Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Argentina

El impacto del manejo del riego en el cultivo de alfalfa en el Área de Riego del Rio Dulce

Autores: Ing. Agr. Gabriel Angella, Ing. Agr. Mónica Cornacchione, Ing. Agr. Ramiro Salgado, y Lucio Auhad

Introducción

El agua es esencial para las plantas, ya que participa en procesos claves como la transpiración, la fotosíntesis y la absorción de nutrientes. En el Chaco Semiárido, donde las lluvias no son suficientes para satisfacer las necesidades de agua de la mayoría de los cultivos, el riego es fundamental para lograr mayores rendimientos y tener estabilidad productiva en el tiempo.

El déficit de agua en el suelo es una de las principales limitantes para que los cultivos alcancen su potencial productivo. Además, la disponibilidad de agua influye en la forma química de los nutrientes y, cuando hay un déficit de humedad, su disponibilidad para las plantas se reduce, incluso si estos nutrientes están presentes en cantidades adecuadas.

Conocer los requerimientos de agua de los cultivos y los momentos críticos en los que el déficit hídrico tiene mayor impacto es clave para maximizar los rendimientos. La correcta planificación del riego en estas etapas asegura un crecimiento adecuado del cultivo. Cuando el agua es insuficiente o no se aplica a tiempo, se perjudica el desarrollo del área foliar -fundamental para captar la luz solar y realizar la fotosíntesis- y la formación y fijación de estructuras reproductivas, lo que reduce directamente la productividad.

El Área de Riego del Río Dulce (ARRD) alberga al 54% de la población de Santiago del Estero y es núcleo de importantes actividades agropecuarias. Estas actividades no sólo sustentan a las familias que dependen de la agricultura y la ganadería, sino que también abastecen al mercado local y, en algunos casos, al

nacional e internacional. En esta región, las explotaciones agropecuarias presentan grandes contrastes. Por un lado, están las unidades de producción con más de 50 hectáreas, que, en general, cuentan con maquinaria, tecnología avanzada y buena rentabilidad. Estas propiedades, manejadas por dueños o arrendatarios, suelen dedicarse a cultivos intensivos y extensivos o a la ganadería y generan empleo en la zona. Por otro lado, se encuentran los pequeños productores, con parcelas entre 5 y 50 hectáreas, a menudo en condiciones de tenencia precaria y con ingresos limitados. Estas unidades dependen principalmente del trabajo familiar para sostener sus actividades productivas (Caumo et al., 2014).

El clima del ARRD es semiárido, caracterizado por un déficit hídrico durante todo el año. La temporada de lluvias se concentra entre octubre y marzo, mientras que entre abril y septiembre predomina la estación seca. Las precipitaciones tienen alta variabilidad, tanto entre años como dentro de un mismo año. La precipitación media anual varía entre 530 mm y 600 mm y la evapotranspiración de referencia (ETo) media anual es de 1.312 mm, lo que genera un déficit hídrico medio de 712 a 782 mm año^{-1}. La temperatura media anual es de 21,5 ºC, con inviernos relativamente fríos (mínima absoluta -7ºC) y veranos muy cálidos (máxima absoluta 47ºC). Este contexto climático hace del riego una herramienta indispensable para garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola en la región.

El Sistema de Riego del Río Dulce (SRRD) es un sistema de riego colectivo donde el agua se conduce por canales a cielo abierto y el método de riego casi excluyente es el riego por superficie. La gestión está centralizada, a cargo de un organismo provincial, la Unidad Ejecutora del Servicio de Riego del Río Dulce (UER). La entrega de agua a los regantes es por turnado fijo y rotatorio. Oficialmente, la frecuencia del turno de riego es aproximadamente mensual, el caudal entregado en cabecera de finca es de 300 litros por segundo y el tiempo de riego asignado es de 50 minutos por hectárea. Así, el volumen total entregado

(900 metros cúbicos por hectárea), corresponde a una lámina de riego neta de 90 mm para cada evento de riego. Este esquema de distribución de agua varía entre los distritos del sistema y, en general, no logra satisfacer plenamente las necesidades de riego de los cultivos.

En los últimos años, la superficie sembrada fluctuó entre 80.000 y 85.000 hectáreas, siendo los cultivos principales algodón y alfalfa (entre ambos representan aproximadamente el 75%-80% de la superficie sembrada). Trigo, cebolla, zanahoria, cucurbitáceas, maíz, hortalizas de hoja y soja son otros cultivos presentes en el ARRD.

El manejo del riego y su impacto en el cultivo de alfalfa en el Área de Riego del Río Dulce

En el ARRD, se estima que hay aproximadamente 20.000 hectáreas cultivadas con alfalfa, con un rendimiento promedio anual de 15 toneladas de materia seca por hectárea (t MS ha^{-1} $año^{-1}$). El cultivo se destaca por su calidad forrajera, ampliamente reconocida a nivel nacional e internacional.

Una vez establecida, la alfalfa desarrolla estrategias para enfrentar períodos de sequía gracias a su sistema radicular pivotante, siempre que el suelo no presente capas o condiciones restrictivas para su desarrollo. Aunque puede recuperarse de períodos de estrés hídrico, su productividad se ve comprometida por una disminución en la densidad de plantas o por un menor desarrollo de la corona.

Cuando la demanda hídrica del cultivo supera la humedad disponible en el suelo, se reducen la expansión foliar, la transpiración, la fotosíntesis y la eficiencia en el uso de la radiación, acelerando el envejecimiento de la planta (senescencia) (Steduto et al., 2012). Por ejemplo, la tasa de expansión foliar comienza a disminuir cuando el contenido de agua del suelo cae al 80% del agua disponible

total (ADT) y se detiene casi por completo cuando la humedad desciende al 30% del ADT.

Por otro lado, la alfalfa es poco tolerante al encharcamiento. Condiciones anaeróbicas prolongadas (7-14 días) provocan la muerte de las raíces por falta de oxígeno y aumentan el riesgo de infecciones, especialmente por Phytophthora (Steduto et al., op. cit.). En el ARRD, este daño es más severo durante períodos de altas temperaturas, incrementándose la muerte de las plantas.

En el ARRD, las alfalfas de dos o tres años de implantación suelen tener entre seis y ocho cortes anuales, con intervalos variables de 25 a 40 días, dependiendo de las condiciones ambientales y productivas. Para alcanzar rendimientos óptimos, la alfalfa requiere aproximadamente entre 1200 y 1500 mm de agua al año, ajustándose a las condiciones climáticas (López et al., 1997). Según Salgado y Mateos (2020), las necesidades hídricas de la alfalfa en el ARRD son de 1250 mm anuales. Dado que la precipitación media anual oscila entre 530 y 600 mm, es imprescindible un aporte adicional de agua mediante riego, que varía entre 650 y 720 mm anuales, para que el cultivo pueda alcanzar su potencial productivo.

El consumo de agua y el rendimiento de la alfalfa dependen de diversos factores de manejo, como el momento de riego, el número de cortes y los años de producción. Las necesidades hídricas críticas ocurren después de cada corte, cuando se requieren láminas de riego de aproximadamente 100 a 110 mm, lo que equivale a 1000 a 1100 $m^3\ ha^{-1}$. El tiempo necesario para aplicar estas láminas de riego por hectárea variará en función del caudal disponible, la sistematización del terreno y el manejo del riego. En lotes nivelados con tecnología láser, con unidades de riego adecuadamente dimensionadas y un control eficiente por parte de los operarios, si se dispone de un caudal de 300 l

s^{-1}, una lámina de riego de 100 mm se aplicará en aproximadamente 60 a 65 minutos. Si el riego se realiza después de cada corte, la alfalfa requerirá un suministro anual de entre 600 y 660 mm (equivalente a 6000 a 6600 m^3 ha^{-1} para seis cortes por año) y entre 800 y 880 mm (equivalente a 8000 a 8800 m^3 ha^{-1} para ocho cortes por año).

En condiciones de manejo del riego como las descritas, la alfalfa puede alcanzar un piso de rendimiento de 20 t MS ha^{-1} $año^{-1}$ (850 a 900 fardos de 22 a 25 kg cada uno), siempre que el riego sea eficiente y uniforme, y el manejo agronómico de otras variables (fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades) sea adecuado.

Una reducción en la evapotranspiración del cultivo (ETc) resultará en una disminución de los rendimientos, relación que varía con las condiciones ambientales, pero que, generalmente, se mantiene en una relación 1:1. Es decir, si sólo se cubren la mitad de las necesidades de agua de la alfalfa, la producción se reducirá en aproximadamente la misma proporción (Doorenbos y Kassam, 1979; Stedutto et al., op. cit.).

En el ARRD, la alfalfa puede sufrir condiciones de estrés hídrico por diversas circunstancias: las limitantes propias de sistema (ya mencionadas en la Introducción) y/o por decisiones de los productores, que, en no pocos casos, optan por regar (o no) teniendo en cuenta las probabilidades de lluvias y son reacios a regar la alfalfa durante los meses de mayores temperaturas, por diversos motivos. Estos factores llevan a que la alfalfa pueda sufrir estrés de distinta intensidad, según la época del año considerada y del estadio fenológico en el que se encuentre el cultivo.

En la Tabla 1 se presentan dos escenarios de disminución de rendimientos para diferentes déficits de evapotranspiración del cultivo (ETc), y una cuantificación económica. Se observa que, a medida que aumenta el déficit hídrico, los rendimientos del cultivo disminuyen, afectando los ingresos económicos. Este análisis se hizo aplicando de manera simplificada la metodología de Doorenbos y Kassam (*op cit).*

Tabla 1. Disminución de rendimientos e ingresos en alfalfa en relación con los alcanzables, para dos niveles de estrés hídrico o déficit de la evapotranspiración del cultivo (ETc).

Rendimiento alcanzable (t MS ha^{-1} $año^{-1}$)	Déficit de ETc (%)	Disminución de rendimiento (%)	Rendimiento real (t MS ha^{-1} $año^{-1}$)	Disminución de rendimiento (t MS ha^{-1} $año^{-1}$)	Disminución de ingresos (U$S ha^{-1} $año^{-1}$)
20	20	20	16	4	500
	40	40	12	8	1.000

El precio de la tonelada de heno de alfalfa ya procesada (fardo, rollo, megafardo) varía según su calidad, el momento del año y la zona de producción. A los fines

de la estimación del impacto económico que se muestra en la Tabla 1, se tomó un valor de U$S 125 por tonelada de alfalfa, dato que surge de un relevamiento del mercado en Santiago del Estero y es un promedio para la campaña 2024/2025.

Considerando una superficie de 20.000 ha de alfalfa, las pérdidas económicas derivadas de un manejo deficiente del riego oscilarían entre 10.000.000 y 20.000.000 U$S anuales. En los últimos años, la disminución de la producción y los ingresos podrían haber sido considerablemente mayores que los indicados en la Tabla 1, debido a la escasez de lluvias y a las severas restricciones en el suministro de agua para riego. Como ejemplo, en el Campo Experimental Ing. Francisco Cantos del INTA Santiago del Estero, las precipitaciones entre agosto de 2023 y julio de 2024 fueron de 435 mm, considerablemente menores al promedio de la serie 1988-2023 (580 mm), mientras que los turnos de riego en el SRRD, durante ese período, se limitaron a dos o tres, según el distrito considerado.

Estas cifras subrayan de manera clara la imperiosa necesidad de mejorar las prácticas de riego en el cultivo de alfalfa en el ARRD, tanto a nivel predial como en la gestión integral del sistema de riego.

Bibliografía

Doorenbos, J. y A. H. Kassam. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33. 193 p. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 92-5-100744-6. Rome, 1979.

Caumo, M.; A. Gioria y O. Santillán. 2014. “El Área de Riego del Río Dulce y la actividad agrícola de subsistencia”. Revista Trazos Universitarios. IISN 1853-6425. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica de Santiago del Estero.

López, A.; J. L. Dardanelli; D. J. Collino; R. Sereno; R. W. Racca. 1997. Efecto del grado de reposo invernal sobre la producción, consumo y eficiencia en el uso del agua en alfalfa cultivada bajo riego. RIA 28 (2): 41-48.

Salgado, R. y L. Mateos. 2021. Evaluation of different methods of estimating ET for the performance assessment of irrigation schemes. Agricultural Water Management, 243, 106450.

Steduto, P.; T. Hsiao; E. Fereres; D. Raes. 2012. Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. Estudio FAO Riego y Drenaje 66. 511 p. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. E-ISBN 978-92-5-308564-4 (PDF). Roma, 2012.