



Argentina como centro de producción de amoníaco verde

Una estrategia de desarrollo novedosa para abordar las crisis energética y climática globales

INFORME DE POLÍTICAS

Autores

Fabian Barrera (Agora Energy Transition)
Philipp Hauser (Agora Energy Transition)
Hernán Carlino (Fundación Torcuato di Tella)
Michaela Carlino (Fundación Torcuato di Tella)
Luciano Caratori (Fundación Torcuato di Tella)

286/01-P-2023/ES
Febrero de 2023

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a las siguientes personas por sus diversas contribuciones: Matthias Deutsch, Leandro Janke, Caroline Paul, Zaffar Hussein, Camilla Oliveira, Ada Rühling, Kinita Shenoy, Alexandra Steinhardt, Anja Werner (todos de Agora Energiewende).

Además, queremos agradecer a los socios del PtX Hub por sus revisiones y aportes: Stephan Remler, Verónica Chorkulak, Manuel Andresh, Sonia Rueda, Nelly Eisenbach (todos de la GIZ); Dirección Nacional de Escenarios de la Secretaría de Energía de Argentina, Luisa López (DECHEMA).

La iniciativa del International Power-to-X Hub es implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en nombre del Ministerio Federal de Economía y Protección Climática de Alemania (BMWK, por sus siglas en alemán). Financiado por la Iniciativa Internacional sobre el Clima (Internationale Klimaschutzinitiative, IKI), el PtX Hub es una contribución a la Estrategia Nacional Alemana de Hidrógeno de 2020 y representa uno de los cuatro pilares del BMUV en el programa de acción de PtX iniciado en 2019.

Prefacio

Estimado lector,

la guerra de Rusia contra Ucrania exacerbó las crisis energética y climática globales. Los precios del gas natural alcanzaron máximos históricos, afectando también otros productos. Los precios de los alimentos, por ejemplo, se dispararon debido a la disminución de las exportaciones de cultivos de Ucrania y Rusia y al aumento de los precios de los fertilizantes nitrogenados (gracias al uso del gas natural en la producción de amoníaco), así como a los efectos negativos de la crisis climática en los cultivos mundiales.

El amoníaco verde podría tener un rol preponderante en la mitigación de las crisis energética y climática globales, al reducir la dependencia de los combustibles fósiles en la producción de fertilizantes. Asimismo, la menor demanda de gas natural como materia prima en la manufactura de fertilizantes podría mitigar en cierta medida la volatilidad de los precios de los alimentos. Las prometedoras condiciones en Argentina para la producción de amoníaco verde constituyen una oportunidad

única para que el país se convierta en un actor fundamental en la producción global de fertilizantes verdes.

Este informe expone estrategias que podrían ser adoptadas en Argentina para aprovechar sus recursos energéticos, al desarrollar una industria local sustentable de fertilizantes. Con apoyo internacional, Argentina podría hacer uso de su hidrógeno renovable, y así posicionarse como uno de los centros de producción mundiales de amoníaco verde y otros productos derivados del hidrógeno. Este cambio no solo generaría importantes beneficios socioeconómicos para Argentina, sino que también contribuiría a la transición hacia la neutralidad climática en todo el planeta.

Espero que la lectura le sea tan grata como informativa.

Un cordial saludo,

Frank Peter
Director, Agora Industry

Resumen de las conclusiones principales:

1

La crisis mundial de las energías fósiles está afectando la producción global de fertilizantes debido al incremento de los costos del amoníaco. La fuerte dependencia del gas fósil en la producción de fertilizantes implica que la industria genere un alto nivel de emisiones de carbono y sea más vulnerable a alzas de precios, como puede observarse en la actualidad.

2

El amoníaco verde puede desvincular la producción de fertilizantes del gas natural. La producción de fertilizantes con energía renovable, en lugar de combustibles fósiles, ayudaría a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y potenciar la resiliencia del sector. Sin embargo, la diferencia de precios entre el hidrógeno fósil y el renovable es un desafío clave para aumentar de la producción de amoníaco verde en Argentina.

3

Argentina reúne condiciones únicas para abordar la crisis de un modo sustentable. Argentina podría expandir su capacidad de producción de amoníaco usando sus reservas de gas natural, mientras continúa el desarrollo de su vasto potencial de hidrógeno renovable con el fin de cambiar a amoníaco verde lo más rápido posible. De esta manera, se podría generar empleo, reforzar la seguridad alimentaria, y ayudar a descarbonizar la industria.

4

La comunidad internacional podría beneficiarse al apoyar los esfuerzos de Argentina para mejorar la producción de amoníaco verde y fertilizantes. El apoyo y las inversiones internacionales pueden contribuir a superar desafíos económicos en la producción de amoníaco verde y, así, garantizar un desarrollo sustentable del sector industrial argentino. Asimismo, los países de todo el mundo podrían beneficiarse de una cadena de suministro de fertilizantes más diversificada.

Tabla de contenido

Introducción	5
Una oportunidad para mejorar el crecimiento sustentable y económico en Argentina	6
El mercado de fertilizantes de Argentina depende en gran medida de las importaciones y la producción convencional de amoníaco	7
Los fertilizantes y el amoníaco verde son fundamentales para la transición energética argentina	8
Medidas estratégicas para abordar las crisis energética y climática	12

Introducción

La invasión rusa a Ucrania está teniendo consecuencias nefastas a nivel humanitario, geopolítico y económico. Rusia y Ucrania están entre los diez primeros países exportadores de granos a nivel mundial. Asimismo, Rusia es el mayor exportador de fertilizantes a nivel mundial y de gas natural a Europa, donde el 2.4 por ciento de todo el consumo de gas natural es utilizado en la producción de lo que corresponde al 9 por ciento de los fertilizantes nitrogenados mundialmente. (Fertilizers Europe, 2022). Las sanciones impuestas como consecuencia de la guerra y las interrupciones del suministro contribuyeron a que se dispansen los precios de la energía y los alimentos.¹ Los precios de los fertilizantes a nivel mundial se triplicaron desde mediados de 2020 y los precios récord actuales tendrán repercusiones importantes en la producción agrícola global (IEA, 2022).

La Figura 1 presenta el estrecho vínculo que existe entre los precios de la energía, los fertilizantes y los productos agrícolas. Alrededor del 4 por ciento de la demanda global de gas se utiliza para producir amoníaco (IEA, 2022) que, a su vez, es una materia prima fundamental para producir fertilizantes nitrogenados, como la urea. Debido a esta fuerte dependencia del gas natural, la producción de fertilizantes a nivel mundial también genera más del 2 por ciento de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y, de este modo, tiene gran responsabilidad en el cambio climático.²

1 Las causas de la crisis actual en los precios de los alimentos poseen múltiples facetas y no pueden atribuirse únicamente a la guerra.

2 Los fertilizantes nitrogenados también generan un alto nivel de emisiones relacionado con su aplicación, resultante de emisiones directas de NOx en los suelos. De este modo, disminuir el uso de fertilizantes convencionales y sintéticos es importante también para frenar el cambio climático. No obstante, el debate sobre las prácticas agrícolas positivas en materia climática excede el alcance de este documento.

Dado que el costo del gas natural puede representar hasta el 90 por ciento del costo de la producción de amoníaco (Kenkel P., 2017), la volatilidad de los precios en los mercados de gas natural se propaga a la industria de los fertilizantes y, posteriormente, a los precios de los alimentos, lo que contribuye a la inestabilidad en los mercados agrícolas (Uçak et al., 2022).

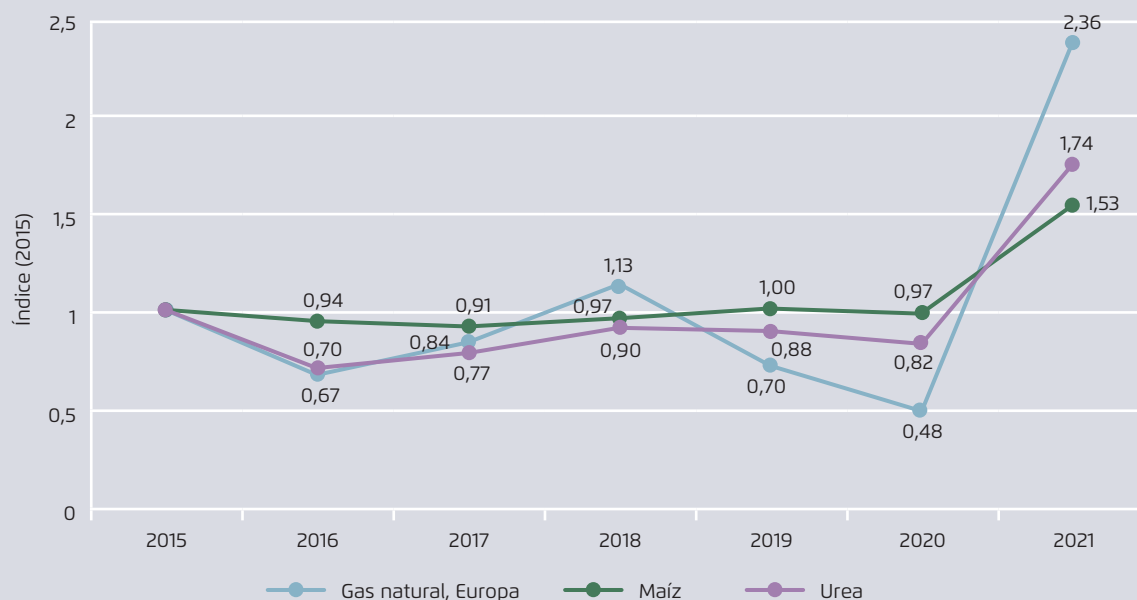
Desvincular la producción de fertilizantes de los mercados de gas natural ayudaría a disminuir los precios de los fertilizantes y, de este modo, a aliviar la presión en los mercados de alimentos globales. Argentina podría promover el desarrollo de la producción de amoníaco verde como parte de una estrategia más amplia para impulsar la descarbonización y el desarrollo sostenible en el país.

Si bien Argentina goza de excelentes condiciones para producir energías renovables e hidrógeno renovable (Fraunhofer, 2021), el país ha explotado muy lentamente este potencial. En general, el desarrollo de la infraestructura energética doméstica es insuficiente, lo que contribuye a un alto nivel de importaciones de energía y escasez energética en el plano doméstico. En contraste con los desafíos del sector energético, el país es uno de los productores y exportadores de alimentos más importantes del mundo. Sin embargo, la industria agrícola argentina es sumamente dependiente de las importaciones de fertilizantes y utiliza, en gran medida, fertilizantes nitrogenados (38 kg por hectárea tierra de cultivo; véase FAO, 2022b) que representan una parte sustancial de los costos de producción.

Este informe resalta las oportunidades que se le presentan a Argentina para avanzar en su desarrollo doméstico y, al mismo tiempo, ayudar a aliviar la "policrisis" global de los precios de la energía, la volatilidad de los precios de los alimentos y el cambio climático. En particular, el país puede desarrollar estrategias para (1) promover la producción local de amoníaco a partir de un mayor volumen de hidrógeno renovable; (2) aumentar las capacidades de produc-

Índice de precios de gas natural, urea y maíz (1 = 2015)

Figura 1



Basado en World Bank (2022a)

ción de fertilizantes sustentables; y (3) posicionar al país como uno de los principales exportadores de amoníaco verde.

Una oportunidad para mejorar el crecimiento sustentable y económico en Argentina

Argentina es el tercer mayor exportador de productos agrícolas del mundo, después de EE. UU. y Brasil. En el año contable 2020/21, el país exportó alrededor de 100 millones de toneladas de productos agrícolas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022). En el año 2020, las exportaciones de soja, sorgo, maíz y trigo generaron ingresos por 10 300 millones de dólares estadounidenses (FAO, 2022), y la agricultura representó el 6 por ciento del PBI de Argentina (World Bank, 2022b). En el futuro, el país tiene el potencial de continuar expandiendo la producción agrícola

doméstica.³ Sin embargo, para proteger las inversiones agrícolas del país de la fluctuación en los precios de la energía y los fertilizantes importados, Argentina debería considerar adoptar medidas para incrementar considerablemente la producción doméstica de fertilizantes. Capitalizar las oportunidades futuras para la exportación de amoníaco verde podría servir, además, para probar el modelo de negocio con vistas a la producción doméstica.

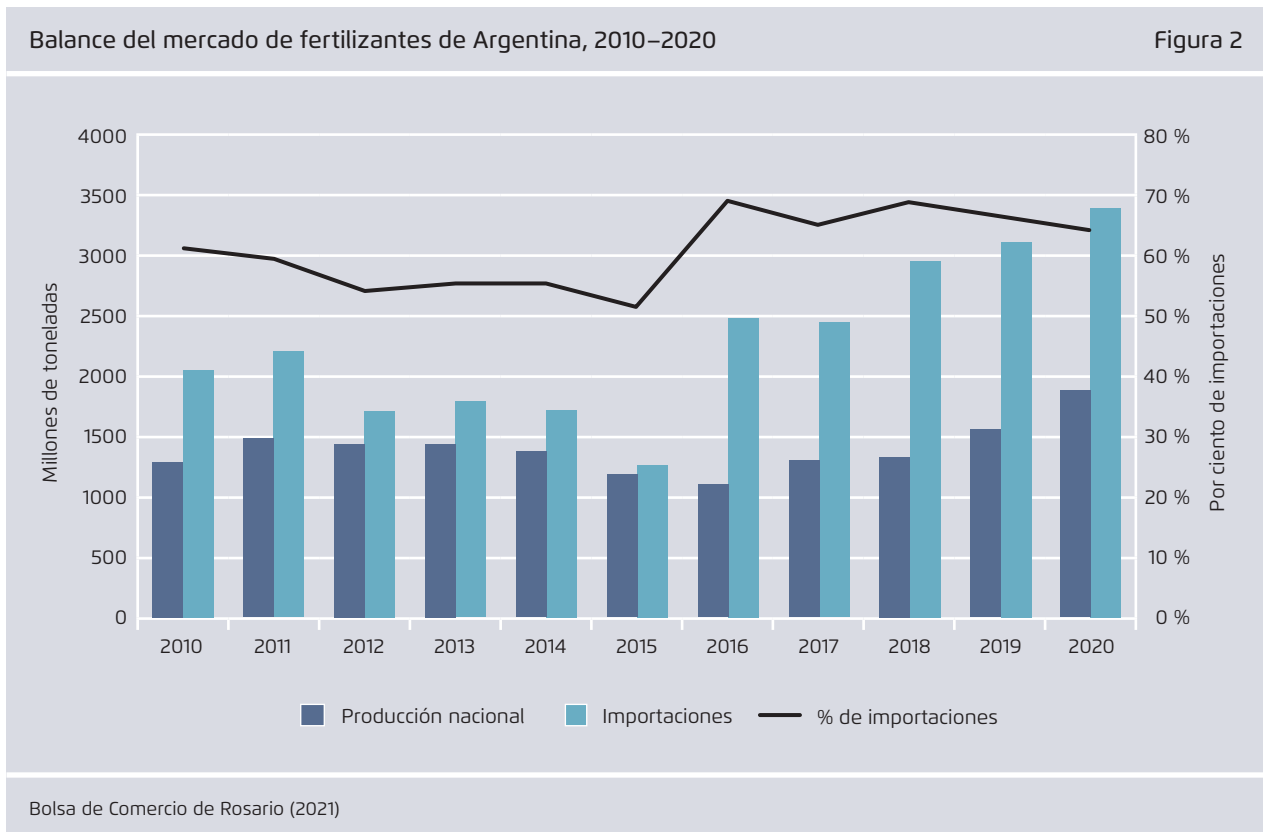
En primer lugar, Argentina podría desarrollar sus recursos de gas natural como tecnología puente para producir amoníaco convencional. De este modo, se

3 La expansión de la producción agrícola podría centrarse más en los alimentos y no en productos destinados a la alimentación animal, y contribuir a la diversificación de la cadena de suministro global de los alimentos. Asimismo, se deberían considerar cuestiones relevantes relacionadas con la agricultura sustentable, la conservación de los suelos y la protección de la biodiversidad, entre otros factores. No obstante, dichas consideraciones exceden el alcance de este debate.

impulsaría el desarrollo de infraestructuras para el transporte de gas y, así, se estabilizaría la red de suministro de gas. No obstante, para invertir en nuevas instalaciones de producción de amoníaco, es necesario garantizar la disponibilidad de hidrógeno renovable y un cierto grado de producción de amoníaco verde.

Si bien el amoníaco verde continúa siendo más costoso que su equivalente convencional, está emergiendo un mercado global de amoníaco verde debido a las políticas de descarbonización en Europa y Japón, así como las exigencias de combustibles ecológicos en la industria mundial del transporte marítimo. Asimismo, Argentina posee condiciones favorables para producir hidrógeno renovable a bajo costo, por lo que podría producir amoníaco verde a un costo menor que otros países. Esto significa que

Argentina podría utilizar la demanda creciente de amoníaco verde para financiar el desarrollo de su economía de hidrógeno renovable. Estas circunstancias generarían una serie de beneficios: a corto plazo, la expansión de las inversiones en energías renovables podría derivar en una reducción generalizada de los costos de electricidad, al mismo tiempo que se mejoraría la seguridad energética, en particular, durante los meses de invierno. Además, el aumento de las exportaciones de amoníaco y productos agrícolas generaría mayores ingresos y crearía puestos de trabajo en el plano local. En el largo plazo, se prevé que el costo del hidrógeno renovable y del amoníaco verde será inferior al de sus equivalentes convencionales (BNEF, 2021). Esta situación otorgaría a Argentina más oportunidades para aumentar la competitividad de sus sectores agrícola e industrial.



Plantas de producción de amoníaco en Argentina

Tabla 1

Empresa	Capacidad instalada (toneladas por año)	Materia prima
Fábrica Militar Río Tercero ¹	12 000	Gas natural
Bunge Argentina S.A.	115 000	Gas natural
Profertil S.A.	790 000	Gas natural
Austin Powder Argentina S.A.	59 000	Gas natural

IPA (2019);

¹) Fuera de servicio

El mercado de fertilizantes de Argentina depende en gran medida de las importaciones y la producción convencional de amoníaco

En la actualidad, en Argentina funcionan tres plantas de amoníaco que dependen de hidrógeno gris, cuya materia prima es el gas natural (véase la Tabla 1). Estas plantas operan tan solo al 70 por ciento de su capacidad instalada (IPA, 2019), lo cual enfatiza el potencial de mejora de la productividad en la industria argentina del amoníaco y de los fertilizantes. El amoníaco es la materia prima principal para la producción de fertilizantes nitrogenados, como urea y nitrato de amonio, que se necesitan para cultivar los productos agrícolas más importantes de Argentina, como lo son, el maíz y el trigo.⁴

Como puede observarse en la Figura 2, Argentina utilizó más de 5,2 millones de toneladas de fertilizantes en el año 2020, de las cuales el 56 por ciento corresponde a productos nitrogenados. Entre los años 2010 y 2020, el uso de fertilizantes a nivel doméstico aumentó, en promedio, un 4.6 por ciento anual (Bolsa de Comercio de Rosario, 2021). Debido a que la producción doméstica de Argentina no logró mante-

ner el ritmo de este crecimiento en la demanda, hoy en día, más del 60 por ciento de todos los fertilizantes utilizados son importados. En la Tabla 2, se detallan las plantas locales principales de producción de fertilizantes en el país con su respectiva capacidad de producción anual. En el año 2020, Argentina gastó 1100 millones de dólares estadounidenses en importaciones de fertilizantes. En 2021, este número aumentó a 2300 millones de dólares estadounidenses y, con los elevados precios del año 2022, el impacto negativo en la balanza comercial de Argentina será aún más significativo.

Los fertilizantes y el amoníaco verde son fundamentales para la transición energética argentina

Argentina tiene una enorme cantidad de recursos energéticos que puede explotar para su desarrollo socioeconómico. En la actualidad, el gas natural es la fuente de energía principal en el país, al representar más del 50 por ciento del suministro de energía primaria y utilizarse para más del 60 por ciento de la generación eléctrica (IRENA, 2022). Si bien Argentina posee un potencial significativo para expandir su producción doméstica, el país tiene dificultades para conectar sus yacimientos de gas natural ubicados en lugares remotos, con los mercados nacionales e internacionales.

4 La soja también es un producto agrícola importante en Argentina, pero no requiere el uso de fertilizantes nitrogenados.

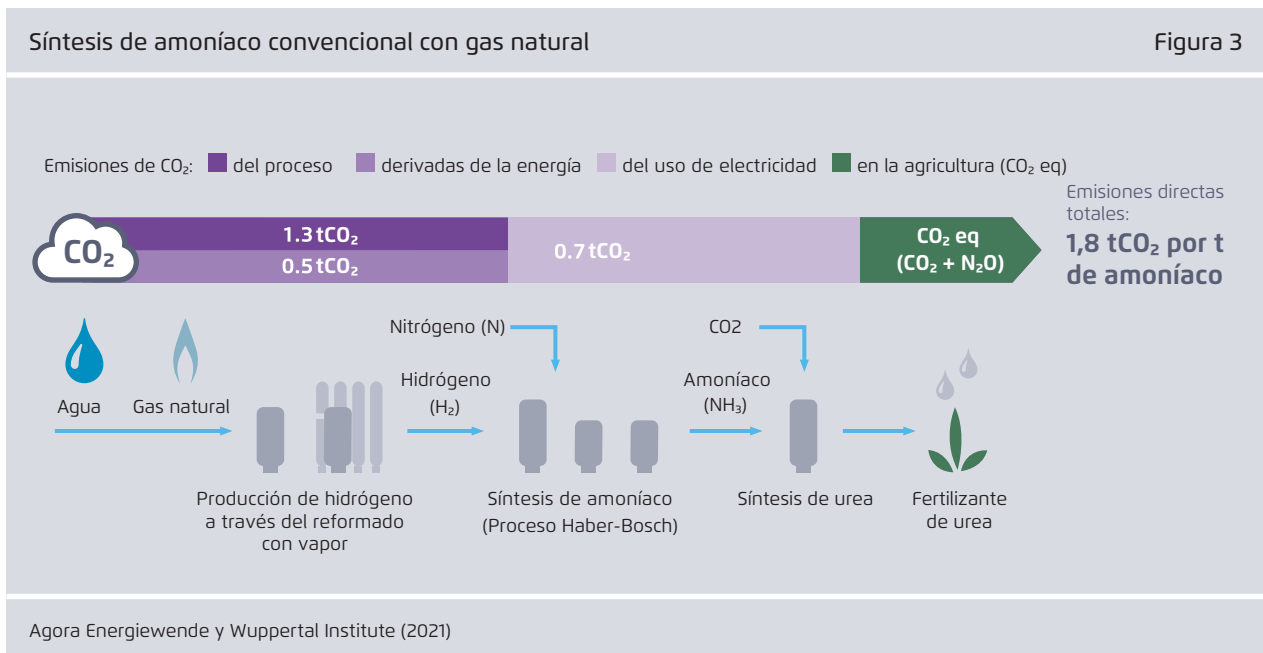
Año de inicio de operaciones	Empresa	Productos	Capacidad productiva anual (toneladas)
2001	Profertil S.A.	Urea	1 320 000
2004	Bunge Argentina S.A.	Tiosulfato de amonio (TSA)	140 000
2006	Mosaic Argentina S.A.	Superfosfato simple	240 000
2008	Bunge Argentina S.A.	Superfosfato simple	180 000

Bolsa de Comercio de Rosario (2021)

Asimismo, Argentina tiene amplias y diversas oportunidades para incrementar la generación de electricidad renovable con energía eólica, solar e hidráulica. Dentro del contexto global, hoy en día, los costos de las energías renovables argentinas son competitivos y se prevé que se reducirán de forma sustancial en los próximos años (algunos pronósticos estiman una disminución del 70 por ciento para el año 2030). De este modo, la energía renovable en Argentina es ideal para la producción de hidrógeno. Las tendencias en los costos de las energías renovables en Argentina aportan importantes ventajas al

país para el desarrollo de una industria con neutralidad climática (New Climate Institute, 2020). Sin embargo, las dificultades para la transmisión obstaculizan el desarrollo de la generación de energía renovable en el país. Para poder explotar el potencial en este ámbito, se necesita una importante inversión en infraestructura energética.

Con este prometedor potencial en materia de energías renovables, es importante que Argentina analice si es posible asegurar que todas las inversiones en el desarrollo de sus recursos de gas natural sean econó-



micamente favorables, por lo menos en el mediano plazo. En simultáneo, Argentina debe aplicar políticas que impulsen el crecimiento de una economía basada en el hidrógeno y en energías renovables, no solo para combatir el cambio climático, sino también para asegurar la competitividad de su industria a largo plazo. Afortunadamente, las características operativas específicas de la industria del amoníaco y de los fertilizantes se prestan a una estrategia secuencial que prevea el desarrollo del gas natural allanando el camino para la adopción de alternativas más sustentables.

En la producción de amoníaco específicamente, se utiliza el proceso Haber-Bosch, que es flexible por naturaleza. Como puede observarse en la Figura 3, el proceso permite que el amoníaco se produzca a partir de una mezcla de nitrógeno e hidrógeno. Tradicionalmente, esta mezcla de gases se produce al someter al gas natural a un reformado de metano con vapor. Este proceso genera alrededor de 1,8 toneladas de CO₂ por tonelada de amoníaco producida, lo cual convierte a la síntesis de amoníaco en un importante generador de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global.

Una técnica de producción alternativa consiste en dividir agua en oxígeno e hidrógeno por medio de electricidad renovable. A continuación, el hidrógeno se combina con nitrógeno captado en el aire para llevar a cabo el proceso Haber-Bosch. Si se utiliza únicamente electricidad renovable en el proceso, el amoníaco que se produce es climáticamente neutro y puede usarse como combustible renovable y materia prima en las industrias química y de fertilizantes.

La producción de amoníaco tiene la flexibilidad de poder combinar hidrógeno derivado del reformado con vapor del gas natural e hidrógeno de la electrólisis del agua. El proceso Haber-Bosch es totalmente adaptable en relación con el origen de la mezcla de gases. Al diseñar plantas nuevas para esta operación flexible, se puede producir amoníaco verde y convencional para adaptarse a los requerimientos deseados. De esta manera, se podría producir amoníaco verde para exportar, así como amoníaco convencional para

usos domésticos, en la medida en que continúe siendo una opción más económica, en comparación con la alternativa verde.

En el caso de la urea, que se produce al combinar amoníaco con CO₂, los procedimientos de producción convencional obtienen CO₂ fósil del gas natural durante el reformado del metano con vapor. Una vez que en la planta se haya implementado por completo la producción basada en hidrógeno renovable, el uso de CO₂ fósil ya no será una posibilidad y se deberá identificar una fuente de CO₂ biogénico sustentable (con neutralidad climática) para reemplazarlo.

Como consecuencia del nivel de desarrollo actual de las tecnologías de producción de amoníaco verde y de la demanda asociada del mercado, el amoníaco verde es más costoso que su equivalente convencional, en particular, debido a la diferencia de precios entre el hidrógeno fósil y el renovable. No obstante, en situaciones en las que la electricidad renovable puede generarse a bajo costo, como en Argentina, o en las que los precios del gas natural y de las emisiones de CO₂ son elevados, como en Europa, la diferencia de precios es mucho menor.

Para reducir esta brecha, es importante desarrollar nuevas plantas de producción a gran escala y, así, continuar disminuyendo el costo de la producción de hidrógeno y energías renovables, mejorar la eficiencia de los electrolizadores, e impulsar la construcción de infraestructura destinada al transporte y almacenamiento de hidrógeno y amoníaco.

En la actualidad, se han puesto en marcha una serie de políticas de apoyo y mecanismos de financiamiento para promover la inversión en la producción de amoníaco verde a gran escala. Un ejemplo es el de *H2Global Foundation* que hace poco a empezado a realizar subastas para la compra de amoníaco verde (así como de otros productos con base de hidrógeno renovable) a un precio con recargo que cubrirá el costo efectivo de la producción verde. Los contratos de compra se llevarán a cabo por un período de

diez años, lo cual asegurará a los inversores que podrán recuperar sus costos. A continuación, *H2Global Foundation* venderá el amoníaco verde en mercados europeos a través de subastas anuales a corto plazo. Si el precio de venta resulta ser menor que el de compra, el gobierno alemán cubrirá la diferencia. La primera subasta fue lanzada en el mes de noviembre de 2022 para la compra de amoníaco.

Otro instrumento para incentivar la obtención de productos con base de hidrógeno renovable son los objetivos vinculantes, como aquellos definidos por la Comisión Europea para el uso de hidrógeno verde como combustible en el transporte o materia prima en la industria química. A modo de ejemplo, en el marco de la tercera revisión de la Directiva Europea sobre Energías Renovables (RED III), el objetivo de los responsables políticos es establecer una meta mínima de 2.6 por ciento de uso de hidrógeno renovable en el sector del transporte para el año 2030 (incluidos los combustibles a base de hidrógeno). En la RED III, también se propuso el objetivo de utilizar un 50 por ciento de hidrógeno renovable (incluidos los combustibles a base de hidrógeno) como energía final y para fines no energéticos en la industria antes del año 2030 (CE, 2021). Los instrumentos de políticas como estos crearán un mercado viable para el amoníaco verde, así como para otros productos con base de hidrógeno (como el metanol o el querosén sintético en la aviación).

Por último, los nuevos mecanismos internacionales para el mercado del carbono que se están desarrollando de acuerdo con el artículo 6 del Acuerdo de París podrían ayudar también a promover el amoníaco verde. Si bien los responsables políticos todavía están debatiendo sobre las reglas que regirán el desarrollo y registro de proyectos, así como el comercio de los denominados "resultados de mitigación de transferencia internacional", el mecanismo podría resultar adecuado para promover el uso de amoníaco verde a nivel doméstico, en lugar de impulsar su exportación.

No obstante, todos los mecanismos de apoyo detallados previamente consisten en subsidios "basados en rendimientos" y no constituyen una asistencia directa para las inversiones necesarias para construir nuevas plantas de amoníaco o modernizar las ya existentes. Lamentablemente, movilizar capitales de inversión es un gran desafío para Argentina debido a su entorno de inversión de alto riesgo y al alto costo del capital.

Sin embargo, Argentina posee una oportunidad única para aprovechar el apoyo de la comunidad internacional y aventurarse en un esfuerzo estratégico para desarrollar una industria doméstica de fertilizantes e hidrógeno verde. Un esfuerzo político de esta índole no solo generaría importantes beneficios para la economía argentina, sino que también ayudaría a mitigar la "policrisis" actual, marcada por los altos precios de la energía y los alimentos, y la creciente amenaza del cambio climático.

El apoyo de las inversiones internacionales a la economía argentina de fertilizantes y amoníaco verde podría impulsarse por medio de diversos argumentos:

- El desarrollo de la producción doméstica de fertilizantes en Argentina aumentaría la disponibilidad global de fertilizantes y, por ende, disminuiría su precio, lo que reduciría las repercusiones negativas en la producción alimentaria de otros países.
- El aumento de la producción de amoníaco en Argentina reduciría la demanda de gas natural en otras regiones, lo que contribuiría a aliviar la crisis energética internacional. Asimismo, ayudaría a Argentina a estabilizar su mercado de gas y, por consiguiente, sería un importante apoyo para su recuperación económica.

→ Una rápida transformación para empezar a producir y potencialmente exportar amoníaco verde disminuiría también el consumo de gas en el plano internacional y contribuiría a los esfuerzos globales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.⁵

En este marco, la política de inversiones de Argentina debería contemplar la oportunidad única que ofrece este momento de posicionar al país como uno de los centros globales de la agricultura sustentable, el amoníaco verde y otros productos con base de hidrógeno. Como parte de una estrategia a largo plazo asociada, en primer lugar, el país debería buscar reducir su dependencia de las importaciones de fertilizantes y racionalizar el consumo doméstico de fertilizantes. El siguiente paso sería que Argentina desarrolle su industria de fertilizantes, con el objetivo de cubrir la totalidad de la demanda doméstica. De este modo, se abriría el camino para comenzar a incrementar gradualmente las exportaciones de amoníaco, fertilizantes y otros productos con base de hidrógeno renovable.

Medidas estratégicas para abordar las crisis energética y climática

En virtud de los desafíos impuestos por la policrisis actual, se debe elaborar un plan estratégico con medidas sustentables y coherentes a corto, mediano y largo plazo. El desarrollo de esta estrategia requerirá un amplio diálogo con todas las partes interesadas relevantes de los planos nacional e internacional. Con este fin, el presente informe de políticas destaca varias consideraciones importantes para estas discusiones.

5 Este punto contempla únicamente emisiones aguas arriba relacionadas con la producción de fertilizantes nitrogenados. El debate sobre otras reducciones de emisiones por el uso de fertilizantes está fuera del alcance de este análisis.

En el corto plazo, el foco deberá situarse en medidas que reduzcan y optimicen el consumo doméstico de fertilizantes sin comprometer la productividad agrícola. A continuación, se detallan algunas medidas fundamentales, según el artículo del Banco Mundial (World Bank, 2022c):

1. **Asegurar el uso eficiente de fertilizantes:** Los incentivos que puedan llevar al consumo desmedido deben sustituirse por políticas que promuevan el uso eficiente del nitrógeno en niveles superiores al 90 por ciento.⁶
2. **Mitigar las dificultades financieras entre los actores de la cadena de valor de los fertilizantes:** Como resultado del aumento de precios, las necesidades financieras de productores, comerciantes y agricultores se triplicaron. Es posible que se necesiten líneas de créditos a corto plazo y garantías que puedan ofrecerse con el apoyo de instituciones internacionales de desarrollo para evitar más restricciones. Acá debería incluirse el acceso a fondos de financiamiento climático.
3. **Promover la innovación:** La productividad agrícola por kg de fertilizante puede incrementarse por medio de la adopción de tecnologías innovadoras que garanticen la selección y dosificación precisas de fertilizantes. La agricultura de precisión y el fertirriego son dos ejemplos de técnicas que ya están aplicando productores de Argentina conscientes del incremento de los costos. Otras estrategias relevantes son mejorar la salud del suelo y complementar los fertilizantes convencionales con biofertilizantes viables.

6 La "eficiencia del uso de nitrógeno" es una métrica establecida en la gestión del nitrógeno. La eficiencia se basa en la relación entre el nitrógeno aplicado (con fertilizantes) y el resultado convertido del nitrógeno (en la cosecha). Una mayor eficiencia del nitrógeno evita el uso excesivo de fertilizantes en la producción de cultivos.

No obstante, otra medida a corto plazo podría ser investigar si la producción de las plantas de amoníaco ya existentes puede incrementarse. En el caso de que su capacidad o productividad pudieran optimizarse a través de la incorporación de hidrógeno renovable como materia prima, podría solicitarse el apoyo de inversiones internacionales para adoptar medidas de modernización asociadas.

A mediano plazo, será fundamental aumentar la capacidad de producción de fertilizantes de Argentina con una estrategia cuidadosamente equilibrada que utilice el gas natural como tecnología puente, e hidrógeno renovable. Si bien la exportación de hidrógeno renovable parece ser una oportunidad atractiva, es importante que Argentina priorice la sustitución de las importaciones de fertilizantes. Una solución ideal sería hallar mecanismos de apoyo internacionales que cubran el costo incremental de la producción de amoníaco verde para uso local, dado que esto se alinearía con el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, a la vez que se reducirían las importaciones de fertilizantes.

Si no se pudiera disponer de apoyo internacional, podrían desarrollarse también nuevas instalaciones de producción de amoníaco para usar inicialmente gas natural como tecnología puente. Sin embargo, su diseño y espacio deberían ser apropiados para una transición gradual hacia el hidrógeno renovable. A largo plazo, Argentina tiene la oportunidad de financiar la expansión de su capacidad de producción de hidrógeno y energías renovables para producir amoníaco, fertilizantes y otros productos con base de hidrógeno renovable para exportar a Europa y otros países.

En el caso del amoníaco, el mercado europeo puede tener una gran relevancia. El plan REPowerEU busca reducir de forma significativa el consumo europeo de gas natural, en parte, reemplazando con importaciones una fracción de la producción interna de amoníaco (que, en la actualidad, alcanza los 19 millones de toneladas anuales).

En los párrafos anteriores, subrayamos las oportunidades que ofrece a Argentina la potencial adopción de una estrategia integral para expandir sustancialmente la producción interna de fertilizantes con el objetivo de, en un principio, abandonar su dependencia de las importaciones de fertilizantes y, a continuación, convertirse en un importante exportador de amoníaco verde. Una estrategia de esta índole implicaría importantes beneficios socioeconómicos para Argentina, además de una mayor productividad agrícola, una mayor generación de valor interno y de empleos, una mejor balanza comercial, y menores emisiones de gases de efecto invernadero, en particular, en el sector industrial.

No obstante, la comunidad internacional también podría beneficiarse de una estrategia de estas características. La expansión de la producción argentina de fertilizantes aliviaría la presión de los precios de los alimentos. Al mismo tiempo, la producción de fertilizantes verdes disminuiría la demanda de gas natural y posicionaría a Argentina como una fuente confiable de amoníaco verde y otros productos con base de hidrógeno renovable con costos competitivos. De esta manera, Argentina podría realizar una contribución significativa para combatir el cambio climático.

Referencias

Agora Energiewende and Wuppertal Institute (2021):

Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe: Policy and Technology Pathways for Raising EU Climate Ambition, <https://www.agora-energiewende.de/en/publications/breakthrough-strategies-for-climate-neutral-industry-in-europe-study/>, (accessed October 2022)

BloombergNEF (BENF) (2021):

'Green' Hydrogen to Outcompete 'Blue' Everywhere by 2030, <https://about.bnef.com/blog/green-hydrogen-to-outcompete-blue-everywhere-by-2030/>, (accessed August 2022)

Bolsa de Comercio de Rosario (2021):

Fertilisers: perspectives and opportunities for Argentina (Fertilizantes: panorama y oportunidades para la Argentina), <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/fertilizantes>, (accessed August 2022)

Bolsa de Comercio de Rosario (2022):

Weekly News, Edition 2044, 25 March 2022, <https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/91733> (accessed August 2022)

European Commission (2021):

Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:dbb7eb9c-e575-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (accessed August 2022)

Fertilizers Europe (2022): Facts & Figures, <https://www.fertilizerseurope.com/fertilizers-in-europe/facts-figures/>, (accessed October 2022)

Food and Agriculture Organisation (FAO) (2022a):

„FAOSTAT“, Crops and livestock products, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, (accessed August 2022)

Food and Agriculture Organisation (FAO) (2022b):

„FAOSTAT“, Fertilizers indicators, <https://data.apps.fao.org/catalog/dataset/fertilizers-indicators-national-global-annual-faostat/resource/d04f3091-5a24-4f2a-a8b7-0095171ddb1e>, (accessed October 2022)

Fraunhofer IEE (2021),

PtX-Atlas: Worldwide potential for the generation of green hydrogen and climate-neutral synthetic fuels (Weltweit Potenziale für die Erzeugung von grünem Wasserstoff und synthetischen Kraft- und brennstoffen), https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Veroeffentlichungen/FraunhoferIEE-PtX-Atlas_Hintergrundpapier_final.pdf (accessed August 2022)

International Energy Agency (IEA) (2022):

How the energy crisis is exacerbating the food crisis, Commentary, <https://www.iea.org/commentaries/how-the-energy-crisis-is-exacerbating-the-food-crisis> (accessed August 2022)

International Renewable Energy Agency (IRENA)

(2022): *Statistical Profiles*, https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/South%20America/Argentina_South%20America_RE_SP.pdf, (accessed August 2022)

Instituto Petroquímico Argentino (IPA) (2019):

Anuario IPA 2019, 39th Edition, <https://noticiasutnfrn.files.wordpress.com/2020/04/anuario-ipa-2019.pdf> (accessed August 2022)

Kenkel Phil (2017): *"Causes of Fertilizer Price Volatility"*, Bill Fitzwater Cooperative Chair, Oklahoma State University, <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/agec/causes-of-fertilizer-price-volatility-agec-261.pdf> (accessed October 2022)

New Climate Institute (2020): *Decreasing costs of renewables -Implications for Argentina's climate targets*, <https://newclimate.org/sites/default/files/2020/12/Impact-of-Cost-Progressions-on-Argentinas-NDC-Technical-Analysis.pdf> (accessed August 2022)

Uçak Harun, Arı Yakup, Yelgen Esin (2022): *The volatility connectedness among fertilisers and agricultural crop prices: Evidence from selected main agricultural products*, *Agricultural Economics – Czech*, 68: 348–360, https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/147_2022-AGRICECON.pdf (accessed October 2022)

World Bank (2022a): *World Bank Commodity Price Data*, <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets> (accessed August 2022).

World Bank (2022b): *Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)*, <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=AR> (accessed August 2022).

World Bank (2022c): *How to manage the world's fertilizers to avoid a prolonged food crisis*, World Bank Blogs, <https://blogs.worldbank.org/voices/how-manage-worlds-fertilizers-avoid-prolonged-food-crisis> (accessed August 2022)



Agora Industry

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin, Germany

P +49 (0)30 700 14 35-000

F +49 (0)30 700 14 35-129

www.agora-industry.org

info@agora-industrie.de

Agora Energy Transition

Anna-Louisa-Karsch-Strasse 2 | 10178 Berlin, Germany

P +49 (0) 30 700 14 35-000

F +49 (0) 30 700 14 35-129

www.agora-energytransition.org

info@agora-energiewende.de