

Tendencia 6 ·

Bioeconomía, agroalimentos y valorización de biomasa

T6

Ficha de tendencia · 6 de 6 / Julio 2026



SENCI
SECRETARÍA NACIONAL DE
CIENCIA Y VALORIZACIÓN DEL
CONOCIMIENTO

ELABORADA POR

Oficina de Gestión de la Innovación
Parque Científico Tecnológico de Pando (PCTP)

ENCARGADA POR

Secretaría Nacional de Ciencia y
Valorización del Conocimiento (SENCI)

Reporte 2 · AgTech y sistemas agroalimentarios sostenibles

Elaborada por la Oficina de Gestión de la Innovación del **Parque Científico Tecnológico de Pando (PCTP)** para la **Secretaría Nacional de Ciencia y Valorización del Conocimiento (SENCI)**.

CONDICIÓN HABILITANTE	CONCEPTO ORGANIZADOR	FECHA
98 % de generación eléctrica renovable	«Biobasado» no acredita sostenibilidad	Julio 2026

Índice

Síntesis	3
01 ¿Qué es y por qué importa?	4
1.1 Las cinco sub-líneas	5
1.2 El principio transversal	5
02 Implicancias para Uruguay	6
2.1 Condiciones habilitantes	7
2.2 Capacidades y actores nacionales	7
2.3 Ventanas de oportunidad	8
Observaciones	9
03 ¿Dónde está la tecnología en el mundo?	10
3.1 Madurez: por configuración, no por tecnología	11
3.2 Motores del cambio y señales tempranas	13
3.3 Casos internacionales	14
04 Actores, propiedad intelectual y normativa	16
4.1 Panorama de propiedad intelectual	17
4.2 Panorama normativo	18
05 Fuentes	20

Síntesis

- La tendencia comprende las tecnologías y procesos que transforman **biomasa de origen agropecuario, forestal o acuático** —incluidos subproductos, efluentes y residuos agroindustriales— en alimentos, materiales, moléculas químicas, combustibles, energía o nutrientes recuperados.
- «**Biobasado**» **no acredita sostenibilidad**. Contenido biobasado, biodegradabilidad, compostabilidad y reciclabilidad son atributos distintos, y las comparaciones ambientales requieren respaldo en análisis de ciclo de vida.
- **La madurez no puede evaluarse por tecnología sino por configuración concreta**. Un nivel alto en una combinación específica de materia prima, proceso, producto y escala no se extrapola a otras rutas: la ruta desde azúcares convencionales puede estar plenamente comercializada mientras la equivalente desde residuos sigue en escala piloto.
- **Uruguay dispone de un marco público explícito** de bioeconomía, economía circular y gestión de residuos, y en 2025 el 98 % de la generación eléctrica fue de origen renovable: una condición habilitante para bioprocesos con consumo eléctrico relevante, que por sí sola no demuestra competitividad ni menor impacto.
- **Las capacidades nacionales están distribuidas** y no institucionalizadas en un nodo. Hay grupos con capacidades en UdelaR, UTEC, LATU, INIA, IIBCE y otros actores sectoriales; lo que falta es infraestructura de escalado verificada y experiencia industrial.
- **El riesgo en torno al escalado se da en ambos sentidos**. No generar evidencia nacional suficiente para decidir qué escalar es un riesgo, tanto como escalar prematuramente activos sin suministro, comprador o conformidad regulatoria asegurados.

01

¿Qué es y por qué importa?

1.1 Las cinco sub-líneas

La tendencia se organiza por **cadena tecnológica**:

- **Biorrefinerías y valorización integral de biomasa** — fraccionamiento, conversión bioquímica o termoquímica, separación y recuperación de múltiples productos y coproductos.
- **Bioplásticos, biomateriales y bioproductos industriales** — polímeros biobasados, polímeros naturales, biocompuestos, nanocelulosa, lignina funcionalizada, adhesivos, resinas y recubrimientos.
- **Proteínas alternativas y agroalimentos funcionales** — proteínas vegetales, fermentación de biomasa microbiana, fermentación de precisión, algas, micoproteínas y productos cultivados.
- **Bioenergía y biocombustibles avanzados** — biogás y biometano, etanol celulósico, biodiésel de residuos, combustible de aviación sostenible, biohidrógeno y coprocesamiento.
- **Química verde y bioquímicos de plataforma** — ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, aromas, pigmentos, enzimas, solventes alternativos y recuperación de fósforo o nitrógeno.

1.2 El principio transversal

El calificativo «biobasado» no acredita por sí mismo sostenibilidad. Contenido biobasado, biodegradabilidad, compostabilidad y reciclabilidad son atributos distintos entre sí, y las comparaciones ambientales requieren respaldo en análisis de ciclo de vida conforme a las normas internacionales (Benavides et al., 2020; Comisión Europea, 2022; Mousavi et al., 2025). Por eso las oportunidades se formulan como **ventanas condicionadas** y no como opciones cerradas.

Como clasificación operativa se distinguen rutas de primera generación —a partir de cultivos o fracciones alimentarias— de rutas posteriores —biomasa lignocelulósica, residuos, algas o gases—, lo que informa el origen del carbono y la competencia con usos alimentarios, sin demostrar por sí mismo superioridad ambiental o económica.

Queda fuera de esta tendencia: la mejora genética orientada solo a productividad, la agricultura digital sin transformación de biomasa (Tendencia 5), la gestión agropecuaria primaria sin proceso de valorización (Tendencia 4), los biofarmacéuticos terapéuticos (Tendencia 2) y las energías renovables no biológicas.

02

Implicancias para Uruguay

2.1 Condiciones habilitantes

Uruguay dispone de un **marco público explícito** para bioeconomía, economía circular y gestión de residuos —la Estrategia Nacional de Bioeconomía Sostenible con su plan de acción, y la Estrategia Nacional de Economía Circular (MGAP, 2024)—, y en 2025 el **98 % de la generación eléctrica** fue **de origen renovable**.

Estas condiciones pueden actuar como habilitadores para bioprocesos y materiales con consumo eléctrico relevante, pero no demuestran por sí mismas competitividad ni menor impacto: la evaluación depende de los consumos reales de electricidad y calor, la logística, las emisiones fugitivas, el rendimiento de conversión y los productos efectivamente sustituidos.

Alineación con la política climática nacional. Los compromisos climáticos refuerzan la pertinencia de actuar sobre las fuentes de metano técnicamente capturables. En 2022 el metano representó el 57,5 % de las emisiones nacionales sin considerar tierras, con un 91,78 % originado en agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra y un 7,57 % en desechos. El peso de la fermentación entérica limita cuánto es recuperable por digestión anaerobia, pero otorga pertinencia a efluentes, estiércoles confinados, residuos orgánicos y tratamientos industriales donde la captura es técnicamente posible.

Financiamiento existente y un precedente distintivo. El financiamiento nacional es por etapas y complementario —ANII, FPTA de INIA, Oportunidades Circulares de ANDE y Fondo Industrial—. El proyecto Biovalor (2014-2020) es un precedente distintivo, con una trayectoria más amplia: su mecanismo contemplaba convocatoria competitiva, cofinanciamiento, acompañamiento técnico, datos y retroalimentación a la política. De esta forma desarrolló ocho proyectos demostrativos, con más de 600.000 dólares de apoyo, más de 1,7 millones de inversión privada y tratamiento de unas 100.000 toneladas anuales de residuos.

2.2 Capacidades y actores nacionales

El relevamiento identifica capacidades **distribuidas**:

- **UdelaR**, en particular el Instituto de Ingeniería Química con el grupo BIOPROA —tratamiento anaerobio, biogás, biohidrógeno, remoción de nutrientes— y el grupo de Ingeniería de Procesos Forestales —biorrefinerías forestales, lignina, hemicelulosas—; la Facultad de Química en biocatálisis, química verde y modelado; y las Facultades de Ciencias y Agronomía.
- **UTEC**, con capacidades experimentales en sistemas bioelectroquímicos, ácidos carboxílicos, recuperación de fósforo y electrofermentación de suero de queso.
- **LATU/Latitud, INIA, IIBCE, CTFM y CTAguá**, en ensayos, certificación y tecnología de materiales.
- **INAC**, como interfaz sectorial por sus capacidades de información, trazabilidad y articulación con la industria frigorífica, donde están las corrientes de subproductos.

Observación. La identificación permite reconocer interlocutores; la infraestructura de escalado y la disponibilidad efectiva deben verificarse por proyecto. No acredita por sí misma infraestructura, cartera de propiedad intelectual ni experiencia industrial.

2.3 Ventanas de oportunidad

Las oportunidades se formulan como ventanas condicionadas. En las cinco sub-líneas, la viabilidad depende de la combinación entre materia prima disponible, escala, estabilidad del proceso, infraestructura, demanda, regulación, trazabilidad y evidencia ambiental y tecnoeconómica.

SUB-LÍNEA	VENTANA CON BASE NACIONAL	BRECHA IDENTIFICADA
Biorrefinerías	Configuraciones ancladas en biomasa forestal, cáscara de arroz y corrientes agroindustriales residuales, con uno o dos coproductos y demanda identificable; biorrefinerías territoriales	Integración a escala piloto; caracterización de corrientes; calidad de coproductos; compradores; balances, análisis tecnoeconómico y de ciclo de vida
Biomateriales	Materiales de base biológica desde madera, fibras, lignina y nanocelulosa, para construcción, envases y compuestos. La base forestal y las declaraciones ambientales de madera ya existentes son antecedentes	Pasar de material a producto homologado: desempeño, durabilidad, escala, análisis de ciclo de vida y eventual declaración ambiental
Proteínas alternativas	Ingredientes funcionales, aprovechamiento de subproductos y fermentaciones de nicho, antes que producción masiva indiferenciada	Escalado, procesamiento posterior, inocuidad, regulación, perfil sensorial y comprador industrial
Bioenergía	Valorización energética de residuos y efluentes de las cadenas láctea, cárnica, porcina, forestal y agroindustrial; mejora a biometano donde haya escala y demanda	Caracterización territorial de corrientes; medición de gas y emisiones; demanda energética; gestión del digestato —el residuo que queda tras la digestión anaerobia—; viabilidad económica
SUB-LÍNEA	VENTANA CON BASE NACIONAL	BRECHA IDENTIFICADA
Química verde	Recuperación de nutrientes, digestatos acondicionados, ácidos carboxílicos, enzimas y rutas bioelectroquímicas con corrientes locales	Concentración, pureza, separación, estabilidad, cumplimiento regulatorio y existencia de mercado de salida

Observaciones

Bioenergía y biorrefinería como configuración integrada, no como tecnologías separadas. La digestión anaerobia es madura a nivel internacional, pero su despliegue en el país es acotado y heterogéneo en escala, medición, continuidad y uso del gas. La evidencia otorga mayor relevancia a los pilotos y demostradores medidos que a la mera adquisición de equipos. La evaluación integrada —tratamiento de efluentes, autoconsumo térmico, captura de metano, recuperación de nutrientes y coproductos— vincula directamente bioenergía con biorrefinerías y química verde: una misma intervención puede resolver una carga ambiental y generar energía, nutrientes o moléculas de mayor valor. Como línea de base histórica, un proyecto de 2020 caracterizó nueve establecimientos con sistemas anaerobios y estimó para 2018 una captación del 17,8 % del metano de efluentes industriales frente a una meta nacional del 30 %.

Las señales recientes de infraestructura gasífera tienen implicancia ambivalente. Durante 2025 se informó un acuerdo para importar gas natural por gasoducto, y en 2026 una propuesta de planta de compresión y distribución en evaluación ambiental. Para el biometano, el desarrollo de capacidades de acondicionamiento, medición, compresión y consumo industrial de gas podría facilitar aplicaciones futuras; pero un mayor acceso a gas fósil importado y de menor costo eleva la exigencia económica de los proyectos nacionales. Una evaluación del biometano centrada solo en el costo deja fuera la reducción de emisiones fugitivas, el tratamiento de residuos, la seguridad de suministro y el riesgo de consolidar infraestructura fósil de larga duración.

Una señal nacional para vigilar. En marzo de 2026 se informó un proyecto de combustible de aviación sostenible en Durazno, a partir de biogás de residuos de la lechería y electricidad renovable, con inversión anunciada de 60 millones de dólares, 350.000 galones anuales, operación prevista para 2028 y acuerdo de compra firmado. A julio de 2026 no constituye evidencia de operación comercial ni de reducción efectiva de emisiones; es una señal para vigilar la conversión de biogás hacia combustibles líquidos, tratando al biogás como precursor y no solo como producto final.

El riesgo de escalado es simétrico, y se mitiga por etapas. El riesgo principal no es dejar de adoptar todas las tecnologías emergentes, sino no generar evidencia nacional suficiente para seleccionar cuáles merecen escalarse. Por un lado, se puede llegar a mantener residuos y efluentes en usos de bajo valor, fragmentar capacidades y aumentar la dependencia de soluciones importadas no adaptadas; el riesgo opuesto es escalar prematuramente y crear activos sin suministro, comprador o conformidad regulatoria. Una secuencia por etapas —caracterización de la corriente; balance de masa y energía; validación piloto; análisis tecnoeconómico y de ciclo de vida con sensibilidad; verificación regulatoria; acuerdo de suministro y de compra; demostración en condiciones representativas— reduce ambos riesgos, al evitar activos sin materia prima estable, producto especificado o comprador.

La tensión transversal de sostenibilidad. El uso de biomasa puede desplazar usos existentes o aumentar la demanda de tierra, agua, energía y nutrientes; los bioplásticos pueden no reciclarse ni biodegradarse en condiciones reales; la fermentación y el procesamiento posterior pueden dominar el consumo energético; los digestatos pueden transferir patógenos o contaminantes. Por eso la evaluación requiere explicitar la unidad funcional, los límites, el carbono biogénico, las emisiones fugitivas, la asignación de coproductos y el escenario de sustitución, con análisis de ciclo de vida desde etapas tempranas; cuando no hay evidencia suficiente, la incertidumbre forma parte explícita de la evaluación.

03

¿Dónde está la tecnología en el mundo?

3.1 Madurez: por configuración, no por tecnología

Los niveles de madurez tecnológica (TRL, escala 1–9) son una estimación analítica de este trabajo. Solo se asigna un nivel de madurez alto cuando existe evidencia verificable de operación industrial, y ese nivel no se extrapola a otras materias primas o rutas.

MAPA DE MADUREZ · TRL 1-9

■ NÚCLEO CONSOLIDADO

□ FRONTERA EMERGENTE

NIVEL DE MADUREZ

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Biorrefinerías

Configuraciones forestales y
azucareras integradas

9

Rutas hidrotermales o multiproducto
basadas en residuos

5

Bioplásticos y biomateriales

Polímero desde azúcares
convencionales, en cadenas
consolidadas

9

Rutas desde residuos, lignocelulosa
o lactosuero

5

Ruta desde biogás

3

Proteínas alternativas

Aislados y concentrados vegetales

9

Fermentación de precisión, según
producto · carne cultivada

6

MAPA DE MADUREZ · TRL 1-9

■ NÚCLEO CONSOLIDADO □ FRONTERA EMERGENTE

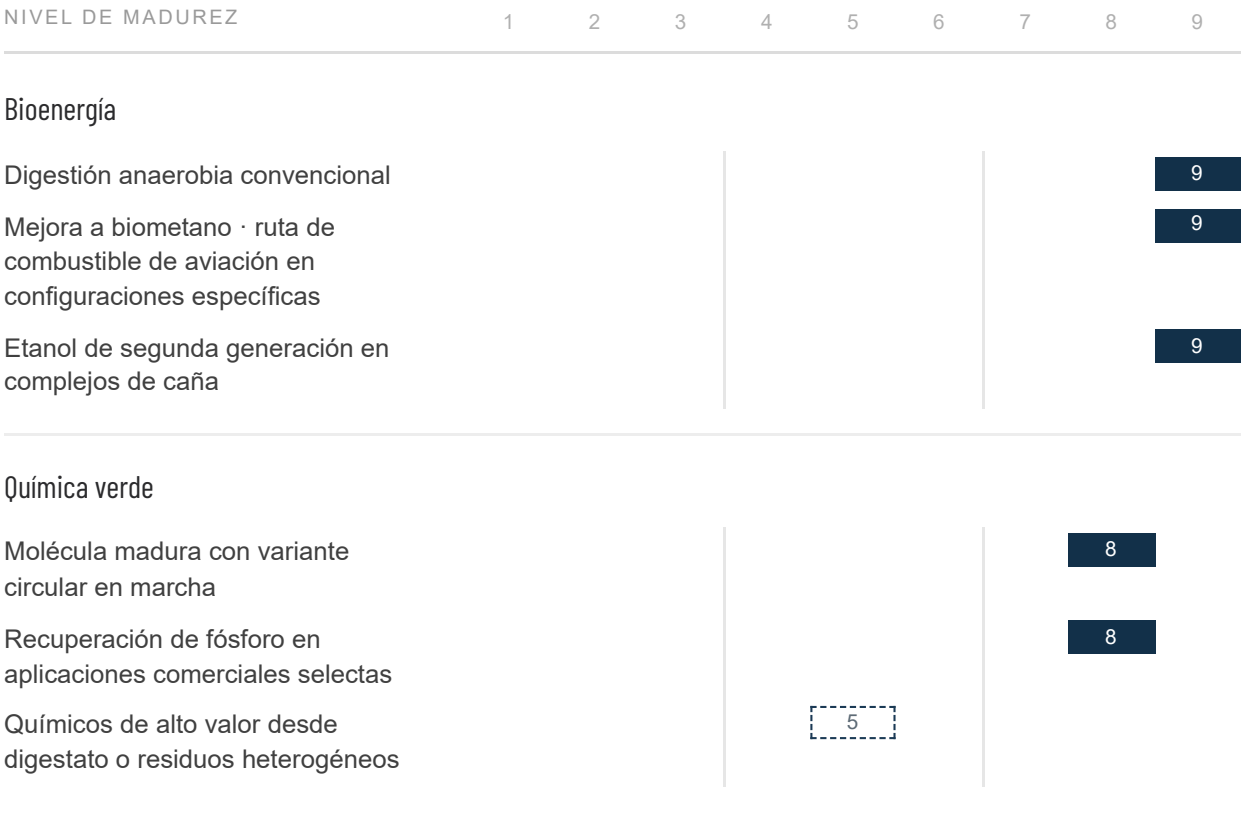


Figura 3.1 · Madurez por configuración concreta —materia prima, proceso, producto y escala—. Estimación analítica: un nivel alto no se extrapola a otras rutas de la misma sub-línea ni, en bioenergía, a biohidrógeno o bioelectroquímica. Los filetes verticales marcan los umbrales entre laboratorio, validación y despliegue.

Las barreras técnicas pendientes difieren por sub-línea:

SUB-LÍNEA	BARRERAS TÉCNICAS PENDIENTES
Biorrefinerías	Variabilidad de biomasa; inhibidores; recuperación de reactivos; separación; integración energética; operación estable y mercados
Bioplásticos y biomateriales	Costo; procesabilidad; humedad y durabilidad; homologación; infraestructura real de fin de vida
Proteínas alternativas	Rendimiento; procesamiento posterior; medios y energía; inocuidad; regulación de nuevos alimentos; aceptación y costo
Bioenergía	Sustratos y logística; inhibición; fugas de metano; calidad del gas; hidrógeno de baja huella; certificación y costo
SUB-LÍNEA	BARRERAS TÉCNICAS PENDIENTES
Química verde	Productividad; pureza; separación; recuperación de reactivos; viabilidad tecnoeconómica y ambiental

Un desplazamiento de fondo en la evaluación ambiental. De forma transversal, la evidencia muestra un corrimiento del foco desde la evaluación aislada del producto —o de su origen biobasado— hacia configuraciones concretas de proceso: materias primas, energía, reactivos, recuperación, emisiones fugitivas, coproductos, logística y fin de vida, evaluadas con análisis de ciclo de vida, balances de masa y energía y análisis tecnoeconómico (Jacob et al., 2025; Augustin et al., 2024).

3.2 Motores del cambio y señales tempranas

El reporte prioriza señales fechadas y verificables por encima de proyecciones de mercado, con un criterio explícito: un proyecto financiado, una planta piloto o una hoja de ruta indican dirección y movilización de actores, pero no demuestran por sí solos competitividad ni adopción generalizada. Los siguientes motores impulsan el cambio:

- **Científico-tecnológico:** convergencia de biología sintética, fermentación, catálisis, electroquímica, captura y uso de dióxido de carbono, modelado e inteligencia artificial. Las señales son de agenda y coordinación, no de despliegue industrial.
- **Económico-industrial:** valorización multiproducto, sustitución de precursores fósiles e integración con activos forestales, azucareros y agroindustriales preexistentes.
- **Regulatorio:** las hojas de ruta, garantías de origen y reglas de sostenibilidad reducen incertidumbre y pueden crear demanda.
- **Ambiental y circular:** presión climática, jerarquía de residuos y exigencia de declaraciones respaldadas por análisis de ciclo de vida.

- **Social y de acceso a mercado:** demanda de ingredientes funcionales y alternativas proteicas, con escrutinio sobre precio, calidad sensorial, seguridad y etiquetado.

Señal emergente destacada: la valorización biológica de gases. El uso de gases de un átomo de carbono —dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano— como materia prima para producir biomasa microbiana, ingredientes, biopolímeros y moléculas de mayor valor. Las plataformas de conversión de energía renovable a proteína y a vitaminas han demostrado experimentalmente producción de proteína y folato (Molitor et al., 2019; Schmitz et al., 2024), y en paralelo se evaluó la conversión de metano hacia biopolímeros y ectoína (Cantera et al., 2017). Estas rutas amplían el concepto de biorrefinería al conectar energía renovable, carbono gaseoso y nutrientes residuales, pero la evidencia corresponde a pruebas de concepto y operaciones piloto. Horizonte: señal débil, más de siete años.

HORIZONTES Y SEÑALES

CERTEZA DECRECIENTE →

HOY

+3 AÑOS

+7 AÑOS

Ya en adopción
MENOS DE 3 AÑOS

- Biorrefinerías forestales y azucareras integradas
- Polímero desde azúcares convencionales, en cadenas consolidadas
- Aislados y concentrados proteicos vegetales
- Digestión anaerobia, mejora a biometano, combustible de aviación en configuraciones específicas y etanol de segunda generación en complejos de caña
- Molécula madura con variante circular y recuperación de fósforo en aplicaciones selectas

Horizonte primario
3 A 7 AÑOS

- Rutas hidrotermales o multiproducto basadas en residuos
- Bioplásticos desde residuos, lignocelulosa o lactosuero
- Fermentación de precisión y carne cultivada

Señal débil
MÁS DE 7 AÑOS

- Bioplástico desde biogás
- Químicos de alto valor desde digestato o residuos heterogéneos
- Valorización biológica de gases: proteína, vitaminas, biopolímeros y ectoína

Figura 3.2 · Señales tempranas por horizonte temporal.

3.3 Casos internacionales

Los casos se seleccionan por diversidad tecnológica y geográfica, evidencia de escala y pertinencia nacional. Los datos corporativos acreditan fechas, capacidades o estados declarados; no se interpretan como demostración independiente de sostenibilidad u operación estable.

- **Plataforma de carbono renovable** (Brasil): etanol de segunda generación y polímeros biobasados a escala comercial (Raízen, 2024; Braskem, 2025). Muestra que una cadena de caña con activos industriales preexistentes facilita combustibles avanzados y polímeros. Sin verificación independiente de utilización efectiva ni análisis de ciclo de vida.
- **Biodigestión de corrientes frigoríficas** (Argentina): biodigestor anaerobio con cogeneración y uso agronómico del coproducto (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2024). Caso regional conectado con la cadena cárnica, de proximidad productiva con Uruguay. El material no cumplía inicialmente parámetros microbiológicos para uso agronómico.
- **Fermentación de precisión en infraestructura compartida** (Bélgica y Países Bajos): un fermentador demostrativo de 75.000 litros y una campaña a escala industrialmente relevante (Bio Base Europe Pilot Plant y Vivici, 2024). Muestra el valor de una infraestructura compartida para cruzar la brecha entre cepa, escalado y validación regulatoria: es el caso de estructura más pertinente para un país sin fermentadores piloto propios. No acredita utilización sostenida ni costo competitivo.
- **Biorrefinería urbana con mejora de biogás** (España y Unión Europea): integra tratamiento de residuos, mejora de biogás, recuperación de nutrientes y bioproductos, en escala piloto (Comisión Europea/CORDIS, 2024). La superficie, la estacionalidad y la economía limitan la transferencia.
- **Tecnología circular de procesamiento posterior para ácido láctico** (Tailandia): innovación sobre una molécula madura que elimina un coproducto de descarte (Corbion, 2025). No valoriza residuos como fuente de carbono. Declara una reducción del 30 % de cuna a puerta pero con mayor demanda energética, sin análisis de ciclo de vida independiente revisado.
- **Etanol de segunda generación desde paja de arroz** (India): escalado de una ruta basada en residuos agrícolas en una economía emergente (Indian Oil Corporation Limited, 2025). La planta operó a alrededor del 30 % de capacidad en 2024 o permaneció inactiva (Informist Media, 2024), lo que ilustra la distancia entre capacidad de diseño y operación real.

04

Actores, propiedad intelectual y normativa

4.1 Panorama de propiedad intelectual

El análisis del reporte es principalmente cualitativo y exploratorio: ofrece una lectura descriptiva del corpus de patentes relevadas, sin constituir un paisaje de patentes cuantitativo exhaustivo, un mapa de titulares sistemático ni estudios de libertad de operación. Como algunos parámetros difieren entre sub-líneas, los resultados permiten reconocer patrones relativos, no comparar volúmenes entre sub-líneas.

Un paisaje multipolar. Estados Unidos, la vía internacional y la Oficina Europea de Patentes tienen mayor visibilidad en biorrefinerías y bioenergía avanzada, mientras China y Corea del Sur adquieren mayor peso relativo en química verde, proteínas y bioplásticos. La presencia latinoamericana entre los titulares recurrentes se concentra en **Brasil**; no se identificaron titulares uruguayos entre los actores de mayor recurrencia, lo que no equivale a ausencia de capacidades o invenciones nacionales.

El perfil de actor cambia por sub-línea:

SUB-LÍNEA	PERFIL PREDOMINANTE	DÓNDE SE CONCENTRA LA PROTECCIÓN
Biorrefinerías	Grupos industriales, proveedores de procesos e instituciones públicas de investigación	Pretratamientos, enzimas, organismos y valorización de fracciones
Bioplásticos	Predominantemente corporativo	Formulaciones, propiedades y aplicaciones del material, más que en la fermentación del monómero
Proteínas alternativas	Grandes empresas de alimentos e ingredientes junto con universidades asiáticas	Cepas, fermentación, recuperación, purificación, funcionalidad y aplicación alimentaria. La fermentación de precisión y la carne cultivada aparecen con menor volumen visible
Bioenergía	Grandes energéticas, licenciantes de tecnología y actores de gases, aguas y residuos	Dos polos: digestión anaerobia y mejora de biogás, por un lado; hidroprocesamiento y combustible de aviación, por otro
Química verde	El más académico, con fuerte presencia de universidades chinas	Cepas, enzimas, rutas fermentativas, fijación de carbono y purificación

Observaciones: una patente acredita una estrategia de protección, no madurez, operación comercial, rentabilidad ni libertad de operación. La bibliometría mide actividad científica bajo ecuaciones específicas: no permite inferir titularidad ni capacidad industrial.

4.2 Panorama normativo

El panorama combina estrategias públicas, obligaciones legales, normas técnicas, certificaciones voluntarias y mecanismos de acceso a mercado. Una estrategia orienta prioridades, una norma técnica establece un método y una certificación puede aportar evidencia de conformidad, pero ninguna sustituye la autorización del producto, los permisos de planta ni las obligaciones jurídicas aplicables. La regulación puede actuar simultáneamente como impulsor —crea mercados y señales de demanda— y como barrera —costos de trazabilidad, auditoría y cálculo de emisiones—.

BLOQUE

IMPLICANCIA ESTRATÉGICA

**Orientación estratégica
(Uruguay)**

La Estrategia Nacional de Bioeconomía Sostenible y la de Economía Circular alinean agendas de innovación e inversión

**Residuos y envases
(Uruguay)**

Condicionan la disponibilidad y valorización legal de residuos y la responsabilidad posconsumo. La condición de residuo, subproducto o insumo requiere verificación por corriente y uso

**Energía y
agrocombustibles
(Uruguay)**

Desde 2022 rige un mínimo obligatorio de alcohol carburante en naftas del 8,5 % y sin mínimo de biodiésel. Aumentar el bioetanol o reincorporar el biodiésel son propuestas, no obligaciones vigentes

**Bioenergía, biometano y
combustible de aviación**

Los marcos internacionales definen elegibilidad, trazabilidad y cálculo de emisiones. Las certificaciones no son intercambiables entre esquemas

**Biomateriales, envases y
declaraciones**

Distinguen contenido biobasado, contenido reciclado, biodegradabilidad, compostabilidad y reciclabilidad. Un atributo no equivale a un análisis de ciclo de vida favorable

**Alimentos e ingredientes
novedosos**

La evaluación comienza en cepa y sustrato. La seguridad del microorganismo no equivale a la autorización del ingrediente

**Aguas residuales y
digestato**

La recuperación de materia, energía, agua o nutrientes no exime del cumplimiento de autorizaciones. La existencia de categorías de fertilizante no convierte cualquier digestato en producto comercializable

**Análisis de ciclo de vida y
reporte**

Las declaraciones requieren unidad funcional, límites, asignación, energía, emisiones fugitivas y fin de vida explícitos. Una huella certificada no constituye un análisis multicriterio

Una vía concreta que abre el análisis normativo. Las declaraciones ambientales de producto son declaraciones basadas en análisis de ciclo de vida, verificadas de forma independiente. En el principal sistema internacional, la enorme mayoría corresponde a productos de construcción; en la consulta filtrada por Uruguay se identificaron seis declaraciones, todas de productos de madera para construcción, sin ninguna para bioplásticos, químicos biobasados, alimentos, fertilizantes recuperados o bioenergía. Esa concentración señala una vía para explorar elementos constructivos de base biológica —madera, fibras, nanocelulosa, lignina, biocompuestos—, incorporando desde el diseño la caracterización técnica, el análisis de ciclo de vida y la eventual declaración. La declaración ambiental no sustituye ensayos de resistencia, comportamiento higrotérmico, reacción al fuego, emisiones ni durabilidad (EPD International, 2026).

05

Fuentes

Fuentes principales citadas en esta ficha. La tendencia se apoya en las referencias en el reporte de origen (Reporte 2: AgTech y sistemas agroalimentarios sostenibles); se listan aquí las citadas en este texto condensado, en formato APA 7.^a edición.

Augustin, M. A., Hartley, C. J., Maloney, G., & Tyndall, S. (2024). Innovation in precision fermentation for food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(18), 6218–6238. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2166014>

Benavides, P. T., Lee, U., & Zarè-Mehrjerdi, O. (2020). Life cycle greenhouse gas emissions and energy use of polylactic acid, bio-derived polyethylene, and fossil-derived polyethylene. *Journal of Cleaner Production*, 277, 124010. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124010>

Bio Base Europe Pilot Plant & Vivici. (2024, 21 de noviembre). Bio Base Europe Pilot Plant successfully commissions a 75,000 L fermenter, demonstrating Vivici's Vivitein BLG technology in industrial-scale precision fermentation. <https://www.bbeu.org/news/uncategorized/bio-base-europe-pilot-plant-successfully-commissions-a-75000-l-fermenter/>

Braskem. (2025, 6 de mayo). Celebrating 15 years of I'm green bio-based with operation rates above nameplate capacity after expansion. <https://www.braskem.com/usa/news-detail/celebrating-15-years-of-im-green-bio-based-with-operation-rates-above-nameplate-capacity-after-expansion>

Cantera, S., Lebrero, R., Rodríguez, E., García-Encina, P. A., & Muñoz, R. (2017). Continuous abatement of methane coupled with ectoine production by *Methylobacterium alcaliphilum* 20Z in stirred tank reactors: A step further towards greenhouse gas biorefineries. *Journal of Cleaner Production*, 152, 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.123>

Comisión Europea. (2022). EU policy framework on biobased, biodegradable and compostable plastics (COM(2022) 682 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CEL_EX:52022DC0682

Comisión Europea/CORDIS. (2024). URBIOFIN: Periodic reporting for project 745785. <https://cordis.europa.eu/project/id/745785/reporting>

Corbion. (2025). Annual report 2024. https://www.corbion.com/-/media/corbion/files/annual-reports/corbion_annual_report_2024.pdf

EPD International. (2026). EPD Library: Organisation country — Uruguay. <https://www.environdec.com/library?c=UY>

- Indian Oil Corporation Limited. (2025). Annual report 2024–25: Natural capital. <https://www.iocl.com/uploads/AnnualReport2024-25/natural-cap.html>
- Informist Media. (2024, noviembre). Ethanol plans: Govt's 2G ethanol plans in limbo as sole IOC Panipat plant lies inactive. <https://informistmedia.com/MoneyWire/22664/Ethanol-Plans-Govt-s-2G-ethanol-plans-in-limbo-as-sole-IOC-Panipat-plant-lies-inactive>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2024, 10 de septiembre). Evalúan el tratamiento de digeridos sólidos mediante compostaje. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/evaluan-el-tratamiento-de-digeridos-solidos-mediante-compostaje>
- Jacob, S., Kundu, D., Chintagunta, A. D., et al. (2025). Anaerobic digestion-derived digestate valorization: Green chemistry innovations for resource recovery and reutilization. *Green Chemistry*, 27, 7472–7505. <https://doi.org/10.1039/D5GC01053E>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2024). Estrategia Nacional de Bioeconomía Sostenible. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/estrategia-nacional-bioeconomia-sostenible>
- Molitor, B., Mishra, A., & Angenent, L. T. (2019). Power-to-protein: Converting renewable electric power and carbon dioxide into single cell protein with a two-stage bioprocess. *Energy & Environmental Science*, 12, 3515–3521. <https://doi.org/10.1039/C9EE02381J>
- Mousavi, S., Brown, T., & Malmsheimer, R. W. (2025). Sustainable bioplastic products for building applications: Recent trends and future opportunities — A systematic review. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 19, 2609–2630. <https://doi.org/10.1002/bbb.70005>
- Raízen. (2024, 24 de mayo). Raízen inaugura maior planta de Etanol de Segunda Geração do mundo. <https://www.raizen.com.br/sala-de-imprensa/raizen-inaugura-maior-planta-de-etanol-de-segunda-geracao-do-mundo>
- Schmitz, L. M., Kreitli, N., Obermaier, L., Weber, N., Rychlik, M., & Angenent, L. T. (2024). Power-to-vitamins: Producing folate (vitamin B9) from renewable electric power and CO₂ with a microbial protein system. *Trends in Biotechnology*, 42(12), 1691–1714. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2024.06.014>

www.pctp.org.uy



CAMINO SARAVIA S/N - PANDO
C.P. 91000 - CANELONES, URUGUAY
(+598) 22920984 · INFO@PCTP.ORG.UY



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Ministerio
de Industria
Energía y Minería



Gobierno de
Canelones



Cámara de
Industrias
del Uruguay