

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D' ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

## **Caracterización de una nueva variedad comercial de la especie cespitosa *Cynodon dactylon* (L.) Pers. para su uso en jardinería y espacios deportivos.**

Trabajo Final de Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del  
Medio Rural

Curso Académico: 2019/2020

Autor: Pablo Escribano Martínez  
Tutor: Diego Gómez de Barreda Ferraz

Valencia, Junio de 2020



## **Caracterización de una nueva variedad comercial de la especie cespitosa *Cynodon dactylon* (L.) Pers. para su uso en jardinería y espacios deportivos.**

Los céspedes son un cultivo herbáceo del que no se cosecha nada, pero del que los seres humanos aprovechan sus cualidades para satisfacer sus necesidades de ocio bien sea con los céspedes deportivos o los ornamentales. Una de las especies botánicas formadoras de césped más empleada en España es *Cynodon dactylon* (L.) Pers., ya que se trata de una especie muy resistente al pisoteo y al calor. De cada especie cespitosa existen numerosas variedades comerciales, las cuales van sustituyéndose con el paso del tiempo a medida que unas van mejorando a otras. En el caso de *Cynodon dactylon*, la variedad más ampliamente cultivada en España propagada por semilla ha sido 'Princess 77'. Dicha variedad podría ser reemplazada y se cree que la variedad 'MBG 002' podría ser una buena candidata. El objetivo de este trabajo final de grado será determinar las características morfológicas y alguna fisiológica de esta variedad, realizando un estudio técnico en el que se detallan diferentes aspectos de la planta comparándolos con algunas variedades de *C. dactylon* ya existentes ('Arden 15', 'Común', 'Princess 77', 'Sahara II' y 'Sultán'). De este estudio se reportan las características morfológicas de las semillas de 'MBG 002', que son muy similares a las de variedades como 'Arden 15' o 'Princess 77', aunque con una característica que merece ser destacada, por su escaso peso, la dosis de siembra necesaria es de 3,7 g/m<sup>2</sup>, convirtiéndose así en la variedad con la dosis de siembra más baja de las 6 variedades de *Cynodon dactylon* empleadas en este trabajo. De la parte aérea de la planta, destaca la elevada pilosidad de la lígula de 'MBG 002', así como una menor longitud de las hojas y una distancia entre nudos intermedia entre 'Arden 15' y 'Princess 77'. Además, se ha llevado a cabo un ensayo comparativo de la resistencia a la salinidad del agua de riego de la nueva variedad frente al resto de variedades empleadas en este trabajo. Se comprueba como la variedad 'MBG 002' no mejora la resistencia a este factor si se compara con el resto de las variedades.

**Palabras clave:** césped, semilla, salinidad, morfología.

**Alumno:**

Pablo Escribano Martínez

**Tutor:**

Diego Gómez de Barreda Ferraz

**Valencia, Junio 2020**

## **Characterization of a new Bermudagrass (*Cynodon dactyl* (L.) Pers.) commercial variety for gardening and sport facilities.**

Turfgrass does not have a yield component. The value of turfgrass for human being is its inherent aesthetic quality and usability for gardening and sport facilities. One of the most cultivated turfgrass species in Spain is Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) as it is quite resistant to wear and heat. Within each turfgrass species there are a big number of commercial varieties, which are being continuously replaced as new varieties improve the previous ones. The most used Bermudagrass variety in Spain is called 'Princess 77', which is probably going to be replaced by a new variety called 'MBG 002'. The objective of this final degree thesis will be to determine the morphological and some physiological characteristics of this new variety through a technical study detailing different aspects of the plant compared to existent Bermudagrass varieties. From this study, the morphological characteristics of the seeds of 'MBG 002' are reported. They are very similar to 'Arden 15' or 'Princess 77', varieties although with a characteristic that deserves to be highlighted, its low weight which decreases the sowing dose to 3,7 g/m<sup>2</sup>, thus becoming the variety with the lowest sowing dose of the 6 tested varieties of *Cynodon dactylon* used in this work ('Arden 15', 'Común', 'MBG 002', 'Princess 77', 'Sahara II' y 'Sultán'). From the aerial part of the plant, the hairy ligule of the 'MBG 002' variety also highlights as well, as the shorter length of the leaves and an intermediate distance between-knots, that are between 'Arden 15' and 'Princess 77'. In addition, another study will be conducted in order to test the resistance of this new turfgrass variety to irrigation water salinity. It is reported how the variety 'MBG 002' does not improve the resistance to this factor when compared to the rest of the varieties.

**Keywords:** turfgrass, seed, salinity, morphology.

**Student:**

Pablo Escribano Martínez

**Tutor:**

Diego Gómez de Barreda Ferraz

**Valencia, June 2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Colegio Público Obispo Almonacid.

Al Colegio Rural Agrupado Ojos de Moya.

Al Instituto de Educación Secundaria Serranía Baja.

A la Universitat Politècnica de València.

A mi tutor, Diego, por hacer posible la finalización de este trabajo en tiempos de pandemia (Covid-19).

A mis padres y abuelos.

A mi hermano.

A mi familia y amigos.

# Índice

1. Introducción. ....	1
1.1 El césped. ....	1
1.1.1 Definición de césped. ....	1
1.1.2 Tipos de céspedes. ....	1
1.1.3 Beneficios del césped. ....	2
1.1.4 Especies vegetales formadoras de césped. ....	3
1.2 <i>Cynodon dactylon</i> . ....	4
1.2.1 Origen de la especie <i>C. dactylon</i> . ....	4
1.2.2 Características morfológicas y de crecimiento de <i>C. dactylon</i> . ....	6
1.2.3 Principales ventajas y desventajas de <i>C. dactylon</i> . ....	7
1.2.4 Variedades comerciales. ....	9
2. Justificación y objetivos. ....	11
3. Caracterización de la variedad 'MBG 002'. ....	12
3.1 Semilla. ....	12
3.2 Parte aérea. ....	17
3.2.1 Variedades comerciales de <i>C. dactylon</i> empleadas en el estudio. ....	17
3.2.2 Evaluación de la parte aérea de la planta. ....	19
3.3 Comportamiento frente al riego con agua salina. ....	26
4. Conclusiones. ....	33
BIBLIOGRAFÍA. ....	34

# ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

## Figuras

Figura 1. Césped deportivo en el estadio de fútbol “Ciutat de Valencia” .....	2
Figura 2. Inflorescencia de <i>Cynodon dactylon</i> (CONABIO, 2019). .....	6
Figura 3. Latencia en <i>Cynodon dactylon</i> en el mes de enero en la parcela de prácticas de la UPV. ....	8
Figura 4. Formación de <i>thatch</i> en <i>Cynodon dactylon</i> . ....	9
Figura 5. Sobres de semillas de <i>Cynodon dactylon</i> proporcionados por la empresa comercializadora. ....	12
Figura 6. Pesado de las semillas. ....	13
Figura 7. Binocular empleado para caracterizar las semillas. ....	13
Figura 8. Semillas de <i>Cynodon dactylon</i> 'Arden 15'. ....	14
Figura 9. Semillas de <i>Cynodon dactylon</i> 'Común'. ....	14
Figura 10. Semillas de <i>Cynodon dactylon</i> 'Princess 77'. ....	14
Figura 11. Semillas de <i>Cynodon dactylon</i> 'Sahara II'. ....	15
Figura 12. Semillas de <i>Cynodon dactylon</i> 'Sultán'. ....	15
Figura 13. Semillas de <i>Cynodon dactylon</i> 'MBG 002'. ....	16
Figura 14. Semillas de 6 variedades de <i>Cynodon dactylon</i> . ....	16
Figura 15. Aspecto parcelas experimentales de las 6 variedades de <i>Cynodon dactylon</i> (Manises). ....	21
Figura 16. Recipiente con sustrato e identificado. ....	22
Figura 17. Detalle parte aérea <i>Cynodon dactylon</i> 'MBG 002'. ....	24
Figura 18. Hojas de <i>Cynodon dactylon</i> . A:'Arden 15'; B:'Común'; C:'MBG 002'; D:'Princess 77'; E:'Sahara II'; F:'Sultán'. ....	24
Figura 19. Parte aérea de variedades de <i>Cynodon dactylon</i> . ....	25
Figura 20. Plantas seleccionadas para el ensayo de riego con agua salina. ....	27
Figura 21. Detalle de plantas de <i>Cynodon dactylon</i> var. 'Común' recién trasplantadas. ....	27
Figura 22. Detalle del conductímetro "Consort C860". ....	28
Figura 23. Pesado de las plantas en balanza de precisión. ....	28

Figura 24. Evolución del crecimiento en variedades de <i>Cynodon dactylon</i> regadas con aguas de diferente salinidad. ....	29
Figura 25. Diferencias en el crecimiento entre variedades a los 32 días del inicio del riego. ....	30
Figura 28. Intervalos LSD por variedad y tipo de agua de riego para el peso de las plantas.....	32

## Tablas

Tabla 1. Especies cespitosas más frecuentemente usadas a nivel mundial (Monje, 2008). ....	4
Tabla 2. Especies y variedades botánicas del genero <i>Cynodon</i> y su dotación cromosómica (Monje,2008). ....	5
Tabla 3. Características morfológicas de los híbridos de <i>Cynodon dactylon</i> para greens de campos de golf (McCarty y Miller,2002). ....	6
Tabla 4. Temperaturas del aire y del suelo que afectan al desarrollo de la especie (McCarty y Miller, 2002).....	7
Tabla 5. Principales empresas de semillas de césped y variedades de <i>Cynodon dactylon</i> que comercializan en España. ....	10
Tabla 6. Número de semillas por peso conocido y sus dosis de siembra.....	13
Tabla 7. Principales características morfológicas de las semillas. ....	16
Tabla 8. Mediciones parcelas experimentales (Manises).....	20
Tabla 9. Caracterización morfológica de la parte aérea de las variedades de <i>Cynodon dactylon</i> empleadas. ....	23
Tabla 10. Diferencias en el peso de las plantas en función de la salinidad del agua de riego. ....	32

# 1.Introducción.

## 1.1 El césped.

### 1.1.1 Definición de césped.

Dependiendo de la fuente consultada, se encuentran varias definiciones de césped, quizás la más acertada sea la de Monje (2008) que indica que, el césped es un tapiz formado por hierbas, principalmente gramíneas (*Poaceae*), que son capaces de soportar siegas sistemáticas, perdurar en el tiempo y presentar un tapiz uniforme. Por otro lado, Hessayon (2003) define el césped de gramíneas (en adelante poáceas) como una zona cubierta por tepes de gramíneas entrelazadas, segada regularmente de forma que se mantenga igualado y sea capaz de resistir cierto tráfico por encima suyo. Esta última definición no es muy acertada, pues implica que el césped se implanta por tepes, pudiendo hacerse también por semillas, que de hecho es lo más normal. Por otro lado, la R.A.E (Real Academia Española) define el césped como una hierba menuda y tupida que cubre el suelo.

### 1.1.2 Tipos de céspedes.

Los diferentes tipos de césped y su clasificación varía de unos autores a otros, aunque en rasgos generales dependerá fundamentalmente del uso más habitual que se vaya a dar al césped, así como de características agronómicas propias de las especies botánicas formadoras de césped. Para autores como Hessayon (2003), los tipos de césped existentes se clasifican en: céspedes de primera clase, céspedes de segunda clase y césped desgastado.

Dentro del césped de primera clase, Hessayon diferencia por un lado el césped suntuario y por otro el césped utilitario.

- Césped suntuario: se trata del clásico césped ornamental, muy apto para zonas próximas a las casas y pequeños jardines en los que pueda observarse por todos, pero muy delicado frente al tráfico. Está formado por poáceas compactas, de follaje fino y que se mantiene tupido al segarlos con regularidad a poca altura.
- Césped utilitario: aquel que permite el tráfico, juegos de niños, pisoteo de animales, etc. Puede resistir un abandono moderado y algunos errores en su mantenimiento sin deteriorarse demasiado. No tiene la apariencia aterciopelada ni la vistosidad del césped suntuario.

El césped de segunda clase es de los más empleados, éste se caracteriza porque a pesar de formar una cubierta de poáceas cespitosas adecuada, tiene problemas derivados de numerosos factores normalmente ligados a un bajo mantenimiento, como: la aparición de hierbas no deseadas, bordes irregulares, zonas desnudas y manchas pardas entre otros. El césped de segunda clase puede reconvertirse a césped de primera clase aplicando las técnicas necesarias para resolver los problemas que hayan aparecido.

El césped desgastado es aquél cuya principal característica es la falta de superficie cespitosa debido a la ausencia de gramíneas, estas han sido

sustituidas por musgos, malas hierbas o bien suelo desnudo. Produce un efecto desagradable a la vista y sensación de abandono.

Otra clasificación, quizás más intuitiva, consiste en diferenciar 2 posibles tipos de césped, por un lado, los céspedes ornamentales, y por otro lado los céspedes deportivos. Dentro de los ornamentales aparecería una subclasificación en:

- Césped suntuario (en jardines privados cercanos a viviendas o junto a edificios emblemáticos), formado por especies de hoja fina y segado a una muy baja altura, consiguiendo un gran valor ornamental.
- Césped utilitario de primera clase (usado principalmente para jardines privados y algunas zonas de parques públicos), pudiéndose usar especies de hoja más ancha disimulando así las malas hierbas.
- Césped utilitario de segunda clase (usados en parques públicos, piscinas, rotondas), en las que se usan las especies más rústicas.

En el caso de los céspedes deportivos, la principal cualidad que deben poseer las especies es la de resistir el pisoteo y tener una gran capacidad de regeneración, por ejemplo, en campos de fútbol (figura 1) y de golf sobre todo.



Figura 1. Césped deportivo en el estadio de fútbol "Ciutat de Valencia".

### 1.1.3 Beneficios del césped.

Al establecer una superficie cespitosa, se pueden conseguir acciones beneficiosas para el medio ambiente. Monje 2008, indica las siguientes: reducir la erosión del suelo (esto puede tener gran importancia para la conservación de los suelos en disciplinas tan importantes como la fruticultura, con la implantación de cubiertas vegetales); recargar los acuíferos subterráneos (retiene el agua caída además de ser un filtro natural para el agua, disminuyendo así la contaminación de los acuíferos); reducen las partículas de polvo en suspensión al retenerse estas en la superficie de las hojas de las plantas (las reducen de 3 a 6 veces más que una superficie de cristal); cada  $Km^2$  de superficie implantada con césped absorbe aproximadamente 120 kg de  $CO_2$  diarios; mejora la estructura del suelo, mejorando los niveles de materia orgánica y de microorganismos y es un moderador de temperaturas (la reduce de 4 a 6°C si

está bien situado) disminuyendo la energía necesaria para la refrigeración de los hogares.

A pesar de que el césped es un cultivo del que no se cosecha nada, puede tener numerosos beneficios para el ser humano, como: crear una superficie con valor ornamental, que aporte aromas frescos y sensaciones agradables para el ser humano y sus cinco sentidos, además de crear una superficie apta para el descanso y la relajación; así como establecer parcelas que puedan ser utilizadas para la práctica de deportes como el fútbol, hockey, tenis, golf o rugby entre otros.

#### 1.1.4 Especies vegetales formadoras de césped.

La práctica totalidad de las especies vegetales formadoras de céspedes pertenecen a la familia de las poáceas. Las cespitosas empleadas por todo el mundo están comprendidas en unos 16 géneros, dentro de los cuales se emplean unas 37 especies que pueden observarse en la Tabla 1 (Monje, 2008). En el caso concreto de España básicamente se cultivan unas 12 especies. Hay que distinguir 2 situaciones de gran relevancia para implantar unas u otras especies, ya que estas se clasifican en función del clima, apareciendo especies adaptadas al clima templado (también llamadas de estación fría) y especies adaptadas a un clima cálido (o de estación cálida).

Las especies de clima de zonas templadas están mejor adaptadas a las épocas frías del año, es decir se desarrollan mejor cuando las temperaturas se encuentran entre los 8 y los 24°C. Las especies de clima cálido están mejor adaptadas a zonas climáticas en las que las temperaturas rondan entre los 27 y los 35°C. En el caso de especies de clima templado, su metabolismo del carbono es el de las plantas clasificadas como C3, entrando en latencia cuando las temperaturas comienzan a sobrepasar los 30°C y rompiendo dicha latencia con la llegada del otoño. En cambio, las especies de clima cálido tienen un metabolismo del carbono C4 (son más eficientes energéticamente), crecen vigorosamente en verano, cuando las temperaturas se sitúan entre los 25 y los 35 °C, entrando en latencia con la llegada del otoño y el invierno (lo cual produce una pérdida notable de color, adquiriendo un aspecto amarillo-pajizo) (Monje, 2008).

Tabla 1. Especies cespitosas más frecuentemente usadas a nivel mundial (Monje, 2008).

<b>Especies de clima templado</b>	<b>Especies de clima cálido</b>
* <i>Agrostis stolonifera</i>	* <i>Cynodon dactylon</i>
* <i>Agrostis tenuis</i>	* <i>Paspalum notatum</i>
<i>Agrostis canina</i>	* <i>Paspalum vaginatum</i>
<i>Agrostis alba</i>	* <i>Pennisetum clandestinum</i>
* <i>Lolium perenne</i>	* <i>Stenotaphrum secundatum</i>
<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Zoysia japonica</i>
* <i>Festuca rubra</i>	<i>Zoysia matrella</i>
* <i>Festuca ovina</i>	<i>Zoysia tenuifolia</i>
<i>Festuca elatior</i>	<i>Axonopus affinis</i>
* <i>Poa pratensis</i>	<i>Axonopus compressus</i>
<i>Poa compressa</i>	<i>Buchloe dactyloides</i>
* <i>Poa trivialis</i>	<i>Bouteloua gracilis</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Bouteloua curtipendula</i>
<i>Phleum nodosum</i>	<i>Eremochloa ophiuroides</i>
	<i>Chloris gayana</i>

Las especies marcadas con un “\*” hacen referencia a las especies cespitosas más utilizadas en España.

Los géneros más representativos para el clima templado son: *Agrostis*, *Festuca*, *Lolium* y *Poa*; para el clima cálido: *Cynodon*, *Paspalum*, *Pennisetum*, *Stenotaphrum* y *Zoysia*.

Existen zonas en el mundo que ni son de clima cálido ni son de clima templado, se encuentran en las denominadas zonas de transición, ¿qué ocurre en estas zonas de transición climática? aquí pueden cultivarse todas las especies, pero realmente no funciona bien ninguna de ellas porque todas tienen un periodo de tiempo en el que sufren debido al clima, por lo que es necesario saber combinar las especies para conseguir una superficie cespitosa con buen aspecto. La resiembra otoñal es una práctica muy habitual para estas zonas climáticas, llevando a cabo una resiembra (*overseeding*) sobre variedades de clima cálido como pudiera ser el *C. dactylon*, con otras variedades adaptadas a los climas templados (especies C3) como pudieran ser *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Festuca arundinacea* y *Agrostis stolonifera*, para conseguir que la superficie cespitosa mantenga el color verde durante todo el año. Esta práctica se realiza sobre todo en las calles de los campos de golf y en algunos campos de fútbol como por ejemplo los del Sevilla F.C., R. Betis Balompié, Valencia C.F. y Levante U.D. entre otros.

## 1.2 *Cynodon dactylon*.

### 1.2.1 Origen de la especie *C. dactylon*.

El género *Cynodon* está compuesto por 9 especies, que tienen un número de cromosomas variables en un rango de entre 18 y 54 (Tabla 2). Únicamente es la especie *Cynodon dactylon* la que se utiliza para formar céspedes, siendo también la especie *Cynodon transvaalensis* empleada para realizar

cruzamientos con *C. dactylon* y obtener híbridos de gran calidad que se implantan sobre todo en campos de golf, tenis y fútbol.

Tabla 2. Especies y variedades botánicas del genero *Cynodon* y su dotación cromosómica (Monje,2008).

<b>Especies</b>	<b>Número de cromosomas</b>
<i>Cynodon dactylon</i>	2n=36
<i>Var. Afghanicum</i>	2n=18,36
<i>Var. Aridus</i>	2n=18
<i>Var. Coursii</i>	2n=36
<i>Var. Elegans</i>	2n=36
<i>Var. Polevansii</i>	2n=36
<i>Cynodon transvaalensis</i>	2n=18
<i>Cynodon incompletus</i>	2n=36
<i>Cynodon plectostachyus</i>	2n=18
<i>Cynodon arcuatus</i>	2n=36
<i>Cynodon aethiopicus</i>	2n=18,36
<i>Cynodon barberi</i>	2n=36

La especie cespitosa *C. dactylon*, más comúnmente conocida como hierba de las Bermudas o simplemente Bermuda. Es una especie perenne, originaria de pastizales subhúmedos y despejados (abiertos), que, al haber sido pastados a una altura muy baja, propició que se seleccionara frente a otras especies, en condiciones climáticas de veranos cálidos y secos. Se establece el origen de esta especie desde el este de África hasta las Indias Occidentales (McCarty y Miller, 2002). En la actualidad, en España se encuentra espontánea en lugares muy secos y en asociaciones de plantas resistentes al pisoteo. Es buena estabilizante de arenas y resiste muy bien la aridez. Para Merino y Ansorena (1998) se trata de una especie extremadamente rústica y agresiva, siendo capaz de colonizar cualquier tipo de suelo. Esta poácea también es utilizada en el pastoreo, pudiendo ser segada para la producción de hierba para el ganado (no en España). En países como la India se considera una planta sagrada (Monje, 2008). En agricultura convencional, esta especie es considerada como mala hierba (hierba adventicia), en la que un laboreo intensivo y profundo con arado de disco ayuda a reducir las infestaciones de Bermuda.

Beard, 1998, situó también el origen de la Bermuda en África, concretamente en países como Kenia y Uganda en los que la presión de grandes rebaños de animales hizo que se seleccionara esta especie, al sobrevivir a dichos animales gracias a que la especie poseía muchos rizomas y porte rastrero. Los veranos secos y la gran presión de estos herbívoros derivaron en pastos densos, con grandes sistemas radicales, una baja tasa de evapotranspiración, una gran producción de tallos laterales y una excelente resistencia a la sequía por parte de esta especie.

*C. dactylon* tiene 36 cromosomas y produce tanto polen como semillas. Existen híbridos interespecíficos (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) los cuales solo pueden ser propagados vegetativamente. También hay híbridos intraespecíficos (*C. dactylon* x *C. dactylon*), estos pueden propagarse tanto vegetativamente como

por semillas. Y, por último, están las especies sin hibridar como es el caso del *C. dactylon* (común). Los cultivares híbridos interespecíficos, forman superficies de césped muy uniformes. Se debe tener en cuenta que en cultivares comunes, la superficie implantada por semillas puede acabar siendo poco uniforme, apareciendo diferencias entre zonas debido a la variabilidad genética que puede aparecer entre plantas (McCarty y Miller, 2002). Aunque los cultivares comunes producen polen, estos no desarrollan muchas semillas a menos que reciban polen de otro cultivar adyacente que sea distinto, es decir, no tienen un alto grado de autopolinización.

### 1.2.2 Características morfológicas y de crecimiento de *C. dactylon*.

*C. dactylon* es una especie con crecimiento rastrero, al presentar rizomas y estolones (Monje, 2008). Sus características morfológicas más importantes son: hoja laminar y lanceolada de 1,5 a 4 mm de ancho y de color verde azulado, la lígula está sustituida por un collar de pelos y no presenta aurículas. El limbo tiene pelos tanto en su superficie como en sus bordes, lo que hace que el césped sea áspero al tacto. Cuando su uso va destinado a los *greens* de los campos de golf, se suelen utilizar variedades más seleccionadas cuyas principales características morfológicas pueden observarse en la Tabla 3. El ciclo completo, desde la germinación hasta la producción de semillas, es de alrededor de cuatro meses (Pérez y Labrada, 1985), en el caso del uso de la especie como césped, nunca se llegará a completar el ciclo fenológico por la realización de siegas periódicas.

Tabla 3. Características morfológicas de los híbridos de *Cynodon dactylon* para *greens* de campos de golf (McCarty y Miller, 2002).

<b>Características morfológicas</b>	
Textura de la hoja	Fina (1 a 3 mm)
Tipo de brotación lateral	Estolones y rizomas
Vernación de la hoja	Doblada
Tipo de lígula (longitud)	Pilosa (1 a 3 mm)
Aurículas	Ausentes
Punta de la hoja	Puntiaguda
Inflorescencia	De 4 a 5 espigas puntiagudas (Figura 2)
Número de cromosomas	$2n=3X=27$
Viabilidad de la semilla	Estéril



Figura 2. Inflorescencia de *Cynodon dactylon* (CONABIO, 2019).

El crecimiento y desarrollo de esta especie se ve favorecido por condiciones de calor y humedad. En la Tabla 4 pueden observarse algunos rangos de temperatura del aire y del suelo que influyen en el desarrollo de la especie. El metabolismo del carbono de *C. dactylon* se corresponde con una asimilación del tipo C4 (metabolismo característico de especies de clima cálido). No presenta fotorrespiración, y las reservas las almacena en forma de almidón. *C. dactylon* tiene una tolerancia a la salinidad alta, de más de 10 dS/m, aunque puede resentirse cuando en el suelo se encuentran niveles de conductividad eléctrica que sobrepasan los 2,5 dS/m (Monje, 2008), esta característica es otro factor positivo a tener en cuenta para la implantación del césped cerca de zonas costeras. La evapotranspiración media en verano se sitúa entre 4 y 7 mm diarios (McCarty y Miller, 2002), se trata de una especie que no tolera la sombra y que posee una agresividad (capacidad invasiva) muy alta; prefiere los suelos arenocalizos, aunque va bien en la mayoría de los suelos con pH básico. *C. dactylon* es resistente al pisoteo y tiene una baja susceptibilidad de sufrir enfermedades.

Tabla 4. Temperaturas del aire y del suelo que afectan al desarrollo de la especie (McCarty y Miller, 2002).

	Temperatura (°C)
Temperatura óptima del aire para el crecimiento de brotes	29 a 38
Temperatura mínima del aire para el crecimiento	13
Temperatura del aire que provoca la entrada en latencia ( amarilleamiento del césped)	10
Temperatura óptima del suelo para el crecimiento de brotes	27 a 25
Temperatura optima del suelo para el crecimiento de las raíces	24 a 35
Temperaturas del suelo altas que limitan el crecimiento	38 a 43
Temperatura del suelo letal	49
Temperaturas del suelo que provocan la pérdida del 50% de las raíces	-5 a -8

### 1.2.3 Principales ventajas y desventajas de *C. dactylon*.

Las principales ventajas de la especie *C. dactylon* a la hora de implantar un césped pueden resumirse en:

- a) Resistencia a la sequía: gracias a sus raíces profundas y su vigorosidad tolera muy bien la sequía.
- b) Tiene un crecimiento muy rápido que le permite competir muy bien frente a las malas hierbas.
- c) Excelente tolerancia al pisoteo, con una gran capacidad de regenerarse.
- d) Su resistencia a la salinidad constituye otra ventaja de este especie, convirtiéndose en una buena opción para implantarse en lugares cercanos al mar o regar con aguas salinas.
- e) Existen numerosas alternativas para su propagación, dependiendo de la variedad, se puede propagar tanto por semilla, por tepes o a través de *sprigs*.

- f) En general, esta especie tiene pocos problemas de plagas y enfermedades. Algunos gusanos blancos se alimentan del sistema radical pero normalmente no son una plaga importante (USDA, 2006).
- g) Tolera alturas de corte bajas (importante en céspedes deportivos).

*C. dactylon* también tiene algunos problemas que pueden restringir su uso en ciertas situaciones. Entre los más importantes destacan:

- a) Periodo de latencia: se ha de tener en cuenta que en zonas en las que hay periodos con temperaturas bajas, la Bermuda cambia de color, volviéndose marrón, al aparecer temperaturas por debajo de los 10°C, debido a que la planta entra en latencia, como puede observarse en la figura 3.
- b) La poca tolerancia que tiene esta especie a la sombra, se debe evitar su implantación debajo de las copas de los árboles y de los voladizos de los edificios.
- c) Su rápido crecimiento puede suponer un problema debido a la aparición de *thatch* (acumulación de restos vegetales) como puede observarse en la figura 4, especialmente en los campos de golf.
- d) Requiere más nitrógeno que especies cespitosas de clima templado, requiere de 24 a 98 kg/ha por mes de crecimiento (mientras que las de clima templado satisfacen sus necesidades con entre 12 y 24 kg/ha) (McCarty y Miller, 2002).
- e) Potencial genético inestable.
- f) Invasora de otros céspedes.



Figura 3. Latencia en *Cynodon dactylon* en el mes de enero en la parcela de prácticas de la UPV.



Figura 4. Formación de *thatch* en *Cynodon dactylon*.

#### 1.2.4 Variedades comerciales.

En Estados Unidos, muchas universidades, empresas privadas e instituciones oficiales, han desarrollado durante años un gran número de cultivares de *C. dactylon* y de sus híbridos, que o se encuentran actualmente, o se han comercializado en el pasado, en el mercado especializado en la propagación vegetal y venta de semillas. En el caso de los híbridos interespecíficos, al ser estériles, deben propagarse vegetativamente, o lo que es lo mismo, por esquejes, *sprigs* y/o tepes; de un metro cuadrado de tepes de *C. dactylon* se sacan entre 2.200 y 4.400 esquejes, es decir, unos 56.000 esquejes por metro cúbico (fuente: Wayne Huffine 1982, tomado de Monje, 2008). Hasta mediados de los años 40, en los campos de golf se utilizaba la bermuda común (también llamada Arizona Común) desde el *tee* hasta el *green*. Esta variedad tenía una textura gruesa, creando una superficie irregular. No fue hasta el año 1963 cuando se certificó la primera semilla de *C. dactylon* (*Cynodon dactylon aridus*). Según la UPOV (2019) (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales), en la actualidad existen 201 variedades comerciales de *C. dactylon*. Las variedades comerciales van actualizándose continuamente, evaluándolas un organismo oficial en EE. UU., el NTEP (NATIONAL TURFGRASS EVALUATION PROGRAM), que las puntúa estudiando parámetros como: color, densidad, uniformidad, textura, enfermedades y estrés ambiental, entre otros, puntuando cada parámetro individualmente pero también evaluando la combinación que surge de la unión de todos ellos, para establecer la calidad del césped. Esta evaluación se lleva a cabo en diferentes estados de EE. UU. y posteriormente tras sacar conclusiones, las casas comerciales europeas importan aquellas que pueden ser interesantes para el mercado europeo. Por ejemplo, en España existen diferentes empresas comercializadoras de semillas de *C. dactylon*, algunas de estas empresas y las variedades que ofertan cada una de ellas en la actualidad pueden verse en la tabla 5.

Tabla 5. Principales empresas de semillas de césped y variedades de *Cynodon dactylon* que comercializan en España.

<b>Dalmau</b>	<b>Fitó</b>	<b>Intersemillas</b>	<b>Zulueta</b>	<b>Batlle</b>
Princess 77	Maya	Mohawk	Tifway 419	Gramma Cynodon dactylon
Arden 15	Gobi	Transcontinental	Cynodon dactylon Bermudagrass Gramma fina	-
Común	Riviera	-	-	-
Sultán	-	-	-	-
Sahara II	-	-	-	-
Sovereign	-	-	-	-

## 2. Justificación y objetivos.

Las variedades comerciales de las especies cespitosas van sustituyéndose, ya que con el paso del tiempo aparecen problemas, bien sean estos de carácter biótico (por alguna enfermedad que les afecta), o de carácter abiótico (por variaciones del clima). Otra causa puede ser la aparición de nuevas variedades que mejoran a las ya existentes, así como que no sea rentable la producción de una cierta variedad debido, por ejemplo, a que tienen rendimientos muy bajos y aparece una variedad nueva que mejora este aspecto.

Debido a esto una de las variedades estrella de la especie cespitosa *Cynodon dactylon* propagada por semilla en Europa que era 'Princess 77', está dejándose de producir en EE. UU. debido a su poco rendimiento (proporciona pocos kilos de semilla por hectárea) así como por su poca resistencia al frío. Por ello se buscó un sustituto para dicha variedad. En un principio se creyó que la variedad 'Arden 15' podría convertirse en el sustituto de 'Princess 77', ya que mejoraba ambos aspectos (rendimiento y resistencia al frío), pero el problema que surge es que su calidad estética no es tan buena como lo es en 'Princess 77' (al menos con las condiciones de cultivo existentes en España). Actualmente se piensa que la variedad 'MBG 002' puede ser la sustituta que mejor reemplace y mejore a esta variedad ('Princess 77') tan implantada en el pasado, solucionando tanto las exigencias estéticas del césped como su productividad y resistencia al frío.

Es pues el objetivo de este trabajo final de grado, caracterizar esta nueva variedad y comprobar tanto por referencias bibliográficas como mediante mediciones in situ en ensayos agronómicos, como es esta variedad y sus posibilidades de éxito para las empresas comercializadoras de semillas de césped, así como para la satisfacción del consumidor final.

### 3. Caracterización de la variedad 'MBG 002'.

La caracterización de la variedad 'MBG 002', se ha realizado en base a una comparativa con otras variedades ya existentes de *C. dactylon*, concretamente las siguientes: 'Arden 15', 'Común', 'Princess 77', 'Sahara II' y 'Sultán'. Se han comparado tanto aspectos morfológicos (caracterización de la semillas, estudio de la parte aérea de la planta) como el comportamiento de la nueva variedad frente a la salinidad del agua de riego.

#### 3.1 Semilla.

Las semillas de *C. dactylon* se caracterizan por tener un tamaño muy pequeño, que en la mayoría de los casos apenas superan los 2 mm de longitud. Con el objetivo de estudiar las semillas de las variedades implantadas en este trabajo se han seleccionado semillas al azar de todas las variedades y se ha procedido al estudio de parámetros como su color, dimensiones y peso. Estos caracteres son importantes tanto para diferenciar las diferentes variedades entre lotes de semillas, como para establecer la dosis de siembra en el caso del peso.

Se pretende establecer la dosis de siembra de la variedad 'MBG 002', para ello se lleva a cabo una comparación del número de semillas que se contabilizan en 200 mg de semillas. Se ha llevado a cabo la siguiente metodología: se realizan 3 repeticiones de conteos de semillas para cada variedad de un peso conocido de las mismas (200 mg), realizándose finalmente la media matemática de estos 3 conteos (Tabla 6). El pesado se lleva a cabo con una balanza electrónica "Ohaus Scout Pro" (como puede verse en la figura 6) que posee una precisión de 0,01 g y admite un peso máximo de 600 g. En la figura 5 pueden observarse los sobres con las semillas de cada variedad proporcionadas por la empresa Semillas Dalmau S.L.



Figura 5. Sobres de semillas de *Cynodon dactylon* proporcionados por la empresa comercializadora.



Figura 6. Pesado de las semillas.

Tabla 6. Número de semillas por peso conocido y sus dosis de siembra.

Variedad	Nº semillas/200 mg	Nº semillas/g	Dosis de siembra para Stover Seed (g/m <sup>2</sup> )	Dosis de siembra para Semillas Dalmau (g/m <sup>2</sup> )	Dosis de siembra calculada (g/m <sup>2</sup> )
'MBG 002'	746	3.730	SIN DATOS	SIN DATOS	<b>3,7</b>
'Princess 77'	310	1.550	9,7	8-10	<b>14,8</b>
'Arden 15'	287	1.435	9,7	8-10	<b>9,7</b>
'Sultán'	381	1.905	19,5	10-12	<b>18,2</b>
'Sahara II'	237	1.185	19,5	10-12	<b>11,7</b>
'Común'	330	1.650	SIN DATOS	SIN DATOS	<b>15,7</b>

Además de determinar la dosis de siembra, se ha estudiado la morfología de las semillas. Para cada variedad se ha observado la forma, color y tamaño de dichas semillas. A continuación, se detallan para cada variedad, gracias a su estudio mediante el empleo de una lupa binocular (figura 7) que permite ver con detalle estos frutos de tamaño tan reducido.



Figura 7. Binocular empleado para caracterizar las semillas.

- **Semillas de la variedad 'Arden 15'**: las semillas de esta variedad tienen unos 2 mm de longitud y cerca de 1 mm de anchura, con un ligero estrechamiento en la parte inicial y final de la misma, siendo la parte central la de mayor anchura. El color es marrón ligero y pueden aparecer algunas manchas de color más oscuro en la zona central de la semilla. Lo más habitual es que las semillas de esta variedad sean comercializadas tras ser pildoradas previamente, en este caso para conocer su color original se lavaron previamente. En la figura 8 se presentan dichas semillas.



Figura 8. Semillas de *Cynodon dactylon* 'Arden 15'.

- **Semillas de la variedad 'Común'**: semillas de 2 mm de largo y 1 mm de ancho. Plana en sus caras y tiene un color beige mate.



Figura 9. Semillas de *Cynodon dactylon* 'Común'.

- **Semillas de la variedad 'Princess 77'**: esta variedad, sin duda una de las más conocidas de *C. dactylon*, posee unas semillas de entre 1,7 y 2 mm de longitud, su anchura varía entre 0,5 y 1 mm. La semilla, al igual que con la variedad 'Arden 15', se comercializa pildorada con una coloración verde, aunque el color original es muy parecido al de la variedad 'Arden 15'.



Figura 10. Semillas de *Cynodon dactylon* 'Princess 77'.

- **Semillas de la variedad 'Sahara II':** son muy similares a las de la variedad 'Arden 15', con 2 mm de longitud y 1 mm de anchura. También pueden aparecer pequeñas coloraciones más intensas en alguna porción de la semilla.



Figura 11. Semillas de *Cynodon dactylon* 'Sahara II'.

- **Semillas de la variedad 'Sultán':** las semillas de esta variedad son las que mejor se distinguen del resto, de forma redondeada-elíptica y con un tamaño que apenas supera 1 mm de longitud y 0,5 mm de anchura. Su color marrón intenso también permite diferenciarla de las demás variedades. A pesar de tener un tamaño más pequeño, el número de semillas contadas en un peso conocido de las mismas, es prácticamente idéntico al de las variedades anteriores.



Figura 12. Semillas de *Cynodon dactylon* 'Sultán'.

- **Semillas de la variedad 'MBG 002':** a pesar de tener un tamaño parecido a 'Arden 15' y a 'Princess 77' en cuanto a longitud, situándose alrededor de los 2 mm, su anchura es algo menor, superando los 0,5 mm, pero sin llegar a 1 mm en la mayoría de los casos. No cabe duda que la densidad de esta semilla difiere de las del resto de variedades, ya que con el mismo peso de semillas (0,20 g), se contabilizan más del doble de semillas que en el resto de variedades. Este hecho hace posible que la dosis de siembra necesaria para implantar esta variedad en una superficie cespitosa sea del orden de la mitad que en el caso del resto de variedades. Con una dosis de siembra de 3,7 g/m<sup>2</sup>, se convierte en la variedad que puede cubrir mayor superficie con el mismo peso de semillas que otras variedades. Esto supone una mejora tanto para los productores

de semillas (mayor producción de semillas con el mismo espacio) como para el consumidor final (ahorro económico en compra de semillas).



Figura 13. Semillas de *Cynodon dactylon* 'MBG 002'.

En la figura 14 se pretende visualizar las diferencias entre las semillas de cada variedad, aunque es cierto que algunas de ellas son muy parecidas y puede resultar complicado distinguirlas, existen algunas variedades, como es el caso de la variedad 'Sultán', que simplemente con el hecho de observar las semillas ya se pueden distinguir del resto. Los datos obtenidos de cada variedad se muestran en la tabla 7 a modo de resumen.



Figura 14. Semillas de 6 variedades de *Cynodon dactylon*.

Tabla 7. Principales características morfológicas de las semillas.

Variedad	Longitud (mm)	Anchura (mm)	*Color (1-9)
'MBG 002'	2	0,5-0,8	4
'Princess 77'	1,7-2	0,5-1	4
'Arden 15'	2	1	4
'Sultán'	1	0,5	8
'Sahara II'	2	1	3
'Común'	2	1	5

Para el parámetro "color", se ha establecido una escala dentro del color marrón del 1 al 9, siendo el 1 el color marrón ligero y el 9 el color marrón más oscuro.

## 3.2 Parte aérea.

La evaluación de la parte aérea de la planta se ha hecho de dos formas:

- a) Mediante bibliografía (3.2.1)
- b) Mediante dos estudios agronómicos (UPV y Real Campo de golf de Manises) (3.2.2).

### 3.2.1 Variedades comerciales de *C. dactylon* empleadas en el estudio.

En este apartado se pretende recopilar las características agronómicas de las variedades de referencia, con información procedente de las empresas de semillas, así como de organismos independientes. Por orden cronológico de aparición:

- **‘Común’** forma un césped de hojas pequeñas y angostas de color verde oscuro (Semillas San Francisco, 2019). Algunas de sus principales características son: tolerancia a la sequía y encharcamientos, susceptible a bajas temperaturas y a la sombra y se recomienda sembrarlo en primavera o verano para lograr un rápido establecimiento.
- **‘Sultán’** se caracteriza por tener una rápida germinación, adecuada para *rough* de campos de golf de climas templados, jardinería de mucho uso en climas mediterráneos, con unas exigencias bajas en mantenimiento y resistente al calor, sequía, pisoteo y salinidad (Semillas Dalmau, 2019). ‘Sultán’ representa lo mejor de una nueva generación de variedades mejoradas de semillas de césped tipo bermuda. Tiene una mejora muy significativa en densidad, textura fina media, color verde oscuro y uniformidad máxima que distinguen a ‘Sultán’ de otras semillas de *C. dactylon*. Está clasificada como *California Friendly* por las agencias de agua de California (Stover Seed, 2019). Sultán es marca certificada de césped bermuda y representa las nuevas generaciones desarrolladas de césped bermuda implantadas por semilla. Presenta mejores cualidades que otras variedades de bermuda implantadas por semilla, produce significativamente más y mejor densidad que otras variedades de *C. dactylon*, con una excelente uniformidad y color verde oscuro (Semillas San Francisco, 2019).
- **‘Princess 77’** es la primera variedad híbrida con densidad alta y textura fina disponible en semilla, que es comparable con los híbridos de césped bermuda de reproducción vegetativa utilizados como césped, por la textura de sus hojas, color y densidad. Características: tolerancia sobresaliente a la sequía, color verde oscuro, mejor cobertura que los tipos *Tifway* (serie de variedades de *C. dactylon* obtenidas en la localidad de Tifton (Georgia, EE. UU.) desde el inicio, excelente retención del color en la parte inferior y reúne más cualidades que otras variedades comerciales (Semillas San Francisco, 2019). Para Semillas Dalmau (2019), Semillas San Francisco (2019) y Stover Seed (2019), esta variedad posee una textura fina y forma un césped denso (alta densidad). Es la que menos agua consume, única híbrida del mercado, indicada

para calles y *rough* de campos de golf de climas templados, jardines de mucho uso de climas mediterráneos con bajo mantenimiento; también es resistente al calor, sequía, salinidad, pisoteo y siegas bajas, color extraordinario, consume casi un 30% menos de agua que las variedades vegetativas de bermuda. 'Princess 77' es un producto calificado como césped TWCA. La calificación TWCA significa que esta variedad cumplió con éxito un conjunto de estrictos criterios que han demostrado la consecución de beneficios de conservación y ahorro del agua. Está clasificada como *California Friendly* por las agencias de agua de California (Stover Seed, 2019).

- **'Sahara II'** es una variedad de buen vigor y buena textura de hoja, requiere un bajo mantenimiento, y algunas de sus características especiales son la rápida cubrición y su excelente comportamiento en los *roughs* de campos de golf (Semillas Dalmau, 2019). 'Sahara II' es la primera generación de variedades de césped de tipo bermuda sembradas. 'Sahara II' exhibe una mejora sobre el césped en densidad, textura y color. 'Sahara II' es una variedad propagada por semillas desarrollada por el Dr. Arden Baltensperger y se introdujo por primera vez para comercializar en 1989. Ha sido estudiada y evaluada en ensayos y programas de investigación en todo el mundo desde 1986 (Stover Seed, 2019). 'Sahara II' es una variedad de polinización abierta con la calidad del césped de nivel medio. Es una variedad consistentemente de mayor calidad que el 'AZ Común' y que el 'NuMex Sahara'. Ha sido consistentemente superior en calidad a 'AZ Común' y a 'NuMex Sahara' en todas las evaluaciones que se han realizado en los diferentes estados de EE. UU., es muy similar a la variedad 'Sultán', excepto en la zona alta de transición (regiones climáticas de EE. UU. con condiciones ambientales que no satisfacen a las variedades cespitosas C3 ni a las C4, pero con una mayor altitud planimétrica que en otras zonas de transición climática de este país) donde 'Sultán' tiene una ligera ventaja. 'Sahara II' es un variedad competitiva con cada una de las variedades de bermuda sembradas actualmente en el mercado, con excepción de 'Princess 77', 'Riviera', y 'Yukon'. Estas últimas son variedades para los consumidores de alta calidad, y por lo tanto no están en el mismo segmento de competitividad que 'Sahara II'. Estas variedades requieren una inversión considerable por el precio debido a su bajo rendimiento potencial de semilla en relación con 'Sahara II'. Para las variedades de bermuda de nivel medio, 'Sahara II' se ha desempeñado bien en el suroeste y sur, en el principal cinturón de bermuda de los EE. UU. Seeds West ha desarrollado un proceso de cobertura para las semillas de pasto bermuda, el recubrimiento utilizado, que está patentado por Seeds West, es el Penkote. Este revestimiento incluye entre otras cosas: ácido cítrico que hace que la semilla sea menos apetecible para las aves e insectos, así como Apron XL (materia activa Metalaxil M) que es un fungicida que ayuda a controlar enfermedades como *Pythium* que ocasiona el *damping off* de plántulas (Semillas San Francisco, 2019).
- **'Arden 15'** es un híbrido intraespecífico de dos clones, que proporciona un césped más uniforme en comparación con otras variedades que hay

en el mercado. Arden 15 es una variedad de excelente textura fina. Arden 15 se debe sembrar cuando la temperatura del suelo rebase los 18°C (Semillas San Francisco, 2019). 'Arden 15' es supuestamente la variedad sucesora de 'Princess 77'. Según los datos del estudio, 'Arden 15' comparte las mismas calificaciones de calidad, densidad y textura del césped que 'Princess 77' pero con un establecimiento más rápido y un mejor *spring greenup*. Las características superiores de densidad y textura de este híbrido propagado por semilla lo convierten en una excelente opción para aplicaciones como campos deportivos, parques y campos de golf que requieren césped con buena tolerancia al desgaste, y una calidad general muy alta. Está clasificado como *California Friendly* por las agencias de agua de California (Stover Seed, 2019).

Según el informe NTEP (National Turfgrass Evaluation Program) 2007-2012, si se realiza una comparación entre 'Arden 15' y 'Princess 77', respecto a los datos ofrecidos por este organismo independiente, entre estas 2 variedades únicamente aparecen diferencias significativas entre ambas en el parámetro definido como *Spring Greenup* (reverdecimiento primaveral tras el letargo del invierno), obteniendo 'Arden 15' una mejor valoración, por lo que se puede afirmar que la variedad 'Arden 15' (la cual supuestamente podría ser un buen sustituto de la variedad 'Princess 77'), cumple la función para la que fue desarrollada, según este estudio.

- **'MBG 002'** surge, en principio para sustituir a la variedad 'Arden 15' que a su vez supuestamente surgió para mejorar a 'Princess 77'. Sin embargo, si se observa con detenimiento los parámetros evaluados por el National Turfgrass Evaluation Program (NTEP), que es uno de los organismos independientes con mayor relevancia en el estudio de especies cespitosas, se puede concluir que: 'MBG 002' mejora significativamente a 'Arden 15' en lo que respecta al color invernal, pero no mejora aspectos como el color en otoño, y es significativamente menos valorada en la textura de la hoja y en la susceptibilidad a padecer *dollar spot* (que es una enfermedad provocada por el hongo *Sclerotinia homeocarpa*, provocando manchas amarillas en el césped). Si se compara con los informes que este organismo establece para la variedad 'Princess 77', 'MBG 002' mejora los mismos aspectos que con respecto a 'Arden 15', aunque también mejora de manera significativa el *spring greenup*.

### 3.2.2 Evaluación de la parte aérea de la planta.

Para la evaluación de la parte aérea de la planta, se va a realizar un seguimiento de dos maneras: por un lado, mediante el seguimiento de plantas en un campo de golf, y por otro con plantas establecidas en una cámara de crecimiento controlado, en ambos casos para las 6 variedades estudiadas. El ensayo en cámara de crecimiento controlado se realiza en el laboratorio de horticultura de la ETSIAMN (UPV), sembrándolas en macetas. El sustrato en el que se han sembrado tiene una composición del 90% de arena de sílice (con partículas de 0,6 mm de diámetro) y un 10% de turba rubia. La configuración establecida en la cámara de crecimiento es de 15 horas de luz a 30°C y 9 horas de oscuridad a 25°C, adaptándose así a las condiciones ambientales que exige *C. dactylon* para

su desarrollo. En el caso del campo de golf (situado en la localidad de Manises), se evalúan pequeñas parcelas de 1 m<sup>2</sup>, para cada variedad que fueron sembradas en septiembre de 2019. La siembra de las mismas se realizó el día 27 de septiembre de 2019, y a fecha 13 de noviembre de 2019 presentan las características expuestas en la Tabla 8 y el aspecto que presenta la figura 15. De dicha tabla se extrae la conclusión de que 'MGB 002' no cubre el césped tan rápido como el resto de variedades (a excepción de 'Princess 77'), pero también, al presentar una menor altura, la periodicidad en las siegas será menor, lo cual es un gran beneficio.

Tabla 8. Mediciones parcelas experimentales (Manises).

	<b>Arden 15</b>	<b>Común</b>	<b>MBG 002</b>	<b>Princess 77</b>	<b>Sahara II</b>	<b>Sultán</b>
<b>% de cubrición del césped</b>	41	46	33	21	45	58
<b>% de cubrición de malas hierbas</b>	13	10	11	18	7	4
<b>Altura media de las plantas de <i>C. dactylon</i> (mm)</b>	27	57	24	30	52	26

Las especies botánicas de malas hierbas presentes en estas parcelas se correspondían con: *Chenopodium album*; *Eleusine indica*; *Sonchus oleraceus*; *Portulaca oleracea* y *Diplotaxis eruroides*.

Este estudio en el campo de golf tuvo que verse finalizado con estos resultados, a pesar de que se pretendía realizar nuevas visitas para la evaluación del *spring greenup* con la llegada de las altas temperaturas primaverales, esto no ha podido llevarse a cabo por el cierre de las instalaciones con motivo de la declaración del estado de alarma sanitaria en el país.

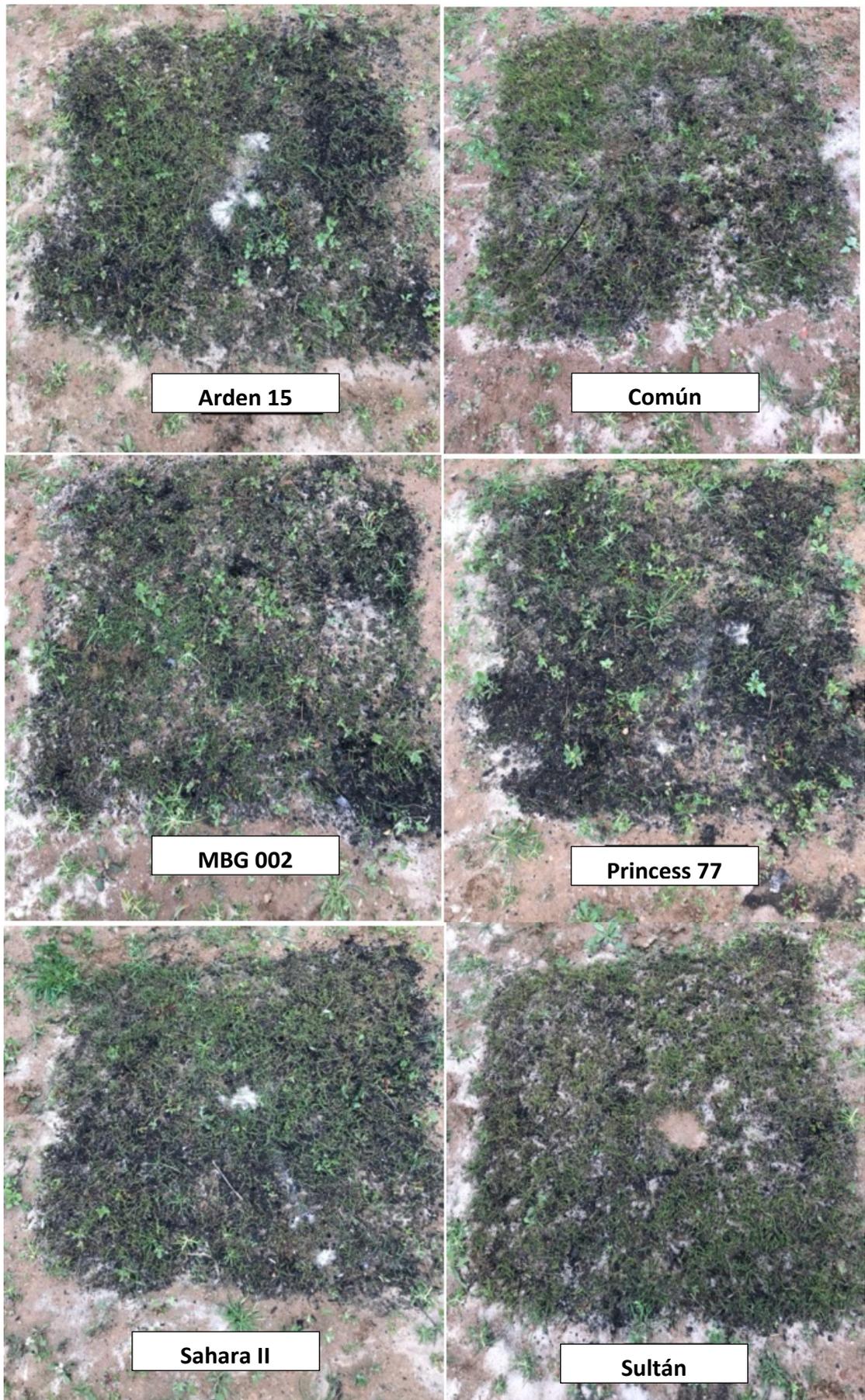


Figura 15. Aspecto parcelas experimentales de las 6 variedades de *Cynodon dactylon* (Manises).

Para el caso de las plantas establecidas en la cámara de crecimiento controlado, se procedió a la siembra de las semillas, se realizaron las siguientes operaciones:

- a) Se eligen los contenedores que contendrán el sustrato para que tengan una buena capacidad de enraizamiento y una superficie del césped aceptable. Las características del recipiente contenedor son: una altura de 22 cm y un diámetro superior de 15 cm, con una superficie de 0,0177 m<sup>2</sup> y una capacidad de 3,8 l.
- b) Una vez elegido el contenedor adecuado, se coloca papel de filtro en la base del mismo y 3,6 Kg de sustrato por maceta, dejando unos 3 cm libres en la parte superior para la posterior siembra. De estos 3 cm, 1 será empleado para incorporar las semillas con sustrato y los 2 restantes serán los que ocupe la planta, ya que estos 2 cm nunca se verán afectados por la siega.
- c) Se establece una nomenclatura adecuada para cada maceta, nombrándolas y numerándolas tanto en el recipiente como en una etiqueta a incorporar en el sustrato (figura 14). Las variedades se codifican de la siguiente forma: 'Sultán'= SU; 'Sahara II= SA'; 'Princess 77'= PR; 'Arden 15'= AR; 'Común'= CO; 'MBG 002'= 002. Para cada una de ellas se harán 4 repeticiones, resultando para la variedad 'Sultán' SU1,SU2,SU3 y SU4 (análogamente para el resto de las variedades).



Figura 16. Recipiente con sustrato e identificado.

- d) Se comprueba que el sustrato puede llegar a admitir hasta un litro de agua por maceta.
- e) En la cámara de crecimiento controlado, las 24 horas del día se repartirán de la siguiente forma: 15 horas de luz (de 6:00 h a.m. a 21:00 h p.m.) a una temperatura de 30°C y 9 horas de oscuridad (de 21:00 h p.m. a 6:00 h a.m.) a una temperatura de 25°C. Estas condiciones se ajustan a los requerimientos climáticos de la especie, que como ya se ha comentado en otras ocasiones, necesita de climas cálidos para su desarrollo.

- f) Una vez realizada la siembra, las macetas se riegan semanalmente con 50 ml de agua. Tras la emergencia de las plántulas, se procedió a la realización de una fertilización de cobertera, usando el fertilizante “Floranid Césped” (COMPO) (la composición del fertilizante es de 20-5-8+2 MgO), a una dosis de 1 g/maceta.
- g) Algunas de las plantas se trasplantaron a campo (parcela de prácticas UPV) a mediados de mayo para que se desarrollaran bien y poder determinar las características morfológicas de las mismas.
- h) Una vez que las plantas se han desarrollado vegetativamente, se caracterizan los siguientes parámetros de la parte aérea de la planta, para cada una de las variedades empleadas se mide: distancia entre nudos (longitud del último entrenudo completamente formado), anchura máxima de hoja, longitud de la hoja (penúltima hoja completamente desplegada), presencia de pelos en la zona ligular y color visual (escala del 1 al 9, siendo el número 1 un verde muy amarillento y el 9 un verde muy oscuro) (Tabla 9).

Tabla 9. Caracterización morfológica de la parte aérea de las variedades de *Cynodon dactylon* empleadas.

	<b>Arden 15</b>	<b>Común</b>	<b>MBG 002</b>	<b>Princess 77</b>	<b>Sahara II</b>	<b>Sultán</b>
<b>Distancia entre nudos (cm)</b>	3	2	1,8	1	2,5	1,5
<b>Anchura máxima de hoja (mm)</b>	3	2,9	2	1,8	2	3,3
<b>Longitud hoja (cm)</b>	6	5,5	2,8	5,2	6,5	6
<b>Presencia de lígula pilosa</b>	No se ven casi	Se ven algo	Mucha	No se ven casi	Sí, normal	Sí, normal
<b>Color</b>	7,5	7	7	6	8	7,5

De los datos expuestos en la tabla 8, cabe comentar que la variedad ‘MBG 002’ es la que más pilosidad presenta en la zona ligular (esto puede ser un buen aspecto a tener en cuenta para su identificación), además de ser la que tiene una menor longitud de la penúltima hoja completamente desplegada. Esta variedad posee una de las distancias entrenudos más cortas (siendo este parámetro uno de los indicadores de la densidad del césped, cuanto menor sea el valor, más denso será el césped), y una anchura máxima de hoja enmarcada en el rango bajo de las 6 variedades estudiadas (solo se ve superada por ‘Princess 77’ en 0,2 mm). Respecto al color visual, ‘MBG 002’ presenta una tonalidad del color verde con una intensidad mayor que en ‘Princess 77’.

En la figura 17 se puede observar una fotografía detalle de la variedad ‘MBG 002’, tras haber sido trasplantada a campo; en la figura 18 aparecen las hojas de cada una de las variedades, y en la figura 19 se muestra la comparativa entre las 6 variedades tras su trasplante a campo.



Figura 17. Detalle parte aérea *Cynodon dactylon* 'MBG 002'.



Figura 18. Hojas de *Cynodon dactylon*. A: 'Arden 15'; B: 'Común'; C: 'MBG 002'; D: 'Princess 77'; E: 'Sahara II'; F: 'Sultán'.



Figura 19. Parte aérea de variedades de *Cynodon dactylon*.

### 3.3 Comportamiento frente al riego con agua salina.

Es interesante comprobar como responden las plantas ante la posibilidad de aportarles agua que pueda tener niveles de conductividad eléctrica elevados, ya que tal y como dice Monje (2008), la conductividad eléctrica es un parámetro que nos da una idea del contenido total de sales del agua de forma rápida y sencilla, puesto que expresa una medida indirecta de la cantidad de sales totales que contiene dicha agua de riego.

En el caso del riego con aguas residuales, por ejemplo, aparecerán altos niveles de salinidad, por lo que en función de como responda la planta, podrá establecerse si puede ser una alternativa al uso de otros recursos hídricos, que suelen proceder en la mayoría de los casos de la red de abastecimiento o de pozos que captan el agua de acuíferos subterráneos. Este hecho, además de proporcionar una mayor sostenibilidad de los recursos hídricos en el caso de que la especie vegetal responda de forma favorable, también supondría un ahorro económico en lo que respecta a los costes procedentes del agua de riego.

El ensayo para evaluar la salinidad en las distintas variedades de *C. dactylon*, se llevó a cabo realizando un trasplante de 10 plantas de cada una de las variedades a una bandeja de 60 alveolos de polietileno. Estas plantas procedían de las desarrolladas tras la siembra de las macetas descritas en el apartado 3.2.2. Cada uno de los alveolos se identificó para conocer que variedad contenían. El sustrato empleado tiene una composición del 90% de arena de sílice y 10% de turba rubia (al igual que en el ensayo llevado a cabo para caracterizar la parte aérea de la planta), y además en el momento de su preparación, se le añadió una fertilización de fondo usando el fertilizante “Floramid Césped” (COMPO), a una dosis de 30 g/m<sup>2</sup>. Este fertilizante posee una composición fertilizante de 20-5-8+2 MgO. Tras realizar el trasplante, estas plantas fueron cuidándose durante cerca de 2 meses, regándolas regularmente y sustituyendo aquellas que no conseguían sobrevivir al trasplante. Una vez que las plantas ya tenían el vigor deseado y estaban listas para comenzar el ensayo de riego con agua salina, se seleccionaron 8 plantas de cada una de las 6 variedades a estudiar, dividiendo estas 8 plantas en 2 grupos de 4 plantas. El primer grupo de 4 plantas se regó con agua del grifo (a 1,2 dS/m), y el segundo de los grupos es regado con agua a 15 dS/m, tras preparar previamente la disolución salina (añadiendo sal común al agua del grifo) hasta alcanzar los niveles de salinidad deseados, y aportándola posteriormente con el empleo de una propipeta de 20 ml. Así pues, quedaron un total de 48 plantas (8 plantas X 6 variedades) que se someterían al ensayo, tal y como puede observarse en la figura 20.



Figura 20. Plantas seleccionadas para el ensayo de riego con agua salina.



Figura 21. Detalle de plantas de *Cynodon dactylon* var. 'Común' recién trasplantadas.

Una vez seleccionadas y establecidas las plantas, el día 10 de febrero de 2020, se realizó el primer aporte de agua a las plantas, por un lado al grupo de 4 plantas de cada variedad se les aportó 20 ml de agua del grifo a una conductividad de 1,2 dS/m, y por otro lado al segundo grupo de plantas se les aportó 20 ml con agua a 15 dS/m. Para conseguir esta concentración, se realizó una disolución añadiendo sal común a un recipiente lleno de agua del grifo, midiendo el nivel de

salinidad con un conductímetro fijo "Consort C860" (figura 22), que tiene como especificaciones técnicas una conductividad de 0-1000 dS/m y una precisión de 0,01 dS/m.



Figura 22. Detalle del conductímetro "Consort C860".

Antes de realizar el primer riego indicado anteriormente, se realizó la medición en altura (mm) de todas las plantas. Este proceso se repite durante las siguientes 4 semanas consecutivas, regando las plantas cada lunes con 20 ml y realizando las mediciones oportunas, tal y como se ha indicado con anterioridad. El último riego se aporta el día 9 de marzo, y por último el día 12 de marzo se da por concluido el experimento, realizando un pesado de las plantas con una balanza modelo EXACTA Alessandrini Strumentazione, de una precisión de 0,001 g (figura 23), de cada una de las plantas, además de anotando las hojas e hijuelos que habían desarrollado cada una de ellas. Así pues, en la figura 24 puede observarse la evolución del crecimiento de las variedades estudiadas y su comportamiento frente al riego con agua salina.



Figura 23. Pesado de las plantas en balanza de precisión.

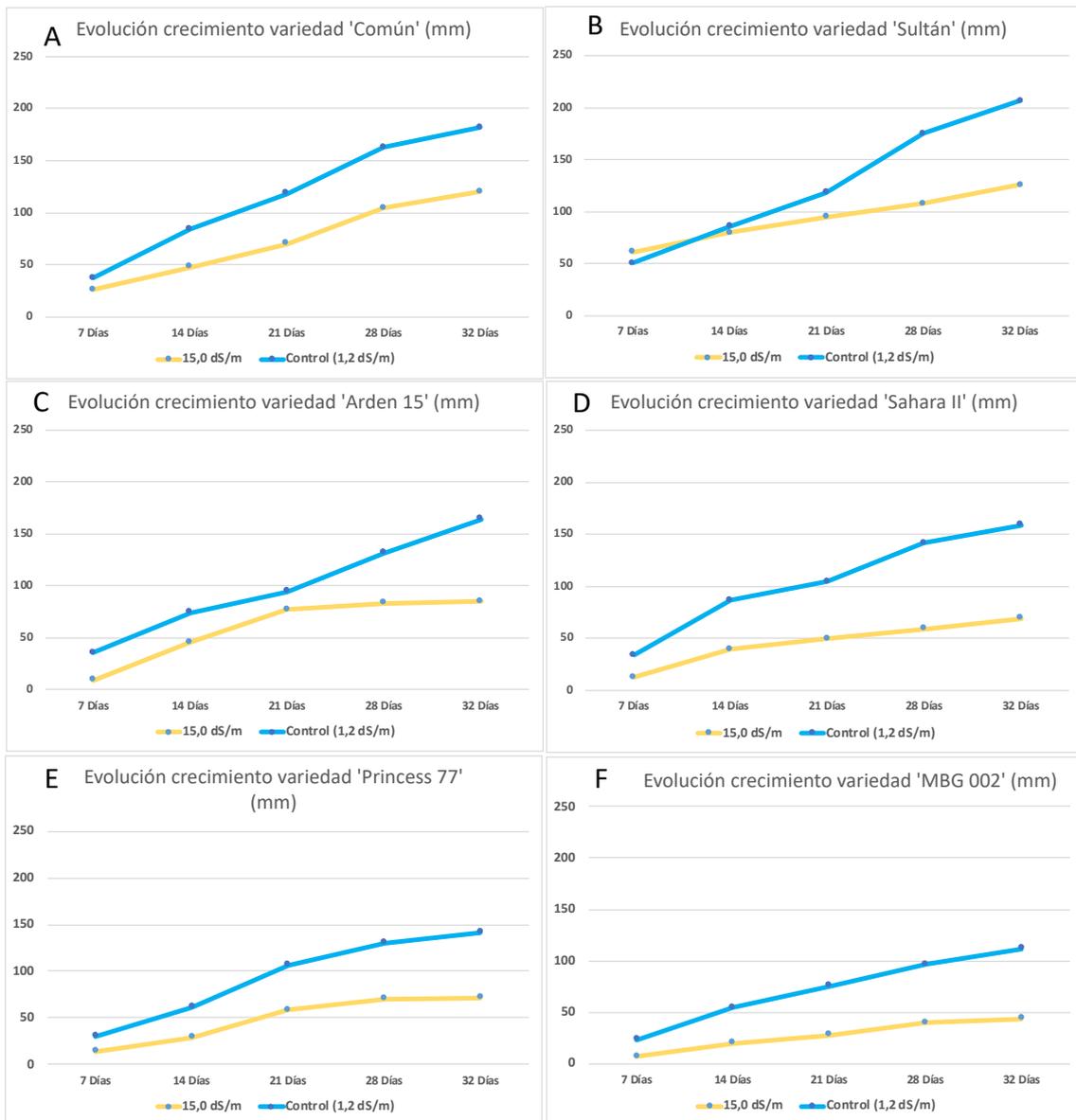


Figura 24. Evolución del crecimiento en variedades de *Cynodon dactylon* regadas con aguas de diferente salinidad.

En rasgos generales, todas las variedades de *C. dactylon* han sufrido diferencias notables en el crecimiento si se comparan las plantas regadas con agua salina con las plantas regadas con agua del grifo, pero esta afección no ha sido la misma en todas las variedades. En el caso de la variedad 'Común' (gráfico A de la figura 24), las plantas crecen en promedio 181,5 mm cuando son regadas con agua del grifo (1,2 dS/m), mientras que solo crecen una media de 120,0 mm cuando son regadas con agua salina (15 dS/m). Además, esta variedad comienza a verse afectada a los 14 días (tras 2 riegos). El gráfico B muestra como ha evolucionado el crecimiento de la variedad 'Sultán'. En este caso, en 32 días las plantas control crecieron 206,7 mm, y las plantas a las que se aportó agua salina, 126,0 mm. En 'Sultán' las diferencias no aparecen hasta la cuarta semana (a los 28 días y tras 4 riegos), pero a partir de este momento las plantas regadas con agua a 15 dS/m apenas desarrollan crecimiento vegetativo.

Si se observa el gráfico C (variedad 'Arden 15'), se comprueba que es capaz de soportar 4 riegos sin aparecer diferencias en el crecimiento (exactamente igual

que en la variedad 'Sultán'). Es a partir del quinto riego cuando el desarrollo de las plantas a las que se aporta agua salina se detiene totalmente. Aquí las plantas control registran un crecimiento a los 32 días de 164,2 mm el día 32, y el otro grupo de plantas no supera los 85,0 mm. En el caso de la variedad 'Sahara II' (gráfico D) las diferencias aparecen tras 2 riegos (a los 14 días), por lo que es más sensible a la salinidad que variedades como 'Arden 15' o 'Sultán'. Las plantas regadas con agua salina crecen en promedio 69,0 mm y las plantas control 158,7 mm.

Por último, en los gráficos E y F aparecen los resultados para las variedades 'Princess 77' y 'MBG 002', respectivamente. Se observa que las plantas de la variedad 'Princess 77' comienzan a verse afectadas por la salinidad del agua a los 21 días (tras 3 riegos), mientras que las plantas de la variedad 'MBG 002' se ven afectadas a los 14 días (tras 2 riegos). Además, esta nueva variedad tiene un crecimiento muy ralentizado, sin superar los 111,7 mm de crecimiento a los 32 días desde el inicio en el caso de las plantas control, mientras que las plantas control de la variedad 'Princess 77' llegan a tener un crecimiento de 141,2 mm en el mismo periodo de tiempo. Las plantas regadas con 15 dS/m crecen en 32 días 44,0 mm para la variedad 'MBG 002' y 71,7 mm para la variedad 'Princess 77', constatándose así que 'MBG 002' presenta un vigor menor que 'Princess 77'.

En la figura 25 se aprecia la diferencia de crecimiento entre las plantas regadas a 1,2 dS/m y las regadas con 15 dS/m en el momento de finalizar el ensayo (a los 32 días del comienzo del riego).

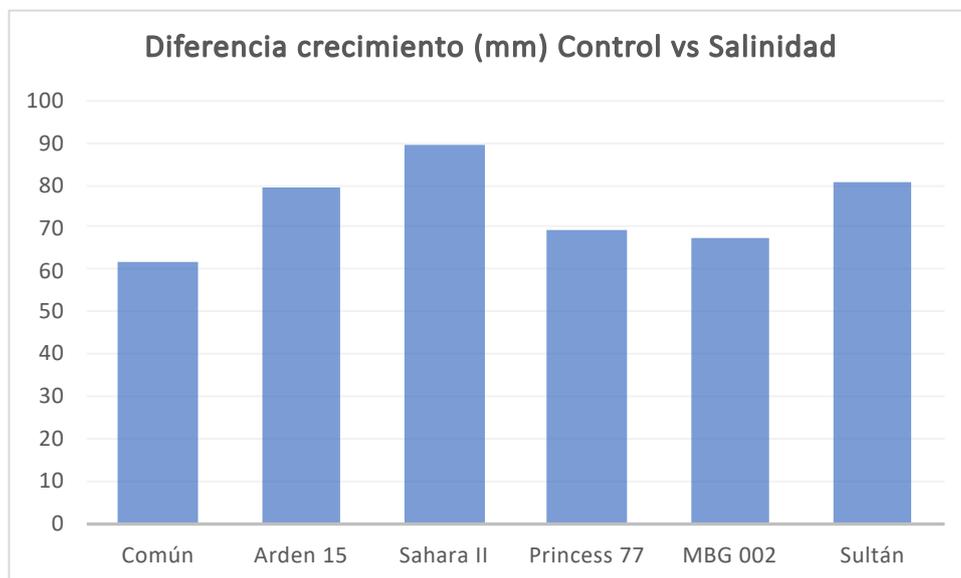


Figura 25. Diferencias en el crecimiento entre variedades a los 32 días del inicio del riego.

Cuando se analizan los resultados obtenidos con programas de tratamiento estadístico (Statgraphics en este caso), se obtiene la siguiente representación de los intervalos LSD tras realizar un ANOVA, que puede observarse en la figura 26, para el crecimiento de las plantas. Respecto al crecimiento a los 32 días del inicio del riego, todas las variedades presentan diferencias significativas en la altura de las plantas en función de la conductividad eléctrica del agua de riego,

a excepción de la variedad 'Común'. En este sentido, la variedad 'MBG 002' no mejora a las ya existentes en cuanto a resistencia a la salinidad.

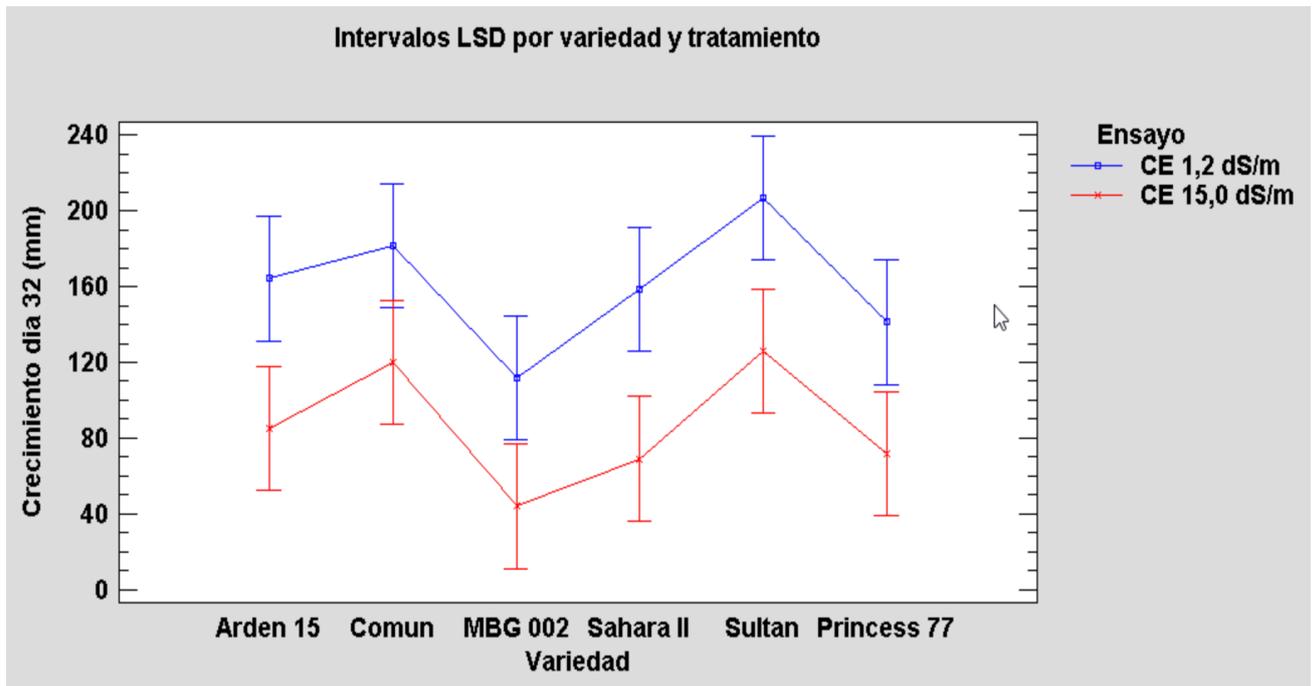


Figura 26. Intervalos LSD por variedad y tipo de agua de riego para el crecimiento de las plantas.

Otro parámetro que se ha estudiado es el peso de las plantas que han sido sometidas al ensayo de la salinidad en el agua de riego, en la figura 27 pueden observarse los resultados obtenidos.

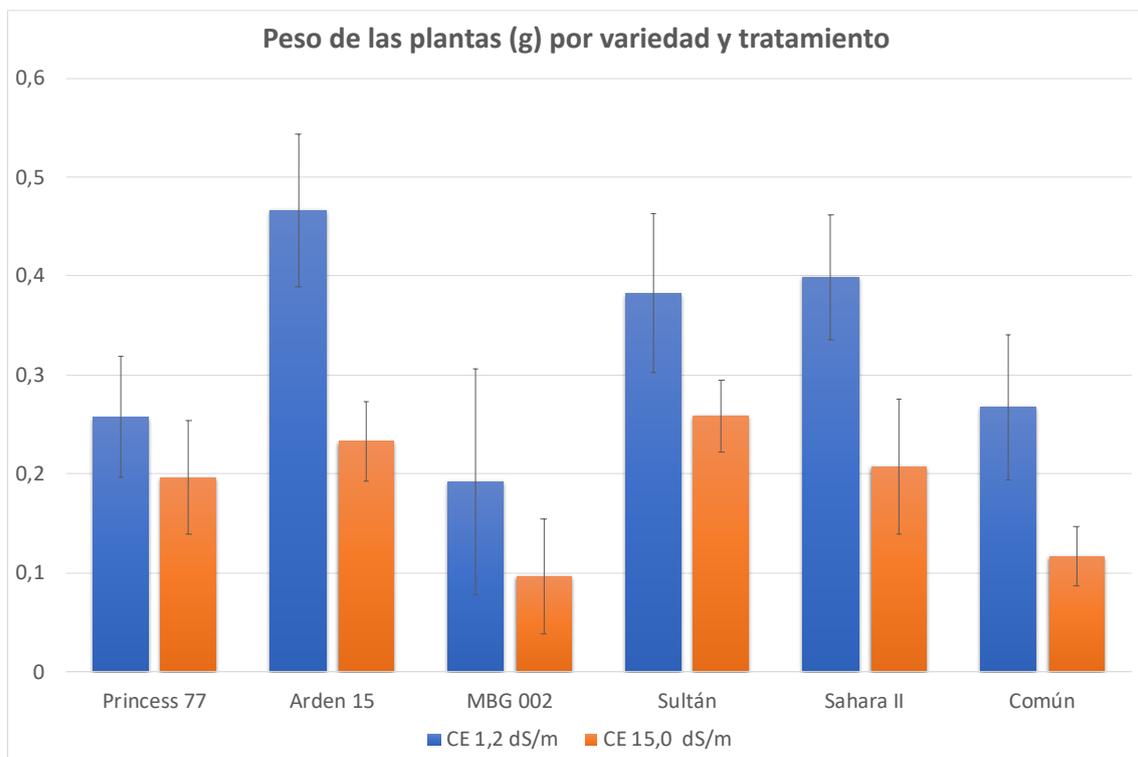


Figura 27. Peso de las plantas (g) a los 32 días del inicio del riego.

Se observa que dentro de los grupos control, la variedad que más peso (y por tanto más masa vegetal) ha obtenido ha sido 'Arden 15', mientras que la que menos peso ha registrado ha sido la variedad 'MBG 002', es por tanto esta nueva variedad la menos vigorosa.

Dentro de los grupos regados a 15 dS/m, 'Sultán' ha sido la variedad en la que más han pesado las plantas (en promedio), y nuevamente vuelve a ser 'MBG 002' la que registra menos peso en sus plantas.

En la tabla 10 aparecen las diferencias en peso entre los grupos de plantas de cada una de las variedades.

Tabla 10. Diferencias en el peso de las plantas en función de la salinidad del agua de riego.

Variedad	Peso Control vs Salinidad (diferencia en mg)
Común	150,7
Arden 15	233,7
Princess 77	61,2
Sahara II	190,5
Sultán	124,0
MBG 002	96,5

El peso que presentan las plantas a los 32 días del inicio del riego con aguas de diferente conductividad eléctrica permite apreciar en la representación de los intervalos LSD (figura 28), como la única variedad que presenta diferencias significativas en función del tipo de agua de riego es la variedad 'Arden 15'. A pesar de que en el resto de variedades las diferencias no sean significativas, el peso obtenido por las plantas que han sido regadas con aguas que poseen una mayor conductividad eléctrica (mayor salinidad) siempre es menor que el de las regadas con agua a 1,2 dS/m.

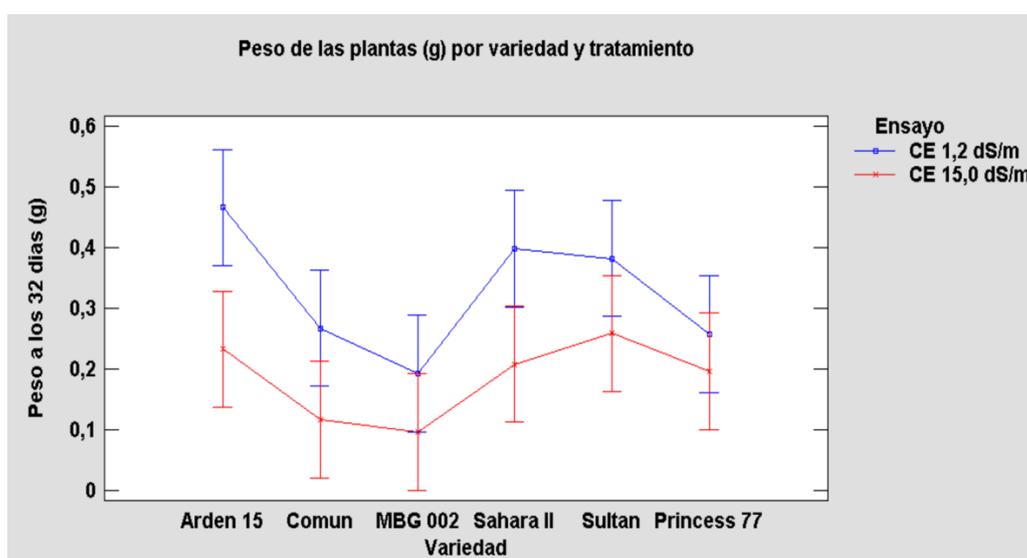


Figura 26. Intervalos LSD por variedad y tipo de agua de riego para el peso de las plantas.

## 4. Conclusiones.

Tras el análisis de los resultados obtenidos, se constatan las siguientes conclusiones:

La nueva variedad de *Cynodon dactylon*, 'MBG 002' es la que presenta una dosis de siembra más baja por las características morfológicas de sus semillas, en este parámetro, mejora al resto de variedades estudiadas. La morfología de las semillas de 'MBG 002' no es un aspecto que permita distinguirla del resto de variedades. La única variedad de *Cynodon dactylon* que puede distinguirse por la morfología de sus semillas sin el uso de herramientas de ampliación de la visión es la variedad 'Sultán'. Los principales caracteres de la parte aérea de la planta que diferencian a la variedad 'MBG 002' de 'Princess 77' son la presencia de un lígula muy pilosa, una menor longitud de hoja y un color verde más intenso. Debido a su baja distancia entre nudos, 'MBG 002' formará un césped más denso que el resto de variedades, a excepción de 'Princess 77' que posee una distancia entre nudos menor que 'MBG 002'. La variedad 'MGB 002' no cubre toda la superficie cespitosa tan rápido como el resto de variedades (a excepción de 'Princess 77'). 'MBG 002' es la variedad menos vigorosa de las estudiadas. Al presentar una menor altura, tendrá una periodicidad en las siegas menor, siendo este aspecto un hecho que mejora al resto de variedades. 'MBG 002' no consigue mejorar la resistencia a la salinidad comparándola con el resto de variedades de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- BEARD, J.B. (1998). The origins of turfgrass species. *Golf Course Management*. Pp 49-55.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). Gobierno de México. (2009). Visto el 29 de diciembre de 2019.  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon-dactylon/fichas/ficha.htm>
- HESSAYON, D.G. (2003). *Césped. Manual de cultivo y conservación*. Nueva edición revisada y ampliada. Editorial Blume. Barcelona. 128 pp.
- INTERSEMILLAS. (2019). Visto el 17 de diciembre de 2019.  
<http://www.intersemillas.es/uploads/catalogospdf/Presentacion-Cespedes-climas-Mediterraneos-2017.pdf>
- INTERSEMILLAS. (2019). Visto el 17 de diciembre de 2019.  
[http://www.intersemillas.es/uploads/catalogospdf/cespedes\\_2012.pdf](http://www.intersemillas.es/uploads/catalogospdf/cespedes_2012.pdf)
- McCARTY, L.B and MILLER, G. (2002). *Managing Bermudagrass Turf. Selection, Construction, Cultural Practices and Pest Management Strategies*. 221 pp.
- MERINO MERINO, D; ANSORENA MINER, J. (1998). *Césped deportivo. Construcción y mantenimiento*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 386 pp.
- MONJE JIMÉNEZ, R.J. (2008). *Céspedes ornamentales y deportivos*. Ed. Junta de Andalucía. 527 pp.
- NATIONAL TURFGRASS EVALUATION PROGRAM (NTEP). (2017). Visto el 19 de diciembre 2019. All NTEP reports. Bermudagrass. 2013 National Bermudagrass Test. 2013-2017 Final Report.  
<http://www.ntep.org>.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). *Diccionario de la lengua española*. 23.<sup>a</sup> Edición.
- SEMILLAS DALMAU S.L. (2019). Visto el 4 de diciembre de 2019.  
<https://www.semillasdalmau.com/productos/semillas-de-cesped/clima-calido/cynodon-dactylon/>
- SEMILLAS FITÓ (2019). Visto el 15 de enero de 2019.  
[http://www.semillasfito.es/es/productos/areasverdes/clima\\_calido/index.htm](http://www.semillasfito.es/es/productos/areasverdes/clima_calido/index.htm)

- SEMILLAS SAN FRANCISCO. (2019). Pastos, tipo césped, primavera-verano, BERMUDA (*Cynodon dactylon*). Visto el 3 de diciembre de 2019. <https://www.semillasanfrancisco.com.mx/productocategoria/pastos/pastos-tipo-cesped/primavera-verano/bermuda-cynodon-dactylon/>
- SEMILLAS ZULUETA S.A. (1994). Céspedes y cubiertas vegetales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 133 pp.
- STOVER SEED. (2019). Visto el 12 de diciembre de 2019. [http://www.stoverseed.com/products\\_turfgrass\\_productsheets.html](http://www.stoverseed.com/products_turfgrass_productsheets.html)
- UPOV. (2019). Visto el 16 de diciembre de 2019. <https://www3.wipo.int/pluto/user/es/index.jsp#>
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (NRCS). (2006). [https://plants.usda.gov/factsheet/pdf/fs\\_cyda.pdf](https://plants.usda.gov/factsheet/pdf/fs_cyda.pdf)
- ZULUETA. (2019). Descripción y características de las especies de climas áridos. Visto el 9 de diciembre de 2019. [https://www.zulueta.com/wpcontent/uploads/pdfsareatecnica/01\\_02\\_Des\\_c\\_y\\_Caract\\_Especies\\_climas\\_aridos.pdf](https://www.zulueta.com/wpcontent/uploads/pdfsareatecnica/01_02_Des_c_y_Caract_Especies_climas_aridos.pdf)