**Preguntas:**

**Agricultura/silvicultura**

**Investigación:**

* Se ha explorado tecnologías nuevas y emergentes aplicables a la agricultura/silvicultura (TRL1)
* Se ha realizado pruebas de laboratorio para evaluar los conceptos tecnológicos y poder corroborar la hipótesis planteada para el sector agrícola/silvicultura (TRL3)
* Se ha formulado conceptos teóricos para nuevas tecnologías agrícolas/silvicultura (TRL2)
* Se ha evaluado la eficacia de nuevas técnicas agrícolas/silvicultura dando resultados positivos en condiciones controladas (TRL3)
* Se ha desarrollado hipótesis sobre la aplicación de tecnologías emergentes en la agricultura/silvicultura (TRL2)
* No cumplo con ninguna de las alternativas

**Desarrollo tecnológico:**

* Se ha realizado pruebas controladas en entorno de laboratorio de sistemas tecnológicos agrícolas/silvicultura (TRL4)
* Se ha evaluado la eficacia de la tecnología agrícola/silvicultura en un entorno relevante o de alta fidelidad (TRL5)
* Se ha ajustado la tecnología agrícola/silviculturas basadas en los resultados de demostraciones en un entorno operacional (TRL6)
* Se ha ajustado y optimizado el/los prototipos agrícolas/silvicultura basados en las pruebas y resultados del laboratorio o entorno de baja fidelidad (TRL4)
* Se ha demostrado que la tecnología presentada es eficiente y sostenible en un entorno operativo relevante (fuera de un entorno controlado, pero no es un entorno operativo final) (TRL6)
* Se ha ajustado y mejorado los componentes tecnológicos basados en las pruebas de entorno relevante. (TRL5)
* No cumplo con ninguna de las alternativas

**Innovación**

* La tecnología propuesta ya ha sido probada y demostrada en condiciones operativas finales, es decir, en el entorno real de uso (TRL7)
* Se tiene informes detallados donde se evidencie resultados positivos del desempeño de la tecnología en operaciones diarias (TRL7)
* La tecnología ha sido completamente desarrollada e implementada (TRL8)
* Se cuenta con los certificados emitidos por autoridades regulatorias relevantes (TRL8)
* Tu tecnología está en proceso de implementación comercial o ya se encuentra en el mercado (TRL9).
* La tecnología está completamente operativa y se utiliza en operaciones comerciales de manera regular (TRL9).
* No cumplo con ninguna de las alternativas

**Desarrollo comercial:**

* Se está recopilando y analizando datos de los usuarios/clientes agrícolas/silvicultores para realizar las mejoras pertinentes y llevar a cabo campañas de marketing y ventas para aumentar la adopción y expandirse al mercado (TRL 9)
* Se ha desarrollado material de soporte técnico y formación para los usuarios y clientes potenciales (TRL 8)
* Se ha presentado la tecnología a potenciales clientes y/o empresas y ha recibido interés para futuras implementaciones comerciales (TRL 7)
* No cumplo con ninguna de las alternativas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Actividad de I+D+i** | **Nivel TRL** | **Definición** | **Indicadores de Resultados** | **Descriptores** |
| **Investigación básica** | **TRL1**  **Principios Básicos de las nuevas tecnologías** | Identificación y observación de los **principios básicos** que sustentan una **nueva tecnología** aplicables al agro. Esta fase implica **investigaciones teóricas** y **experimentales** que todavía no tienen aplicaciones específicas en mente. | * **Publicaciones científicas** iniciales * Observaciones de principios biológicos * Reportes de biodiversidad agrícola * Identificación de problemas ecológicos * Estudios de ecosistemas agrícolas | * Identificación de especies y sus necesidades nutricionales * **Modelos teóricos** de sostenibilidad agrícola * **Investigación básica** en biología agrícola |
| **Investigación aplicada** | **TRL2**  **Formulación de conceptos y/o aplicaciones** | Se conceptualizan **aplicaciones tecnológicas** basadas en los principios observados. Esto incluye **estudios preliminares** de la viabilidad de estas aplicaciones, con potenciales en el agro | * **Formulación de conceptos** tecnológicos * Análisis de viabilidad preliminar * Estudios de impacto ambiental iniciales * Reportes de **investigación aplicada** | * Identificación de **tecnologías potenciales** (métodos de cultivo, técnicas de riego) * Evaluación de **impactos ambientales** preliminares * Análisis de **viabilidad técnica** y **económica** * Desarrollo de modelos conceptuales de agricultura sostenible |
| **TRL3**  **Prueba de concepto analítica y experimental** | Se realizan **estudios analíticos** y experimentales para validar los principios básicos observados y aplicados.  Incluye **simulaciones** y **experimentos de laboratorio**, aplicados a la pesca. | * Resultados de **pruebas experimentales** * Validación de principios básicos en laboratorio * Reportes de **experimentos controlados** * Documentación de **pruebas de concepto** | * Desarrollo de **prototipos básicos** (sistemas de riego inteligente, sensores de suelo) * Experimentación controlada en laboratorio * Evaluación de métodos agrícolas sostenibles * **Análisis de eficacia** de nuevas tecnologías en condiciones de laboratorio |
| **TRL4**  **Validación tecnológica (componentes/subsistema) en entorno de laboratorio-pruebas de baja fidelidad** | En este nivel se realiza un **prototipo** de la tecnología a desarrollar la cual será sometida a pruebas de **entorno de laboratorio** que demostrará las características principales del prototipo.  La fidelidad del entorno es baja, es decir, no representa plenamente las **condiciones operativas reales.** | * **Componentes tecnológicos** del prototipo validados en laboratorio * Reportes de pruebas en laboratorio * Documentación de resultados de simulaciones | * Pruebas de dispositivos de cultivo en entornos controlados * Simulación de **condiciones agrícolas en laboratorio** * Visualización de los **primeros diseños** del prototipo * **Validación de tecnologías** de monitoreo agrícola en entornos controlados |
| **Desarrollo tecnológico** | **TRL5**  **Validación tecnológica (componentes/subsistema) en entorno relevante-alta fidelidad** | Es el nivel en el cual la **tecnología aplicada** al agro se valida en un **entorno relevante** que simula las condiciones operacionales reales, pero no necesariamente en el campo o en un entorno de uso final. Este nivel se centra en verificar que todos los componentes del sistema funcionen juntos como se espera en condiciones casi reales, pero aún controladas. | * **Prototipos validados** en **entornos simulados relevantes** * Informes detallados de **pruebas de rendimiento** * **Evaluaciones iniciales** de eficiencia y sostenibilidad | * Pruebas en **grandes invernaderos** o **simuladores de campo** * Evaluación de tecnologías de monitoreo en condiciones casi reales * **Optimización** de prototipos basados en pruebas detalladas * Simulación de situaciones operativas reales pero controladas |
| **TRL6**  **Demostración tecnológica (componentes/subsistema) en entorno relevante-alta fidelidad** | Es el nivel en el cual la tecnología aplicada a la pesca se demuestra en un **entorno operativo relevante**. Esto significa que la tecnología se prueba en **condiciones reales de uso**, fuera de un **entorno controlado de laboratorio** o simulación, para validar su rendimiento en el campo, pero no es el **entorno operativo final.** | * **Prototipos demostrados y funcionando** en entornos de prueba en campo * **Informes de rendimiento** en condiciones operativas * **Feedback** de usuarios reales en entornos controlados | * Pruebas de campo en áreas designadas de cultivo * Colaboración con agricultores para **pruebas operativas** * Evaluación de eficiencia y sostenibilidad en condiciones reales * Comparación con **métodos tradicionales** en situaciones operativas reales |
| **Innovación** | **TRL7**  **Demostración del funcionamiento del prototipo en entorno operacional-real** | En este nivel la tecnología aplicada al agro se prueba y se demuestra en el **entorno operativo final**, es decir, en las condiciones reales de uso en el campo. Este nivel implica que la tecnología se utiliza en las **operaciones cotidianas** y se valida su **desempeño** en el ambiente real. | * **Tecnología operativa** en condiciones reales * Integración con sistemas existentes y operativos * Informes detallados de desempeño en operaciones diarias | * Implementación en campos agrícolas reales * Monitoreo continuo durante las operaciones diarias * Validación de cumplimiento regulatorio y de seguridad en uso real * Evaluación de **impacto ambiental y socioeconómico** en operaciones agrícolas reales |
| **TRL8**  **Tecnología Finalizada y certificada** | La tecnología aplicada al agro está completamente desarrollada, finalizada y ha pasado todas las pruebas y **certificaciones necesarias** para su implementación. | * Tecnología calificada para despliegue * Documentación completa de pruebas y validaciones * **Certificaciones regulatorias obtenidas** * Reportes de uso comercial extendido | * Uso extendido en flotas comerciales * **Certificación de tecnologías por autoridades regulatorias** * Evaluaciones de impacto ambiental y económico a gran escala * Optimización continúa basada en retroalimentación de usuarios |
| **TRL9**  **Tecnología en proceso de implementación o comercialización** | La tecnología ha sido probada y demostrada en su **forma final** y está en proceso de ser implementada comercialmente o ya se encuentra en el mercado. | * Tecnología probada en **operaciones comerciales** * **Despliegue a gran escala** y monitorización continua * Reportes de **rendimiento operativo** * Documentación de mejoras basadas en datos | * **Tecnología completamente integrada** en la industria agrícola * Monitoreo continuo de impacto y desempeño * Mejora continua basada en **datos operativos** * Evaluaciones periódicas de sostenibilidad y eficiencia |