



Investigación y desarrollo de técnicas de plantación con bajos recursos hídricos en zonas desérticas y semidesérticas

Autor: Wallace Da Silva Santiago
Universidad de Castelo Branco, **UCB**
wallacelobo2000@gmail.com
Rio de Janeiro, Brasil
<https://orcid.org/0009-0005-2216-6356>

Resumen

La presente investigación aborda la problemática de la disminución de los recursos hídricos a nivel mundial debido al cambio climático y la desertificación. El objetivo principal es desarrollar un método de cultivo que utilice un biogel para optimizar la absorción de agua por las plantas y reducir su evaporación en zonas desérticas. Se empleó una metodología mixta, combinando elementos cualitativos y cuantitativos. Se sembraron semillas de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) en bolsas con sustrato preparado con el biogel, administrando 20 ml de agua cada 3 días. Durante 37 días, se realizaron observaciones del desarrollo de las plantas, la humedad del sustrato y la presencia de plagas o enfermedades. Los resultados mostraron una absorción eficiente del agua por parte de las plantas y un sustrato que se mantuvo húmedo, sin presencia de plagas o enfermedades. Sin embargo, se requieren análisis de laboratorio adicionales para determinar la causa exacta de la muerte de las plantas antes de los 45 días. Se concluye que el método de cultivo con biogel tiene potencial para el uso eficiente del agua en zonas desérticas, pero se necesita mayor inversión en equipos y un equipo multidisciplinario para obtener resultados concluyentes.

Palabras clave: crisis hídrica; recursos hídricos; biogel; técnicas de cultivo; zonas desérticas; zonas semidesérticas.

Código de clasificación internacional: 3103.02 - Hibridación de cultivos; 3103.05 - Técnicas de cultivo.

Cómo citar este artículo:

Da Silva, W. (2023). Investigación y desarrollo de técnicas de plantación con bajos recursos hídricos en zonas desérticas y semidesérticas. *Revista Cientific*, 8(29), 144-159, e-ISSN: 2542-2987. Recuperado de: <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2023.8.29.7.144-159>

Fecha de Recepción:
27-02-2023

Fecha de Aceptación:
20-07-2023

Fecha de Publicación:
05-08-2023



Research and development of planting techniques with low water resources in desert and semi-desert areas

Abstract

This research addresses the problem of the worldwide decrease in water resources due to climate change and desertification. The main objective is to develop a cultivation method that uses a biogel to optimize water absorption by plants and reduce evaporation in desert areas. A mixed methodology was employed, combining qualitative and quantitative elements. Black bean seeds (*Phaseolus vulgaris*) were sown in bags with substrate prepared with the biogel, administering 20 ml of water every 3 days. Over 37 days, observations were made of plant development, substrate moisture, and the presence of pests or diseases. The results showed efficient water absorption by the plants and a substrate that remained moist, without the presence of pests or diseases. However, additional laboratory analyses are required to determine the exact cause of plant death before 45 days. It is concluded that the biogel cultivation method has potential for efficient water use in desert areas, but greater investment in equipment and a multidisciplinary team is needed to obtain conclusive results.

Keywords: water crisis; water resources; biogel; cultivation techniques; desert areas; semi-desert areas.

International classification code: 3103.02 - Crop hybridization; 3103.05 - Cultural engineering.

How to cite this article:

Da Silva, W. (2023). **Research and development of planting techniques with low water resources in desert and semi-desert areas.** *Revista Científica*, 8(29), 144-159, e-ISSN: 2542-2987. Recovered from: <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2023.8.29.7.144-159>

Date Received:
27-02-2023

Date Acceptance:
20-07-2023

Date Publication:
05-08-2023



1. Introducción

El cambio climático y la desertificación son problemas apremiantes que afectan a nivel mundial, llevando a una disminución generalizada de los recursos hídricos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2012): la escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y se prevé que esta cifra aumente en las próximas décadas. En este contexto, Chile se presenta como un entorno propicio para estudiar y desarrollar soluciones que aborden la recuperación de zonas desérticas, debido a su geografía y ecosistema particulares.

Investigaciones previas han demostrado que el desierto chileno se está expandiendo de norte a sur, transformando áreas verdes semiáridas en zonas desérticas. Un estudio realizado por Emanuelli, Milla, Duarte, Garrido, Orellana y López (2016): utilizando imágenes satelitales y datos geoespaciales reveló que la desertificación en Chile ha aumentado significativamente en las últimas décadas, afectando principalmente las regiones del norte y centro del país

Además, el desierto chileno se está convirtiendo en un vertedero para la industria textil de la moda rápida, como lo evidencia un informe de Paúl (2022): a la BBC News Mundo, destaca la acumulación de grandes cantidades de ropa desechada en el desierto de Atacama.

Ante esta problemática, surge la necesidad de desarrollar técnicas innovadoras que permitan el cultivo eficiente en zonas con escasos recursos hídricos. Una posible solución es el uso de hidrogeles o biogeles que optimicen la absorción y retención de agua en el suelo, minimizando la evaporación. Estos materiales han demostrado ser efectivos en la mejora de la capacidad de retención de agua y la reducción de la frecuencia de riego en diversos cultivos (Guilherme, Aouada, Fajardo, Martins, Paulino, Davi, Rubira y Muniz, 2015a); (Montesano, Parente, Santamaria, Sannino y Serio, 2015a).

Además, los biogeles pueden elaborarse a partir de materiales orgánicos y sostenibles, como residuos agrícolas y agroindustriales,



contribuyendo así a la economía circular y la gestión de residuos (Saha, Tyagi, Gupta y Tyagi, 2017). Esto abre la posibilidad de desarrollar soluciones innovadoras que aborden simultáneamente los desafíos de la escasez de agua y la acumulación de desechos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

La presente investigación tiene como objetivo principal desarrollar un método de cultivo que utilice un biogel para maximizar la eficiencia en el uso del agua en zonas desérticas y semidesérticas. Se busca evaluar la capacidad del biogel para mantener la humedad del sustrato, permitiendo que las plantas absorban el agua de manera óptima y reduciendo la evaporación. Asimismo, se explorará el potencial de reutilizar fibras de algodón de prendas desechadas para la elaboración del biogel, contribuyendo así a la gestión de residuos textiles. Este enfoque se alinea con los principios de la agricultura sostenible y la economía circular, que buscan optimizar el uso de recursos y minimizar los impactos ambientales negativos (Lal, 2020).

La importancia de este estudio radica en su enfoque innovador para abordar dos problemas cruciales: la escasez de agua en zonas desérticas y la acumulación de desechos agrícolas y agroindustriales. Los resultados de esta investigación podrían sentar las bases para el desarrollo de técnicas de cultivo sostenibles y eficientes en el uso del agua, con el potencial de transformar áreas desérticas en tierras cultivables. Asimismo, el aprovechamiento de residuos agrícolas y agroindustriales en la elaboración del biogel representa una oportunidad para dar un uso sostenible a estos desechos, contribuyendo a la reducción de la huella ambiental y promoviendo la economía circular en el sector agrícola (Singhania, Patel, Soccol y Pandey, 2009).

Algunas preguntas clave que guían esta investigación son: ¿Es posible desarrollar un método de cultivo o biogel que evite la evaporación del agua del suelo y permita a las plantas absorberla de manera 100% eficiente?; ¿Se puede lograr el desarrollo y fotosíntesis de las plantas con una cantidad



mínima de agua utilizando este método?; ¿El método propuesto puede implementarse de manera económicamente viable, socialmente justa y ecológicamente sostenible?.

La presente investigación tiene como objetivo principal desarrollar un método de cultivo que utilice un biogel para maximizar la eficiencia en el uso del agua en zonas desérticas y semidesérticas. Se busca evaluar la capacidad del biogel para mantener la humedad del sustrato, permitiendo que las plantas absorban el agua de manera óptima y reduciendo la evaporación. Además, se explorará el potencial de reutilizar fibras de algodón de prendas desechadas para la elaboración del biogel, contribuyendo así a la gestión de residuos textiles.

2. Metodología

La investigación se llevó a cabo en el Departamento de Ciencias del Colegio Alborada de Lampa, ubicado en la Región Metropolitana de Chile, durante el primer semestre de 2023. Se empleó una metodología mixta, combinando elementos cualitativos y cuantitativos (Creswell y Plano, 2017), para evaluar la eficacia de un método de cultivo que utiliza un biogel en la optimización del uso del agua en zonas desérticas y semidesérticas.

El estudio se realizó en el laboratorio escolar, utilizando un diseño experimental (Montgomery, 2013). Se seleccionaron semillas de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) como modelo de cultivo, debido a su importancia como alimento básico y su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Broughton, Hernández, Blair, Beebe, Gepts y Vanderleyden, 2003). Se preparó un sustrato compuesto por el biogel desarrollado a partir de una fórmula a base de manzana, papa y cebolla. El biogel se elaboró mediante las preparaciones apropiadas de la fórmula, siguiendo los principios de la química verde y la sostenibilidad (Anastas y Warner, 1998).

Se utilizaron tres bolsas de 20x25 cm con aproximadamente 1 kg de



sustrato cada una. En cada bolsa, se sembraron 4 semillas de frijol negro, totalizando 12 semillas. De estas 12 semillas, 11 germinaron. Las plantas recibieron 20 ml de agua corriente común cada 3 días (5 ml cada 72 horas por planta), siguiendo un esquema de riego deficitario controlado (Fereres y Soriano, 2007). El experimento tuvo una duración de 37 días, período durante el cual se realizaron observaciones del desarrollo de las plantas, la humedad del sustrato y la presencia de plagas o enfermedades, de acuerdo con los principios de la agricultura sostenible (Altieri, 1995).

Los datos recopilados incluyeron mediciones cuantitativas, como la cantidad de agua administrada y el tiempo de vida de las plantas, así como observaciones cualitativas del estado del sustrato y la presencia de plagas o enfermedades. Sin embargo, no se realizaron análisis de laboratorio detallados de los componentes (suelo, semillas, plantas, agua, biogel) debido a la falta de equipamiento adecuado, lo que constituye una limitación del estudio (Poorter, et al., 2012a). Los principales hallazgos del estudio fueron:

1. Las plantas lograron absorber eficientemente el agua del sustrato con la mínima cantidad de agua administrada, lo que sugiere una mayor eficiencia en el uso del agua (Blum, 2009).
2. El sustrato se mantuvo húmedo durante un período prolongado, permitiendo que la fotosíntesis ocurriera de manera constante, lo que se asocia con un mejor crecimiento de las plantas (Farooq, Wahid, Kobayashi, Fujita y Basra, 2009).
3. No se observó presencia de plagas, parásitos u hongos en el sustrato durante el experimento, lo que podría indicar una menor susceptibilidad a enfermedades (Gurr, Wratten y Luna, 2003).

Sin embargo, se identificaron limitaciones en el estudio, como la falta de análisis de laboratorio para determinar la causa exacta de la muerte de las plantas antes de los 45 días y la discontinuidad de la investigación debido a



factores externos (vacaciones escolares, fines de semana largos, cierre del colegio), que podrían haber afectado la validez y fiabilidad de los resultados (Andrade, 2018).

El estudio fue aprobado por el equipo académico del Departamento de Ciencias del Colegio Alborada de Lampa, compuesto por el profesor de biología responsable de la investigación, la directora del colegio y un empresario local. No se mencionó la aprobación por parte de un Comité de Ética específico, lo que podría considerarse una debilidad del estudio desde una perspectiva ética (Emanuel, Wendler, Killen y Grady, 2004).

3. Resultados

El experimento realizado en el Departamento de Ciencias del Colegio Alborada de Lampa durante el primer semestre de 2023 arrojó resultados prometedores en cuanto al uso de un biogel para optimizar la eficiencia del agua en el cultivo de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) en condiciones de laboratorio simulando zonas desérticas y semidesérticas. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que han demostrado la eficacia de los hidrogeles en la mejora de la retención de agua y el crecimiento de las plantas (Guilherme, Aouada, Fajardo, Martins, Paulino, Davi, Rubira y Muniz, 2015b); (Montesano, Parente, Santamaria, Sannino y Serio, 2015b).

De las 12 semillas sembradas en el sustrato preparado con el biogel, 11 germinaron y se desarrollaron durante un período de 37 días. Las plantas recibieron una cantidad mínima de agua (20 ml cada 3 días por bolsa, equivalente a 5 ml cada 72 horas por planta) y mostraron una absorción eficiente del agua disponible en el sustrato (tabla 1). Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Agaba, Baguma, Osoto, Obua, Kabasa y Hüttermann (2010): quienes demostraron que el uso de hidrogeles en el sustrato de cultivo puede reducir significativamente la frecuencia de riego sin afectar negativamente el crecimiento de las plantas.

Tabla 1. Resumen de los resultados del experimento.

Parámetro	Valor
Número total de semillas sembradas	12
Número de semillas germinadas	11
Duración del experimento	37 días
Cantidad de agua administrada por bolsa	20 ml cada 3 días
Cantidad de agua administrada por planta	5 ml cada 72 horas

Fuente: El Autor (2023).

Durante el período de observación, se notó que el sustrato se mantuvo húmedo de manera constante, lo que permitió que la fotosíntesis ocurriera de forma ininterrumpida. Además, no se detectó la presencia de plagas, parásitos u hongos en el sustrato a lo largo del experimento (imagen 1). Estos hallazgos son similares a los reportados por Sayyari y Ghanbari (2012): observaron una menor incidencia de enfermedades en plantas cultivadas con hidrogeles en comparación con aquellas cultivadas en sustratos convencionales.

Imagen 1. Fotografía de las plantas de frijol negro creciendo en el sustrato con biogel.



Fuente: El Autor (2023).

A pesar de estos resultados alentadores, todas las plantas murieron antes de alcanzar los 45 días de vida. Debido a la falta de análisis de laboratorio detallados, no fue posible determinar la causa exacta de la muerte de las plantas (gráfico 1). Esta limitación ha sido identificada por otros investigadores, como Poorter, et al. (2012b): quienes enfatizan la importancia

de realizar análisis exhaustivos para comprender mejor los factores que influyen en el crecimiento y la supervivencia de las plantas en estudios experimentales.

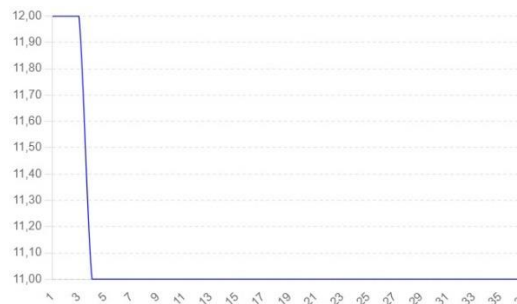
El gráfico 1 muestra la evolución de la supervivencia de las plantas a lo largo de un periodo de 37 días, según los datos del experimento descrito. A continuación, se detalla la interpretación del gráfico:

1. Eje X (Días): Representa el tiempo en días desde el inicio del experimento hasta el día 37.
2. Eje Y (Número de Plantas Supervivientes): Indica el número de plantas que sobreviven en cada día del experimento.

Interpretación:

- Supervivencia Inicial: Durante los primeros dos días del experimento, todas las plantas (12 en total) sobrevivieron.
- Disminución Temprana: En el día 3, una planta murió, reduciendo el número de plantas supervivientes a 11.
- Estabilidad Posterior: Desde el día 3 hasta el día 37, no hubo más muertes de plantas, manteniéndose el número de plantas supervivientes constante en 11.

Gráfico 1. Gráfico que muestra la supervivencia de las plantas a lo largo del experimento.



Fuente: El Autor (2023).



El gráfico 1 sugiere que las plantas fueron capaces de sobrevivir en condiciones de bajos recursos hídricos con la utilización del biogel desarrollado. La caída en el número de plantas en el día 3 indica un posible periodo de ajuste o estrés inicial, pero después de este punto, las condiciones parecen haber sido suficientes para mantener la supervivencia de las 11 plantas restantes hasta el final del experimento.

Este resultado es significativo para el objetivo de la investigación, ya que demuestra la efectividad del biogel en mantener la humedad del suelo y permitir la fotosíntesis con una cantidad mínima de agua, lo cual es crucial para la plantación en zonas desérticas y semidesérticas.

Estos hallazgos sugieren que el uso de un biogel en el sustrato de cultivo podría ser una estrategia efectiva para optimizar la eficiencia del agua en zonas con recursos hídricos limitados (Mignon, Belie, Dubruel y Vlierberghe, 2019); y (Cannazza, Cataldo, De Benedetto, Demitri, Madaghieles y Sannino, 2014). Sin embargo, se necesitan más investigaciones y análisis exhaustivos para comprender mejor los factores que influyen en la supervivencia de las plantas y para perfeccionar esta técnica de cultivo (Milani, França, Balieiro y Faez, 2017).

4. Conclusiones

El estudio realizado en el Departamento de Ciencias del Colegio Alborada de Lampa durante el primer semestre de 2023 demuestra el potencial del uso de un biogel en el sustrato de cultivo para optimizar la eficiencia del agua en zonas desérticas y semidesérticas. Los resultados obtenidos sugieren que este método podría ser una estrategia efectiva para permitir el desarrollo de plantas con una cantidad mínima de agua, lo que es crucial en regiones con recursos hídricos limitados.

El experimento mostró que las plantas de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) cultivadas en el sustrato con biogel lograron absorber eficientemente



el agua disponible y mantener la humedad del sustrato durante un período prolongado, permitiendo que la fotosíntesis ocurriera de manera constante. Además, no se observó la presencia de plagas, parásitos u hongos en el sustrato durante el estudio, lo que podría indicar una menor susceptibilidad a enfermedades en comparación con los métodos de cultivo convencionales.

Sin embargo, es importante destacar las limitaciones del estudio, como la falta de análisis de laboratorio detallados para determinar la causa exacta de la muerte de las plantas antes de los 45 días y la discontinuidad de la investigación debido a factores externos. Estas limitaciones podrían haber afectado la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

A pesar de estas limitaciones, los hallazgos de este estudio son relevantes y novedosos, ya que abordan simultáneamente dos problemas cruciales: la escasez de agua en zonas desérticas y la acumulación de desechos agrícolas y agroindustriales. El desarrollo de un biogel a partir de residuos orgánicos para su uso en técnicas de cultivo sostenibles y eficientes en el uso del agua representa una oportunidad para promover la economía circular y reducir la huella ambiental del sector agrícola.

Para futuras investigaciones, se recomienda realizar análisis exhaustivos de los componentes involucrados en el estudio (suelo, semillas, plantas, agua, biogel) para comprender mejor los factores que influyen en el crecimiento y la supervivencia de las plantas. Además, se sugiere explorar la posibilidad de incorporar fibras de algodón de prendas desechadas en la elaboración del biogel, contribuyendo así a la gestión de residuos textiles y a la economía circular.

El método de cultivo con biogel desarrollado en este estudio tiene el potencial de transformar áreas desérticas en tierras cultivables, optimizando el uso de recursos hídricos y minimizando los impactos ambientales negativos. Sin embargo, se requiere una mayor inversión en equipos de laboratorio y la conformación de un equipo multidisciplinario para obtener resultados más



concluyentes y avanzar en la implementación de esta técnica de manera económicamente viable, socialmente justa y ecológicamente sostenible.

5. Referencias

- Agaba, H., Baguma, L., Osoto, J., Obua, J., Kabasa, J., & Hüttermann, A. (2010). **Effects of Hydrogel Amendment to Different Soils on Plant Available Water and Survival of Trees under Drought Conditions.** *Clean-Soil, Air, Water*, 38(4), 328-335, e-ISSN: 1863-0650. Recovered from: <https://doi.org/10.1002/clen.200900245>
- Altieri, M. (1995). **Agroecology: The science of sustainable agriculture.** ISBN: 1853392952. United States: Westview Press.
- Anastas, P., & Warner, J. (1998). **Green Chemistry: Theory and Practice.** ISBN: 9780198502340. United Kingdom: Oxford University Press.
- Andrade, C. (2018). **Internal, External, and Ecological Validity in Research Design, Conduct, and Evaluation.** *Indian Journal of Psychological Medicine*, 40(5), 498-499, e-ISSN: 0975-1564. Recovered from: https://doi.org/10.4103/IJPSYM.IJPSYM_334_18
- Blum, A. (2009). **Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress.** *Field Crops Research*, 112(2-3), 119-123, e-ISSN: 0378-4290. Recovered from: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.03.009>
- Broughton, W., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., & Vanderleyden, J. (2003). **Beans (*Phaseolus spp.*) - model food legumes.** *Plant and Soil*, 252, 55-128, e-ISSN: 1573-5036. Recovered from: <https://doi.org/10.1023/A:1024146710611>
- Cannazza, G., Cataldo, A., De Benedetto, E., Demitri, C., Madaghiele, M., & Sannino, A. (2014). **Experimental Assessment of the Use of a Novel Superabsorbent polymer (SAP) for the Optimization of Water Consumption in Agricultural Irrigation Process.** *Water*, 6(7), 2056-



2069, e-ISSN: 2073-4441. Recovered from:

<https://doi.org/10.3390/w6072056>

Creswell, J., & Plano, V. (2017). ***Designing and Conducting Mixed Methods Research***. United States: Sage Publications, Inc.

Emanuel, E., Wendler, D., Killen, J., & Grady, C. (2004). ***What makes clinical research in developing countries ethical? The benchmarks of ethical research***. *The Journal of Infectious Diseases*, 189(5), 930-937, e-ISSN: 1537-6613. Recovered from: <https://doi.org/10.1086/381709>

Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Garrido, C., Orellana, O., & López, S. (2016). **Actualización de cifras y mapas de desertificación; degradación de la tierra y sequía en Chile a nivel de comunas**. Santiago, Chile: Sud-Austral Consulting SpA en el Marco de la Consultoría “Alineación de los contenidos del actual Programa de acción nacional contra la desertificación”.

FAO (2012). ***Coping with water scarcity An action framework for agriculture and food security***. FAO Water Reports, 38, ISBN: 978-92-5-107304-9. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. (2009). ***Plant drought stress: effects, mechanisms and management***. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 185-212, e-ISSN: 1773-0155. Recovered from: <https://doi.org/10.1051/agro:2008021>

Fereres, E., & Soriano, M. (2007). ***Deficit irrigation for reducing agricultural water use***. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147-159, e-ISSN: 0022-0957. Recovered from: <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>

Guilherme, M., Aouada, F., Fajardo, A., Martins, A., Paulino, A., Davi, M., Rubira, A., & Muniz, E. (2015). ***Superabsorbent hydrogels based on polysaccharides for application in agriculture as soil conditioner and nutrient carrier: A review***. *European Polymer Journal*, 72, 365-



385, e-ISSN: 0014-3057. Recovered from:

<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2015.04.017>

Gurr, G., Wratten, S., & Luna, J. (2003). **Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits**. *Basic and Applied Ecology*, 4(2), 107-116, e-ISSN: 1439-1791. Recovered from:

<https://doi.org/10.1078/1439-1791-00122>

Lal, R. (2020). **Regenerative agriculture for food and climate**. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A-124A, e-ISSN: 0022-4561.

Recovered from: <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0620A>

Mignon, A., Belie, N., Dubruel, P., & Vlierberghe, S. (2019). **Superabsorbent polymers: A review on the characteristics and applications of synthetic, polysaccharide-based, semi-synthetic and 'smart' derivatives**. *European Polymer Journal*, 117, 165-178, e-ISSN: 0014-3057. Recovered from: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2019.04.054>

Milani, P., França, D., Balieiro, A., & Faez, R. (2017). **Polymers and its applications in agriculture**. *Polímeros*, 27(3), 256-266, e-ISSN: 1678-5169. Brasil: Associação Brasileira de Polímeros.

Montesano, F., Parente, A., Santamaria, P., Sannino, A., & Serio, F. (2015). **Biodegradable Superabsorbent Hydrogel Increases Water Retention Properties of Growing Media and Plant Growth**. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 451-458, e-ISSN: 2210-7843. Recovered from:

<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.052>

Montgomery, D. (2013). **Design and analysis of experiments**. Eighth Edition, ISBN: 978-1-118-14692-7. United States: John Wiley & Sons, Inc.

Paúl, F. (2022). **"Hemos transformado nuestra ciudad en el basurero del mundo": el inmenso cementerio de ropa usada en el desierto de Atacama en Chile**. Chile: BBC News Mundo.

Poorter, H., Fiorani, F., Stitt, M., Schurr, U., Finck, A., Gibon, Y., ... & Pons, T.



Artículo Original / Original Article

(2012a,b). ***The art of growing plants for experimental purposes: a practical guide for the plant biologist.*** Functional Plant Biology, 39, 821-838, e-ISSN: 1445-4416. Recovered from:

<http://dx.doi.org/10.1071/FP12028>

Saha, A., Tyagi, S., Gupta, R., & Tyagi, Y. (2017). ***Natural gums of plant origin as edible coatings for food industry applications.*** *Critical Reviews in Biotechnology*, 37(8), 959-973, e-ISSN: 0738-8551. Recovered from: <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1286449>

Sayyari, M., & Ghanbari, F. (2012). ***Effects of Super Absorbent Polymer A200 on the Growth, Yield and Some Physiological Responses in Sweet Pepper (Capsicum Annuum L.) Under Various Irrigation Regimes.*** *International Journal of Agricultural and Food Research*, 1(1), 1-11, e-ISSN: 1929-0969. Canada, United States: Science Target, Inc.

Singhania, R., Patel, A., Soccol, C., & Pandey, A. (2009). ***Recent advances in solid-state fermentation.*** *Biochemical Engineering Journal*, 44(1), 13-18, e-ISSN: 1369-703X. Recovered from:

<https://doi.org/10.1016/j.bej.2008.10.019>

Wallace da Silva Santiagoe-mail: wallacelobo2000@gmail.com

Nacido en Rio de Janeiro, Brasil, el 26 de septiembre del año de 1979. Soy Licenciado en Biología por la Universidad de Castelo Branco (UCB), Rio de Janeiro; desempeño labores de carácter científico; y educacional desde el año de 1999; profesor de ciencias biológicas con una notable trayectoria en el ámbito educativo y de investigación en Chile; comencé mi carrera docente en el Colegio Alborada de Lampa, Chile en 2022; en esta institución, enseño biología, química y física, aprovechando mi formación en ciencias biológicas; he sido activo en el desarrollo de proyectos de investigación que abordan problemas ambientales críticos; uno de mis proyectos más destacados es el desarrollo de técnicas de plantación con bajos recursos hídricos, enfocado en la creación de un biogel para evitar la evaporación del agua del suelo; he trabajado de manera independiente en este proyecto, contando con el apoyo material de colaboradores pero llevando a cabo personalmente toda la investigación técnica y científica; mi trabajo ha sido fundamental para explorar soluciones a la crisis hídrica y el avance de los desiertos en Chile, utilizando enfoques innovadores y sostenibles que tienen el potencial de ser aplicados globalmente.

Wallace da Silva Santiago. Investigación y desarrollo de técnicas de plantación con bajos recursos hídricos en zonas desérticas y semidesérticas. *Research and development of planting techniques with low water resources in desert and semi-desert areas.*

El contenido de este manuscrito se difunde bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)