

PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE CTI

Documento Insumo para la Discusión del Espacio Técnico de Co-Creación

Desafíos Nacionales en Trabajo y Producción: Crecimiento y Desarrollo

1. Presentación del documento

El presente documento sistematiza los resultados de la consulta a especialistas en **Trabajo y Producción**, realizada en el marco de la elaboración del **Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI)**. Su objetivo es identificar, organizar y priorizar los principales **Desafíos Nacionales** del área, proporcionando un insumo técnico para el proceso de planificación estratégica.

A los efectos de este trabajo, se entiende por **Desafío Nacional** una situación o problema complejo que afecta al desarrollo sostenible del país y al bienestar de la población, cuya naturaleza exige su abordaje efectivo a partir de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i). Las vías fundamentales para afrontarlo y resolverlo responden a la movilización y orientación estratégica de recursos financieros, humanos y/o materiales.

Cada desafío se presenta mediante una matriz compuesta por tres elementos: **(i)** la formulación del desafío en clave PENCTI, **(ii)** la contribución esperada de la ciencia, la tecnología y la innovación para su abordaje y **(iii)** la evidencia que sustenta su relevancia y priorización. Esta estructura busca facilitar la discusión y la toma de decisiones en el marco de los Espacios Técnicos de Co-Creación, aportando una base metodológica consistente para la definición de prioridades estratégicas del PENCTI.

2. Nota metodológica

La identificación y priorización de los desafíos nacionales se llevó a cabo mediante el siguiente proceso metodológico, orientado a relevar, sistematizar y analizar los aportes de los especialistas consultados, así como a complementarlos con evidencia documental relevante:

- **Consulta a expertos.** Se recibieron aportes de especialistas mediante un formulario estructurado diseñado para identificar, describir y priorizar los principales desafíos en la materia. Cada participante asignó un nivel de prioridad a sus propuestas. Como resultado, se relevaron los desafíos iniciales, los cuales fueron sometidos a un proceso de normalización para su posterior análisis.
- **Revisión documental complementaria.** Con el propósito de fortalecer el análisis y contextualizar los resultados obtenidos en la consulta, se realizó una revisión de programas de gobierno, documentos de organismos internacionales, aportes de organizaciones especializadas e informes técnicos. Esta revisión permitió incorporar desafíos de carácter emergente o complementario, sustentados en evidencia empírica y antecedentes relevantes que no necesariamente surgieron de manera explícita en las respuestas de los especialistas consultados.

- **Sistematización y agrupamiento de la información.** El conjunto de desafíos —tanto los relevados en la consulta a expertos como los recabados mediante la revisión documental— fue organizado en grupos temáticos mediante una metodología de análisis de contenido, orientada a detectar convergencias conceptuales, patrones recurrentes y complementariedades entre las distintas fuentes. Este proceso permitió consolidar desafíos similares y estructurar los hallazgos en categorías analíticas homogéneas.
- **Criterio de ordenamiento.** La presentación de los desafíos responde a un criterio analítico que prioriza, en primer término, aquellos de naturaleza sustantiva susceptibles de ser abordados desde el PENCTI mediante acciones directas, integrando tanto los aportes de la consulta como el conjunto de desafíos emergentes o complementarios; en segundo lugar, se identifican focos transversales o habilitantes, cuya resolución constituye una condición necesaria para el avance del conjunto del sistema.

La evidencia presentada preserva las referencias bibliográficas, fuentes y estudios citados por los especialistas consultados, garantizando al mismo tiempo la confidencialidad de su identidad individual. El listado completo de referencias consultadas se incorpora en la bibliografía al final del documento.

3. Desafíos concretos abordables desde el PENCTI

Los siguientes desafíos refieren a problemas de alcance nacional del desarrollo productivo cuya resolución admite contribuciones específicas de la ciencia, la tecnología y la innovación, con impacto directo en la competitividad, el empleo y el bienestar.

Desafío 1. Transformación productiva sostenible y cambio estructural	
Descripción del desafío en clave PENCTI	La economía uruguaya, especializada en productos primarios, está expuesta a la volatilidad externa y a dinámicas del tipo 'trampa de commodities' que limitan su convergencia hacia mayores niveles de ingreso. El desafío nacional consiste en impulsar un cambio estructural hacia una matriz productiva diversificada, intensiva en conocimiento y ambientalmente sostenible, articulando objetivos económicos, sociales y ambientales.
Contribución desde la CTI (I+D+i)	Programas de I+D orientados a la diversificación productiva, la sofisticación de cadenas de valor y el aumento de la complejidad económica. Estudios prospectivos y de inteligencia estratégica para identificar sectores prioritarios, tecnologías emergentes y oportunidades de transformación productiva. Instrumentos de financiamiento para proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en sectores estratégicos con potencial de generación de valor agregado. Investigación aplicada para el desarrollo y adopción de tecnologías vinculadas a la segunda transición energética, especialmente en transporte e industria. Convocatorias de I+D+i colaborativas que articulen empresas, universidades, centros tecnológicos y organismos públicos. Desarrollo y validación de soluciones tecnológicas que mejoren la productividad, la sostenibilidad ambiental y la competitividad de los sectores productivos. Diseño y evaluación de instrumentos de política industrial selectiva basados en evidencia científica y análisis de impacto. Fortalecimiento de mecanismos de transferencia tecnológica, escalamiento de innovaciones y adopción de tecnologías por parte del sector productivo. Generación de capacidades analíticas y sistemas de monitoreo para evaluar el avance del cambio estructural y orientar la toma de decisiones públicas.
Evidencia desde los trabajos	Las economías de ingreso medio especializadas en recursos naturales enfrentan el desafío de sostener procesos de transformación productiva que permitan diversificar la estructura económica y desarrollar capacidades tecnológicas. La literatura especializada

académicos y técnicos relevados	sugiere que los ciclos favorables de precios de las materias primas pueden reducir los incentivos al cambio estructural, limitando el desarrollo de sectores intensivos en conocimiento y contribuyendo a la persistencia de trayectorias de crecimiento con escasa sofisticación productiva (Bianchi et al., 2024; Isabella, 2024; Bianchi & Isabella, 2024). En Uruguay, el crecimiento económico de las últimas décadas no estuvo acompañado por un cambio estructural significativo y las políticas industriales presentaron un bajo grado de selectividad (Bianchi & Isabella, 2024).
--	--

Desafío 2. Heterogeneidad productiva y brechas de adopción en el agro

Descripción del desafío en clave PENCTI	Uruguay dispone de capacidades consolidadas en el sector agropecuario y mantiene ventajas competitivas en diversas cadenas basadas en recursos naturales. Sin embargo, el principal desafío no es únicamente profundizar esas capacidades, sino traducirlas en procesos de mayor sofisticación y productividad a través de una adopción más amplia de tecnologías y conocimientos. La persistencia de brechas entre productores en materia de incorporación de innovaciones limita el aprovechamiento de las capacidades existentes y dificulta avanzar hacia una agroindustria de mayor valor agregado e intensiva en conocimiento.
Contribución desde la CTI (I+D+i)	Fortalecer los sistemas de transferencia y extensión tecnológica para acelerar la adopción de innovaciones en productores de distintas escalas; desarrollar y adaptar herramientas de agricultura de precisión, analítica de datos, biotecnología y mejoramiento genético; promover proyectos colaborativos entre universidades, institutos de investigación, centros tecnológicos y organizaciones de productores; financiar iniciativas de validación, escalamiento y difusión de tecnologías aplicadas al agro; fortalecer las capacidades digitales y técnicas de los productores; generar sistemas de monitoreo sobre adopción tecnológica y productividad; y diseñar instrumentos específicos que reduzcan las barreras para la incorporación de innovaciones en los segmentos más rezagados.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	La literatura sobre desarrollo productivo en Uruguay señala que las oportunidades de transformación más plausibles se apoyan en la profundización y sofisticación de las capacidades ya existentes -en particular en las cadenas agroindustriales-, antes que en la diversificación hacia sectores completamente nuevos, dado que la especialización en productos primarios con escasa diferenciación limita las posibilidades de crecimiento sostenido (Bianchi & Isabella, 2024; Isabella, 2024). En esa dirección, la Estrategia Nacional de Bioeconomía Sostenible identifica el potencial de desarrollar alimentos y bioproductos de mayor valor agregado sobre la base de las capacidades agropecuarias consolidadas (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca [MGAP], 2024). Asimismo, la evidencia disponible para la ganadería de carne vacuna muestra una asociación positiva entre la adopción de tecnologías y la productividad de los establecimientos, junto con brechas relevantes de adopción entre productores, lo que refuerza la importancia de fortalecer los mecanismos de investigación, transferencia tecnológica, extensión y difusión de innovaciones a lo largo del entramado productivo (Aguirre, 2022).

Desafío 3. Agregación de valor en cadenas agroforestales

Descripción del desafío en clave PENCTI	Uruguay cuenta con ventajas competitivas en cadenas agropecuarias y forestales basadas en recursos naturales y ha desarrollado capacidades productivas relevantes en estos sectores. Sin embargo, persisten desafíos para transformar dichas capacidades en procesos de mayor sofisticación productiva, diversificación, generación de valor agregado y apropiación nacional del conocimiento. En particular, la especialización en productos con bajo nivel de transformación, la dependencia de insumos y tecnologías desarrolladas en el exterior y la limitada articulación entre investigación, innovación y producción restringen el potencial de desarrollo de nuevas actividades intensivas en conocimiento. En el caso de la cadena forestal, si bien el país consolidó una importante base de producción y exportación de celulosa, aún existen oportunidades para desarrollar una
--	--

	industria de la madera de mayor valor agregado y empleo, aprovechando la disponibilidad de recursos forestales, las capacidades instaladas y las oportunidades que ofrece la transición hacia una bioeconomía sostenible. El desafío nacional consiste en promover la agregación de valor en las cadenas agroforestales mediante el desarrollo de soluciones basadas en conocimiento, la bioeconomía y la innovación orientada a la sostenibilidad.
Contribución desde la CTI (I+D+i)	Investigación en intensificación sostenible y bioeconomía. Desarrollo de productos diferenciados con valor agregado ambiental: soja sustentable, carne orgánica, trazabilidad. I+D en semillas, maquinaria e insumos de desarrollo nacional. Desarrollo de tecnologías para la mitigación de pasivos ambientales en cadenas productivas. Investigación aplicada en biopolímeros, productos químicos de resina, materiales avanzados y tecnologías de construcción sostenible e industrializada en madera en altura, aprovechando las capacidades de ensayo y aserradero ya existentes en el país.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	La economía uruguaya mantiene una fuerte especialización en cadenas basadas en recursos naturales, con oportunidades concretas para avanzar en la agregación de valor mediante diferenciación productiva, atributos ambientales, certificaciones y trazabilidad (Bianchi & Isabella, 2024). La intensificación agrícola ha generado desafíos ambientales que requieren avanzar hacia modelos productivos más sostenibles y basados en conocimiento (Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe [CAF], 2023; MGAP, 2024; Pittaluga et al., 2025). En la cadena forestal, el desarrollo de las subcadenas ha sido desigual: mientras la producción de celulosa alcanzó una elevada escala industrial, la madera de mayor elaboración presenta un desarrollo más lento y una menor diversificación de productos, lo que limita el aprovechamiento del potencial productivo disponible y de las oportunidades asociadas a las nuevas demandas ambientales y tecnológicas de los mercados internacionales (Dieste et al., 2019; Pittaluga et al., 2025)

Desafío 4. Logística e infraestructura para la competitividad

Descripción del desafío en clave PENCTI	Los costos logísticos representan entre el 15% y más del 20% del costo de exportación de Uruguay, constituyendo un factor que limita la competitividad del sistema productivo y la inserción internacional del país. En este contexto, el desafío nacional consiste en reducir dichos costos mediante la incorporación de soluciones basadas en ciencia, tecnología e innovación que promuevan la digitalización de las cadenas logísticas, la optimización de rutas y operaciones, la automatización de la infraestructura y el desarrollo de una logística más sostenible. Avanzar en estas áreas permitirá mejorar la eficiencia del transporte de mercancías, fortalecer la productividad y consolidar una inserción exportadora más competitiva y resiliente.
Contribución desde la CTI (I+D+i)	Investigación, desarrollo e implementación de sistemas de optimización de rutas y ruteo inteligente para mejorar la eficiencia del transporte de carga y reducir costos logísticos. Desarrollo de plataformas digitales, sistemas interoperables y capacidades de big data para la captura, integración y análisis de información logística en tiempo real. Financiamiento de proyectos de I+D+i orientados a la automatización y digitalización de infraestructura portuaria, nodos logísticos y sistemas de transporte. Desarrollo y validación de tecnologías para la gestión inteligente de flotas, trazabilidad de cargas y monitoreo de operaciones mediante inteligencia artificial, sensores e Internet de las Cosas. Investigación aplicada e innovación en logística verde, incluyendo soluciones para la descarbonización del transporte de carga, la eficiencia energética y la economía circular. Investigación y desarrollo de tecnologías basadas en hidrógeno verde y otros combustibles de bajas emisiones para su aplicación en el transporte de carga y la logística.

	Programas de innovación colaborativa entre empresas, universidades y centros tecnológicos para acelerar la adopción y escalamiento de soluciones logísticas avanzadas.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	La evidencia disponible indica que los costos logísticos constituyen una restricción relevante para la competitividad de Uruguay. Entre julio de 2009 y fines de 2017, los costos logísticos aumentaron un 43%. Asimismo, Uruguay presenta costos de combustible y mano de obra superiores al promedio regional: el costo del gasoil duplica el promedio de la región y el componente laboral se estima un 80% por encima de dicho promedio, afectando la competitividad del sector (Banco Mundial, 2020). El transporte automotor representa más del 95% del transporte doméstico de carga, lo que refuerza la importancia de mejorar la eficiencia del sector. El informe identifica limitaciones en la disponibilidad de información para la planificación logística y señala que la discontinuidad del SICTRAC representó una oportunidad perdida para mejorar el conocimiento de los flujos de carga, la optimización de decisiones logísticas y la planificación de infraestructura. Asimismo, identifica la incorporación de tecnología como un factor clave para mejorar el desempeño de los operadores logísticos (Banco Mundial, 2020).

Desafío 5. Gestión hídrica para la sostenibilidad productiva	
Descripción del desafío en clave PENCTI	El agua constituye un recurso estratégico para la producción agropecuaria y agroexportadora de Uruguay, pero enfrenta crecientes presiones derivadas de la intensificación de los sistemas productivos, el cambio climático y los conflictos asociados a sus múltiples usos. El desafío nacional consiste en asegurar una gestión sostenible e integrada de los recursos hídricos que preserve su disponibilidad y calidad, reduzca los impactos ambientales de la actividad productiva y fortalezca la competitividad del país, en un contexto de crecientes exigencias internacionales en materia de sostenibilidad.
Contribución desde la CTI (I+D+i)	Investigación, desarrollo y adopción de tecnologías para el uso eficiente y sostenible del agua en los sistemas productivos agropecuarios y agroindustriales. Investigación aplicada sobre el impacto de las plantaciones forestales y otros usos del suelo en el ciclo hídrico, la disponibilidad de agua y la recarga de acuíferos. Desarrollo e implementación de sistemas de monitoreo y alerta temprana para la calidad del agua en cuencas productivas, apoyados en sensores, teledetección y análisis de datos. Financiamiento de proyectos de I+D+i orientados a la gestión integrada de los recursos hídricos y a la mitigación de los impactos ambientales de la intensificación productiva. Desarrollo, validación y escalamiento de tecnologías y prácticas promovidas por el Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario, con énfasis en la resiliencia hídrica y la adaptación de los sistemas productivos. Promoción de proyectos colaborativos entre organismos públicos, sector productivo y sistema científico-tecnológico para generar evidencia y soluciones innovadoras que fortalezcan la sostenibilidad de la gestión del agua.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	Los estudios revisados señalan que la intensificación agrícola ha estado asociada a externalidades significativas sobre los recursos hídricos, incluyendo procesos de eutrofización y floraciones de cianobacterias vinculados al arrastre de nutrientes y agroquímicos hacia cursos y cuerpos de agua, fenómeno documentado en cuencas como la del río Negro (Federici et al., 2022). Estas dinámicas ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer la gestión ambiental y la incorporación de tecnologías que permitan compatibilizar la producción con la protección de los ecosistemas. Asimismo, el Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario (PNA-Agro) identifica la adopción de tecnologías para el uso sostenible y eficiente del agua como una línea prioritaria para incrementar la resiliencia del sector frente a la variabilidad climática (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca,

	2019). En paralelo, el impacto de las plantaciones forestales sobre el ciclo hidrológico continúa siendo objeto de debate técnico y científico, particularmente en relación con sus posibles efectos sobre la disponibilidad de agua y la recarga de acuíferos, lo que refuerza la importancia de generar evidencia robusta para orientar las políticas públicas y la gestión territorial (Pittaluga et al., 2025).
--	---

Desafío 6. Desarrollo territorial e infraestructura productiva

Descripción del desafío en clave PENCTI	El crecimiento de sectores productivos dinámicos no siempre se traduce en un desarrollo equilibrado de los territorios donde se localizan. En diversas regiones del país persisten brechas sociales y limitadas capacidades locales para capturar el valor generado por las actividades económicas, mientras que una parte significativa de los servicios especializados y del conocimiento requerido por las grandes industrias se concentra fuera de esos territorios. En este contexto, el desafío nacional consiste en fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas, productivas y de innovación en el interior del país, promoviendo encadenamientos locales, formación de capital humano e infraestructura para un desarrollo territorial más equilibrado e inclusivo.
Contribución desde la CTI (I+D+i)	Investigación sobre encadenamientos productivos territoriales para identificar oportunidades de agregación de valor, fortalecimiento de proveedores locales y desarrollo de ecosistemas regionales de innovación. Investigación aplicada y desarrollo tecnológico sobre materiales e insumos para infraestructura regional, incluyendo el aprovechamiento del basalto del norte y otros recursos con potencial productivo. Fondos concursables orientados a fortalecer la innovación regional, programas de extensionismo tecnológico para PyMEs del interior, plataformas de vinculación entre empresas locales y centros de conocimiento con foco en los territorios, y esquemas de compras públicas que promuevan proveedores territoriales. Financiamiento de iniciativas de I+D+i y transferencia tecnológica que contribuyan a consolidar capacidades científicas y tecnológicas fuera del área metropolitana.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	La evidencia territorial muestra que el crecimiento de actividades productivas dinámicas no necesariamente se traduce en la generación de capacidades locales equivalentes. En el noreste del país (Rivera y Tacuarembó), pese al crecimiento del sector forestal-maderero, los efectos multiplicadores del desarrollo sectorial no se traducen plenamente en capacidades productivas y servicios especializados locales, y persisten rezagos sociales y económicos en el territorio. Asimismo, se señala que parte de las demandas de servicios calificados de las grandes industrias son cubiertas mediante proveedores localizados fuera de la región (Rodríguez Miranda et al., 2014). En este contexto, los avances asociados a la descentralización universitaria, incluyendo el desarrollo del CENUR Noreste, el Centro Universitario de Tacuarembó y la formación de Tecnólogo Forestal-Maderero, constituyen experiencias relevantes para fortalecer capacidades de conocimiento y formación de capital humano en el territorio (Rodríguez Miranda et al., 2014).

Desafío 7. Desajuste entre competencias laborales y demandas de la transformación productiva

Descripción del desafío en clave PENCTI	La transformación productiva asociada a la digitalización, la automatización, la transición energética y la bioeconomía está modificando las competencias requeridas por el mundo del trabajo, sin que el sistema nacional de formación logre, hasta el momento, anticiparse plenamente a esos cambios. El desafío nacional consiste en fortalecer la capacidad del país para anticipar y responder a las transformaciones de las competencias laborales.
--	---

Contribución desde la CTI (I+D+i)	Sistemas de inteligencia laboral y prospectiva ocupacional; observatorios de competencias y habilidades emergentes; ciencia de datos e IA para anticipar demandas futuras de empleo; mecanismos de formación continua y reconversión laboral basados en evidencia; articulación entre sistema educativo, sector productivo y políticas de empleo.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	Los estudios prospectivos elaborados en el marco de la Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050 identifican la necesidad de fortalecer la capacidad del país para anticipar los cambios en las competencias laborales (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, 2018). Persisten desajustes entre las capacidades desarrolladas por el sistema educativo y los requerimientos del sector productivo, y los análisis prospectivos coinciden en que la velocidad de los cambios tecnológicos exige avanzar hacia el aprendizaje permanente y la reconversión laboral (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, 2018).

4. Factores transversales o habilitantes del área

Los siguientes factores no constituyen problemas productivos sustantivos en sí mismos, sino condiciones de posibilidad que atraviesan y habilitan al conjunto: la vinculación entre la CTI y el sector productivo, la infraestructura de datos y gestión, y la formación de capacidades para la innovación. Su resolución es requisito para abordar de forma efectiva y sostenible los desafíos anteriores.

Factor 1. Vinculación CTI-sector productivo y capacidades de absorción	
Descripción del factor en clave PENCTI	Uruguay invierte en CTI pero no logra transformar plenamente ese conocimiento en valor económico ni en mejoras sostenidas de productividad. Entre sus causas centrales se destacan factores estructurales: baja tasa de innovación empresarial, escasa demanda privada de conocimiento y débil articulación entre la academia y la industria. Este factor es de carácter habilitante —condiciona el éxito de todos los demás desafíos— y su abordaje exige construir un enfoque sistémico que articule simultáneamente la oferta y la demanda de conocimiento. Un nudo crítico es el denominado "valle de la muerte" en la transferencia científico-tecnológica: múltiples investigaciones aplicadas y validaciones técnicas —en áreas como biomedicina o biotecnología— se interrumpen cuando se agotan los fondos públicos iniciales, ante la ausencia de financiamiento intermedio, incentivos adecuados y articulación con el sector privado para asumir el riesgo del desarrollo comercial.
Acciones a implementar	Construcción de un enfoque sistémico que articule oferta y demanda de conocimiento, con instrumentos de vinculación academia-industria de largo plazo e investigación aplicada orientada a las necesidades reales del sector productivo. Fortalecimiento de las capacidades de absorción de las empresas, en particular de las PyMEs, para que puedan identificar, incorporar y aprovechar conocimiento externo. Creación de laboratorios de escalamiento piloto (<i>Bridge Labs</i>) que funcionen como infraestructura intermedia entre el laboratorio académico y la planta industrial, cerrando la brecha de la última milla. Desarrollo de programas de I+D colaborativos con cofinanciamiento privado obligatorio, que alineen incentivos y distribuyan el riesgo tecnológico entre el sector público y el privado.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	La baja inversión en CTI constituye un problema estructural del sistema de innovación uruguayo, que se mantiene incluso para los estándares latinoamericanos y cuya resolución es señalada como condición necesaria para cualquier estrategia de desarrollo (Bianchi et al., 2021). El crecimiento de los recursos destinados a CTI en las últimas décadas se explica principalmente por el gasto público, mientras que la inversión privada no ha registrado cambios relevantes pese a los múltiples

	instrumentos orientados a reducir los costos y riesgos de la innovación (Bianchi et al., 2021). A ello se suma una expansión sostenida en la cantidad y variedad de instrumentos de política de CTI, en la que la creación de programas ha prevalecido sobre su discontinuación, lo que plantea desafíos de coordinación y articulación del sistema antes que de disponibilidad de instrumentos (Bianchi et al., 2021).
--	---

Factor 2. Formación y desarrollo de capacidades para la innovación

Descripción del factor en clave PENCTI	Diversas industrias enfrentan dificultades persistentes para cubrir puestos especializados por el desajuste entre la oferta educativa y las demandas del sector productivo, y por la escasez de perfiles técnicos. Es un desafío habilitante: la formación de capital humano para la innovación es condición de posibilidad de la transformación productiva.
Acciones a implementar	Co-diseño de la oferta formativa entre academia e industria; programas de formación de perfiles técnicos (tecnólogos en química, ingeniería, mecatrónica); fortalecimiento de la formación técnica especializada; mecanismos de articulación entre el sistema educativo y la demanda empresarial de capital humano.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	La formación de capacidades para la innovación constituye un desafío transversal del desarrollo productivo uruguayo. Diversos diagnósticos coinciden en que persiste una brecha entre la oferta educativa y las demandas cambiantes del aparato productivo, y en que el sistema de formación profesional y técnica debe estrechar su vínculo con los requerimientos de calificaciones, habilidades y conocimientos de los sectores productivos (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, 2018). Esta brecha se vuelve más crítica en un contexto de cambio tecnológico que desplaza la demanda de trabajo hacia empleos de mayor calificación, lo que exige fortalecer la formación de perfiles técnicos y especializados y los mecanismos de aprendizaje permanente. Esta dinámica se observa con particular claridad en cadenas intensivas en conocimiento. En el sector forestal-maderero, por ejemplo, se constata la falta de adecuación de la oferta educativa a las necesidades del mercado de trabajo, con dificultades para cubrir puestos de mayor especialización y reclamos recurrentes de las industrias por la escasez de perfiles técnicos y profesionales especializados en la región (Rodríguez Miranda et al., 2014).

Factor 3. Excesivo costo del tiempo en las habilitaciones regulatorias y sanitarias

Descripción del factor en clave PENCTI	Este factor es de carácter habilitante: la fricción regulatoria opera como un cuello de botella transversal que condiciona la capacidad del sistema productivo para innovar, escalar y atraer inversión, independientemente del sector o la cadena de valor considerada. El desafío consiste en reducir el costo del tiempo que las empresas enfrentan al obtener licencias operativas o registrar productos innovadores en agencias públicas —como el MSP o el MGAP—, donde los plazos son significativamente más altos que los de referentes internacionales. La institucionalidad pública tiende a no internalizar ese costo: opera con frecuencia de forma secuencial, con escasos mecanismos de rendición de cuentas sobre plazos y con una elevada aversión al riesgo institucional que ralentiza la aprobación de nuevos proyectos y productos. Esto desincentiva especialmente los lanzamientos tecnológicos de base científica, que dependen de ventanas de oportunidad y de ciclos de inversión privada que no toleran horizontes administrativos indefinidos.
Acciones a implementar	Implementación de sandboxes regulatorios —espacios controlados de experimentación— que permitan probar tecnologías emergentes bajo supervisión, sin requerir la habilitación plena como condición previa al piloto. Digitalización inteligente de los procesos de fiscalización mediante interoperabilidad de datos entre organismos, ingreso único de información y análisis de riesgo como criterio de priorización de controles, en sustitución de revisiones generalizadas y secuenciales.

	Introducción de permisos provisorios y mecanismos de preaprobación para productos y proveedores seleccionados, que permitan avanzar en procesos productivos mientras se completan las instancias regulatorias obligatorias. Investigación y evaluación de impacto regulatorio aplicada al diseño de instrumentos, para identificar cuellos de botella, medir costos ocultos y proponer modelos de "regulación inteligente" que garanticen estándares de calidad y seguridad sin generar fricciones innecesarias.
Evidencia desde los trabajos académicos y técnicos relevados	Los datos cuantitativos ilustran la magnitud del problema. Obtener una licencia operativa en Uruguay demanda 167 días, frente a 47,6 en América Latina y el Caribe y 27,4 en la OCDE. Los procedimientos de apertura de empresas consumen 1.080 horas anuales, frente a 724 en el grupo LA7, con los procesos de identificación y registro explicando 840 de esas horas (Castellanos et al., 2025). El 25,1% de las firmas identifica los permisos y licencias como restricción mayor, por encima del 18,4% regional (Castellanos et al., 2025). Estos resultados reflejan la existencia de costos regulatorios relevantes asociados a la duración y complejidad de los procedimientos administrativos. La persistencia de cargas burocráticas y demoras en los procesos de autorización puede afectar especialmente a empresas pequeñas y emprendimientos innovadores, que cuentan con menores capacidades para absorber costos de gestión y enfrentar incertidumbre asociada a la implementación de nuevos proyectos.

5. Referencias bibliográficas

- Aguirre, E. (2022). La asociación entre adopción de tecnologías y productividad en la ganadería de carne vacuna en Uruguay. En *Anuario OPYPA 2022* (pp. 559–570). Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. (2023). *Desafíos globales, soluciones regionales: América Latina y el Caribe frente a la crisis climática y de biodiversidad* (Reporte de Economía y Desarrollo 2023).
- Banco Mundial. (2020). *Uruguay: Logística, infraestructura y empresas estatales. Situación y evaluación inicial* (Informe N.º AUS0001965).
- Bianchi, C. (2007). *Capacidades de innovación en la industria manufacturera uruguaya, 1985-2003* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Repositorio Colibrí.
- Bianchi, C., Bortagaray, I., Liurner, F., & Magallán, E. (2021). *Desafíos para el Uruguay del siglo XXI: Políticas de ciencia, tecnología e innovación y desarrollo sostenible* (Ideas para agendas emergentes n.º 4). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Bianchi, C., & Gras, N. (2006). Innovative behaviour and economic performance in the Uruguayan manufacturing industry, 2001-2003 [Ponencia]. *International ProACT Conference: Innovation Pressure*, Tampere, Finlandia.
- Bianchi, C., & Isabella, F. (2024). Crecimiento inclusivo sin cambio estructural: Políticas públicas en Uruguay 2005-2019. En J. Sutz & I. Bortagaray (comps.), *Desarrollo, ciencia, tecnología, innovación y sus interacciones: Perspectivas y propuestas diversas* (pp. 305–339). Fin de Siglo.
- Bianchi, C., Isabella, F., Martinis, A., & Picasso, S. (2024). Varieties of middle-income trap: Heterogeneous trajectories and common determinants. *Structural Change and Economic Dynamics*, 71, 320–336. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.08.008>.
- Castellanos, M. A., Evans, C., Guarnieri, R., & Pérez-Saiz, H. (2025). *Boosting growth in Uruguay through structural reforms and artificial intelligence* (Selected Issues Papers, 2025/142). International Monetary Fund.
- Dieste, A. (2012). *Programa de promoción de exportaciones de productos de madera*. Ministerio de Industria, Energía y Minería, Dirección Nacional de Industrias; Consejo Sectorial Forestal-Madera.
- Dieste, A., Cabrera, M. N., Clavijo, L. y Cassella, N. (2019). *La bioeconomía forestal en Uruguay desde una perspectiva tecnológica*. Universidad de la República, Facultad de Ingeniería.
- Federici, M. T., Vallejos, M., Simón, C., Rovira, P., Ciganda, V., Rigamonti, N. y Ferrari, G. (2022). Impacto de las cianotoxinas en la producción agropecuaria y el ambiente. *Revista INIA*, (68), 79–83.
- Isabella, F. (2024). Commodity dependence, structural reforms, and commodity trap: South America 1970-2017. *Brazilian Journal of Political Economy*, 44(3), e243643.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2019). *Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario (PNA-Agro)*. Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2024). *Estrategia Nacional de Bioeconomía Sostenible*. Oficina de Programación y Política Agropecuaria.
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto. (2018). *Demanda de trabajo en Uruguay: Tendencias recientes y miradas de futuro* (Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050, Serie de divulgación, Vol. VII).
- Pittaluga, L., Álvarez Vaz, R., Dianessi, M., Lamas, J. N., Lezcano Raposo, M. S., Morales Olmos, V., Rodríguez Miranda, A., Sanguinetti Pardo, M., Aubet Ayrala, N. R., Dorrego, J., Galaso Reca, P. y Goinheix Costa, S. (2025). *Informe final del proyecto: Senderos de transición hacia la bioeconomía forestal en Uruguay* (Proyecto FMV_1_2021_1_166520). Agencia Nacional de Investigación e Innovación.
- Rodríguez Miranda, A., Barrenechea, P., Troncoso, C., Sancho, L. y Bouzón, H. (2014). *Conglomerado forestal madera de Tacuarembó y Rivera: Profundización de la estrategia competitiva* [Informe de consultoría]. Programa de Competitividad de Conglomerados y Cadenas Productivas, Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

Uruguay XXI. (2025). *Sector forestal 2025*.