

252233-FITOSMART:
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA DE
FITOMONITORIZACIÓN DE
CULTIVO HIDROPÓNICO
UTILIZANDO CÓMPUTO
SENSIBLE AL CONTEXTO Y
TÉCNICAS DE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL.
(Tercera Etapa)

Programa de Estímulos a la
Innovación

2018



AN_R7_VyA_Modelado 3D

*En el presente documento se describen la visión y alcance del
modelado 3D del Fitotrón, así como las partes que lo conforman
según los requerimientos mencionados en el documento “
AN_R7_VyA_Modelado 3D”.*

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PROPÓSITO DEL DOCUMENTO	1
A.	Alcance	1
B.	Definiciones acrónimos y abreviaturas	4
III.	POSICIONAMIENTO	5
A.	Justificación	5
B.	Descripción del problema	5
C.	Descripción de la posición del producto	5
IV.	IDENTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS FINALES E INVOLUCRADOS	6
A.	Resumen de involucrados y usuarios finales	6
B.	Ambiente de uso	6
V.	VISTA GENERAL DEL PRODUCTO	7
A.	Perspectiva del producto	7
B.	Supuestos y dependencias del negocio	7
VI.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTO FINALES	7
VII.	REQUERIMIENTO DEL PRODUCTO	8
A.	Requerimientos del sistema.....	8
B.	Requerimientos de desempeño	8
C.	Requerimientos de ambiente de desarrollo	9

I. INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como finalidad definir la estructura del invernadero hidropónico, así como cada uno de los elementos que lo conforman para llevar a cabo el monitoreo del correcto desarrollo del cultivo. Por ende, se incluyen los detalles de cada módulo que interviene en el proceso de monitorización, explicando a detalle sus funciones para alcanzar tal objetivo.

Los módulos tienen la tarea de sensor ciertas variables que influyen fuertemente en el desarrollo de las plantas, permitiendo tener una perspectiva más amplia de los parámetros considerados dentro del invernadero, y que ayudarán al correcto desempeño de éste para lograr un cultivo hidropónico exitoso; para esto, los módulos se encontrarán situados de tal manera que las variables adquiridas sean las adecuadas según la zona de medición, además de contar con actuadores para manipular el flujo del líquido que contiene los nutrientes. Gracias al modelado 3D, se puede visualizar de mejor manera la ubicación de tales módulos, para que su uso no bloquee el paso al usuario final, permitiendo manejar los instrumentos de manera fluida y cuidando físicamente de estos módulos.

Los módulos además serán capaces de intercambiar la información con el módulo principal, el cual a su vez permitirá al usuario tener acceso a ésta, además de recibir las instrucciones correspondientes cuando sea necesario. Por otro lado, éste módulo principal actualizará las variables adquiridas en las bases de datos FitoSmart y de Firebase, concluyendo en un Fitotrón automatizable que facilita el monitoreo del cultivo a largas distancias.

El modelado 3D se realiza mediante un software llamado SolidWorks, el cuál usa una interfaz gráfica basada en Windows, siendo una herramienta fácil de usar que permite visualizar el comportamiento mecánico de un sistema.

II. PROPÓSITO DEL DOCUMENTO

El propósito es describir la visión y alcance del modelado 3D del fitotrón, el cual contará con los módulos necesarios para la correcta medición de las variables que afectan en el desarrollo del cultivo; para lo cual incorpora sensores, actuadores y placas NodeMCU así como una Raspberry Pi 3B, funcionando esta última como el módulo central que logrará el procesamiento de datos y su intercambio, además de servir como medio entre el usuario y el resto de módulos involucrados.

Como parte de los entregables para el proyecto *FitoSmart: Plataforma tecnológica de Fitomonitorización de cultivo hidropónico utilizando Cómputo Sensible al Contexto y técnicas de Inteligencia Artificial*, permitirá al equipo de KUBEET S. DE R.L. DE C.V. alcanzar los parámetros necesarios en el prototipo.

A. Alcance

Se realizará una descripción de las características funcionales o las características para el prototipo del fitotrón, esto es para realizar las pruebas que someten al cultivo a diferentes entornos, usando también diferentes tipos de cultivo, pero con los parámetros recomendados a fin de encontrar el ambiente más adecuado para el desarrollo de las plantas.

Las siguientes funcionalidades derivan de lo dicho anteriormente:

1. Monitorizar las variables ambientales como: Temperatura ambiental, humedad, luminosidad, presión atmosférica, altitud, dióxido de carbono.
2. Monitorizar las variables de la solución nutritiva: pH, temperatura de la solución nutritiva, y conductividad eléctrica.

3. Controlar el flujo de la solución nutritiva.
4. Disponer de controles On/Off de 127Vca.
5. Medir el nivel de la solución nutritiva.

Lo descrito anteriormente corresponde a los módulos clientes que envían o reciben la información al módulo principal, estando divididos básicamente en 3 tipos de módulos: Módulo Monitoreo Ambiente, Módulo Control Nivel y Módulo Monitoreo Nutriente. Las tareas de cada módulo se encuentran organizadas de la siguiente forma:

- Módulo Control Nivel: Controla las bombas que crean el flujo de la solución nutritiva y verifica el nivel de ese líquido en cada contenedor.
- Módulo Monitoreo Ambiente: Mide variables como temperatura ambiental, humedad, temperatura de la solución nutritiva, luminosidad, presión atmosférica, temperatura interna, altitud y nivel; también tiene un control On/Off para 127Vca. Existen 3 de estos módulos en el invernadero.
- Módulo Monitoreo Nutriente: Medición de pH, conductividad eléctrica y temperatura de la solución nutritiva. También monitorea el dióxido de carbono dentro del invernadero.

Las ventajas con las que cuenta un cultivo hidropónico (cultivo sin suelo), son las siguientes:

- Se optimizan todos los insumos de la producción: agua, fertilizantes, energía, etc.
- Se obtienen productos química y biológicamente inocuos, debido a que casi no se usan agroquímicos, pues los cultivos no están expuestos a problemas fitopatológicos relacionados con patógenos del suelo (nematodos, hongos y bacterias).
- Se reducen los costos por el ahorro en mano de obra y control de plagas.
- Aprovechamiento de suelos o terrenos no adecuados para la agricultura tradicional.
- Alto rendimiento por superficie – año, es decir, hay producción continua en el mismo lugar y con ahorro de espacio.
- Garantía de sustentabilidad alimentaria por medio de la disminución en el tiempo del ciclo de cultivo y por consecuencia el incremento de número de cosechas por año.
- Permite tener un mayor control de calidad en el producto final.

La siguiente figura (**Figura 1**), muestra la idea principal de la construcción del invernadero hidropónico en un modelado 3D:

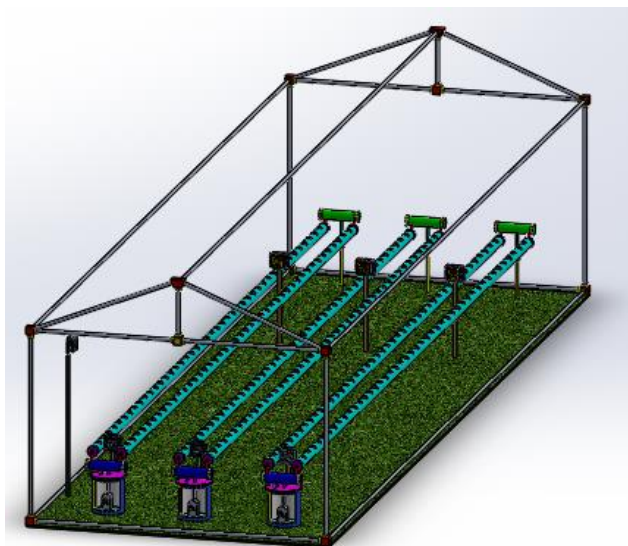


Figura 1 Invernadero hidropónico modelado 3D

En la Figura 1, se pueden distinguir los vectores de cultivo, los cuáles son 6 agrupados en pares. Cada par cuenta con su depósito de solución nutritiva, y poseen un Módulo Monitoreo Ambiente cada uno. A cada par de vectores de cultivo se le llama Fitotrón.

Solo se cuenta con un Módulo Control Nivel, ya que este puede encargarse de controlar las 3 bombas y monitorear el nivel del líquido en cada depósito. En cuanto al Módulo Monitoreo Nutriente, este se muestra al frente, tal como se muestra en la figura de abajo (**Figura 2**); es un módulo desmontable cuyo objetivo es medir las variables que afectan a la solución nutritiva, y en este caso, solo puede leer las variables de la solución nutritiva en un fitotrón a la vez, por esta razón es desmontable.

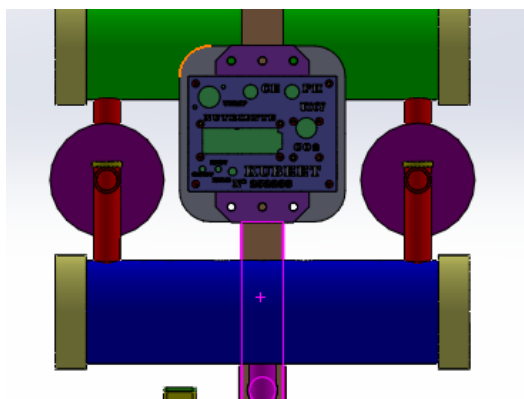


Figura 2 Ilustración del ensamble del Módulo Monitoreo Nutriente

B. Definiciones acrónimos y abreviaturas

- **FitoSmart:** Plataforma web para el análisis de datos y envío de instrucciones a través del Módulo Concentrado y Procesador.
- **Firebase:** Plataforma para el desarrollo de aplicaciones web y aplicaciones móviles.
- **Fitotrón:** Invernadero hidropónico para cultivo.
- **Temperatura:** Magnitud comúnmente referida como calor medible mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica.
- **Humedad:** Cantidad de vapor de agua presente en el aire, se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.
- **Luminosidad:** También llamada claridad, es una propiedad de los colores. Ella da una indicación sobre el aspecto luminoso del color estudiado: Cuanto más oscuro es el color, la luminosidad es más débil.
- **Altitud:** Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.
- **Presión atmosférica:** Es la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire que forma la atmósfera sobre la superficie terrestre.
- **Conductividad eléctrica:** La conductividad (o conductancia específica) de una solución de electrolito es una medida de su capacidad para conducir la electricidad. La unidad SI de conductividad es el siemens por metro (S/m), pero en este proyecto está expresado como mili Siemens por centímetro (mS/cm).
- **pH:** Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones.
- **Dióxido de carbono (CO₂):** Gas inodoro e incoloro que se desprende en la respiración, en las combustiones y en algunas fermentaciones. Las plantas convierten el dióxido de carbono en carbohidratos mediante la fotosíntesis, liberando oxígeno en el proceso.
- **Vectores de cultivo:** Tubos de PVC que contendrán las canastillas con las plantas, permitiendo el flujo de la solución nutritiva dentro de ellos.
- **NodeMCU:** Conformado por un ESP8266 para poder realizar conexiones WiFi. Encargado de la adquisición de variables y controlar ciertos aspectos dentro del Fitotrón.
- **Raspberry Pi 3:** El encargado del Módulo Concentrador y Procesador para el control de los datos obtenidos del Fitotrón.

III. POSICIONAMIENTO

A. Justificación

El modelado 3D del invernadero es necesario para establecer el alcance en la construcción del prototipo, de modo que esta sea óptima para el proyecto *FitoSmart*. Teniendo en cuenta la cantidad de módulos que forman parte de la monitorización de variables, se establece en que ubicación del invernadero deben ser colocados, a fin de que las mediciones sean lo más precisas posibles, ya que tales variables son indispensables para el correcto desarrollo del cultivo.

Las variables de parámetros del contexto son: humedad, temperatura ambiental, temperatura del nutriente, luminosidad, altitud, presión atmosférica, conductividad eléctrica, pH, dióxido de carbono; los sensores para la medición de tales variables están distribuidos en módulos clientes los cuáles a su vez se comunicarán con el módulo principal, logrando un monitoreo bien organizado para determinar si el cultivo está progresando de manera óptima en las condiciones climáticas apropiadas.

Basándose en las necesidades mencionadas, se decidió desarrollar el prototipo del Fitotrón, contando con un módulo principal denominado como Módulo Concentrador y Procesador el cual, a su vez, recibe la información necesaria de 3 módulos clientes llamados Módulo Control Nivel, Módulo Monitoreo Ambiental (de este existen 3 módulos) y Módulo Monitoreo Nutriente.

B. Descripción del problema

La **Tabla 1** detalla el problema y la solución en la construcción del Fitotrón.

Tabla 1 Descripción del problema

Situación	Descripción
El problema	Diseñar y desarrollar un ambiente controlado para el cultivo de plantas, que sea capaz de monitorizar las variables: Temperatura ambiental, humedad, intensidad luminosa, temperatura de la solución nutritiva, altitud, presión atmosférica, conductividad eléctrica, pH, dióxido de carbono. Además de controlar el flujo de la solución nutritiva.
Afecta a	La Plataforma web FitoSmart, ya que necesita de un Fitotrón para realizar las pruebas experimentales del cultivo de plantas y monitorizar las variables ya mencionadas.
Cuyo impacto es	Llevar a cabo las pruebas unitarias para el funcionamiento de cada módulo correspondiente tanto en hardware y en software.
Una solución exitosa debe ser	La implementación del Fitotrón logró los resultados esperados en cuanto al control y la medición de las variables especificadas, así como el acceso a los datos y envío de instrucciones a través de la plataforma web Fito Smart.

C. Descripción de la posición del producto

En la **Tabla 2** se describen las ventajas al desarrollar el prototipo del Fitotrón, comparándolo con otros productos ya existentes en el mercado.

Tabla 2 Posición del prototipo

Situación	Descripción
Para	La empresa KUBEET S. DE R.L. DE C.V., desarrollará el Fitotrón, dada su importancia como parte primordial de <i>FitoSmart</i> : Plataforma tecnológica de fitomonitorización de cultivo hidropónico utilizando <i>Cómputo Sensible al Contexto</i> y técnicas de Inteligencia Artificial.
Quienes	Como proveedores de servicios en TI el prototipo del Fitotrón optimizara el funcionamiento de la Plataforma <i>FitoSmart</i> , a fin de cumplir con las especificaciones del proceso documentado para dicho prototipo desarrollado por KUBEET S. DE R.L. DE C.V.
Nuestro prototipo	Prototipo Fitotrón para cultivo de lechugas.
Que	Forma parte esencial del proyecto para la obtención de parámetros del invernadero.
A diferencia	De los Fitotrones disponibles por terceros cuyas tareas son limitadas a lo descrito por el fabricante. El Fitotrón permitirá la captura de variables de contexto por medio de un Hardware embebido (Raspberry Pi 3).
Nuestro prototipo	Será capaz de obtener las variables del contexto como luminosidad, altitud, humedad, temperatura ambiental, conductividad eléctrica, temperatura del nutriente, temperatura interna, presión atmosférica, pH, dióxido de carbono. También controlará el flujo de la solución nutritiva y contará con controles On/Off disponibles para dispositivos de 127Vca. También se encargará de enviar estas variables y recibir instrucciones por medio un enlace de red utilizando el protocolo de comunicación TCP/IP a través de una conexión Wifi.

IV. IDENTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS FINALES E INVOLUCRADOS

A. Resumen de involucrados y usuarios finales

La **Tabla 3** contiene información de los involucrados en el desarrollo del prototipo del Fitotrón.

Tabla 3 Involucrados en el desarrollo del Fitotrón

Nombre	Representa	Responsabilidades
KUBEET S. de R.L. de C.V.	Equipo de trabajo que desarrollará los elementos que conforman el Fitotrón.	Facilitar la información necesaria para el desarrollo y construcción del prototipo del Fitotrón.
COMIMSA	Equipo de trabajo que apoyará en la construcción del Fitotrón.	Facilitar la información necesaria para la elaboración del prototipo del Fitotrón.

B. Ambiente de uso

Las características que debe poseer el invernadero hidropónico, se enlistan abajo:

- La infraestructura de ser apropiada para el cultivo hidropónico.
- El material usado para su construcción deberá impedir que los factores externos influyan en el cultivo.

- Su ubicación debe evitar que los factores externos intervengan con el ambiente interno controlado.
- Sus elementos deben tener una distancia adecuada para evitar conflictos.
- Deberá tener 3 Fitotrones, cada uno conformado por 2 vectores de cultivo.

V. VISTA GENERAL DEL PRODUCTO

A. *Perspectiva del producto*

Se espera que el prototipo del Fitotrón:

- Contenga un cultivo de plantas para su correcto desarrollo.
- Monitoree las variables del contexto, las cuales son: Temperatura ambiental, dióxido de carbono, temperatura de la solución nutritiva, luminosidad, altitud, presión atmosférica, temperatura interna, humedad, conductividad eléctrica, pH, distancia, nivel del líquido en los contenedores.
- Pueda encender y apagar las bombas.
- Tenga controles disponibles On/Off de 127Vca.
- Use las tramas en la comunicación para el intercambio de datos entre los módulos.
- Red WiFi disponible.
- Tenga protegidos los componentes electrónicos y sistemas embebidos, debido a las condiciones climáticas a las que se expondrán dichos elementos.

B. *Supuestos y dependencias del negocio*

El prototipo del Fitotrón estará desarrollado bajo la visión de este documento, contemplando lo siguiente:

- **Supuestos:**
 - Integración adecuada entre los dispositivos de hardware (Raspberry, Node MCU, actuadores, sensores).
 - Comunicación correcta entre el módulo servidor y los módulos clientes.
- **Dependencias:**
 - Herramientas de desarrollo adecuadas (lenguajes de programación, dispositivos de hardware).
 - Recursos de hardware compatibles.
 - Conexión alámbrica e inalámbrica.

VI. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTO FINALES

En la **Tabla 4** se mencionan las características funcionales para el prototipo del Fitotrón. Las acotaciones para el campo de prioridad son: Resolver Inmediato (RI), Alta (A), Normal (N) y Baja (B).

Tabla 4 Características funcionales del Fitotrón

Características del Prototipo	Prioridad
Fitotrón para cultivos hidropónicos	
El prototipo del Fitotrón, deberá monitorizar y adquirir las variables de los sensores.	RI

Capturará las variables del contexto por medio de: Hardware embebido: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura ambiental. • Temperatura de la solución nutritiva. • Temperatura interna • Humedad. • Luminosidad. • Altitud. • Presión atmosférica. • Conductividad eléctrica. • PH. • Dióxido de carbono • Nivel de la solución nutritiva en los contenedores. • Distancia del cultivo. 	RI
Controlará el flujo de la solución nutritiva.	RI
Tendrá controles On/Off de 127Vca disponibles.	RI
Usará tramas desde el módulo servidor como solicitud de información o instrucciones para etapas de control.	RI
Recibirá las solicitudes o instrucciones del usuario desde la plataforma web <i>Fito Smart</i> .	RI
Actualizará automáticamente las bases de datos en <i>Fito Smart</i> y <i>Firebase</i> .	RI

VII. REQUERIMIENTO DEL PRODUCTO

A. *Requerimientos del sistema*

El prototipo del Fitotrón deberá funcionar bajo los siguientes requerimientos:

- Ambiente operativo adecuado.
- Comunicación WiFi.
- Disponibilidad de internet.

B. *Requerimientos de desempeño*

El prototipo del Fitotrón está desarrollado de tal forma, que se debe cumplir con los siguientes requisitos de funcionalidad:

- Velocidad adecuada para el intercambio de información en los módulos clientes, al medir las variables y realizar las instrucciones.
- Funcionamiento adecuado de los sensores y actuadores en el Módulo Monitoreo Ambiental.
- Funcionamiento adecuado para controlar las bombas en el Módulo Control Nivel y lectura del nivel del líquido.
- Funcionamiento adecuado de los sensores en el Módulo Monitoreo Nutriente.
- Envío de las variables al Módulo Concentrador y Procesador.
- Envío de solicitud desde el Módulo Concentrador y Procesador a los módulos clientes, a través de la interfaz gráfica y de la base de datos en Firebase.
- Intercambio de información a través tramas.

C. Requerimientos de ambiente de desarrollo

El prototipo del Fitotrón será desarrollado según los requerimientos mencionados a continuación:

a) Módulo Concentrador y Procesador

- Sistema Operativo Raspbian.
- Lenguaje de programación Python versión 2.7.
- Protocolo de comunicación TCP/IP.

b) Módulo Control Nivel, Módulo Monitoreo Ambiente y Módulo Monitoreo Nutriente

- Programación con IDE Arduino.
- Librerías específicas para el correcto funcionamiento de los sensores.
- Red de área local.
- Protocolo de comunicación TCP/IP.