



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127



ARTÍCULO
Científico

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO_2 Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Construction of a Prototype for Atmospheric CO_2 Conversion into Plant Fertilizer in Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar (Autor Corresponsal)
dialfereze@unjbg.edu.pe

ORCID: 0000-0002-8948-7171

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Tacna, Perú

Aceptación: 7 de mayo de 2025

Publicación: 23 de junio de 2025

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar y construir un prototipo capaz de capturar dióxido de carbono (CO_2) del aire mediante cloruro de calcio (CaCl_2), para transformarlo en carbonato de calcio (CaCO_3) y utilizarlo como fertilizante natural. Se empleó un enfoque cuantitativo-experimental, con pruebas en condiciones ambientales controladas y en tres zonas urbanas de Tacna, Perú. Se evaluaron tres dosis de CaCl_2 (20 g, 40 g y 60 g) aplicadas durante exposiciones de 5 minutos, registrando la concentración de CO_2 antes y después de cada intervención. Los resultados mostraron que 40 g de CaCl_2 permitieron capturar 320 ppm de CO_2 , mientras que 20 g y 60 g lograron 100 ppm y 240 ppm, respectivamente. La captura no fue lineal, indicando que factores como humedad y flujo de aire influyen en la eficiencia del proceso. Se concluye que el prototipo ofrece una alternativa accesible para mitigar el cambio climático y producir fertilizantes sostenibles. Su aplicación en contextos rurales representa una estrategia viable de captura de carbono y mejora del suelo agrícola, contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y fortaleciendo la agricultura sustentable.

Palabras clave: Captura de Dióxido de Carbono, Cloruro de Calcio, Carbonato de Calcio, Gases de Efecto Invernadero, Agricultura Sustentable, Fertilizante Natural, Cambio Climático.

Abstract

This study aimed to design and construct a prototype capable of capturing carbon dioxide (CO_2) from the air using calcium chloride (CaCl_2), to transform it into calcium carbonate (CaCO_3) and utilize it as natural fertilizer. A quantitative-experimental approach was employed, with testing under controlled environmental conditions and in three urban areas of Tacna, Peru. Three CaCl_2 doses (20 g, 40 g, and 60 g) were evaluated during 5-minute exposures, measuring CO_2 concentration before and after each intervention. Results showed that 40 g of CaCl_2 captured 320 ppm of CO_2 , while 20 g and 60 g captured 100 ppm and 240 ppm, respectively. Capture was not linear, indicating that factors like humidity and airflow influence process efficiency. It is concluded that the prototype offers an accessible alternative to mitigate climate change and produce sustainable fertilizers. Its application in rural contexts represents a viable strategy for carbon capture and agricultural soil improvement, contributing to greenhouse gas (GHG) reduction and strengthening sustainable agriculture.

Keywords: Carbon Dioxide Capture, Calcium Chloride, Calcium Carbonate, Greenhouse Gases, Sustainable Agriculture, Nature Fertilizer, Climate Change.

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO_2 Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>





scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO₂ Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Introducción

El [Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente \(UNEP, 2024\)](#), advierte que el planeta se encuentra en medio de una emergencia climática, y la oportunidad de actuar para revertirla se está cerrando de forma rápida. Una preocupación que guarda relación con los hallazgos del [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático \(IPCC, 2023\)](#), el cual menciona en su informe que las actividades humanas, particularmente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), han causado un calentamiento global evidente, con un aumento de la temperatura global de 1.1 °C desde 1850-1900 hasta 2011-2020. Por consiguiente, es imperativo desarrollar iniciativas orientadas a limitar el calentamiento global a 1.5 °C, por ello, las emisiones de GEI deben reducirse para el 2030 en un 43 %, y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en un 48 % respecto a los niveles alcanzados en 2019. Mientras tanto, el cambio climático ya está generando un impacto negativo evidenciado en fenómenos meteorológicos extremos a nivel global, afectando la seguridad alimentaria, el agua, la salud, la economía y la sociedad, especialmente en las comunidades vulnerables, a pesar de tratarse de las poblaciones con menos emisiones de GEI y CO₂.

Por su parte, la agricultura, aunque es un pilar clave para la subsistencia de la humanidad, también se ha visto afectada, debido a que el cambio climático continúa ralentizando el crecimiento de la productividad agrícola a nivel global, generando cambios en los patrones de precipitación, reducción y pérdida de elementos criosféricos, y mayor frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, lo que ha reducido la seguridad alimentaria y ha afectado la seguridad hídrica, dificultando los esfuerzos para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la [Organización de las Naciones Unidas \(ONU, 2022\)](#). Asimismo, los eventos extremos de calor y sequías aumentan el riesgo de pérdidas súbitas de producción agrícola, reduciendo los ingresos familiares, incrementando los precios de los alimentos y provocando riesgos sanitarios por desnutrición y mortalidad relacionadas con el clima, especialmente en regiones tropicales. Además, se destaca que estos efectos son más intensos para los pequeños productores de alimentos y las comunidades indígenas, quienes lidian con la escasez de recursos económicos y la exclusión social ([IPCC, 2023](#)).

En ese contexto, el suelo, elemento esencial para la actividad agrícola, también es considerado como una de las principales fuentes de emisiones de CO₂ y uno de los componentes cruciales dentro del ciclo del carbono en ecosistemas terrestres, asimismo, puede contribuir a la mitigación del cambio climático en la medida en que se sistematice su uso y se conserve el carbono orgánico del mismo, adecuando las prácticas de manejo y riego en diferentes temporadas del año. Por ello, es importante entender los impactos de los cambios ambientales en los ecosistemas e identificar los factores que controlan las emisiones de CO₂ desde el suelo y sus efectos en las tasas de emisión con el fin de implementar coberturas naturales o sistemas de producción agroforestales. Esto representa un desafío particular para la economía agrícola a nivel global, lo que tensiona el mercado laboral. Revertir esta situación depende de las opciones normativas con respecto a los sistemas de energía alternativa, el desarrollo y la acumulación de capital humano, y los debates activos en la gobernanza climática internacional. En ese sentido, reducir el CO₂ desde un enfoque de agricultura sustentable, se convierte en una acción clave para combatir el cambio climático que puede generar beneficios económicos considerables ([Zhao et al., 2025](#)).

Con relación a ello, en términos de producción, los fertilizantes desempeñan un papel importante para potenciar la agricultura. Algunos de ellos, contienen nitrógeno, dado que este elemento impacta directamente en la calidad del suelo agrícola, mejorando el proceso fotosintético, la producción de biomasa y el área foliar ([Cisneros Jayo & Nonones Vásquez, 2024](#)). El nitrógeno es considerado como el tercer factor más importante después de la temperatura y el agua. No obstante, la sobreabundancia de este en el medio ambiente representa una de las amenazas de contaminación más graves que enfrenta la humanidad en la actualidad. La fertilización química con nitrógeno, influye en las emisiones de GEI en tierras agrícolas, debido a que el óxido nitroso (N₂O) se libera durante la conversión de parte del nitrógeno en nitratos cuando se aplican fertilizantes sintéticos al suelo. Durante los últimos 100 años, la cantidad de compuestos nitrogenados artificiales en el agua, el aire y el suelo se ha duplicado, un aumento impulsado en gran parte por el uso generalizado de fertilizantes sintéticos ([He et al., 2023](#), [ONU, 2022](#)).

Sin embargo, si no se actúa a tiempo, el mundo se encaminaría hacia un aumento de la temperatura de entre 2.6 y 3.1 °C a lo largo de este siglo. Desde el punto de vista técnico, sigue siendo posible limitar el aumento de la temperatura media mundial a 1.5 °C. La energía solar, eólica y las medidas basadas en los bosques prometen reducciones rápidas y radicales de las emisiones, pero para aprovechar este potencial, es necesario que las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (por sus siglas en



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO₂ Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

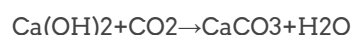
<https://revista.scienceevolution.com>



inglés, NDC) estén respaldadas de forma urgente por el gobierno con medidas que maximicen los beneficios socioeconómicos y medioambientales, una mayor colaboración internacional que incluya la reforma de la arquitectura financiera mundial, una fuerte acción del sector privado y un aumento mínimo de seis veces en la inversión de mitigación ([UNEP, 2024](#)).

En este marco, la agricultura sustentable representa una estrategia altamente beneficiosa para la atmósfera, puesto que al no quemar residuos de cultivo, reduce la contaminación del aire. Asimismo, un sistema agrícola basado en la sostenibilidad, es una gran oportunidad no solo para la reducción de GEI, sino también para la reducción de emisiones de N₂O, un gas invernadero más potente que el CO₂ ([Morales Garcilazo, 2023](#)).

Dentro de este enfoque de soluciones sostenibles, cobra especial relevancia el desarrollo de tecnologías que permitan capturar y reutilizar el CO₂ de forma eficiente y sostenible. Una alternativa prometedora es la producción de carbonato de calcio precipitado (PCC), un material de alto valor añadido obtenido a partir de la reacción entre el CO₂ y una suspensión acuosa de hidróxido de calcio (Ca(OH)₂), conocida como lechada de cal:



Este proceso no solo permite la captura efectiva de CO₂, sino que también produce un compuesto valioso con aplicaciones en diversas industrias, como la fabricación de papel, pinturas, plásticos y cosméticos ([Rodríguez López et al., 2024](#)). En esa línea, el uso de cloruro de calcio (CaCl₂), una sal inorgánica altamente soluble en agua que libera iones de calcio al disolverse, ofrece una vía alternativa para facilitar esta reacción de captura, posibilitando así la transformación del CO₂ en carbonato de calcio (CaCO₃) de forma más accesible y adaptable a distintos contextos ([Choi et al., 2021](#)).

El CaCO₃, además de sus aplicaciones industriales, puede ser utilizado como fertilizante natural, aportando beneficios al suelo agrícola y contribuyendo a la neutralización de su salinidad. Esta característica convierte a este compuesto en una opción relevante para fortalecer los sistemas agrícolas sostenibles, al tiempo que ofrece una solución viable para mitigar el cambio climático ([Aghajanian et al., 2021](#)).

Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo diseñar y construir un prototipo capaz de capturar dióxido de carbono (CO₂) mediante el uso de cloruro de calcio (CaCl₂), con el fin de transformarlo en carbonato de calcio (CaCO₃) como fertilizante natural. A través de un enfoque cuantitativo-experimental, se busca determinar la eficacia del sistema de captura en condiciones reales y su potencial aplicación en prácticas agrícolas sostenibles en Tacna, Perú.

Método

Enfoque Metodológico

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo-experimental, dado que buscó evaluar de forma sistemática el comportamiento de una variable manipulada, el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, mediante el prototipo diseñado para capturarlo y transformarlo en un fertilizante natural. El estudio priorizó la medición precisa de la concentración de CO₂ en distintas condiciones, así como la verificación empírica de la formación de carbonato de calcio (CaCO₃) a partir de la reacción con cloruro de calcio (CaCl₂).

Diseño de Estudio

El diseño fue de tipo experimental transversal, con pruebas controladas en entornos delimitados para medir la eficacia de captura del CO₂ bajo distintas dosis de CaCl₂. La intervención consistió en la construcción y evaluación de un prototipo compuesto por tubos en T, ventiladores y un recipiente sellado, sometido a distintas cantidades del compuesto químico en condiciones ambientales similares.

Tipo de Estudio

Se trató de un estudio aplicado y experimental, orientado a la solución de un problema ambiental específico mediante una tecnología funcional. La investigación también puede clasificarse como exploratoria, dado que analiza un enfoque poco abordado en contextos locales como el de Tacna, Perú, en relación con la captura y reutilización del CO₂ en aplicaciones agrícolas.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO_2 Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Población y Muestra

La investigación se centró en zonas urbanas con alta emisión de CO_2 de la ciudad de Tacna, Perú, seleccionadas de manera intencional como puntos de monitoreo ambiental. A continuación, en la Tabla 1 y Figura 1 se detalla la localización, coordenadas y altitudes de los puntos de muestreo definidos por el [Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú \(s.f\)](#) para la medición ambiental de este estudio.

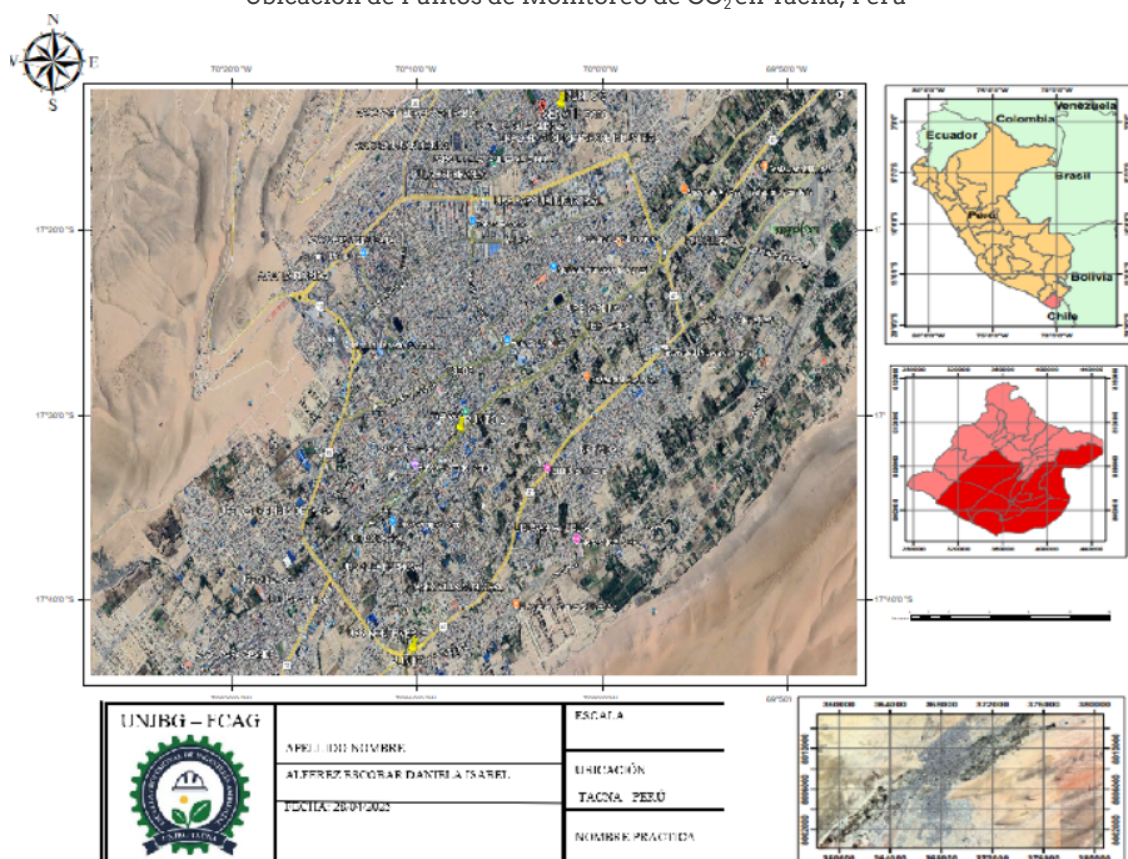
Tabla 1

Zonas de Monitoreo

Lugar	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m)	Clima
P1- Monitoreo en el óvalo Cusco- Tacna, cerca de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.	-18.027803° -70.250606°	989	desértico
P2- Monitoreo que fue en Av. Bolognesi y recta de Junín.	-18.011816°70° -70.246314°	989	desértico
P3- Monitoreo que fue cerca a Senati en ciudad nueva.	-17.987868°70° -70.237985°	989	desértico

Figura 1

Ubicación de Puntos de Monitoreo de CO_2 en Tacna, Perú



Nota. Mapa realizado en Arcgis de los tres puntos monitoreados (P1, P2, P3)

Técnicas de Recolección de Datos

Se emplearon técnicas experimentales in situ mediante la colocación del prototipo en los puntos de monitoreo y en entornos controlados (recipientes sellados). Se aplicaron tres dosis distintas de CaCl_2 (20 g, 40 g y 60 g), evaluando los cambios en la concentración de CO_2 en partes por millón (ppm) antes y después de la intervención, con tiempos de exposición estandarizados de 5 minutos.

En la Fotografía 1 se muestran los insumos para evaluación de CaCl_2 .



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO_2 Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Fotografía 1

Insumos para Evaluación de CaCl_2



Nota: En la fotografía 1 se presentan los componentes y el proceso de medición de CO_2 con CaCl_2 .

En el Gráfico 1 se presentan los componentes y el proceso de medición de CO_2 con CaCl_2 .

Gráfico 1

Componentes y Proceso de Medición de CO_2 con CaCl_2



Instrumentos

Para la medición de las concentraciones de CO_2 , temperatura y humedad, se utilizó un sensor digital de calidad del aire CO_2 , capaz de registrar ppm de CO_2 con precisión. Luego, en el recipiente se colocaron 20, 40 y 60 g de CaCl_2 , por un tiempo de 5 minutos, lo que permitió medir la captura de CO_2 antes y después de la concentración del mismo.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO₂ Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Análisis de Datos

Los datos recolectados fueron organizados para calcular las diferencias en las concentraciones de CO₂ antes y después de la aplicación de cada dosis de CaCl₂, empleando valores en partes por millón (ppm). Se utilizaron medidas de tendencia central, principalmente promedios, para representar los resultados de cada tratamiento. Se registraron variaciones entre las distintas cantidades de CaCl₂ utilizadas y se documentaron los valores obtenidos en cada prueba, considerando las condiciones ambientales presentes durante la recolección.

Resultados

En la Figura 3 se observa el prototipo desarrollado de forma manual, que consiste en un tubo en forma de T pintado de negro para favorecer la captación de calor, con ventiladores colocados en los extremos, y una malla de filtrado para evitar el paso de partículas contaminantes.

Figura 3

Prototipo Tubo en T



Medición de dióxido de carbono

Tabla 2

Resultados de Captura de CO₂ con CaCl₂ en Recipiente Sellado

DÍA	Recipiente sellado (Ppm de dióxido de carbono)	Recipiente sellado + 20g de cloruro de calcio	Recipiente sellado + 40g de cloruro de calcio	Recipiente sellado + 60g de cloruro de calcio	Dióxido de carbono descontaminado
30/06/2023	740 ppm	X	420 ppm	X	320 ppm
30/06/2023	580 ppm	480 ppm	X	X	100 ppm
01/07/2023	700 ppm	X	X	400 ppm	300 ppm
Promedio	673.333	480 ppm	420 ppm	400 ppm	240 ppm

En la Tabla 2, se observa que con 20 gramos de CaCl₂, se logró una reducción de 100 ppm, pasando de 580 ppm a 480 ppm. En cambio, con 40 gramos se alcanzó la mayor eficiencia registrada, eliminando 320 ppm de CO₂, al disminuir de 740 ppm a 420 ppm. Finalmente, con 60 gramos se descontaminaron 300 ppm, reduciendo la concentración de 700 ppm a 400 ppm.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO₂ Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Discusión

Los resultados obtenidos con el prototipo resaltan que la captura de CO₂ aumenta con la dosis de CaCl₂ utilizada, lo que sugiere que más iones Ca²⁺ disponibles promueven una mayor formación de CaCO₃. Esto es acorde con los hallazgos reportados en diversos estudios que ofrecen soluciones prometedoras para abordar los desafíos del cambio climático, el cual representa una amenaza significativa para la estabilidad ambiental y la salud humana. Para limitar el calentamiento global a 1.5°C, es esencial reducir las emisiones de CO₂ en un 45 % para 2030, y alcanzar emisiones netas cero hacia mediados de este siglo, según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2023). Según la [Agencia Internacional de la Energía \(IEA, 2025\)](#), las emisiones totales de CO₂ relacionadas con la energía aumentaron en 2024 un 0.8 %, alcanzando un máximo histórico de 37.8 gigatoneladas (Gt) de CO₂. Este incremento contribuyó a alcanzar concentraciones atmosféricas récord de CO₂ de 422.5 ppm en el último año, unas 3 ppm más que en 2023 y un 50 % más que los niveles preindustriales. Sin embargo, el rápido despliegue de cinco tecnologías clave de energía limpia: solar fotovoltaica, eólica, nuclear, vehículos eléctricos y bombas de calor; lograron evitar alrededor de 2.6 Gt de emisiones anuales, lo que equivale al 7 % menos de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía.

En relación a ello, [Hanein et al. \(2021\)](#) presentaron un proceso innovador de descarbonatación del carbonato de sodio (Na₂CO₃) a temperatura y presión atmosféricas, que permite al CO₂ mineralizarse directamente en Na₂CO₃. Este método no solo captura CO₂, sino que también facilita la producción de un compuesto útil como el Na₂CO₃, con aplicaciones en diversas industrias, incluyendo la fabricación de fertilizantes. Complementariamente, [Kazanc et al. \(2024\)](#) llevaron a cabo un análisis tecnoeconómico y ambiental sobre la coproducción de carbonato de calcio precipitado (PCC) y fertilizante de sulfato de amonio, mediante la utilización de CO₂, destacando ventajas como la captura efectiva de CO₂ y la reducción en el uso de fertilizantes sintéticos en la agricultura.

Por su parte, [Heuer et al. \(2022\)](#) demostraron que el CaCl₂ hidratado conduce a que el CO₂ disuelto se precipite como CaCO₃. En condiciones ambientales (presión atmosférica) reportaron tasas de captura significativas, representado como ~150 kg CaCO₃/m³·h sin enzima, ~244 kg/m³·h con carbonato anhidrasos, usando 50–100 mM de CaCl₂, lo que indica que la enzima anhidrasa acelera la formación de CaCO₃, haciendo que el proceso sea más rápido y eficiente para capturar CO₂. Mientras que, [Chen y Zhuo \(2020\)](#) encontraron que la eficiencia de remoción de CO₂ aumenta al incrementar el flujo de gas y la concentración de CaCl₂, lo cual mejora la transferencia de masa, pero tiene rendimientos decrecientes en valores extremos, no obstante, su eficacia de captura es mejor si cuenta con un mayor caudal de aire.

Cabe resaltar que el CaCl₂ puede reaccionar con CO₂ en presencia de agua para formar CaCO₃, como señalan [Wang et al. \(2022\)](#), quienes analizaron esta conversión y concluyeron que la reacción ocurre siempre que haya suficiente H₂O. De igual manera, [Heuer et al. \(2022\)](#) demostraron que el CO₂ hidratado forma CaCO₃ en presencia de Ca²⁺. Por lo tanto, el uso de CaCl₂ es factible, dado que la reacción es termodinámicamente favorable en condiciones húmedas. Sin embargo, existen limitaciones ambientales y operativas expresadas en el estudio de [Abid et al. \(2021\)](#), quienes evidencian que en ambientes muy secos, el CaCl₂ permanece sólido y poco efectivo. Por ello, es necesario mantener condiciones adecuadas de humedad, lo que en este estudio pudo lograrse mediante el uso de recipientes sellados, favoreciendo así la eficacia observada en la captura de CO₂.

Sumado a ello, [Zhao et al. \(2024\)](#) mencionan que la incorporación de NaCl y CaCl₂ no solo optimiza el comportamiento térmico y la dinámica de reacción, sino que también eleva significativamente la velocidad de adsorción de CO₂. Por ello, las propuestas innovadoras que utilizan dichos compuestos se perfilan como una solución más eficaz, ofreciendo una cinética de adsorción mejorada y una mayor eficiencia de la reacción catalítica. De manera complementaria, [Comes et al. \(2024\)](#) determinaron que el CaCO₃ es un mineral importante para fortalecer la salud del suelo; por lo que su importancia agrícola radica en su capacidad para rectificar las deficiencias que pueden impedir el desarrollo óptimo de los cultivos. Además, el CaCO₃ como aditivo en fertilizantes, asume el papel de un componente nutritivo suministrando calcio esencial a las plantas, convirtiéndose en un guardián de la estabilidad del pH del suelo y frenando las fluctuaciones rápidas que podrían afectar negativamente la salud de las plantas. En paralelo, [Sorimachi \(2022\)](#) recalca la necesidad de reducir el nivel actual de CO₂ en la atmósfera terrestre, desarrollando medios prácticos para hacerlo lo antes posible, mientras [Ozyhar et al. \(2022\)](#), enfatizan la importancia de adaptar el nivel de CaCO₃ a las condiciones ambientales para mejorar la calidad del suelo.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO_2 Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Por otro lado, [Yablonovitch y Deckman \(2022\)](#) encontraron que los costos actuales asociados a la agricultura para la captura de carbono alcanzan los US\$60 por tonelada de CO_2 , lo que equivale aproximadamente a US\$0,60 por galón de gasolina. Por ello, describen una solución tecnológica escalable y económica, con potencial para extraer CO_2 atmosférico y, al mismo tiempo, capturar una fracción significativa de las emisiones globales.

La presente investigación mantiene un enfoque similar a los estudios mencionados, al proponer una alternativa tecnológica accesible, innovadora y adaptable a condiciones ambientales estándar, que convierte el CO_2 capturado en un subproducto útil como fertilizante para suelos agrícolas, lo que demuestra su aplicabilidad en zonas rurales.

Conclusiones

El prototipo propuesto en nuestra investigación que utiliza cloruro de calcio (CaCl_2) para capturar CO_2 del ambiente y lo descontamina, convirtiéndolo en fertilizante para plantas, en favor de nivelar la salinidad del suelo, se alinea con la literatura revisada, la cual expone que existe una brecha significativa para reducir de forma rápida y eficiente las emisiones de CO_2 . El prototipo propuesto demuestra un gran potencial para ofrecer una solución local y de bajo costo para la gestión del CO_2 y la producción de fertilizantes, especialmente relevante en contextos rurales donde el acceso a tecnologías avanzadas puede ser limitado. A diferencia de otros métodos que pueden requerir condiciones operativas complejas o infraestructuras industriales, este busca una aplicación más accesible y descentralizada.

Respecto a la relación entre la cantidad de CaCl_2 y la eficiencia de captura de CO_2 , esta no es lineal y puede estar influenciada por otros factores que requieren mayor investigación para optimizar el proceso. Esto se vio reflejado en las variaciones obtenidas según la cantidad de CaCl_2 las cuales fueron:

- Con 20 gramos de CaCl_2 , se logró una descontaminación de 320 ppm de dióxido de carbono.
- Con 40 gramos de CaCl_2 , la descontaminación observada fue de 100 ppm de dióxido de carbono.
- Con 60 gramos de CaCl_2 , se descontaminaron 240 ppm de dióxido de carbono.

Sin embargo, la capacidad del CaCl_2 para reaccionar con el CO_2 bajo condiciones relativamente simples, fortalece la viabilidad técnica del prototipo presentado en este estudio, contribuyendo no solo a la captura de CO_2 , sino ofreciendo también una alternativa más ecológica a los fertilizantes nitrogenados tradicionales, lo que podría ayudar a reducir las emisiones de GEI. Además, el proceso realizado

es efectivo en condiciones ambientales favorables, ofreciendo una alternativa más sostenible a los métodos tradicionales que a menudo requieren altas temperaturas y, por ende, mayor consumo energético.

En conclusión, el prototipo desarrollado representa un aporte significativo a la captura de carbono y a la agricultura sustentable, ofreciendo una ruta viable para mitigar el impacto ambiental y fomentar prácticas agrícolas más ecológicas. De este modo, se refuerza su contribución a estrategias integradas de mitigación del cambio climático y producción sostenible, especialmente en contextos donde la viabilidad técnica y económica es crítica.

La arquitectura se caracteriza por ser la proyección física de ideas subjetivas, creando atmósferas relacionadas al entorno cultural y social. Por ello, el análisis de las estrategias proyectuales es relevante para conocer los aspectos que se deben considerar en la articulación de la intención de cada proyecto, el cual contiene sensibilidad, memoria, sostenibilidad y pertinencia cultural. En este sentido, este estudio pone en perspectiva holística la armonía entre forma, función, símbolo y contexto.

Referencias

Abid, A. R., Mailhot, M., Boudjemia, N., Pelimanni, E., Milosavljevic, A. R., Saak, C.-M., Huttula, M., Bjorneholm, O., & Patanen, M. (2021). The effect of relative humidity on CaCl_2 nanoparticles studied by soft X-ray absorption spectroscopy. *RSC Advances*, 11(4), 2103–2111. <https://doi.org/10.1039/d0ra08943e>



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO₂ Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Aghajanian, S., Nieminen, H., Laari, A., & Koiranen, T. (2021). Integration of a calcium carbonate crystallization process and membrane contactor-based CO₂ capture. *Separation and Purification Technology*, 274, 119043.

<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.119043>

Chen, P. C., & Zhuo, S. H. (2020). CO₂ capture in a bubble-column scrubber using MEA/CaCl₂/H₂O solution—absorption and precipitation. *Crystals*, 10(8), 694.

<https://doi.org/10.3390/cryst10080694>

Choi, D., Shin, J., & Park, Y. (2021). Effects of CaCl₂ on cyclic carbonation-calcination kinetics of CaO-based composite for potential application to solar thermochemical energy storage. *Chemical Engineering Science*, 230, 116207.

<https://doi.org/10.1016/j.ces.2020.116207>

Cisneros Jayo, G. F., & Nonones Vásquez, N. D. (2024). Impact of the use of fertilizers on agricultural soils: A systematic review of the scientific literature. In *Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0*. (pp. 1-10). LACCEI.

<https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.391>

Comes, J., Islamovic, E., Lizandara-Pueyo, C., & Seto, J. (2024). Improvements in the utilization of calcium carbonate in promoting sustainability and environmental health. *Frontiers in Chemistry*, 12, 1472284.

<https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1472284>

Hanein, T., Simoni, M., Woo, C. L., Provis, J. L., & Kinoshita, H. (2021). Decarbonisation of calcium carbonate at atmospheric temperatures and pressures, with simultaneous CO₂ capture, through production of sodium carbonate. *Energy & Environmental Science*, 14(12), 6595–6604.

<https://doi.org/10.1039/d1ee02637b>

He, Z., Ding, B., Pei, S., Cao, H., Liang, J., & Li, Z. (2023). The impact of organic fertilizer replacement on greenhouse gas emissions and its influencing factors. *Science of The Total Environment*, 905, 166917.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166917>

Heuer, J., Kraus, Y., Vučak, M., & Zeng, A.-P. (2022). Enhanced sequestration of carbon dioxide into calcium carbonate using pressure and a carbonic anhydrase from alkaliphilic *Coleofasciculus chthonoplastes*. *Engineering in Life Sciences*, 22(3-4), 178–191.

<https://doi.org/10.1002/elsc.202100033>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2023). Sections. In Core Writing Team, H. Lee & J. Romero (Eds.), *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 35–115). IPCC.

<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

Agencia Internacional de la Energía. (2025). *Global Energy Review 2025: CO₂ Emissions*. International Energy Agency. Recuperado el 19 de abril de 2025, de

<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/co2-emissions>

Kazanç, F., Zhang, P., Saha, P., & Lu, Y. (2024). Techno-economic and life cycle environmental assessments of CO₂ utilization for value-added precipitated calcium carbonate and ammonium sulfate fertilizer co-production. *Journal of CO₂ Utilization*, 90, 102992.

<https://doi.org/10.1016/j.jcou.2024.102992>

Morales Garcilazo, F. (2023). Agricultura sustentable, esencial para la reducción de emisiones de CO₂. CIMMYT. Recuperado el 23 de abril de 2025, de

<https://www.cimmyt.org/es/noticias/agricultura-sustentable-esencial-para-la-reduccion-de-emisiones-de-co2/>

Ozyhar, T., Marchi, M., Facciotto, G., Bergante, S., & Luster, J. (2022). Combined application of calcium carbonate and NPKS fertilizer improves early-stage growth of poplar in acid soils. *Forest Ecology and Management*, 514, 120211.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120211>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Recuperado el 7 de abril de 2025, de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2024). *Emissions Gap Report 2024: No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments*.

<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/46404>

Rodríguez López, A., Esquivias-Fierro, A., Rodríguez-Amaral, E., Lara Banda, M., & Chávez-Guerrero, L. (2024). Obtención de carbonato de calcio de alta pureza (CaCO₃) utilizando materia prima comercial de bajo costo (cal). *Química Hoy*, 13(1), 31–36.

<https://doi.org/10.29105/qh13.1-375>



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.2

ABRIL - JUNIO
2025

Artículo Científico

118 - 127

Construcción de un Prototipo de Conversión de CO₂ Atmosférico en Fertilizante para las Plantas en Tacna

Daniela Isabel Alferez Escobar

ORCID: 0000-0002-8948-7171

<https://revista.scienceevolution.com>



Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (s.f.). Mapa climático del Perú. Recuperado el 27 de abril de 2025, de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

Sorimachi, K. (2022). Innovative method for CO₂ fixation and storage. *Scientific Reports*, 12, 1694. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05151-9>

Wang, Z., Zhang, C., & Li, S. (2022). Study on the conversion of CaCl₂ with H₂O and CO₂ for dechlorinating pyrolysis of municipal solid waste. *Thermochimica Acta*, 717, 179362. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2022.179362>

Yablonovitch, E., & Deckman, H. (2022). Scalable, economical, and stable sequestration of agricultural fixed carbon. SSRN., <https://doi.org/10.2139/ssrn.4305125>

Zhao, S., Shao, Q., Zhang, L., Zhou, X., Guo, H., & Mi, Z. (2025). Job seekers have more suitable job opportunities in decarbonization in the Global North than in the Global South. *Communications Earth & Environment*, 6(272). <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02230-3>

Zhao, X., Sun, S., Wang, Y., Zhang, Y., Zhu, Y., Zong, B., Hu, J., & Wu, C. (2024). Enhanced CO₂ capture and reverse water gas shift reaction using CaO in NaCl-CaCl₂ molten salt medium. *Carbon Capture Science & Technology*, 12, 100221. <https://doi.org/10.1016/j.ccst.2024.100221>