

Estructura y Organización del Conocimiento del Sistema Experto para la Gestión de Hidroponía bajo Invernadero en Tierra del Fuego

Introducción

Este informe detalla cómo se estructura, organiza y gestiona el conocimiento obtenido del experto humano (agrónomos e ingenieros especializados en hidroponía bajo invernadero en Tierra del Fuego) para desarrollar un sistema experto. Este sistema tiene como objetivo asistir a productores locales en la gestión eficiente de sus cultivos hidropónicos, optimizando el rendimiento y reduciendo pérdidas mediante recomendaciones precisas basadas en parámetros críticos.

1. Estructura General del Conocimiento

El conocimiento extraído del experto se estructura principalmente en dos grandes grupos de información:

- **Conocimiento declarativo:** Incluye hechos o datos específicos sobre parámetros óptimos de cultivo, umbrales críticos, tipos de cultivos, etapas fenológicas, condiciones ambientales ideales y síntomas visuales de enfermedades o deficiencias.
- **Conocimiento procedimental:** Comprende procedimientos específicos para corregir desviaciones en parámetros clave (temperatura, pH, nutrientes), manejo preventivo de plagas, programación de tareas de mantenimiento y control diario del sistema hidropónico.

2. Métodos de Inferencia Aplicados

Para la representación y toma de decisiones se utilizará predominantemente un motor basado en:

Reglas del tipo IF-THEN (Si-Entonces)

- Son reglas condicionales que permiten diagnosticar situaciones y sugerir acciones correctivas inmediatas.
- Se ejecutan mediante inferencia hacia adelante (forward chaining).

Ejemplo (simplificado):

- **SI** el pH < 5.5 en la solución nutritiva Y cultivo = "lechuga"
- **ENTONCES** recomendar agregar solución alcalinizante hasta llevar el pH a un rango óptimo (entre 5.8 y 6.2).

Árboles de Decisión (en casos específicos)

- Serán utilizados para diagnosticar problemas más complejos (por ejemplo, identificar una enfermedad específica según síntomas visuales combinados con condiciones ambientales).
- Facilitan la identificación de causas raíz con múltiples alternativas claramente ramificadas.

3. Organización del Conocimiento: Reglas y Criterios

Las reglas extraídas del experto se organizarán en grupos o módulos temáticos claramente definidos, cada uno respondiendo a objetivos específicos:

Módulo 1: Parámetros críticos del cultivo

- pH de solución nutritiva.
- Conductividad eléctrica (CE).
- Temperatura del agua.
- Temperatura ambiental.
- Humedad relativa.

Módulo 2: Manejo integrado de plagas y enfermedades

- Prevención según rango de humedad y ventilación.
- Diagnóstico según síntomas visuales y ambientales.
- Tratamientos recomendados (productos orgánicos, ajustes ambientales).

Módulo 3: Programación y planificación de tareas

- Ciclos de recirculación y renovación de solución.
- Cronograma semanal de monitoreo y ajuste.
- Programación de limpiezas y desinfecciones periódicas del sistema.

4. Ejemplos detallados de reglas

A continuación, se presentan ejemplos específicos de reglas:

Reglas sobre parámetros críticos

- **Regla 1 (pH):**
 - Si el cultivo es “lechuga” y el pH está entre 4.5 y 5.4,
 - Entonces recomendar agregar buffer alcalino hasta alcanzar pH entre 5.8 y 6.2.
- **Regla 2 (Conductividad eléctrica):**
 - Si la conductividad eléctrica es menor a 1.2 mS/cm en fase de crecimiento vegetativo,
 - Entonces recomendar aumentar nutrientes en solución hasta alcanzar entre 1.4 y 1.8 mS/cm.
- **Regla 3 (Temperatura):**
 - Si la temperatura del agua es inferior a 16 °C,
 - Entonces recomendar ajustar calefacción del depósito para alcanzar entre 18 y 22 °C.

Reglas sobre plagas y enfermedades

- **Regla 4 (Prevención plagas):**

- **Si** la humedad relativa supera 85% y ventilación es insuficiente,
- **Entonces** recomendar aumentar la ventilación para reducir humedad por debajo del 75%.
- **Regla 5 (Diagnóstico enfermedad):**
 - **Si** aparecen manchas marrones en hojas, bordes blandos y alta humedad,
 - **Entonces** diagnosticar probable infección por hongo Botrytis y recomendar aplicación de fungicida biológico y reducir humedad relativa por debajo del 70%.

Reglas sobre planificación y tareas

- **Regla 6 (Renovación solución):**
 - **Si** han transcurrido más de 15 días desde la última renovación completa de solución nutritiva,
 - **Entonces** recomendar la renovación completa de la solución en las próximas 24 horas.

5. Lógica de la Organización del Conocimiento

La lógica para organizar el conocimiento se basa en:

Jerarquización de relevancia

- Parámetros críticos y urgentes (pH, temperatura, conductividad eléctrica) se evalúan primero, debido al impacto inmediato que pueden tener en la salud de los cultivos.
- Problemas secundarios (como plagas o manejo preventivo) se evalúan después, ya que suelen derivar de las condiciones iniciales.

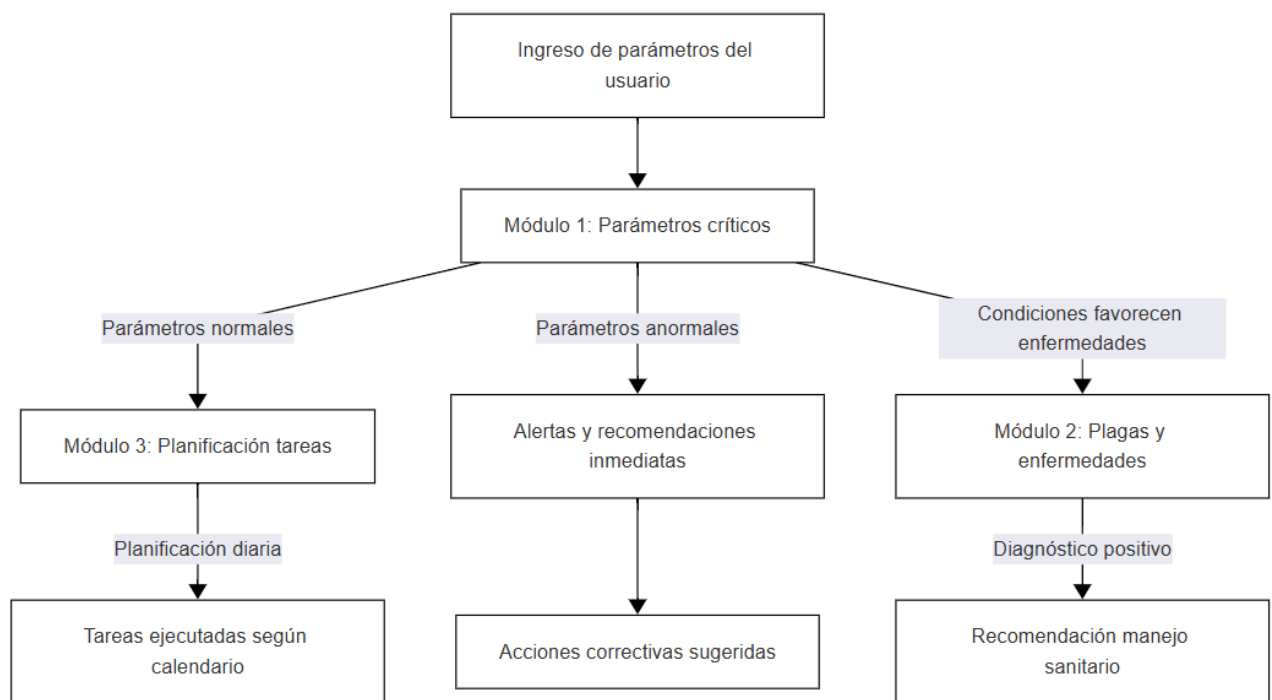
Agrupación temática

- Cada módulo agrupa reglas relacionadas para facilitar su mantenimiento y expansión, permitiendo actualizaciones independientes sin alterar la lógica general.

Relaciones cruzadas (encadenamiento)

- Algunas reglas pueden activar o desencadenar otras reglas. Por ejemplo, una regla de temperatura puede llevar a otra de manejo de plagas si la temperatura afecta indirectamente la proliferación de hongos.

6. Diagrama conceptual de organización del conocimiento



7. Conclusión

El conocimiento del experto humano se organizará en reglas simples y fácilmente interpretables, combinadas en módulos temáticos que interactúan entre sí mediante reglas condicionales del tipo IF-THEN y árboles de decisión en casos puntuales. Esta estructura garantiza recomendaciones claras, precisas y accionables, simplificando el proceso de toma de decisiones en hidroponía bajo invernadero en Tierra del Fuego. El sistema será modular, escalable, y adaptable a nuevas necesidades, permitiendo una evolución continua de su base de conocimiento.