

# Efecto de la aplicación foliar de **trinexapac-ethyl** sobre la **respuesta** de un rough de *poa pratensis* a la **sequía** y al calor

GÓMEZ DE BARREDA, D.<sup>1</sup>; BELLÓN, J.<sup>1</sup>; PEÑAPAREJA, D.<sup>2</sup>; MOLINA, R.<sup>1</sup>; GONZÁLEZ, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> **Departamento de Producción Vegetal.**

**Universitat Politècnica de València.**

**Camino de Vera s/n. Valencia 46022**

<sup>2</sup> **Comité de la Green Section.**

**Real Federación Española de Golf. Madrid**

**L**a *Poa pratensis* es una cespitosa de clima templado con una tolerancia baja al calor y a la sequía. A pesar de su baja tolerancia al estrés hídrico, presenta rizomas cortos que muchas veces le permiten sobrevivir a ciertos períodos desfavorables durante la estación estival, pero el apoyo de agua extra que debe hacerse durante el verano es grande y en gran parte de España los recursos hídricos en época estival son escasos. Si esta especie no se riega

lo suficiente durante el verano, a la salida de éste puede haber una pérdida de densidad y cobertura de césped que queda patente en el campo. El inhibidor del crecimiento Trinexapac-ethyl (TE) bloquea el último paso en la biosíntesis de las formas activas de las giberelinas, dando lugar a un crecimiento vegetativo más len-

to. Existen numerosas investigaciones que han demostrado un aumento de la calidad del césped, bajo condiciones de estrés, tras la aplicación de TE (Jiang and Fry, 1998; Heckman et al 2001a; Bian et al 2009) incluso puede reducir la calidad de un tepe de *P. pratensis* tras su cosechado y almacenado pues baja el calor interno de esta especie (Heckman et al, 2001b).

El Centro Nacional de Golf en Madrid en colaboración con el Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia, La Real Federación Española de Golf y la Asociación Española de Greenkeepers, ha desarrollado un estudio durante los meses de Abril a Julio de 2011 con el objetivo de comprobar si el regulador de crecimiento Trinexapac-ethyl (TE) es capaz de mejorar la resistencia a la sequía de un césped a base de *Poa pratensis* sin mermar su calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño experimental

El estudio se ha llevado a cabo en subparcelas de 4 m<sup>2</sup> de la zona del rough del Centro Nacional de Golf constituida por una mezcla de *Poa pratensis* y *Lolium perenne* en la que predomina la primera. En fun-



Figura 1. Parcelas elementales del ensayo antes de realizar los tratamientos

ción de las condiciones climáticas medidas durante la época del estudio se testaron 3 niveles distintos de riego: Riego al 100% de la ETC, riego al 60% de la ETC y riego al 30% de la ETC, dos niveles de aplicación del TE: Aplicación (T) y no aplicación (C) y se replicó la experiencia 3 veces. Por lo tanto, se diseñaron 18 parcelas elementales de 4 m<sup>2</sup> que dieron una superficie total de 72 m<sup>2</sup> (figura 1).

Se realizaron 3 tratamientos con el regulador de crecimiento MODDUS (trinexapac-ethyl, 25% v/v) separados 14 días entre ellos y aplicándose el primero el 15 de Abril. La dosis de aplicación fue de 1,5 ml/L de Moddus en la primera aplicación y de 1,04 ml/L en las otras dos con 600 l/ha volumen de aplicación en todos los

## INHIBIDOR

El trinexapac-ethyl da lugar a un crecimiento vegetativo más lento

# Efecto de la aplicación foliar de trinexapac-ethyl sobre la respuesta de un rough de poa pratensis a la sequía y al calor



al 9 = césped en óptimas condiciones) antes y después de la siega y mediante dos observadores

☛ **Presencia de la mala hierba *Poa annua*.** Se determinó por parte de dos observadores el % de cubrición de la parcela por parte de plantas de *Poa annua* en floración.

☛ **Altura del césped:** Se determinó con una regla graduada tomando 15 medidas de cada parcela elemental.

☛ **Peso de los restos de siega:** tras 7 días sin segar, se segó de manera individualizada cada parcela elemental y se determinó el peso de los recortes de siega (peso fresco). Posteriormente, y en laboratorio, se introdujeron los recortes de siega en estufa a 110 °C durante 24 h y se determinó el peso seco de las muestras.

☛ **Estrés hídrico:** Se recogieron de cada parcela elemental muestras de hojas (10 a 20) en buen estado, se pesaron y tras hidratarlas durante 6 h, se volvió a determinar su peso para comprobar la ganancia de agua según el estrés hídri-

co que presentaban. Cuanto más estresadas estuvieran las plantas más agua ganarían durante el hidratado.

☛ **Análisis de prolina y carbohidratos:** se recogieron muestras de 35 g de hojas de cada parcela elemental y se procesaron en laboratorio para la determinación del contenido en prolina y de azúcares solubles (glucosa, sacarosa, etc) e insolubles (almidón). Estas medidas pueden dar una idea del nivel de estrés hídrico de a planta, pues cuanto más estresadas están las plantas más bajan los niveles de estas sustancias.

Por último, se realizó una evaluación final de aspectos fisiológicos analizando las características agronómicas anteriores y añadiendo el potencial hídrico de la hoja mediante una cámara de presión tipo “Scholander” (Figura 3 arriba), la tasa fotosintética y parámetros relacionados mediante un medidor de fotosíntesis portátil LI-6400 (Figura 3 abajo izquierda) y unas pinzas para la



casos. En la figura 2 se observa un croquis temporal del ensayo.

### Evaluaciones realizadas

Se realizaron 5 evaluaciones por parte del equipo de la Universidad Politécnica de Valencia: 4 evaluaciones de aspectos agronómicos en intervalos de unas 3-4 semanas en la que se determinaron los siguientes aspectos:

☛ **Aspecto general del césped** (escala visual del 1 = césped muerto,

Figura 2: Plan de actuaciones (tratamientos, muestreos, etc) durante el ensayo.

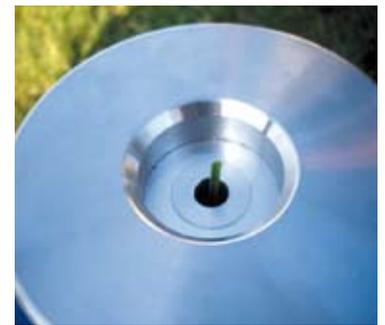


Figura 3. Diversos aparatos usados para medir la respuesta fisiológica del césped a los tratamientos inducidos. Obsérvese en la fotografía de arriba a la derecha a una hoja de *P. pratensis* en el momento de ser medido su potencial hídrico en la cámara de presión.

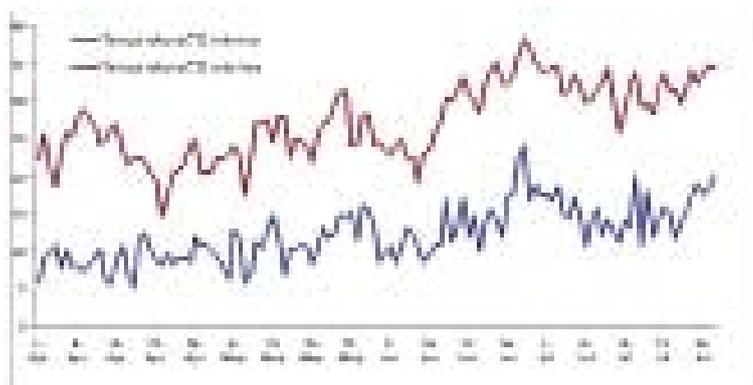


Figura 4. Temperaturas diarias máximas y mínimas registradas durante el ensayo



Figura 5: Aspecto de la parcela experimental durante el cuarto muestreo el 1 de Julio de 2011

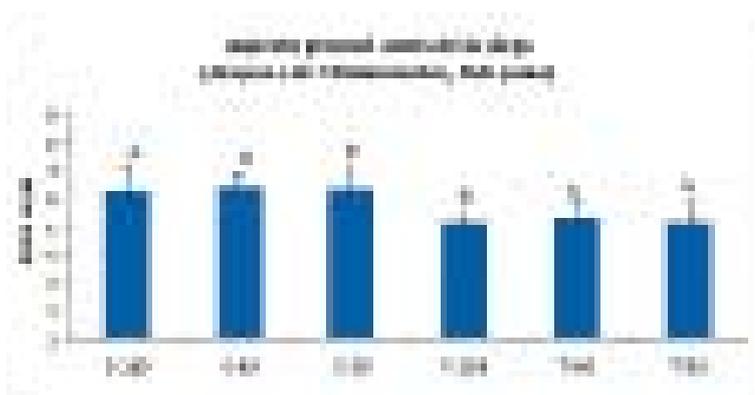


Figura 6: Aspecto del césped tras los 3 tratamientos del regulador de crecimiento. C (controles); T (Trinexapac-ethyl); 30, 60 y 100 (% de la ETC). Letras diferentes sobre columnas indican diferencias estadísticamente significativas. Test LSD ( $p < 0.05$ ).

**CALOR**  
Las altas temperaturas provocaron la entrada en latencia de la *poa pratensis*

determinación de la fluorescencia emitida por las hojas, tras iluminarlas, después de haberlas sometido a oscuridad (Figura 3 abajo derecha).

### Condiciones meteorológicas

En la figura 4 se observa la evolución de las temperaturas máximas y mínimas durante la época del estudio. Hay que indicar que entre el 27 de abril al 7 de junio (periodo de 11 días) se registraron 99 mm de lluvia repartidos en cuatro días (42 + 10 + 7 + 40 mm), razón por la cual se aprecia en la gráfica una bajada brusca de las temperaturas máximas en esa época. Asimismo, hay que hacer notar que unos días antes de este periodo de lluvias habían empezado a darse los riegos diferenciales por lo que se retrasó el efecto del estrés hídrico y posiblemente se difuminó el posible efecto del regulador de crecimiento sobre el estrés hídrico. Las altas temperaturas alcanzadas en el último mes del estudio provocaron la entrada en latencia de la *P. pratensis* y la casi desaparición del césped en las parcelas que recibieron menos riego (figura 5).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Aspecto general del césped

Tras 2 tratamientos con TE, se aprecia una leve disminución del aspecto estético del césped en las parcelas tratadas con el regulador de crecimiento, que se mantiene hasta al menos el 8 de junio donde ya se ha tratado 3 veces (figura 6). A partir de esta fecha tan solo hay diferencias de aspecto estético entre parcelas que reciben diferentes cantidades de agua, no habiendo efecto alguno del regulador.

En la figura 7, puede verse una gráfica de la evolución del aspecto general a lo largo del ensayo, confirmándose que en un principio el TE afectaba al césped pero posteriormente se recuperaba, habiendo al final únicamente

El regulador de crecimiento no parece estar ayudando a que el césped presente una mayor tolerancia a la sequía

# Efecto de la aplicación foliar de trinexapac-ethyl sobre la respuesta de un rough de poa pratensis a la sequía y al calor



Figura 7: Evolución del aspecto general del césped a lo largo del ensayo.

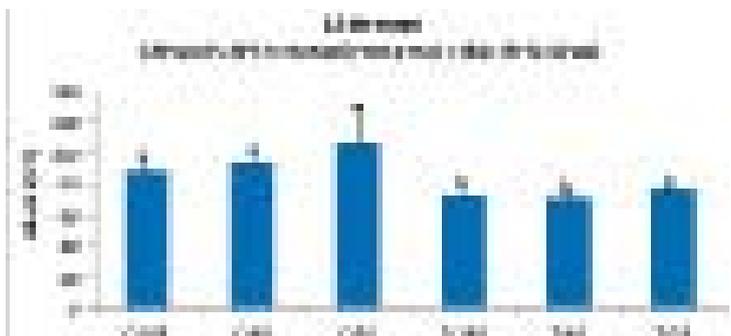


Figura 8: Altura alcanzada por el césped tras 7 días sin segar. Letras diferentes sobre columnas indican diferencias estadísticamente significativas. Test LSD ( $p < 0.05$ ).

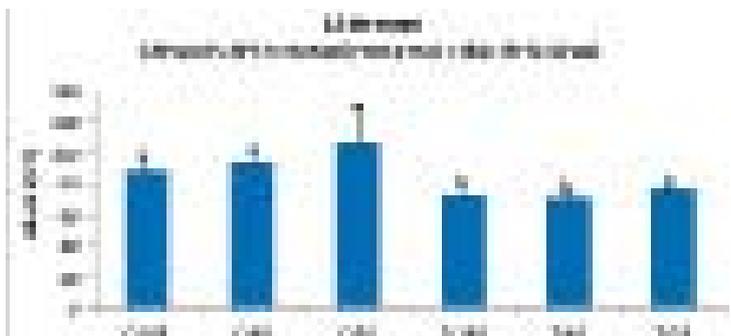


Figura 9: Peso fresco de los recortes de siega. Letras diferentes sobre columnas indican diferencias estadísticamente significativas. Test LSD ( $p < 0.05$ ).

diferencias significativas entre cantidades de riego. Todo esto nos lleva a la conclusión de que el regulador de crecimiento no parece estar ayudando a que el césped presente una mayor tolerancia a la sequía.

## Presencia de la mala hierba *Poa annua*

Inicialmente, en las parcelas tratadas con TE, se observa un in-

cremento del porcentaje de *Poa annua*, y en las no tratadas o se reduce el % de *Poa annua*, o tan sólo aumenta un poco. Esto puede ser debido a que el césped tratado, al reducir su crecimiento pierde competitividad frente a otras especies, que aunque también están afectadas en su crecimiento, son más propensas a formar inflorescencias en esta época. En los dos últimos mues-

treos el % de *P. annua* disminuyó mucho pues ya nos encontrábamos en pleno mes de Julio donde las altas temperaturas la hicieron desaparecer.

## Altura del césped

El regulador es muy efectivo en la disminución del crecimiento (figura 8). Ya desde la primera aplicación se observaron diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las no tratadas, efecto que duró hasta aproximadamente inicios de julio donde ya no se observaban diferencias en la altura pues el calor en esta época hizo que la *Poa pratensis* entrase en latencia y no creciera.

## Peso de los restos de siega (tras 7 días sin segar)

Se aprecian diferencias de nuevo entre parcelas tratadas o no (figura 9), pero no existen entre tratamientos de riego pues las lluvias de finales de Mayo e inicios de Junio enmascararon los resultados. En cambio, tras entrar el césped en latencia, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre pesos según tratamiento ni riego.

## Análisis de prolina y carbohidratos

En ambos casos no hay diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de TE y si alguna mínima diferencia entre tratamientos de riego al final del ensayo, observándose que las plantas de las parcelas que habían recibido menos agua, presentaban valores de prolina y carbohidratos más bajos, como era de esperar.

## Potencial hídrico de la hoja

El regulador ensayado (TE) no tiene una influencia significativa sobre la variación del potencial hídrico en la hoja, en ninguna de las condiciones ensayadas (Tabla 1). La mayor fuente de variación

## COMPETENCIA

El césped tratado pierde competitividad frente a especies más propensas a formar inflorescencias al reducir su crecimiento

**Tabla 1. Valores relativos al control (100% de riego) del potencial hídrico en hoja. Influencia del estrés hídrico en los distintos bloques sembrados. Letras diferentes al lado de los valores indican diferencias estadísticamente significativas. Test LSD ( $p > 0.05$ )**

Riego	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
30%	201 c	263 c	259 c
60%	128 b	147 b	155 b
100%	100 a	100 a	100 a

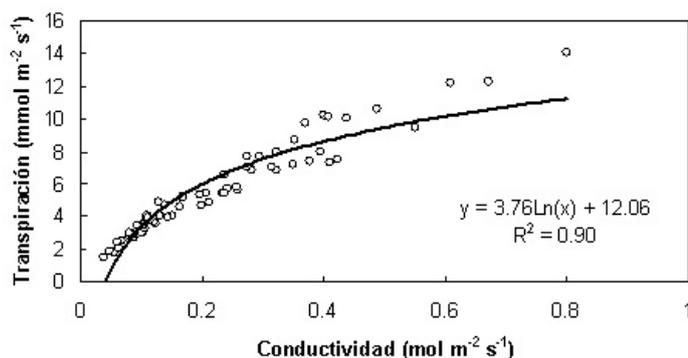


Figura 10: Correlación entre transpiración y conductancia estomática de la *P. pratensis* ensayada.



Figura 11: Aspecto de la parcela experimental durante el último muestreo el 15 de Julio de 2011

La Universidad Politécnica de Valencia ya investiga una experiencia similar con festuca arundinacea en condiciones de invernadero

es el tratamiento de estrés aplicado (riego), llegando a alcanzar valores negativos del 200-260 % sobre el control en el caso del estrés hídrico más severo (30% de la ETC) y entre 128-155% para un estrés hídrico más leve (60% de la ETC).

Es de señalar lo elevado de los valores de  $\Psi$  en esta especie y para estas condiciones, ya que los valores del control están alrededor de -2 Mpa. La fase en que se encuentra el cultivo, así como unos elevados valores de transpiración correlacionados, fundamentalmente, con una elevada conductividad estomática, podrían explicar parcialmente este efecto (figura 10).

### Fotosíntesis y parámetros relacionados

El regulador *Trinexapac* no tiene efecto sobre la tasa fotosintética de las hojas en ninguna de las condiciones de estrés hídrico ensayadas. Al igual que en la medición del potencial hídrico, la principal fuente de variación es el tratamiento de estrés hídrico que disminuye la fotosíntesis a un 54% del control en el caso del estrés hídrico leve y a un 28% del control en el caso del estrés más severo.

El análisis de la fluorescencia en oscuridad, que nos da el rendimiento cuántico del fotosistema II y refleja el estado de fotoinhibición de ese fotosistema, nos indica la existencia de una disminución del rendimiento cuántico en los tratamientos sometidos a estrés hídrico. Es decir no hay efecto del regulador TE pero si entre diferentes cantidades de riego.

### CONCLUSIONES

El tratamiento aplicado (*Trinexapac-ethyl*) ejerce bien su papel sobre *Poa pratensis* en cuanto a la disminución de su crecimiento, pero tan sólo, durante aproxima-

# Efecto de la aplicación foliar de trinexapac-ethyl sobre la respuesta de un rough de poa pratensis a la sequía y al calor

damente los 2 primeros meses del ensayo, pues luego la planta entra en parada vegetativa por el intenso calor. Sin embargo, el aspecto estético del césped, es a veces, ligeramente peor cuando es tratado con el regulador de crecimiento.

Los tratamientos diferenciales de riego también resultan ser significativos en cuanto a casi todos los aspectos evaluados. Es decir, cuanto menos agua recibe el césped, más se resiente en cuanto a crecimiento, aspecto, potencial hídrico, tasa de fotosíntesis, etc. Ahora bien, el regulador de crecimiento no ejerce efecto significativo sobre la tolerancia al estrés hídrico de *Poa pratensis*, en este momento del cultivo, y con las condicio-

nes de estrés hídrico aplicado. Quizás las lluvias habidas a mitad del ensayo enmascararon el tercer muestreo y los dos últimos muestreos ya se hicieron en época de parada vegetativa con poca respuesta de la planta a los factores introducidos (riego y trinexapac-ethyl).

En la Universidad Politécnica de Valencia ya se está realizando durante 2011-2012 una experiencia similar pero con dos variaciones fundamentales: 1) la especie ensayada es *Festuca arundinacea* pues no presentará una parada vegetativa con el calor tan acusada como *P. pratensis* y 2) se está realizando en condiciones de invernadero para evitar el enmascaramiento del ensayo por las lluvias primaverales. ■

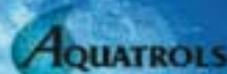
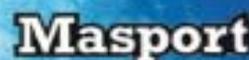
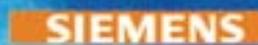
## BIBLIOGRAFÍA

- **Bian, X., Merewitz, E. and Huang, B. 2009.** *Effects of Trinexapac-ethyl on Drought Responses in Creeping Bentgrass Associated with Water Use and Osmotic Adjustment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 134(5): 505-510.*
- **Heckman, N.L., G.L. Horst, R.E. Gaussoin, and L.J. Young. 2001a.** *Heat tolerance of kentucky bluegrass as affected by trinexapac-ethyl. HortScience 36:365-367.*
- **Heckman, N.L., R.E. Gaussoin, and G.L. Horst. 2001b.** *Multiple Trinexapac-ethyl Applications Reduce Kentucky Bluegrass Sod Storage Temperatures. HortTechnology 11(4): 595-598.*
- **Jiang, H. and J. Fry. 1998.** *Drought responses of perennial ryegrass treated with plant growth regulators. HortScience 33:270-273.*

# Rimesa

## INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO

Tel. 95 281 49 44  
Fax. 95 281 18 41



C.N. 340 - km 175 - Río Verde (Frente a Pto. Banús) 29660 Marbella (Málaga)  
administracion@rimesa.es • www.rimesa.es

