

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro.



1. Introducción.

2. Material y métodos

3. Resultados

4. Conclusiones y Recomendaciones

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro / [Gutiérrez-Gordillo S.; Durán-Zuazo, V.H.; García-Tejero, I.F.]. - Sevilla. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2018. 1-13 p. Formato digital (e-book) - (Agricultura y Medio Ambiente).



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.

Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

Indicadores del estrés hídrico del cultivo del almendro para la programación del riego.

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

Sevilla, Marzo de 2018,

Autoría:

Saray Gutiérrez-Gordillo ¹

Víctor Hugo Durán-Zuazo ¹

Iván Francisco García Tejero ¹

¹ IFAPA, Centro Las Torres-Tomejil

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

1.- Introducción.

El agua es el recurso natural más limitante en los agro-ecosistemas de regadío, especialmente en zonas áridas y semiáridas como es el caso del sur peninsular.

El cultivo del almendro (*Prunus dulcis* Mill.) ha estado tradicionalmente asociado a zonas marginales en Andalucía. Sin embargo, en los últimos años ha ganado en importancia en zonas tradicionales de regadío del valle del Guadalquivir, siendo una posible alternativa viable a otros cultivos tradicionales debido a su excelente respuesta a situaciones más o menos limitantes de agua y a la estabilidad de precios a lo largo de las últimas campañas.

Las excelentes producciones alcanzadas en los principales países productores (EEUU y Australia), cercanas a las 4.000 kg/ha de almendra grano, están asociadas a dotaciones hídricas por encima de los 12.000 m³/ha, muy alejadas de los condicionantes del sector más tradicional de la almendra en Andalucía; con producciones que rara vez superan los 500 kg/ha.

A pesar de ello, las nuevas plantaciones de almendro en regadío en Andalucía están consiguiendo niveles de producción muy significativos, entre los 2000 - 2.500 kg/ha, con dotaciones hídricas que rara vez logran cubrir la demanda evapotranspirativa (ETc) de dicho cultivo, evidenciando la capacidad del almendro para adaptarse a situaciones limitantes de agua o estrategias de riego deficitario (RD).

A la hora de aplicar una estrategia de RD es fundamental conocer el estado hídrico del cultivo, con objeto de evitar situaciones que puedan provocar daños importantes en el desarrollo del mismo o la producción final.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

1.- Introducción.

El potencial hídrico (Ψ) es una medida ampliamente utilizada en numerosos cultivos leñosos para cuantificar el nivel de estrés, y por tanto poder realizar una toma de decisiones adecuada a la hora de establecer una programación de riegos, especialmente cuando no es posible cubrir la demanda hídrica de los cultivos. Este parámetro nos ofrece una idea sobre la presión que hay que ejercer sobre una parte del tejido vegetal para extraer el agua retenida en el mismo. De manera que, a mayor déficit hídrico, mayor será la presión requerida para ello.

Por otra parte, los valores de Ψ no solamente están directamente relacionados con la cantidad de agua disponible para el cultivo, sino también por algunos parámetros atmosféricos, principalmente el déficit de presión de vapor (DPV), obtenido a partir de los valores de humedad relativa (HR) y temperatura del aire (T_{aire}), siendo por tanto complicado establecer unos valores umbrales de Ψ , puesto que éstos dependerán ulteriormente de las condiciones atmosféricas existentes en el momento de la medida. En este sentido, las líneas base son funciones lineales que relacionan el DPV con el Ψ , de manera que permiten conocer los valores óptimos de Ψ de un cultivo para un determinado DPV, si dichas funciones han sido obtenidas para condiciones no limitantes de agua.

La definición de dichas líneas base permitiría por lo tanto definir los valores óptimos de potencial en base a las condiciones de DPV en el momento de la medida, así como el rango de valores en cual podríamos movernos a la hora de realizar una adecuada toma de decisiones con la seguridad de que no estamos provocando una situación de estrés negativa para el cultivo.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

1.- Introducción.

Una opción a la hora de poder cuantificar los límites de desviación de dichos valores óptimos sería la definición de estas líneas base en condiciones óptimas de riego y bajo diferentes niveles de estrés hídrico (Figura 1). De manera que, en el caso de obtener producciones similares entre tratamientos bien regados y aquellos sometidos a RD, sería posible el uso de aquellas líneas base definidas en los tratamientos deficitarios, teniendo la certeza de que, estableciendo una programación de riegos en base a dichas líneas base, no se producirían pérdidas significativas en producción.

Este trabajo presenta las líneas de potencial hídrico definidas para tres variedades de almendro (cv Guara, Marta y Lauranne) sometidas a tres dotaciones hídricas diferenciadas, con objeto de que puedan ser tomadas como referencia a la hora de realizar una gestión sostenible de recursos hídricos limitados.

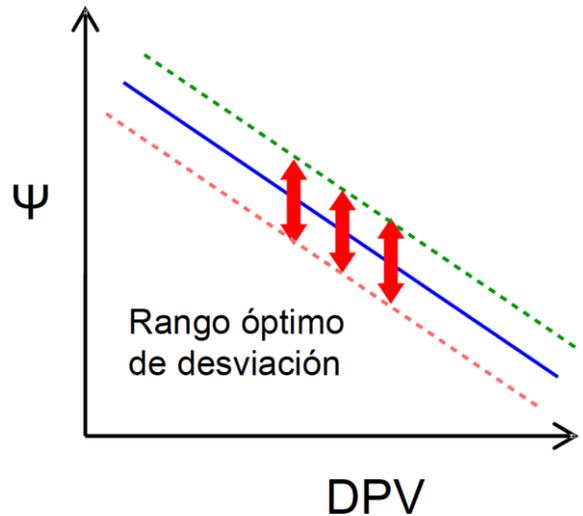


Figura 1. Ejemplo de línea base de potencial (línea azul) y del rango óptimo de desviación, definido a partir de las funciones discontinuas que corresponderían con el estado hídrico de un cultivo sobre regado (línea verde) y regado de forma deficitaria (línea roja).

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

2.- Material y métodos

El ensayo experimental se llevó a cabo en 2017, en una parcela comercial de almendros adultos (*Prunus dulcis* Mill.) en tres variedades (Guara, Marta y Lauranne) injertadas sobre patrón GN15, y localizada en el término municipal de La Rinconada (Sevilla); definiéndose tres tratamientos de riego:

- Tratamiento control: regado al 100% de la ETC.
- 150-ETc: Regado en exceso, en torno al 150% de la demanda evapotranspirativa del cultivo.
- RDC-65: Riego deficitario controlado, el cual recibió el 100% de la ETC durante todo el periodo de riego, excepto durante la fase de llenado de grano (inicio de junio hasta cosecha); en el cual recibió el 65% de la ETC.

Las medidas de Ψ se realizaron en intervalos de 7 a 10 días entre las 12:00 y 13:30 h, durante el periodo de llenado de grano, usándose para ello una cámara de presión tipo Scholander (Figura 2), e inyectando nitrógeno gas hasta alcanzar el punto de humectación del peciolo. Se monitorizaron 8 árboles por tratamiento de riego y variedad, tomando siempre hojas en la cara norte del árbol, adultas y sombreadas, y a 1,5 metros de altura.



Figura 2. Cámara de presión tipo Scholander usada para la toma de medidas de potencial

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

2.- Material y métodos



Figura 3. Localización de un termo higrómetro portátil usado durante momento de la toma de datos de potencial.

Paralelamente al desarrollo de las medidas de potencial, se registraron los valores de HR y T_{aire} existentes en el momento de la toma de datos. Para ello se usó un termo higrómetro portátil, el cual se localizaba en una zona sombreada, preferiblemente bajo la copa de un árbol, con objeto de que el ambiente escogido a la hora de determinar la HR y la T_{aire} fuera siempre el mismo y lo más homogéneo posible (Figura 3). Una vez conocidos los valores de Ψ , se calcularon las líneas base de potencial; relacionando los valores de Ψ con el DPV en el momento del desarrollo de las medidas, tal y como se ha explicado anteriormente.

Así, al final del periodo de muestreo se pudieron definir tres líneas base (una por cada tratamiento de riego) para cada una de las variedades estudiadas.

Al final del ensayo se estudiaron los valores finales de producción en cada una de las variedades; con objeto de poder conocer la respuesta productiva de cada una de ellas en función de las dotaciones hídricas recibidas. Del mismo modo, estos valores de producción permitieron establecer la función de potencial más apropiada para conseguir un ahorro de agua sin provocar mermas importantes en la producción y el rango de valores óptimos en el que podría mantenerse el cultivo sin afectar significativamente a la producción o pequeñas pérdidas.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

3.- Resultados

La Figura 4 muestra las condiciones climáticas registradas durante la toma de datos. Los valores de temperatura oscilaron entre los 25 y 36°C; y unos valores de HR entre 25 y 60%; mientras que los valores de DPV variaron entre 1,5 y 4,4 kPa.

Estas condiciones de medida son bastante representativas de aquellas que pueden observarse durante el periodo de muestreo (llenado de grano; meses de junio, julio y agosto) en Andalucía occidental, además de copar un rango lo suficientemente amplio como para poder definir unas líneas base que a posteriori permitieran una adecuada toma de decisiones para la programación de riegos.

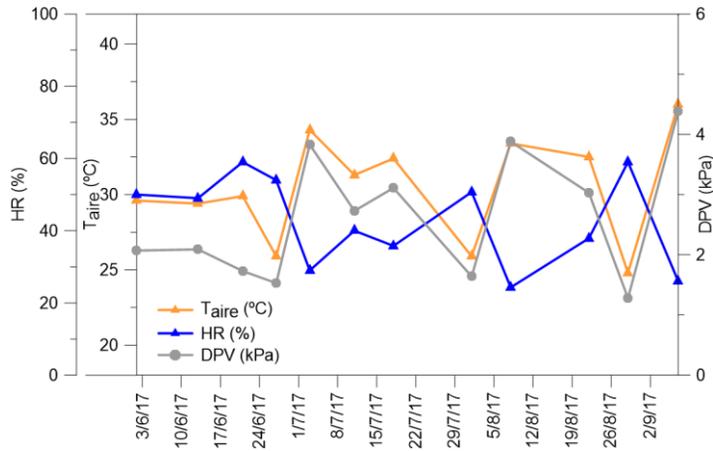


Figura 4. Condiciones climáticas registradas durante el periodo de muestreo (meses de junio, julio y agosto). T_{aire}, temperatura del aire; HR, humedad relativa; DPV, déficit de presión de vapor.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

3.- Resultados

En términos generales, en las tres variedades estudiadas se pudo comprobar que, los valores de Ψ registrados en el tratamiento regado en exceso (150-ETc) fueron los más próximos a 0, mientras que, en el tratamiento Control y el RDC-65, dichos valores eran más negativos (Figura 5). En este sentido, hay que tener en cuenta que los valores de Ψ más próximos a 0 se corresponden con las situaciones de estrés menos evidentes; mientras que, a medida que dichos valores van descendiendo, se asume que, los niveles de estrés hídrico en el cultivo son mayores. Además, se comprobó que la variedad Marta ofrecía los valores de potencial más conservativos (más cercanos a 0) lo que evidencia un mayor control estomático en situaciones de estrés. Las tendencias a lo largo del tiempo observadas entre tratamientos y dentro de cada variedad fueron muy similares, de forma que las diferencias observadas se debían a los valores absolutos registrados.

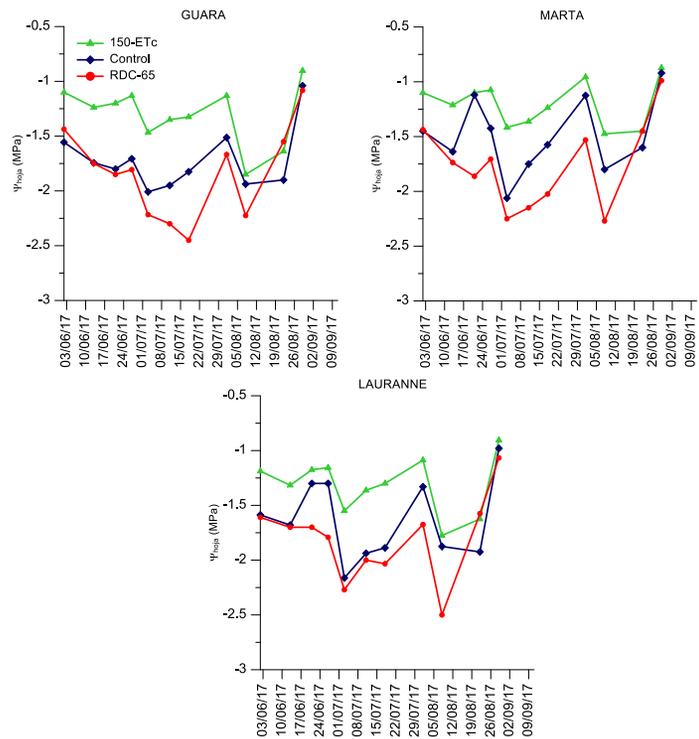


Figura 5. Dinámica del potencial hídrico al mediodía en las variedades de almendro (Guara, Marta y Lauranne) y tratamientos estudiados.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

3.- Resultados

Una vez obtenidos los valores de potencial hídrico en cada tratamiento y variedad y del VPD, se calcularon las líneas base que relacionan ambas variables; con el fin de poder establecer la función más adecuada para cada variedad que permitiera a una programación del riego en base a los valores de potencial hídrico registrados y las dotaciones hídricas disponibles por parte del agricultor (Figura 6, Tabla 1).

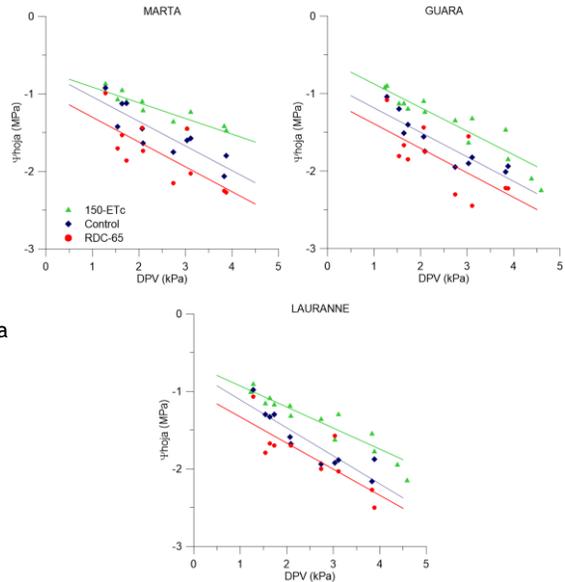


Tabla 1. Funciones de las líneas base de potencial medido al mediodía al mediodía en las tres variedades de almendro estudiadas y rangos medios de potencial.

| | Guara | Marta | Lauranne |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 150-ETc | $y = -0,33x - 0,51;$ $r^2 = 0,88$ | $y = -0,29x - 0,55;$ $r^2 = 0,88$ | $y = -0,30x - 0,60;$ $r^2 = 0,90$ |
| Rango | (-1 > Y > -1,8) | (-1 > Y > -1,7) | (-1 > Y > -1,8) |
| Control | $y = -0,32x - 0,87;$ $r^2 = 0,79$ | $y = -0,32x - 0,72;$ $r^2 = 0,75$ | $y = -0,36x - 0,75;$ $r^2 = 0,83$ |
| Rango | (-1,4 > Y > -2,1) | (-1,2 > Y > -2,0) | (-1,1 > Y > -2,2) |
| RDC-65 | $y = -0,32x - 1,07;$ $r^2 = 0,49$ | $y = -0,32x - 0,98;$ $r^2 = 0,55$ | $y = -0,33x - 0,99;$ $r^2 = 0,66$ |
| Rango | (-1,6 > Y > -2,4) | (-1,2 > Y > -2,0) | (-1,3 > Y > -2,3) |

Figura 6. Líneas base entre el DPV y los valores de potencial hídrico al mediodía medidos las tres variedades de almendro.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

3.- Resultados

La elección de la línea base más adecuada para gestionar el riego dependerá de las dotaciones hídricas disponibles y de las pérdidas en producción que pudieran acontecer para cada uno de los tratamientos de riego estudiados (Figura 7).

En el caso de **Guara y Lauranne**, no se observaron diferencias significativas en producción entre tratamientos, lo que sugiere que, el uso de la línea base de potencial obtenida en el tratamiento RDC-65 en ambas variedades no supondría una merma en producción y sí un ahorro sustancial de agua. A la hora de tener que tomar una decisión en base a los valores umbrales de potencial definidos en cada uno de los tratamientos de estas variedades, podemos observar que para el caso de **Guara**, los valores de potencial podrían ser incluso inferiores a los referidos para el caso de Lauranne (Tabla 1). En cualquier caso, valores inferiores a -2,4 MPa supondrían niveles de estrés poco tolerables por estas dos variedades, aunque habría que comprobar el valor exacto a partir de los valores de DPV en el momento de las mediciones (Tabla 1).



Figura 7. Efectos de los tratamientos en la producción de almendra grano.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

3.- Resultados

En cuanto a **Marta**, la respuesta productiva varió de las anteriores (Figura 7). Si bien es cierto que los tratamientos RDC-65 y Control no mostraron diferencias entre ellos, éstas si fueron apreciables con respecto al 150-ETc. Esta situación estaría directamente relacionada con lo observado a nivel de potencial. Así, Marta ofrecía valores de potencial más conservativos (menos negativos), lo cual está directamente relacionado con un mayor control estomático ante situaciones de estrés moderado. Este hecho provocaría caídas a nivel de conductancia estomática que ulteriormente, terminarían afectando a nivel fotosintético, y por ende, a nivel productivo. Estos resultados apoyarían en principio la necesidad de tomar la línea base definida en esta variedad para este tratamiento, asumiendo que, desviaciones en los valores de potencial hacia los registrados en las líneas base del tratamiento Control o RDC-65 podrían ir acompañadas de mermas en los valores finales de producción. En cuanto a los valores umbrales para esta variedad, en ningún caso deberían de ser inferiores a $-1,7$ MPa, en caso de querer asegurarnos producciones máximas, y siempre por encima de $-2,0$ MPa caso de tener que realizar alguna restricción en el riego.

Caso de detectarse desviaciones hacia valores de potencial por encima de los recogidos en los umbrales de estrés (Tabla 1), se establecerían recortes adicionales entre un 15-20% con respecto a la dosis de riego aplicada; con un seguimiento posterior del potencial entre 3 y 5 días, con objeto de comprobar si se ha logrado un acercamiento al valor óptimo requerido por la línea base escogida. En caso de que no se alcanzara, se repetiría el procedimiento hasta conseguir dicho alcanzar el valor óptimo dentro de un rango de $\pm 0,2$ MPa. Igualmente, caso de detectarse desviaciones en el potencial hacia valores más negativos (mayor nivel de estrés), se recomienda incrementar la dosis de riego entre un 15-20%, comprobando en las 72h posteriores si dicho incremento ha sido suficiente para acercar los valores de potencial a los sugeridos por la línea base.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

4.- Conclusiones y Recomendaciones

Las líneas base definidas así como los rangos de valores umbrales para cada una de las variedades y tratamientos de riego y bajo condiciones agroclimáticas similares a las registradas a nivel experimental, permitirían establecer una programación de riegos y una correcta toma de decisiones, facilitando la gestión del riego especialmente en situaciones de estrés hídrico. El criterio a la hora de usar una u otra función vendría marcado no sólo por la respuesta productiva del cultivo, sino también por la disponibilidad de agua, de forma que, en caso de no contar con las cantidades de riego necesarias para satisfacer la demanda del cultivo, se podría al menos establecer una programación de riegos que nos asegurase mínimas pérdidas en producción.

Además, se pudo observar una diferenciación en la respuesta al déficit hídrico dependiendo de la variedad, siendo Guara y Lauranne las que a priori ofrecerían una respuesta más positiva. En este sentido, a tenor de los resultados observados, éstos plantean la necesidad de desarrollar trabajos futuros destinados a estimar de forma diferenciada las necesidades hídricas de distintas variedades de almendro.

A pesar de que los resultados obtenidos pertenecen a una sola campaña, éstos han sido corroborados a través de trabajos similares y en campañas sucesivas, lo que justifica la adecuación de estas funciones para la gestión del riego en las tres variedades de almendro consideradas, especialmente cuando existe la necesidad de aplicar una situación de estrés hídrico durante el periodo de llenado de grano.

Aplicación de las Líneas Base de Potencial para la Gestión del Riego en el Cultivo del Almendro

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Edificio Servicios Múltiples Los Bermejales. Avda. Grecia s/n

41012 Sevilla (Sevilla) España

Teléfono: 958 056 000

e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es

www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa



www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE**