

Fertilizantes sintéticos

Las compañías de **fertilizantes sintéticos** venden nutrientes vegetales inorgánicos fabricados a través de procesos químicos. Los tres principales macronutrientes utilizados en la agricultura son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). El nitrógeno es el nutriente que se aplica con mayor frecuencia, principalmente en forma de urea (derivada del amoníaco producido a partir de productos petroquímicos a través de un proceso de alto consumo energético). El siguiente es el fósforo en forma de fosfatos y luego el potasio a través de la potasa.¹ La industria mundial de fertilizantes está fragmentada, pero históricamente ha operado en cárteles de exportación organizados por tipo de fertilizante (a veces sancionados por el gobierno y en los que participan empresas estatales). La propiedad estatal y/o la inversión en la producción y el comercio de fertilizantes sigue siendo común. Muchas empresas de fertilizantes se están expandiendo para incluir los llamados fertilizantes especiales (por ejemplo, que contienen micronutrientes y/o formulaciones basadas en microbios) y agricultura digital.

Si bien las cifras del mercado mundial de fertilizantes tienden a ser especulativas, una estimación razonable del valor del mercado en 2020 es de 128 mil millones de dólares,² casi tres veces el tamaño del mercado de semillas (45 mil millones de dólares) y el doble del mercado de agrotóxicos (62 mil 400 millones de dólares). Las 10 principales empresas de fertilizantes sintéticos, por lo tanto, representarían alrededor del 38% de las ventas mundiales de fertilizantes sintéticos. Pero visto como producción individual de macronutrientes, el nivel de concentración es aún mayor. Por ejemplo:

- Los siete principales proveedores de muriato de potasa (MOP), un fertilizante de potasio, representan el 84% del suministro mundial.³ Solo cuatro países (Canadá, Rusia, Bielorrusia, China) producen alrededor del 80% de la potasa comercializada en el mundo.⁴
- China es uno de los mayores productores de fertilizantes del mundo, con una participación global del 31% en urea y un 42% en capacidad de fosfato diamónico (FDA).⁵
- Marruecos, a través de la empresa estatal OCP, es el mayor exportador de fosfatos del mundo,^{6,7} controla el 72% de las reservas mundiales de fosfatos. Esto incluye la roca de fosfato que extrae del territorio ocupado de Sahara Occidental.
- Una de las razones por las que el nivel de concentración empresarial en la industria mundial de fertilizantes es difícil de precisar es porque se superpone con industrias relacionadas, como la minería, el transporte marítimo y la producción de productos químicos industriales. El sector tiene un historial de operar dentro de una “sociología corporativa de la colusión”⁸ y coordina los niveles de producción para igualar la demanda y mantener los precios altos, como la manipulación del mercado petrolero por parte de la OPEP.⁹ Los productores de fertilizantes son fundamentales en las economías locales y a menudo intervienen con los gobiernos nacionales, lo que significa que la geopolítica puede desempeñar un papel importante en el comercio.¹⁰ El gobierno de Noruega, por ejemplo, posee más del 40% de Yara (#2);¹¹ Sinofert (#7) está controlada por Sinochem, que es una empresa estatal china;¹² el gobierno de Marruecos es

propietario de OCP, un importante productor de fertilizantes fosfatados y la empresa más grande del país;¹³ y los fabricantes de fertilizantes de Europa del Este (PhosAgro, Uralkali y EuroChem) están controlados en gran medida por un cuadro de oligarcas.

Ventas de las principales compañías de fertilizantes sintéticos, 2020

Clasificación	Compañía (Sede)	Productos fertilizantes / Segmentos	Ingresos por fertilizantes MDD
1.	Nutrien ¹⁴ (Canadá)	“Nutrientes” para cultivos al por menor (fosfato, potasio, nitrógeno)	9,484
2.	Yara ¹⁵ (Noruega)	Fertilizantes nitrogenados	9,423
3.	The Mosaic Company ¹⁶ (EUA)	Fosfato, potasa	8,014
4.	CF Industries Holdings, Inc. ¹⁷ (EUA)	Nitrógeno (amoníaco, urea granular, urea en solución de nitrato de amonio [UAN] y nitrato de amonio [AN], fertilizantes compuestos NPK)	4,124
5.	ICL Group Ltd. ¹⁸ (Israel)	Potasa, soluciones de fosfato, soluciones agrícolas innovadoras	3,769
6.	PhosAgro ¹⁹ (Rusia)	Productos a base de fosfato; productos a base de nitrógeno	3,351
7.	Sinofert ²⁰ (China)	Potasa, fertilizante de nitrógeno y fosfato	3,099
8.	Eurochem ²¹ (Suiza, nominalmente)	Nitrógeno, fosfato, potasa y fertilizantes complejos	2,945
9.	Uralkali ²² (Rusia)	Potasa	2,387
10.	K+S Group ²³ (Alemania)	Potasa, especialidades de fertilizantes	1,940
	Total de las 10 principales		48,536
	Ventas totales de fertilizantes sintéticos en todo el mundo (est.)²⁴		127,570

Fuentes: Grupo ETC; reportes anuales de las empresas.

Tendencias:

- Los precios de los fertilizantes aumentaron en 2020, con la inflación concomitante de los precios de los alimentos en 2021.
- Las empresas de fertilizantes agudizaron su enfoque en nuevas fuentes de ingresos de fertilizantes, específicamente dirigidas a la agricultura orgánica, productos basados en microbios, agricultura digital y formas alternativas de producir amoníaco, con adquisiciones, fusiones y colaboraciones/empresas conjuntas aumentando en estos nuevos segmentos.
- Al igual que otros sectores de la agricultura industrial, las empresas de fertilizantes están sacando provecho de la crisis climática. Los gigantes de los fertilizantes se están volviendo “verdes” y “azules” con el llamado amoníaco sostenible. La producción de amoníaco “verde” involucra energía renovable y el amoníaco “azul” tiene como objetivo capturar los gases de efecto invernadero relacionados con la producción (ver el cuadro a continuación).

Los precios de los fertilizantes aumentaron en 2020, con la inflación concomitante de los precios de los alimentos en 2021

Los confinamientos por la Covid-19 y las interrupciones en la cadena de suministro redujeron la producción de fosfato de China,²⁵ el mayor proveedor del mundo. Después de meses de caída, los precios del fosfato se recuperaron en la segunda mitad de 2020 debido a un aumento en los precios de los cultivos en Brasil y las buenas condiciones de crecimiento en India, Australia y América del Norte.²⁶ De manera similar, los precios de la urea aumentaron después de mediados de 2020, lo que refleja mayores costos de las materias primas de gas natural.²⁷ Los precios de la potasa bajaron debido al exceso de oferta y la menor demanda de China.²⁸

2021 dio un giro dramático cuando los precios de algunos fertilizantes sintéticos subieron a su nivel más alto desde la crisis de precios de los alimentos de 2008,²⁹ perjudicando a los agricultores y haciendo que los precios de los alimentos se dispares nuevamente.³⁰ El huracán Ida golpeó el centro de la producción de fertilizantes de Estados Unidos a fines de agosto, lo que hizo que los precios subieran aún más.³¹ Los altos precios del carbón provocaron un aumento en el precio de la urea.^{32,33} En China, la principal materia prima de la producción de nitrógeno es el carbón, a diferencia del gas natural en otras regiones.³⁴ Para hacer frente al aumento de los costos de las materias primas y abordar las preocupaciones internas sobre la seguridad alimentaria, China redujo sus exportaciones de fertilizantes en octubre, seguida de Rusia en noviembre.^{35,36} Los mayores compradores de fertilizantes de China (India, Pakistán y otros países del sudeste asiático) sintieron la crisis.^{37,38} La escasez aguda provocó largas colas,³⁹ protestas,⁴⁰ e incluso muertes⁴¹ en algunos pueblos de la India, y el gobierno anunció subsidios sin precedentes para contrarrestar los costos exorbitantes de los insumos.⁴²

Las empresas de fertilizantes se están enfocando en nuevos segmentos de fertilizantes, específicamente, agricultura orgánica a través de adquisiciones y nuevas tecnologías, productos basados en microbios, agricultura digital y métodos alternativos de producción de amoníaco (para la fabricación de fertilizantes nitrogenados). Las adquisiciones, fusiones y colaboraciones se están acelerando junto con algunas desinversiones de activos de fertilizantes tradicionales.

La producción y el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos representan el 2.4% de las emisiones globales.⁴³ Esto comprende las emisiones de óxido nitroso liberadas después de la aplicación al suelo y las emisiones de dióxido de carbono del proceso de producción que implica la combustión de combustibles fósiles y del transporte de estos productos químicos. Después de décadas de destruir la salud del suelo y contaminar la atmósfera y las vías fluviales, los fabricantes de fertilizantes ahora buscan demostrar sus contribuciones a las soluciones “limpias y ecológicas”. La Tabla 2 es una lista parcial de empresas recientes en los llamados amoníacos sostenibles (ver también el Cuadro A a continuación), productos digitales y fertilizantes microbianos (algunos producidos a través de la edición de genes).⁴⁴

Tabla 2: Adquisiciones, fusiones o asociaciones “sostenibles” por parte de empresas de fertilizantes sintéticos 2020-2021

Compañía	Adquisiciones, asociaciones, desinversiones y fusiones de empresas de fertilizantes seleccionadas
Yara	Yara obtuvo colaboraciones de investigación y distribución en Japón sobre “abastecimiento de amoníaco limpio”; y cadenas de suministro de “amoníaco limpio”; ^{45,46} lanzó HEGRA en Noruega, una empresa de “amoníaco verde” copropiedad de Aker Clean Hydrogen y Statkraft; ⁴⁷ colaboró con el gigante energético danés Ørsted para producir amoníaco en los Países Bajos utilizando energía eólica marina; ⁴⁸ Yara Marine Technologies adquirió Lean Marine, cuyo objetivo es reducir las emisiones en el transporte marítimo; ⁴⁹ Yara Growth Ventures invirtió en la empresa emergente estadounidense de créditos de carbono Boomitra y en la firma de capital de riesgo SP Venture, enfocada en nuevas empresas de tecnología agroalimentaria en América Latina (BASF, Syngenta y otros también son inversionistas); ^{50,51} firmó un memorando de entendimiento con Trafigura, una empresa comercializadora de productos básicos para desarrollar combustible de transporte de bajas emisiones; ⁵² firmó un memorando de entendimiento con Air Liquide, Borealis, Esso S.A.F., TotalEnergies para desarrollar la captura y almacenamiento de carbono (CCS) en Francia (almacenamiento en el Mar del Norte); ⁵³ adquirió Ecolan Oy, productor finlandés de fertilizantes reciclados, su primera adquisición en el segmento de fertilizantes orgánicos; ⁵⁴ Yara e IBM lanzaron una plataforma de agricultura digital; ⁵⁵ Yara invirtió 3 millones de dólares en Boost Biomes para desarrollar fertilizantes microbianos; ⁵⁶ lanzó Agoro Carbon Alliance para incentivar a los agricultores a través de créditos de carbono para plantar los llamados cultivos climáticamente inteligentes; ⁵⁷ Yara Pilbara (Australia Occidental) y ENGIE de Australia iniciaron una colaboración para construir una planta de hidrógeno eléctrico; ⁵⁸ vendió su participación del 25% en Qatar Fertilizer Company; ⁵⁹ vendió su proyecto minero de fosfato salitre en Brasil a Eurochem; ⁶⁰ vendió su participación en LIFECO (Libyan Norwegian Fertilizer Company) a la Corporación Nacional de Petróleo de Libia. ⁶¹
Nutrien	Nutrien y la empresa naviera belga EXMAR están colaborando para construir un barco propulsado por amoníaco bajo en carbono para el transporte de amoníaco; ⁶² lanzó un programa de carbono para agricultores, que incluye una plataforma digital y

	acceso a mercados de carbono; ⁶³ adquirió el minorista agrícola brasileño y el negocio de semillas de soja Tec Agro; ⁶⁴ adquirió el minorista agrícola brasileño Agrosema. ⁶⁵
CF Industries	CF Industries, junto con otras 10 empresas, incluidas Air Liquide, Hyundai, Shell y Toyota, lanzó Hydrogen Forward para desarrollar tecnologías de hidrógeno en Estados Unidos; ⁶⁶ firmó un memorando de entendimiento con Mitsui & Co., Inc. para desarrollar proyectos de amoníaco azul en Estados Unidos; ⁶⁷ se unió al Hydrogen Council, una iniciativa global liderada por un director ejecutivo que se enfoca en el hidrógeno y el amoníaco bajo en carbono; ⁶⁸ firmó un contrato con ThyssenKrupp para desarrollar una planta de electrólisis de agua alcalina de 20 megavatios para producir el llamado hidrógeno verde. ⁶⁹
The Mosaic Company	The Mosaic Company y Sound Agriculture (anteriormente Asilomar Bio) establecieron una asociación estratégica para desarrollar y distribuir fertilizantes activadores de microbios para soja y maíz; ⁷⁰ inició una colaboración similar con BioConsortia, Inc. para desarrollar y lanzar productos microbianos fijadores de nitrógeno para maíz, trigo y otros cultivos en hileras importantes que no son leguminosas; ⁷¹ lanzó una colaboración con Agbiome para desarrollar fertilizantes a base de microbios. ⁷²
ICL	ICL adquirió la empresa brasileña de fertilizantes especiales Fertiláqua; ⁷³ adquirió el negocio sudamericano de nutrición vegetal de Compass Minerals, otro negocio brasileño de fertilizantes de especialidad; ⁷⁴ firmó un acuerdo de 5 años con Transkhimtrade, un distribuidor de fertilizantes de Ucrania, para vender su fertilizante de “polisulfato” (que, según afirma, tiene certificación orgánica y aumenta la eficiencia del nitrógeno); ⁷⁵ adquirió Growers, una empresa estadounidense de agricultura de precisión. ⁷⁶
PhosAgro	La FAO y PhosAgro lanzaron el programa Soil Doctors, estableciendo redes regionales en África, América Latina y Medio Oriente enfocadas en evaluar la calidad y seguridad de los fertilizantes; también desarrollará y distribuirá equipos de análisis de suelos a 5 mil agricultores en países en desarrollo; ⁷⁷ colaboración firmada con Exact Farming para desarrollar servicios de agricultura digital en Rusia. ⁷⁸
Uralkali	Uralkali, ahora controlada por Uralchem, firmó un acuerdo de cooperación con la empresa de investigación y desarrollo de alta tecnología Innopraktika, con sede en Moscú, para introducir la agricultura digital y otras tecnologías nuevas, incluidos los fertilizantes microbianos; Uralchem se convirtió en miembro de la Asociación de Cooperación Económica con Estados Africanos (AECAS) para acceder a los mercados africanos; Uralkali anunció su apoyo a Action Africa: Thriving Farms, Thriving Future fundada por Yara y respaldada por el Programa Mundial de Alimentos de la ONU con el objetivo de promover fertilizantes, agrotóxicos y capacidades de agricultura digital; Uralkali se unió a la iniciativa de sostenibilidad corporativa de la ONU, Pacto Mundial; puso en marcha un proyecto piloto para utilizar electricidad procedente de fuentes de energía renovables en sus instalaciones; la subsidiaria de Uralchem, Digital Agro, Agrosignal y Cognitive Pilot (una JV de conducción autónoma) estableció una asociación estratégica para acelerar la agricultura digital en Rusia.

Al igual que las empresas en otros sectores agrícolas industriales, las empresas de fertilizantes están sacando provecho de la crisis climática al volverse “verdes” y “azules”, centrándose en el amoníaco “sostenible”.

Necesitada de pulir su reputación ambiental, social y de gobierno corporativo (ESG),⁷⁹ la industria que consume mucha energía y emite gases de efecto invernadero ahora está luchando por seguir siendo rentable, ideando formas de monetizar la crisis climática mediante la venta de amoníaco “azul” y “verde” (ver el Cuadro A a continuación), especialmente a la industria del transporte marítimo.⁸⁰ También están introduciendo plataformas digitales que promueven un uso más eficiente de fertilizantes,⁸¹ fabricación de fertilizantes orgánicos o bioestimulantes, y comercialización de créditos de carbono.

Recuadro A

Muchos tonos de amoníaco: pero todos “verdes”. La fabricación de fertilizantes nitrogenados sintéticos suele implicar la producción de amoníaco a partir de combustibles fósiles a través del proceso Haber-Bosch, que consume mucha energía. La industria de fertilizantes clasifica el amoníaco utilizando un código de colores que aparentemente refleja la huella de carbono de métodos de producción particulares. El amoníaco gris o marrón se fabrica mediante el método centenario de Haber-Bosch, que utiliza combustibles fósiles como materia prima. El amoníaco verde utiliza electrólisis (de energía renovable) para extraer hidrógeno del agua, que se combina con nitrógeno para producir amoníaco. El amoníaco azul se produce al capturar el carbono emitido durante el proceso de producción de amoníaco y “secuestrarlo”. Sin embargo, estas etiquetas ecológicas ignoran las emisiones de óxido nitroso (N₂O) que ocurren después de la aplicación de fertilizantes,⁸² (cuya solución propuesta es el uso de fertilizantes ‘más eficientes’ a través de la agricultura de precisión), así como el rastro de fallas que han dejado los proyectos CCS (captura y almacenamiento de carbono).⁸³

Yara estableció una unidad de amoníaco limpio en febrero de 2021,⁸⁴ y ya comenzó a ejecutar pilotos de amoníaco verde en Australia (para lo cual recibió financiamiento del gobierno),⁸⁵ Países Bajos y Noruega. CF Industries anunció proyectos de amoníaco verde y azul,⁸⁶ mientras que Nutrien instaló infraestructura de captura de carbono para fabricar amoníaco azul⁸⁷ para vender en el mercado de recuperación mejorada de petróleo (Enhanced Oil Recovery, EOR).⁸⁸ En EOR, el dióxido de carbono (CO₂) se presuriza y se bombea a pozos de petróleo “gastado” para liberar petróleo crudo residual que antes era inalcanzable, lo que permite una mayor liberación de GEI ¡cuando se quema ese petróleo!

Resolver el desperdicio de fertilizantes, una preocupación de larga data, también se considera clave para ser visto como ecológico. Los defensores de la agricultura de precisión afirman que las herramientas de agricultura digital pueden proporcionar recomendaciones de dosificación de fertilizantes específicas para el campo (o incluso específicas para la planta) que reducirán el desperdicio general. Las mismas herramientas dan a estas empresas acceso a cantidades masivas de datos sobre tierras de cultivo rentables y no rentables,⁸⁹ información sobre

prácticas en la granja que involucran sensores, drones y otras aplicaciones móviles,⁹⁰ así como evidencia del cumplimiento (o incumplimiento) de los agricultores con los acuerdos de uso de tecnología.⁹¹

Tabla 3: Plataformas de agricultura digital de algunas empresas de fertilizantes sintéticos

Compañía	Plataformas de agricultura digital
Yara	Plataforma digital de Yara AtFarm ⁹² ofrece servicios de monitoreo de cultivos utilizando imágenes satelitales y un dispositivo portátil llamado N-Tester BT que mide el contenido de nitrógeno, el contenido de clorofila y brinda recomendaciones de dosificación variable y dosis de fertilizante. Otros servicios incluyen análisis de suelo y hojas y una gama de aplicaciones móviles como CheckIT (imágenes para detectar deficiencias de nutrientes) y TankmixIT (una herramienta de compatibilidad para mezclar fertilizantes Yara con agroquímicos).
Nutrien	La plataforma digital de Nutrien es Echelon y ofrece recomendaciones de dosificación, pruebas de suelo y tejido, mediciones de actividad fotosintética (conocidas como NDVI), visualización de datos de rendimiento, mapas de granjas de servicios públicos, recomendaciones de tasa variable y nuevas pruebas de tecnología de detección remota. ⁹³
ICL	ICL adquirió la empresa de agricultura digital Growers; la plataforma digital de ICL es Agmatix. También ofrece AngelaWeb 2.0, una herramienta de recomendación de fertilizantes en línea para cultivos ornamentales y frutas y verduras.
K+S	K+S se asoció con la empresa de tecnología financiera panafricana MFS Africa en una empresa conjunta para invertir en Akorion, una empresa de tecnología agrícola en Uganda para promover su aplicación EzyAgric en África y conectar a los pequeños agricultores con los mercados. ⁹⁴ K+S y Spacenus, una empresa emergente de tecnología agrícola, acordaron colaborar en una herramienta basada en teléfonos inteligentes para evaluar los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio en los cultivos para hacer recomendaciones de fertilizantes relevantes. ⁹⁵
PhosAgro	PhosAgro-Region, una subsidiaria de PhosAgro, y Exact Farming se asociaron para construir un sistema digital para brindar recomendaciones sobre fertilizantes minerales según las condiciones de los cultivos.
Mosaic	Mosaic se asoció con la empresa emergente india de agrotecnología Unnati para digitalizar el canal minorista, permitir los pagos y el flujo de crédito a los minoristas. Unnati también permitirá a los minoristas obtener productos, interactuar directamente con los agricultores y extender el crédito. También capacitará a los minoristas para que los agricultores puedan vender su producción agrícola a través de la plataforma tecnológica de Unnati. ⁹⁶ Mosaic también se asoció con Instagro en Brasil, una plataforma de venta en línea para vender sus insumos a pequeños agricultores. ⁹⁷
Uralkali	Digital Agro es una subsidiaria de Uralchem y brinda servicios de aplicación de fertilizantes de precisión, así como exploración de cultivos con sus servicios digitales; Digital Agro, Agrosignal y Cognitive Pilot (empresa conjunta de Sberbank y Cognitive Technologies Group que vende un sistema de conducción basado en IA para equipos agrícolas) establecieron una asociación estratégica para desarrollar una plataforma unificada de agricultura digital para acelerar la digitalización de la agricultura rusa.

Vea la discusión más completa de ETC sobre los daños potenciales relacionados con las plataformas de agricultura digital, incluidas las apropiaciones de tierras y las violaciones de la privacidad de los agricultores (consulte la sección “Tendencias críticas” en el informe completo). La Tabla 3 destaca algunas de las plataformas de agricultura digital que ofrecen las empresas de fertilizantes.

La agricultura industrial apuesta por una gran venta adicional de insumos verdes: Dado que el uso de fertilizantes ha sido objeto de un escrutinio cada vez mayor por sus impactos ambientales, la industria está buscando formas en que los agricultores puedan reducir los volúmenes de insumos sin reducir las ganancias de la empresa. Yara, que afirma ser el mayor productor de fertilizantes nitrogenados del mundo,⁹⁸ imagina nuevas formas de hacer negocios en medio de las presiones del cambio climático: “Los nuevos modelos pueden incluir modelos comerciales basados en resultados, nuevos modelos de precios, como suscripciones o cargos por hectárea, o establecer ofertas orgánicas y organominerales con bajas emisiones de carbono que no tenemos hoy” [énfasis añadido].⁹⁹

El uso de microbios para suministrar nutrientes y proteger de las plagas a las plantas se ve cada vez más como una alternativa/suplemento verde a los fertilizantes sintéticos y los agroquímicos. Las empresas apuestan a que las “soluciones microbianas”¹⁰⁰ puede brindarles un flujo de ingresos adicional y sin problemas, uno que cumple todos los requisitos: sustentador del medio ambiente, sustentador de ganancias y climáticamente inteligente.¹⁰¹ Los insumos basados en microbios (“microbianos” o “bioinoculantes”) son productos derivados de organismos vivos que podrían, según afirman sus promotores, conferir una mayor biodisponibilidad de nutrientes o resistencia a plagas a los cultivos. Y no son nuevos: a partir del siglo XIX, se han agregado ciertas rizobacterias a los suelos con el objetivo de aumentar la absorción de nitrógeno de los cultivos. Y la bacteria que controla las plagas *Bacillus thuringiensis*, o Bt, se ha utilizado en la agricultura (incluidos los sistemas de agricultura orgánica) durante más de medio siglo. Ahora, las llamadas supermalezas, que han adquirido resistencia a los pesticidas químicos tradicionales, están incitando a las empresas a echar un segundo vistazo a los microbios. Tales tecnologías también podrían, afirman sus promotores, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agrícola. La capacidad de procesamiento de datos masivos puede acelerar la identificación de microbios potencialmente eficaces, mientras que las nuevas tecnologías, como la biología sintética y la edición de genes, pueden permitir que los microbios naturales sean “remodelados genéticamente”¹⁰² para adaptarlos al trabajo con cultivos y/o suelos particulares.

El mercado de insumos agrícolas de base biológica es comparativamente pequeño: sólo mil 500 millones de dólares para biofertilizantes en 2020¹⁰³ y 4 mil millones de dólares para productos de control biológico (pesticidas),¹⁰⁴ según la consultora de agronegocios IHS Markit, pero las perspectivas futuras son prometedoras, y se espera que el crecimiento sea de al menos un 10% y un 12% anual durante los próximos años.

Las empresas emergentes están desarrollando nuevos productos microbianos que pueden agregarse a los suelos, incorporarse a las semillas o rociarse en los cultivos en el campo. Las empresas trabajan por su cuenta o en colaboración con los principales actores agrícolas industriales. La investigación y desarrollo de biofertilizantes se centra en gran medida en mejorar la eficiencia y la absorción de los fertilizantes nitrogenados. **Kula Bio**, con sede en Estados Unidos, afirma haber desarrollado un microbio fijador de nitrógeno que puede reemplazar hasta el 100% del fertilizante nitrogenado convencional;¹⁰⁵ la puesta en marcha ha recaudado más de 72 millones de dólares en capital de riesgo, incluso de AgFunder.¹⁰⁶ **Pivot Bio** vende un fijador de nitrógeno microbiano para el maíz; los patrocinadores de Pivot Bio incluyen a **Breakthrough Energy Ventures** (respaldado por Bill Gates, Jeff Bezos, Jack Ma, Mukesh Ambani, Mark Zuckerberg, George Soros y otros multimillonarios), así como los gigantes del comercio de granos **Bunge** y **Continental Grain**.¹⁰⁷

Mosaic y **BioConsortia** comenzó a colaborar en 2020 para desarrollar microbios fijadores de nitrógeno; la colaboración también le da a Mosaic acceso a la cartera de productos microbianos de BioConsortia que solubilizan el fósforo y el potasio, que podrían comercializarse junto con los fertilizantes tradicionales que Mosaic ya vende.¹⁰⁸ **Yara** colabora con **Boost Biomes**¹⁰⁹ para “identificar productos microbianos con importantes funciones comerciales”.¹¹⁰ **Bayer** ha invertido en la estadounidense **Andes**,¹¹¹ que fabrica un tratamiento de semillas microbiano para la fijación de nitrógeno, y tiene una empresa conjunta con **Ginkgo Bioworks**, llamada **Joyn Bio**, para desarrollar un microbio que permita a los cultivos extraer nitrógeno del aire.^{112,113}

Otras empresas se centran en el biocontrol. Hace una década, **Novozymes**, el productor de enzimas más grande del mundo, se asoció con **Syngenta** para desarrollar un fungicida microbiano para frutas y verduras, ahora en el mercado como Taegro. La colaboración de **Novozymes** con **Bayer** (entonces **Monsanto**) comenzó en 2014. Su asociación exclusiva, “AgBio Alliance”, ya no existe,¹¹⁴ pero Novozymes continúa asociándose con Bayer y con otros gigantes de agroquímicos y fertilizantes para ayudarlos a complementar sus ofertas tradicionales. Novozymes está trabajando con **FMC** para desarrollar un producto microbiano para combatir la roya asiática de la soja,¹¹⁵ y **UPL** ahora vende microbianos de Novozymes en América del Sur.¹¹⁶ **AgBiome**, un desarrollador microbiano respaldado por la Fundación Gates, se ha asociado con Syngenta¹¹⁷ y **BASF**¹¹⁸ para desarrollar y vender productos similares de control biológico basados en microbios.

En gran medida los productos microbianos no están regulados.¹¹⁹ Las empresas no tienen que demostrar que funcionan para venderlos, por ejemplo, y muchos parecen tener un desempeño diferente en el campo que en el laboratorio.¹²⁰ Además, mientras que los productos microbianos están “basados en”¹²¹ microbios que ocurren naturalmente, no está claro de qué manera las nuevas (y patentadas) cepas microbianas en el mercado difieren de sus contrapartes naturales que viven en el medio ambiente. Syngenta afirma, por ejemplo, que su biofungicida microbiano de marca Taegro, “basado en *Bacillus amyloliquefaciens*”, ha sido certificado para su uso en sistemas de agricultura orgánica.¹²² Pero, ¿qué significa que un producto patentado esté “basado en” un microorganismo conocido y natural? ¿En qué medida se ha modificado y cuáles son las implicaciones toxicológicas de esos ajustes? Como han señalado los científicos, se

sabe que algunas especies de organismos utilizados en insumos agrícolas microbianos actúan como patógenos oportunistas.¹²³ Cuando se involucran nuevas tecnologías como la edición de genes, el panorama regulatorio y las implicaciones de bioseguridad se vuelven aún más confusos.¹²⁴ Los científicos han advertido que la introducción de cepas microbianas en el medio ambiente, especialmente aquellas que no se comprenden bien y/o son versiones “remodeladas” y editadas genéticamente de cepas naturales, plantea problemas de bioseguridad.¹²⁵

Notas y fuentes

-
- ¹ John Dizard, “Fertilizer industry emerges from nine-year funk,” *Financial Times*, (30 de abril de 2021), <https://www.ft.com/content/105965d2-3f12-4ffb-9d8a-f54f92450eff>
 - ² Según un resumen de un informe propietario de The Business Research Company, *Chemical Fertilizers Global Market Report 2021: COVID 19 Impact and Recovery to 2030*, (enero de 2021), <https://www.reportlinker.com/p06018805/Chemical-Fertilizers-Global-Market-Report-COVID-19-Impact-and-Recovery-to.html>
 - ³ IHS Markit, “Potash Fertilizer Market and Price Analysis” (s.f.), <https://ihsmarkit.com/products/fertilizers-potash.html>
 - ⁴ Anónimo, “Too Many to Count: Factors Driving Fertilizer Prices Higher and Higher,” American Farm Bureau Federation, (13 de diciembre de 2021), <https://www.fb.org/market-intel/too-many-to-count-factors-driving-fertilizer-prices-higher-and-higher>
 - ⁵ Anónimo, “Global fertiliser prices likely to go up as China suspends exports: ICRA,” *The Hindu Business Line*, (2 de agosto de 2021), <https://www.thehindubusinessline.com/economy/agri-business/global-fertiliser-prices-likely-to-go-up-as-china-suspends-exportsicra/article35683321.ece>
 - ⁶ Anónimo, “Morocco targets \$1.7 bln in non-phosphate mining revenue by 2030,” *Reuters*, (21 de junio de 2021), <https://www.reuters.com/article/morocco-mining-idUSL5N2O3348>
 - ⁷ Esto incluye exportaciones de minas en el Sahara Occidental, que ha sido ocupado ilegalmente por Marruecos. Según el Western Sahara Resource Watch, “la mina de Bou Craa, en el Sáhara Occidental, está gestionada por la Office Chérifien des Phosphates SA (OCP), la empresa nacional de fosfatos de Marruecos” y “Bou Craa aporta alrededor del 8% de los volúmenes totales extraídos por la OCP, y alrededor del 20% de su exportación total de roca fosfórica”. Para obtener una descripción detallada de la roca de fosfato del Sahara Occidental explotada ilegalmente por Marruecos, consulte Western Sahara Resource Watch Report, *P for Plunder*, (abril de 2021), https://vest-sahara.s3.amazonaws.com/wsrw/feature-images/File/157/6081d8e0f3bcb_Pforplunder2021_Web.pdf
 - ⁸ C. Robert Taylor y Diana L. Moss, “The Fertilizer Oligopoly: The Case for Global Antitrust Enforcement,” American Antitrust Institute, p. 37, (2013), <https://www.antitrustinstitute.org/wp-content/uploads/2013/10/FertilizerMonograph.pdf>
 - ⁹ Emiko Terazono, “Cartel break-up reshapes fertiliser market,” *Financial Times*, (2 de octubre de 2013), <https://www.ft.com/content/6b87c14c-2b80-11e3-bfe2-00144feab7de>
 - ¹⁰ Hinnerk Gnutzmann y Piotr Spiewanowski, “Did the Fertilizer Cartel Cause the Food Crisis?,” (6 de diciembre de 2014), <https://ssrn.com/abstract=2534753> o <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2534753>
 - ¹¹ Sitio web de Yara, “Our main shareholders”: <https://www.yara.com/investor-relations/share-and-debt-information/shareholders/>
 - ¹² Sitio web de Sinofert, Corporate Structure: <http://www.sinofert.com/en/5679.html>
 - ¹³ Sitio web de OCP, Investor Case: <https://www.ocpgroup.ma/investor-case>

-
- ¹⁴ Nutrien, Annual Report, 2020. Phosphate value (671) from p. 41, Potassium value (2146) from p. 30, Nitrogen value (1467) from p. 37, Retail Crop Nutrients value (5200) from p. 90: <https://nutrien-public-asset.s3.us-east-2.amazonaws.com/s3fs-public/uploads/2021-03/Nutrien-2020-Annual-Report-Enhanced.pdf>
- ¹⁵ Yara, Annual Report, 2020, p. 123. Reported as regional segments; 2783 (Europe) + 4401 (Americas) + 1803 (Africa and Asia) + 436 (Global Plants & Operational Excellence = internal sales): <https://www.yara.com/siteassets/investors/057-reports-and-presentations/annual-reports/2020/yara-integrated-report-2020-web.pdf>
- ¹⁶ Mosaic, Annual Report, 2020, p. 88, excludes corporate eliminations; 2543.5(Phosphate)+1988.6 (Potash)+3481.6 (Mosaic Fertilizantes): <https://www.mosaicco.com/fileLibrary/publicFiles/0-2020-Annual-Report.pdf>
- ¹⁷ CF Industries Holdings, Inc., Annual Report, 2020, p. 3: https://s1.q4cdn.com/264428898/files/doc_financials/2020/ar/CF-Industries-2020-Annual-Report.pdf
- ¹⁸ ICL Group Ltd., Annual Report, 2020. Added Potash, Phosphate Solutions, Innovative Ag Solutions, 1183 (Potash) +1871 (Phosphate Solutions) +715 (Innovative Ag Solutions), p. 274: https://s27.q4cdn.com/112109382/files/doc_financials/2020/ar/ICL-Group-Ltd.-final-20F-2020.pdf
- ¹⁹ PhosAgro, Annual Report, 2020, (pp. 280-281). Segmento añadido sobre ingresos externos en productos a base de fosfato y productos a base de nitrógeno como 203,561 (productos a base de fosfato) + 38,701 (productos a base de nitrógeno) = 242 mil 262 millones de rublos: <https://www.phosagro.com/upload/iblock/a55/a5557e0f938c5aea0813044c25f65c07.pdf>
- ²⁰ Sinofert, Annual Report, 2020, p. 30: <http://www.sinofert.com/en/5731.html>
- ²¹ Eurochem, Annual Report, 2020, Fertilizer segment; p. 132: <https://eurochem-corporate.azureedge.net/wp-content/uploads/2020/07/eurochem2020-annual.pdf>
- ²² Uralkali, Annual Report, 2020, p. 54. La cifra total de ventas incluye algunas ventas de otros servicios y productos no directamente relacionados con fertilizantes: https://www.uralkali.com/upload/content/Uralkali_AR_2020-en.pdf
- ²³ K+S, Annual Report, 2020, p. 168. <https://www.kpluss.com/.downloads/annual-reports/2021/kpluss-annual-report-2020.pdf>
- ²⁴ Según un resumen de un informe propietario de The Business Research Company, *Chemical Fertilizers Global Market Report 2021: COVID 19 Impact and Recovery to 2030*, (enero de 2021), <https://www.reportlinker.com/p06018805/Chemical-Fertilizers-Global-Market-Report-COVID-19-Impact-and-Recovery-to.html>
- ²⁵ Sarah Marlow, "COVID-19: Effects on the Fertilizer Industry," *IHS Markit*, (24 de marzo de 2020), <https://ihsmarkit.com/research-analysis/report-covid19-effects-on-the-fertilizer-industry.html>
- ²⁶ Wee Chian Koh y John Baffes, "Fertilizer prices to rise moderately in 2021," *World Bank Blogs*, (23 de diciembre de 2020), <https://blogs.worldbank.org/opendata/fertilizer-prices-rise-moderately-2021>
- ²⁷ Wee Chian Koh y John Baffes, "Fertilizer prices to rise moderately in 2021," *World Bank Blogs*, (23 de diciembre de 2020), <https://blogs.worldbank.org/opendata/fertilizer-prices-rise-moderately-2021>
- ²⁸ Wee Chian Koh y John Baffes, "Fertilizer prices to rise moderately in 2021," *World Bank Blogs*, (23 de diciembre de 2020), <https://blogs.worldbank.org/opendata/fertilizer-prices-rise-moderately-2021>
- ²⁹ Elizabeth Elkin, "Food Prices Poised to Surge With Fertilizer at Highest in Years," *Bloomberg*, (20 de septiembre de 2021), <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-09-20/surging-fertilizer-costs-risk-making-food-even-pricier-next-year>
- ³⁰ Elizabeth Elkin y Tatiana Freitas, "Fertilizer Crisis Means Higher Prices for Every Plate of Food (Repeat)," *Bloomberg*, (3 de noviembre de 2021), <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-03/higher-fertilizer-prices-mean-more-food-inflation>
- ³¹ Mosaic press release, "The Mosaic Company Announces Hurricane Ida Impacts," (2 de septiembre de 2021), <https://investors.mosaicco.com/press-releases/news-details/2021/The-Mosaic-Company-Announces-Hurricane-Ida-Impacts/default.aspx>
- ³² Elizabeth Elkin y Megan Durisin, "Fertilizer Prices Are Getting More Expensive in Europe, Adding to Food-Inflation Concerns," *Bloomberg*, (29 de octubre de 2021),

-
- <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-10-29/european-fertilizer-prices-set-to-surge-amid-energy-squeeze>
- ³³ Anónimo, "CF Industries halts operations at UK facilities on higher gas prices," *Reuters*, (16 de septiembre de 2021), <https://www.reuters.com/article/cf-inds-operations-idUSKBN2GB2CO>
- ³⁴ Jasmine Ng, "China Warns on Food Security as Coal Crunch Hits Fertilizers," *Bloomberg*, (23 de septiembre de 2021), <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-09-23/china-warns-on-food-security-as-energy-crunch-hits-fertilizers>
- ³⁵ John Baffes y Wee Chian Koh, "Soaring fertilizer prices add to inflationary pressures and food security concerns," World Bank Blogs, (15 de noviembre de 2021), <https://blogs.worldbank.org/opendata/soaring-fertilizer-prices-add-inflationary-pressures-and-food-security-concerns>
- ³⁶ Yuliya Fedorinova y Megan Durisin, "Russia to Slap Quotas on Fertilizer Exports to Safeguard Supply," *Bloomberg*, (3 de noviembre de 2021), <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-03/russia-to-slap-quotas-on-fertilizer-exports-to-safeguard-supply>
- ³⁷ Anónimo, "China's curbs on fertiliser exports may affect India, says report," *Business Standard*, (20 de octubre de 2021), https://www.business-standard.com/article/economy-policy/china-s-curbs-on-fertiliser-exports-may-affect-india-says-report-121102000027_1.html
- ³⁸ Sutanuka Ghosal, "China's suspension of fertiliser exports likely to put upward pressure on international prices: ICRA," *Economic Times*, (2 de agosto de 2021), https://economictimes.indiatimes.com/industry/indl-goods/svs/chem-/fertilisers/chinas-suspension-of-fertiliser-exports-likely-to-put-upward-pressure-on-international-prices-icra/articleshow/84969239.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst
- ³⁹ [Anurag Dwary](#), "Farmers Spend Night In Queue As Madhya Pradesh Fertiliser Crisis Drags On," *NDTV*, (26 de octubre de 2021), <https://www.ndtv.com/india-news/farmers-spend-night-in-queue-as-madhya-pradesh-fertiliser-crisis-drags-on-2589060>
- ⁴⁰ Anónimo, "Farmers in Haryana hold protest over short supply of DAP fertiliser," *PTI*, (26 de octubre de 2021), <https://indianexpress.com/article/cities/chandigarh/farmers-in-haryana-hold-protest-over-short-supply-of-dap-fertiliser-7590836/>
- ⁴¹ Abdul Alim Jafri, "UP: Farmer Dies of Heart Attack While Waiting in Line to Buy Fertiliser
Long queues seen outside shops in Lalitpur district. Farmers allege widespread black-marketing of DAP." *NewsClick*, (23 de octubre de 2021), <https://www.newsclick.in/UP-Farmer-Dies-of-Heart-Attack-While-Waiting-in-Line-to-Buy-Fertiliser>
- ⁴² Nidhi Verma y Aftab Ahmed, "India faces record fertiliser subsidy in 2021/22," *Reuters*, (1 de diciembre de 2021), <https://www.reuters.com/markets/commodities/exclusive-india-faces-record-fertiliser-subsidy-202122-2021-11-30/>
- ⁴³ Institute for Agriculture and Trade Policy, GRAIN, Greenpeace International, "New research shows 50 year binge on chemical fertilisers must end to address the climate crisis," (1 de noviembre de 2021), <https://www.iatp.org/new-research-chemical-fertilisers>
- ⁴⁴ Sitio web BioConsortia, "Products & Pipeline", "Nitrogen Fixation," (8 de diciembre de 2020), <https://bioconsortia.com/portfolio/nitrogen-fixation/>
- ⁴⁵ Yara corporate release, "Yara, JERA and Idemitsu Kosan explore clean ammonia bunkering and distribution," (5 de octubre de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-jera-and-idemitsu-kosan-explore-clean-ammonia-bunkering-and-distribution-collaboration-in-japan/>
- ⁴⁶ Yara corporate release, "Yara and Kyushu Electric Power explore Clean Ammonia collaboration in Japan," (27 de septiembre de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-and-kyushu-electric-power-explore-clean-ammonia-collaboration-in-japan/>
- ⁴⁷ Yara corporate release, "Green ammonia from HEGRA to secure Norwegian competitiveness," (16 de agosto de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/green-ammonia-from-hegra-to-secure-norwegian-competitiveness/>

-
- ⁴⁸ Yara corporate release, “Ørsted and Yara seek to develop groundbreaking green ammonia project in the Netherlands,” (5 de octubre de 2020), <https://www.yara.com/corporate-releases/orsted-and-yara-seek-to-develop-groundbreaking-green-ammonia-project-in-the-netherlands/>
- ⁴⁹ Yara corporate release, “Lean Marine and Yara Marine Technologies become one,” (6 de junio de 2021), <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2021/lean-marine-and-yara-marine-technologies-become-one/>
- ⁵⁰ Yara corporate release, “Yara Growth Ventures invests in one of Latin America's top venture capital firms,” (8 de octubre de 2021), <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2021/yara-growth-ventures-invests-in-one-of-latin-americas-top-venture-capital-firms/>
- ⁵¹ Yara corporate release, “Yara invests in Boomitra to advance soil carbon capture,” (22 de junio de 2021), <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2021/yara-invests-in-boomitra-to-advance-soil-carbon-capture/>
- ⁵² Yara corporate release, “Trafigura and Yara Sign Memorandum of Understanding to Explore Opportunities for Joint Business in Clean Ammonia,” (7 de junio de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/trafigura-and-yara-sign-memorandum-of-understanding-to-explore-opportunities-for-joint-business-in-clean-ammonia/>
- ⁵³ Yara corporate release, “Air Liquide, Borealis, Esso, TotalEnergies and Yara collaborate to help decarbonize the industrial basin of Normandy in France,” (12 de julio de 2021), <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2021/air-liquide-borealis-esso-totalenergies-and-yara-collaborate-to-help-decarbonize-the-industrial-basin-of-normandy-in-france/>
- ⁵⁴ Yara corporate release, “Yara acquires Finnish Ecolan to expand its organic fertilizer business,” (1 de septiembre de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-acquires-finnish-ecolan-to-expand-its-organic-fertilizer-business/>
- ⁵⁵ Yara corporate release, “Yara and IBM launch an open collaboration for farm and field data to advance sustainable food production,” (23 de enero de 2020), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-and-ibm-launch-an-open-collaboration-for-farm-and-field-data-to-advance-sustainable-food-production/>
- ⁵⁶ Yara corporate release, “Yara partners with Boost Biomes in joint development agreement,” (25 de junio de 2020), <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2020/yara-partners-with-boost-biomes-in-joint-development-agreement/>
- ⁵⁷ Yara corporate release, “Yara Announces the Commercial Launch of Agoro Carbon Alliance, enabling global farm decarbonization,” (7 de mayo de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/-yara-announces-the-commercial-launch-of-agoro-carbon-alliance-enabling-global-farm-decarbonization/>
- ⁵⁸ Yara corporate release, “Renewable hydrogen and ammonia production - YARA and ENGIE welcome a A\$42.5 million ARENA grant.” (5 de mayo de 2021), [https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2020/renewable-hydrogen-and-ammonia-production-yara-and-engie-welcome-a-a\\$42.5-million-arena-grant/](https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2020/renewable-hydrogen-and-ammonia-production-yara-and-engie-welcome-a-a$42.5-million-arena-grant/)
- ⁵⁹ Yara corporate release, “Yara to sell its 25% share in Qatar Fertiliser Company,” (8 de marzo de 2020), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-to-sell-its-25-share-in-qatar-fertiliser-company/>
- ⁶⁰ Yara corporate release, “Yara continues its transformation with divestment of Salitre phosphate mining project in Brazil,” (1 de agosto de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-continues-its-transformation-with-divestment-of-salitre-phosphate-mining-project-in-brazil/>
- ⁶¹ Yara corporate release, “Yara sells LIFECO stake to Libya’s National Oil Corporation,” (4 de enero de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-sells-lifeco-stake-to-libyas-national-oil-corporation/>
- ⁶² Nutrien news release, “Nutrien and EXMAR partner in building a vessel powered by low-carbon ammonia,” (29 de julio de 2021), <https://nutrien-prod-asset.s3.us-east-2.amazonaws.com/s3fs-public/uploads/2021-07/021-11%20Nutrien%20and%20EXMAR%20Partner%20in%20Building%20a%20Vessel%20Powered%20by%20Low-Carbon%20Ammonia.pdf>
- ⁶³ Nutrien news release, “Nutrien Launching Industry’s Most Comprehensive Carbon Program to Drive Sustainability in Agriculture,” (30 de noviembre de 2020), <https://nutrien-prod-asset.s3.us-east-2.amazonaws.com/s3fs-public/uploads/2020-11/020->

-
- [017%20Nutrien%20Launching%20Industry%E2%80%99s%20Most%20Comprehensive%20Carbon%20Program%20to%20Drive%20Sustainability%20in%20Agriculture.pdf](#)
- ⁶⁴ Nutrien news release, “Nutrien Announces Agreement to Purchase Brazilian Ag Retailer and Soybean Seed Producer Tec Agro,” (14 de abril de 2020), <https://nutrien-prod-asset.s3.us-east-2.amazonaws.com/s3fs-public/uploads/2020-04/020-008%20Nutrien%20Announces%20Agreement%20to%20Purchase%20Brazilian%20Ag%20Retailer%20and%20Soybean%20Seed%20Producer%20Tec%20Agro.pdf>
- ⁶⁵ Nutrien news release, “Nutrien Announces Agreement to Purchase Brazilian Ag Retailer Agrosema,” (6 de enero de 2020), https://nutrien-prod-asset.s3.us-east-2.amazonaws.com/s3fs-public/uploads/2020-01/020-001%20Nutrien%20Announces%20Agreement%20to%20Purchase%20Brazilian%20Ag%20Retailer%20Agrosema_0.pdf
- ⁶⁶ CF Corporate Communications, “Hydrogen Forward Coalition Formed To Advance Hydrogen in the U.S.,” (2 de febrero de 2021), <https://www.cfindustries.com/newsroom/2021/hydrogen-forward>
- ⁶⁷ CF Corporate Communications, “Mitsui & Co., Inc. and CF Industries to Jointly Explore Development of Blue Ammonia Projects in the United States,” (9 de agosto de 2021), <https://www.cfindustries.com/newsroom/2021/cf-mitsui-mou>
- ⁶⁸ CF Corporate Communications, “CF Industries Joins Hydrogen Council to further Commitment to Clean Energy Economy,” (12 de enero de 2021), <https://www.cfindustries.com/newsroom/2021/hydrogen-council>
- ⁶⁹ CF Corporate Communications, “CF Industries Signs Engineering and Procurement Contract with thyssenkrupp for Green Ammonia Project,” (21 de abril de 2021), <https://www.cfindustries.com/newsroom/2021/donaldsonville-electrolyzer>
- ⁷⁰ Mosaic press release, “MOSAIC AND SOUND AGRICULTURE ANNOUNCE STRATEGIC PARTNERSHIP TO TRANSFORM NUTRIENT EFFICIENCY,” (9 de marzo de 2021), <https://investors.mosaicco.com/press-releases/news-details/2021/Mosaic-and-Sound-Agriculture-Announce-Strategic-Partnership-to-Transform-Nutrient-Efficiency/default.aspx>
- ⁷¹ Mosaic press release, “MOSAIC ANNOUNCES AGREEMENT WITH BIOCONSORTIA TO COLLABORATE ON NEW NITROGEN-FIXING MICROBIAL PRODUCTS,” (9 de diciembre de 2020), <https://investors.mosaicco.com/press-releases/news-details/2020/Mosaic-Announces-Agreement-with-BioConsortia-to-Collaborate-on-New-Nitrogen-Fixing-Microbial-Products/default.aspx>
- ⁷² Mosaic press release, “MOSAIC AND AGBIOME ANNOUNCE COLLABORATION TO DEVELOP BIOLOGICAL ALTERNATIVES TO ENHANCE SOIL HEALTH,” (23 de marzo de 2021), <https://investors.mosaicco.com/press-releases/news-details/2021/Mosaic-and-AgBiome-Announce-Collaboration-to-Develop-Biological-Alternatives-to-Enhance-Soil-Health/default.aspx>
- ⁷³ ICL press release, “ICL Completes Acquisition of Fertiláqua,” (7 de enero de 2021), https://s27.q4cdn.com/112109382/files/doc_news/archive/1d4ca312-3b7a-465b-be95-88cb62d26f4c.pdf
- ⁷⁴ ICL press release, “ICL Completes Acquisition of Compass Minerals' South American Plant Nutrition Business,” (1 de julio de 2021), <https://investors.icl-group.com/reports-news-and-events/press-releases/press-releases-details/2021/ICL-Completes-Acquisition-of-Compass-Minerals-South-American-Plant-Nutrition-Business/default.aspx>
- ⁷⁵ ICL press release, “ICL EXPANDS POLYSULPHATE DISTRIBUTION NETWORK WITH LONG-TERM DISTRIBUTION AGREEMENTS,” (9 de julio de 2020), https://s27.q4cdn.com/112109382/files/doc_news/archive/b231b13a-3123-4758-9c52-f791653ba412.pdf
- ⁷⁶ ICL press release, “ICL EXPANDS POLYSULPHATE DISTRIBUTION NETWORK WITH LONG-TERM DISTRIBUTION AGREEMENTS,” (19 de febrero de 2020), https://s27.q4cdn.com/112109382/files/doc_news/archive/42f9a412-d81c-4f29-a253-532f267707dd.pdf
- ⁷⁷ PhosAgro press release, “FAO and PhosAgro Launch Joint Soil Doctors Programme,” (13 de octubre de 2020), <https://www.phosagro.com/press/company/fao-and-phosagro-launch-joint-soil-doctors-programme/>

-
- ⁷⁸ PhosAgro press release, “PhosAgro-Region and Exact Farming sign cooperation agreement,” (10 de diciembre de 2020), <https://www.phosagro.com/press/company/phosagro-region-and-exact-farming-sign-cooperation-agreement/>
- ⁷⁹ Nicholas Woodroof, “Nitrogen fertilizers to be most affected by tighter ESG policies, warns Fitch Ratings,” *World Fertilizer Magazine*, (27 de julio de 2021), <https://www.worldfertilizer.com/nitrogen/27072021/nitrogen-fertilizers-to-be-most-affected-by-tighter-esg-policies-warns-fitch-ratings/>
- ⁸⁰ Rod Nickel y Victoria Klesty, “Facing green push on farm, fertilizer makers look to sea for growth,” *Reuters*, (20 de enero de 2021), <https://www.reuters.com/article/us-agriculture-fertilizers-hydrogen-focus/idUSKBN29P1EF>
- ⁸¹ Ver por ejemplo, Yara, reporte anual, 2020, p. 22: “Comercializaremos y monetizaremos los conocimientos de Yara a través de servicios digitales, principalmente por suscripción. Nuestro objetivo es acceder a flujos de ingresos recurrentes que aún no se han captado. Los servicios de sostenibilidad, junto con los servicios de agronomía digital y los servicios de conectividad de la granja a la mesa son algunos de los servicios que pueden comercializarse de esta manera”.
- ⁸² Matthew Green, “Fertiliser use is fuelling climate-warming nitrous oxide emissions: study,” *Reuters*, (8 de octubre de 2020), <https://www.reuters.com/article/us-climate-change-no2-idUSKBN26S35W>
- ⁸³ Ketan Joshi, “Carbon capture’s litany of failures laid bare in new report,” *Renew Economy*, (14 de abril de 2021), <https://reneweconomy.com.au/carbon-captures-litany-of-failures-laid-bare-in-new-report/>
- ⁸⁴ Yara press release, “Yara proposes NOK 20 per share dividend, establishes Clean Ammonia unit,” (9 de febrero de 2021), <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-proposes-nok-20-per-share-dividend-establishes-clean-ammonia-unit/>
- ⁸⁵ Anónimo, “Yara to study ammonia production with green hydrogen in Australia,” *Renewables Now*, (21 de febrero de 2020), <https://renewablesnow.com/news/yara-to-study-ammonia-production-with-green-hydrogen-in-australia-688156/>
- ⁸⁶ CF Industries press release, “Mitsui & Co., Inc. and CF Industries to Jointly Explore Development of Blue Ammonia Projects in the United States,” (9 de agosto de 2021), <https://www.businesswire.com/news/home/20210809005743/en/Mitsui-Co.-Inc.-and-CF-Industries-to-Jointly-Explore-Development-of-Blue-Ammonia-Projects-in-the-United-States>
- ⁸⁷ Alexander H. Tullo, “Is ammonia the fuel of the future?” *Chemical and Engineering News*, (8 de marzo de 2021), <https://cen.acs.org/business/petrochemicals/ammonia-fuel-future/99/i8>
- ⁸⁸ Alexander H. Tullo, “Is ammonia the fuel of the future?” *Chemical and Engineering News*, (8 de marzo de 2021), <https://cen.acs.org/business/petrochemicals/ammonia-fuel-future/99/i8>
- ⁸⁹ Mark Ryan, “Agricultural Big Data Analytics and the Ethics of Power,” *J Agric Environ Ethics* **33**, 49–69 (2020), <https://doi.org/10.1007/s10806-019-09812-0>
- ⁹⁰ Mark Ryan, “Agricultural Big Data Analytics and the Ethics of Power,” *J Agric Environ Ethics* **33**, 49–69 (2020), <https://doi.org/10.1007/s10806-019-09812-0>
- ⁹¹ Kirill Shakin, “Digital Agro began to offer offline monitoring services,” *Fertilizer Daily*, (16 de agosto de 2021), <https://www.fertilizerdaily.com/20210816-digital-agro-began-to-offer-offline-monitoring-services/>
- ⁹² Yara, “Solutions and tools for modern farming,” (s.f.), <https://www.yara.com/crop-nutrition/products-and-solutions/precision-farming/>
- ⁹³ Nutrien Ag Solutions, Digital Ag: <https://www.nutrienagsolutions.com.au/digital-ag>
- ⁹⁴ K+S press release, “MFS Africa and K+S invest in Akorion,” (29 de noviembre de 2019), <https://www.kpluss.com/en-us/press/press-releases/MFS-Africa-and-KS-invest-in-Akorion/>
- ⁹⁵ K+S press release, “Cooperation between K+S and the Spacenus start-up,” (18 de diciembre de 2019), <https://www.kpluss.com/en-us/press/press-releases/Cooperation-between-KS-and-the-Spacenus-start-up/>
- ⁹⁶ Krishi Jagran, “Unnati partners with Mosaic India; aims to digitalize 1,50,000+ retailers and reach over 20 million Farmers,” (27 de noviembre de 2020), <https://krishijagran.com/industry-news/unnati-partners-with-mosaic-india-aims-to-digitize-1-50-000plus-retailers-and-reach-over-20-million-farmers/>

-
- ⁹⁷ Leonardo Gottens, "Brazil: Mosaic to sell its nutrients online via Instagro," *eFarmNews*, (21 de agosto de 2019), <https://efarmnewsar.com/2019-08-21/brazil-mosaic-to-sell-its-nutrients-online-via-instagro.html>
- ⁹⁸ Ver el sitio web de Yara: <https://latifundist.com/en/spetsproekt/612-odin-iz-vedushchih-mirovyh-proizvoditel-udobrenij-10-faktov-o-yara>
- ⁹⁹ Yara Integrated [Annual] Report 2020, p. 22: <https://www.yara.com/investor-relations/latest-annual-report/>
- ¹⁰⁰ Ver, p.ej., el sitio web del productor microbiano AgBiome's: <https://www.agbiome.com/>
- ¹⁰¹ Elizabeth Elkin, "Bayer Unit Makes More Investments to Curb Synthetic Fertilizers" *Bloomberg*, (14 de septiembre de 2021), <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-09-14/bayer-unit-makes-more-investments-to-curb-synthetic-fertilizers>
- ¹⁰² Amy Wen, Keira L. Havens, Sarah E. Bloch, Neal Shah, Douglas A. Higgins, Austin G. Davis-Richardson, Judee Sharon, Farzaneh Rezaei, Mahsa Mohiti-Asli, Allison Johnson, Gabriel Abud, Jean-Michel Ane, Junko Maeda, Valentina Infante, Shayin S. Gottlieb, James G. Lorigan, Lorena Williams, Alana Horton, Megan McKellar, Dominic Soriano, Zoe Caron, Hannah Elzinga, Ashley Graham, Rosemary Clark, San-Ming Mak, Laura Stupin, Alice Robinson, Natalie Hubbard, Richard Broglie, Alvin Tamsir y Karsten Temme, "Enabling Biological Nitrogen Fixation for Cereal Crops in Fertilized Fields," *ACS Synthetic Biology*, Vol. 10, Issue 12, pp. 3264–3277 (17 de diciembre de 2021), <https://doi.org/10.1021/acssynbio.1c00049>
- ¹⁰³ Marina Altman, "Biofertilizers 2021 (Free Sample)," *IHS Markit*, p. 14: <https://cdn.ihsmarkit.com/www/prot/pdf/0421/Crop-Science-Biofertilizers-2021-MARKETING.pdf>
- ¹⁰⁴ IHS Markit, "Webcast: Rapid growth seen in biocontrol formulations over next decade," (15 de junio de 2020), <https://ihsmarkit.com/research-analysis/webcast-rapid-growth-seen-in-biocontrol-formulations-over-next.html>
- ¹⁰⁵ Reena Karasin, "Kula Bio Promotes Environmental Stewardship with its Game-changing Biofertilizer," Greentown Labs, (3 de febrero de 2020), <https://greentownlabs.com/kula-bio-promotes-environmental-stewardship-with-its-game-changing-biofertilizer/>
- ¹⁰⁶ Rob Leclerc, "Why AgFunder invested in Kula Bio," (27 de enero de 2022), <https://agfundernews.com/why-agfunder-invested-in-kula-bio>
- ¹⁰⁷ Jonathan Shieber, "With fresh support from its billionaire backers Pivot Bio is ushering in a farming revolution," *Tech Crunch*, (30 de abril de 2020), <https://techcrunch.com/2020/04/30/with-fresh-support-from-its-billionaire-backers-pivot-bio-is-ushering-in-a-farming-revolution/>
- ¹⁰⁸ BioConsortia news release, "Mosaic and BioConsortia to Collaborate on New Nitrogen-Fixing Microbial Products," (9 de diciembre de 2020), <https://bioconsortia.com/2020/12/09/mosaic-and-bioconsortia-to-collaborate-on-new-nitrogen-fixing-microbial-products/>
- ¹⁰⁹ Yara Press Release, "Yara partners with Boost Biomes in joint development agreement," (25 de junio de 2020), <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2020/yara-partners-with-boost-biomes-in-joint-development-agreement/>
- ¹¹⁰ Ver la plataforma de Boost Biomes: <https://boostbiomes.com/>
- ¹¹¹ Bayer News, "Andes raises USD 15 million in Series A funding co-led by Leaps by Bayer and Cavallo Ventures," (14 de septiembre de 2021), <https://media.bayer.com/baynews/baynews.nsf/id/Andes-raises-USD-15-million-in-Series-A-funding-co-led-by-Leaps-by-Bayer-and-Cavallo-Ventures>
- ¹¹² Jonathan Shieber, "With fresh support from its billionaire backers Pivot Bio is ushering in a farming revolution," *Tech Crunch*, (30 de abril de 2020), <https://techcrunch.com/2020/04/30/with-fresh-support-from-its-billionaire-backers-pivot-bio-is-ushering-in-a-farming-revolution>
- ¹¹³ Megan Molteni, "With Designer Bacteria, Crops Could One Day Fertilize Themselves," *Wired*, (14 de septiembre de 2017), <https://www.wired.com/story/with-designer-bacteria-crops-could-one-day-fertilize-themselves/>
- ¹¹⁴ Reuters Staff, "Novozymes gets more partners for bio-agriculture arm beyond Bayer," *Reuters*, (5 de abril de 2019), <https://www.reuters.com/article/us-novozymes-strategy-idUSKCN1RH0UF>
- ¹¹⁵ Melody M. Bomgardner, "Novozymes to develop enzymes for crop protection, strikes deal with FMC," *Chemical & Engineering News*, (6 de febrero de 2021), <https://cen.acs.org/food/agriculture/Novozymes-develop-enzymes-crop-protection/99/i5>

-
- ¹¹⁶ UPL Press Release, “UPL to provide Novozymes’ range of innovative biological Ag products in Argentina,” (9 de febrero de 2021), https://www.upl-ltd.com/press_release/KxNEul9oPnUZm9ISp1Qg3Gf0DHF1m0ZQGRRAnlv.pdf
- ¹¹⁷ AgBiome news release: “AgBiome Announces Product Development Partnership with Syngenta,” (3 de diciembre de 2014), <https://www.agbiome.com/agbiome-announces-product-development-partnership-with-syngenta/>
- ¹¹⁸ BASF news release, “BASF and AgBiome collaborate on a new biological fungicide for Europe, Middle East and Africa,” (30 de marzo de 2021), <https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2021/03/p-21-173.html>
- ¹¹⁹ Rod Nickel and Karl Plume, “Farmers test microbes to nourish crops as climate pressure grows, costs rise,” *Reuters*, (3 de febrero de 2022), <https://www.reuters.com/business/environment/farmers-test-microbes-nourish-crops-climate-pressure-grows-costs-rise-2022-02-03/>
- ¹²⁰ Rod Nickel and Karl Plume, “Farmers test microbes to nourish crops as climate pressure grows, costs rise,” *Reuters*, (3 de febrero de 2022), <https://www.reuters.com/business/environment/farmers-test-microbes-nourish-crops-climate-pressure-grows-costs-rise-2022-02-03/>
- ¹²¹ Anónimo, *Syngenta Public Policy Position on Diverse Agricultural Systems*, p. 9, (noviembre de 2019), <https://www.syngenta.com/sites/syngenta/files/presentation-and-publication/Syngenta-and-agricultural-systems.pdf>
- ¹²² Anónimo, *Syngenta Public Policy Position on Diverse Agricultural Systems*, p. 9, (noviembre de 2019), <https://www.syngenta.com/sites/syngenta/files/presentation-and-publication/Syngenta-and-agricultural-systems.pdf>
- ¹²³ Eduardo K. Mitter, Micaela Tosi, Dasiel Obregón, Kari E. Dunfield y James J. Germida, “Rethinking Crop Nutrition in Times of Modern Microbiology: Innovative Biofertilizer Technologies,” *Frontiers in Sustainable Food Systems*, (19 de febrero de 2021), <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.606815>
- ¹²⁴ Para un estudio reciente del panorama regulatorio, ver Jessica Davis Plüss, “Explainer: the controversy behind genome editing our food,” *SWI swissinfo.ch*, (31 de enero de 2022), <https://www.swissinfo.ch/eng/explainer--the-controversy-behind-genome-editing-our-food/47288954>
- ¹²⁵ Ver el resumen de Chetan Keswani (y otros), “Re-addressing the biosafety issues of plant growth promoting rhizobacteria,” *Science of The Total Environment*, Vol. 690, 2019, pp. 841-852, ISSN 0048-9697: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.046>