|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | **Primer Semestre 2020**  **FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTOS DE TESIS DE TITULACIÓN**  **Diseño e implementación de un prototipo de una red de sensores inalámbrica para la mejora de producción de minitubérculos de papa.**  **Ignacio Jélvez Hernández**  **Estudiante**  **Christian Lazo Ramirez**  **Patrocinante**  **nte]** |
|  | La evaluación de los proyectos se efectuará, sobre la base de estos formularios. Estos deberán ser completados de acuerdo a las especificaciones indicadas en el mismo formulario  **Valdivia, Julio 2020** |

TABLA DE CONTENIDOS

[PRESENTACIÓN GENERAL](#_gjdgxs) **3**

[RESPONSABLES DEL PROYECTO](#_1fob9te) **4**

[RESUMEN DEL PROYECTO](#_3znysh7) **5**

[DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO](#_2et92p0) **6**

[OBJETIVOS](#_tyjcwt) **10**

[ACTIVIDADES](#_3dy6vkm) **11**

[RESULTADOS VERIFICABLES](#_1t3h5sf) **13**

[METODOLOGÍA](#_3wmdkhrhdl21) **14**

[ROLES DE INTEGRANTES DEL EQUIPO DE TRABAJO](#_17dp8vu) **14**

[PLAN DE TRABAJO](#_3rdcrjn) **15**

[PRESUPUESTO DEL PROYECTO](#_26in1rg) **16**

[PLAN DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO](#_lnxbz9) **17**

[REFERENCIAS](#_35nkun2) **17**

# PRESENTACIÓN GENERAL

1.1 Nombre del Proyecto

|  |
| --- |
| Diseño e implementación de un prototipo de una red de sensores inalámbrica para la mejora de producción de minitubérculos de papa. |

1.2 Dominio

|  |
| --- |
| Principal: Ingeniería en Computación  Secundario: Agronomía y otras Esp. Silvoagropecuarias |

1.3 Área de Aplicación

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Informática (Hardware, Software) | Agricultura y Horticultura |

1.5. Duración del Proyecto

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 8 | meses |

# RESPONSABLES DEL PROYECTO

2.1. Institución Principal del Proyecto

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre de la Institución**  Universidad Austral de Chile | |
| **Dirección**  General lagos 2086 | **Ciudad**  Valdivia |
| **Teléfono:** 63-2221841 | **E-mail:** |

2.1. Patrocinante del Proyecto

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre** **completo**  Christian Alexis Lazo Ramirez | | **RUT**  11.367.764-3 |
| **Dirección:** | | **Ciudad**  Valdivia |
| **Cargo Actual:** Docente en la Escuela de Ingeniería Civil en Informática (ICI) | | |
| **Teléfono:** 63-2293542 | **E-mail:** clazo@inf.uach.cl | |

2.3. Otras Instituciones Participantes del Proyecto

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre de la Institución** | **RUT** |
| **Dirección:** | **Ciudad:** |
| **Teléfono:** | **E-mail:** |

2.4. Co-Patrocinante del Proyecto

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre** **completo** | | **RUT** |
| **Dirección:** | | **Ciudad:** |
| **Cargo Actual:** | | |
| **Teléfono:** | **E-mail:** | |

* 1. Datos del Estudiante

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre** **completo**  Ignacio Jélvez Hernández | | **RUT**  19.413.757-5 |
| **Dirección:**  Segunda Faja S/N | | **Ciudad:**  Villarrica |
| **Teléfono:** | **E-mail:** ignacio.jelvez@alumnos.uach.cl | |

# RESUMEN DEL PROYECTO

|  |
| --- |
| **Título** |
| Diseño e implementación de un prototipo de una red de sensores inalámbrica para la mejora de producción de minitubérculos de papa. |
| **Resumen** |
| Actualmente el mundo se encuentra en constante aumento de la población, y Chile no es la excepción, con un crecimiento poblacional cercano al 1.4% anual. Lo anterior, junto con el aumento del poder adquisitivo de las personas provoca la necesidad de producir más alimentos. Para ello se están popularizando tipos de cultivos que no están basados en la tierra, como la hidroponía o la aeroponía, los cuales aumentan la producción de manera considerable.  Estos nuevos tipos de cultivos requieren de una atención constante por parte de los agricultores, de modo que un monitoreo exhaustivo podría requerir de demasiada mano de obra, por lo que la automatización de la monitorización es de vital importancia. En países desarrollados se pueden encontrar cultivos completamente automatizados, con robots que realizan las cosechas.  Aeroponics es una empresa ubicada en Valdivia dedicada a la producción de semillas de minitubérculos de papa, contando para ello con varios invernaderos. Actualmente tienen diferencias en la producción entre cada uno de estos y no se encuentran monitorizadas variables que afectan al crecimiento de los tubérculos, por lo que no se conocen las causas de estas diferencias.  Con la intención de realizar un aporte a la mejora de la producción y de facilitar el trabajo a los agricultores, se espera realizar un prototipo de extracción de datos, con sensores conectados entre sí mediante una red inalámbrica, que registre datos como temperatura, humedad, caudal de agua, etc. y los envíe a una base de datos en la nube.  Además se pretende realizar pruebas con el prototipo creado para validar la solución y la veracidad de los datos que genera.  El proyecto espera generar impacto directo sobre los invernaderos. En un principio el análisis de los datos debería permitir aumentar la producción, optimizar el uso de recursos, minimizar las pérdidas, etc. Los avances en este tipo de proyectos permitirán realizar mejoras en la producción de diversas hortalizas en la industria regional y nacional. |

# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

|  |
| --- |
| **a) El problema u oportunidad.** |
| Para el próximo siglo se prevé que la población mundial crezca hasta los once mil millones de personas, por lo que es de vital importancia la producción de alimentos para las personas. En el último siglo se han masificado diversas técnicas para esto, como el cultivo in vitro, la hidroponía y la aeroponía.  La aeroponía es el proceso de cultivar plantas en un entorno aéreo, sin hacer uso del suelo; las plantas crecen con la ayuda de soluciones de agua y nutrientes, las que se pulverizan mediante el uso de aspersores  Estas metodologías prometen ser el futuro de la agricultura y se están implementando rápidamente en los países en desarrollo.  Aeroponics es un invernadero dedicado a la producción de semillas de varias especies de tubérculos de papa, mediante la técnica de la aeroponía. La planta de producción se encuentra ubicada en el sector de Cayumapu, comuna de Valdivia y cuenta con alrededor de 8 invernaderos. Actualmente trabajan 14 personas, distribuidos entre gerentes, supervisores, equipo técnico y asistente contable.  Para que la planta tenga un desarrollo óptimo debe tener una temperatura estable, lo que se logra con estos aspersores que mantienen la temperatura, pero esta solo se realiza de forma estimativa, ya que los aspersores se activan en un tiempo determinado. Además, los nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio deben mantenerse en niveles estables, lo que garantiza el crecimiento óptimo del tubérculo. La medición constante de la temperatura y de los diversos nutrientes permitirá automatizar el riego y mantener una temperatura más estable.  Actualmente existen diferencias en la producción entre los invernaderos, las que se explican en parte por diferencias entre tamaños y tipo de planta. Más aún, en la producción de la primera temporada del 2020 se han encontrado grandes diferencias. Existen plantas que producen 10 minitubérculos y otras que incluso llegan a los 30 minitubérculos. Otras variables de interés, cuyas mediciones sería importante incorporar en el futuro son humedad, caudal de agua, radiación solar, etc.  Dada la ubicación de los invernaderos, alejada del centro urbano, y su tamaño resulta necesario diseñar un sistema de comunicación entre los nodos de la red y la subida de datos a internet. |
| **b) Estado del arte del ámbito que aborda el proyecto, con énfasis en la innovación propuesta.** |
| Luego de una revisión bibliográfica, se encontraron diversos estudios que validan el uso de la aeroponía para la producción de tubérculos y hortalizas, los cuales se ven especialmente apoyados por el uso de tecnologías IoT. En efecto, la integración de microcontroladores y sensores en los sistemas de producción permite tener un control constante de los parámetros críticos.  En (MH Tunio, et al., 2020) se realiza una revisión de experiencias en cultivos que utilizan aeroponía y los resultados obtenidos, tales como: reducción en el consumo de agua, posibilidad de efectuar cultivos en cualquier zona (ciudades, campos, desiertos, etc.), mayor velocidad de producción y eliminación del uso de pesticidas. Sin embargo, se menciona que para estos cultivos se requiere un mayor nivel de conocimiento por parte de los agricultores, así como también un monitoreo constante a las condiciones del cultivo.  También se han realizado comparaciones (Ritter, et al., 2001) entre los cultivos hidroponicos y aeropónicos para la producción de minitubérculos de papa, se detectó que las plantas en un cultivo aeropónico crecen más (110 cm vs 180 cm). La planta se desarrolla durante un tiempo mayor (4 meses vs 7 meses), con un rendimiento en número de papas del orden de 4 veces mayor, pero con la consideración que los tubérculos producidos por el sistema aeropónico fueron un 33% más pequeños.  Respecto al monitoreo utilizando dispositivos IoT, existen variados estudios. En (Lakhiar, I. A., et al., 2018) se realiza una revisión completa del uso de sensores en los sistemas de monitoreo y control para sistemas aeropónicos, donde destaca el uso de sensores de temperatura, humedad, intensidad de luz, CO2, PH y electroconductividad. Además, se utilizan tecnologías como zigbee, bluetooth o redes 2G/3G/4G para la red inalámbrica que utilizan los dispositivos. También, se hace hincapié en el uso de la inteligencia artificial a futuro que permitirá el uso de robots, sistemas de riego automatizado o tractores autónomos.  En general existen sistemas donde se miden variables como PH, temperatura y humedad. En (Kerns, S. C., & Lee, 2017) se implementó un sistema de monitoreo utilizando una Raspberry PI Zero donde se midieron estos parámetros, y además se activa una bomba para inyectar nutrientes cuando alcanzan un nivel bajo, esto mediante un relé. También se incluye el uso de tecnologías web para la visualización de los datos en tiempo real.  Otras soluciones como las encontradas en (Jagadesh, M. et al., 2018) incorporan además paneles fotovoltaicos para el suministro de energía, así como también automatización de ventiladores para expulsar humedad y la activación de los atomizadores. |
| **c) Existencia de avances relacionados con el proyecto.** |
| Se han estudiado tecnologías para la implementación de la red. Se tiene experiencia en el uso de microcontroladores como Arduino, nodeMCU y PIC interactuando con sensores de todo tipo. |
| **d) Descripción de la innovación.** (mérito innovador) |
| Se desarrollará un prototipo para extraer datos, que sea capaz de registrar información respecto de posibles parámetros de interés (temperatura, humedad, caudal de agua, radiación UV, etc.) en el invernadero Aeroponics, ubicado en el sector de Cayumapu, comuna de Valdivia. Para esto se utilizarán sensores y captores por definir en el estudio, los que se conectarán mediante una red inalámbrica.  Los datos obtenidos se almacenarán y se realizarán pruebas para la validación de la solución, datos que se esperan sean en un futuro de utilidad a otros proyectos de análisis de datos y mejora de la producción. |
| **e) Impacto del proyecto** |
| Este proyecto pretende crear las bases para la automatización de los procesos al interior del invernadero, por lo que el posterior análisis de los datos permitirá aumentar la producción, reducir las pérdidas, utilizar menos agua y fertilizantes, etc.  En Chile la producción de papas es de sobre un millón de toneladas al año, de las cuales prácticamente la totalidad son consumidas en el territorio nacional. De hecho, Chile se considera un país importador de papas. Se dice que un cultivo eficiente que utiliza la aeroponía podría aumentar la producción (Farran & Mingo-Castel, 2006) multiplicando hasta 10 veces en condiciones controladas y reduciendo el uso de agua (MH Tunio, et al., 2020) a un tercio de lo utilizado en sembradíos comunes. La automatización de procesos en esta área permitirá mantener o aumentar la producción en un país donde ha existido un déficit de entre un 20% y un 50% (dependiendo de la región), debido a los niveles de lluvias en los últimos años.  La Región de los Ríos tiene un 7.4% de la producción del tubérculo con respecto a la producción total del país, según datos de ODEPA, por lo que la mejora en los procesos de producción puede ir en beneficio directo de los productores regionales.  Aeroponics tiene una capacidad de producción potencial anual de un millón de minitubérculos, basado en 18.000 plantas en la suma de todos sus invernaderos. Esto, en tres temporadas de producción.  En un principio esto será aprovechado por este productor, pero en un futuro se podría llegar a grandes productores que estén dispuestos a invertir en estas tecnologías, y luego la reducción de costo podría llegar con estas tecnologías hasta los pequeños productores. |

# OBJETIVOS

|  |
| --- |
| **Meta u Objetivo General.** |
| Desarrollar un prototipo de extracción de datos de un invernadero mediante dispositivos IoT, capaz de registrar información útil para los agricultores sobre los parámetros de interés (temperatura, humedad, caudal de agua, radiación UV) que podrían mejorar la producción de semillas de papas. |
| **Objetivos Específicos.** |
| 1. Adquirir conocimientos respecto al uso de soluciones IoT en proyectos de smart-farming (¿Granjas Inteligentes?), sensores utilizados y tecnologías de conexión entre ellos e internet. 2. Diseñar una arquitectura para la solución que tenga en consideración los requerimientos de la empresa. 3. Implementar una solución que permita recuperar datos sobre los parámetros de interés y almacenarlos. 4. Validar los resultados entregados por la solución mediante la comparación de los datos obtenidos con soluciones existentes. |

# ACTIVIDADES

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre actividad** | **Descripción de la Actividad** | **Medio Verificación de la actividad** | **Periodicidad** | **Supuestos** |
| Estudio IoT | Buscar información respecto de la implementación de otros proyectos IoT en agricultura. | Lista de papers o documentos leídos | Mensualmente, hasta el inicio del desarrollo de la solución | Existen proyectos implementados. |
| Estudio aeroponía | Recabar información respecto de plantaciones similares utilizando esta técnica, sus resultados y consideraciones para mejorar la producción. | Lista de papers o documentos leídos | Una vez. | Existen estudios previos. |
| Resumen tecnologías | Efectuar un compendio de las tecnologías disponibles para los microcontroladores, sensores y tecnologías de red. | Informe con detalle de las tecnologías, así como los pros y contras de cada uno. | Una vez |  |
| Definición de datos | Definir los datos a extraer, así como los dispositivos necesarios para esto. | Informe con las variables a extraer, además de los dispositivos necesarios, costos y características de estos. | Una vez, antes de conseguir los dispositivos. | Se tiene información suficiente respecto a los procesos del invernadero. |
| Desarrollo solución sensores | Implementar la programación de los dispositivos que captan la información y la circuitería. | Código de la implementación | Constante durante del desarrollo del proyecto. | Existen herramientas para desarrollar la actividad. |
| Desarrollo red | Implementar los protocolos de conexión entre los dispositivos y hacia internet. | Código de la implementación | Constante durante del desarrollo del proyecto. | Existen herramientas para desarrollar la actividad. |
| Captura de datos | Se deben utilizar los dispositivos funcionales y capturar datos durante al menos 15 días. | Base de datos, con los datos obtenidos. | Una vez, comenzando al menos un mes antes de la entrega del trabajo. | Los dispositivos se pueden instalar en el invernadero y funcionan. |
| Validación de datos | Comparación de los datos obtenidos con pruebas realizadas con dispositivos validados. | Informe con información obtenida y métricas que describan las diferencias entre mediciones. | Una vez, durante el último mes del trabajo | Se cuenta con dispositivos validados y información recabada. |

# RESULTADOS VERIFICABLES

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RESULTADOS DEL PROYECTO. | | | | | |
| **Nro.**  **O.E.** | **Resultado esperado** | **Actividad (es) relacionada (s)** | **Nombre y Descripción del indicador de resultado.** | **Valor Meta del Indicador** | **Resultado Verificable** |
| **1** | Análisis de las tecnologías de red disponibles, factibles a utilizar. | Estudio IoT y Resumen tecnologías | NL: Número de documentos leídos  NT: Número de tecnologías encontradas | NL > 5  NL > 5 | Documento que indique lo estudiado y las tecnologías encontradas, así como la factibilidad de uso de cada una de ellas. |
| **2** | Análisis de sensores y microcontroladores que son factibles a utilizar. | Estudio IoT, Resumen tecnologías y Estudio aeroponía | NL: Número de documentos leídos  NS: Número de sensores encontrados  NM: Número de microcontroladores posibles | NL > 5  NS > 10  NM > 4 | Documento que indique lo estudiado y los dispositivos candidatos a utilizar y su justificación. |
| **3** | Desarrollo de la solución IoT de medición de los parámetros del invernadero y subida de datos a internet. | Desarrollo solución sensores y Desarrollo red | NP: Número de parámetros medidos | NP > 4 | Código fuente de la implementación, dispositivos funcionando y realizando mediciones. |
| **4** | Prueba de funcionamiento y recopilación de datos. | Captura de datos y Validación de datos | ND: Número de días de datos capturados.  NM: Número de mediciones comparadas con otras soluciones.  UT: Porcentaje de uptime de la solución. | ND > 15  NM > 100  UT > 90 | Base de datos con la información almacenada. Informe con comparaciones con soluciones existentes. |

# 

# METODOLOGÍA

|  |  |
| --- | --- |
| **Metodología por objetivo específico** | |
| **Objetivo específico** | **Descripción de la Metodología** |
| 1. Estudio IoT | Investigación en internet (lectura de artículos y papers), además de la lectura de libros recomendados por el docente. La metodología a usar en esta etapa es la revisión sistemática. |
| 1. Diseño arquitectura de la solución. | En esta etapa el estudiante definirá los dispositivos a utilizar, así como la tecnología y topología de la red, además del sistema de gestión para la base de datos, los cuales serán revisados por el profesor patrocinante en reuniones semanales. Esto quedará registrado en un documento. |
| 1. Implementación | Una vez se cuente con los dispositivos seleccionados se procede al desarrollo de prototipos, los que serán probados continuamente, revisados por el profesor, quien entregará retroalimentación sobre las posibles mejoras en reuniones semanales. Se seguirá una metodología de tipo scrum. Las pruebas en el desarrollo se realizarán en lugares que dispone el estudiante (medición de sensores y capacidad de la red de cubrir las distancias definidas en condiciones simuladas) y posteriormente se llevarán directamente al invernadero. |
| 1. Validación y pruebas. | Se instalará un prototipo en el invernadero, el que captará los datos durante un periodo mínimo de dos semanas, para evaluar su fiabilidad. También se realizarán pruebas con otro dispositivo existente (por definir) mediante mediciones individuales en diferentes condiciones las que serán comparadas con métricas de error. |

# ROLES DE INTEGRANTES DEL EQUIPO DE TRABAJO

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre** | **Rol** | **Tiempo dedicación**  **al Proyecto.**  **(horas semanales)** |
| **Ignacio Jélvez Hernández** | **Autor** | **15** |
| **Christian Lazo Ramirez** | **Profesor Patrocinante** | **2** |

# PLAN DE TRABAJO

**Carta Gantt:** [**shorturl.at/fmsAC**](http://shorturl.at/fmsAC)

Se debe incluir en la carta Gantt:

- Revisión final del patrocinante y copatrocinante (lo usual es que sean 3 semanas).

- Selección del Informante (Escuela) (3 días hábiles).

- Corrección del Informante (20 días hábiles).

- Trámites administrativos (estampillas, hora, etc) (2 días hábiles).

- Impresión

- Preparación de la presentación

- Examen (normalmente, 2-3 semanas después del término de los trámites).

# PRESUPUESTO DEL PROYECTO

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Aporte de Terceros** | |  | | | |
| **Item** | **Aporte Ejecutor** | | **Nombre** | **Nombre** | **TOTAL** |
| Incentivos y  Honorarios |  | |  |  |  |
| Costos de Producción |  | |  |  |  |
| Pasajes y Viáticos | 30 | |  |  | 30 |
| Equipamiento | 70 | |  |  | 70 |
| Material fungible |  | |  |  |  |
| Difusión | 20 | |  |  | 20 |
| Gastos Generales | 50 | |  |  | 50 |
| **TOTAL** | **170** | |  |  | 170 |
| **Porcentajes** |  | |  |  |  |

Notas:

Agregue las columnas que sean necesarias en caso de haber más de dos entidades aportando al proyecto

La cantidades expreselas en miles de pesos (M$).

JUSTIFICACIÓN

Pasajes y Viáticos: El estudiante deberá costear sus traslados hacia el invernadero, en las visitas que se realicen.

Equipamiento: El equipamiento considera la compra la compra de algunos sensores o microcontroladores con los que no cuente el profesor o el estudiante.

Gastos Generales: Se considera ese monto en caso de que algún implemento sufra algún desperfecto y deba ser repuesto.

# PLAN DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

|  |
| --- |
| * Workshop de informática. * Elaboración de un artículo de difusión para la revista Síntesis tecnológica FCI. * Examen de Grado. |

# REFERENCIAS

1. Tunio, M. H., Gao, J., Shaikh, S. A., Lakhiar, I. A., Qureshi, W. A., Solangi, K. A., & Chandio, F. A. (2020). Potato production in aeroponics: An emerging food growing system in sustainable agriculture for food security. Chilean journal of agricultural research, 80(1), 118-132.
2. Farran, I., & Mingo-Castel, A. M. (2006). Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. American Journal of Potato Research, 83(1), 47-53.
3. Jagadesh, M., Karthik, M., Manikandan, A., Nivetha, S., & Kumar, R. P. (2018). IoT based aeroponics agriculture monitoring system using raspberry pi. International Journal of Creative Research Thoughts, 6(1), 601-608.
4. Kerns, S. C., & Lee, J. L. (2017, September). Automated aeroponics system using IoT for smart farming. In 8th International Scientific Forum, ISF (pp. 7-8).
5. Lakhiar, I. A., Jianmin, G., Syed, T. N., Chandio, F. A., Buttar, N. A., & Qureshi, W. A. (2018). Monitoring and control systems in agriculture using intelligent sensor techniques: A review of the aeroponic system. Journal of Sensors, 2018.
6. Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herran, C., Relloso, J., & San Jose, M. (2001). Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. Potato Research, 44(2), 127-135.