

Ficha de los fertilizantes fosfatados: roca fosfórica, fosfato (P_2O_5), superfosfatos, DAP, MAP

Fuentes y beneficio

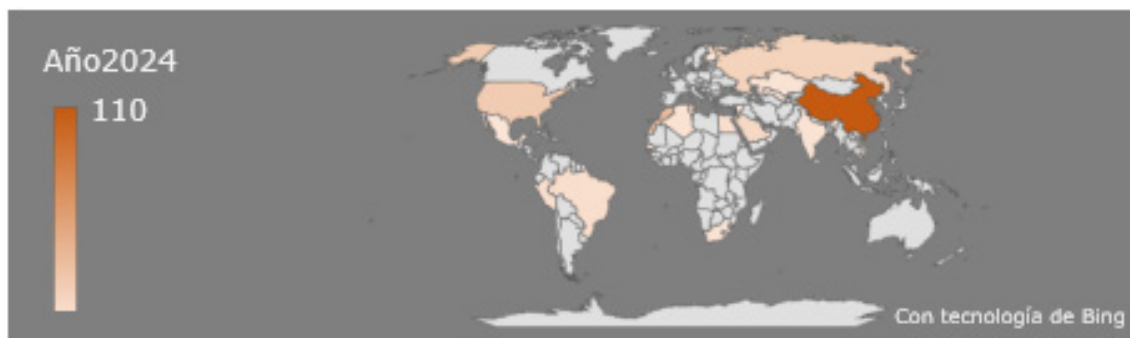
El fósforo (P) es un nutriente esencial para las plantas, ya que forma parte del ADN, el ARN y otras estructuras; es catalizador en varias reacciones bioquímicas, como la fotosíntesis. Algunas fuentes orgánicas son residuos de cultivo, desperdicios animales y tejido microbial (Mosaic, 2025).

El estándar de medida en la industria de los fosfatos es la cantidad de pentóxido de fósforo P_2O_5 (Argus Media group, 2023); la roca fosfórica es la fuente principal, cuyo componente clave es la apatita, además de otros minerales y metales pesados. Los depósitos a nivel mundial, extraídos generalmente con métodos de minería superficial (ANM, 2024), tienen dos orígenes principales (UPME, 2025): sedimentarios marinos (90 %), con China y Marruecos como las principales regiones con grandes reservas; e ígneos, valiosos por su pureza y menor contenido de contaminantes

como el Cd, representativas de Rusia, Brasil, Canadá, Finlandia y Suráfrica (USGS, 2025).

Las reservas mundiales de roca fosfórica se estiman en 300 billones de toneladas. Según cifras del USGS, en 2024, la producción global fue de 240 millones de toneladas (Mt), liderada por China (45,8 %), Marruecos (12,5 %), Estados Unidos (8,3 %), Rusia (5,8 %) y Jordania (5 %); en Latinoamérica, sobresalen Brasil (2,2 %) y Perú (2,1 %). Se estima que, en ese año, el consumo mundial de P_2O_5 contenido en fertilizantes fue de 47,5 Mt, comparado con 45,8 Mt en 2023 (frente a las 112,4 Mt de nitrógeno y 40,5 Mt de potasio, macronutrientes en la nutrición vegetal [Argus Media group, 2023]); se proyecta que, para el 2028, el consumo crezca a 51,8 Mt, impulsado por el crecimiento en regiones de Asia y Sur América.

Gráfica 4. Producción mundial estimada* de roca fosfórica durante 2024



* En millones de toneladas. Producción en otros países: 0,77 Mt.

Fuente: USGS (2025).

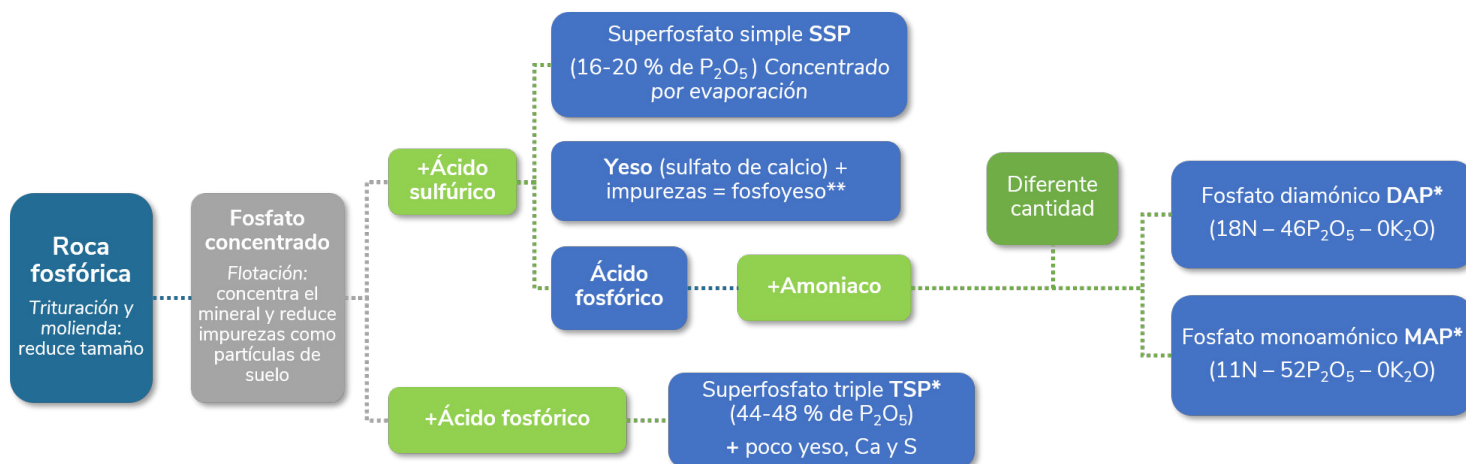
Cerca del 90 % del fosfato producido se destina a la fabricación de fertilizantes agrícolas; se destaca el fosfato diamónico (DAP) como el más utilizado gracias a su alto contenido de fósforo y nitrógeno; un 5 % se emplea en la elaboración de suplementos animales; el restante 5 % se utiliza en diversas industrias globales, incluyendo la alimentaria, la química, de detergentes y la electrónica (FIPR, 2024); entre las aplicaciones principales, sobresale la producción del herbicida glifosato (USGS, 2024). Algunos modelos calculan menores reservas del mineral y, sumado a la variedad de aplicaciones industriales emergentes, se presenta como una oportunidad para aprovechar su potencial de reciclaje aplicando principios de economía circular; por ejemplo, en aguas residuales ricas en P o en sistemas de producción de biogás (Argus Media group, 2023).

El beneficio de la roca fosfórica depende de la disponibilidad de agua, factor que puede determinar el proceso a utilizar, limita la viabilidad de yacimientos o restringe su capacidad. En el beneficio, se utilizan principalmente dos métodos: el proceso húmedo (WAP, por sus siglas en inglés), que consiste en la reacción de roca fosfórica con ácido sulfúrico, generando fosfato y yeso (sulfato de calcio) como subproducto; o el tratamiento con ácido clorhídrico, reservado para rocas de bajo contenido fosfórico. Se estima que alrededor del 75 % del consumo mundial del fósforo P_2O_5 proviene del proceso húmedo (UPME, 2017); en Estados Unidos, esta tecnología representó más del 95 % de la producción de fosfatos durante 2024, de los cuales, cerca del 25 % fue destinado a exportación (USGS, 2025).

En algunos casos, la roca fosfórica puede aplicarse directamente al suelo, aunque esta práctica representa menos del 1 % del consumo global. Este uso se recomienda especialmente para rocas “altamente reactivas” en suelos ácidos (Argus Media Group, 2023). Para lograr eficacia

agronómica, se requieren condiciones específicas: pH menor a 5.5, alta humedad, suelos con buena cantidad de arcillas y materia orgánica, bajo contenido de calcio, y aplicación superficial con incorporación mediante labranza (IPNI).

Gráfica 5. Producción húmeda y tipos de fertilizantes fosfatados



*Precusores de compuestos NPK.

**5t de fosfoyeso por tonelada de P_2O_5 (Argus Media group, 2023).

Fuente: Elaboración propia con base en ANM (2024), Fertilizares Europe (2023) y otros.

Disponibilidad de fosfato y niveles críticos

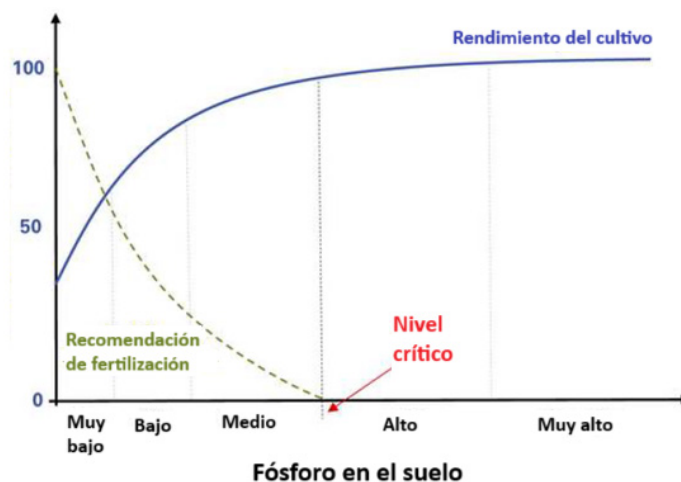
El contenido total de fósforo en un fertilizante no garantiza su disponibilidad para las plantas; esta depende de la capacidad de solubilización del P_2O_5 , indicada como la solubilidad en agua en las etiquetas comerciales de productos (University of Minnesota, 2018). En el suelo, el fósforo disponible tiende a fijarse rápidamente por interacción con partículas de arcilla, hierro y aluminio reduciendo su disponibilidad — fijación del fósforo—. Factores como el pH, el contenido de materia orgánica y las condiciones climáticas influyen en esta dinámica. Además, el fósforo es poco móvil, permanece cerca del sitio de aplicación y puede sufrir pérdidas por lixiviación.

Los superfosfatos, como el TSP, son altamente eficientes gracias a su elevada concentración y solubilidad (más del 90 % del fósforo es soluble en agua); en cuanto a fertilizantes compuestos, el fosfato monoamónico (MAP) tiende a acidificar la zona alrededor del gránulo, mientras que el fosfato diamónico (DAP) puede aumentar temporalmente el pH del suelo en su proximidad, por lo que la selección del fertilizante debe estar respaldada por un análisis de suelo (University of Minnesota, 2018).

La demanda de fósforo varía con el tipo de cultivo y su etapa fenológica; es muy importante en la plantulación, la floración y la fructificación. Las deficiencias suelen ser

difíciles de detectar y corregir; se manifiestan con retraso en el crecimiento y cambios en la coloración de hojas (Mosaic, 2025). Las plantas responden a la fertilización con fósforo cuando hay deficiencias; si el nivel es superior al punto crítico, no se recomienda su uso; ya que no beneficia los rendimientos del cultivo, además de generar costos y contaminación (Gatiboni, 2021).

Gráfica 6. Aprovechamiento del fósforo en el suelo



Fuente: Gatiboni (2021).

El exceso de fósforo en cuerpos de agua, aunque no es tóxico por sí mismo para los peces, en conjunto con otros nutrientes minerales y orgánicos, acelera la eutrofización al favorecer el crecimiento de algas y plantas acuáticas. Este proceso reduce el oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. La principal fuente de fósforo en estos ecosistemas es la erosión del suelo, ya que el fósforo se adhiere a sus partículas; también contribuyen la escorrentía agrícola, aguas residuales, lixiviados industriales, el uso de detergentes con fósforo y la industria de fertilizantes (USGS, 2018).

Por otro lado, el uso continuo de fertilizantes fosfatados se vincula a la acumulación de cadmio (Cd) en los suelos. Este metal pesado se transfiere fácilmente a cultivos y animales; es tóxico, incluso en bajas concentraciones, y afecta la salud humana, la fertilidad del suelo y el desarrollo vegetal (Niño, 2019). Frente a este riesgo, la regulación europea (Reglamento EU 2019/1009) estableció límites de cadmio en fertilizantes: 3 mg/kg de P_2O_5 para productos con $\leq 5\%$ de fósforo y 60 mg/kg para aquellos $> 5\%$.



Panorama nacional

La Resolución 1006 de 2023 de la Agencia Nacional de Minería (ANM) ratificó a los fosfatos [fosforita o roca fosfórica ($P_2O_5 > 20\%$) y roca fosfática ($P_2O_5 < 20\%$)] y sus minerales asociados, derivados o concentrados, como de interés estratégico para el país; es el segundo mineral entre los que deberían incrementar su producción en el mediano plazo para el abastecimiento nacional y la reducción de las importaciones, y está entre los principales minerales para la promoción del desarrollo de encadenamientos productivos.

Los yacimientos están a lo largo de la cordillera Oriental de los Andes, con un contenido promedio de óxido de fósforo (P_2O_5) entre el 20 % y 30 % (ANM, 2024). El documento en borrador: Determinación de minerales de interés estratégico para Colombia (ANM, 2023), señala depósitos disponibles de fosfatos en el rango de 0,05 megatoneladas (Mt) indicados (estimado con alta confianza) y 0,76 Mt inferidos (estimados de menor confianza) según la compañía U308 Corp, en la zona del proyecto Berlín, de Caldas; mientras que áreas evaluadas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), indican un potencial alto hipotético entre 6,93 Mt y 12,47 Mt de P_2O_5 para Boyacá, y entre 82,83 Mt y 139,64 Mt para el Huila.

El anexo 4 del Plan Nacional de Desarrollo Minero 2024-2035, reporta a 31 de octubre de 2024, en el Sistema Integral de Gestión Minera (Anna Minería y ANM), la existencia de 123 títulos vigentes que incluyen fosfatos y sus minerales asociados como mineral principal, 82 % en

etapa de explotación; 11 %, en construcción y montaje; y, 7 %, en exploración, en un área aproximada de 75.889 ha, distribuidos principalmente entre la minería pequeña (42,3 %) y la mediana (30,1 %).

Tabla 4. Volúmenes de explotación de roca fosfórica asociados a pagos de regalías

Año	2021 ^P	2022 ^P	2023 ^{Pr}	2024 ^{Pr}
Millones de toneladas	0,07	0,08	0,05	0,04

P: Provisional

Pr: Preliminar al 28/02/2025

Fuente: ANM (2025).

La producción de roca fosfórica en Colombia se remonta a los años 70 (UPME, 2017). En 2023, el país ocupó el cuarto lugar en Latinoamérica, con 47.023 t (cifras preliminares); Boyacá, Huila y Norte de Santander concentran la mayoría de esta producción (ANM, 2024), destinada, principalmente, a la demanda interna de fabricación de productos de uso industrial, destacando los fertilizantes para uso interno. Otros departamentos con depósitos importantes son Cundinamarca y Tolima. En diciembre de 2024, la ANM lanzó una ronda minera de fosfatos, para la adjudicación (exploración y explotación) de Áreas estratégicas mineras (AEM) correspondientes a cuatro bloques en el Huila.

Tabla 5. Toneladas de roca fosfórica explotada por municipio y departamento

Departamento	Municipio	2021 ^P	2022 ^P	2023 ^{Pr}	Participación 2023 ^{Pr} (%)
Boyacá	Cuitiva	90	-	-	28,7
	Iza	1.838	5.971	2.384	
	Samacá		78	98	
	Sogamoso	21.195	11.656	11.027	
Huila	Aipe	23.891	21.975	5.447	11,9
	Paicol	140	297	130	
Norte de Santander	El Zulia	5.924	5.524	16.526	59,4
	Sardinata	15.379	30.922	11.414	
Total		68.457	76.422	47.023	

P: Provisional.

Pr: Preliminar al 28/02/2025.

Fuente: ANM (2024).

Las principales empresas que actualmente explotan roca fosfórica en Boyacá (29 títulos) son: Empresa de Fosfatos de Boyacá S.A. y Sumicol S.A.S.; en Norte de Santander (9 títulos): Empresa de Fosfatos de Norte de Santander S.A. (Fosfonorte); y en el Huila (8 títulos): Empresa de Fosfatos del Huila S.A, que entre 2018 y 2022 tuvo las mayores exportaciones (88,7 %), y Química y Minería Integradas S.A.

(QUIMINT S.A.). Se estima que, para el beneficio de la roca y producción de fertilizantes, se requiere importar alrededor del 30 % de materias primas. Otras empresas no realizan actividad minera, pero elaboran fertilizantes. Por ejemplo, entre 2019 y 2022, Monómeros Colombo Venezolanos S.A. fue la principal importadora de roca fosfórica (ANM, 2024).



Balanza comercial

En 2024, las importaciones de roca fosfórica sumaron 31.375 t según cifras del Cubo de comercio (DIAN-DANE) provenientes, principalmente, de Marruecos (90 %) y España (5,8 %); dinámica diferente a la de los dos años anteriores,

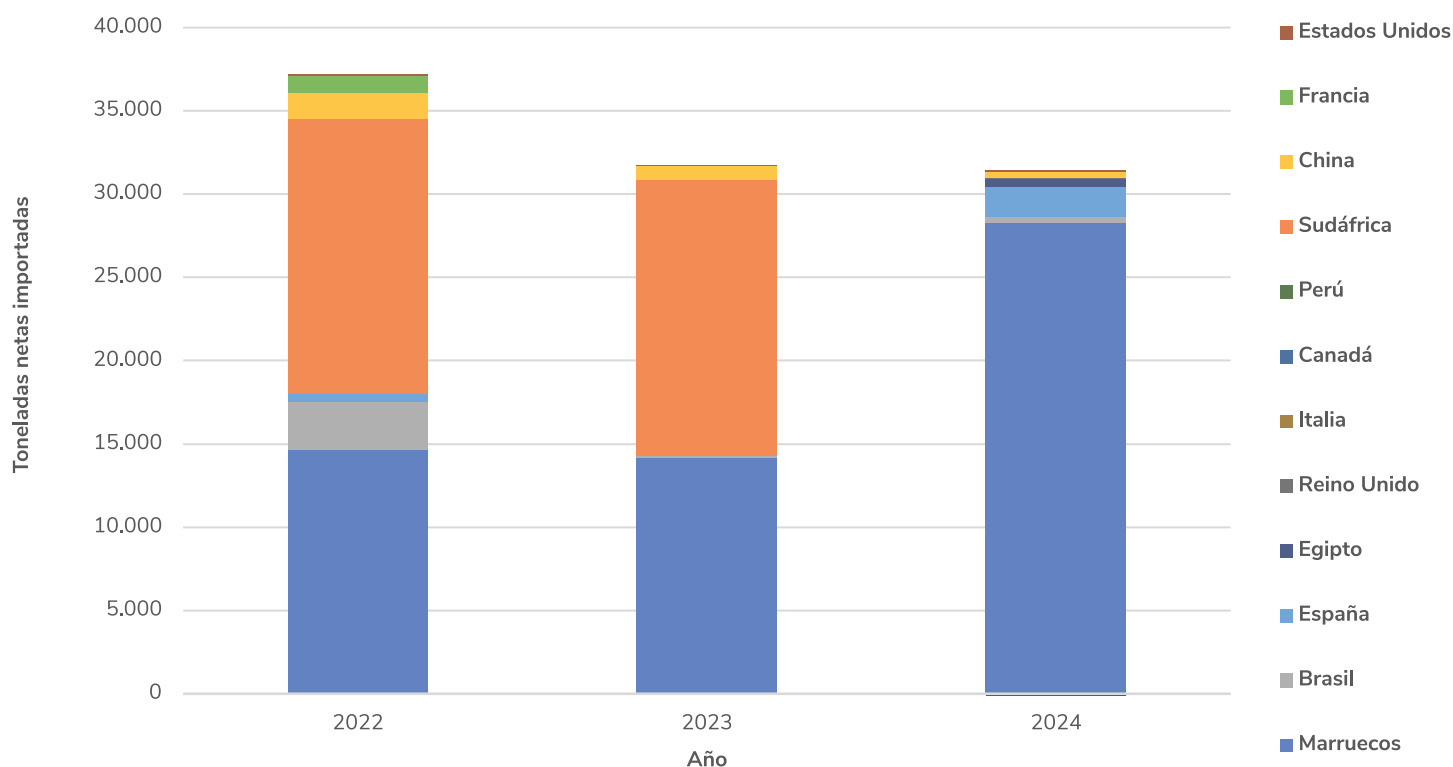
en tanto que las exportaciones correspondieron al 2,8 % de la cantidad importada, lo que representa un déficit de 32 % en la balanza comercial para ese año, sin tener en cuenta los niveles de inventario.

Tabla 6. Partidas arancelarias relacionadas a la industria de fosfatos

Partida	Descripción	Descripción 2	Subpartidas
2510	Fosfato de calcio naturales, fosfatos aluminocálcicos naturales y cretas fosfatadas.	Roca fosfórica	251020 molida 251010 no molida (no se importa)
3103	Abonos minerales o químicos fosfatados	Incluyen los superfosfatos (con $P_2O_5 \geq 35\%$)	310310 TSP 310319 demás superfosfatos 310390 demás abonos fosfatados
3105	Abonos minerales o químicos, con dos o tres de los elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio	Fertilizantes compuestos	310530 DAP 310540 MAP



Gráfica 7. Importaciones y países de origen de roca fosfórica molida



Fuente: Cubo de comercio (2024). Partida 251.020.

En cuanto a producto terminado, los productos relacionados a la partida 3103 sumaron 2.682 t, lo que triplicó las cifras de 2023, después de que en ese año se redujeron las

importaciones en 88 %, por las reducciones de su producción mundial y demanda en respuesta a los altos precios del 2022.

Referencias

- ANM. (2024).** Fosfatos. Obtenido de <https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Ficha%20ME%20Fosfatos%2012%202024.pdf>
- ANM. (Diciembre de 2024).** Fosfatos en Colombia. Retos y oportunidades. Obtenido de https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Fosfatos%20en%20Colombia_%20retos%20y%20oportunidades.pdf?utm_source=chatgpt.com
- ANM. (2024).** Infografía fosfatos. Obtenido de <https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Infograf%C3%ADa%20fosfatos%202024.pdf>
- ANM. (Febrero de 2025).** Boletín estadístico informativo. Minería en cifras. Obtenido de https://docs.upme.gov.co/SIMEC/SIMCO/Cifras-Sectoriales/BoletinMinerales/Boletin_14_mineria_en_cifras_febrero_2025.pdf
- Argus Media group. (april de 2023).** Phosphate rock. Resources & reserves. Obtenido de Prepared for: International Fertilizer Association: https://www.fertilizer.org/wp-content/uploads/2023/04/2023_Argus_IFA_Phosphate_Rock_Resources_and_Reserves_Final.pdf
- Fertilizares Europe. (2023).** How fertilizers are made. Obtenido de <https://www.fertilizerseurope.com/fertilizers-in-europe/how-fertilizers-are-made/>
- Florida Polytechnic University FIPR. (2024).** Phosphate primer. Obtenido de <https://fipr.floridapoly.edu/about-us/phosphate-primer/>
- Gatiboni, L. & (28 de 10 de 2021).** NC State University. Obtenido de Changes in the Phosphorus Fertilizer Recommendations for Corn, Soybean, and Small Grains in North Carolina: <https://content.ces.ncsu.edu/changes-in-phosphorus-fertilizer-recommendations-for-corn-soybean-and-small-grains>



Mosaic. (2025). Phosphorus. Obtenido de <https://www.cropnutrition.com/nutrient-management/phosphorus/>

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2025). Plan Nacional de Desarrollo Minero 2024-2035. Anexo 4 Minerales estratégicos. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/Anexo4_%20Minerales.pdf

UPME. (2017). Roca fósforica. Balance 2012-2016. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-nal/MNAL_rocafosforica.pdf

USGS. (2024). Phosphate rock. Obtenido de <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-phosphate.pdf>

USGS. (2025). U.S. GeoGeological Survey. Obtenido de Phosphate Rock Statistics and Information. Mineral Commodity Summaries, January 2025: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-phosphate.pdf>

Responsables del boletín

Profesional especializada:

Liliana Cecilia Martínez

Equipo temático:

Karen Nathaly Ariza

Carlos Arturo Téllez

Diseño y diagramación:

Carlos Andrés Acero Rodríguez

Corrección de estilo:

Óscar Enrique Alfonso

