, tiene una concesión de riego de 500 Has, por lo que recibiría unos 200 l/seg permanentes durante toda la temporada de riego. En él, produce girasol, maíz y pasturas, con riego convencional y cebolla y papa, con riego presurizado.

En la temporada 2008-2009 realizó dos lotes de cebolla con riego por aspersión fija en dos parcelas del campo.

Para el seguimiento se eligió el lote que se sembró primero, ya que el otro era el primer año luego del desmonte y se retrasó la fecha de siembra. El lote elegido

era una loma ondulada (sin cota de riego) de textura franco arenoso, muy propensa a la erosión eólica.

## 2. Descripción del equipo de riego utilizado

La aspersión es un método de riego que distribuye el agua en forma de lluvia sobre el terreno.

El agua va en conducción forzada hasta el aspersor y desde este cae en forma de lluvia sobre la parcela, infiltrándose, sin desplazarse sobre el suelo. El equipo de aspersión puede ser fijo, si queda toda la temporada en la misma parcela sin cambiar de lugar, o móvil, si es llevado de una parcela a otra.

El sistema seguido es un equipo fijo, cuyos componentes son los siguientes:

- **Una bomba centrífuga**, de 5 pulgadas, con una capacidad de 160.000 litros/hora impulsada por un motor diesel.

El ingreso del agua es directo de una acequia, sin un reservorio que permita captar excesos de agua y entregarla en momentos de déficit.

El sistema de filtrado consiste en una tela de arpillera que recubre el chupador, y no cuenta con un filtrado posterior. Con este sistema, los aspersores solo se tapan al principio de la temporada cuando se inicia el riego. El consumo de este equipo de riego ronda entre los 1.15 litros de gas oil por milímetro aplicado a una hectárea, dependiendo de la presión de trabajo. Si a un cultivo de cebolla en todo su ciclo requiere 900 mm por hectárea, el consumo de gas oil sería aproximadamente de 1000 litros. Sistemas con aspersores de mayor caudal (1600 l/h) y bombas más grandes (350.000 l/h), consiguen disminuir este consumo a 0.7 litros de gas oil por milímetro aplicado a una hectárea.

- **Una tubería madre** de caños de PVC, es telescópica, ósea que disminuyen el diámetro a medida que nos alejamos de la bomba. La función de esto es poder mantener similar presión de trabajo a lo largo de toda la tubería.



Como lote se utiliza varias temporadas bajo aspersión, la cañería madre queda enterrada a 30 cm, en el lugar, permitiendo el paso de maquinaria por arriba sin inconvenientes.

- Una **red de caños secundaria** que salen de la línea principal (alas de riego o ramal), son las encargadas de la distribución dentro del lote. Estos caños son de P.V.C de 2 pulgadas de diámetro con un largo estándar de 6 metros, son de acople rápido. Este tipo de acople da muy buen resultado, siendo muy práctico su armado y desarmado.
- Una serie de **aspersores** rotativos con una sola boquilla de 4.4 mm cuya clasificación es la siguiente:

**De giro lento:** de 1/4 a 3 vueltas/min: de uso general en agricultura.

**De choque:** el chorro incide sobre un brazo con un muelle, que hace girar el aspersor de forma intermitente. Mediante un mecanismo especial puede moverse sólo en un sector circular en lugar de abarcar el círculo completo (aspersor sectorial)

**De baja presión:** Menos de 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. Suelen ser de una boquilla de un diámetro menor de 4mm de caudal, descargando 1000- 1100 l/h y con giro por choque

### 3. Descripción del diseño del equipo utilizado

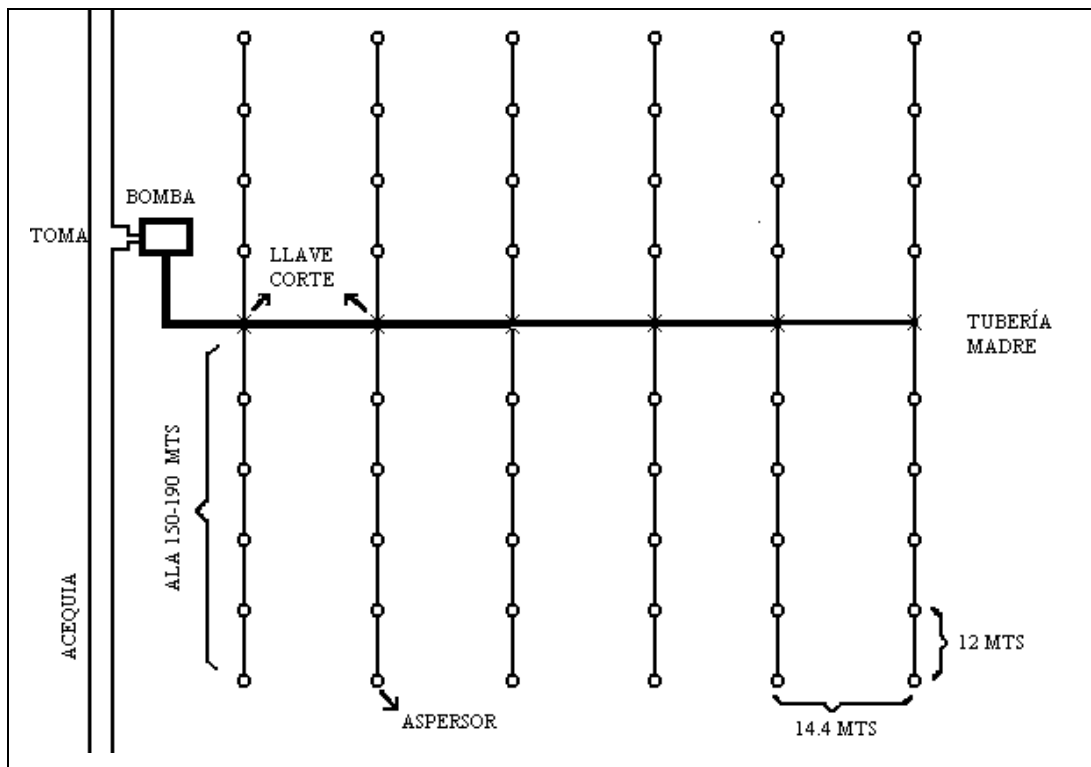
Como puede verse en el **gráfico 1**, el equipo, desde la bomba hacia los aspersores tiene una línea principal telescópica ubicada en la mitad del lote, de la cual a ambos lados van saliendo cada 14.4 metros las alas de riego. Cada una de estas alas cuenta con una llave de corte, permitiendo manejarlas independientemente. El largo de las alas varía entre los 160 a 200 metros, siendo esta última el mayor tiro de riego con la que puede trabajar eficientemente un equipo con este tamaño de tuberías (Tarajuelo, 2005).

Los aspersores van colocados sobre las alas cada 12 metros, quedando un marco rectangular de 12 X 14.4 mts.

El lote tiene 22 hectáreas, dividido en 8 módulos de 2,75 hectáreas cada uno. Las láminas a aplicar en cada módulo van variando según la textura, las partes arenosas reciben más agua que las partes “pesadas”.

Cada módulo cuenta con 9 y 10 alas de riego, que suman un total de 150 picos aspersores. En condiciones normales de funcionamiento las alas que integran el módulo están ubicadas del mismo lado, una a continuación de la otra. Para el cambio de módulo se cierra un ala y se abre el ala de enfrente para no aumentar la presión.

**Gráfico 1:** Croquis del equipo de riego, con el nombre de los distintos componentes y distancias del diseño.



Para que cada aspersor entregue el mismo caudal, se debe controlar la presión de trabajo en la boquilla del aspersor, factor que está influenciado por, las pérdidas de carga, el rozamiento y accesorios a lo largo del ramal, y condicionado por la variación de la cota topográfica de cada aspersor.

El límite que asegura una uniformidad de riego se da cuando la diferencia de presión entre dos aspersores cualesquiera de un ramal no supere el 20 % de la presión de trabajo del aspersor seleccionado.

#### **4. Descripción del manejo realizado al cultivo**

El manejo realizado al cultivo de cebolla, es similar al tradicional de la zona.

Las diferencias que se encontraron se detallan a continuación:

- **Siembra del cultivo acompañante:**

El cultivo acompañante fue avena, sembrada el 1 de Agosto, utilizando 20 Kg. por hectárea de semilla. Para la siembra se utilizó una sembradora de grano fino convencional con una separación de 17,5 cm entre hileras.

La orientación de la siembra fue la misma que se utilizó para sembrar el cultivo de cebolla.

La avena fue creciendo hasta el estado fonológico que el productor determinó como óptimo para su eliminación. La avena estaba macollando y la cebolla en tres hojas verdaderas, según su experiencia hasta ahí la avena no compite significativamente con la cebolla. Para eliminar la avena se realizó una aplicación de una mezcla de herbicidas, 1.2 l/ha de oxifluorfen (Koltar), más 1 l/ha de Galant. La materia seca que quedó como cobertura fue suficiente para cubrir al suelo y proteger a la cebolla.

- **Siembra cebolla:**

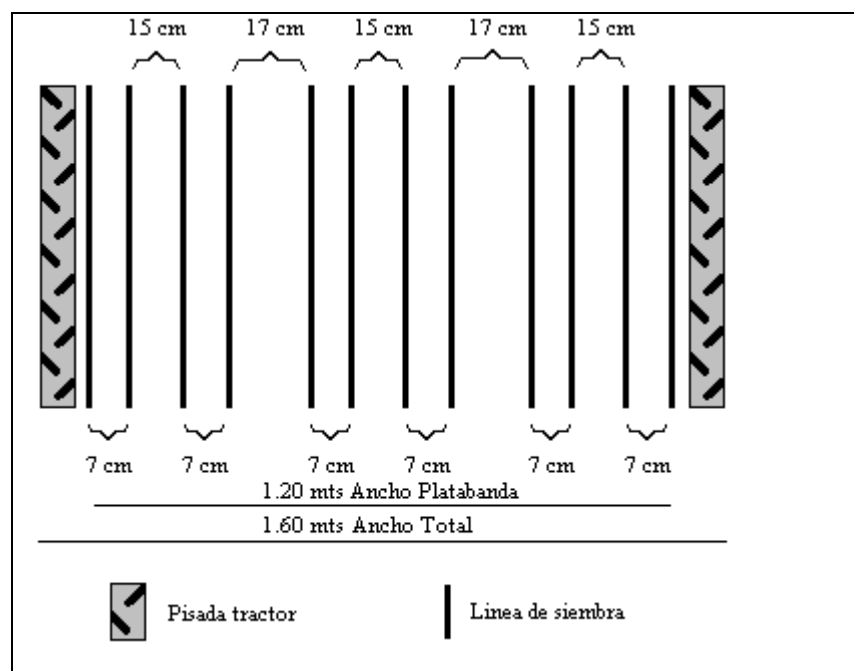
Se sembró en una fecha óptima (2 al 15 de Agosto), utilizando la variedad Grano de Oro. Se utilizaron 7 kg/ha. de semilla, logrando a cosecha un stand de 1.200.000 plantas/ha.

Para la siembra se utilizó una sembradora por surco con algunas modificaciones. Se le quitó el conformador de surco y se le agregó un cuerpo más de siembra de cuatro hileras entre los otros dos existentes.

Con esta máquina, se realiza una siembra en plano quedando una platabanda de 1,20 mts y una separación de 40 cm con la siguiente, quedando un ancho total de 1,60 mts. Como cada cuerpo de siembra tiene 4 líneas en la platabanda hay 12 líneas, la distancia entre estas no es uniforme, ver **gráfico 2**.

Hoy empresas locales, trabajan en sembradoras con líneas de siembra equidistantes.

**Gráfico 2:** Distancia entre líneas de siembra utilizada para sembrar la semilla de cebolla en plano.



- **Armado y desarmado del equipo:**

Inmediatamente después de sembrada la cebolla se procede al armado del equipo.

La cañería madre quedó armada y enterrada de la temporada anterior.

Se precede al acople de la cañería principal a los caños de las alas de riego y entre estos con los picos aspersores sobre las alas. Para fijar esta estructura se clava una estaca de madera al costado y se lo ata con un precinto, de manera que quede firme.

Una vez armado se riega hasta lograr una humedad adecuada para el nacimiento de la semilla.

Cuando se corta el riego para que se entregue la cebolla se procede a desarmar el equipo, dejando el lote libre para la cosecha. Primero se desenroscan los picos aspersores y luego los caños de las alas de riego.

Es muy importante el cuidado posterior de estos materiales para prolongar la vida útil de los mismos. Se deberán dejar a la sombra, apilados en una estructura firme y en lo posible en lugares donde no puedan ser alcanzados con alguna maquinaria (Rastras, tractores, etc.).

- **Fertilización:**

El aporte de fertilizante a la siembra fue de 100 kilos de 18-46-00 (fosfato diamónico) y se aplicó al voleo antes de la siembra.

Con el equipo de riego se agregó en varias veces, 150 kilos de 46-00-00 (urea).

Se disolvía la urea en un tambor y mediante un sistema de venturi, era inyectado a la cañería madre. Este método de aplicación del fertilizante se denomina fertirriego. La dosis aplicada era semejante en todo el lote y era calculada según los requerimientos del cultivo. Luego de la aplicación del fertilizante se procedía a lavar las hojas para evitar el quemado de las mismas.

También se aplicó al voleo en 2 veces, 200 kilos de sulfonitrato.

- **Herbidas:**

En pre-emergencia se aplicó 4 l/ha de Herbadox. Luego en post-emergencia 2 l/ha Totril y 1 l/ha de Prodigio

Para complementar esto se hicieron dos desmalezadas manuales. Cabe destacar que el manejo que se realizó con las malezas fue exitoso ya que el lote se encontraba limpio

- **Fungicidas:**

Con este tipo de riego, la aplicación de un fungicida preventivo es necesaria ya que la aspersión crea un ambiente prospero para el desarrollo de hongos de hoja. El producto a aplicar tiene que ser sistémico ya que los de contacto se lavarían con el riego. En este caso se utilizaron 2.8 kilos por ha de Ridomil aplicados en 4 veces, empezando las aplicaciones a principio de Diciembre.

- **Aporque:**

Se realizaron dos aporques con el escardillo con una separación entre rejas de 1.2 mts para eliminar las malezas entre las platabandas. Otra función del aporque, es impedir que el agua corra por los surcos en las partes con mucha pendiente. El suelo después de varios riegos queda liso y compactado, en lugares con pendiente el agua toma velocidad y produce arrastre de partículas (erosión hídrica). Pasando el escardillo descompactamos el suelo, quedan terrones en superficie que impiden que el agua desarrolle velocidad.

- **Cosecha:**

Se cortó el riego unos 10 días antes para producir un stress en la planta y que la cebolla se entregue. Una vez que la cebolla reunía las condiciones para ser apilada, se procedió a cosecharla mecánicamente. Para esto se utilizó una cosechadora propia con la que hacen una pila cada 7 platabandas. En lotes desmontados recientemente es conveniente pasar una barra antes de cosechar mecánicamente, porque la presencia de troncos en el suelo dificulta el trabajo de misma, provocando rupturas. El sistema de cosecha mecánica se complementa muy bien con el riego por aspersión, por los altos rindes que se obtienen. En este caso el promedio de rendimiento del lote fue de 3200 bolsas, de 20 kilogramos, los principales calibres son 3 y 4 estando el 80% dentro de estas categorías. A diferencia de la campaña asnterior, este año el rendimiento fue más uniforme en todo el lote. Esto generalmente sucede en la mayoría de los lotes nuevos que entran bajo riego.

## 5. Viento:

En este tipo de riego el impacto de la gota sobre el suelo rompe los agregados, produciendo un reordenamiento de las texturas, quedando las más “finas” expuestas a la acción del viento. Para verificar que tipo de textura es la más propensa a volarse se hizo un muestreo dentro del lote eligiendo partes “voladoras” y partes “no voladoras” indicadas por el encargado del campo. A las muestras se les hizo un análisis de textura en el laboratorio del INTA Ascasubi. El resultado nos indicó que a partir de una textura franco arenosa el suelo es muy propenso a volar.

La acción del viento disminuye la distribución en la uniforme del riego, ya que modifica la longitud del chorro y la pluviometría a lo largo de este.

Este efecto es mayor sobre las cabeceras de los lotes, es por eso que en equipos existentes en el valle, han disminuido la distancia de las dos primeras alas ubicadas en la dirección de los vientos predominantes (Noroeste). Dejan entre la primera y la segunda 7.5 mts. y entre la segunda y la tercera 10 mts, consiguiendo así una mayor pluviometría sobre esta zona. También se disminuye la distancia entre el anteúltimo y el último aspersor dejándolos a la mitad de distancia, es decir 6 mts. El costo del equipo se incrementa con la ventaja de que se logra un mejor cultivo que si no se disminuyera la distancia.

Otro aspecto importante es que la velocidad del viento se incrementa con la altura según una función logarítmica (Más alto, más viento). En el diseño a los aspersores se coloca lo más bajo posible y en relación con la altura del cultivo a regar. Esta es la razón por la que el ángulo de descarga de la mayor parte de los aspersores agrícolas es de  $25^{\circ}$  y  $27^{\circ}$  en lugar de los  $30^{\circ}$  que sería el ángulo que consigue mayor alcance en ausencia de viento (Heermann y Kohl, 1980).

En el cultivo se pudieron distinguir dos momentos críticos en los cuales el viento puede provocar pérdidas significativas, uno cuando se siembra y el otro sobre el final del mismo. Para mitigar este efecto se utilizan varias técnicas:

- Mantener el horizonte superficial húmedo mediante la aplicación de agua, logrando que los agregados se mantengan unidos. En los momentos en que hay

viento se prende el equipo de riego hasta lograr humedecer toda la superficie. Tener en cuenta que son los primeros centímetros los que “mandan”, de nada sirve que la humedad sea sub.-superficial ya que el lote volará igualmente. Para poder abarcar la mayor cantidad de superficie posible se abren alas en forma salteada. Esto permite formar franjas húmedas que disminuyen el efecto del viento. El aspecto negativo de esta práctica, es que las plántulas se ven afectadas por la acción erosiva que ejerce la gota de agua mezclada con partículas de tierra que arrastra el viento a gran velocidad impactando sobre las plántulas. Esto se puede observar después de unos días de riego con viento, encontrando algunas plántulas que se vuelcan presentando un corte en la zona del cuello del bulbo.

- El sentido de la siembra ayuda a impedir que el viento desarrolle mucha velocidad en los primeros centímetros sobre el suelo. Es por eso que se los orienta en forma perpendicular a los vientos predominantes. En esta zona habría que orientarlos del Suroeste al Noreste. El efecto de esta técnica se ve cuando la avena adquiere una altura superior a los 5 cm. En caso de que el lote tenga mucha pendiente se orientaran los surcos cortando la misma para evitar la erosión hídrica, ya que esta será superior a la eólica.
- Una de las técnicas más importantes es la siembra combinada de la cebolla con un cultivo acompañante de rápido crecimiento (Avena, Trigo, Centeno, etc.). Lo que se busca es una especie de rápido crecimiento que genere una cobertura de protección ante los agentes erosivos. Para sembrar el cultivo acompañante se utiliza una sembradora de grano fino convencional trabajando en la misma orientación con la que se va a sembrar la cebolla.



**Foto 1:** Avena senescente por aplicación de herbicida, utilizada como cultivo acompañante en el lote de cebolla regado por aspersión.



Este cultivo se tiene que eliminar antes de que empiece a competir con la cebolla, **Foto 1**.

El momento de aplicación es muy importante, y “hacerse el ojo” puede costar caro. Si aplicamos tarde el acompañante empieza a competir con el cultivo, hay que elevar las dosis de herbicida y en consecuencia retrasamos las plántulas de cebolla. Por otra parte si lo aplicamos temprano corremos el riesgo de quedarnos sin cobertura, con una cebolla muy pequeña que permite el paso del viento y se genere erosión. En el campo seguido se utilizó avena, especie que tiene un rápido crecimiento en la etapa de macollado. Esta ventaja complica un poco al momento de eliminarla porque el margen entre hacer la aplicación temprano o hacerla tarde es muy pequeño. Es por eso que el productor recomienda utilizar trigo las primeras veces que nos da más margen por ser de crecimiento más lento. Para eliminarla se utiliza un herbicida selectivo que elimine gramíneas anuales, generalmente se usa Select. En el lote se eliminó cuando la avena estaba con dos o tres macollos y la cebolla tenía dos hojas verdaderas, como lo muestra la Foto1. El herbicida utilizado fue una mezcla de Koltar y Galan, dando muy buen resultado.

Un dato importante es que a medida que retrasamos la fecha de siembra hay que adelantar el momento de eliminación de la avena, ya que esta se induce más rápido.

A diferencia del método explicado anteriormente, en donde la siembra de el cultivo acompañante cubre toda la superficie, hay establecimientos que solo lo siembran entre las platabandas. En este sistema primero se siembra la cebolla y luego el cultivo acompañante con una sembradora adaptada para esto. El cultivo acompañante no se elimina durante el ciclo de la cebolla, formando una barrera corta viento permanente. En este caso no se realizan aporques, para no eliminarla.

- Sobre la finalización del cultivo, el viento vuelve a ser una complicación. Por la forma de siembra que se utiliza asociado a altas densidades de plantas, se forma un macizo de plantas que compiten por la luz. Las plantas se etiolaron, es decir que estiraron su tallo hacia arriba a costa de disminuir el diámetro, quedando debilitadas. Esto provoca que con fuertes ráfagas de viento en algunas zonas del lote las plantas se vuelquen. Para lograr levantar estas plantas se aplica agua a discreción hasta que las plantas recuperan su posición normal. Este proceso es reversible hasta un cierto momento del ciclo en donde las plantas no tienen la capacidad de restablecer su posición. Lo que se hizo en el campo fue seguir aplicando agua con las plantas volcadas para mantenerlas vivas y que sigan “cabeceando”. Como se crea un ambiente más propicio para el hongo se hicieron las aplicaciones de Ridomil cada 8 días para prevenir enfermedades.
- Luego de cosechar la cebolla se sembró avena en el espacio que queda entre pila y pila. No se le aplica riego ya que tiene humedad remanente y el equipo de riego se desarmó para la cosecha. El objetivo de esto es crear una cobertura que nos proteja el suelo.

**Cuadro 1:** velocidad del viento promedio de 1966 a 2008 por para cada mes y promedio anual. (Datos de la estación meteorológica INTA Hilario Ascasubi)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
9,6	9,3	8,2	8,0	7,4	8,5	9,0	9,1	9,9	9,4	9,6	10,0	<b>9,0 km/h</b>

## 6. Salinidad:

Uno de los beneficios que tiene el riego por aspersión, es mantener las sales del suelo en los horizontes inferiores. Para monitorear este movimiento de las sales en el suelo se realizaron tres muestreos, uno antes de empezar a regar el cultivo de cebolla, otro a mitad del ciclo y el último un mes después de terminado el riego. Las profundidades de muestreo fueron 0cm-30cm, 30cm-60cm y 60cm-90cm. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio del INTA Ascasubi para ser analizado el contenido de sales.

**CUADRO 2:** Resultado de los análisis de salinidad de las tres muestras de suelo tomadas en la misma parte de el lote. Antes, durante el riego y después del riego.

REFERENCIAS	SALINIDAD					
	C.E dS.m <sup>-1</sup>	PH	Ca+Mg Meq/l	Na Meq/l	RAS	PSI
<i>Antes del riego 0-30 cm.</i>	3.89*	7.0	88.0	6.0	0.9	0.18
1-8-08 30-60 cm	5.68	7.0	101.2	17.8	2.5	2.5
60-90 cm.	2.02	7.2	26.4	6.6	1.8	1.64
<i>Mitad del riego 0-30 cm.</i>	1.18	7.6				
28-11-08 30-60 cm	1.15	7.6				
60-90 cm.	1.30	7.3				
<i>Después del riego 0-30 cm.</i>	1.10	7.5				
27-02-08 30-60 cm	0.64	7.6				
60-90 cm.	0.78	7.8				

\* La primera profundidad tiene una conductividad menor a la segunda debido a que el lote se encontraba rastreado al momento del muestreo

Como puede observarse en el cuadro 2 los valores de conductividad (**C.E**) antes de iniciar el riego eran elevados. Si observamos el cuadro 3, la cebolla es un cultivo sensible a la salinidad, disminuyendo su rendimiento a partir de los 1.2 dS.m<sup>-1</sup> de conductividad en el suelo.

Una vez que se puso en funcionamiento el equipo, la conductividad descendió hasta casi igualarse con la conductividad del agua (1.15 dS.m-1). Este descenso se ve en las tres profundidades, esto indicaría que las láminas que se estuvieron aplicando sirvieron para lavar las sales por lo menos hasta el metro de profundidad.

Un dato a tener en cuenta es que la textura del suelo a esta profundidad pasa de franco arenoso a arenoso, es decir una textura más “liviana”.

El tipo de textura, la ubicación del lote (loma) y el tipo de riego, permiten producir, con la ausencia de los drenajes parcelarios, por lo menos a corto plazo, (hay que seguir investigando a futuro que sucede).

En caso de querer instalar un equipo de riego por aspersión en un lote bajo o de textura “pesada”, hay que tener en cuenta que las sales se deben eliminar por el drenaje parcelario correspondiente.

Recordar que el agua de riego contiene sales, a razón de 0,65 g/l por cada 1 dS/m de conductividad del agua (Ramos, 2008). Teniendo en cuenta que el promedio del agua de riego del Río Colorado tiene una conductividad de 1 dS/m y la lámina promedio aplicada en el cultivo de cebolla es de 1100 milímetros/hectárea, podemos calcular la cantidad de sales que se incorporan. Para dar esta lámina es necesario aplicar 11.000.000 de litros, este dato multiplicado por 0,65 g/l nos da que incorporamos 7.150 kilos de sales en una campaña de riego.

**Cuadro 3.** Clasificación de algunos cultivos según su sensibilidad o tolerancia a las sales y valores aproximados de salinidad del suelo para obtener un 90% de productividad. En base a Ayers y Wescot (1987)

<b><i>Tolerancia de los cultivos a la salinidad</i></b>	<b><i>Valores aprox. de conductividad eléctrica en el suelo (dslm)</i></b>	<b><i>Cultivos</i></b>
<i>Sensibles</i>	<i>hasta 1,8</i>	<i>zanahoria, cebolla</i>
<i>Moderadamente Sensibles</i>	<i>hasta 2,5</i>	<i>maíz, alfalfa, trébol tomate</i>
<i>Medianamente tolerantes</i>	<i>hasta 5,0</i>	<i>Pastos en general, vicia trigo, sorgo, remolacha.</i>
<i>Tolerantes</i>	<i>hasta 8</i>	<i>Cebada, trigo, algodón.</i>

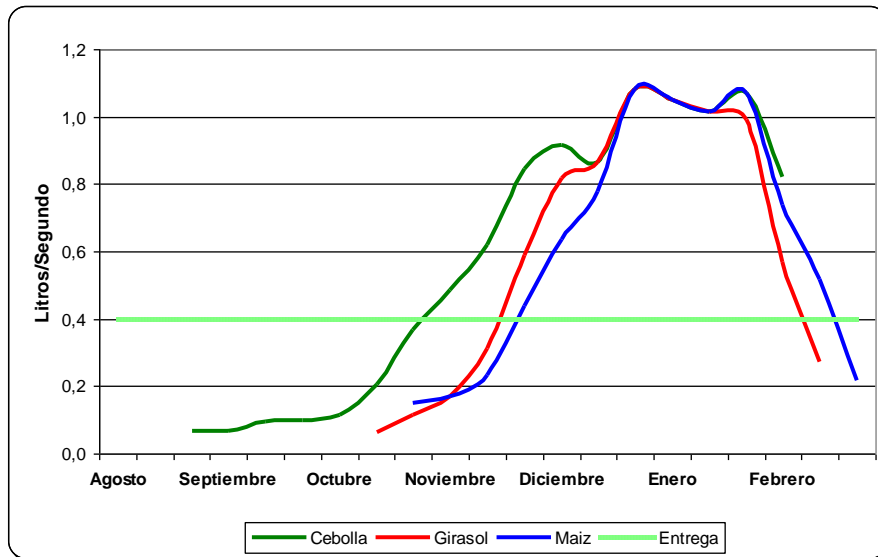
## **7. Utilización del recurso agua y suelo**

### **Agua**

Como se vio en la introducción a cada hectárea de riego le corresponden 0.4 litros/segundo continuos durante toda la temporada de riego. Si este dato lo comparamos con la demanda de los cultivos de verano vemos como en el máximo consumo de agua de la cebolla (Diciembre y Enero), supera ampliamente al agua correspondiente a una hectárea de concesión de riego, Grafico 3.

A medida que nos acercamos al mes de Diciembre necesitamos casi 3 hectáreas de concesión de riego para satisfacer la necesidad de los cultivos. Es por eso que en el valle son necesarias 3 Ha de concesión para poder cubrir la demanda de una de cebolla.

**Grafico 3:** Demanda de agua de tres cultivos de verano: cebolla, girasol y maíz para los distintos meses expresado en litros por segundo. Comparado con la entrega de agua de una hectárea de concesión de riego. (Datos calculados por el programa Cropwat)



Algunos productores que utilizan el 100% de su concesión de riego en los distintos cultivos, muchas veces plantean la posibilidad de ampliar su superficie de riego. Consultan si es posible ampliar la superficie regable guardando los excesos de agua en las primeras etapas de los cultivos para entregarla en las siguientes. Generalmente en esta consulta pretenden regar mediante el sistema de riego por aspersión. La obra hidráulica que se utiliza para guardar el agua a nivel de campo se la denomina reservorio.

El inconveniente surge cuando vemos los resultados de cálculos de la capacidad del reservorio para poder aumentar la superficie regada. Ejemplo:

Con la construcción de un reservorio de 1 hectárea con una profundidad de 1.5 metros tendríamos una capacidad de almacenaje de 15 millones de litros. Para saber cuantas hectáreas de cebolla podíamos regar utilizando el agua de este reservorio hay que saber la necesidad hídrica mensual de una hectárea de cultivo y la pérdida por evaporación del reservorio. Cuadro 4.

Cuadro 4: Necesidad de los cultivos en litros por hectárea y pérdida por evaporación del reservorio en litros.

<b>Mes</b>	<b>Necesidad del cultivo (litros)</b>	<b>Perdida por evaporación (litros)</b>
Noviembre	1.555.200	2.100.000
Diciembre	2.678.400	2.480.000
Enero	2.812.320	2.700.000
<b>Total</b>	<b>7.045.920</b>	<b>7.280.000</b>

Si sumamos la necesidad total del cultivo más la evaporación total del reservorio nos da 14.325.920 litros, por lo tanto el agua de ese reservorio le alcanzaría para regar solo una hectárea más de cebolla. Es por esto que la construcción de un reservorio no permite aumentar la superficie de cultivo regada en forma significativa. Igualmente la construcción de un reservorio puede ser muy beneficiosa en algunos casos, que a continuación detallaremos:

- La entrega de agua a la toma de las bombas de riego tiene que ser a un caudal continuo y uniforme. Si este es menor que el óptimo corremos el riesgo que la bomba trabaje sin agua provocándole daños a la misma. Por el contrario si el caudal es excesivo la bomba no alcanzara a sacar todo el agua y se producirá un desborde de la acequia. Un reservorio en estos casos cumple la función de pulmón, logrando que la entrega de agua a la bomba sea más constante.
- En el riego por aspersión se evita regar en las horas de mayor radiación solar, porque puede provocar lesiones en las hojas de las plantas. Si el campo solo cuenta con riego por aspersión, en las horas del mediodía vamos a tener un excedente de agua y en los momentos de riego un faltante. En estos casos guardar el agua en un reservorio nos permite regar con un alto caudal en poco tiempo.

### **Suelo**

En el riego por aspersión se utiliza la siembra en plano, en una distancia de 1.60 mts tenemos 12 líneas de siembra, en la misma distancia pero en la siembra por

surco hay 2 surcos con 4 líneas de siembra en cada uno (8 líneas en total) **ver gráfico 3.**

Podemos decir que con la siembra en plano tenemos un 50% más de líneas, por consiguiente 50% más de plantas en igual superficie.

Este cálculo está hecho para las sembradoras comunes de siembra que se utilizan en la zona, este dato puede diferir con otras zonas e incluso entre los distintos productores.

La siembra en plano también se utiliza en otros dos sistemas de riego, en riego por gravedad y en riego por goteo.

Cuando la cebolla se cultiva en tablones, se riega similar a una pastura, es decir riego por manto (gravedad). Cada 8 o 9 platabandas se hace un bordo y trabas, para que el agua fluya hacia el centro del tablón y se riega a favor de la pendiente.

A pesar de los escasos datos de la eficiencia de utilización de agua de este sistema, mediciones realizadas a campo, muestran que el sistema es bastante eficiente.

Para lograrlo el caudal de agua que se aplica en el tablón debe ser elevado, haciendo riegos cortos y frecuentes. También se observó que este sistema se adapta muy bien en suelos con problemas de sales, como toda la superficie se cubre con agua las sales se mantienen en horizontes inferiores.

Los rendimientos que obtienen los productores de esta zona ronda entre las 2800-3000 bolsas de 20 Kg. por hectárea.

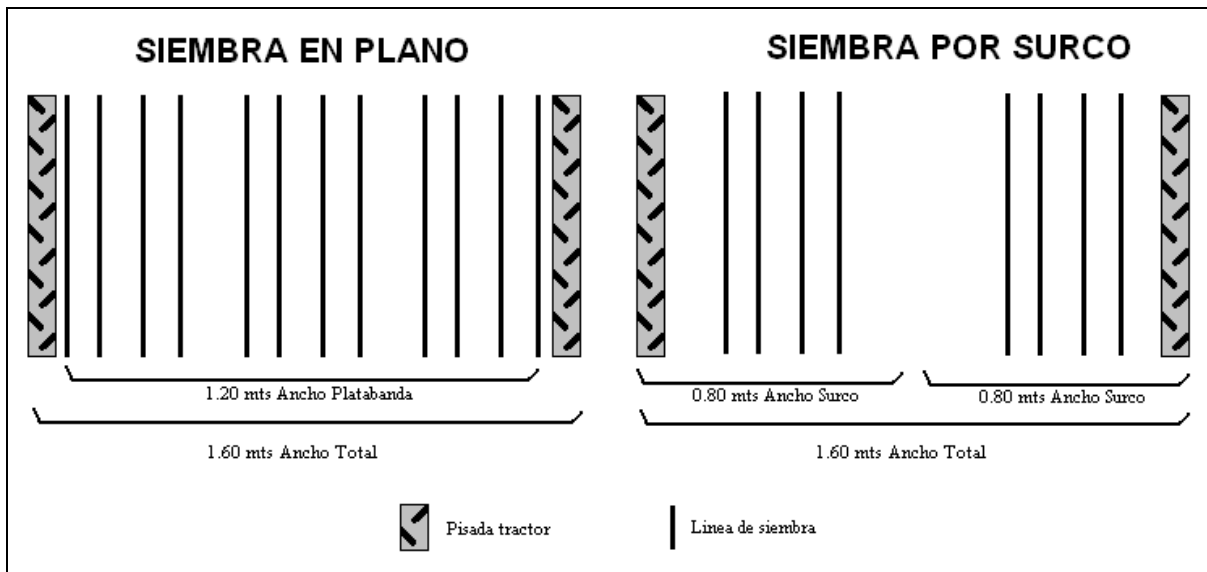
También se utiliza en la zona la siembra en plano de cebolla en riego por goteo.

La eficiencia de utilización del agua es buena y tiene muy buen comportamiento con respecto a las sales. Los rendimientos que se obtienen son similares a los obtenidos en el riego por aspersion 3000-3500 bolsas de 20 Kg por hectárea.

Cabe destacar que se riega menos por goteo, que por gravedad y los productores que lo están haciendo tienen poca experiencia con este sistema.



**Gráfico 3:** Diferencias del ancho y cantidad de líneas de siembra entre platabanda y surcos en la misma distancia de trocha de tractor.



## Conclusión

El sistema de riego por aspersión se adapta bien para regar un cultivo de cebolla a pesar de los constantes y fuertes vientos propios de la zona. Igualmente estos vientos disminuyen la eficiencia de aplicación del agua, ya que durante el período de implantación las láminas aplicadas fueron superiores a la necesidad hídrica del cultivo

Disminuye la mano de obra, simplificando el manejo de operación y un operario poco capacitado puede cometer menos errores con este sistema que con el riego por gravedad.

Aparte hay que considerar que no solo es el riego por aspersión sino todo un paquete tecnológico que se aplica para complementar el sistema. Esta es una de las principales ventajas, permitiendo manejar todo más eficientemente.

El riego por aspersión no nos permitiría disminuir las tres hectáreas de concesión necesarias para sembrar una de cebolla. Hay que considerar que en la zona el sistema de riego por aspersión es total y no complementario como en zonas de mayor pluviometría.

Si complementamos la aspersión con reservorio no ampliaríamos la superficie de riego de manera significativa.

La siembra en plano permite obtener mejores rendimientos, independientemente del sistema de riego utilizado (gravedad, aspersión o goteo). La distribución de las plantas permite un mejor aprovechamiento de la superficie y por ende un mayor potencial de rendimiento

Podemos afirmar que bajo las condiciones evaluadas con el sistema de riego por aspersión en un lote alto, de textura liviana, se lavan bien las sales a pesar de no contar con los drenajes correspondientes. La no construcción de los mismos debe analizarse según la ubicación del lote, su textura y el contenido de sales, para no cometer errores.

Los productores visitados que utilizan este sistema están muy conformes y en la mayoría de los casos planean ampliar las hectáreas regadas con este sistema. Esto evidentemente es un indicativo de que el riego por aspersión funciona y los logros que se obtienen son prósperos.

Cabe destacar que estos productores también tienen galpones de empaque y envían su cebolla a Europa, lo que les da una cierta seguridad en sus inversiones.

# Bibliografía

Heerman,D.,y Kohl, R.A. (1980) <<Fluid dynamics of sprinkler systems>> pp. 583-618; disingn and operation of fero irrigation system. Ed. M.E Jensen.Asae. Michigan.U.S.A

J.M.Tarjuelo Matín-Benito (2005) El riego por aspersion y su tecnología; 490 pp. Ed. Mundi-Prensa. España.

Ayers, R.S. y Westcot, D.W. (1985). Calidad del agua para la agricultura. Estudios FAO Riego y Drenajes nº 29. Roma.

Ramos, C. (2008). El uso de aguas residuales en riegos localizados y en cultivos hidropónicos. Instituto Valenciano de investigaciones Agrarias.

Castañón G. (2000). Ingeniería del Riego Utilización Racional del Agua, 195 pp. Ed. Paraninfo. España.