

Respuesta del cultivo de la cúrcuma (*Curcuma longa*) a la aplicación de biofertilizante líquido estimulado electromagnéticamente y de agua de riego estimulada magnéticamente

Jhony Armando Benavides Bolaños

Director. Orlando Zúñiga Ph. D.

Co-director. Ing. Cristian Jiménez

Grupo de Investigación en Ciencias Ambientales y de la Tierra – ILAMA

Programa de ingeniería agrícola – EIDENAR

Universidad del valle - 2015



Introducción

La magnetización de agua de riego y la estimulación electromagnética de bio-fertilizantes son tecnologías prometedoras y con alto potencial para el agro dado que mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, sirven como herramientas para la disminución del uso de fertilizantes de síntesis química y mejoran las condiciones de crecimiento de varios cultivos.



Objetivo general

Evaluar la respuesta del cultivo de la cúrcuma (*Curcuma longa*) a la aplicación de la tecnología de estimulación magnética de agua de riego y estimulación electromagnética sobre bio-fertilizante líquido bajo condiciones de invernadero.

Objetivos específicos

- Determinar en laboratorio los rangos de tiempo de exposición e intensidad de campo electromagnético óptimos sobre bio-fertilizante líquido teniendo como variable de respuesta la actividad microbiana.
- Implementar los mejores tratamientos de interacción entre el tiempo de exposición y la intensidad de campo electromagnético obtenidos en laboratorio sobre bio-fertilizante líquido aplicado a plántulas de cúrcuma bajo condiciones de invernadero.

Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de exposición óptimo bajo un campo magnético constante en agua de riego aplicada a plántulas de cúrcuma bajo condiciones de invernadero.

Marco Conceptual: Agua de riego tratada magnéticamente



Agua de riego magnetizada

Criterios orientadores:

- El agua puede ser magnetizada.
- La magnetización provoca cambios en varias propiedades del agua.
- El efecto magnetizador se mantiene en el tiempo.

Agua de riego magnetizada en agricultura

El agua magnetizada puede:

- Estimular la absorción y asimilación de nutrientes en la planta.
- Acelerar las etapas de desarrollo de la planta.
- Incrementar el metabolismo de la planta en términos de fotosíntesis y absorción de agua.

Investigaciones adelantadas con agua magnetizada



Tomate

- Incremento del 64% del rendimiento (Duarte C. et al., 2004)
- Reducción del 25% en fertilizantes (Abou El-Yazied et al., 2012)



Jojoba

- Incremento del contenido relativo de agua (Khazan & Abdullatif, 2009 citado por Mulook Al-Khazan et al., 2011)



Trigo, lenteja, garbanzos, lino, girasol, maní y haba

- Masa, longitud, diámetro y rendimiento de raíces superiores al testigo (Hazayn et al., 2011)



Remolacha azucarera

- Reducción en los parámetros de impureza (Hozayn et al., 2013)



Marco conceptual: Bio-fertilizantes líquidos estimulados electromagnéticamente



Bio-fertilizantes líquidos estimulados electromagnéticamente

- La exposición de soluciones nutritivas a campos electromagnéticos resulta en un mejoramiento de la solubilidad y uso de nutrientes en los agregados del suelo (Классен, 1982 citado por Stašelis & Stašelis, 2011).
- Se acelera la acción dinámica de los microorganismos benéficos sobre el suelo aumentando la eficiencia del mejoramiento a través de la actividad biológica (Zúñiga et al., 2011).
- Se altera el crecimiento y la reproducción de los microorganismos, generando como resultado una modificación en la velocidad de reproducción celular (Zapata et al., 2002).

Respuesta bioquímica de los microorganismos sometidos a estimulación electromagnética

Criterios orientadores:

- Resonancia del ciclotrón (Goldsworthy *et al.*, 1999 citados por Zapata *et al.*, 2002).
- Las propiedades de los iones (Aladjadjiyan, 2012).

Aplicaciones industriales del rizoma de la cúrcuma (*Curcuma longa* L)



Aplicaciones industriales del rizoma de la cúrcuma (*Curcuma longa* L)

Industria alimentaria

Saborizante
Colorante
Conservante

Farmacología

Anticancerígeno
Antiinflamatorio
Antioxidante
Antiparasitario
Antiséptico
Antibacterial
Antifúngico
Antimutagénico



Varios

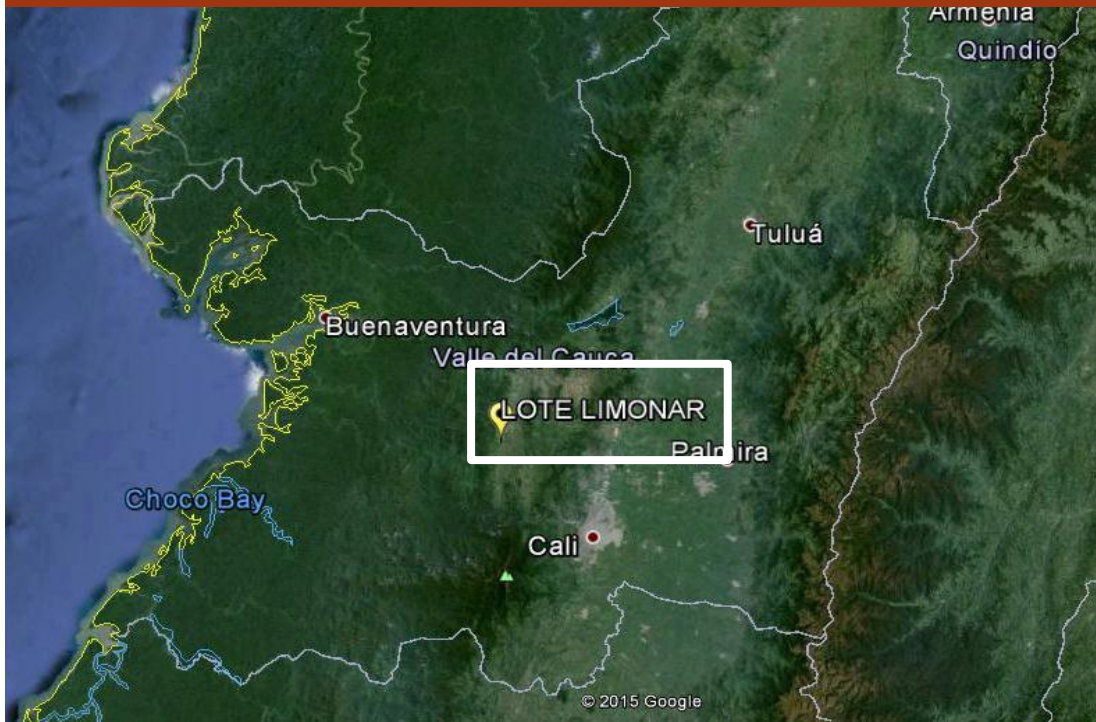
Aromatizante
Cosmético
Controlador de plagas

METODOLOGÍA



Localización

**El suelo utilizado proviene de la vereda
“El Limonar” Municipio de Dagua (Valle
del Cauca)**



**Laboratorio de Física
Ambiental – Universidad del
Valle**



**Casa de malla Granja Experimental –
Universidad del Valle**



Prueba preliminar

Efecto de la recirculación del bio-fertilizante sobre la población de microorganismos



Inoculación de los microorganismos a profundidad.



Sellado de las muestras con plástico y ubicadas en horno incubador a 28°C durante 5 días.

Fase I: Bio-fertilizante (laboratorio)

Determinación de la mejor intensidad de campo electromagnético y tiempo de exposición para biofertilizante líquido (3 ensayos).

Gallinaza



Recirculación y
estimulación de
Bio-fertilizante



Prueba de actividad
microbiana

Fase II: Bio-fertilizante (campo)

Evaluación de los mejores tiempos y las mejores intensidades de campo electromagnético obtenidos en la fase I sobre biofertilizante bajo condiciones de invernadero.



Agua magnetizada



Evaluación del efecto de la estimulación de agua de riego con un campo magnético constante ($B=156,5$ mT) a diferentes tiempos de exposición.

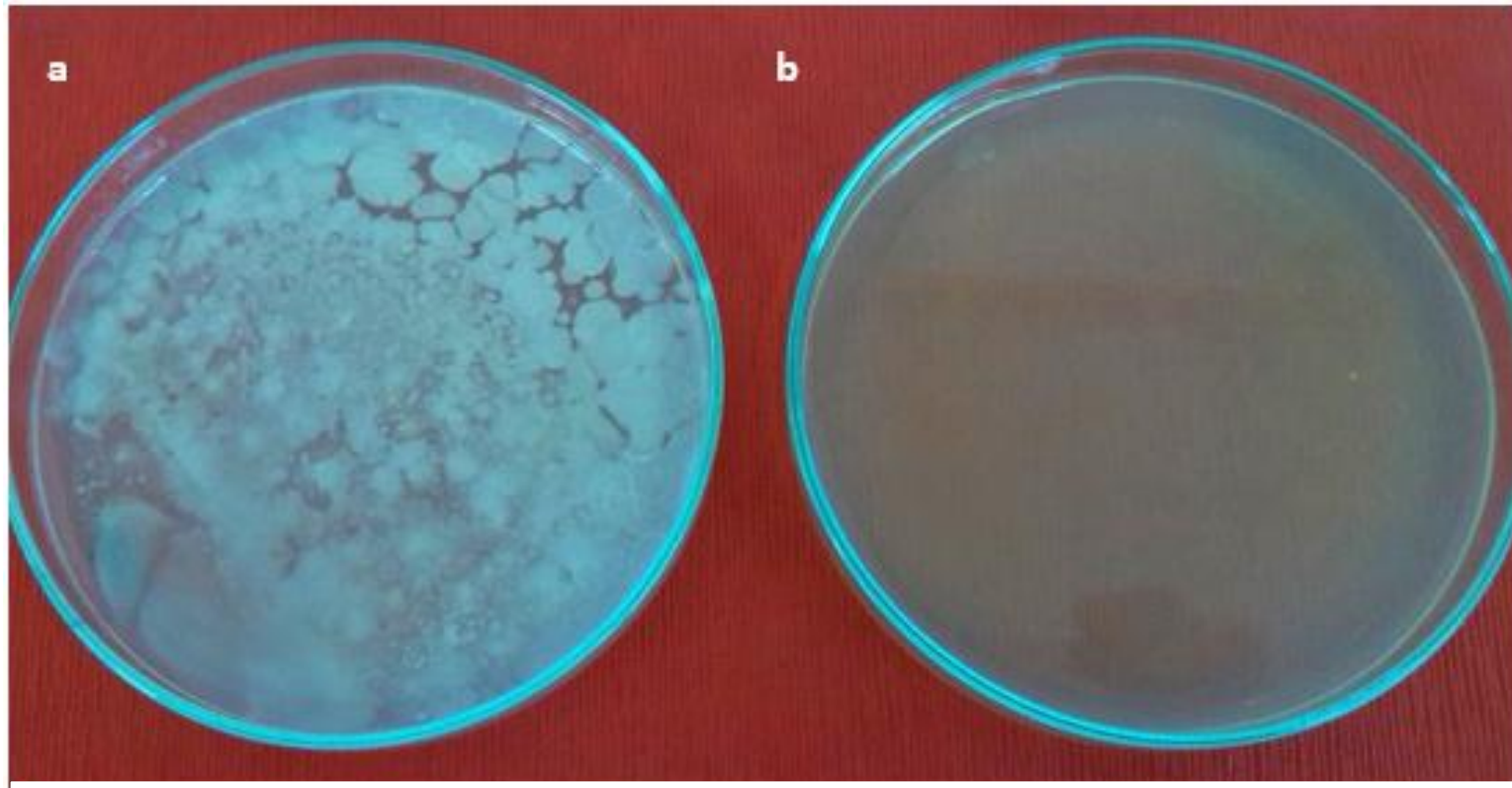
Variables de respuesta

- Longitud del tallo (cm)
- Número de rizomas
- Número de macollos
- Masa fresca (g)
- Masa seca (g)



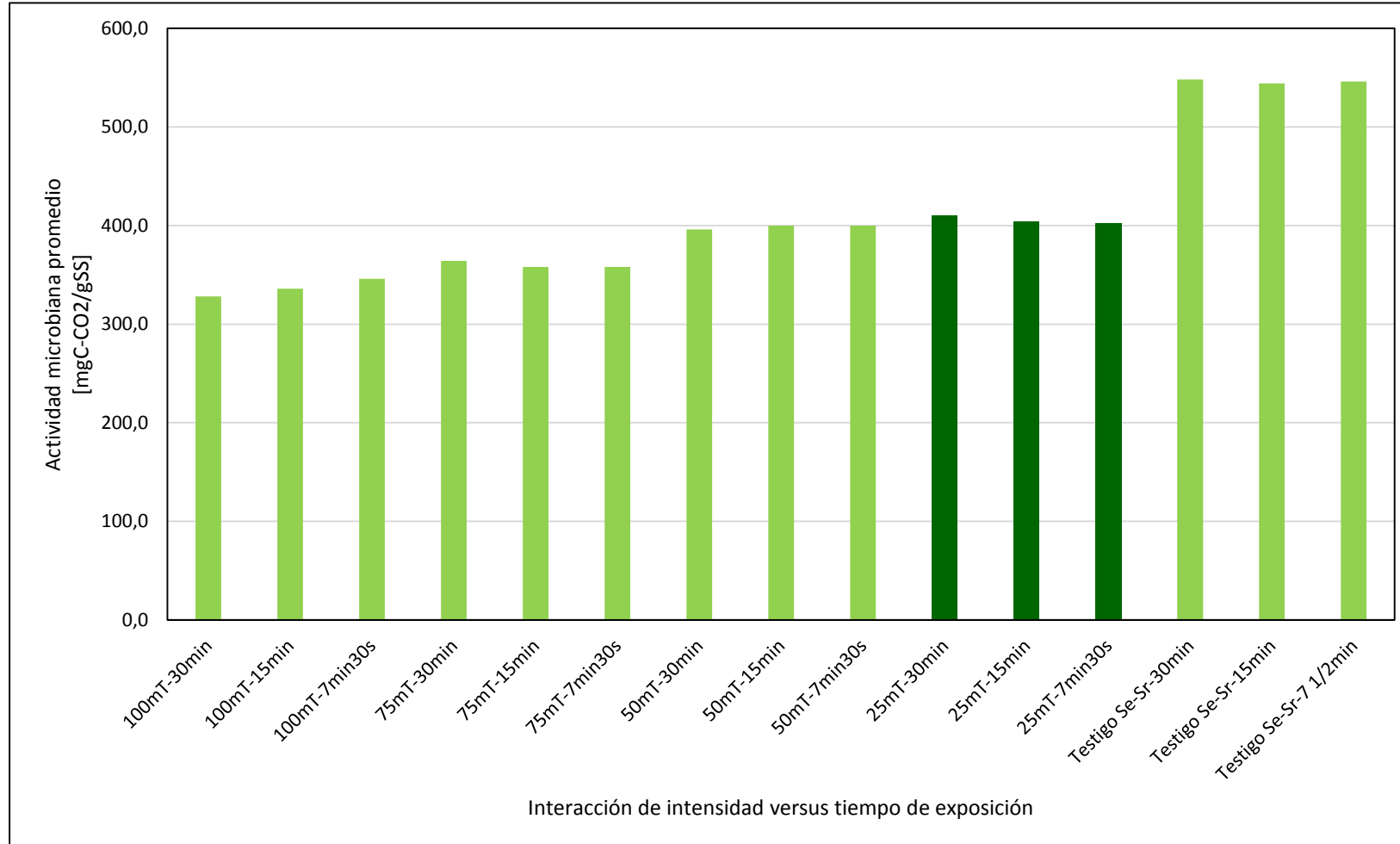
RESULTADOS BIOFERTILIZANTE ESTIMULADO ELECTROMAGNÉTICAMENTE

Población microbiana



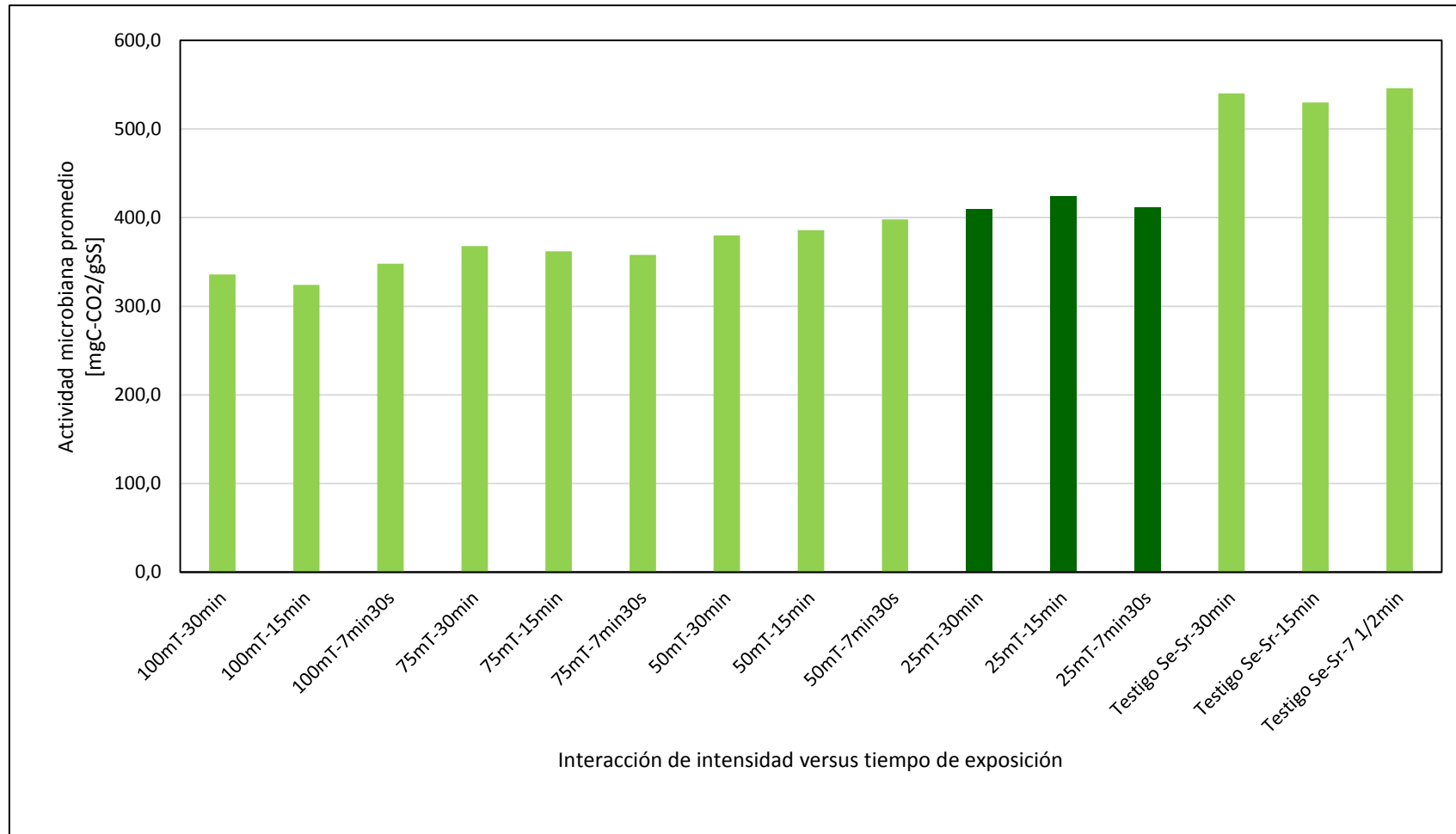
Detalle comparativo de un par de muestras de solución de Multibiol® recirculado. a. Presencia de microorganismos aerobios y b. Población nula de microorganismos anaerobios.

Fase I – Ensayo I



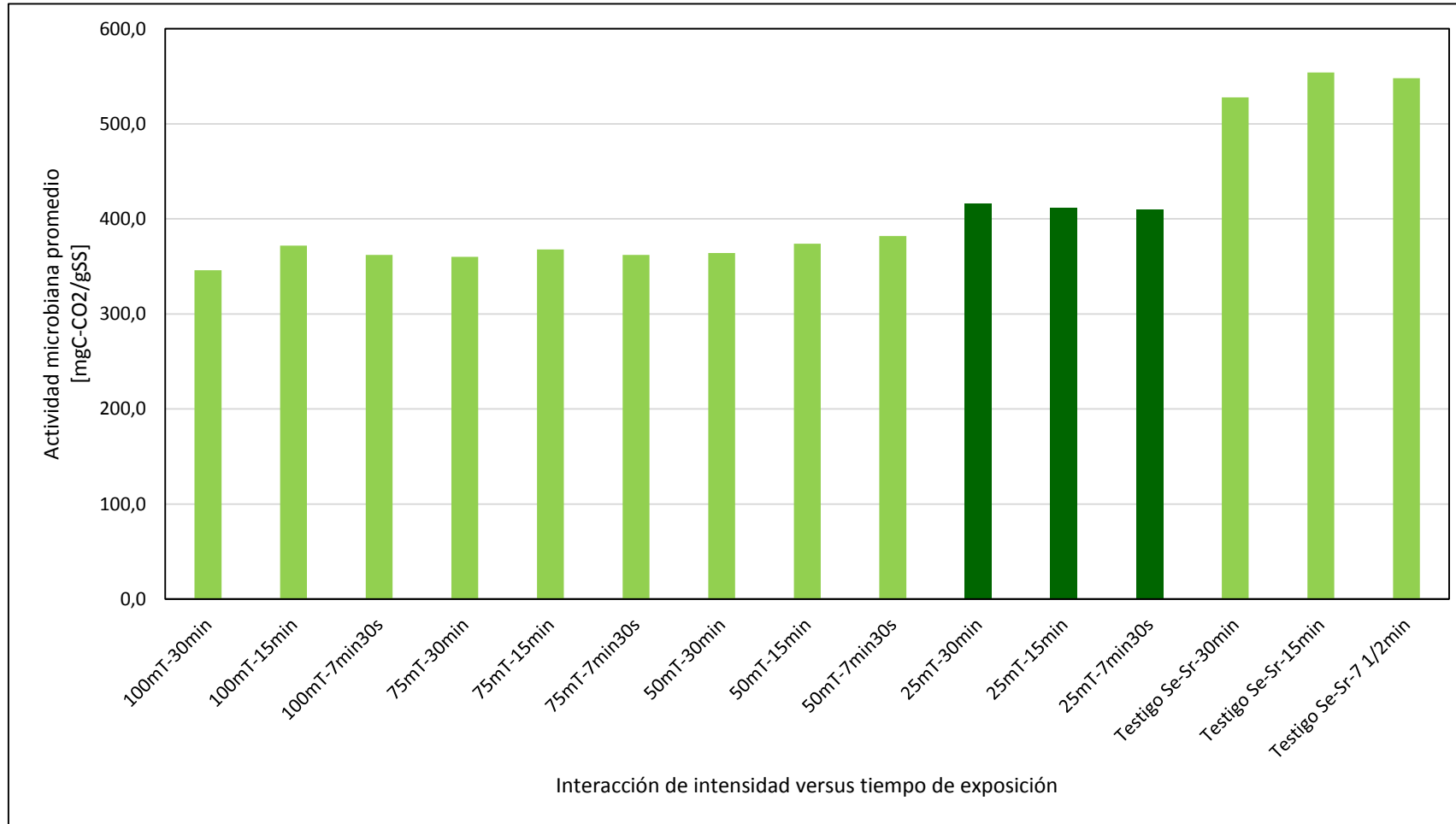
Resultados prueba de actividad microbiana ensayo I noviembre 2 de 2014

Fase I – Ensayo II



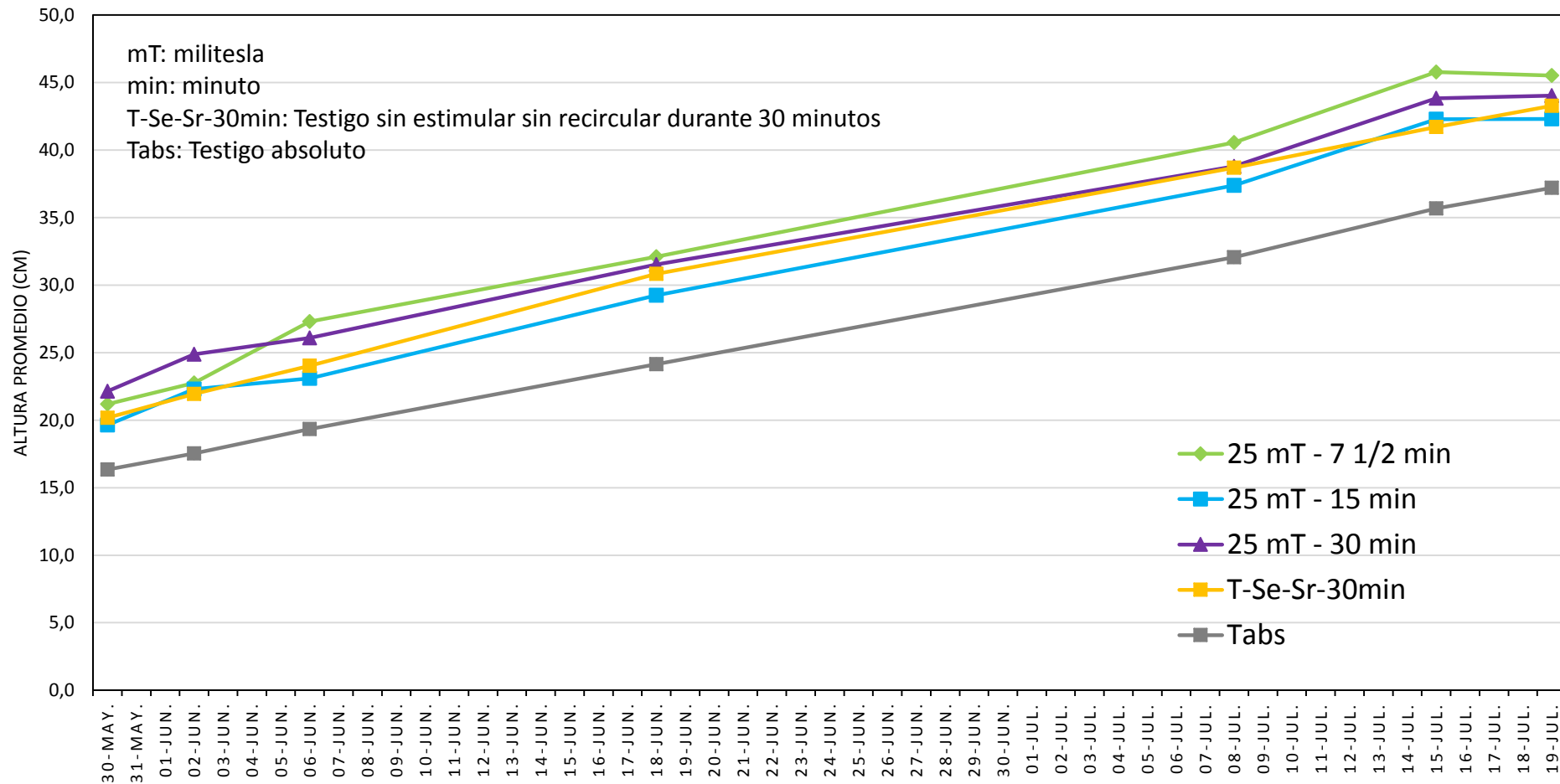
Resultados prueba de actividad microbiana ensayo II diciembre 24 de 2014

Fase I – Ensayo III

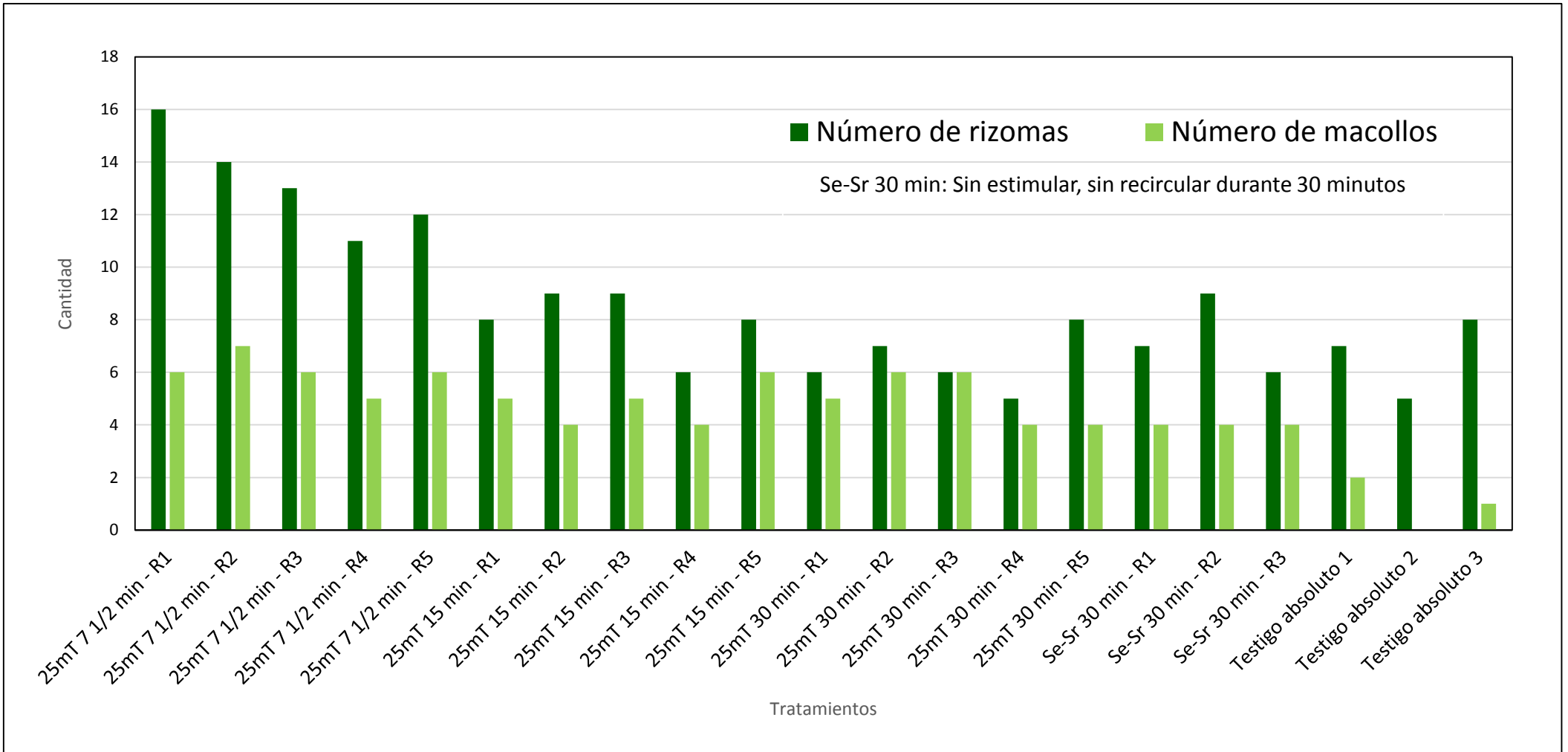


Resultados prueba de actividad microbiana ensayo III mayo 7 de 2015

Bio-fertilizante estimulado: Altura de tallo (cm)



Bio-fertilizante estimulado: Cantidad de rizomas y macollos



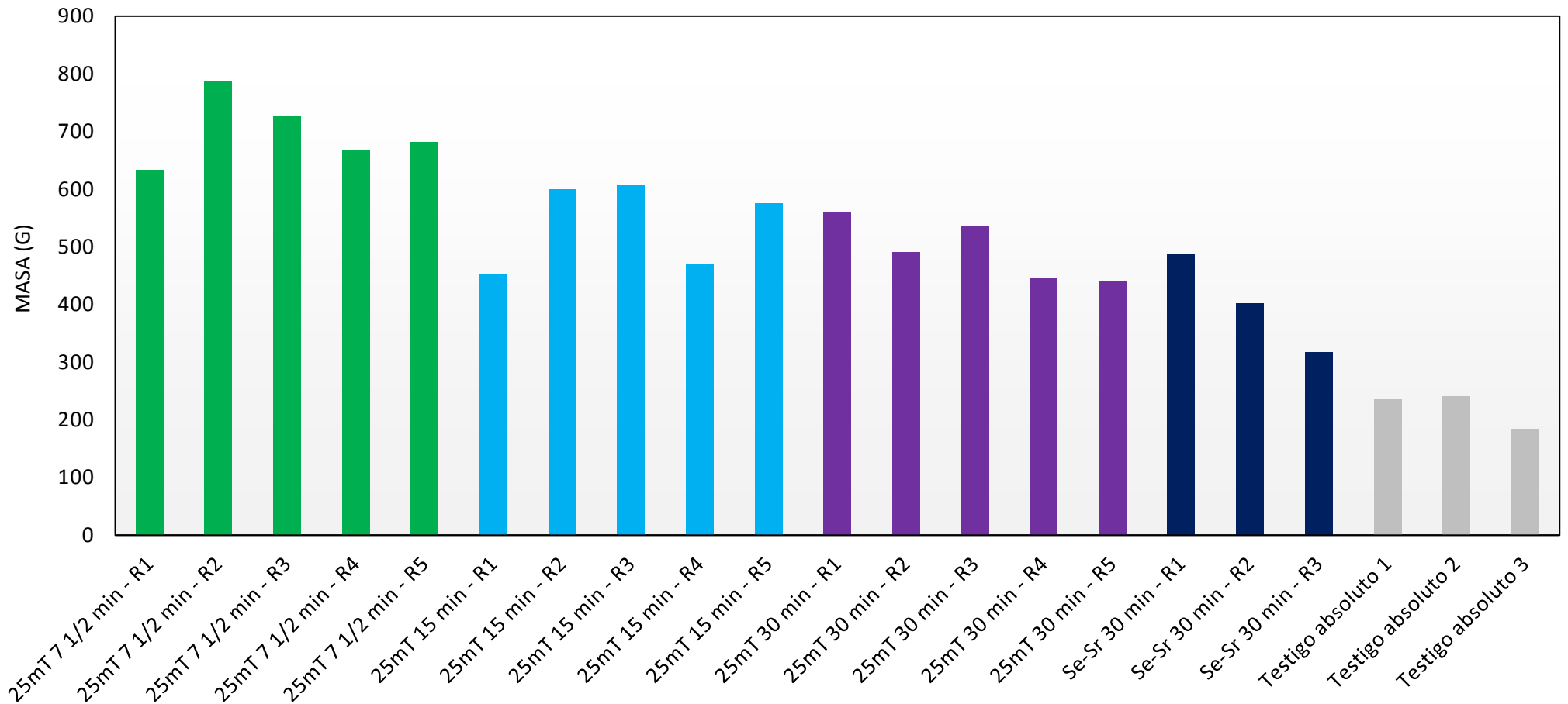
Bio-fertilizante estimulado: Promedio de rizomas y macollos

Tabla 1. Promedio de rizomas y de macollos por tratamiento para la fase II

Tratamiento	Promedio número rizomas	Promedio número macollos
T1 (25mT-7,5min)	13	6
T2(25mT-15min)	8	5
T3(25mT-30min)	6	5
T-Se-Sr-30min	7	4
Test absoluto	7	1

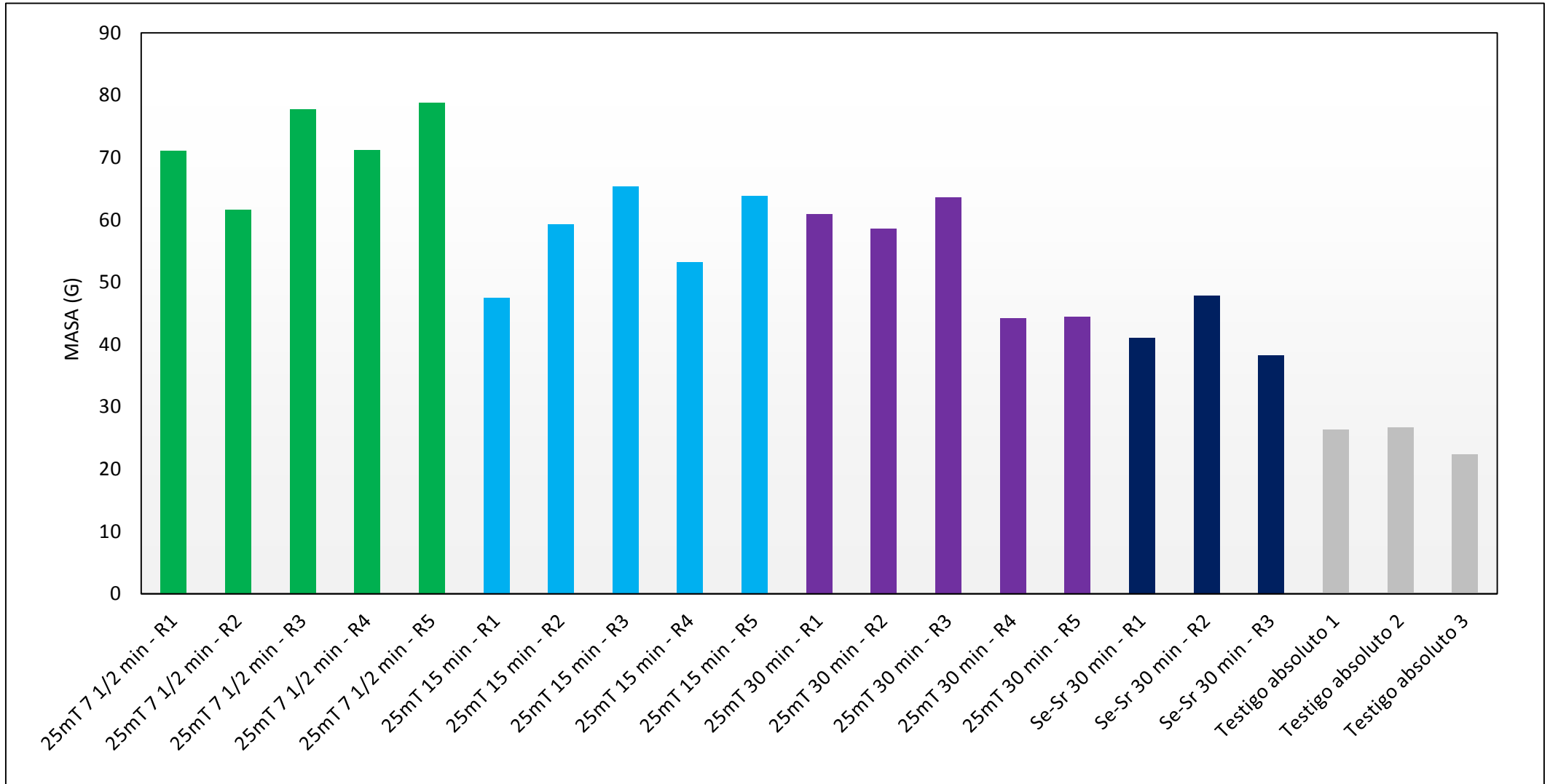
T-Se-Sr 30 min: Testigo sin estimular, sin recircular durante 30 minutos

Bio-fertilizante estimulado: Masa fresca (g)



Se-Sr 30 min: Testigo sin estimular, sin recircular durante 30 minutos

Bio-fertilizante estimulado: Masa seca (g)



Se-Sr 30 min: Testigo sin estimular, sin recircular durante 30 minutos

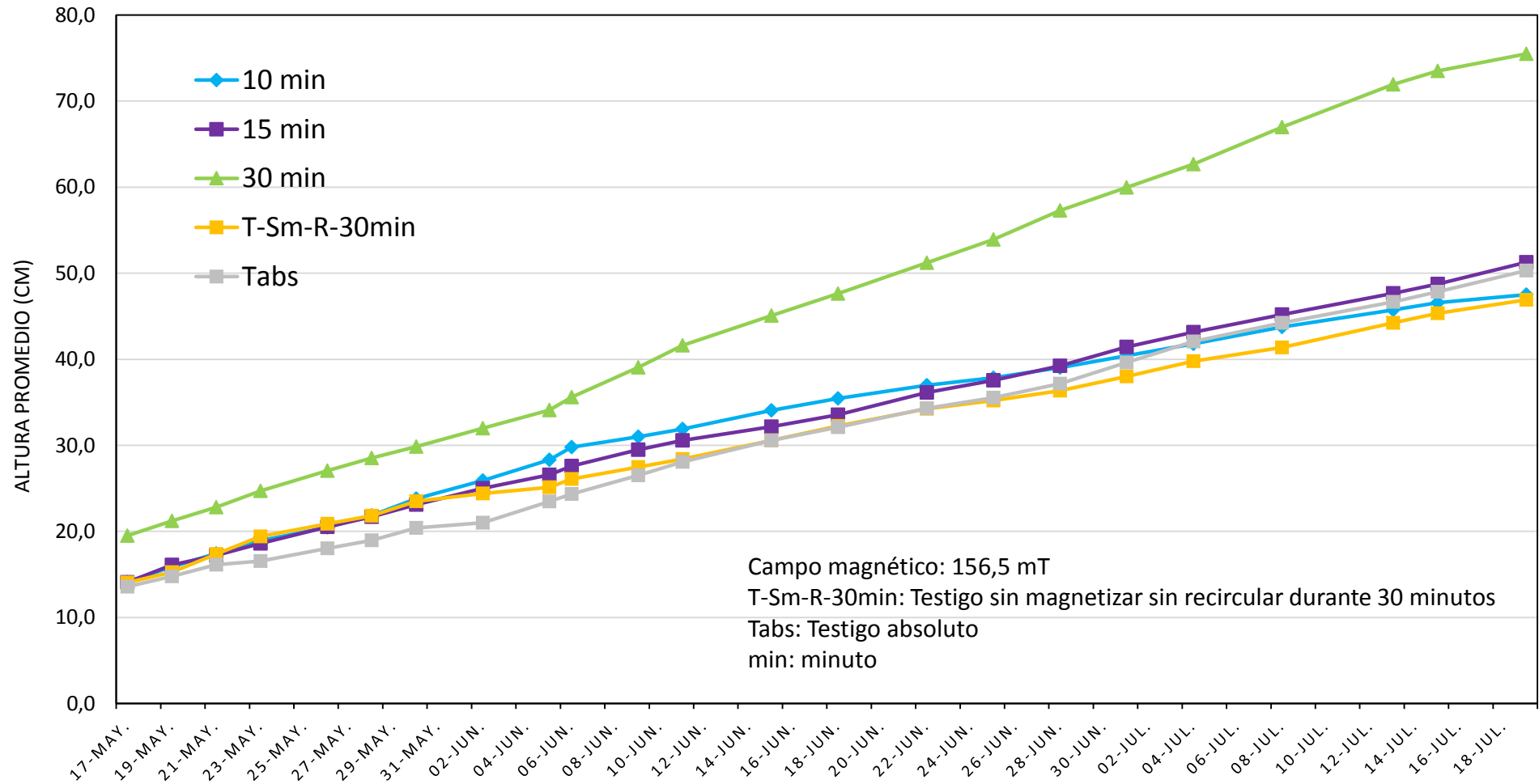
Bio-fertilizante estimulado: Actividad microbiana suelo

Tabla 2. Actividad microbiana en muestras de suelo por tratamiento; Se Sr: Sin estimular sin recircular; mT: militesla; min: minuto

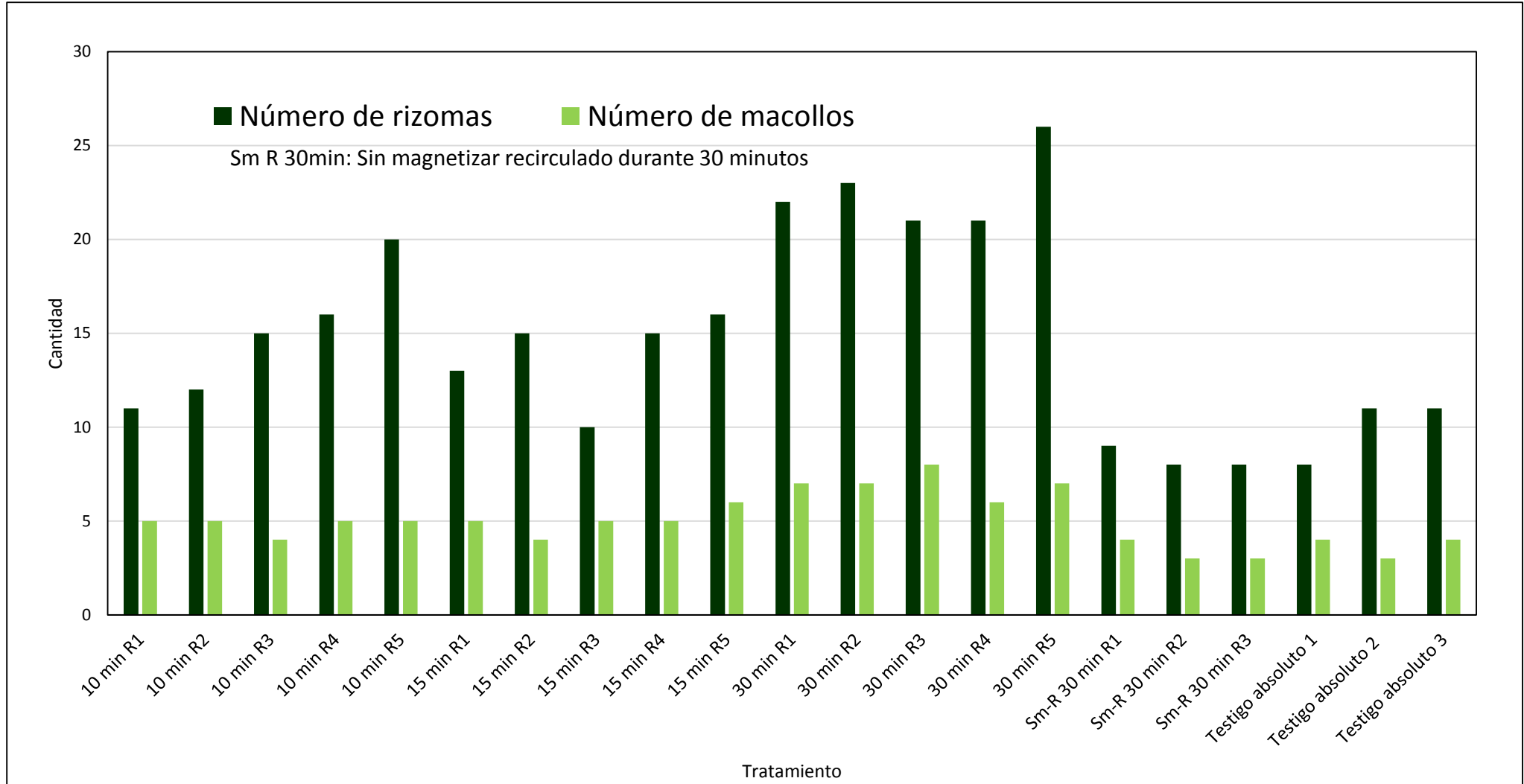
Tratamiento - Repetición	Descripción	Actividad Microbiana Promedio [$\mu\text{gC-CO}_2/\text{gSS}$]
T1-R1	25mT-7 1/2min	184
T1-R2	25mT-7 1/2min	
T1-R3	25mT-7 1/2min	
T2-R1	25mT-15min	138
T2-R2	25mT-15min	
T2-R3	25mT-15min	
T3-R1	25mT-30min	122
T3-R2	25mT-30min	
T3-R3	25mT-30min	
Testigo Se Sr 30min-R1	Se-Sr-30min	134
Testigo Se Sr 30 min-R2	Se-Sr-30min	122
Testigo Se Sr 30 min-R3	Se-Sr-30min	122
Testigo absoluto-R1	Agua normal	122
Testigo absoluto-R2	Agua normal	110
Testigo absoluto-R3	Agua normal	140

RESULTADOS AGUA DE RIEGO MAGNETIZADA

Agua magnetizada: Altura de tallo (cm)



Agua magnetizada: Cantidad de rizomas y macollos



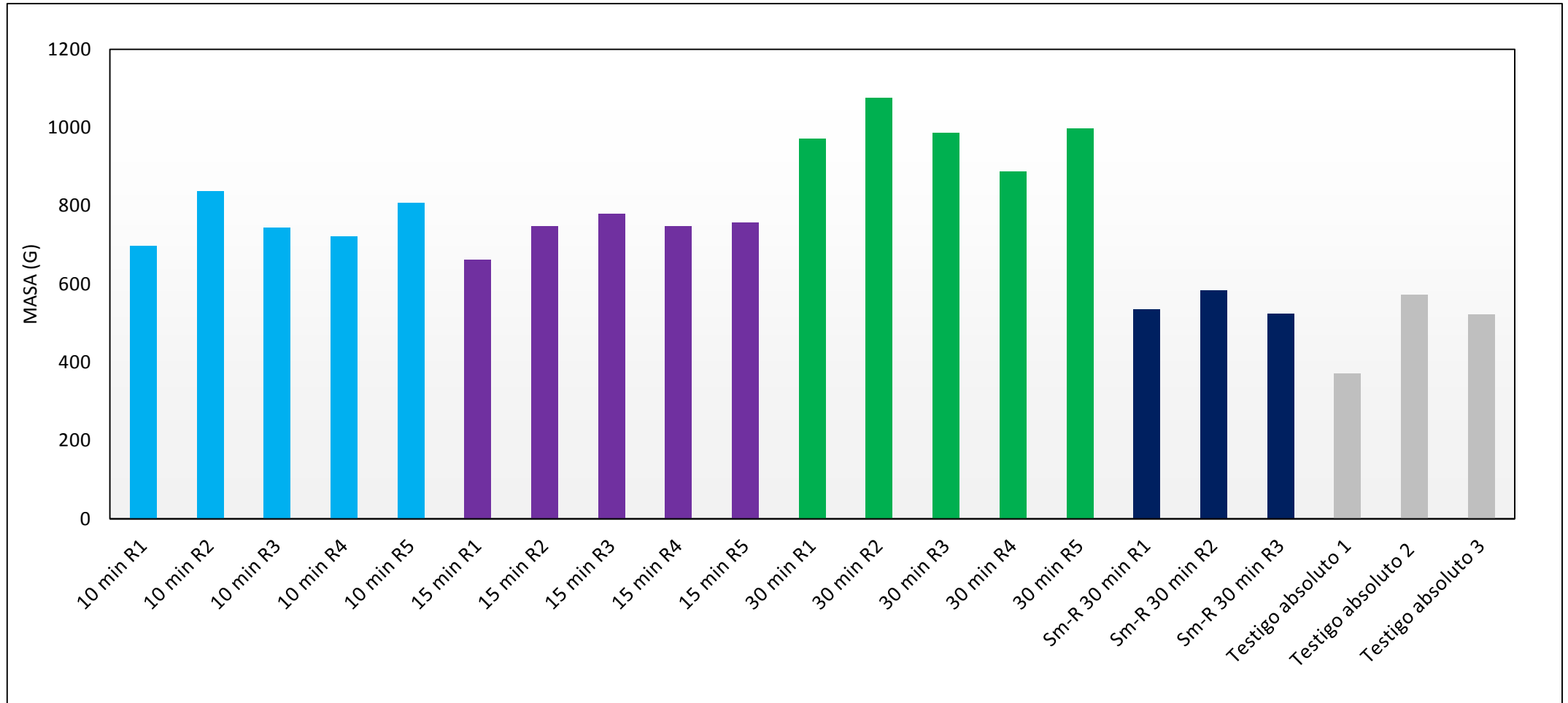
Agua magnetizada : Promedio rizomas y macollos

Tabla 3. Promedio de rizomas y de macollos por tratamiento con agua de riego magnetizada.

Tratamiento	Promedio número	
	rizomas	macollos
T1 (10min)	15	5
T2 (15min)	14	5
T3 (30min)	23	7
T-Sm-R-30min	8	3
Testigo absoluto	10	4

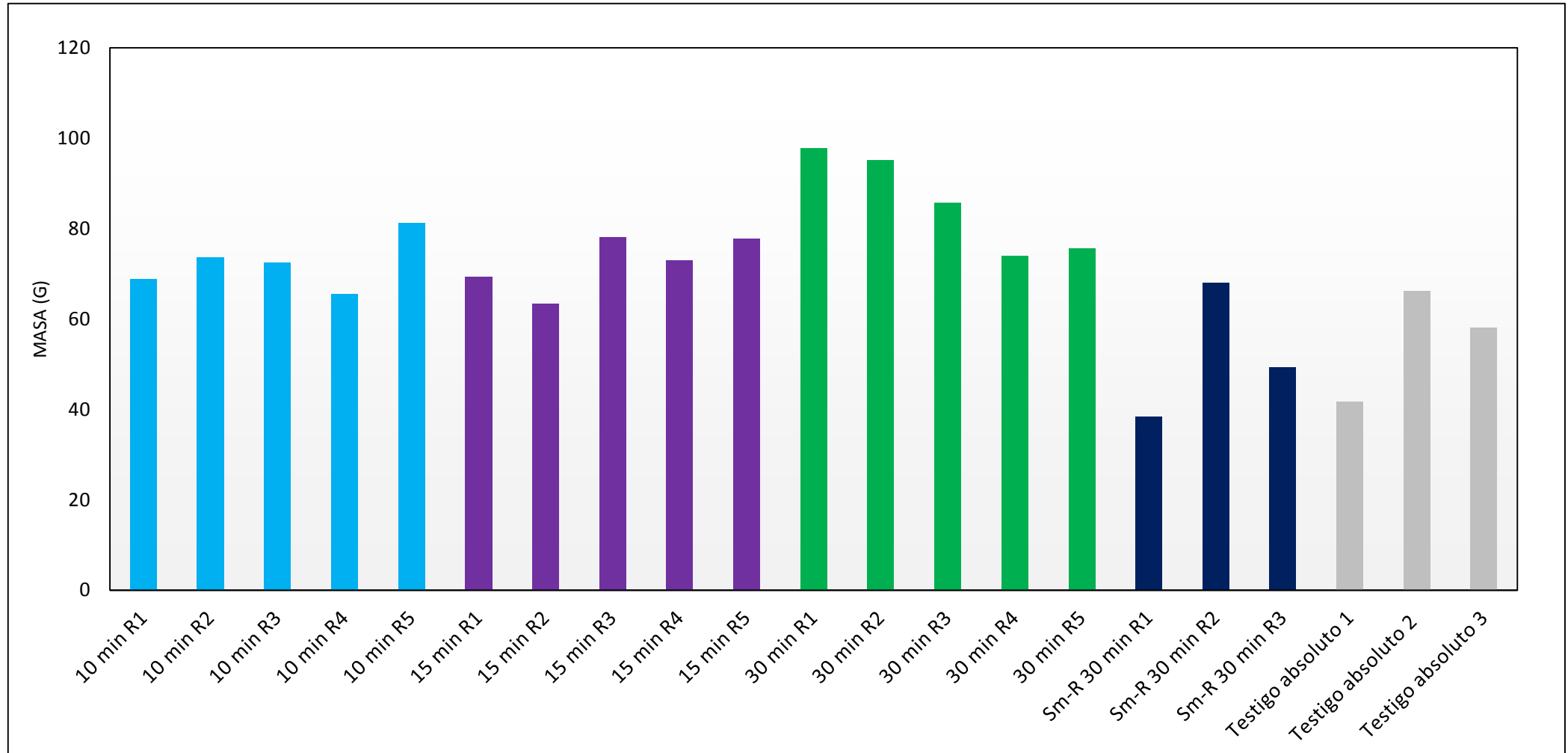
T Sm R 30min: Testigo sin magnetizar recirculado durante 30 minutos

Agua magnetizada: Masa fresca (g)



Sm R 30min: Testigo sin magnetizar recirculado durante 30 minutos

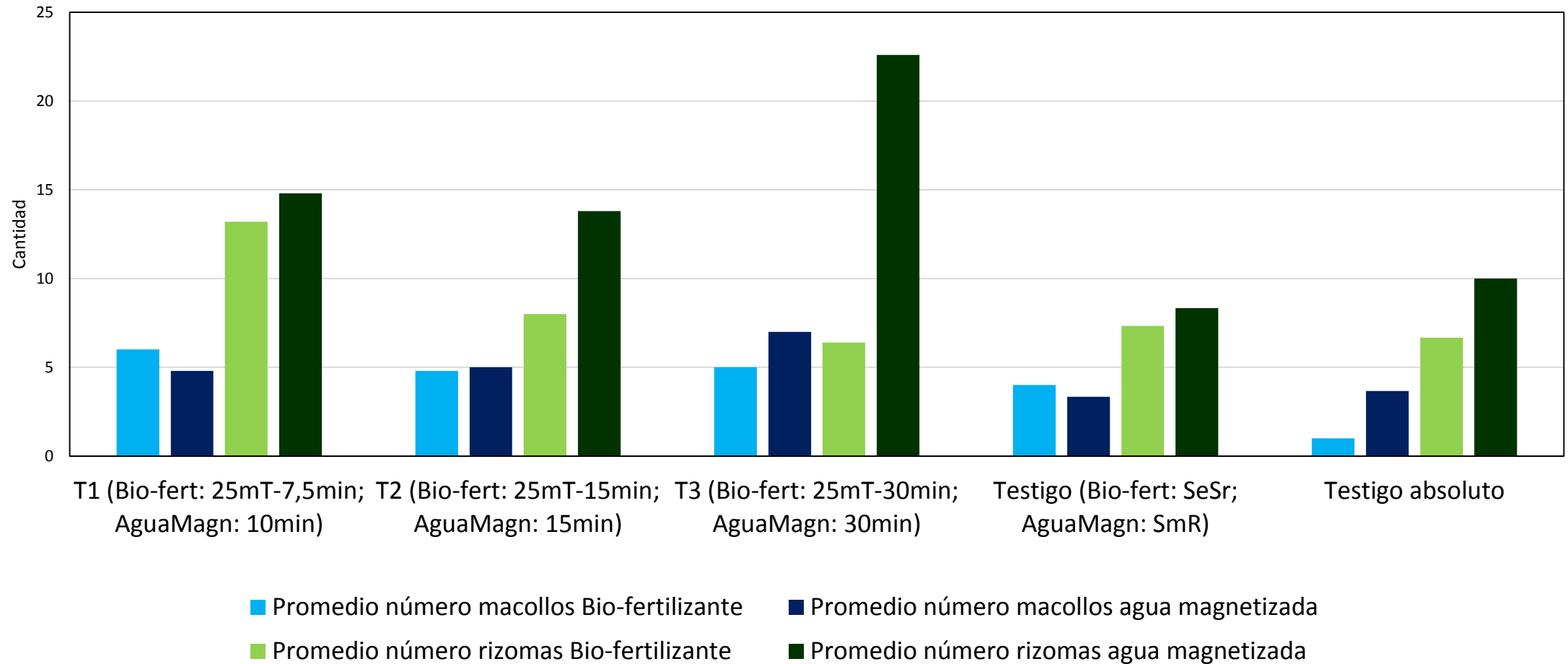
Agua magnetizada: Masa seca (g)



Sm R 30min: Testigo sin magnetizar recirculado durante 30 minutos

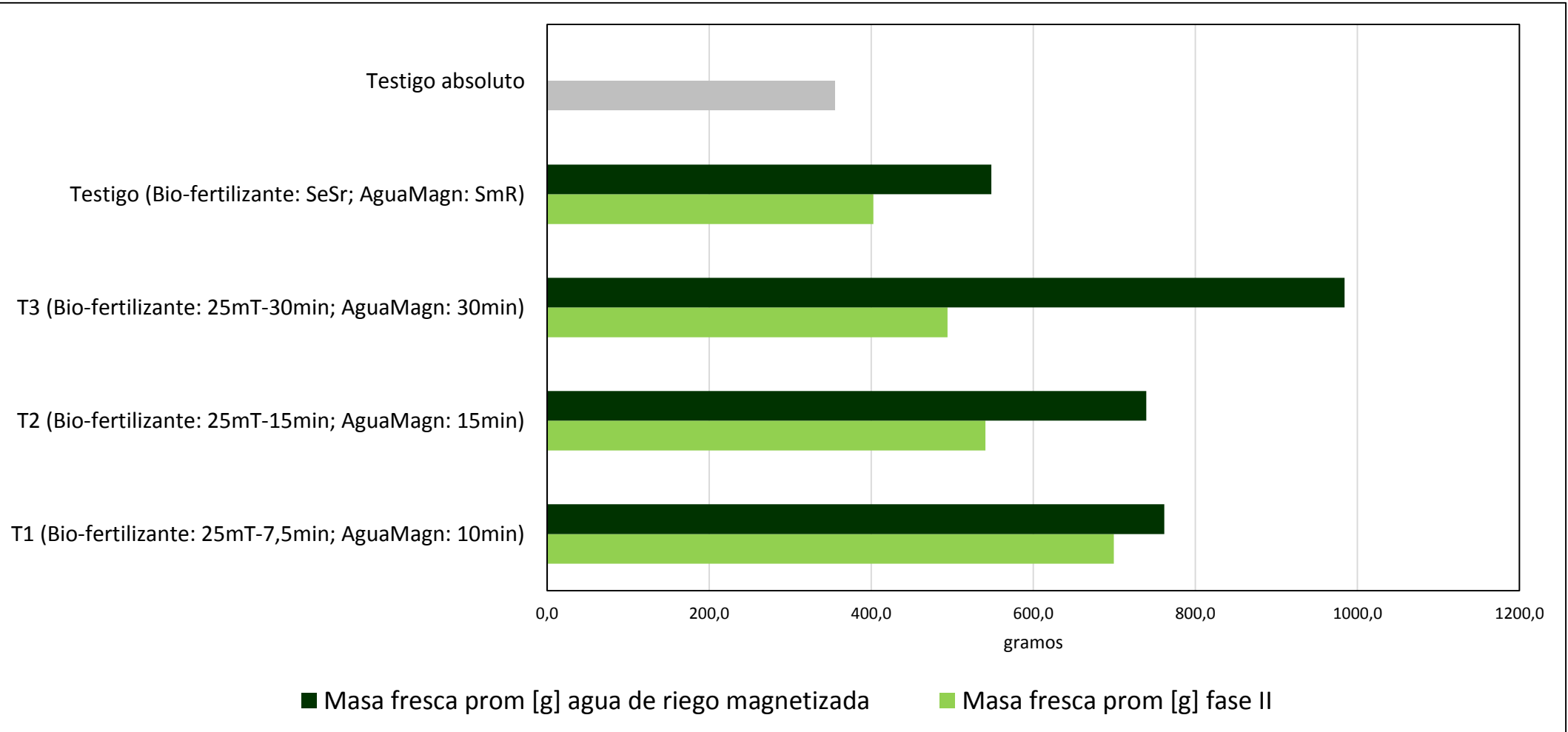
Comparación de resultados para Bio-fertilizante estimulado vs agua magnetizada

Promedio de número de rizomas y macollos

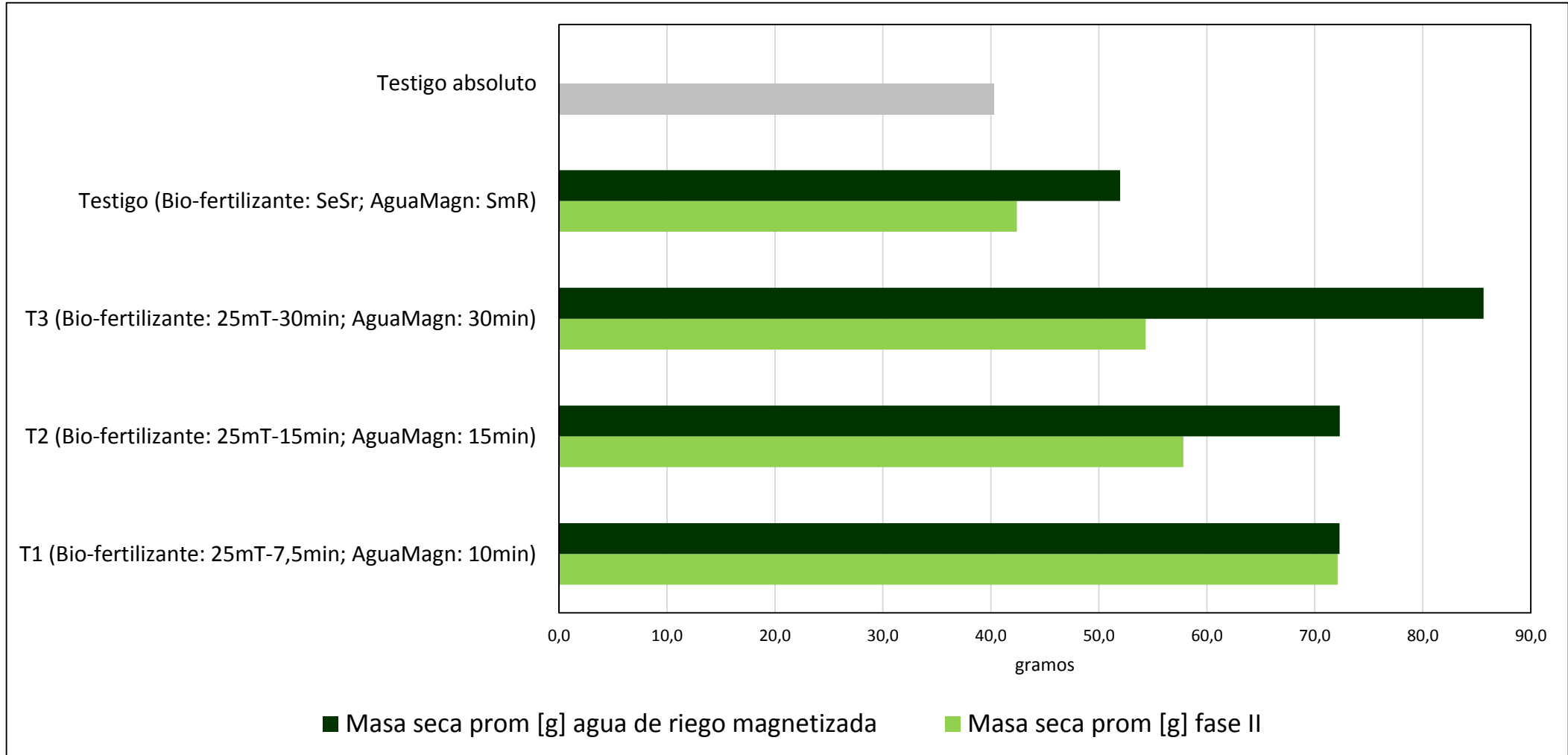


Se Sr: sin estimular sin recircular; Sm R: sin magnetizar recirculado

Masa fresca promedio (g)



Masa seca promedio (g)



Porcentaje de superioridad en las variables de respuesta

Tabla 4. Superioridad en las variables de respuesta con agua magnetizada a 30 minutos con 156,5 mT

Característica de crecimiento analizada	% de superioridad con respecto al testigo recirculado sin magnetizar	% de superioridad con respecto al testigo absoluto
Longitud del tallo (cm)	44,90%	48,90%
Número de rizomas	171,20%	126%
Número de macollos	110%	90,90%
Masa fresca (g)	79,50%	101,10%
Masa seca (g)	64,80%	54,70%

Conclusiones

- La recirculación de biofertilizante disuelto en agua estimulada electromagnéticamente y de agua de riego magnetizada sobre el cultivo de cúrcuma tuvieron un impacto positivo en las variables de respuesta analizadas.
- El mejor resultado obtenido sobre las variables de respuesta analizadas para bio-fertilizante se produjo a una intensidad de 25 mT durante 7 ½ minutos.

Conclusiones

- El mejor resultado obtenido sobre las variables de respuesta analizadas para agua magnetizada se produjo a un tiempo de exposición de 30 minutos con un campo magnético constante de 156,5 mT.

Recomendaciones

- Se recomienda el desarrollo de más investigaciones a nivel local para obtener información suficiente que integre la intensidad del campo, el tiempo de exposición y la respuesta en cultivos promisorios sobre unidades de riego definidas en campo.

Recomendaciones

- Se sugiere analizar los constituyentes químicos de la cúrcuma, su actividad fotosintética y la eficiencia de traslocación de los fotoasimilados en las plantas para exhibir su respuesta al riego con agua magnetizada de una manera más precisa.

Referencias

- Abou El-Yazied A., El-Gizawy A.M., Khalf S. M., El-Satar A. & Shalaby O.A. (2012). Effect of magnetic field treatments for seeds and irrigation water as well as N, P and K levels on productivity of tomato plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(4), 2088-2099.
- Aladjadjiyan A. (2010). Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. *International Agrophysics*, 24, 321-324.
- Aladjadjiyan A. (2012). *Physical Factors for Plant Growth Stimulation Improve Food Quality, Food Production - Approaches, Challenges and Tasks*. ISBN: 978-953-307-887-8.
- Balouchi H. R. & Sanavy S.A.M.M. (2009). Electromagnetic field impact on annual medics and dodder seed germination. *International Agrophysics*, 23, 111-115.
- Duarte C., Guevara G. & Méndez M. (2004). Uso del agua activada y con tratamiento magnético del tomate en condiciones de organopónico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 13(3), 1010-2760.
- Hozayn M., Abd El Monem A. A., Abdelraouf R. E. & Abdalla M. (2013) Do magnetic water affect water efficiency, quality and yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plant under arid regions conditions? *Journal of Agronomy*, 12(1), 1-10.
- Hozayn M., Abd El Monem A. A., Abdul Qados A.M.S. & Abd El-Hameid E.M. (2011). Response of some food crops to irrigation with magnetized water under green house condition. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 29-36.
- Kamal M. Z. U. & Yousuf M. N. (2012). Effect of Organic Manures on Growth, Rhizome Yield and Quality Attributes of Turmeric (*Curcuma longa* L.). *The Agriculturists*, 10(1), 16-22.

Referencias

- Majd A. & Shabrangi A. (March, 2009). Effect of seed pretreatment by magnetic fields on seed germination and ontogeny growth of agricultural plants. *Progress In Electromagnetics Research Symposium*, Beijing, China.
- Moussa H. R. (2011). The Impact of Magnetic Water Application for Improving Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production. *New York Science Journal*, 4(6), 15-20.
- Mulook Al-Khazan, Batoul M. & Nabila Al-Assaf (2011). Effects of magnetically treated water on water status, chlorophyll pigments and some elements content of Jojoba (*Simmondsia chinensis* L.) at different growth stages. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5(9), 722-731.
- Stange B. C., Rowland R. E., Rapley B. I. & Podd J. V. (2002). ELF magnetic fields increase amino acid uptake into *Vicia faba* L. roots and alter ion movement across the plasma membrane. *Bioelectromagnetics*, 23, 347-354.
- Stašelis A. & Stašelis V. (2011). The Effect of Electromagnetic Fields on Agricultural Plants. *Engineering and Environment of Biosystems*, 442-447.
- Zapata J., Moreno G. & Márquez E. (2002). Efectos de los campos magnéticos sobre el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*. *INCI Revista Interciencia*, 27(10), 544-550.
- Zúñiga O., Osorio J., Cuero R. & Peña J. (2011). Evaluación de tecnologías para la recuperación de suelos degradados por salinidad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5769-5779.



Muchas gracias