

L Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria
COMUNICACION TIPO A

VALOR DE LA HUELLA HÍDRICA EN ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE 25 DE MAYO, LA PAMPA,
ARGENTINA.

Domínguez, Jorge¹

domingue@agro.uba.ar

Villegas Peña, Alan²

avillegas@agro.uba.ar

Pagliettini, Liliana³

pagliett@agro.uba.ar

Mozeris, Gustavo⁴

gusmoz@agro.uba.ar

Valerio, Claudia⁵

cvalerio@agro.uba.ar

30-31 de octubre – 1 de noviembre de 2019

¹ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Economía Agraria. Profesor Adjunto.

² Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Cátedra de Economía Agraria. Ay. Primero.

³ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Cátedra de Economía Agraria. Profesora Titular Consulta.

⁴ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Cátedra de Sistemas Agroalimentarios. Profesor Adjunto

⁵ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Cátedra de Sistemas Agroalimentarios. JTP

Valor de la Huella Hídrica en alfalfa en la localidad de 25 de Mayo, La Pampa, Argentina.

Resumen

El agua es uno de los recursos de mayor vulnerabilidad dada la multiplicidad de servicios eco sistémicos que brinda. Es un bien social y económico, y como tal debe ser administrado, asumiendo su carácter de bien escaso y el derecho a su acceso del conjunto de la sociedad. Además, la menor disponibilidad de agua en relación con las demandas crecientes se manifiesta en el agotamiento de fuentes subterráneas y en una mayor contaminación. El presente trabajo pretende contribuir a la planificación de los recursos hídricos en las cadenas agroalimentarias en Colonia 25 de Mayo, Provincia de La Pampa, Argentina, donde la fragilidad del sistema y el uso intensivo del agua convierten a dichos recursos en eje estructurador del mismo. El objetivo específico es medir la huella hídrica de la producción de alfalfa, de la que mediante un proceso agroindustrial se obtienen pellets, harina, semilla certificada y cubos además de rollos y fardos. Se realizaron balances hídricos para la determinación de agua verde y azul en la zona, cuya producción es bajo riego. El resultado de dicha determinación se relacionó con el rendimiento y el precio de fardo, a fin de obtener el valor de un metro cúbico de agua utilizada en la producción de un fardo de alfalfa. Se pretende continuar realizando estimaciones de agua virtual de toda la cadena del producto.

Palabras clave: alfalfa, huella hídrica.

Summary

Water is one of the most vulnerable resources given the multiplicity of eco systemic services it provides. It is a social and economic good, and as such it must be managed, assuming its character as a scarce good and the right of access to society as a whole. In addition, the lower availability of water in relation to increasing demands is manifested in the depletion of underground sources and in greater pollution. This paper intends to contribute to the planning of water resources in agrifood chains in Colonia 25 de Mayo, La Pampa Province, Argentina, where the fragility of the system and the intensive use of water make these resources a structuring axis. The specific objective is to measure the water footprint of alfalfa production, from which through an agro-industrial process, pellets, flour, certified seed and buckets are obtained, as well as rolls and bales. Water balances were made for the determination of green and blue water in the area, whose production is under irrigation. The result of this determination was related to the yield and the bale price, in order to obtain the value of a cubic meter of water used in the production of an alfalfa bale. It is intended to continue making virtual water estimates of the entire product chain.

Key words. Alfalfa, water footprint

Introducción

En las últimas décadas ha comenzado a despertarse una preocupación por el uso del agua con criterios de eficiencia. El recurso hídrico se puede evaluar a través de su disponibilidad y calidad, pero los resultados no serían válidos si no se incluyera el acceso al mismo, el uso que se le asigna, la eficiencia con que se lo emplea y el impacto que genera su utilización en el ambiente (Abraham, Fusari & Salomón, 2005). Es habitual priorizar el uso del agua en aquellas actividades de mayor productividad. Sin embargo, dada la multifuncionalidad del agua, es importante determinar los costos y beneficios directos e indirectos que esta genera en diferentes niveles del sistema económico y analizar cómo afecta al bienestar de la sociedad.

Entre los indicadores que se desarrollaron con el objeto de contribuir a la gestión integral de los recursos hídricos, se destaca el de agua virtual (AV) y de huella hídrica (HH). Ambos presentan algunas limitantes conceptuales para abordar la temática de la gestión del recurso, pero suelen ser un punto de referencia para analizar el consumo de agua a escala temporal y espacial.

En 1993, John A. Allan, introdujo el concepto de AV o agua encriptada, que hace referencia a la cantidad de agua dulce utilizada para la elaboración de un producto (Allan, 1998; Hoekstra & Hung, 2002). Establece un vínculo entre el agua, los alimentos y el comercio exterior, y por lo tanto algunos autores le asignan gran trascendencia en la gestión del recurso (Allan J. A., 1993; Rocha Felices, 2011; Aladaya & Llamas, 2008). La idea de considerar el uso del agua a lo largo de las cadenas de suministro ha ganado interés después de la introducción del concepto de HH. Dicho concepto fue desarrollado por Hoekstra (2003), y se usa para saber cuánta agua dulce es utilizada para producir los bienes y servicios realizados por una empresa, o consumido por un individuo o comunidad. Pretende por lo tanto ser un indicador de la apropiación de los recursos de agua dulce por el objeto/sujeto que se quiere relevar. Puede poseer también una dimensión espacial, y ser acotada a un territorio delimitado. El concepto encierra una versatilidad de uso muy amplia. Puede expresarse por unidad de producto, por persona, comunidad o por país, en una dimensión temporal.

La HH se puede expresar también por colores, de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Huella hídrica verde: relacionada con el agua de lluvia incorporada en el producto.
- Huella hídrica azul: relacionada con el uso consuntivo de agua dulce (superficial o subterránea) evapotranspirada.
- Huella hídrica gris: relacionada con la calidad del agua y su posible contaminación debido a los vertidos.

Esto permite incorporar un elemento importante de diseño de política hídrica, dada la diferente valorización económica de los orígenes del agua consumida en la producción primaria.

En lo que atañe a los objetivos del presente trabajo, hace referencia al uso directo de agua dulce necesaria para la obtención de un determinado producto.

La obtención de la HH en el cultivo de alfalfa obedece a que se trata de un producto cuya finalidad es la utilización de su biomasa como forraje, pretendiendo decir con esto que se cosecha toda la parte aérea de la planta y no solo el grano (salvo que se persiga el objetivo de la obtención de semilla). A su vez en la región de 25 de Mayo la producción de alfalfa es posible exclusivamente bajo riego. Resulta ser un cultivo apropiado también para la práctica de riego complementario por aspersión, lo que está preponderando en los últimos años en la región, en vez de riego por surco, debido a que el cultivo no se propone como un cultivo anual de cosecha con líneas de siembra sino como un cultivo perenne (duración habitual de cinco años) de cobertura total del suelo.

Pero además, hay una característica que ha posicionado la producción de manera diferente en el mercado. La alfalfa es una de las especies forrajeras de mayor calidad nutritiva y

siempre tuvo un mercado consolidado de compra-venta, a diferencia de otras especies que tenían como finalidad principal la de constituirse en reservas forrajeras dentro de los mismos establecimientos, sembradas y cosechadas de forma consociada en la mayoría de los casos. La alfalfa se comercializa en forma pura, y tradicionalmente su presentación para la venta es bajo la forma de rollos (350-450 kg) o fardos (20-25 kg). La comercialización tiene como principales puntos de ineficiencia la cuestión de la forma y del volumen del producto final, lo que acarrea elevados costos de transporte.

En los últimos años sin embargo, el producto comenzó a tener como presentación adicional para la venta otras formas. Por un lado el megafardo, que agiliza la operación del transporte al tratarse de menos unidades para un mismo peso total. Por otra parte está en crecimiento la fabricación de pellets y cubos de alfalfa, es decir el producto compactado y con menor nivel de volumen y humedad que el fardo/rollo tradicional. Se está consolidando de esta manera el tramo agroindustrial de la cadena del producto. Las perspectivas del mercado del producto presentado así son promisorias, potenciando la posibilidad de que Argentina se consolide como exportador, en un mercado de demanda creciente.

Todo el proceso de producción primaria e inmediato procesamiento (cubos, pellets) implica pérdida sustancial de volumen y de agua. Por otra parte el aporte de agua mediante el riego complementario, que en la zona constituye la principal fuente de suministro de agua dada la escasez de precipitaciones, sin la cual el cultivo no podría realizarse, también es sustancial. Se trata por lo tanto de un producto que en esa zona requiere provisión de agua, se aprovecha planta entera para posteriormente comercializarse en condiciones de deshidratación. Realizar una cuantificación del requerimiento hídrico del cultivo y de la producción en general es el objetivo del presente trabajo, que pretende continuarse con determinaciones de HH de toda la cadena productiva.

El Río Colorado

La cuenca del río Colorado está jurisdiccionalmente repartida entre las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires. El río Colorado tiene un derrame anual promedio de 4.380 hm³. Su superficie es de 47.459 km² y su recorrido total de 1.200 km. Su caudal medio anual es de 138,8 m³/s, con estacionalidad primavero-estival, atribuida a su régimen nival (COIRCO, 2013). Ocurren crecidas cíclicas, en las cuales el caudal puede superar los 1.000 m³/s. Todos los años los máximos caudales ordinarios se dan entre los meses de octubre y enero (época de deshielo), meses en los cuales los caudales suelen superar los 500 m³/s.

Su nombre hace referencia a su tonalidad, debida a los sedimentos que provienen de secuencias clásticas (areniscas, pelitas y conglomerados), intensamente afectadas por el proceso de erosión fluvial, por cursos (algunos estacionales) tributarios locales del río, los cuales llegan en general mediante extensos conos aluviales de gran pendiente, sobre todo en áreas cordilleranas. Esta condición se mantiene hasta el embalse de Casa de Piedra, donde dichos sedimentos clásticos se depositan (Halcrow, 2013).

Las aguas del Río Colorado poseen un contenido de sales elevados, con valores de conductividad (indicador de salinidad) que oscila entre 0.9 -1.80 dS.m⁻¹. (2,0 dS.m⁻¹ se considera el valor límite). Esto también se traduce en el agua de drenaje, cuyos tenores salinos en las áreas regadas con aguas del Colorado superan en promedio por ejemplo a las de los cercanos ríos Negro y Neuquén. Sin embargo, las aguas de riego del Colorado arrastran un nivel alto de Sulfato de Calcio, con lo cual el pH rara vez supera las 7.8 unidades y la Relación de Absorción de Sodio (RAS) muestra valores usualmente de 3-4

generando una categoría de agua clase C3S1 en la clasificación de Riverside (C3, apta con precauciones: 0,75-2,25 ds.m⁻¹. S1, baja peligrosidad sódica: RAS- 0-10), de calidad de agua para riego. La adecuada permeabilidad de los suelos de la zona, son por lo general haplustoles énticos o típicos de textura arenosa- franca, posibilitan el uso del agua, siendo solo eventualmente el efecto degradante la salinidad y no la sodicidad (ONU, 2015).

La provincia de La Pampa, riega el área de 25 de Mayo con las aguas del Colorado, donde la CE es reducida debido a la escasa disolución de sales en la cuenca superior. Las áreas regadas de El Sauzal y 25 de Mayo, registran una salinidad estable de un 10% en su superficie regada.

Colonia 25 de Mayo, La Pampa, Argentina

25 de Mayo es una ciudad en el extremo sudoeste de la provincia de La Pampa, Argentina, sobre el denominado Alto Valle del Río Colorado, en el desierto pampeano-patagónico (Fig. 1). Es la cabecera del departamento Puelén, ubicada a 411 km de Santa Rosa, Capital de la Provincia. A partir de los años 50 se le quitó la denominación de “Colonia”, pero se la continúa nombrando de esa forma. Fue fundada el 26 de julio de 1909, por decreto del presidente argentino José Figueroa Alcorta.



Fig. 1. 25 de Mayo. Ubicación

Se ha convertido en la cuarta ciudad de la provincia, dado que su producción de petróleo y gas es la más importante de la provincia de La Pampa, y en la de mayores ingresos, por sus regalías en concepto de hidrocarburos. Mediante el decreto N° 1033/12, firmado por el gobernador de La Pampa, Oscar Mario Jorge, se designó a 25 de Mayo "Capital Provincial de la Alfalfa y el Petróleo".

El clima de la región donde está emplazada la ciudad se puede considerar como continental moderado, con otoños y primaveras suaves, veranos cálidos e inviernos fríos. También se presentan fuertes vientos fríos y secos. Hay una vegetación xerófila, arbustiva, a excepción de las riberas mismas del río, donde abundan las salicáceas.

Según el Censo 2010 la ciudad tiene una población de 8.507 habitantes (INDEC, 2010), lo que representa un incremento frente a los 6.962 habitantes (INDEC, 2001) del censo anterior.

A partir de la actividad petrolera antes mencionada se ha registrado un aumento de la población. En tanto, la composición de la población fue de 4.404 varones y 4.103 mujeres

(índice de masculinidad del 107.34%). También se contabilizaron 2.909 viviendas, un notorio incremento frente a las 1.814 del censo anterior.

La zona agrícola del sudoeste pampeano presenta características climáticas áridas, con continentalidad moderada para lo que es el Hemisferio Sur (temperaturas bajas en invierno y altas en verano): una temperatura media anual de 15 °C, con registro de amplitudes térmicas diarias y anuales elevadas. El promedio de precipitaciones oscila en 250 mm, siendo los meses más lluviosos los de octubre a marzo. Debido a su condición de aridez, la actividad agrícola del sudoeste pampeano se desarrolla mediante riego integral, con el aporte de agua proveniente del Río Colorado.

Actualmente, se encuentran en producción alrededor de 5.000 ha, siendo el cultivo principal la alfalfa y en menor proporción el maíz, bajo riego gravitacional y presurizado. En los últimos años se ha expandido la instalación de equipos de riego presurizado -pivote central- sobre tierras vírgenes o en reemplazo de riego gravitacional. En total, sumando el área de riego potencial de 25 de Mayo y de la vecina localidad de El Sauzal, se proyectan regar alrededor de 50 mil ha.

El área de estudio corresponde al Sistema de Aprovechamiento Múltiple (SAM) del Río Colorado, en el sudoeste de la provincia de La Pampa (Figura 1). En el mismo se cuenta con obras e infraestructura para regar 82.000 ha, según el programa de habilitación de áreas de riego y distribución de caudales del río Colorado.

La Estación Experimental INTA 25 de Mayo ha publicado resultados preliminares de la HH contenida en producciones de la zona (Aumassanne, Fontanella, Beget, Di Bella & Sartor, 2018). La información meteorológica utilizada proviene de una serie de dos años de la misma localidad de 25 de Mayo y complementada con evaluaciones a campo de humedad del suelo. Los valores de HH de alfalfa obtenidos son del orden de 1,25 m³/kg. Las similitudes y diferencias con los resultados obtenidos en el presente trabajo estarán presentes en la discusión final.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es obtener la HH del cultivos de alfalfa en la región de 25 de Mayo, Provincia de La Pampa y relacionarlo con el valor económico de la producción.

Metodología

Para el cálculo de la HH en alfalfa se siguió la metodología presentada por Hoekstra (2003), pero solamente se determinó la huella hídrica verde (agua de lluvia) y azul (agua de riego). Para su determinación se utilizó el programa CROPWAT (FAO, 2006). Dicho programa es en esencia un programa de determinación de balance hídrico, el cual toma como base las precipitaciones, el almacenaje del suelo (determinado principalmente por la textura del mismo) y la evapotranspiración del sistema suelo-cultivo que lo cubre. La evapotranspiración real (llamada también uso consuntivo de un cultivo) es un parámetro de difícil medición directa; no se realiza en las estaciones meteorológicas y solo se lleva a cabo en mediciones asociadas a ensayos específicos. El CROPWAT estima la evapotranspiración utilizando la metodología de Penman-Monteith (Allen, Smith, Perrier & Pereira, 1994). La misma determina la evapotranspiración del cultivo especificado, mediante el uso de coeficientes de cultivo (Kc) que afectan el previo cálculo de la Evapotranspiración Potencial, la que a su vez es estimada a partir de información climática, promedio a su vez de datos meteorológicos: temperaturas máxima y mínima, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento y heliofanía.

La información meteorológica utilizada fue la relevada por la Estación Meteorológica Catriel (Provincia de Río Negro), ubicada en la orilla opuesta del Río Colorado. De allí se obtuvieron series que abarcan los años 2010-2018. Los parámetros suministrados fueron los de temperatura media mensual, temperatura mínima media, máxima media, precipitaciones y velocidad media del viento. El resto de la información necesaria para suministrarle al CROPWAT fue obtenida de la Estación Meteorología de Cipolletti, Provincia de Río Negro, la más cercana que la tenía. De allí se obtuvieron los datos correspondientes a la humedad relativa (Cuadro 1)

Cuadro 1. Información meteorológica utilizada para la determinación del uso consuntivo de agua. Período 2010-2018.

Meses	Temperatura media mensual (°C)	Temperatura mínima media mensual (°C)	Temperatura máxima media mensual (°C)	Precipitación media mensual (mm)	Velocidad media del viento (km . h ⁻¹)	Humedad relativa (%)
Ene	24.8	16.3	33.1	33	4.4	52
Feb	23.3	15.3	31.3	18	3.3	57
Mar	20.1	12.2	27.9	23	3.0	64
Abr	14.8	7.7	22.0	45	1.7	72
May	10.2	4.6	16.0	11	1.3	73
Jun	8.0	1.7	14.5	6	1.1	78
Jul	8.1	0.9	13.0	12	2.4	80
Ago	9.8	2.8	17.2	8	3.5	69
Sep	12.9	5.5	20.7	21	4.1	50
Oct	15.9	8.6	22.7	40	3.8	48
Nov	20.1	11.7	28.0	22	4.8	46
Dic	23.5	14.1	31.5	15	4.6	45
Promedio / Total	16.0	8.4	23.2	255	3.2	61

Fuente: Estación meteorológica Catriel. Humedad relativa: Estación Meteorológica Cipoletti.

Los valores obtenidos de HH utilizada por el cultivo de alfalfa fueron relacionados con los rendimientos promedio de la producción de alfalfa en la región. En alfalfa, valores promedio de Patagonia de Norte bajo riego, arrojan rendimientos de 11000 kg MS/ha. A partir de dicha relación se estimó un valor del agua virtual contenida en un kg de alfalfa producida bajo la forma de fardos.

Resultados

Los resultados obtenidos (Cuadro 2), considerando un promedio de información meteorológica de la serie de años 2010-2018 arrojan una HH de 9598 m³.ha⁻¹. de este valor, 2421 m³.ha⁻¹ (27%) corresponden a huella verde y 6670 m³.ha⁻¹ (73%) corresponden a huella azul.

Relacionando estos valores con la producción de alfalfa esperable en la zona (11000 kg/ha), se obtuvo como resultado una huella de 0,87 m³/kg de producto obtenido bajo la forma de fardo, de los cuales 0,22 m³/kg se asignan a huella verde y 0,61 m³ por kg se asignan a huella azul.

La valoración económica del agua virtual contenida en la producción de alfalfa en 25 de Mayo arrojó como resultado un rango entre \$/m³ 5,81-7,26, de acuerdo a la calidad del fardo obtenido.

Cuadro 2. Resultados

Huella hídrica verde (m ³ .ha ⁻¹)	2421
Huella hídrica azul (m ³ .ha ⁻¹)	6670
Huella hídrica total (m ³ .ha ⁻¹)	9091
Rendimiento de alfalfa en la región (kg.ha ⁻¹)	11000
Agua virtual por kg de fardo proveniente de huella verde (m ³ .kg ⁻¹)	0.22
Agua virtual por kg de fardo proveniente de huella azul (m ³ .kg ⁻¹)	0.61
Agua virtual por kg de fardo proveniente de huella hídrica total (m ³ .kg ⁻¹)	0.83
Valor del fardo (\$/unidad)	120
Peso del fardo (kg/unidad)	20 25
Precio del fardo por kilo (\$/kg)	6.00 4.80
Valor del agua virtual contenida en un kg de fardo de alfalfa (\$/m³)	7.26 5.81

Fuente: elaboración propia

Conclusiones y discusión

La metodología de utilización de HH provee de un indicador que resulta de utilidad para internalizar la utilización de agua dulce en la economía de los bienes que se producen y se comercializan, bajo la óptica de asignarle al agua dulce la condición de bien escaso, y por lo tanto, sujeto a valorización económica. En este sentido el valor del metro cúbico de agua contenida en el producto (alfalfa) se visibiliza en los resultados obtenidos (5,50-6,88 \$/m³). Esta condición se potencia debido a que la región es productora de bienes agropecuarios casi exclusivamente bajo riego. El agua provista posee un costo explícito, sujeto a ser completado por la información provista por la HH.

En relación a los resultados de HH obtenidos en el trabajo de Aumassanne et al (2018), los valores inferiores obtenidos en el presente trabajo se estima que resultan debido a las diferencias en la fuente de datos. En el presente trabajo la información meteorológica utilizada contempló una serie de años mayor (2010-2018). Las amplitudes térmicas han sido mayores en los últimos años, producto de un incremento en las temperaturas máximas. Por otra parte, Aumassanne et al obtuvieron información precisa realizando mediciones sobre cultivo a campo, en contraposición a estimaciones del presente trabajo, que pretende ser el comienzo de investigaciones posteriores más avanzadas que colaboren a develar aspectos del uso del recurso hídrico en toda la cadena productiva.

Bibliografía

- Abraham, E.; Fusari, M.; Salomon, M. (2005). “Índice de pobreza hídrica. Adaptación y ajuste metodológico a nivel local. Estudio de caso: departamento de Lavalle, Mendoza, Argentina”. En *Uso y gestión del agua en tierras secas. El agua en Iberoamérica*, Mendoza: CYTED (véase página 85).
- Aladaya, M. M., & Llamas, M. R. (25 de agosto de 2008). Water footprint analysis for the Guadiana river basin. Obtenido de *Papeles de Agua Virtual*. N° 3: <http://www.huellahidrica.org/Reports/Aldaya and Llamas 2008.pdf>
- Allan, J. A. (1998). *Virtual Water: A Strategic Resource Global Solutions to Regional Deficits*. doi: 10.1111/j.1745-6584.1998.tb02825.x.
- Allen, R.G., Smith, M., Perrier, A., y Pereira, L.S. 1994. An update for the definition of reference evapotranspiration. *ICID Bulletin*. 43(2). 1-34.

Aumassanne, C.; Fontanella, D.; Beget, M.; Di Bella C.; Sartor, P. /2018). Estimación de la huella hídrica de alfalfa y maíz en el área bajo riego de la provincia de La Pampa, Argentina. 4to Encuentro de Investigadores en Formación de Recursos Hídricos (IFRH).

Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO). (2013). Segunda edición. Bases para el acuerdo interprovincial. Acuerdo interprovincial. Estatuto y eglamento interno de COIRCO.<https://www.coirco.gov.ar/download/institucionales/institucionales-coirco/Reglamento%20y%20Estatuto%20Coirco.pdf>.

Halcrow, (2013). Cuenca del río Colorado, Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico. Programa Multisectorial de Preinversión III. Tomo I.

Hoekstra, A. Y.; Hung, P. Q. (2002). Virtual water trade. A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Obtenido de Value of Water. Research Report Series N° 11: https://waterfootprint.org/media/downloads/Report11_1.pdf.

Hoekstra, A.Y. (2003) Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, IHE Delft, the Netherlands.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). Censos Nacionales de Población 2001 y 2010.

Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego. En: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/5/03%20REC%2068%20Anexo%206%20Normas%20Riverside.pdf>.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2015. Estudio del Potencial de ampliación del riego en Argentina. En: <http://www.fao.org/3/a-i5183s.pdf>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2006. Cuaderno nro 56. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

Rocha Felices, A. (4 de octubre de 2011). El agua virtual y la huella hídrica en el siglo XXI. Obtenido de Academia Peruana de Ingeniería. Actas de Conferencia: https://www.academia.edu/5689326/el_agua_virtual_y_la_huella_h%C3%8ddrica_en_el_mundo_del_siglo_xxi