|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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\_PrototipoFitotron** | *Documento donde se describe la visión y alcance de la construcción del prototipo del Fitotrón, así como las partes que conforman este respecto a los requerimientos mencionados en el documento “ AN\_R7\_VyA\_PrototipoFitotron”.* | |

**CONTENIDO**

[I. INTRODUCCIÓN 1](#_Toc519077173)

[II. PROPÓSITO DEL DOCUMENTO 1](#_Toc519077174)

[A. Alcance 1](#_Toc519077175)

[B. Definiciones acrónimos y abreviaturas 2](#_Toc519077176)

[III. POSICIONAMIENTO 3](#_Toc519077177)

[A. Justificación 3](#_Toc519077178)

[B. Descripción del problema 4](#_Toc519077179)

[C. Descripción de la posición del producto 4](#_Toc519077180)

[IV. IDENTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS FINALES E INVOLUCRADOS 5](#_Toc519077181)

[A. Resumen de involucrados y usuarios finales 5](#_Toc519077182)

[B. Ambiente de uso 5](#_Toc519077183)

[V. VISTA GENERAL DEL PRODUCTO 5](#_Toc519077184)

[A. Perspectiva del producto 5](#_Toc519077185)

[B. Supuestos y dependencias del negocio 6](#_Toc519077186)

[VI. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTO FINALES 6](#_Toc519077187)

[VII. REQUERIMIENTO DEL PRODUCTO 7](#_Toc519077188)

[A. Requerimientos del sistema 7](#_Toc519077189)

[B. Requerimientos de desempeño 7](#_Toc519077190)

[C. Requerimientos de ambiente de desarrollo 7](#_Toc519077191)

# INTRODUCCIÓN

Para la elaboración e implementación del prototipo de Fitotrón, se han añadido los módulos necesarios para el monitoreo del mismo. Estos módulos están denominados como: Módulo Concentrador y Procesador, siendo éste el módulo maestro o servidor el cuál recibe la información del resto de los módulos; Módulo Control Nivel, para monitorear el nivel del líquido y control de las bombas; Módulo Monitoreo Ambiente, para el monitoreo de variables ambientales dentro del Fitotrón; Módulo Monitoreo Nutriente, para obtener variables relacionadas a la solución nutritiva. Además de recibir la información de los módulos clientes, el módulo servidor puede enviar ciertas instrucciones a los módulos apropiados y subir toda esa información a la plataforma web *Fito Smart* desde la cual, el usuario podrá tener acceso teniendo el software indicado incluso en dispositivos móviles. Esto significa también que el usuario puede enviar instrucciones al módulo principal si así lo requiere.

Lo mencionado previamente corresponde en este documento a la implementación del invernadero para situar los materiales necesarios en las bases de las plantas, la correcta circulación del flujo de la solución nutritiva y la correcta colocación de los módulos dentro del invernadero.

# PROPÓSITO DEL DOCUMENTO

Se tiene como propósito describir la visión y alcance del prototipo del Fitotrón (construcción del prototipo del invernadero), el cual incorporará una Raspberry Pi 3 y placas NodeMCU, así como sensores para monitorear variables y en algunos casos controlar ciertas variables.

El Fitotrón, se construyó como parte de los entregables del proyecto FitoSmart: Plataforma tecnológica de Fitomonitorización de cultivo hidropónico utilizando Cómputo Sensible al Contexto y técnicas de Inteligencia Artificial, de tal manera que permita al equipo de KUBEET S. DE R.L. DE C.V. tener un alcance completo de las características que deberá reunir dicho prototipo.

## Alcance

En este documento se hará enfoque en la descripción de las necesidades y/o características funcionales que contendrá el prototipo del Fitotrón. Esto está planteado para realizar las pruebas experimentales, que piden someter a varios tipos de una misma planta a diferentes ambientes según los parámetros recomendados, con el propósito de determinar el ambiente más adecuado para el correcto desarrollo de las plantas, en cada uno de sus tipos.

Para lograr lo anteriormente mencionado, el Fitotróncontará con dispositivos que permitan las siguientes funcionalidades:

1. Monitorizar variables como temperatura ambiental, humedad, temperatura de la solución nutritiva, luminosidad, temperatura interna, presión atmosférica, altitud, dióxido de carbono.
2. Monitorizar variables que afecten los nutrientes que recibe la planta, mediante la medición de pH y conductividad eléctrica.
3. Monitorizar el nivel/altura de los vectores de cultivo.
4. Controlar el flujo de la solución nutritiva.
5. Disponer de controles On/Off de 127Vca.
6. Verificar el nivel de la solución nutritiva, para evitar su escasez.

Asimismo, se desarrolló un Módulo Concentrador y Procesador encargado de recopilar las variables de los parámetros operados en el Fitotrón, siendo éste módulo el módulo servidor contando con 3 módulos clientes:

* Módulo Control Nivel: Encargado de controlar las bombas que crean el flujo de la solución nutritiva y verificar el nivel de ese líquido en cada contenedor.
* Módulo Monitoreo Ambiente: Encargado principalmente de leer 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. El Fitotrón cuenta con 3 de estos módulos.
* Módulo Monitoreo Nutriente: Encargado de obtener el pH, conductividad eléctrica y temperatura de la solución nutritiva, además de monitorear el dióxido de carbono dentro de la cámara del Fitotrón.

El Fitotrón incluirá los elementos que se necesitan para un cultivo hidropónico (cultivo sin suelo), ya que este tipo de cultivo tiene las siguientes ventajas:

* Optimización de todos los insumos de la producción: agua, fertilizantes, energía, etc.
* Obtención de productos química y biológicamente inocuos, ya que casi no se usan agroquímicos, gracias a que los cultivos no están expuestos a los problemas fitopatológicos relacionados con patógenos del suelo (nematodos, hongos y bacterias).
* Reducción en 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.

## Definiciones acrónimos y abreviaturas

* **Fitotrón:** Invernadero hidropónico para el cultivo de familias de lechugas.
* **FitoSmart:** Es la plataforma web para el análisis de datos y envío de instrucciones a través del Módulo Concentrado y Procesador.
* **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.
* **Temperatura:** Magnitud comúnmente referida como [calor](https://es.wikipedia.org/wiki/Calor) medible mediante un [termómetro](https://es.wikipedia.org/wiki/Termómetro). En física, se define como una [magnitud escalar](https://es.wikipedia.org/wiki/Magnitud_escalar) relacionada con la [energía interna](https://es.wikipedia.org/wiki/Energía_interna) de un sistema termodinámico, definida por el [principio cero de la termodinámica](https://es.wikipedia.org/wiki/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](https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n) que ejerce el [aire](https://es.wikipedia.org/wiki/Aire) que forma la atmósfera sobre la [superficie terrestre](https://es.wikipedia.org/wiki/Tierra).
* **Conductividad eléctrica:** La conductividad (o conductancia específica) de una solución de [electrolito](https://es.wikipedia.org/wiki/Electrolito) es una medida de su capacidad para [conducir](https://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_eléctrica) la electricidad. La unidad [SI](https://es.wikipedia.org/wiki/SI) de conductividad es el [siemens](https://es.wikipedia.org/wiki/Siemens_(unidad)) por metro (S/m), pero en este proyecto está expresado como mili Siemens por centímetro (mS/cm).
* **pH:** Es una medida de [acidez](https://es.wikipedia.org/wiki/Acidez) o [alcalinidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Base_(química)) de una [disolución](https://es.wikipedia.org/wiki/Disolución). El pH indica la concentración de iones [hidrógeno](https://es.wikipedia.org/wiki/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.

# POSICIONAMIENTO

## Justificación

El desarrollo del prototipo del Fitotrón se requiere para complementar la construcción óptima del proyecto *FitoSmart,*  en este proyecto se necesita realizar pruebas con las plantas para determinar el ambiente más favorable para el correcto desarrollo de cada uno de los tipos de la planta; por lo cual, es esencial obtener las variables de parámetros del contexto (*humedad, temperatura ambiental, temperatura del nutriente, luminosidad, altitud, presión atmosférica, conductividad eléctrica, pH, dióxido de carbono*), con las cuales se puede determinar si el cultivo está progresando de manera óptima en las condiciones climáticas apropiadas.

En base a las necesidades requeridas se decidió desarrollar el prototipo del Fitotrón, el cual cuenta con un módulo principal denominado como Módulo Concentrador y Procesador y éste a su vez, recibe la información necesaria de 3 módulos clientes llamados Módulo Control Nivel, Módulo Monitoreo Ambiental (del cual existen 3 módulos) y Módulo Monitoreo Nutriente, encargados de obtener los datos de las variables y controlar algunos aspectos en las pruebas realizadas.

## 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 siguientes variables: Temperatura ambiental, humedad, intensidad luminosa, temperatura de la solución nutritiva, temperatura interna, altitud, presión atmosférica, conductividad eléctrica, pH, dióxido de carbono. Y controlar el flujo de la solución nutritiva. |
| **Afecta a** | La Plataforma web FitoSmart, pues requiere un Fitotrón donde se puedan realizar las pruebas experimentales del cultivo de plantas y monitorizar las variables especificadas. |
| **Cuyo impacto es** | Realizar las pruebas unitarias para la aplicación 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. |

## Descripción de la posición del producto

La **Tabla 2** muestra las ventajas al desarrollar el prototipo del Fitotrón en comparación con otros productos posicionados 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 *FitoSmart:* Plataforma tecnológica de fitomonitorización de cultivo hidropónico utilizando Cómputo Sensible al Contexto y técnicas de Inteligencia Artificial. |
| **Quienes** | Como proveedores de servicios en TI el prototipo del Fitotrón optimizara el funcionamiento de la Plataforma FitoSmart, 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 provistos por terceros cuyas funcionalidades son limitadas a lo expuesto por el fabricante. El Fitotrón permitirá la captura de variables de contexto por medio de un Hardware embebido (Raspberry Pi 3). |
| **Nuestro prototipo** | Contará con la funcionalidad de obtener las variables del contexto como humedad, temperatura ambiental, temperatura del nutriente, temperatura interna, luminosidad, altitud, presión atmosférica, conductividad eléctrica, pH, dióxido de carbono, además de controlar el flujo de la solución nutritiva y contar con controles On/Off disponibles para dispositivos de 127Vca. También se encargará de enviar estas variables y recibir instrucciones a través de un enlace de red utilizando el protocolo de comunicación TCP/IP mediante una conexión Wifi. |

# IDENTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS FINALES E INVOLUCRADOS

## Resumen de involucrados y usuarios finales

La **Tabla 3** presenta la 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 la elaboración 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. |

## Ambiente de uso

El **Fitotrón** es un prototipo que permitirá aumentar su funcionalidad respecto a las etapas del proyecto principal, el ambiente de uso contempla lo siguiente:

* Deberá contar con una infraestructura apropiada para el cultivo hidropónico.
* Deberá estar construido con un material que evite la intervención de factores externos.
* Deberá estar ubicado en un lugar donde los factores externos no puedan interferir con el ambiente controlado en su interior.
* Utilizará la distancia adecuada entre sus diversos elementos para no causar conflictos.
* Deberá contener al menos un cultivo de 270 plantas de alguna familia de la lechuga, dividido en 6 vectores de cultivo, cada uno con 45 plantas y agrupados en pares.

# VISTA GENERAL DEL PRODUCTO

## Perspectiva del producto

Se espera que el prototipo del Fitotrón:

* Almacene un cultivo de plantas para su desarrollo.
* Obtenga las variables del contexto: Temperatura ambiental, temperatura de la solución nutritiva, temperatura interna, humedad, luminosidad, altitud, presión atmosférica, conductividad eléctrica, pH, dióxido de carbono, distancia, nivel del líquido en los contenedores.
* Tenga control sobre el encendido y apagado de las bombas.
* Tenga disponibles controles On/Off de 127Vca.
* Use las tramas en la comunicación para la obtención de variables de los diferentes sensores a emplear.
* Ubicación de conexión WiFi.
* El sistema embebido y todos los componentes electrónicos deberán estar protegidos, debido a las condiciones climáticas a las que se expondrán dichos instrumentos.

## Supuestos y dependencias del negocio

El prototipo del Fitotrón estando desarrollado según la visión de este documento, contemplará lo siguiente:

* **Supuestos:**
  + Adecuada integración entre los dispositivos de hardware (Raspberry, Node MCU, actuadores, sensores).
  + Correcta comunicación entre los módulos servidor y clientes**.**
* **Dependencias:**
  + Herramientas de desarrollo adecuadas (lenguajes de programación, dispositivos de hardware).
  + Compatibilidad entre los recursos de hardware.
  + Conexión alámbrica e inalámbrica.

Cabe mencionar que la plataforma web denominada “FitoSmart” se relaciona directamente con el *Módulo Concentrador y Procesador* el cual se integra por una Raspberry Pi 3 y cuenta con la comunicación necesaria para la recepción de información de los demás módulos. Esto se realizará a través de un enlace de red utilizando el protocolo de comunicación TCP/IP.

# CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTO FINALES

La siguiente tabla detalla las características funcionales del 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:**   * 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** |
| Detectará los cambios en las variables dentro del Fitotrón utilizando sensores para cada una de las variables. | **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 *Fito Smart.* | **RI** |

# REQUERIMIENTO DEL PRODUCTO

## Requerimientos del sistema

El prototipo del Fitotróndeberá funcionar bajo los siguientes requerimientos:

* Ambiente operativo adecuado.
* Comunicación WiFi.

## Requerimientos de desempeño

El prototipo del Fitotrón se desarrolló de tal forma que se pretende cumplir con los siguientes requisitos de desempeño:

* Buena velocidad para la capacidad de respuesta de los módulos clientes al capturar las variables y ejecutar instrucciones.
* Proceso adecuado de los sensores y actuadores en el Módulo Monitoreo Ambiental.
* Proceso adecuado para el control de las bombas en el Módulo Control Nivel y lectura del nivel del líquido.
* Proceso 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.
* Intercambio de información mediante tramas.

## Requerimientos de ambiente de desarrollo

El prototipo del Fitotrón se desarrollará bajo los siguientes requerimientos:

* **Módulo Concentrador y Procesador**
  + Sistema Operativo Raspbian.
  + Lenguaje de programación Python versión 2.7.
  + Protocolo de comunicación TCP/IP.
* **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.