**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 |