DESAFÍO UNIVERSIDAD - EMPRESA

Esta necesidad tecnológica forma parte del Concurso de Proyectos de I+D+i y/o consultoría en colaboración Universidad – Empresa "Desafío Universidad Empresa" 2026 organizado por la Fundación Universidades y Enseñanzas Superiores de Castilla y León.

TÍTULO DE LA DEMANDA TECNOLÓGICA A RESOLVER

Referencia:

NT21

Título de la demanda tecnológica propuesta

Agrónomo digital para la gestión inteligente de la nutrición y sanidad del cultivo de patata

Acrónimo:

AgroSmartCare.

Áreas de interés de la demanda tecnológica

(Principal) Tecnologías y ciberseguridad
Energía y medioambiente

Resumen:

El cultivo de patata requiere decisiones precisas sobre fertilización y sanidad vegetal, hoy dependientes de la observación y experiencia del agricultor. Se plantea desarrollar un agrónomo digital que integre imágenes del cultivo, sensores IoT, meteorología, fenología e histórico de manejo para analizar el estado nutricional y sanitario de la planta y anticipar su evolución. Mediante un gemelo digital suelo-planta y modelos de inteligencia artificial, el sistema recomendará si es necesario intervenir, qué actuación o tratamiento aplicar, si no hay necesidad agronómica, no intervenir, optimizando el uso de insumos sin comprometer la producción y la calidad del cultivo.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, Gemelo digital, suelo-planta, Agricultura de precisión, Sanidad vegetal predictiva, Fertilización orgánica de precisión.

DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD DEMANDADA

1.- Descripción de la demanda tecnológica.

El cultivo de la patata requiere un manejo agronómico muy preciso en dos decisiones críticas para su rentabilidad, calidad y sostenibilidad: la fertilización y los tratamientos fitosanitarios. En la actualidad, estas decisiones dependen en gran medida de la observación visual y experiencia del agricultor, o de calendarios fijos de aplicación, sin una validación objetiva del estado real del

cultivo en cada zona de la parcela. Este enfoque provoca frecuentemente la sobre aplicación de fertilizantes y fitosanitarios, un incremento en los costes de producción, un impacto ambiental evitable y riesgo de residuos en el tubérculo destinado al consumo.

Se plantea el desarrollo de un agente de inteligencia artificial —un "agrónomo digital"— accesible por el agricultor a través de un canal sencillo (por ejemplo, el envío imágenes desde el teléfono móvil), organizado en torno a un ciclo continuo de observación, estimación del estado del cultivo, predicción de riesgo y prescripción, capaz de:

– Analizar mediante visión por computador imágenes de la planta o el tubérculo para identificar patrones compatibles con carencias nutricionales, plagas o enfermedades incipientes, estimando su probabilidad de aparición o evolución al combinar la información visual con las condiciones ambientales y el estado fenológico del cultivo.

– Contextualizar el diagnóstico con los datos en tiempo real de los sensores IoT de suelo (humedad, temperatura, conductividad) y de estación meteorológica instalados en la explotación, así como con el histórico de fertilización orgánica aplicado en las diferentes parcelas.

– Evaluar la salud del cultivo mediante teledetección: Integrar series temporales de imágenes satelitales para el cálculo continuo de índices de vegetación (como el NDVI). Esto permitirá cartografiar la heterogeneidad espacial dentro de la parcela, identificar zonas de estrés de forma precoz y guiar al agricultor hacia los puntos críticos de control.

– Desarrollar un modelo digital del sistema suelo-planta que permita estimar la disponibilidad de nutrientes procedentes de las enmiendas orgánicas aplicadas y anticipar la respuesta del cultivo ante distintas estrategias de fertilización, pudiendo integrar conocimiento agronómico, modelos de proceso y técnicas de aprendizaje automático.

– Generar recomendaciones prescriptivas orientadas a la actuación mínima eficaz, incluyendo la no intervención cuando no exista necesidad agronómica suficiente, acompañada de un nivel de confianza y de la evidencia utilizada.

– Registro de trazabilidad agronómica mediante el registro de diagnósticos, recomendaciones y resultados observados en campo, generando un histórico digital que permita recalibrar progresivamente el modelo de IA.

El sistema no busca duplicar ni sustituir un herramientas existentes, sino evolucionar desde sistemas previos de sensorización y control hídrico de la explotación hacia un sistema integrado de decisión agronómica capaz de relacionar de forma dinámica la gestión del agua, la nutrición y sanidad del cultivo.

2.- Antecedentes.

La explotación promotora cultiva patata en Castilla y León y cuenta con experiencia previa en la incorporación de tecnología al proceso productivo: dispone de sensores IoT de humedad, temperatura y conductividad del suelo y de estaciones meteorológicas que alimentan un sistema de apoyo a la decisión de riego basado en reglas agronómicas, actualmente en fase de evolución hacia modelos predictivos. Esta experiencia ha demostrado el valor de sustituir la decisión manual por recomendaciones basadas en datos objetivos, reduciendo el consumo de agua sin penalizar la producción.

Sin embargo, la fertilización y los tratamientos fitosanitarios no cuentan todavía con un sistema equivalente: siguen dependiendo por completo del criterio manual del agricultor, sin diagnóstico objetivo ni trazabilidad de las decisiones tomadas. Al mismo tiempo, la explotación promotora emplea de forma habitual enmiendas orgánicas (compost/biofertilizante) cuya liberación de nutrientes es progresiva y depende de la humedad y temperatura del suelo, lo que hace especialmente valioso disponer de un modelo capaz de estimar su disponibilidad real para el cultivo. Existe además una colaboración científica ya iniciada con investigadores de las universidades de Castilla y León en el ámbito de la agricultura de precisión y los gemelos digitales aplicados al cultivo de patata, lo que constituye una base de partida sólida para abordar este nuevo reto.

3.- Posibles enfoques del proyecto de investigación.

A partir de la experiencia previa en digitalización del riego, el siguiente paso natural es desarrollar un sistema de decisión agronómica individualizada para nutrición y sanidad, que podría abordarse mediante:

– Modelos de visión por computador especializados en patata para reconocer patrones compatibles con carencias nutricionales y síntomas incipientes de enfermedades y plagas, combinando datos públicos y propios.

– Una interfaz de interacción sencilla para que el agricultor consulte el estado del cultivo y reciba recomendaciones, integrada con un sistema de decisión que combine el análisis de imagen, los datos de los sensores IoT y estaciones meteorológicas de la parcela concreta, el procesamiento automatizado satelitales para el cálculo del NDVI y una base de conocimiento agronómico, para generar una recomendación personalizada y no una respuesta genérica.

– Un modelo gemelo digital de mineralización suelo-planta que, a partir del tipo, dosis y fecha de aplicación del abono orgánico, la humedad y temperatura del suelo y la fase fenológica, estime la disponibilidad de los principales nutrientes de interés agronómico, especialmente nitrógeno y potasio, la necesidad adicional y el momento óptimo de aplicación.

– Un mecanismo de confianza y trazabilidad que acompañe cada recomendación con su nivel de certeza y la evidencia utilizada, y que registre diagnóstico, recomendación, actuación real y resultado para recalibrar el modelo a partir de la experiencia acumulada, como alternativa más viable a una fase de aprendizaje por refuerzo desde el inicio del proyecto.

– Un protocolo de validación agronómica en campo, comparando una zona con manejo convencional frente a una zona gestionada según las recomendaciones del sistema, midiendo producción, calibre, número de tratamientos fitosanitarios, fertilizante y agua empleados, e incorporando una métrica de eficiencia productiva por unidad de insumo, evaluada conjuntamente sobre producción comercial, calibre, consumo de agua, fertilización, tratamientos fitosanitarios y costes.

– Un canal de acceso sencillo para el agricultor (aplicación de mensajería), de forma que la interacción con la tecnología no exija conocimientos técnicos ni cambie su forma habitual de trabajar.

4.- Enfoques sin interés.

No se considera de interés un proyecto que se limite a una aplicación genérica de reconocimiento de enfermedades a partir de fotografías, sin integrar los datos propios de la explotación (sensores IoT, histórico de abonado, condiciones de la parcela), ya que ese tipo de soluciones ya existen en el mercado y no aportan diferenciación ni ventaja competitiva real.

Tampoco interesan los enfoques centrados exclusivamente en la elaboración de dashboards o informes descriptivos sin capacidad de generar una recomendación accionable, ni un proyecto centrado exclusivamente en la gestión del riego, al existir ya una línea de desarrollo específica en este ámbito.

No se considera prioritario un enfoque que dependa de infraestructura o inversión en hardware inasumible para una explotación de tamaño pequeño-mediano, ni aquel que no contemple la fertilización orgánica como parte del modelo de recomendación.

Tampoco interesa un planteamiento que dependa desde el inicio de una fase de aprendizaje por refuerzo sin validación agronómica previa, ni que presente el diagnóstico por imagen como infalible o sin un nivel de incertidumbre asociado.

Si desea remitir una propuesta de solución tecnológica *(proyecto de investigación y/o consultoría)* ***deberá enviar el formulario de participación*** *(ANEXO II), descargable en* ***www.redtcue.es/desafio*** ***a una de las direcciones de correo electrónico que se indican en las bases del concurso antes del 18/12/2026***

Acceso a información general del concurso