

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL ZONA ATLÁNTICA



TESIS

Trabajo final para alcanzar el título de

LICENCIADA EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS

**Evaluación de calidad de bulbos y costos en la producción de
cebolla de siembra directa bajo diferentes sistemas de riego**

Alumna: Laura Inés NAVARRO

Director: Lic. Omar Ariel GAJARDO

Co Director: Lic. Lucrecia María AVILES

Año 2017

Dedicatoria

A mis padres, Olga y José, por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

Al Grupo Malezas y directores Ariel, Lucrecia y Silvia por brindarme el espacio, guía y acompañamiento en la realización de mi tesis.

A Dios, familia y amigos por acompañarme en todo momento.

RESUMEN

La disponibilidad de agua no es una limitante en el valle inferior del río Negro, sin embargo existe cierta presión social para el uso sustentable de la misma, motivando el interés por evaluar el cultivo de cebolla bajo sistemas de mayor eficiencia en el uso del agua. El objetivo de esta tesis es evaluar la calidad de los bulbos, rendimiento comercial, costos e ingresos de producción del cultivo de cebolla con siembra directa bajo diferentes sistemas de riego. Para ello se condujo un ensayo en la temporada 2012/13 bajo los sistemas de riego: a) gravitacional por surco, b) goteo y c) aspersión (n=4). No se observaron diferencias en la calidad de los bulbos de cebolla bajo los sistemas evaluados. El rendimiento comercial fue de 33,3; 59,6 y 50,8 Ton/ ha con riego gravitacional, goteo y aspersión respectivamente. El costo de producción fue de 53953; 78975 y 54336 \$/ ha con riego gravitacional, goteo y aspersión respectivamente. El mayor ingreso se obtuvo con los sistemas presurizados que permiten aumentar la densidad de siembra conduciendo a un mayor rendimiento y calibre de bulbos. Estos resultados plantean una perspectiva positiva para la incorporación de suelos no sistematizados a la producción actual de cebolla.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	2
ÍNDICE GENERAL.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ANTECEDENTES.....	7
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	9
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS	11
MARCO TEÓRICO.....	12
El cultivo de cebolla.....	12
Sistemas de riego en la producción de cebolla.....	12
Calidad de bulbos de cebolla.....	16
Costos de producción	18
METODOLOGÍA	21

CAPITULO I

Calidad de bulbos de cebolla de siembra directa bajo diferentes sistemas de riego

OBJETIVOS	25
RESULTADOS	25
Materia Seca.....	25
Contenido de sólidos solubles	26
Pungencia.....	27
Acidez	28
pH.....	29
Rendimiento total y comercial	29
CONCLUSIONES	31

CAPITULO II

Costos en la producción de cebolla de siembra directa bajo diferentes sistemas de riego

OBJETIVOS	32
RESULTADOS	32
Costos de producción de cebolla con riego gravitacional por surco	32
Costos de producción de cebolla con riego por goteo.....	35
Costos de producción de cebolla con riego por aspersión.....	38
Análisis comparativo de los costos de producción e ingresos entre los sistemas de riego.....	41
Análisis FODA de cada sistema de riego	43
Sistema de riego gravitacional por surco	43
Sistema de riego por goteo	43
Sistema de riego por aspersión.....	44
CONCLUSIONES	44
CONCLUSIÓN FINAL	46
BIBLIOGRAFÍA	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cultivo de cebolla de siembra directa con sistema de riego por: A) gravitacional por surco, B) goteo y C) aspersión.....	22
Figura 2. Materia seca de los bulbos de cebolla con distinto sistema de riego:	26
Figura 3. Sólidos solubles de bulbos de cebolla con distintos sistemas de riego:	27
Figura 4. Contenido de ácido pirúvico en el extracto de los bulbos de cebolla con riego:	28
Figura 5. Acidez en el extracto de los bulbos de cebolla con distintos sistemas de riego:	28
Figura 6. pH en extractos de bulbos de cebolla con distintos sistemas de riego	29
Figura 7. Esquema del camellón en el cultivo de cebolla con sistema de riego gravitacional por surco.....	33
Figura 8. Esquema del camellón en el cultivo de cebolla con sistema de riego por goteo.....	36
Figura 9. Esquema de distribución de cintas de riego por goteo en un lote de 1 ha de cultivo de cebolla.	36
Figura 10. Esquema del camellón en el cultivo de cebolla con sistema de riego por aspersión.....	39
Figura 11. Esquema de distribución de aspersores de riego en un lote de 1 ha de cultivo de cebolla.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calibres de acuerdo al diámetro ecuatorial del bulbo.....	23
Tabla 2. Expertos consultados.	24
Tabla 3. Rendimiento del cultivo de cebolla.	30
Tabla 4. Clasificación de los bulbos de cebolla por calibre.....	30
Tabla 5. Evaluación de costos sistema de riego gravitacional por surco.....	34
Tabla 6. Evaluación de costos sistema de riego por goteo	37
Tabla 7. Evaluación de costos sistema de riego por aspersión	40
Tabla 8. Costos e ingresos del cultivo de cebolla bajo diferentes sistemas de riego.....	41

ANTECEDENTES

La producción de cebolla en el país se presenta en tres zonas bien diferenciadas: la zona sur, la andina y el litoral norte. La zona sur que representa en promedio el 75 % de la producción nacional y el 80 % del área sembrada de cebollas, comprende el sur de la provincia de Buenos Aires y el Valle Inferior de Río Negro (VIRN).

El Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC) es la mayor zona productora y exportadora de cebolla de la Argentina, con una superficie que fluctúa entre 12.000 y 16.000 hectáreas sembradas cada año. Le sigue en importancia el VIRN, donde la superficie sembrada se ha incrementado en los últimos años, alcanzando las 2.000 hectáreas en 2011, representando un 69% de la superficie destinada a hortalizas. Es de los cultivos hortícolas con mayores posibilidades de expansión en el valle inferior así como en otros valles irrigados de la Norpatagonia (Villegas Nigra, 2014).

El sistema de cultivo más utilizado es bajo riego por gravedad en surcos con siembra directa en camellones a cuatro hileras. Así, en el VBRC el cultivo de cebolla es una de las actividades productivas a la que más agua se aplica por unidad de superficie. La lámina promedio de cada riego alcanza unos 100 mm y el número total de riegos en el ciclo es de unos 19 a 22 (Sánchez y Pezzola, 2013). Estos valores reflejan la ineficiencia con que se riega el cultivo, debido a la falta de conocimiento y control de diferentes factores como textura de suelos, largo de surco, pendiente, caudal aplicado y el arte del regador (Pla y Martínez, 2007). La escasez de agua y el incremento de la salinidad, han llevado al estudio de nuevas prácticas de manejo en el sistema tradicional, que tienen en cuenta la frecuencia de riego y los caudales aplicados, comprobando una mejora en la eficiencia en el uso del agua sin comprometer los rendimientos.

Por otra parte, el riego por aspersión constituye una alternativa viable al uso eficiente

del agua. Desde el año 1994 existen en el VBRC cultivos con riego por aspersión. Este método ofrece otras ventajas como: simplicidad de operación, bajo requerimiento de personal, adaptación a los sistemas de cultivos tradicionales, adaptación a las características del terreno, uniformidad de aplicación.

Por otro lado, en el mismo valle y desde comienzos de siglo se ha estudiado el cambio a riego por goteo, ante la escasez de agua y la necesidad de mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos. Este método se presenta como una alternativa interesante, sin embargo al igual que el riego por aspersión requiere de una alta inversión inicial.

En el VIRN, el incremento de la superficie sembrada se debió en parte a cambios en la demanda que captaron el interés de pequeños grupos de inversores, quienes ante ciertas limitaciones en la zona bonaerense del río Colorado, sobre todo del recurso hídrico, decidieron ampliar las fronteras continuando el emprendimiento en el ámbito del Instituto de Desarrollo del Valle Inferior (IDEVI) (Mamani *et al*, 2014). Por otra parte, la incorporación de tecnologías, como la siembra en platabanda de siete filas, mejor utilización de agroquímicos e incorporación de riego presurizado también estimuló al aumento de superficie cultivada (Informe IDEVI, 2011). En cuanto al riego por goteo no existen antecedentes en ésta zona para el cultivo de cebolla.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de cebolla presenta gran exigencia de agua durante la mayor parte del ciclo vegetativo, sus periodos críticos son la germinación-emergencia y desde el inicio de la bulbificación hasta la proximidad de la cosecha, observándose respuestas ante la eficiencia e ineficiencia en el uso del recurso hídrico. El sistema de riego más utilizado en el país es el gravitacional por surco. La problemática asociada a éste sistema es su baja eficiencia en el manejo del agua, debido a las altas pérdidas por evaporación en campo, por percolación y al uso excesivo de la misma (Al-Jamal *et al*, 2001).

A pesar que actualmente la disponibilidad de agua no es una limitante en el VIRN, existe cierta presión social respecto al uso racional de la misma. La tecnología de los años ´60 de riego gravitacional empleada en nuestra zona insume grandes volúmenes de agua que son percolados a través del sistema de drenaje, que además ocasiona inconvenientes de manejo por la excesiva emergencia de malezas (Cañón *et al*, 2015) y problemas en el desarrollo de los bulbos debido a la alta capacidad de retención de agua de los suelos pesados de la zona (Avilés *et al*, 2016).

Algunos productores están incursionando en sistemas de alta eficiencia en el uso del agua, como el riego por aspersión, en el cual se realizan asimismo siembras de alta densidad (Informe IDEVI 2011). A los beneficios del incremento en el rinde esperado, se contraponen las dificultades derivadas de la falta de conocimiento acerca de la calidad comercial de los bulbos.

En esta zona la experiencia del riego por goteo se limita a los cultivos bajo cubierta o de frutillas. A pesar del aumento de la superficie sembrada con cebolla, no hay estudios en este cultivo bajo riego por goteo, probablemente asociado al alto costo que implica el cambio de tecnología.

Comparar la calidad de los bulbos a cosecha bajo los tres sistemas de riego descritos, justificaría la evaluación de costos de implementación de los mismos en una explotación.

HIPÓTESIS

El cultivo de cebolla de siembra directa con riego por goteo produce bulbos de mejor calidad y mayores rendimientos que con los sistemas de riego por aspersión o gravitacional, aumentando los costos de producción.

OBJETIVOS

- Evaluar la calidad de los bulbos de cebolla con riego gravitacional, aspersión y goteo.
- Determinar el rendimiento del cultivo de cebolla bajo los tres sistemas de riego.
- Determinar los costos de producción del cultivo de cebolla bajo los tres sistemas de riego.
- Identificar las ventajas de la implementación de cada uno de los tres sistemas de riego en una parcela con acceso al agua pero sin sistematizar.

MARCO TEÓRICO

El cultivo de cebolla

La superficie regable en el IDEVI alcanzó las 20411 ha de las que el 15,3 % se destinaron al cultivo de hortalizas; habiéndose incrementado entre los años 2005 a 2011, un 33 % (Tagliani *et al*, 2011). Durante el 2011 cerca del 69,0 % (1915 ha) de la superficie destinada a hortalizas se destinó a la producción de cebolla, el 23,3 % a hortalizas varias y el restante 7,7 % a zapallo (Villegas Nigra *et al*, 2014).

La cebolla es uno de los cultivos hortícolas con mayores posibilidades de expansión en el VIRN. Son varios los factores que influyen favorablemente en sus perspectivas de desarrollo; uno de ellos es la factibilidad de su comercialización en mercados como el de Brasil y la Comunidad Económica Europea (Tagliani *et al*, 2011). En estos últimos años se observó un aumento significativo de la superficie sembrada de cebolla (alrededor del 100%), motivado por la interesante rentabilidad del cultivo. Tellería A. (2013) señala que en el Valle ingresaron productores de la zona del VBRC, debido a las limitaciones existentes en la región de origen. Este evento tiene sin duda un impacto positivo desde el punto de vista económico, aunque no se conoce el impacto ambiental que puede ocasionar este crecimiento en la región.

Sistemas de riego en la producción de cebolla

El cultivo de cebolla presenta un alto requerimiento hídrico durante la mayor parte del ciclo vegetativo, observándose diferencias en el rendimiento final acorde con la eficiencia de uso del agua. El sistema de riego más utilizado en el país es el gravitacional por surcos. La problemática asociada a éste sistema es su baja eficiencia en el manejo del agua, debido a las altas pérdidas por evaporación y percolado en el

campo y al uso excesivo de la misma (Al-Jamal *et al*, 2001). Una proporción importante del agua utilizada para riego no es efectivamente aprovechada por los cultivos. Se estima que en promedio solamente el 45 % es usada, un 15 % se pierde en los sistemas de conducción principal, 15 % en los canales dentro de la parcela y 25 % por la ineficiencia en la aplicación del riego en la parcela (FAO, 1994). La mayor parte de estas pérdidas ocurren a nivel predial y se evidencian en la producción de los cultivos, debido a un suministro hídrico inadecuado que ocasiona estrés hídrico o anegamiento, disminución del crecimiento de los cultivos, la lixiviación de los nutrientes disponibles en el suelo para las plantas y en consecuencia, un incremento en los costos de producción. El abastecimiento de agua a un cultivo implica tener en cuenta una serie de factores entre los cuales los más importantes y a veces obviados, son el clima y el consumo hídrico según la especie y estado de desarrollo del cultivo. En el caso de la cebolla, el período crítico para el suministro de agua corresponde a la formación de bulbo, donde consume cerca del 47 % del total de agua (Cely Reyes, 2010)

La falta de planificación del uso del agua, pone en evidencia la necesidad de mejorar el sistema actual de aplicación a los cultivos (Solórzano y Grassi, 1988), o el cambio de este por métodos más eficientes en el uso de agua (Razuri *et al*, 2003).

Montico *et al* (2010) evaluaron la productividad del cultivo de cebolla utilizando riego por pulsos o caudal discontinuo, observando una mayor uniformidad y eficiencia que en el riego por surcos tradicional, lo que mejora significativamente el rendimiento y por ende la ganancia.

En su trabajo sobre frecuencia de riego, Ramírez (2006), observó que la aplicación diaria incrementa los rendimientos en el cultivo de cebolla, especialmente en suelos franco-arcillosos, respecto del riego cada 2 y 3 días. Mientras que en suelos arcillosos

regar cada 3-4 días no afecta el rendimiento neto, el riego diario incrementa la producción de bulbos de mayor tamaño (> 3,5 cm).

Sumado a la eficiencia de uso del agua también se estudia la incidencia de plagas y enfermedades debidas al aporte de agua durante el cultivo. Baffoni *et al* (2012) evaluaron la incidencia de podredumbre blanca en un cultivo de cebolla bajo dos sistemas de riego gravitacionales implementados en el VBRC sobre un suelo franco arenoso (surco vs. tablón), sin encontrar diferencias en la incidencia de la bacteriosis. Sin embargo, encontraron que, aún para un mismo rendimiento, el riego por tablón emplea una menor cantidad de agua.

Otra alternativa viable para el uso eficiente del agua lo constituye el riego por aspersión. Este sistema, evaluado y utilizado en el VBRC, permite ahorrar más del 50 % de agua respecto a un cultivo convencional regado por surco, mejorando las condiciones de humedad del suelo, al aumentar la frecuencia de riego. También permite la siembra en plano, por lo que la superficie anteriormente utilizada para conducir el agua, es ahora aprovechada por más líneas de siembra de cebolla, aumentándose la densidad de plantas en un 50 % respecto de un cultivo convencional, sin disminuir el distanciamiento entre plantas. Además el rinde del cultivo de cebolla bajo el sistema de riego por aspersión resulta un 96 % superior al de los productores locales del VBRC que realizan riego gravitacional (Pla, 1997).

Besano *et al* (2010), evaluaron distintas frecuencias de riego por aspersión en el cultivo de cebolla, comprobando que se utiliza menor cantidad de agua que con riego gravitacional hasta la etapa de bulbificación. El rendimiento potencial y uniformidad de bulbos es mayor con frecuencia diaria de riego. Sin embargo, observaron una mayor incidencia de enfermedades de hoja, asociadas a las condiciones de mayor humedad a la

altura del canopeo, y una alta dependencia y costo de energía ya que el sistema depende de una bomba eléctrica. Por otro lado, valoraron positivamente el uso de un lote que no estaba siendo utilizado por problemas de nivelación que incurría en altos costos para la institución (CORFO).

Otro sistema de riego que se utiliza para los cultivos bajo cubierta y que podría implementarse al cultivo de cebolla es el riego por goteo, que presenta una mayor eficiencia en el uso del agua, mayor productividad, mayor eficiencia en el uso de fertilizantes (pueden ser aplicados a través del agua de riego) y control de la planta, la economía de mano de obra, la reducción de los costos de energía y posibilidad de automatización (Vilas Boas *et al*, 2011).

Así por ejemplo, en respuesta a los bajos rendimientos y alta heterogeneidad en el tamaño de los bulbos de cebolla con riego gravitacional en Sonora (México), se propuso el cambio a riego por goteo, aumentando la densidad de trasplante. La adopción de esta tecnología de producción permite mejorar la rentabilidad del cultivo al obtener mayor volumen y calidad de bulbos: 100% de incremento en el rinde comercial, con un 40% de incremento en los costos. Además permite ahorrar aproximadamente un 40% de agua (Valenzuela Valenzuela, 2007).

En la estación experimental de Zacatecas (México) obtuvieron un incremento del 80% en el rinde de cebolla blanca aumentando la densidad de siembra de 2 a 6 hileras teniendo en cuenta el arreglo topológico de las plantas. Con este manejo se modifica el sistema de producción para tener un mejor aprovechamiento de agua, suelo y energía solar, lo que da como resultado un incremento en la producción y sin perjuicio en la calidad comercial de los bulbos (calibre) (Reveles Hernández, *et al* 2012).

Sanchez y Pezzola (2013), en su ensayo de riego por goteo en el cultivo de cebolla con

distintas densidades de siembra (6 y 12 hileras de plantas), observaron un ahorro significativo de agua de riego, sin desarrollo de enfermedades ni salinidad y con un importante incremento del rendimiento. También destacaron que este sistema permite ocupar el suelo en un porcentaje superior (50%) que el método de riego por surcos. Si bien el sistema de aplicación por goteo contempla una mayor inversión inicial, el mismo se puede llevar a cabo sin obras de infraestructura y ocupando la totalidad del suelo con el cultivo.

Calidad de bulbos de cebolla

La mayoría de los catálogos de semillas caracterizan los cultivares de cebolla a través de la descripción subjetiva de aspectos externos del bulbo como el color y la forma. Se refieren a características del ciclo vegetativo como los requerimientos de fotoperiodo para bulbificar, ciclo del cultivo, capacidad de almacenamiento, resistencia a enfermedades y algunas variables objetivas como peso y diámetro promedio del bulbo, número de catáfilas protectoras, longitud de la hoja y altura de planta, entre otras. Además, si su destino es la industria, se indica el porcentaje de materia seca. En ningún caso se describen los métodos con que se realizan las determinaciones y generalmente, las descripciones son en base a expresiones subjetivas, por ejemplo: muy productiva, muy firme, etc. Resulta necesario disponer de una metodología estandarizada para obtener información objetiva de calidad que sea de utilidad tanto para los productores como para los industriales y comerciantes (Paunero *et al.*, 2000).

En el VIRN, el cultivar más difundido es Valcatorce INTA, cuyas características identifican la calidad regional. Es una cebolla con un ciclo de días largos, catáfilas cobrizas, sabor picante y buena tolerancia a prolongados períodos de conservación

(Galmarini, 1997; García, 2003; Sidoti Hartmann y Martínez, 2004).

La composición química de las cebollas difiere entre las distintas variedades pero en general, se caracterizan por un gran contenido en agua, aproximadamente del 92 % como término medio. El contenido de materia seca, en los que destaca una proporción de carbohidratos de alrededor del 75 % en forma de azúcares simples (glucosa y fructosa), un 18 % en forma de sacarosa y un 7 % como fructanos de reserva. El sabor picante y olor particular de la cebolla se debe a compuestos azufrados (Brewster, 1994).

Entre las características más importantes para evaluar la calidad de la cebolla, se destaca el contenido de materia seca, los sólidos solubles y el ácido pirúvico. La materia seca es importante para la industrialización, especialmente del deshidratado, su contenido está influenciado por el cultivar y las técnicas empleadas en el cultivo (Feimberg, 1973, Carvalho *et al.*, 1987). Los sólidos solubles que le confieren valor culinario a los bulbos de cebolla están conformados por azúcares, aminoácidos, proteínas, vitaminas, ácidos orgánicos, etc. Esta composición, de por sí heterogénea, puede diferir entre cultivares con propiedades organolépticas distintas (Pozzo Ardizzi *et al.*, 2005). Los azúcares son fundamentales para la calidad y la palatabilidad, siendo responsable, en parte, del sabor (Carvalho *et al.*, 1987). El ácido pirúvico sirve como una medida del sabor y aroma de la cebolla (Anthon y Barrett, 2003), siendo su análisis una de las maneras más simples para determinar la intensidad de pungencia, valor relacionado con las citadas características organolépticas. Esto, a su vez, es un factor extremadamente importante en la elección de las materias primas, teniendo en cuenta que cuanto mayor sea su contenido, más pronunciado son el sabor y el aroma del producto que es deseado por los consumidores.

En la cebolla, el nivel de pungencia está determinado por la cantidad de compuestos

azufrados que le proporcionan su característico sabor picante y olor particular. Al dañarse el tejido fresco, la enzima allinasa, al entrar en contacto con el oxígeno, se activa y reacciona con estos compuestos liberando ácidos sulfónicos, amoníaco y piruvato (Brewster, 1994). El ácido pirúvico producido es utilizado como medida de la pungencia, y existen escalas de clasificación según su contenido (Schwirmmer y Weston, 1961).

Otras variables analizadas en hortalizas en general son: i) la acidez titulable empleada en la evaluación de la calidad pos-cosecha de hortalizas y relacionada con los niveles de ácidos orgánicos presentes en el extracto o la pulpa; ii) el pH es indicativo del sabor de un vegetal y tiene una relación inversa a la acidez. Sin embargo, la capacidad de amortiguación de algunos jugos permite que ocurran grandes variaciones en la acidez sin cambios apreciable en el pH (Chitarra y Chitarra, 2005; Resende *et al.*, 2010)

No se ha encontrado bibliografía referente a las diferencias en los parámetros citados anteriormente cuando un mismo cultivar se produce bajo diferentes sistemas de manejo, como lo es el suministro de agua.

Costos de producción

Costos implica el desembolso o gasto en dinero que se hace en la adquisición de los insumos empleados para producir bienes y/o servicios (Guerra y Aguilar, 1997). Se puede además establecer una tipificación sobre los mismos en costos variables y costos fijos. Respecto a los primeros, son los que resultan de añadir insumos que originan aumentos en la producción, son los gastos directamente relacionados con el nivel de producción, por ejemplo: materiales de producción, fertilizantes, energía, combustible (Guerra y Aguilar, 1997). En cuanto a los costos fijos, son parte del costo total, que a

diferencia del costo variable, no experimenta ningún incremento o decremento al aumentar o disminuir, en un cierto volumen, el número de unidades producidas.

Los componentes del costo, surgen de la valorización económica de los insumos, la que se expresa a través de los gastos (G), las amortizaciones (A) y los intereses (I). Se puede decir también que el costo es la suma de estos tres componentes.

$$\text{Costos} = G + A + I$$

Gasto es la parte del costo que corresponde a la adquisición de bienes y servicios que son íntegramente consumidos durante un ejercicio productivo.

Los bienes de capital que tienen una duración finita sufren una pérdida de valor que se supone a tasa constante y se conoce como depreciación. Esta depreciación debe ser compensada por una imputación en dinero que constituyen la amortización, definida como:

$$A = \frac{(\text{VN} - \text{VRP})}{\text{VU}}$$

Donde:

VN = Valor nuevo del bien

VRP = Valor residual pasivo

VU = Vida útil del bien considerado en años

Cuando el VRP = 0 como en caso de las mejoras entonces:

$$A = \text{VN}/\text{VU}$$

La amortización se puede calcular por desgaste o por obsolescencia dependiendo del bien. Debe destacarse la importancia de la amortización, ya que este monto es el que permite renovar el capital una vez que se agotó su vida útil.

El interés se calcula teniendo en cuenta el período y el riesgo que tiene el capital

inmovilizado, lo cual determina que se apliquen tasas diferentes. Es así que a la tierra y mejoras se le calcula un interés del 4 a 6 %, al capital de explotación fijo (maquinarias, animales de renta, reproductores, etc.), del 6 al 8 % y al circulante un 12 %, aproximadamente. Estos porcentajes son orientativos y surgen del uso tradicional alternativo que pueden tener estos factores de la producción como es arrendar la tierra, contratar maquinaria y colocar el dinero en el banco.

El costo de producción es una herramienta indispensable para la toma de decisiones y el establecimiento de controles. La determinación de los costos de producción tiene varias finalidades, como elemento auxiliar del agricultor en la elección del cultivo y la tecnología que será utilizada o bien para poder presupuestar y estimar las necesidades de capital, así como su posible retorno y utilidad.

El costo de producción es un costo total, por lo tanto, no sólo incluye los costos directos sino también los indirectos y se expresa por unidad de producto (\$/qq, \$/fardo, \$/ rollo, \$/cajón de frutas, etc.).

Entre los costos fijos para la producción de cebolla en el IDEVI se reconocen: el canon de riego, el valor de la tierra, costos de sistematización, obras de arte de riego, etc. y entre los costos variables podrían citarse: los agroquímicos, la semilla, la mano de obra, entre otros. Así dependiendo del sistema de riego, cada uno de los costos toma una preponderancia diferente, que es importante reconocer para poder evaluar la rentabilidad del cultivo.

METODOLOGÍA

Con el objeto de evaluar la calidad de bulbos de cebolla y de determinar el rendimiento bajo tres sistemas de manejo del riego, en un lote con suelo franco, trabajado tradicionalmente para el cultivo de cebolla de siembra directa, se marcaron 4 bloques de 14 por 4 metros, divididos en tres parcelas de 4 por 4 metros, a cada uno de los cuales se les asignó al azar, un sistema de riego.

Se realizó la siembra directa con carretilla a chorrillo a razón de 5 kg/ha del cultivar Valcatorce de INTA para el riego gravitacional por surco y 7 kg/ha para los riegos por aspersión y goteo. Con una fertilización de fondo de 100 kg/ha de fosfato de amonio y una segunda aplicación al voleo de 200 Kg/ha de urea cuando el cultivo se encontraba en la tercera hoja verdadera.

El control de malezas se realizó con herbicida *pendimetalin* (3 L/ha) como preemergente, *linuron* (2 L/ha) en los primeros estadios de desarrollo del cultivo y 2 carpidas manuales cuando las plantas de cebolla superaron las 4 hojas verdaderas.

Los tratamientos de riego consistieron en:

- Riego gravitacional por surco con bordos de 60 cm, sembrados en ambas caras a doble hilera (Fig. 1A).
- Riego por goteo con bordos de 80 cm a 6 hileras, con una cinta de riego cada dos hileras y goteros cada 20 cm (Fig. 1B).
- Riego por aspersión con bordos de 80 cm a 6 hileras, con aspersores de 4 metros de radio (Fig. 1C).



Figura 1. Cultivo de cebolla de siembra directa con sistema de riego por: A) gravitacional por surco, B) goteo y C) aspersión

Al momento de la cosecha se recogieron los bulbos de dos hileras por 30 cm en el centro de cada parcela y se determinó:

- Número de bulbos
- Peso fresco de los bulbos con balanza analítica de 0,1 g de precisión.
- Diámetro ecuatorial de los bulbos o calibre con una precisión de 1 mm.

Los bulbos se clasificaron de acuerdo al diámetro ecuatorial en 4 calibres como se indica en la Tabla 1 y los bulbos inferiores a 35 mm se descartaron.

Tabla 1. Calibres de acuerdo al diámetro ecuatorial del bulbo.

Calibre	Diámetro transversal (mm)
2	Mayor de 35 hasta 50
3	Mayor de 50 hasta 70
4	Mayor de 70 hasta 90
5	Mayor de 90

Con la información del número de plantas, peso fresco y calibre, se calculó el rendimiento neto y comercial (sólo descarte por calibre inferior a 2).

A cuatro bulbos comerciales (calibre igual ó mayor a 2) de cada muestra, se los procesó para obtener un extracto acuoso y se determinó en laboratorio:

- pH con pHmetro digital con electrodo de plata (precisión 0,01)
- sólidos solubles totales por refractometría colocando una gota del extracto en el refractómetro de mano ATC (precisión 0,5 °Brix)

- acidez por titulación (mEq ácido ascórbico/ g) titulando 5 mL del extracto acuoso contra NaOH 0,25 M utilizando fenolftaleína como indicador de punto final.
- pungencia por reacción colorimétrica, con 2,6 dinitrofenilalanina (μ moles de ácido pirúvico / g).
- materia seca (mg/kg). Se cortó un disco de 1 cm de espesor a la altura del diámetro ecuatorial y se colocó en estufa por 72 h a 60 °C. Por diferencia entre el peso inicial y final de cada disco se determinó el contenido de materia seca.

Los datos obtenidos se utilizaron para comparar los sistemas de riego mediante ANOVA y test de SNK ($p < 0,05$).

Para la evaluación de los costos se consultó a los expertos y productores de la zona durante el ciclo del cultivo (Tabla 2) respecto a los insumos, mano de obra y energía necesaria para producir cebolla en una superficie de 1 ha de una parcela con acceso al agua pero sin sistematizar.

Tabla 2. Expertos consultados.

Experto	Profesión	Contacto
RS	Productor	Entrevista personal
PT	Economista	Comunicación vía correo electrónico
CC	Investigadores	Bibliografía (Covarrubias y Campos, 1992)
GP	Agrotécnica	Entrevista personal

Los sistemas de riego (tratamientos) se compararon considerando el rendimiento comercial de cada uno y los costos de cada manejo.

CAPITULO I

Calidad de bulbos de cebolla de siembra directa bajo diferentes sistemas de riego

OBJETIVOS

- Evaluar la calidad de los bulbos de cebolla bajo diferentes sistemas de riego: gravitacional, aspersión y goteo.
- Determinar el rendimiento del cultivo de cebolla bajo los tres sistemas de riego.

RESULTADOS

Materia Seca

El contenido de materia seca fue una de las primeras características evaluadas en los bulbos cosechados de cada sistema de riego, éste valor obtenido luego de eliminar el agua de los órganos, está conformado por sustancias hidrosolubles y por sustancias constitutivas como fibras, polímeros complejos y restos de estructuras celulares en general. Los valores medios de contenido de materia seca para los tratamientos de riego por surco, goteo y aspersión fueron de $9,6 \pm 0,2$; $9,9 \pm 0,3$ y $11,9 \pm 1,1$ g MS /100g peso fresco respectivamente (Fig. 1). No se observaron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos de riego ensayados, arrojando una media general de $11,7 \pm 1,7$ g MS /100g. Estos resultados concuerdan con el hecho que el contenido de materia seca es característico del cultivar y no del manejo realizado. Es por ello que resultaron similares a los informados por Pozzo Ardizzi *et al.* (2005), en un ensayo de calidad de bulbos en

postcosecha, donde determinaron que la materia seca de Valcatorce INTA, cultivada bajo riego gravitacional, fue de 11 g MS /100g.

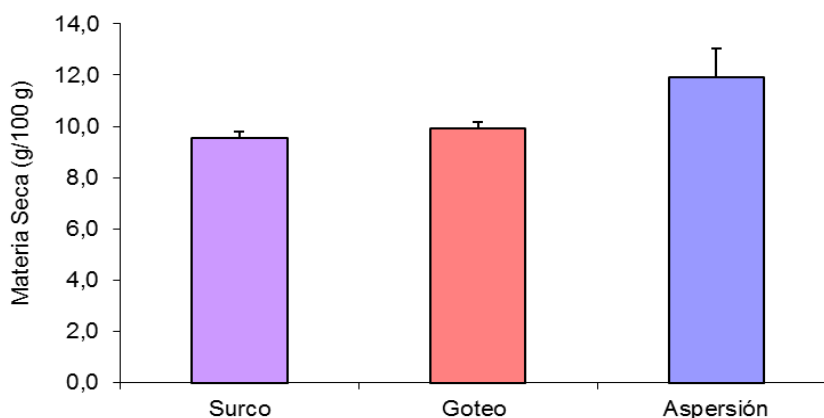


Figura 2. Materia seca de los bulbos de cebolla con distinto sistema de riego: Surco (violeta), goteo (rosa) y aspersión (azul). Cada barra corresponde al promedio de 4 bloques de 4 bulbos cada uno. Las líneas representan el error estándar

Contenido de sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles se determinó por refractometría sobre el extracto acuoso de 4 bulbos de cada bloque. Si bien este método suma a su lectura otros componentes celulares hidrosolubles como por ejemplo, aminoácidos, proteínas, vitaminas, ácidos orgánicos, etc. es una buena aproximación al contenido de azúcares solubles. Este parámetro, junto con la materia seca, es importante para conocer la aptitud para la conservación y el procesado industrial (Rutherford y Whittle, 1984; Kahane et al., 2000). En la figura 2 se observa que el contenido promedio de sólidos solubles para riego por surco fue de 7,59 °Brix, para riego por goteo 7,78 °Brix, y para riego por aspersión de 8,57 °Brix. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos de riego, con un contenido medio de azúcares de $8,00 \pm 0,30$ °Brix. Valores similares para el cultivar Valcatorce INTA fueron obtenidos en la zona por Pozzo Ardizzi *et al.* (2005), siendo otra característica que

depende de la variedad, y existe comprobada correlación entre esta y el contenido de materia seca (Brewster, 1994; Mc Callum et al., 2001).

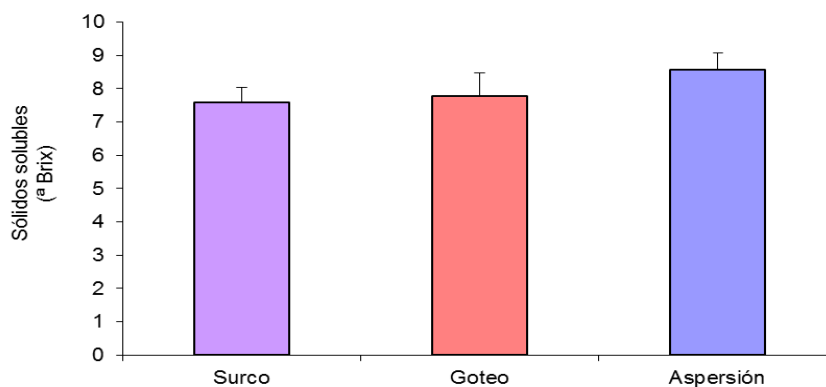


Figura 3. Sólidos solubles de bulbos de cebolla con distintos sistemas de riego: Surco (violeta), goteo (rosa) y aspersión (azul). Cada barra corresponde al promedio de 4 bloques de 4 bulbos cada uno. Las líneas representan el error estándar.

Pungencia

Según los catálogos el cultivar utilizado en el ensayo (Valcatorce INTA), clasifica como pungente moderado. Los valores obtenidos a partir del extracto de los bulbos de cebolla no presentaron diferencias entre tratamientos, arrojando un promedio de $8,169 \pm 0,447$ μ moles $\text{ác. pirúvico} / \text{g}$ peso fresco, calificando en este caso como alta pungencia. Si bien este parámetro está relacionado directamente con la tipificación varietal de las cebollas, es decir, con la capacidad que presenten las diferentes variedades para acumular compuestos sulfurados en sus células (Raigon, 2012), algunos estudios han comprobado que las condiciones ambientales en que se cultiva, principalmente los niveles de azufre del suelo, temperatura y disponibilidad de agua, pueden influir en los niveles de pungencia.

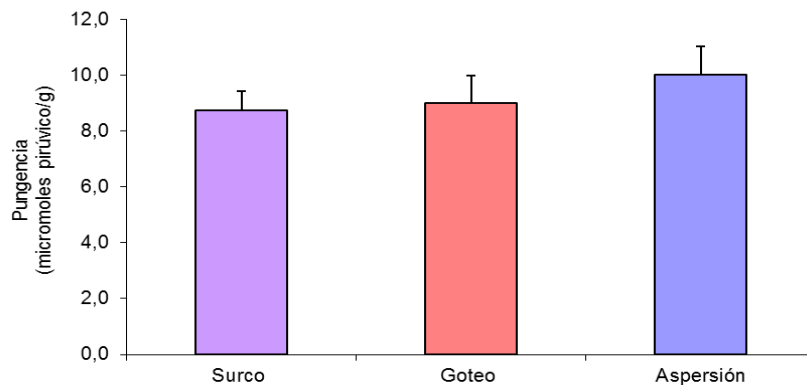


Figura 4. Contenido de ácido pirúvico en el extracto de los bulbos de cebolla con riego: Surco (violeta), goteo (rosa) y aspersión (azul). Cada barra corresponde al promedio de 4 bloques de 4 bulbos cada uno.

Acidez

La acidez se midió por titulación sobre el extracto de los bulbos, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos y dando un valor medio de $20 \pm 0,1$ mEq/L. Este parámetro está relacionado con los niveles de ácidos orgánicos presentes en el extracto o la pulpa que influyen en el sabor, color y estabilidad. Una acidez elevada se considera deseable para la industrialización de las cebollas.

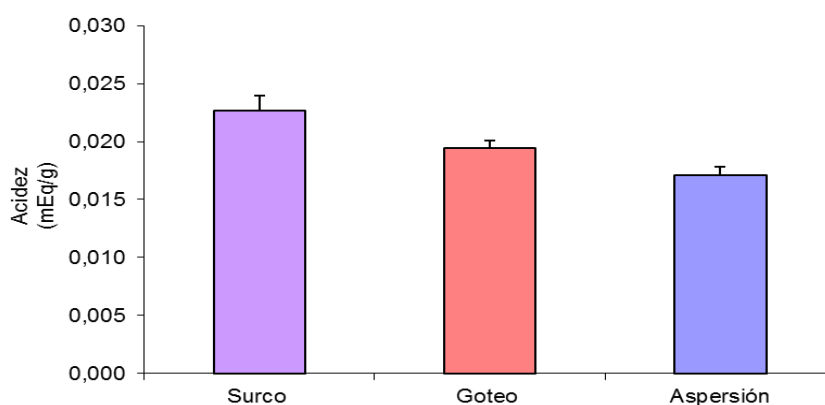


Figura 5. Acidez en el extracto de los bulbos de cebolla con distintos sistemas de riego: Surco (violeta), goteo (rosa) y aspersión (azul). Cada barra corresponde al promedio de 4 bloques de 4 bulbos cada uno.

pH

El nivel de pH, como se observa en la Figura 5, fue similar entre los tres tratamientos, presentando un valor medio de $5,15 \pm 0,11$, dato que concuerda con los establecidos en tablas de valoración de calidad postcosecha. Este parámetro es de importancia en la estabilidad de los bulbos, valores de pH bajos contribuyen a aumentar la capacidad de almacenamiento.

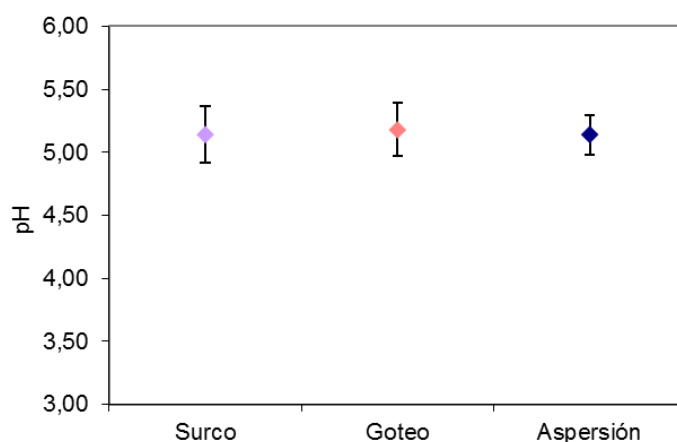


Figura 6. pH en extractos de bulbos de cebolla con distintos sistemas de riego Surco (violeta), goteo (rosa) y aspersión (azul). Cada barra corresponde al promedio de 4 bloques de 4 bulbos cada uno.

Rendimiento total y comercial

El rendimiento neto del cultivo con riego por goteo o aspersión resultó un 64,1 % superior al rendimiento del cultivo con riego por surco, de acuerdo con lo esperado por la mayor densidad de siembra (Tabla 3). En los bordos de 80 cm con riego por goteo y aspersión se sembraron 6 hileras ($750 \text{ hileras ha}^{-1}$) mientras que en los bordos de 60 cm con riego por surco se sembraron 4 hileras ($667 \text{ hileras ha}^{-1}$). El rendimiento comercial luego del descarte por calibre inferior a 35 mm del cultivo con riego por goteo resultó un 79,0 % superior al del cultivo con riego por surco, mientras que el rendimiento

comercial del cultivo con riego por aspersión alcanzó un valor intermedio (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento del cultivo de cebolla.

Tratamiento	Rendimiento Neto (Ton/ha)	Rendimiento Comercial (Ton/ha)
Surco	35,2 ± 4,4 a	33,3 ± 3,8 a
Goteo	63,5 ± 5,5 b	59,6 ± 8,5 b
Aspersión	52,2 ± 5,5 b	50,8 ± 5,8 ab

* Los valores corresponden al promedio de 4 muestras y su error estándar. Las letras indican evaluación según test LSD ($p < 0,05$)

La Tabla 4 muestra los porcentajes de bulbos por calibre obtenidos en cada tratamiento. El cultivo con riego gravitacional por surco presentó el mayor porcentaje de bulbos de descarte (diámetro < 35 mm), el doble que los otros tratamientos. El cultivo con riego por goteo presentó la mayor proporción de bulbos calibre 4, coincidente con el rendimiento alcanzado. El cultivo con riego por aspersión presenta una mayor homogeneidad en los tamaños de bulbos, predominando el calibre 3. En ninguno de los tratamientos se desarrollaron bulbos de calibre 5.

Tabla 4. Clasificación de los bulbos de cebolla por calibre.

Tratamiento	Calibre			
	Descarte	2	3	4
Surco	9,1	36,4	36,3	18,2
Goteo	4,2	29,2	37,5	29,1
Aspersión	4,5	36,4	45,5	13,6

CONCLUSIONES

No se observaron diferencias en la calidad de los bulbos de cebolla cultivada bajo los diferentes sistemas de riego propuestos, debido a que las variables evaluadas dependen principalmente de la variedad.

Los mayores rendimientos se observaron en los cultivos en camellón y el mayor rendimiento comercial se alcanzó en el cultivo con riego por goteo ($59,6 \pm 8,5 \text{ Ton ha}^{-1}$).

CAPITULO II

Costos en la producción de cebolla de siembra directa bajo diferentes sistemas de riego

OBJETIVOS

- Determinar los costos de producción del cultivo de cebolla bajo los tres sistemas de riego.
- Identificar las ventajas de la implementación de cada uno de los tres sistemas de riego en una parcela con acceso al agua pero sin sistematizar.

RESULTADOS

Costos de producción de cebolla con riego gravitacional por surco

En el presente trabajo los costos se calcularon bajo el supuesto que el cultivo se realizó en un establecimiento propio de una hectárea, con acceso al agua pero sin sistematización. El diseño del ensayo se hizo en base a la forma de trabajo tradicional en la zona, en surcos de 60 cm con siembra directa a cuatro hileras (Fig. 7). Se asume que la maquinaria es contratada y la cosecha es manual. El costo de producción no considera el valor de inversión inicial, sino las amortizaciones de los equipos durables adquiridos, más los gastos directos derivados de la actividad.

En la Tabla 5 se detalla la cantidad de labores mecánicas y manuales requeridas desde la preparación del suelo y siembra, hasta la cosecha. En cuanto a los insumos se

consideraron: la semilla, los agroquímicos (fertilizantes, herbicidas y fungicidas según recomendaciones locales), el canon de riego y nylon para la pila. Por su parte la mano de obra se estimó en un jornal para carpida manual y 14 jornales para riego. En las labores de cosecha solo se tuvo en cuenta el arrancado, apilado y tapado. Todo el equipamiento con una vida útil superior al año se agrupó bajo el ítem de amortizaciones.

Los resultados muestran que los ítems de mayor incidencia en el costo total de producción son en las labores con maquinaria: las aplicaciones con pulverizadora, en los insumos: las semillas y fertilizantes, en mano de obra: el desmalezado manual y las labores de arrancado y apilado en cosecha y en las amortizaciones la manga de riego con sus compuertas.

Aunque en el análisis comparativo de los costos realizado en este trabajo no se tiene en cuenta, cabe destacar que el valor inicial de los equipos que se incluyeron como amortizaciones para el sistema de riego gravitacional sería de \$ 10230.

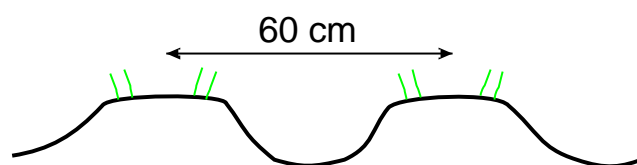


Figura 7. Esquema del camellón en el cultivo de cebolla con sistema de riego gravitacional por surco.

Tabla 5. Evaluación de costos sistema de riego gravitacional por surco

Detalle	Unidad	Cantidad/ha	Cantidad/ Ciclo	Precio/ Unidad	Total
LABORES CON MAQUINARIA					
Rastra pesada	labor	2	1	1050	2100
Rastra liviana	labor	1	1	660	660
Cinzel	labor	2	1	660	1320
Surqueado	labor	1	1	450	450
Siembra	labor	1	1	450	450
Aporque y fertilización	labor	4	1	400	1600
Pulverización	labor	8	1	550	4400
Barra	labor	1	1	500	500
SUBTOTAL					11480
INSUMOS					
Semilla	kg	5	1	500	2500
18-46-0	Bolsas 50	2	1	590	1180
Clorpirifos	kg	7	1	130	910
Cipermetrina	L	0,5	1	200	100
Pendimentalin	L	4	1	204	816
Oxifluorfen	L	1	2	470	940
Aclonifen	L	1	2	556	1112
Ioxinil	L	1	1	736	736
Fluroxipir	L	1	1	810	810
Coadyuvante no iónico	L	1	1	926	926
Armetim	kg	0,75	1	445	333,75
Cletodim	L	1	2	340	680
Urea	Bolsas 50	10	1	515	5150
Nitrato de potasio	kg	6	1	43	258
Aceite mineral	L	2	1	60	120
Dimetoato	L	1	1	168	168
Mancozeb	L	2	1	384	768
Canón de riego	ha	1	1	470	470
Nylon	m	350	1	1,6	560
SUBTOTAL					18537,75
LABORES MANUALES					
Instalación de manga de riego	jornal	1	1	242	242
Riegos	jornal	1	14	242	3388
Desmalezado	surco	166	1	40	6640
Arrancado y apilado	surco	166	1	70	11620
SUBTOTAL					21890
AMORTIZACIONES					
		Cantidad	Vida útil	Valor Nuevo	
Nivelación con láser	labor	1	5	1050	210
Mangueras negra 1,5"	m	100	5	24	480
Manga de riego	m	100	5	18	360
Compuertas	unidad	166	5	30	996
SUBTOTAL					2046
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN					53953,75

Costos de producción de cebolla con riego por goteo

De modo similar a la evaluación de costos de producción con riego gravitacional por surco, se partió del supuesto que el cultivo se realizó en un establecimiento propio de una hectárea, con acceso al agua pero sin sistematización. Se asume que la maquinaria es contratada y la cosecha manual. El costo de producción no considera el valor de inversión inicial, sino las amortizaciones de los equipos durables adquiridos, mas los gastos directos derivados de la actividad.

El diseño del ensayo se hizo en platabandas de 80 cm con siembra directa a seis hileras, y se colocaron tres cintas de goteo con goteros cada 20 cm en cada una (Fig. 8). El equipo de bombeo consistió en una electrobomba centrífuga de 2hp de toma directa desde la acequia, y el sistema de distribución de agua en el lote contó con una tubería principal y 4 laterales de riego con mangueras de 1,5” y seis válvulas de retención con la finalidad de regar un cuarto de hectárea en 1,5 hora (Fig. 9).

En la Tabla 6 se detallan los costos de este sistema productivo, que a diferencia del riego gravitacional implicó un menor número de aplicaciones de herbicidas e insecticidas, se incluyó un jornal para la instalación del equipo de bombeo y mangueras, y los jornales de riego se valoraron por las horas de funcionamiento de la bomba de agua. Con respecto al costo de la energía eléctrica, se consideró el costo fijo del servicio y un costo variable dependiente del consumo de energía de la bomba. Se realizaron un total de 20 riegos durante el ciclo del cultivo, de seis horas cada uno, divididas en cuatro tandas o sectores. En cuanto a los equipos amortizados se planteó la posibilidad de usar dos años las cintas de goteo y en el ítem conectores y adaptadores se incluyen: filtro de anillas, inyector venturi, conector inicial, adaptador intermedio polietileno – cintas, accesorios de conexión como codos, T y picos de reducción y válvulas de retención.

En el sistema de riego por goteo se debe contar con un monto inicial de \$ 81200, donde el 72% de esta inversión corresponde a las cintas de goteo.

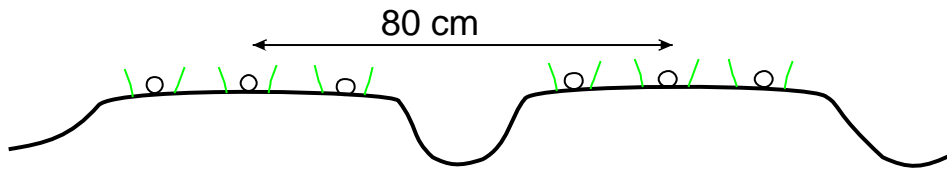


Figura 8. Esquema del camellón en el cultivo de cebolla con sistema de riego por goteo.

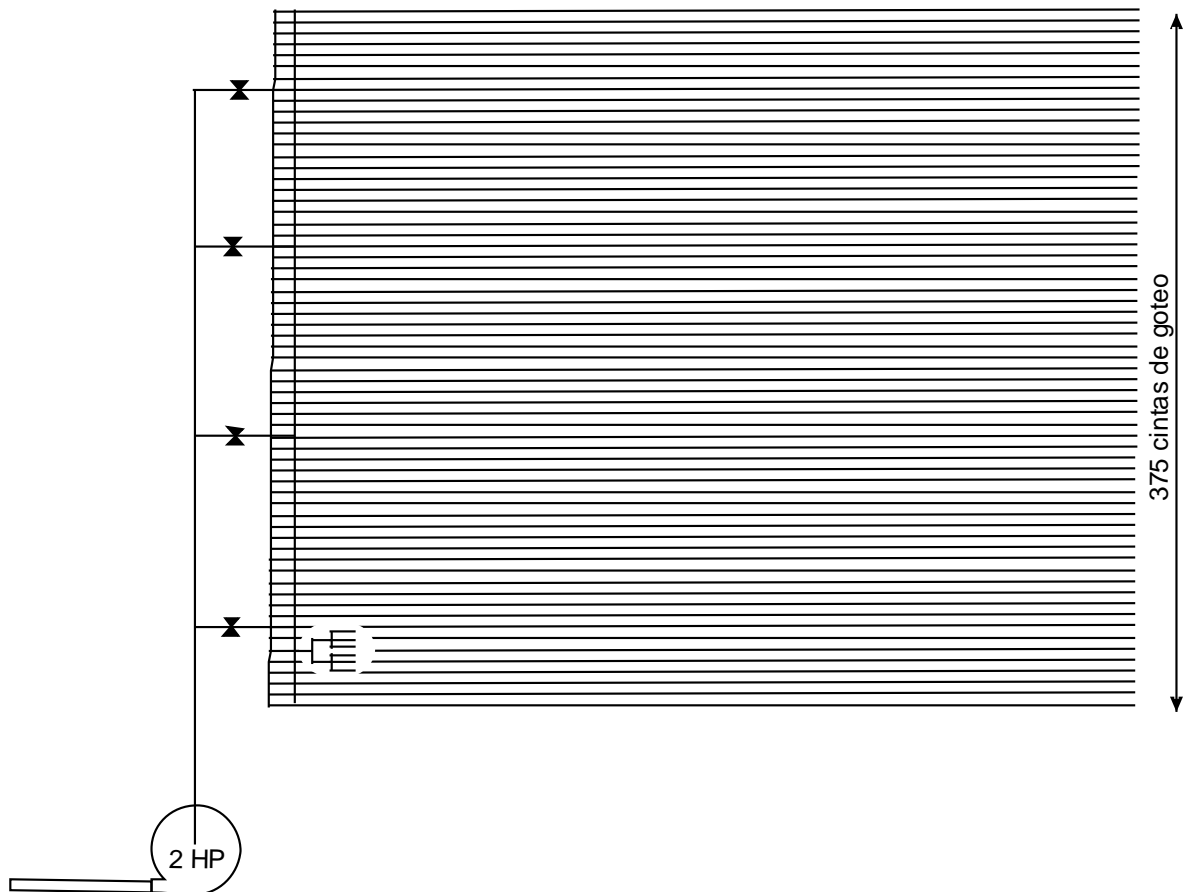


Figura 9. Esquema de distribución de cintas de goteo en un lote de 1 ha de cultivo de cebolla.

Tabla 6. Evaluación de costos sistema de riego por goteo

Detalle	Unidad	Cantidad/ha	Cantidad/ Ciclo	Precio/Unidad	Total
LABORES CON MAQUINARIA					
Rastra pesada	labor	2	1	1050	2100
Rastra liviana	labor	1	1	660	660
Cincel	labor	2	1	660	1320
Surqueado	labor	1	1	350	350
Siembra	labor	1	1	450	450
Aporque y fertilización	labor	4	1	400	1600
Pulverización	labor	6	1	550	3300
Barra	labor	1	1	500	500
SUBTOTAL					10280
INSUMOS					
Semilla	kg	7	1	500	3500
18-46-0	Bolsas 50	2	1	590	1180
Clorpirifos	kg	7	1	130	910
Cipermetrina	L	0,5	1	200	100
Pendimetalin	L	4	1	204	816
Oxifluorfen	L	1	1	470	470
Aclonifen	L	1	1	556	556
Ioxinil	L	1	1	736	736
Fluroxipir	L	1	1	810	810
Coadyuvante no iónico	L	1	1	926	926
Armetim	kg	0,75	1	445	333,75
Cletodim	L	1	1	340	340
Urea	Bolsas 50	10	1	515	5150
Nitrato de potasio	kg	6	1	43	258
Aceite mineral	L	2	1	60	120
Dimetoato	L	1	1	168	168
Mancozeb	L	2	1	384	768
Canón de riego	año	1	1	470	470
Nylon	m	400	1	1,6	640
Energía	bimestral	1	3,5	312	1092
Energía	kw/h	8,96	20	1,488	266,65
SUBTOTAL					19610,40
LABORES MANUALES					
Instalación de mangueras	jornal	1	1	242	242
Riegos	jornal	1	20	120	2400
Desmalezado	surco	125	1	40	5000
Arrancado y apilado	surco	125	1	70	8750
SUBTOTAL					16392
AMORTIZACIONES					
		Cantidad	Vida útil	Valor nuevo	
Electrobomba centrífuga 2 Hp	unidad	1	10	10973	1097,3
Mangueras negra 1,5"	m	200	5	24	960
Conectores y adaptadores	unidad	1	5	6930	1386
Cinta de goteo c/20 cm	m	37500	2	1,56	29250
SUBTOTAL					32693,3
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN					78975,70

Costos de producción de cebolla con riego por aspersión

En la evaluación de costos de producción con riego por aspersión también se partió del supuesto que el cultivo se realizó en un establecimiento propio de una hectárea, con acceso al agua pero sin sistematización. Se asume que la maquinaria es contratada y la cosecha manual. El costo de producción no considera el valor de inversión inicial, sino las amortizaciones de los equipos durables adquiridos más los gastos directos derivados de la actividad.

El diseño del ensayo se hizo en platabandas de 80 cm con siembra directa a seis hileras, y aspersores de 12 m de radio de riego (Fig. 10). El equipo de bombeo consistió en una bomba centrífuga de 5hp de toma directa, con un sistema de distribución principal y 4 laterales de riego con mangueras de 1,5” y un total de 20 aspersores de giro (Fig. 11).

En la Tabla 7 se detallan los costos de este sistema productivo, que al igual que en el sistema de riego por goteo incluye un jornal para la instalación del equipo de bombeo y las mangueras, y los jornales de riego son valorados por las horas de funcionamiento de la bomba de agua. Se consideró un costo fijo para el consumo eléctrico y el variable acorde a la potencia de la bomba.

En cuanto a los insumos: el manejo de agroquímicos se planteó con las mismas dosis que el riego gravitacional pero en siete pulverizaciones en lugar de ocho.

El costo de inversión inicial para este sistema de riego sería de \$ 40450, donde el 50% del mismo corresponde a la bomba que posee una vida útil de diez años.

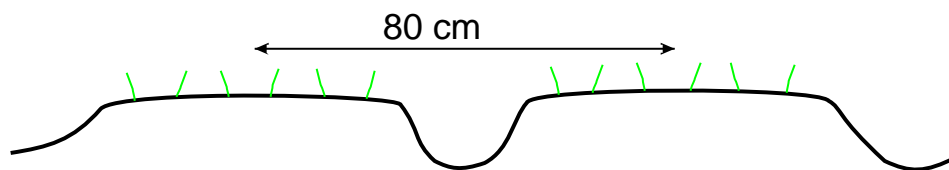


Figura 10. Esquema del camellón en el cultivo de cebolla con sistema de riego por aspersión.

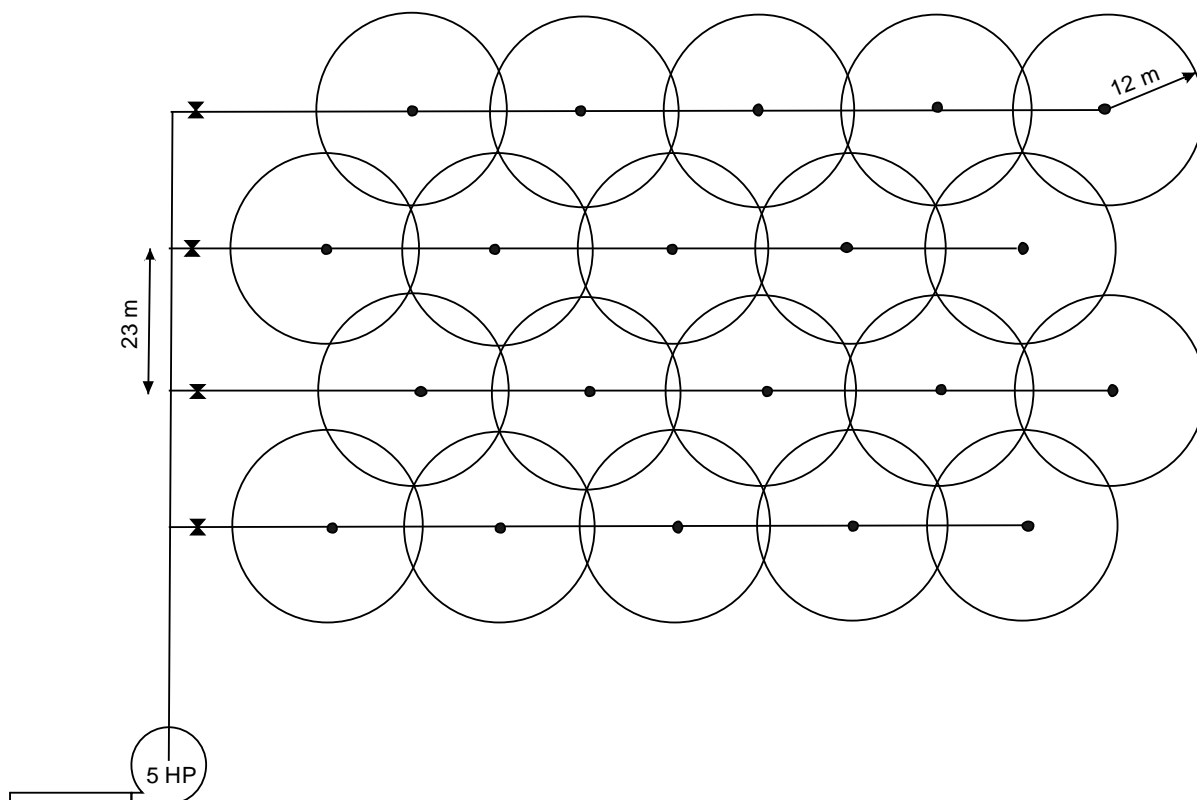


Figura 11. Esquema de distribución de aspersores de riego en un lote de 1 ha de cultivo de cebolla.

Tabla 7. Evaluación de costos sistema de riego por aspersión

Detalle	Unidad	Cantidad/ha	Cantidad/ Ciclo	Precio/ Unidad	Total
LABORES CON MAQUINARIA					
Rastra pesada	labor	2	1	1050	2100
Rastra liviana	labor	1	1	660	660
Cinzel	labor	2	1	660	1320
Surqueado	labor	1	1	350	350
Siembra	labor	1	1	450	450
Aporque y fertilización	labor	4	1	400	1600
Pulverización	labor	7	1	550	3850
Barra	labor	1	1	500	500
SUBTOTAL					10830
INSUMOS					
Semilla	kg	7	1	500	3500
18-46-0	Bolsas 50	2	1	590	1180
Clorpirifos	kg	7	1	130	910
Cipermetrina	L	0,5	1	200	100
Pendimentalin	L	4	1	204	816
Oxifluorfen	L	1	2	470	940
Aclonifen	L	1	2	556	1112
Ioxinil	L	1	1	736	736
Fluroxipir	L	1	1	810	810
Coadyuvante no iónico	L	1	1	926	926
Armetim	kg	0,75	1	445	333,75
Cletodim	L	1	2	340	680
Urea	Bolsas 50	10	1	515	5150
Nitrato de potasio	kg	6	1	43	258
Aceite mineral	L	2	1	60	120
Dimetoato	L	1	1	168	168
Mancozeb	L	2	1	384	768
Canón de riego	ha	1	1	470	470
Nylon	m	400	1	1,6	640
Energía	bimestral	1	3,5	312	1092
Energía	kw/h	22,4	18	1,488	599,96
SUBTOTAL					21309,71
LABORES MANUALES					
Instalación de mangueras	jornal	1	1	242	242
Riegos	jornal	1	18	120	2160
Desmalezado	surco	125	1	40	5000
Arrancado y apilado	surco	125	1	70	8750
SUBTOTAL					16152
AMORTIZACIONES					
		Cantidad	Vida útil	Valor nuevo	
Electrobomba centrífuga 5 Hp		1	10	20450	2045
Mangueras negra 1,5"	m	600	5	24	2880
Conectores y adaptadores	unidad	1	5	3500	700
Aspersores 6m	unidad	20	5	105	420
SUBTOTAL					6045
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN					54336,71

Análisis comparativo de los costos de producción e ingresos entre los sistemas de riego

Para el precio de la cebolla se propusieron dos opciones:

- el promedio del precio mayorista de la cebolla mediana proveniente de Mendoza y San Juan: 8 \$ / kg, consultado en la página del Mercado Central de Buenos Aires (noviembre 2017) dado que en esta época del año no hay ingresos desde la provincia de Río Negro,
- el precio de venta de la cebolla Valcatorce proveniente de Río Negro (abril 2017), consultado en la página del Mercado Central de Buenos Aires (4 \$/ kg)

Los ingresos totales (Tabla 8) para cada sistema de riego se calcularon como el producto de cada uno de los precios y el rendimiento comercial de la Tabla 3.

Tabla 8. Costos e ingresos del cultivo de cebolla bajo diferentes sistemas de riego

Sistema de riego	Rendimiento del cultivo (kg / ha)	Costo de producción (\$ / ha)	Precio de cebolla: 8 \$/kg		Precio de cebolla: 4 \$/kg	
			Ingreso total (\$ / ha)	Ingreso neto (\$ / ha)	Ingreso total (\$ / ha)	Ingreso neto (\$ / ha)
Gravitacional por surco	33300	53953,75	266400	212446	133200	79246
Goteo	59600	78975,70	476800	397824	238400	159424
Aspersión	50800	54336,71	406400	352063	203200	148863

Los costos de producción con riego por goteo resultaron un 45,8% superiores al promedio de los otros dos sistemas que fueron similares. Sin embargo, todos los sistemas de riego analizados cubren los costos de producción calculados, aun con el precio más bajo de la cebolla.

Los mayores ingresos totales evidenciados en los cultivos con riego por goteo y aspersión se deben a la mayor densidad de siembra bajo estos sistemas.

El cultivo de cebolla regado por goteo resultó ser el de mayores ingresos de los tres sistemas independientemente del precio de la cebolla. La inversión inicial bajo este sistema de riego de los equipos que en este trabajo se consideraron como amortizaciones (\$81200) podría ser cubierta en el primer año de producción, aun con el precio mas bajo de la cebolla, con ingresos similares al cultivo con riego gravitacional.

El cultivo con riego por aspersión presentó ingresos netos similares a los obtenidos con el sistema de riego por goteo, mientras que con riego gravitacional se alcanza la mitad de esos ingresos.

Análisis FODA de cada sistema de riego

Sistema de riego gravitacional por surco

<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del sistema • Datos y experiencia locales 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de incorporar técnicas de mejoramiento de eficiencia de riego por pulso. • Factibilidad del aumento de rendimiento del cultivo con la incorporación de nuevas tecnologías de riego.
<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor eficiencia en el uso del agua • Mayor costo de mano de obra para riego • Mayor descarte por calibre 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad de los precios de mercado • Condiciones climáticas adversas • Plagas y enfermedades

Sistema de riego por goteo

<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los suelos no requieren nivelación • Menor incidencia de malezas • Mayor rendimiento total • Mayor proporción de calibres comerciales • Uso mas eficiente de agua • No requiere de la construcción de acequias y canales 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de lotes en desuso • Mayor densidad de siembra • Manejo sustentable del recurso hídrico
<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta inversión inicial • Dependencia y aumento de costo por la energía eléctrica • Asistencia técnica calificada • Desconocimiento de la incidencia de plagas 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad de los precios de mercado • Condiciones climáticas adversas • Aumento de los precios de insumos

Sistema de riego por aspersión

FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none">• Los suelos no requieren nivelación• Mayor rendimiento total• Mayor proporción de calibres comerciales• No requiere de la construcción de acequias y canales	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none">• Ocupar lotes en desuso• Mayor densidad de siembra
DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none">• Alta inversión inicial• Dependencia y aumento de costos por la energía eléctrica• Asistencia técnica• Mayor incidencia de bacteriosis	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none">• Inestabilidad de los precios de mercado• Condiciones climáticas adversas• Plagas y enfermedades• Aumento del precio de insumos

CONCLUSIONES

El costo de producción de una hectárea de cebolla con riego gravitacional resultó de \$53953,75, con riego por goteo de \$78975,70 y con riego por aspersión de \$54336,71.

El costo de producción resultó mayor en el sistema de riego por goteo, considerando el valor a nuevo del equipo básico, la inversión inicial necesaria sería de \$81200 elevando los costos de producción en el primer año a \$127485,40.

Dado que tanto el sistema de riego por goteo como el de aspersión permiten una mayor densidad de siembra y los rendimientos son mayores, aun con el monto elevado de inversión inicial en equipos y suponiendo precios variables de la cebolla (mínimos y máximos), los ingresos netos en ambos sistemas presurizados supera a los ingresos netos del sistema tradicional de cultivo de cebolla con riego gravitacional.

Los sistemas de riego presurizados presentan como oportunidad el aumento de la

densidad de siembra que conduce a un mayor rendimiento neto del cultivo, mejorando la calidad comercial de los bulbos. Sin embargo, no se cuenta con conocimiento regional sobre el manejo de plagas y enfermedades, especialmente para el sistema de riego por aspersión donde hay reportes de mayores incidencias de bacteriosis.

CONCLUSIÓN FINAL

El cultivo de cebolla de siembra directa con riego por goteo produjo bulbos de calidad similar a los bulbos obtenidos con sistema de riego gravitacional y aspersión, con mayores rendimientos que el cultivo con riego gravitacional.

Los ingresos totales del cultivo con riego por goteo resultaron superiores a los otros dos sistemas evaluados, con perspectiva positiva para la incorporación de suelos no sistematizados a la producción de cebolla.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Jamal, M.; Ball, S. y Sammis, T.W. 2001. Comparison of sprinkler, trickle and furrow irrigation efficiencies for onion production. *Agricultural Water Management* 46: 253-266.
- Anthon, G.E. y Barrett, D.M. 2003. Modified for the determination of pyruvic acid with DNPH in the assessment of onion pungency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83:1210-1213.
- Avilés, L.; Cañón, S.; Gajardo, O.; Navarro, L.; Mamani, A. y Dall'Armellina, A. 2016. Caracterización de suelos para el manejo de herbicidas preemergentes en cultivos de cebolla. V Jornadas de investigación y extensión del CURZA. Viedma, Argentina.
- Baffoni, P.; Varela, P. y Zelaya, C. 2012. Estudio preliminar de dos sistemas de riego por gravedad y su efecto sobre el rendimiento y la incidencia de podredumbre blanda en cebolla. EEA INTA Hilario Ascasubi.
- Besano, A.; Ancía, V.; Cantamutto, M. y Hensel, C. 2010. Riego por aspersion: evaluación de distintas frecuencias de riego. Ed. CORFO, Río Colorado, Argentina.
- Brewster, J.L. 1994. Onions and other vegetable alliums. CAB International. UK. pp. 236.
- Cañón, S.; Avilés, L.; Gajardo, O.; Navarro, L. y Dall'Armellina, A. 2015. Control químico de malezas e impacto sobre la diversidad de especies en el cultivo de cebolla con riego por surco o aspersion. Actas 38° Congreso Argentino de Horticultura. Bahía Blanca, Buenos Aires.

- Carvalho, V.D.; Chalfoun, S.M.; Juste Júnior, E.S.G. y Leite, I.P. 1987. Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas cultivares de alho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 7:733-740.
- Cely Reyes, G.E. 2010. Determinación de parámetros de riego para el cultivo de cebolla de bulbo en el distrito de riego de Alto Chicamoca, Bogotá, Colombia, pp 3-4.
- Chitarra, M.I.F. y Chitarra, A.B. 2005. Pós-colheita e frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. UFLA: ESAL/FAEPE, 785p.
- Covarrubias, C. y Campos, A. 1992. Análisis económico del cultivo de cebolla. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR15345.pdf>, búsqueda del 20 de septiembre 2017
- FAO, 1994. Water for life, world food day. Roma.
- Feimberg, B. 1973. Vegetables. In: Arsdel, W.B.V.; Copley, M.J.; Morgan Júnior, A.I. (Eds.). *Food Dehydratation*. New York: AVI, 2:43-55.
- Galmarini, C. y Fuligna, H. 2008. “Alfredo INTA” un nuevo cultivar de cebolla para deshidratado. Libro de Actas del XXXI Congreso Argentino de Horticultura, Mar del Plata, pp.333
- García, C. D. 2003. Evaluación comercial de variedades e híbridos de cebollas de días largos. Congreso Argentino de Horticultura. Entre Ríos. Argentina.
- Guerra, GE. y Aguilar, AV. 1997. Economía del agronegocio. Dirección de Empresas agropecuarias. Biblioteca Básica. Ed. Limusa. Noriega Editores. México.
- IDEVI. 2011. Informe y análisis sobre declaraciones de cultivo 1998/2011. Departamento de desarrollo económico - IDEVI. 10 pp.
- Mamani, A.; Villegas Nigra, M.; Bezic, C.; Gajardo, O.; Añazgo, M.; Cañón, S. y Avilés, L. 2014. Evaluación de la sustentabilidad de pequeños, medianos y grandes productores cebolleros del Valle Inferior río Negro. En *Territorios*

- sustentables en el norte de la Patagonia. (Eds. Mario Villegas Nigra) Educo. p117 - 134. ISBN 978-987-604-410-3
- Mercado Central de Buenos Aires. 2017. Precios Mayoristas de Hortalizas. <http://www.mercadocentral.gob.ar/servicios/precios-y-vol%C3%BAmenes/precios-mayoristas>, búsqueda del 20 de noviembre de 2017.
- Montico, M.L.; Ancía, V.; Burgardt, J. 2010. Evaluación y manejo de caudales de riego en cebolla. Ed. CORFO, Río Colorado, Argentina.
- Paunero, I.; Polenta, G.; Lucangeli, C.; Murray R.; Llaudat, C.; Sánchez, M. y Budde, C. 2000. Determinación objetiva de la calidad de bulbos de cultivares argentinas de cebolla. INTA, EEA San Pedro.
- Pla, M. 1997. Efecto del riego por aspersión y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de cebolla de siembra en plano. Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado.
- Pla, M. y Martínez, R.S. 2007. Estudio del riego en cebolla para tres caudales diferentes de aplicación. Ed. CORFO, Río Colorado, Argentina.
- Pozzo Ardizzi, M.; Abrameto, M.; Pellejeros, G.; Aschkar, G.; Gil, M. y van Konijnenburg, A. 2005. Efecto del periodo de conservación sobre algunas propiedades nutraséuticas y organolépticas en los bulbos de cultivares nacionales de cebolla (*Allium cepa* L.) en el Valle Inferior de Río Negro. RIA, 34(3):115-130.
- Raigón, M.D. y Navarro Calveras, L. 2012. Estimación de modelos para evaluar la pungencia en cebolla. Agrícola Vergel, pp.1-6.
- Ramírez, D. 2006. El manejo del riego en el cultivo de cebolla. Programa de Hortalizas. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Honduras. Hoja Técnica N° 9.

- Rázuri, L.; Romero, E.; Galindo, A. y Rosales, J. 2003. Evaluación del funcionamiento de un sistema de riego localizado bajo la modalidad de cinta de goteo. Centro interamericano de desarrollo integral de aguas y tierras, CIDIAT. Mérida. 290 p.
- Resende, J.; Marchese, A.; Pinheiro Camargo, L.; Cocj Marondin, J.; Kopanski Camargo, C. y Ferreira Morales, R. 2010. Produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebolla em sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Bragantia*, 69(2):305-311. ISSN 0006-8705.
- Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle R.; Trejo-Calzada R. y Ruiz-Torres J. 2012. Rendimiento de cebolla en camas de siembra con 6 hileras de plantas en Zacatecas. Memoria VIII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. México. pp 271- 275.
- Rutherford, P.P. y Whittle, R. 1984. Methods of predicting the long-term storage of onions. *Journal of Horticultural Science*, 59:537-543.
- Sanchez, R.M. y Pezzola, N.A. 2013. Riego por goteo en el cultivo de cebolla. E.E.A. INTA Hilario Ascasubi. Boletín Técnico N° 7.
- Schwimmer, S. y Weston, W.J. 1961. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. *J. Agr. Food Chem.* 9:301-304.
- Sidoti Hartman, B. y Martinez, R.M. 2004. Comportamiento de materiales de cebolla de día largo en el Valle Inferior del Río Negro. XXVII Congreso Argentino de Horticultura, San Luís, Argentina. *Horticultura Argentina* 23 (54)
- Solórzano, G. y Grassi, C. 1988. Evaluación del riego por surcos en San Juan de Lagunillas, estado Mérida. *Agronomía Tropical* 38(1-3): 47-72.
- Tagliani, P.; Miñón, D.; Di Nardo, Y.; La Rosa, F.; Lascano, O.; Tellería, A. y Villegas Nigra, M. 2011. Valor agregado de la actividad económica primaria del Valle

Inferior del río Negro. [http://prensa.uncoma.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1213:presentacion-de-un-estudio-sobre-el-valle-inferior-del-rio-negro-realizado-por-docentes-del-curza&catid=28:especiales &Itemid=49](http://prensa.uncoma.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1213:presentacion-de-un-estudio-sobre-el-valle-inferior-del-rio-negro-realizado-por-docentes-del-curza&catid=28:especiales&Itemid=49), búsqueda del 9 de septiembre de 2013.

Telleria, A. 2013. Ya hay 2 mil hectáreas de cebolla en el Valle Inferior y esto “va a seguir aumentando” Diario Agencia Periodística Patagónica del 29 agosto 2013. http://www.appnoticias.com.ar/desarro_noti.php?cod=7810, búsqueda del 9 de septiembre de 2013.

Valenzuela Valenzuela, J.M. 2007. Tecnología para producir cebolla blanca bajo riego por goteo en el valle de Yaqui, Sonora. Reporte Anual de Investigación e Innovación Tecnológica del INIFAP, México, pp 165-166.

Vilas Boas, R., Pereira, G.; Pareira Reis, R.; Alves de Lima Junior, J. y Consoni, R. 2011. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. *Ciência e agrotecnologia*. 35(4):781-788. ISSN 1413-7054.

Villegas Nigra, M. 2014. Estrategia, innovación y nueva ruralidad en el valle de Viedma en la Provincia de Río Negro (República Argentina). Tesis de Maestría de la UNS. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/599/1/Tesis%20Mario%20Villegas%20PLIDER%202014.pdf>, búsqueda de 20 de noviembre de 2017.