



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN E
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN E INTELIGENCIA DE NEGOCIOS

ESTUDIO EMPÍRICO DE LOS FACTORES TECNOLÓGICOS
QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN JUST IN TIME DE LAS
ROSAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SYSTEMATIC
MAPPING STUDY

AUTOR: CHUQUIMARCA ARANHA, SANDRA ELENA

DIRECTOR: PH.D. FONSECA CARRERA, EFRAÍN RODRIGO

SANGOLQUÍ

2017



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN E
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "ESTUDIO EMPÍRICO DE LOS FACTORES TECNOLÓGICOS QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN JUST IN TIME DE LAS ROSAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SYSTEMATIC MAPPING STUDY" realizado por la señorita SANDRA ELENA CHUQUIMARCA ARANHA, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la señorita SANDRA ELENA CHUQUIMARCA ARANHA para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 25 de septiembre del 2017

EFRAÍN R. FONSECA C. PH.D.
DIRECTOR



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN E
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **SANDRA ELENA CHUQUIMARCA ARANHA**, con cédula de Identidad N° 1721826723, declaro que este trabajo de titulación "**ESTUDIO EMPÍRICO DE LOS FACTORES TECNOLÓGICOS QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN JUST IN TIME DE LAS ROSAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SYSTEMATIC MAPPING STUDY**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 25 de septiembre del 2017


SANDRA ELENA CHUQUIMARCA ARANHA
C.C. 1721826723



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN E
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS**

AUTORIZACIÓN

Yo, **SANDRA ELENA CHUQUIMARCA ARANHA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **"ESTUDIO EMPÍRICO DE LOS FACTORES TECNOLÓGICOS QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN JUST IN TIME DE LAS ROSAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SYSTEMATIC MAPPING STUDY"** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 25 de septiembre del 2017


SANDRA ELENA CHUQUIMARCA ARANHA
C.C. 1721826723

DEDICATORIA

A MI FAMILIA POR SU APOYO INCONDICIONAL,
COMPRENSIÓN, CONFIANZA Y PACIENCIA PARA EL
LOGRO DE ESTE GRAN DESAFÍO.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mi camino para alcanzar este sueño.

A mi director de tesis Efraín Fonseca Ph.D., por brindarme sus conocimientos y su valiosa dirección.
A mi coordinadora Tatiana Gualotuña por su ayuda y apoyo para culminar con éxito este reto.

A mis padres por el apoyo incondicional en cada paso que he dado para alcanzar esta gran meta.

A mis hermanas, primos y tíos, por su amor, comprensión, entusiasmo y apoyo brindado para elaborar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
EL PROBLEMA.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Tema.....	1
1.3. Planteamiento del Problema.....	1
1.4. Justificación.....	2
1.5. Hipótesis.....	3
1.6. Objetivos del Proyecto.....	3
1.6.1. Objetivo General.....	3
1.6.2. Objetivos específicos.....	3
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes investigativos.....	5
2.2. Fundamentación filosófica.....	8
2.3. Red de categorías.....	9
2.3.1. Fundamentación científica de la variable independiente.....	9
2.3.2. Fundamentación científica de la variable dependiente.....	17
2.4. Marco conceptual.....	28
METODOLOGÍA.....	30
3.1. Pregunta de investigación.....	31
3.1.1. Objetivo de Búsqueda.....	31
3.1.2. Ámbito de búsqueda.....	32
3.2. Criterios de inclusión y exclusión.....	32
3.2.1. Criterios de inclusión.....	32

3.2.2. Criterios de exclusión	33
3.3. Estrategia de Búsqueda.....	33
3.3.1. Conformación del Grupo de Control.....	34
3.3.2. Construcción de la cadena de búsqueda	35
3.3.3. Búsqueda de estudios candidatos	38
3.4. Proceso de selección.....	39
3.4.1. Depuración de estudios candidatos	40
3.4.2. Selección de estudios	41
3.4.3. Selección de estudios primarios.....	41
3.5. Extracción de datos	43
3.5.1. Extracción de características	44
3.5.2. Extracción de datos y características	46
RESULTADOS.....	58
1.1. Resultados del Systematic Mapping Study.....	58
1.1.1. Resultados Generales.....	58
1.1.2. Resultados específicos	60
1.1.3. Propuesta de modelo	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1. CONCLUSIONES	78
5.2. RECOMENDACIONES.....	79
Bibliografía.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Exportación Flor por País.....	20
Tabla 2: Exportación Países Bajos (Holanda)	21
Tabla 3: Exportación Colombia.....	21
Tabla 4: Exportación Ecuador.....	22
Tabla 5: Primarios no tradicionales.....	23
Tabla 6: Grupo de Control	35
Tabla 7: Detalle contextos	36
Tabla 8: Estudios recuperados - Cadena de Búsqueda.....	37
Tabla 9: Validación en base.....	40
Tabla 10: Validación entre Bases	40
Tabla 11: Estudios seleccionados.....	41
Tabla 12: Estudios Primarios	42
Tabla 13: Extracción de características Estudios Primarios	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos del Sistema de información.....	6
Figura 2: Red de Categoría	9
Figura 3: Proceso de SMS	14
Figura 4: Exportación Flor por País – diagrama.....	20
Figura 5: Detalle Flores – año.....	23
Figura 6: Participación en exportaciones de Flores ecuatorianas.....	24
Figura 7: Proceso del SMS	31
Figura 8: Proceso - Estrategia de Búsqueda	34
Figura 9: Proceso – Selección de Estudios Primarios	39
Figura 10: Relación Estudios Primarios	43
Figura 11: Proceso – Extracción de Datos.....	43
Figura 12: Cronología Estudios Primarios	58
Figura 13: Participación desarrollo de tecnología por año	59
Figura 14: Desarrollo de tecnología por producto	59
Figura 15: Cronología por tipo de producto	74

RESUMEN

Antecedentes: Las condiciones medioambientales en el Ecuador favorecen al crecimiento de una gran variedad de flores, que son cotizadas a nivel internacional por su calidad y belleza inigualable, convirtiendo al país en un fuerte competidor en el campo floricultor a nivel mundial. El avance de la tecnología en este campo ha permitido el desarrollo de diversos procesos que influyen directamente en la producción mediante la incorporación de equipos tecnológicos avanzados y el análisis de la información. **Problema:** Los floricultores nacionales no cuentan con información científica que les permita tomar decisiones adecuadas para tener su producción a tiempo y en las mejores condiciones para su comercialización, sobre todo en las fechas de mayor demanda, lo que impide que la productividad mejore aún más. **Objetivo:** Realizar un estudio empírico sobre los factores tecnológicos aplicados para la producción Just in Time de las rosas, consolidando buenas prácticas que sirva de base para el floricultor ecuatoriano. **Metodología:** Se realizó un estudio empírico basado en un Mapeo Sistemático de Literatura (SMS de las siglas del inglés Systematic Mapping Study) para recopilar información relevante de estudios fiables referentes a la producción en invernaderos y los elementos tecnológicos utilizados para el efecto. **Resultados:** Como resultado del proyecto se estructuró un modelo tecnológico ideal para alcanzar la producción Justo a Tiempo (JIT de las siglas en inglés Just in Time) de las rosas.

Palabras clave

- **INVERNADERO**
- **MAPEO SISTEMÁTICO DE LITERATURA**
- **TECNOLOGÍA**
- **ROSAS.**

ABSTRACT

Background: The Ecuador's environmental conditions greatly help the growing of a unique world variety of flowers, which generates a good production of flowers including characteristics like beauty and quality, which is appreciated around the world, making our country a strong competitor in the international floriculture area. The advancement of technology in the floriculture around the world has allowed the development of different processes that have direct influence in the production through the incorporation of advanced technological equipment and analysis of information. **Problem:** National floriculturists do not have scientific information that allows them to make correct decisions to have their production on time, with the best condition of commercialization, especially on the most demanding dates, as prevents the increase of productivity. **Objective:** It has been made an empirical study of the technological factors applied to the "Just in Time" roses production, consolidating the good practices that will be an important tool for Ecuadorian producers. **Methodology:** An empirical study has been made based on the Systematic Mapping Study (SMS) to collect relevant information from reliable studies on the production in greenhouses and the technological elements used for this purpose. **Results:** As a result of the Project, it was structured an ideal technological model to achieve Just in Time (JIT) roses production.

Key words

- **GREENHOUSE**
- **SYSTEMATIC MAPPING STUDY**
- **TECHNOLOGY**
- **ROSES**

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El cultivo de flores en Ecuador ha tenido una gran incidencia en su economía, constituyéndose en la tercera actividad agrícola que genera divisas para el país. En el segmento de flores de corte, las rosas lideran las exportaciones con un total de 60 variedades (PROECUADOR, Análisis sectorial de Flores, 2013), permitiéndole alcanzar el tercer puesto como país exportador de flores a nivel mundial (EXPOFLORES, 2015).

De acuerdo con el reporte del Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (PRO ECUADOR, 2017), “las rosas ecuatorianas son consideradas las mejores del mundo, por su calidad y belleza inigualables y de características únicas: tallos gruesos y de gran extensión, botones grandes y colores vivos. Además, el gran distintivo de la rosa ecuatoriana es su prolongada vida en el florero después del corte” con un promedio de 15 días; estos factores han llevado al posicionamiento del Ecuador en el mercado de las rosas a nivel mundial.

1.2. Tema

Estudio empírico de los factores tecnológicos que inciden en la producción just in time de las rosas mediante la aplicación de un systematic mapping study.

1.3. Planteamiento del Problema

Los países que cultivan rosas mejoran cada vez más su producción, apoyados principalmente en las Tecnologías de la Información y la Comunicación; no obstante, en el Ecuador existe muy poca investigación en torno a la innovación tecnológica para la mejora de su producción, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) presenta avances en

función a los resultados de laboratorios enfocados en semillas para reducir su importación, mas no se enfoca en las nuevas tecnologías, lo que podría incidir negativamente en la competitividad del país en el mercado de las rosas (El Telégrafo, 2014).

La exportación de flores se produce por temporadas, siendo febrero el mes más importante del año por su exorbitante demanda; por tal motivo, se constituye en una prioridad para el floricultor contar con el producto necesario y a tiempo para esta época. Sin embargo, los floricultores nacionales no cuentan con información científica de predicción que les permita tomar decisiones adecuadas para contar con una producción óptima y a tiempo para su comercialización, en el primer foro internacional de TIC para el sector agropecuario ecuatoriano uno de los planteamientos fue que “el desarrollo de la información y la tecnología en el país no solo es necesario para el crecimiento del sector industrial o empresarial, sino que debe servir también para mejorar la agricultura y la ganadería.” (La Hora, 2012).

El avance tecnológico a nivel mundial ha permitido mejorar la producción de rosas (Morales, 2006), pero el costo que representa manejar recursos tecnológicos suele ser elevado para las florícolas. El Ecuador por su parte, aún cuenta con recursos tecnológicos limitados, que son empleados por los pequeños y medianos productores principalmente por su bajo costo.

Considerando que los lugares donde se cultivan las flores son invernaderos que generalmente carecen de acceso a internet, la implementación de innovación tecnológica se torna como una tarea difícil de realizar, causando que el manejo de la información siga siendo manual y genere retrasos en la toma de decisiones (Ulloa, 2015).

1.4. Justificación

El avance tecnológico a nivel mundial ha permitido mejorar la producción de rosas (Morales, 2006); sin embargo, en el Ecuador existe muy poca investigación respecto a la innovación tecnológica para la mejora de su

productividad, lo que podría incidir negativamente en la competitividad del país frente a otros países.

El presente trabajo propone un estudio empírico para determinar los factores tecnológicos empleados en otros países como buenas prácticas en el cultivo de rosas u otras variedades cultivadas en invernaderos, que permitan al floricultor tomar decisiones adecuadas para alcanzar una producción Just in Time y mejorar la competitividad de exportación del país. Con el desarrollo de este estudio además se pretende determinar la viabilidad de replicar las mejores prácticas manejadas a nivel mundial en el Ecuador.

1.5. Hipótesis

El mapeo sistemático de la literatura permitirá la identificación de distintas alternativas tecnológicas para mejorar la productividad de los cultivos dentro de los invernaderos.

1.6. Objetivos del Proyecto

1.6.1. Objetivo General

Realizar un estudio empírico sobre los factores tecnológicos que inciden en el proceso de cultivo de rosas a nivel mundial para mejorar la productividad en el cultivo de rosas.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Reconocer los tipos de tecnologías utilizadas a nivel mundial para mejorar la producción de las rosas.
2. Evaluar la frecuencia a nivel mundial con que son propuestas nuevas tecnologías utilizadas para mejorar la producción de rosas.

3. Identificar criterios de clasificación para las tecnologías orientadas a la mejora de la producción de las rosas.
4. Determinar las fortalezas y debilidades que poseen las tecnologías existentes orientadas a mejorar la producción de las rosas.
5. Determinar la viabilidad del desarrollo de un modelo que conjugue las características más relevantes de las tecnologías manejadas a nivel mundial para mejorar la producción de rosas.
6. Identificar las estrategias aplicadas a nivel mundial para mejorar la productividad en la producción de rosas.
7. Evaluar los resultados de la aplicación de factores tecnológicos en la producción just in time de las rosas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

La escasa gestión, especialmente en las pequeñas empresas familiares, y la baja calidad de la producción, son factores inherentes a los establecimientos productivos que limitan su rentabilidad. En los últimos años se ha consolidado una masa crítica de investigadores y extensionistas especializados en floricultura capaces de atender y dar respuesta a estas problemáticas (PNHFA, 2017).

La mayoría de las empresas cuenta con una estrategia de producto y con varias estrategias de ventas y mercadotecnia, pero son demasiado pobres en lo que respecta a la estrategia de manufactura, fracasan cuando desarrollan un producto, lo introducen al mercado y se enfrentan a la competencia con un costo muy elevado, porque no pueden producir el volumen requerido o porque sus niveles de calidad no son aceptables (Lucero, 2016).

Actualmente la biotecnología permite asegurar un adecuado rendimiento de los cultivos, contrarrestando los efectos negativos causados por el estrés abiótico, que se presenta por factores ambientales tales como temperaturas extremas, sequía y alta concentración de sal, siendo las dos últimas las que afectan a mayor escala al crecimiento de la planta (PROECUADOR, Análisis sectorial de Flores, 2013).

En los últimos años se están aplicando en mayor escala a nivel mundial los sistemas de información, que son un conjunto de componentes interrelacionados que captura, procesa, transforma, almacena y genera información en base a los datos iniciales para que el receptor de los mismos pueda analizarlos y tomar decisiones en los diferentes niveles organizacionales. (Fraquelli, 2016)

Los elementos que intervienen en los sistemas de información de acuerdo con Fraquelli (Fraquelli, 2016), se pueden ver interpretados en la siguiente ilustración.



Figura 1: Elementos del Sistema de información

Captura: Recolección de datos o elementos primarios obtenidos del entorno, representa la materia prima para la investigación.

Entrada: Proceso de ingreso físico de datos en un sistema de información.

Procesamiento: Conjunto de actividades que permiten la transformación de datos almacenados en información significativa, filtra información relevante.

Almacenamiento: Se almacenan los datos que generen información relevante en bases de datos accesibles al usuario para la toma de decisiones.

Salida: El tratamiento de la información puede generar salidas estáticas o dinámicas; estática cuando permanezca inalterada para el futuro por ejemplo valores históricos de datos y dinámicas cuando por su naturaleza dependan de una actualización ejemplo indicadores manejados por sistemas en línea.

Receptor: Persona o sistema que recibe la información resultante de los procesos anteriores, es quien define la relevancia de la información y debe tomar decisiones con la misma.

Decisión: Elegir una opción de las alternativas presentadas, las mismas que pueden variar de acuerdo con la experiencia del Receptor, en una organización se presentan decisiones a los diferentes niveles jerárquicos.

Resultado: Evaluación del resultado obtenido con la decisión seleccionada, si no se obtiene el resultado deseado o se busca mejorarlo, se debe iniciar nuevamente el proceso para permitir generar nuevas decisiones.

Al instalar un sistema de información para un área específica, se pueden y deben hacer ampliaciones para trabajar con todas las ramificaciones y armar un sistema general para la organización, permitiendo contar con una base informativa que mantenga de manera segura la información, que la registre de forma organizada y que proteja los datos, además de mejorar el tiempo de respuesta en todos los procesos, la información pasará directamente entre las fases de siembra, cosecha y postcosecha. El implementar un sistema de información permitirá tomar decisiones más eficientes y efectivas, puesto que la Gerencia contará con la información necesaria para decidir de manera oportuna y veraz (Realpe, 2017).

Otro sistema que está siendo aplicado en la agricultura es la minería de datos que es una técnica utilizada para la predicción del problema, la detección de enfermedades, la optimización del plaguicida, etcétera, ya que estas tecnologías presentan los datos en forma de data marts, que luego pueden analizarse para encontrar información importante y generar conclusiones sobre las actividades relacionadas con la agricultura, sin embargo, la falta de vocabulario estándar ha obstaculizado el proceso de minería de datos hasta cierto punto, pero el aumento en el uso de términos estandarizados reducirá el porcentaje de errores en el proceso de minería de datos (Jyotshna Solanki).

2.2. Fundamentación filosófica

La predicción del rendimiento es una necesidad esencial del agricultor, años atrás las predicciones se realizaban considerando la experiencia del agricultor en campos y cultivos particulares, actualmente se puede obtener mediante la explotación de información dada por las tecnologías modernas, como el GPS. Con las actuales innovaciones tecnológicas, el productor puede predecir la producción de rendimiento empleando técnicas de minería de datos, mediante el manejo de datos provenientes de los sensores, esta información en conjunto puede explotarse para saber cómo clasificar las producciones de rendimiento futuras una vez que se disponga de nuevos datos de sensores. Entre las técnicas de minería de datos aplicables se consideran dos redes neuronales diferentes, una red con una percepción multicapa, otra con función de base radial, así como una regresión vectorial de soporte y un árbol de regresión de decisión (Mucherino & Ruß, 2011).

El sistema de producción Just in Time se puede destacar como un sistema de alta competitividad industrial (Lucero, 2016). Just in Time se considera como una herramienta para todo tipo de empresa ya que su filosofía está orientada al mejoramiento continuo, a través de la eficiencia en cada uno de los elementos que constituyen el sistema de empresa (SII, 2017).

Hoy en día, los sistemas de información son fundamentales a la hora de monitorizar y dirigir el proceso productivo de cualquier industria, interconectando la producción con la gestión y facilitando también el control de lo que es invisible en las instalaciones.

Los principales objetivos de la instalación de un sistema de información de apoyo a la producción de acuerdo con JPM industria (JPM, 2017) son:

- “Atribuir una identidad a la producción de manera inequívoca y de forma que permita su rastreabilidad;
- Contabilizar la producción que sale de cada máquina y de la fábrica de un modo riguroso y preciso;

- Controlar el proceso de fabricación de una manera centralizada y eficaz, permitiendo la identificación rápida y la eliminación de desperdicios”.

2.3. Red de categorías

Se presenta la estructura de red de categorías con las principales variables implicadas en el tema de estudio (Ver ilustración 2), con el fin de determinar la relación de la investigación con la fundamentación filosófica.

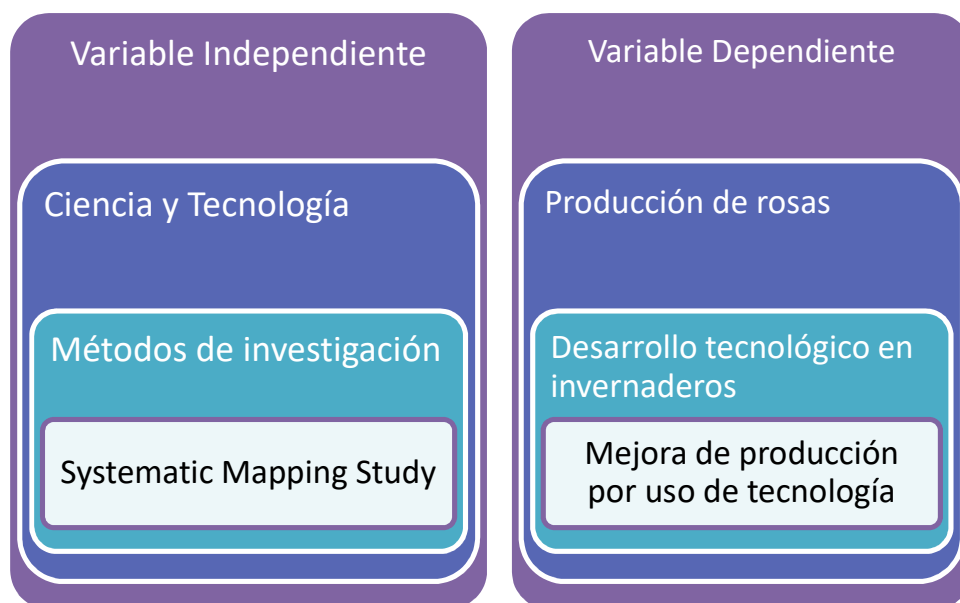


Figura 2: Red de Categoría

2.3.1. Fundamentación científica de la variable independiente

2.3.1.1. *Ciencia y Tecnología*

La ciencia es el conjunto científico del conocimiento que busca la verdad (Cegarra Sánchez, 2011), entre los tipos de ciencias detallados por Sánchez en función del interés y de los métodos empleados para adquirir conocimiento presenta:

Ciencias formales

Estudian las ideas, tienen como objeto las formas en las que se puede contener un limitado número de registros tanto fácticos como empíricos (Cegarra Sánchez, 2011) como ejemplo tenemos a las matemáticas y la lógica.

Ciencias empíricas o fácticas

Son aquellas que estudian los hechos mediante la observación y/o la experimentación para contrarrestar hipótesis y fórmulas planteadas (Cegarra Sánchez, 2011) ejemplo de estas ciencias son la física y química.

José Cegarra define a la tecnología como el conjunto de conocimientos propios de un arte industrial, que permite la creación de artefactos o procesos para producirlos. (Cegarra Sánchez, 2011)

La tecnología ha aparecido aplicando la ciencia a la solución de problemas prácticos, pero también se han generado de forma evolutiva y continua.

Sánchez clasifica la tecnología en 5 tipos teniendo en cuenta el proceso y el fundamento de su generación (Sánchez, 2011):

Tecnologías artesanales

Son tecnologías de origen antiguo ejecutados de forma manual sin medios sofisticados como la carpintería, restauración de objetos, etc.

Tecnologías tradicionales

Son tecnologías sin fundamento científico que se ha desarrollado por el manejo y experiencia adquiridos por ejemplo la tecnología textil, tecnología de la imprenta, etc.; cabe recalcar que las tecnologías

mencionadas han pasado un proceso de implementación de elementos modernos con la tecnología avanzada.

Tecnologías de base científica

Son tecnologías en las que para su elaboración se ha aplicado conocimientos científicos en laboratorios, y han tenido su fase de prueba con pilotos antes de su lanzamiento oficial a producción.

Tecnologías evolutivas

Son tecnologías históricas que se han adaptado a los continuos cambios en base a las nuevas necesidades, circunstancias y medios con la ayuda de personas visionarias con pensamiento creativo; un ejemplo de esta tecnología se encuentra en los procesos del tejido, en el cual se han desarrollado implementos acordes a las necesidades de la industria textil.

Tecnologías no evolutivas

Son tecnologías difíciles de encontrar ya que son aquellas que se producen con solución de continuidad de lo logrado el pasado, y no generan evolución posterior, como ejemplo se encuentra la luz eléctrica.

2.3.1.2. Métodos de investigación

La investigación es el proceso empleado para encontrar la verdad del objeto a investigar o para llegar a conocer algo que hasta ahora es desconocido.

Cegarra presenta tres tipos de investigación (Cegarra Sánchez, 2011):

Investigación Fundamental o Básica

Es una investigación sin fines comerciales, su objetivo se dirige al desarrollo del conocimiento se maneja en universidades o centros investigativos.

Investigación Aplicada o Técnica

Esta investigación pretende ampliar los conocimientos científicos en productos o procesos nuevos utilizables, se utiliza en grandes empresas, centros de estudio e investigación privados.

Investigación de Desarrollo

Comprende actividades sobre productos o procesos de hipótesis no corrientes, suele ser utilizada en empresas.

A continuación, se presentan los métodos de investigación determinados por Cesar Bernal.

Método deductivo

“Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera., de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.” (BERNAL, 2006)

Método inductivo

“Con este método se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones

universales que se postulan como leyes, principios, o fundamentos de una teoría.” (BERNAL, 2006)

Método analítico – sintético

“Este método estudia los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), y luego se integran dichas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis).” (BERNAL, 2006)

2.3.1.3. Systematic Mapping Study

La revisión sistemática de la literatura utiliza una metodología confiable, rigurosa y auditable siendo un medio para analizar e interpretar investigaciones relacionadas con un objetivo de interés específico (Kitchenham & Charters, Guidelines for performing Systematic Literature Review in Software Engineering, 2007).

El mapeo sistemático de literatura o estudio de alcance considera una amplia revisión de los estudios primarios obtenidos para el análisis de la evidencia disponible de un tema específico. (Kitchenham & Charters, Guidelines for performing Systematic Literature Review in Software Engineering, 2007).

Un mapeo sistemático de literatura permite que la evidencia en un dominio sea trazada a un alto nivel de granularidad. Esto permite identificar clusters de evidencia y desiertos de evidencia para dirigir el enfoque de la revisión sistemática futura e identificar áreas para que se realicen más estudios primarios (Kitchenham, 2007).

A continuación, se detalla el proceso de Systematic Mapping Study propuesto por Kitchenham.



Figura 3: Proceso de SMS

Pregunta de investigación

Define el objetivo de la búsqueda a alcanzar, debe ser formulada de manera precisa y clara, evitando ambigüedad respecto al tipo de respuesta esperada.

Estrategia de Búsqueda

Es el conjunto de estudios que responden a las características que plantea la investigación, para obtenerlos se deben realizar tres pasos: conformar el grupo de control, construir la cadena de búsqueda y buscar los estudios candidatos.

El proceso de selección de estudios para la conformación del grupo de control se realiza mediante una revisión inicial de estudios que considera el título, resumen y palabras claves; posterior a la selección inicial se realiza una validación cruzada entre los estudios seleccionados por los investigadores y se integra el grupo de control con el consenso de los participantes.

La construcción de la cadena de búsqueda parte con el análisis de los estudios que conforman el grupo de control, se ubican términos asociados a la investigación, términos comunes entre estudios y términos referentes al objetivo del estudio. La construcción de la cadena de búsqueda se la realiza en una base digital de acuerdo con los parámetros de la misma, de manera general se maneja “OR” para incluir sinónimos de las palabras a buscar y “AND” para que la búsqueda considere un nuevo campo o término. Una vez definida la cadena se realiza la búsqueda en la base digital seleccionada y se registran el número de estudios del grupo de control que devuelve esa cadena; se puede ajustar la cadena y probar las veces necesarias hasta encontrar la cadena ideal. Para encontrar la cadena ideal se debe considerar si los estudios que devuelve la cadena son referentes a la investigación.

La elección de la cadena de búsqueda adecuada es uno de los pasos más importantes del Systematic Mapping Study ya que de esta dependen los estudios que se van a manejar para toda la investigación, por lo cual es necesario que sea afinada totalmente.

La cadena definida deberá ser adaptada a las diferentes bases sin que varíe el contenido y objetivo de la misma, para el siguiente paso se procede a buscar los estudios candidatos en cada base digital.

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son los parámetros que se definen para ubicar estudios primarios que respondan a las características deseadas para la revisión.

Los criterios de inclusión son aquellos parámetros que deben estar inmersos en el estudio para poder ser considerado en el siguiente proceso del systematic mapping study, los criterios de exclusión se definen principalmente para descartar de manera dinámica los estudios que a pesar de tener factores comunes no abordan el foco del tema a investigar.

Proceso de selección

Proceso para determinar los estudios primarios dentro del grupo de estudios candidatos, se realizan filtros de estudios en base al cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.

Los pasos para determinar los estudios primarios inician con la depuración de estudios candidatos, para la cual se realiza una depuración de estudios en la misma base y entre bases digitales, obteniendo como resultado los estudios candidatos reales.

Con el listado de los estudios candidatos depurados cada investigador deberá seleccionar los estudios que considere apropiados mediante la lectura del título, resumen y palabras claves de cada estudio candidato para luego pasar por una segunda validación cruzada entre los investigadores y definir mediante un consenso los estudios seleccionados.

Los últimos pasos por realizar para la obtención de los estudios primarios son la unificación de estudios, la obtención y análisis de cada artículo y la definición en consenso de estudios primarios.

Extracción de datos

Proceso de obtención de la información más relevante de los estudios primarios con el fin de obtener la respuesta a las preguntas de investigación.

El primer paso de ese proceso es la extracción de características que incluye un estudio detallado de las características generales y específicas de los estudios primarios.

El proceso final es la extracción de datos de modelos y sus características, en el cual el investigador deberá obtener las características particulares y generales más relevantes del estudio primario que permitan describir y clasificar los modelos manejados en los diferentes estudios primarios.

2.3.2. Fundamentación científica de la variable dependiente

2.3.2.1. Producción de rosas

Rosa

La rosa es una flor de rosal de la familia Rosaceae, existen más de 100 especies de rosas cuya flor es la parte más llamativa de la planta por sus características únicas (BioEnciclopedia, 2016).

En el Ecuador existen 629 fincas florícolas registradas en Agrocalidad, de las cuales 471 siembran rosas. El sector flores, incluyendo las rosas brinda 105,000 plazas de trabajo, de forma directa se contratan 50,000 empleados, lo que representa un promedio de 12 personas por hectárea, de los cuales el 51% son mujeres. En las fincas legalmente constituidas, no se contratan menores de edad para trabajar en el sector (PROECUADOR, Análisis sectorial rosas frescas 2016).

El Ecuador es atractivo para la siembra de rosas debido a que cuenta con elevaciones sobre la línea ecuatorial; las rosas reciben rayos de luz perpendiculares por lo que los tallos crecen rectos; la altura a la que se siembra las rosas, que va entre los 2,600 a 3,000 metros, ocasiona ciclos más largos de producción y con esto tallos más anchos, más largos y botones más grandes; además el número de horas luz es constante todo el año lo que le da mucha intensidad de color a las rosas (PROECUADOR, Análisis sectorial rosas frescas 2016).

Características

Infoagro presenta las cualidades deseadas para las rosas de corte (Infoagro, 2017):

- Tallo largo y rígido: 50-70 cm, según zonas de cultivo.
- Follaje verde brillante.
- Flores: apertura lenta, buena conservación en florero.
- Buena floración (= rendimiento por pie o por m²).

- Buena resistencia a las enfermedades.
- Posibilidad de ser cultivados a temperaturas más bajas.
- Aptitud para el cultivo sin suelo.

Requerimientos climáticos

En cuanto a los requerimientos ideales para producción, Infoagro describe los siguientes puntos:

- La temperatura óptima va de 17°C a 25°C, con una mínima de 15°C durante la noche y una máxima de 28°C durante el día.
- El cultivo de la rosa debe mantenerse con una iluminación adecuada en toda temporada con sus variaciones para adaptación entre el cambio de climas, hay que considerar que la rosa necesita también obscuridad durante el verano por el calor que genera el exceso de luz.
- Se debe mantener una ventilación adecuada durante todo el día, lo que genera que se cierre la ventilación antes del cambio brusco de temperatura.
- Los niveles de CO₂ para el crecimiento óptimo de la planta deben elevarse hasta 1.000 ppm ya que se reducen por la actividad fotosintética de las plantas.
- Las rosas requieren un alto grado de humedad. (Infoagro, 2017)

Enfermedades y Plagas

Existen diferentes tipos de enfermedades y plagas que pueden llegar a amenazar los cultivos de rosas como son: araña roja, pulgón verde, nemátodos y trips entre las posibles plagas; algunas enfermedades que pueden presentarse son el mildiu vellosa o tizón, oídio, roya, moho gris o botrytis, agallas o tumores, mosaicos foliares entre otras, las floriculturas garantizan la protección de sus cultivos mediante la aplicación de químicos o procesos validados para su eliminación. (Infoagro, 2017)

Proceso de recolección

El corte de la rosa depende de la temporada ambiental, es así, en verano se cortan cuando los sépalos del cáliz son reflejos y los pétalos aún no se han desplegado, el corte en invierno para las flores se realiza cuando están más abiertas, y sin que sus pétalos exteriores se desplieguen.

Si se realiza el corte cuando la flor aún no está en su madurez necesaria, la cabeza de la flor se puede llegar a marchitar.

Es adecuado dejar siempre una distancia de 2 a 3 yemas después del corte al tallo para evitar problemas de cuello doblado. (Infoagro, 2017)

Proceso de postcosecha

La rosa debe ser cortada considerando su clase para evitar que se marchitez en un tiempo excesivamente corto por factores como la dificultad de absorción y de retención de agua o la transpiración de las hojas.

Para evitar que la rosa se marchite aceleradamente una vez cortada, la rosa se sumerge en bandejas con una solución nutritiva caliente y se enfrían rápidamente para evitar la proliferación de bacterias.

Se realiza una clasificación manual o mecánica del tallo de acuerdo con su tamaño y excluyendo las que no cumplan las características necesarias para su comercialización, adicional de forma manual se determina la calidad de la flor.

Por el tamaño de su tallo la rosa se clasifica en su calidad como:

80 - 90 cm: Calidad EXTRA

70 – 80 cm: PRIMERA

60 – 70 cm: SEGUNDA

50 – 60 cm: TERCERA

40 – 50 cm: CORTA

La rosa necesita algunas horas de frío una vez cortada y antes de su comercialización por lo cual se forman ramos que se enfundan y se enfrían antes de su empaquetado final.

Análisis exportación

La exportación mundial valorada de flores cortadas para ramos o adornos es de \$8.551.705 (miles de USD), de los cuales los 5 países que generan mayor monto de exportación son: Países Bajos, Colombia, Ecuador, Etiopía y Kenya; como se muestran en la Tabla 1 e Ilustración 4.

Tabla 1
Exportación Flor por País

Exportadores	Valor exportada en 2015 (miles de USD)	Cantidad exportada en 2015	Unidad de cantidad
Mundo	8.551.705		
Países Bajos	3.841.654	675.387	Toneladas
Colombia	1.295.399	222.356	Toneladas
Ecuador	819.939	145.824	Toneladas
Etiopía	662.432	146.900	Toneladas
Kenya	653.748		
Malasia	98.147	40.251	Toneladas
China	87.160	27.338	Toneladas
Italia	84.169	11.534	Toneladas
Bélgica	83.841		
Alemania	82.938	14.519	Toneladas

Fuente: (MAP, 2016)

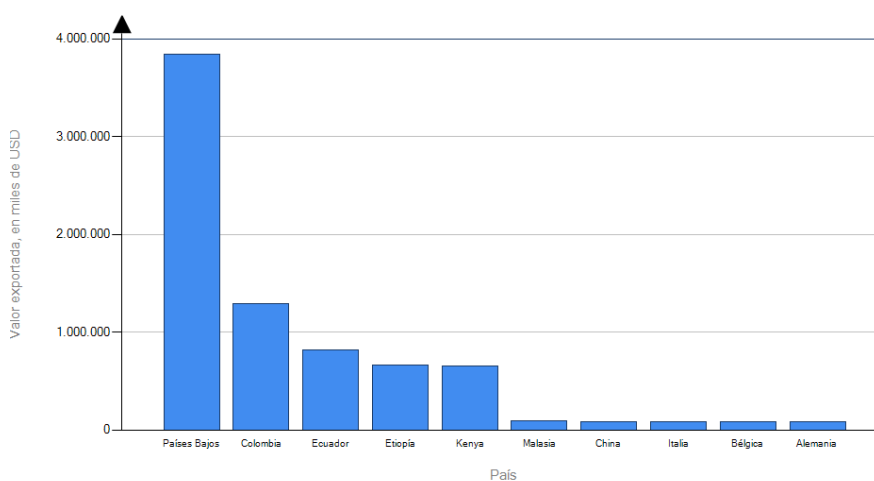


Figura 4: Exportación Flor por País – diagrama

Fuente: (MAP, 2016)

El principal exportador de flores (Países Bajos (Holanda)) produce un 45% del total de ventas a nivel mundial; siendo sus destinos principales: Alemania, Reino Unido y Francia (ver Tabla 2).

Tabla 2
Exportación Países Bajos (Holanda)

Importadores	Valor exportada en 2015 (miles de USD)	Participación de las exportaciones para Países Bajos (%)	Cantidad exportada en 2015	Unidad de cantidad
Mundo	3.841.654	100	675.387	Toneladas
Alemania	1.147.601	29,9	183.246	Toneladas
Reino Unido	576.846	15,0	90.850	Toneladas
Francia	501.392	13,1	134.203	Toneladas
Italia	165.656	4,3	62.019	Toneladas
Bélgica	158.674	4,1	23.173	Toneladas
Rusia	131.796	3,4	20.127	Toneladas
Polonia	117.799	3,1	23.521	Toneladas
Suiza	117.439	3,1	8.516	Toneladas
Suecia	102.328	2,7	13.915	Toneladas
Estados Unidos de América	81.956	2,1	8.619	Toneladas

Fuente: (MAP, 2016)

Los principales países destino de la exportación de Colombia son Estados Unidos, Reino Unido, Japón y Canadá (ver Tabla 3).

Tabla 3
Exportación Colombia

Importadores	Valor exportada en 2015 (miles de USD)	Participación de las exportaciones para Colombia (%)	Cantidad exportada en 2015	Unidad de cantidad
Mundo	1.295.399	100	222.356	Toneladas
Estados Unidos de América	997.784	77,0	167.334	Toneladas
Reino Unido	54.108	4,2	11.300	Toneladas
Japón	48.713	3,8	7.223	Toneladas
Canadá	40.299	3,1	7.361	Toneladas
Rusia	37.357	2,9	7.114	Toneladas
Países Bajos	27.006	2,1	5.146	Toneladas
España	19.981	1,5	3.617	Toneladas
Chile	7.109	0,5	1.730	Toneladas
Polonia	5.981	0,5	1.076	Toneladas
Australia	5.814	0,4	1.033	Toneladas

Fuente: (MAP, 2016)

El sector floricultor del Ecuador se ha posicionado fuertemente a nivel internacional dado que “las rosas ecuatorianas son consideradas las mejores del mundo, por su calidad y belleza inigualables y de características únicas: tallos gruesos y de gran extensión, botones grandes y colores vivos.

Además, el gran distintivo de la rosa ecuatoriana es su prolongada vida en el florero después del corte” (PROECUADOR, Flores, 2016).

Las exportaciones de rosas del Ecuador tienen como destino Estados Unidos, Rusia, Holanda, Italia, Canadá y España con el 44%, 15%, 9%, 3,5%, 3% y 2,6% respectivamente evidenciando la demanda dentro del continente americano principalmente (ver Tabla 4).

Tabla 4
Exportación Ecuador

Importadores	Valor exportada en 2015 (miles de USD)	Participación de las exportaciones para Ecuador (%)	Cantidad exportada en 2015	Unidad de cantidad
Mundo	819.939	100	145.824	Toneladas
Estados Unidos de América	360.874	44,0	62.125	Toneladas
Rusia	122.694	15,0	26.282	Toneladas
Países Bajos	70.848	8,6	12.628	Toneladas
Italia	28.846	3,5	4.718	Toneladas
Canadá	25.925	3,2	4.495	Toneladas
España	21.359	2,6	3.709	Toneladas
Chile	14.682	1,8	2.819	Toneladas
Alemania	14.193	1,7	2.121	Toneladas
Ucrania	13.467	1,6	2.912	Toneladas
Japón	13.412	1,6	1.754	Toneladas

Fuente: (MAP, 2016)

En el sector florícola ecuatoriano, los productos de exportación son rosas, gypsophilas, flores de verano, flores tropicales, orquídeas, claveles, mini claveles y otras.

La exportación de flores del Ecuador presenta un crecimiento en dólares del 11% anual en los periodos 2010 al 2014, lo que ha permitido disminuir considerablemente el desempleo en el país a través de la generación de empleos directos e indirectos, particularmente del sector rural (ProEcuador, 2013). Sin embargo, en el año 2015 se ha presentado una reducción en la exportación de un -10,7% como se muestra en la Tabla 5 (BCE, 2016).

Tabla 5
Primarios no tradicionales

Miles de dólares FOB

Periodo	PRIMARIOS NO TRADICIONALES							
	Total Primarios	Flores naturales	Abacá	Madera	Productos mineros	Frutas	Tabaco en rama	Otros primarios
2011	1.264.233	675.679	12.907	150.510	166.281	76.731	41.656	140.459
2012	1.564.690	713.502	16.989	160.762	439.062	75.775	44.529	114.072
2013	1.776.402	830.251	13.540	171.294	489.972	69.208	47.104	155.034
2014	2.504.243	918.242	12.988	230.084	1.074.161	68.151	61.480	139.136
2015	2.053.837	819.939	14.765	263.452	698.155	80.812	57.569	119.145
2104 Enero - agosto	1.670.700	658.561	8.403	140.433	715.689	21.473	35.113	91.028
2015 Enero - agosto	1.437.792	586.399	9.165	169.033	535.141	28.588	32.528	76.938
2016 Enero - agosto	1.074.999	557.304	15.799	169.925	194.964	35.148	30.962	70.895

Fuente: BCE – Declaración aduanera de exportación

Dentro del grupo Primarios no tradicionales, las flores naturales mantienen una participación superior al 50% hasta el año 2011. Desde ese entonces y hasta la presente, se refleja el 40% de participación promedio, como se representa en la ilustración 5; es decir, en los últimos años el Ecuador ha perdido un 10% de presencia en el grupo antes mencionado (BCE, 2016).

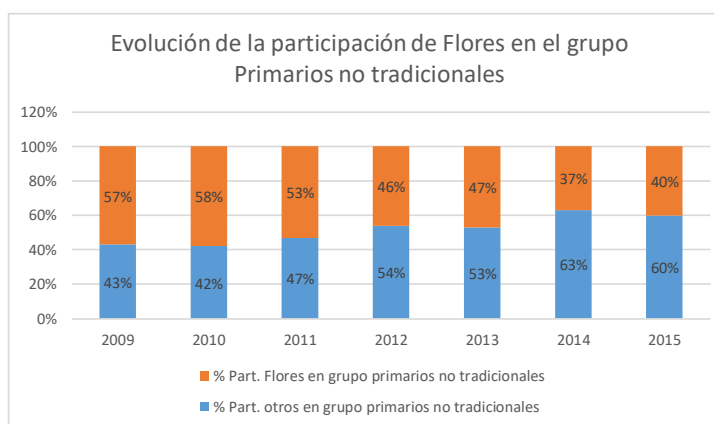


Figura 5: Detalle Flores – año

De acuerdo con la tendencia de los últimos años la flor más exportada del Ecuador por su calidad es la rosa, lo que ha permitido obtener un prestigio a nivel mundial; dado que se ha generado una gran demandada desde el año 2008. (PROECUADOR, Análisis sectorial de Flores, 2013).

Los principales grupos de flores en Ecuador son las rosas y las gypsófilas; las exportaciones en dólares de ambos tipos de flores han tenido un crecimiento promedio positivo del 1.52% y 68.37% anual, en el

periodo 2008-2012. Desde el año 2008 las rosas continúan siendo líderes en el mercado ecuatoriano; sin embargo, como se presenta en la ilustración 6, la rosa ha perdido participación en la exportación de flores totales del Ecuador; siendo que del 96% de participación alcanzada en el 2008 se ha reducido al 74% para el año 2012 (PROECUADOR, Análisis sectorial de Flores, 2013).

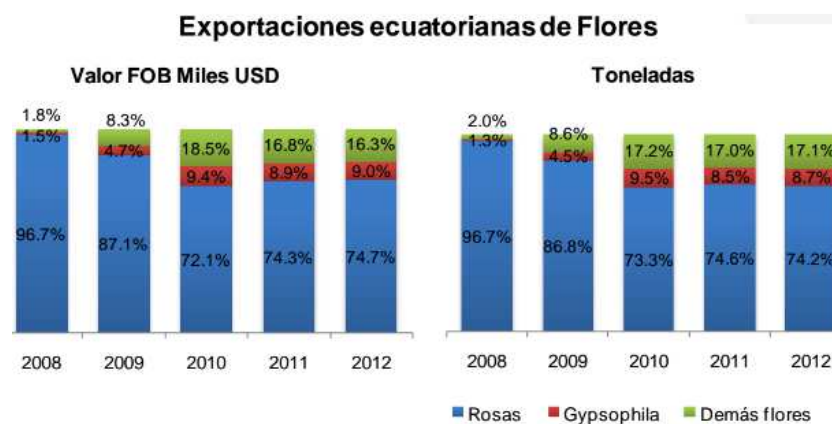


Figura 6: Participación en exportaciones de Flores ecuatorianas
Fuente: Banco Central del Ecuador

2.3.2.2. Invernadero

Es un lugar físico que permite una producción anticipada o totalmente fuera de estación, permitiendo tener el cultivo en cualquier temporada del año gracias a los materiales y la forma de la misma. (Alpi & Tognoni, 1999)

Gorini, citado por Alpi y Tognoni, define al invernadero como una construcción de madera, hierro u otro material, cubierta por cristales, provista por lo general de calefacción, a veces iluminada artificialmente y donde se puede cultivar hortalizas tempranas, flores y plantas verdes, en épocas en las que la temperatura y la luz del lugar donde se está cultivando serían insuficientes para su crecimiento y su fructificación. (Alpi & Tognoni, 1999)

Alpi y Tognoni definen los tipos de invernaderos considerando su movilidad:

- **Invernaderos móviles**

Los invernaderos móviles pueden ser de armadura desmontable o sobre una estructura que le permita moverse.

Los invernaderos construidos con armadura desmontable son usados habitualmente para cultivos florales y hortícolas, que llegan a alcanzar como máximo los 6,5 m de ancho, por su parte los invernaderos construidos sobre una estructura móvil pueden medir 9 m de ancho con capacidad de expansión, han sido utilizados en la floricultura en las zonas llanas del Norte de Europa, su estructura les permite moverse sobre las vías.

- **Invernaderos fijos**

Son invernaderos fabricados en un espacio determinado.

Los invernaderos también pueden clasificarse por los materiales utilizados para su fabricación y su modalidad constructiva en especial para los invernaderos con estructuras fijas, entre estos tenemos: invernaderos de madera y cristal, madera y plástico, hierro y plástico, hierro y cristal, y el invernadero de metal y vidrio que podría considerarse como uno de los mejores para la protección del cultivo en cuanto a sus condiciones de luminosidad y control.

Cultivo en invernadero

El cultivo en invernadero permite tener la producción en cualquier temporada, la rosa por su parte no se podría producir en épocas ni lugares sin su producción en invernadero, lo que llegaría a encarecer el producto.

Para poder cultivar la rosa en un invernadero, este debe tener las condiciones propicias para la producción de la misma, entre estas condiciones se encuentran la temperatura, luz, humedad, ventilación, entre otras.

El Ecuador utiliza invernaderos y sistemas de riego como innovación en la producción florícola. Sin embargo, países vecinos como Colombia, están mejorando su producción a través del uso de tecnologías de punta.

Por lo tanto, el Ecuador debería innovar y tomar acciones para mejorar su productividad con la aplicación de avances tecnológicos que permitan mantener su competitividad a nivel mundial (CEPAL, 2015-2016).

2.3.2.3. Desarrollo tecnológico en invernaderos

Los países desarrollados y en vías de desarrollo cuentan con un sector florícola dinámico, cuya industria ha crecido de manera rápida, principalmente en países favorecidos por el clima y condiciones ambientales (PROECUADOR, Análisis sectorial de Flores, 2013).

El proceso de cultivo de la rosa debe ser monitoreado constantemente para llegar a cumplir con la cantidad y condiciones demandadas, permitiendo generar la venta y rentabilidad al productor (Woets, 1988).

Diferentes sistemas para el manejo y recopilación de información son incorporados en el análisis del rendimiento agrícola, para predicción del rendimiento como son la minería de datos y el uso de sistemas inteligentes mediante sensores.

Ramesh & Vardhan reconocen el auge en investigación de las técnicas de minería de datos para el análisis de rendimiento de los cultivos agrícolas. Estos autores aplicaron en su investigación diferentes técnicas de minería de datos tales como K-Means, K-Nearest Neighbor (KNN), Artificial Neural Networks (ANN) y Support Vector Machines (SVM), donde manejaron cuatro clusters de datos conformados del enfoque de clustering K-Mean. Modelaron la relación lineal entre las variables con la regresión lineal múltiple (MLR) y en este trabajo utilizaron un algoritmo básico sobre datos pre existentes. Se reconoce que hay muchas técnicas de minería de datos que aún no han sido utilizadas para el manejo de información en la producción del cultivo (Vardhan, 2013).

Zhao Liang et al. Establecen una propuesta de un sistema inteligente de predicción para el área agrícola basado en sensores inalámbricos, que proveen al productor agrícola la información necesaria para una adecuada y oportuna toma de decisiones para la mejora en la producción, mediante un

sistema basado en una ventana deslizante para modelar los flujos de datos obtenidos del entorno agrícola a través de una red inalámbrica de sensores y al conformar una base de conocimientos que corresponden a parámetros ambientales proporcionando servicios inteligentes de control de riego, prevención de enfermedades, entre otras aplicaciones (L. Zhao, 2013).

Tripathy et al. Realizaron un experimento para monitorear datos climáticos y ambientales mediante sensores inalámbricos para entender la relación de plagas, enfermedades, ambiente y cultivo. Se procesaron los datos mediante reglas, técnicas o algoritmos de minería de datos tales como las de asociación y regresión multivariada. Se contó con una base de datos obtenida en campo para la comparación y validación de viabilidad del desarrollo de un sistema real de predicción en línea para la toma de decisiones provisionarias respecto a plagas y/o enfermedades en este tipo de cultivo (A. K. Tripathy, 2013).

Con la previa revisión del estado del arte, se evidencia que los sistemas de información son herramientas que permiten obtener datos y convertirlos en información adecuada para la toma de decisiones oportunas; además gracias a la evolución constante de la tecnología se generan resultados rentables en su aplicación, como es el caso principal de la reducción de costos y un manejo justo a tiempo de la producción.

2.3.2.4. Mejora de producción por uso de tecnología

La investigación sobre el sector agropecuario refleja la importancia de la tecnología e innovación en los procesos para el mejoramiento de la productividad (CEPAL, 2015-2016).

El sector agrícola a nivel mundial se ha beneficiado de las soluciones tecnológicas que ofrecen los sistemas y tecnologías de información, al estar orientadas a la mejora de la producción y productividad de los cultivos (Erviti, 2013).

El desarrollo tecnológico en procesos agropecuarios permite a los países ser competitivos. Sin embargo, el Ecuador aún cuenta con recursos

tecnológicos limitados, los cuales son empleados por los pequeños y medianos productores principalmente por el bajo costo que representan. Considerando que los lugares donde se cultivan las flores son invernaderos que generalmente carecen de acceso a internet, la implementación de innovación tecnológica se torna como una tarea difícil de realizar, causando que el manejo de la información siga siendo manual y genere retrasos en la toma de decisiones (Ulloa, 2015).

Incorporar sistemas de información en la producción florícola genera beneficios para el productor al permitirle contar con la información de manera oportuna para la toma de decisiones, generando alternativas para la productividad agrícola.

2.4. Marco conceptual

Sistemas Just In Time

Los sistemas just in time/Kanban (JIT/K) están asociados con el desarrollo de los nuevos modelos de organización industrial que se experimentaron en el contexto de la reconstrucción de la economía japonesa en los años que median el pasado siglo (Núñez, 2017).

Producción Just in Time

La producción just in time es sencilla, requiere poco el empleo de las computadoras y en algunas industrias proporciona controles mucho más estrictos del inventario de los que pueden lograrse con métodos norteamericanos basados en la computadora (Schonberger, 1999).

Tecnología agropecuaria

Son los conocimientos, técnicas y artefactos que permiten la utilización de elementos tecnológicos en las tareas ganaderas y agrícolas (Definición, 2017).

Agricultura de Precisión

La agricultura de precisión es la disciplina que emplea una serie de tecnologías avanzadas de información que buscan incrementar la eficiencia en el manejo y el uso de los recursos naturales durante la producción de cultivos, es decir, la relación perfecta entre los métodos tradicionales y la tecnología.

Este tipo de agricultura se lleva a cabo a través del uso de herramientas tradicionales como la selección genética, fertilización, control integral de plagas, sistemas de riego, entre otras, a las que también se ha incorporado tecnologías avanzadas como la telemetría geográfica (Ortiz, 2008).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Mapeo Sistemático de literatura

El SMS permite realizar un análisis a nivel de detalle del tema de investigación, detectando condiciones comunes y puntos no tratados del tema abordado, reconociendo nuevos enfoques para una revisión sistemática posterior que permita expandir el área de investigación y generar nuevos estudios. (Kitchenham & Charters, Guidelines for performing Systematic Literature Review in Software Engineering, 2007).

Las actividades por realizarse en el proceso corresponden a las planteadas en el método empírico denominado mapeo sistemático de literatura propuesto por Bárbara Kitchenham (Kitchenham & Charters, Guidelines for performing Systematic Literature Review in Software Engineering, 2007), para esta investigación se considera un cambio en el orden y relación de los pasos (ver Ilustración 7). El cambio considera como segundo proceso la especificación de los criterios de inclusión y exclusión ya que una vez que se plantean las preguntas de investigación se puede extraer el ámbito de búsqueda y mientras se definen los parámetros a considerar o excluir, se pueden definir o modificar las preguntas de investigación. Con la revisión formal de los criterios de inclusión y exclusión la conformación del grupo de control tiene un mejor enfoque inicial.



Figura 7: Proceso del SMS

3.1. Pregunta de investigación

En el presente proyecto se plantean las siguientes preguntas de investigación para verificar el cumplimiento del objetivo:

RQ1: ¿Qué tipos de tecnologías son utilizadas en la producción de rosas y cuáles son sus características?

RQ2: ¿Cuál es la frecuencia de innovación tecnológica a nivel mundial tendiente a mejorar la producción de rosas?

RQ3: ¿Bajo qué criterios pueden clasificarse las tecnologías orientadas a la mejora de la producción de rosas?

RQ4: ¿Cuáles son las estrategias aplicadas para mejorar la productividad en la producción de flores?

3.1.1. Objetivo de Búsqueda

El objetivo de la búsqueda en del SMS es determinar los factores tecnológicos que inciden en el proceso de cultivo de rosas a nivel mundial.

Para alcanzar este objetivo se considerará los siguientes puntos:

- Reconocer los tipos de tecnologías utilizadas a nivel mundial para mejorar la producción de las rosas.
- Evaluar la frecuencia a nivel mundial con que son propuestas nuevas tecnologías utilizadas para mejorar la producción de rosas.
- Identificar criterios de clasificación para las tecnologías orientadas a la mejora de la producción de las rosas.
- Determinar las fortalezas y debilidades que poseen las tecnologías existentes orientadas a mejorar la producción de las rosas.
- Determinar la viabilidad del desarrollo de un modelo que conjugue las características más relevantes de las tecnologías manejadas a nivel mundial para mejorar la producción de rosas.
- Identificar las estrategias aplicadas a nivel mundial para mejorar la productividad en la producción de rosas.
- Evaluar los resultados de la aplicación de factores tecnológicos en la producción just in time de las rosas.

3.1.2. Ámbito de búsqueda

La búsqueda será efectuada tomando como relación la producción en invernaderos a nivel mundial.

3.2. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión se definen para ubicar estudios primarios que respondan a las características deseadas para la revisión.

3.2.1. Criterios de inclusión

- Estudios cuyo propósito sea la mejora en la producción agrícola dentro de invernaderos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación.

- Estudios cuya tecnología esté enfocada en la adquisición y/o tratamiento de datos de variables ambientales con el propósito de mejorar la productividad del cultivo dentro de invernaderos.
- Estudios que propongan soluciones validadas para mejorar la producción de cultivos en invernaderos, basados en resultados obtenidos de procesos de captura y/o tratamiento de datos de variables ambientales.

3.2.2. Criterios de exclusión

- Estudios que hagan referencia únicamente a aspectos meramente tecnológicos orientados a la implementación, más no a la mejora de la productividad agrícola dentro de los invernaderos.
- Estudios cuyo propósito sea mejorar la producción agrícola en invernaderos sin un estudio tecnológico previo del comportamiento de las variables ambientales.
- Estudios enfocados en la mejora de la producción agrícola fuera de invernaderos utilizando soluciones tecnológicas basadas en el comportamiento de variables ambientales.

3.3. Estrategia de Búsqueda

Es el conjunto de estudios que responden a las características que plantea el mapeo sistemático de literatura, los cuales forman el grupo de control. En la presente investigación la estrategia de búsqueda considera tres pasos: conformación del grupo de control, construcción de la cadena de búsqueda y la búsqueda de estudios candidatos (Ver Ilustración 8).

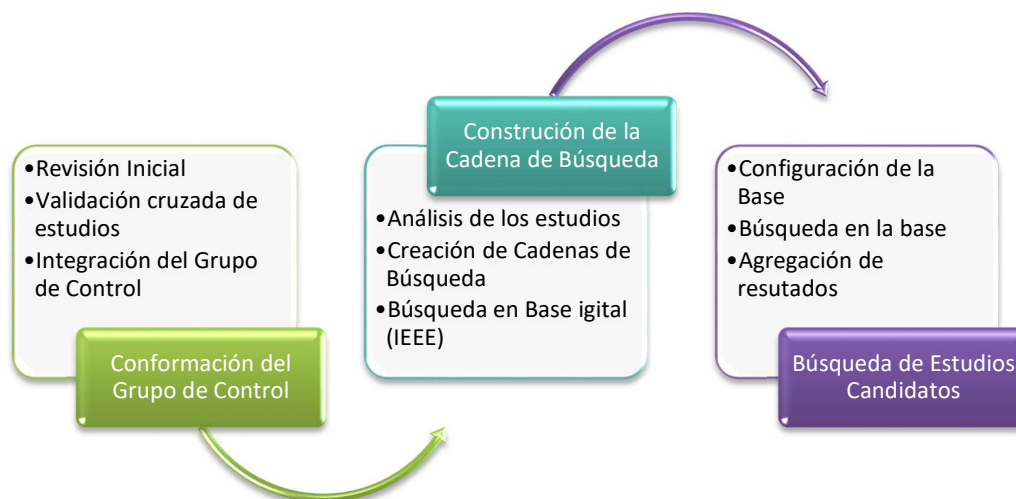


Figura 8: Proceso - Estrategia de Búsqueda

3.3.1. Conformación del Grupo de Control

Etapa en la que se recopilan estudios que cumplen con características de la investigación, su finalidad es facilitar la determinación de palabras claves que permitan la definición adecuada de la cadena de búsqueda.

Los estudios seleccionados como parte del grupo de control pasan por un proceso de validación cruzada, lo que genera que puedan o no formar parte de los estudios primarios.

Para la definición de los estudios del grupo de control en la presente investigación, se tuvo la participación de tres investigadores quienes realizaron una revisión inicial de literatura, considerando el título del estudio, el resumen, y las palabras claves.

Con los estudios seleccionados por cada investigador se realizó una validación cruzada, de donde se obtuvo como resultado 6 estudios como parte del grupo de control.

Tabla 6
Grupo de Control

Grupo Control	Título	Palabra Clave
EC1	GROWN: A Control and Decision System for Smart Greenhouses using Wireless Sensor Networks	Internet of Things, Wireless sensor networks, reasoning.
EC2	An Effective Method of Controlling the Greenhouse and Crop Monitoring Using GSM	Environmental parameters effects; green house system; GSM; crop prediction
EC3	Automated Scheduling Based on Plant Growth For Greenhouse Management System	Automated greenhouse; wireless sensor network; scheduler; agrotech
EC4	Design and Implementation of a Wireless Sensor Network for Rose Greenhouses Monitoring	Greenhouse; roses; Wireless Sensor Network; ZIGBEE; monitoring; frost; LabVIEW.
EC5	IoT in Precision Agriculture Applications Using Wireless Moisture Sensor Network	Wireless Moisture Sensor Network (WMSN), Sensor Network, Moisture Sensor, Automatic Irrigation, Greenhouse
EC6	Real-Time Greenhouse Monitoring System for Mango with Wireless Sensor Network (WSN)	Greenhouse; wireless sensor network (wsn); Harumanis mango

3.3.2. Construcción de la cadena de búsqueda

La construcción de la cadena de búsqueda se la realizó en base al análisis de los estudios del grupo de control a nivel de: título, resumen y palabras claves. Como resultado del análisis se determinaron palabras comunes entre estudios, palabras propias de cada estudio, de las cuales se identificó palabras direccionadas o referentes al objetivo de la presente investigación.

De las palabras seleccionadas por cada investigador, se formaron en consenso 7 contextos, los cuales recopilan palabras similares acorde a sus características principales, permitiendo realizar un análisis detallado de los estudios.

Los contextos obtenidos son:

- Operation context
- Used technology

- Specific purpose
- Instrument
- Data
- Variables
- Study object

Una vez definidos los contextos cada investigador asignó las palabras seleccionadas al contexto adecuado, al concluir el análisis se realizó una validación cruzada de palabras y ubicación en contexto entre los tres investigadores, para verificar el número de veces que se repite cada palabra en el total de los estudios.

En la siguiente tabla se presenta como ejemplo algunas palabras que forman parte del primer contexto, las “X” década estudio del grupo de control son colocadas por cada investigador, para la síntesis de este reporte se considera el número de investigadores que encontraron cada palabra y el número de veces que se repite (Ver tabla 7).

Tabla 7
Detalle contextos

CONTEXTO	PALABRA	PARTICIPANTES																		SÍNTESIS INVES 1	SÍNTESIS INVES 2	SÍNTESIS INVES 3	# REP INVES	# REP PALABRA	
		EC1			EC2			EC3			EC4			EC5			EC6								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
Operation context	agricultural greenhouse							X	x											X			X	2	2
	agricultural sites				X	X														X			X	2	2
	closed environment																			X	X			1	1
	control green house			X																		X		1	1
	controlled atmosphere				X	X															X		X	2	2
	controlled environment	X	X																		X		X	2	2
	controlled environmental				X	X	X														X	X	X	3	3
	green house				X	X															X	X		2	2
	green house environment				X	X																X		1	2
	green house technology				X																	X		1	1
	green houses					X									X						X	X		2	2
	greenhouse	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3	16
	greenhouse environment						X								X							X		1	2
	greenhouse crop														X							X		1	1
	greenhouse condition														X							X		1	1
	greenhouse agriculture							X	X												X		X	2	2
	greenhouse applications																X					X		1	1

Se realiza una síntesis de la tabla anterior, considerando las palabras que más se repiten y que las mismas hayan sido identificadas por más de un investigador en cada contexto.

La cadena de búsqueda fue conformada mediante la combinación de las palabras que más se repiten en cada contexto, para unir las mismas en la cadena se utilizó el prefijo “OR” y para el nexa con otros contextos se utilizó el prefijo “AND”.

La cadena fue probada en IEEE, y presentó varias modificaciones de las palabras y contextos a manejar, un parámetro para determinar que necesita ser depurada una cadena es el resultado de estudios que presenta.

La cadena ideal encontrada considera 3 de 6 estudios del grupo de control detectados en IEEE.

Tabla 8

Estudios recuperados - Cadena de Búsqueda

CADENA DE BÚSQUEDA	# Estudio	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6
(((((greenhouse OR Greenhouses) AND SENSOR OR "wireless communication" OR sensors OR "Wireless Sensor Networks") AND "monitoring system" OR "control system") AND crop OR flowers OR "plant growth"))	1992	X		X	X	X	
(((((greenhouse OR Greenhouses) AND SENSOR OR "wireless communication" OR sensors OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "control system" OR "greenhouse monitoring") AND crop OR flower OR "plant growth"))	2217				X		X
(((((greenhouse OR Greenhouses) AND SENSOR OR "wireless communication" OR sensors OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "monitoring system" OR "control system") AND crop OR flower))	1675	X		X	X	X	X
(((((greenhouse OR Greenhouses) AND SENSOR OR "wireless communication" OR sensors OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "control system") AND crop OR flower)))	1629	X		X	X	X	X
((((((greenhouse OR Greenhouses) AND SENSOR OR "wireless communication" OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "control system") AND crop OR flower))))	1490	X		X	X	X	X
((((((greenhouse) AND SENSOR OR "wireless communication" OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "control system") AND crop OR flower))))	1490	X		X	X	X	X

(((greenhouse) AND SENSOR OR "wireless communication" OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "control system" or "greenhouse monitoring") AND crop OR flower)	1400	X		X	X	X	X
(((greenhouse) AND SENSOR OR "wireless communication" OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "control system" or "greenhouse monitoring") AND crop OR flower) AND temperature)	222	X		X	X		X
((((greenhouse) AND SENSOR OR "wireless communication" OR "Wireless Sensor Networks") AND monitoring system OR "control system" or "greenhouse monitoring") AND crop OR flower) AND lighting)))	105			X		X	
(((("greenhouse") AND "SENSOR" OR "wireless communication" OR "Wireless Sensor Networks") AND "monitoring system" OR "control system" OR "greenhouse monitoring") AND "crop" OR "flower")	831	X		X		X	

La conformación de la cadena ideal seleccionada considera 4 de los 7 contextos establecidos:

- Operation context: "greenhouse"
- Used technology: "SENSOR" OR "wireless communication" OR "Wireless Sensor Networks"
- Instrument: "monitoring system" OR "control system" OR "greenhouse monitoring"
- Study object: "crop" OR "flower"

El resultado de la aplicación de la cadena en IEEE dio como resultado un total de 831 estudios candidatos.

3.3.3. Búsqueda de estudios candidatos

Para la búsqueda de estudios candidatos se utilizaron 5 bases digitales consideradas como las más importantes en el ámbito científico: IEEE, SCOPUS, ACM, SPRINGER y SCIENCE DIRECT. Las bases digitales seleccionadas indexan en su mayoría a conferencias y revistas internacionales de alto impacto, libros, capítulos de libro, etc.

Para la obtención de los estudios candidatos se adaptó la cadena de búsqueda a cada base digital por la diferente simbología manejada, no se modificaron las palabras determinadas en la validación cruzada de los investigadores.

Como resultados de la búsqueda de estudios candidatos se obtuvieron un total de 2739 estudios de las 5 bases digitales.

ACM: 45

SCIENCE DIRECT: 515

SCOPUS: 556

SPRINGER: 792

IEEE: 831

3.4. Proceso de selección

Proceso para determinar los estudios primarios dentro del grupo de estudios candidatos (Ver Ilustración 9).



Figura 9: Proceso – Selección de Estudios Primarios

3.4.1. Depuración de estudios candidatos

En las diferentes bases digitales se detectaron estudios duplicados, por lo cual se aplicó la depuración de estudios candidatos para ubicar estudios que se encuentren repetidos dentro de la misma base con título similar y contenido idéntico; además se detectaron estudios que se encontraron en diferentes bases digitales.

La validación en base al título del estudio dio como resultado los siguientes números de estudios similares dentro de la misma base digital:

Tabla 9
Validación en base

BASE DIGITAL	# TÍTULOS REPETIDOS	Total art
ACM	3	6
IEEE	8	17
SCIENCE DIRECT	8	80
SCOPUS	10	20
SPRINGER	42	98

Al considerar cada base digital sin sus duplicados, se realizó la validación en base al título del estudio con relación a diferentes bases digitales, dando como resultado los siguientes números de estudios similares entre bases:

Tabla 10
Validación entre Bases

BASE 1	BASE 2	BASE 3	TOTAL TÍTULOS SIMILARES
ACM	IEEE	SCOPUS	4
ACM	SCIENCE DIRECT	SCOPUS	2
ACM	SCOPUS	SPRINGER	2
ACM	IEEE		5
ACM	SCIENCE DIRECT		5
ACM	SCOPUS		11
ACM	SPRINGER		2
IEEE	SCOPUS		21
SCIENCE DIRECT	SCOPUS		28
SCIENCE DIRECT	SPRINGER		7
SCOPUS	SPRINGER		30

3.4.2. Selección de estudios

Para la selección de estudios se tuvo la participación de dos investigadores, los cuales para el desarrollo de este proceso realizaron una revisión del título y resumen de cada estudio candidato, determinando su aceptación o rechazo del estudio.

Con la elección de estudios se realizó una validación cruzada para determinar coincidencias y llegar a consensos de los estudios que obtuvieron diferencias en la elección.

De los 2739 estudios candidatos se tuvo una inconformidad del 5,8% de estudios en base al total, los cuales fueron analizados nuevamente y se llegó a un consenso por parte de los investigadores.

Como resultado 170 artículos fueron seleccionados sin considerar redundancia entre estudios de la misma base digital o entre bases.

Tabla 11

Estudios seleccionados

TOTAL ESTUDIOS CANDIDATOS	2739
Estudios seleccionados	170
Estudios descartados	2569
% Acuerdo	94,2%
% Desacuerdo	5,8%

3.4.3. Selección de estudios primarios

Para la selección de estudios primarios se procedió a unificar los estudios seleccionados y a obtenerlos de las diferentes bases digitales.

Los estudios seleccionados fueron revisados en su totalidad para definir los estudios que pertenecerán al grupo de estudios primarios.

Se descartaron algunos estudios por la dificultad de obtenerlos y por el idioma en que se los logró obtener.

Se obtuvo un total de 23 estudios primarios de las 5 bases digitales, en la tabla 11 se puede observar la base digital de donde se obtuvieron, como se puede observar hay estudios que pertenecen a más de una base digital.

En la ilustración 10, se presenta la relación de estudios primarios, seleccionados y candidatos en base a cada repositorio digital.

Tabla 12
Estudios Primarios

BASE DIGITAL	ESTUDIO PRIMARIO
ACM - SCOPUS	EQ1
IEEE - SCOPUS	EQ2
IEEE - SCOPUS	EQ3
IEEE - SCOPUS	EQ4
IEEE - SCOPUS	EQ5
SCIENCE DIRECT	EQ6
SCIENCE DIRECT - ACM	EQ7
SCIENCE DIRECT - SCOPUS	EQ8
SCOPUS	EQ9
SCOPUS	EQ10
SCOPUS	EQ11
SCOPUS	EQ12
SCOPUS	EQ13
SCOPUS	EQ14
SCOPUS	EQ15
SCOPUS	EQ16
SCOPUS	EQ17
SCOPUS	EQ18
SCOPUS - SPRINGER	EQ19
SPRINGER	EQ20
SPRINGER	EQ21
SPRINGER	EQ22
SPRINGER	EQ23

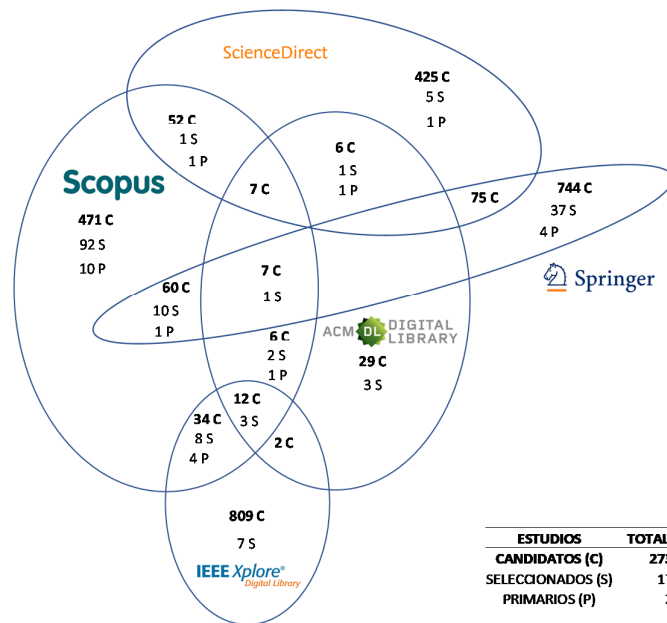


Figura 10: Relación Estudios Primarios

3.5. Extracción de datos

Proceso de obtención de la información más relevante de los estudios primarios con el fin de obtener la información objetivo del mapeo sistemático de literatura. (Ver Ilustración 11).

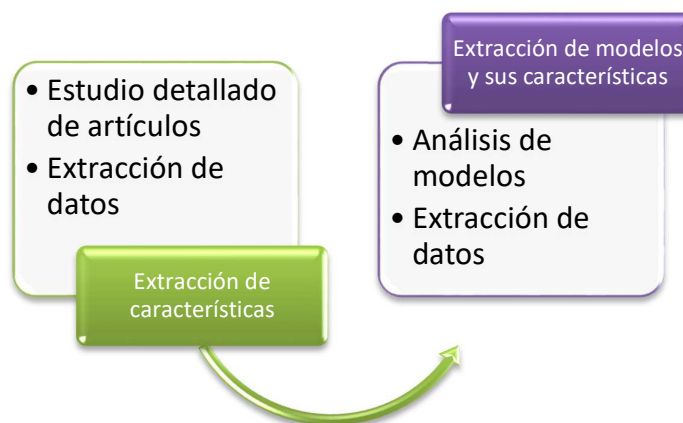


Figura 11: Proceso – Extracción de Datos

3.5.1. Extracción de características

Se realizó la extracción de características generales y específicas más relevantes de los estudios primarios donde se consideró el producto o parámetro al que fue dirigido la investigación, variables ambientales en análisis, el lugar donde se realizó el experimento y el año de publicación del estudio.

El resultado de la extracción de características se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 13

Extracción de características Estudios Primarios

ESTUDIO PRIMARIO	PRODUCTO /PARÁMETRO	LUGAR DEL EXPERIMENTO	VARIABLES	AÑO DE PUBLICACION
EQ01	Tomate	Chambo-Ecuador	Temperatura Humedad	2012
EQ02	Mango	Perlis-Malaysia	Temperatura Humedad Intensidad de la luz Concentración de CO2	2014
EQ03	Rosas	Latacunga-Ecuador	Temperatura Humedad relativa Humedad del suelo Luminosidad Concentración de CO2	2015
EQ04	Tomate	Damyang	Luminosidad	2012
EQ05	Flor/Orquídea	Panamá	Temperatura Humedad	2015
EQ06	Manejo integrado de plagas	Western Sicily-Palermo	Temperatura de la hoja Temperatura el rocío Humedad	2017
EQ07	Rosas	Harare-Zimbabwe	Punto de rocío Radiación solar Temperatura Humedad relativa del aire Velocidad y dirección del viento Temperatura foliar Humedad foliar	2013
EQ08	Plantas de pepino	Pirgetos - Grecia	temperatura del aire Humedad relativa Temperatura de la hoja	2017
EQ09	Planta de Chile	Zacatecas-México	Humedad del suelo Temperatura	2011

EQ10	Plantas de semillero	Suncheon-Corea	Temperatura Humedad	2011
EQ11	Plantas	Madrid-España	Temperatura Humedad del aire Luminosidad Concentración de dióxido de carbono Temperatura del suelo	2016
EQ12	Planta de Chile	Malasia	Riego del fertilizante Agua a los cultivos Humedad	2014
EQ13	Tomate	Japón China	Transpiración Estrés hídrico Temperatura Humedad del aire Densidad de la luz solar Densidad del CO2	2004
EQ14	Pepinos	Pirgetos-Grecia	Temperatura del aire Humedad relativa Temperatura de la hoja	2017
EQ15	Cultivo	Beijing-China	Temperatura Humedad	2014
EQ16	Matricaria Tomate Pepino Flor	Sensirion-Suiza	Humedad relativa Temperatura del aire	2014
EQ17	Tomate	Andalucía-España	Temperatura Humedad relativa Radiación solar y fotosintética	2012
EQ18	Tomate	China	Temperatura del aire Humedad del aire Concentración de CO 2 Intensidad de luz	2015
EQ19	Orquídea	Taiwán-China	Temperatura Humedad Iluminación	2016
EQ20	Plantas	Almería-España	Propiedades del suelo Temperatura del suelo Temperatura Humedad	2016
EQ21	Crisantemo Morifolium	Europa	Temperatura Luminosidad Concentración del CO2 Humedad	2011
EQ22	Vegetales	China	Temperatura ambiente Humedad	2016
EQ23	Plántulas de col	Taiwán-China	Temperatura Humedad relativa Intensidad de la luz Calidad de ambiente	2015

3.5.2. Extracción de datos y características

Para realizar el análisis detallado de las características de cada estudio primario, se presenta un resumen por cada uno de los mismos.

EP1: Wireless Sensors Network in the Efficient Management of Greenhouse Crops (Jimenez, Jimenez, Lozada, & Jimenez, 2012)

Este presente estudio plantea el manejo de Wireless sensor Network y la plataforma Tmote Sky, en un invernadero en Chambo, Chimborazo - Ecuador para mejorar la producción del cultivo de tomate, se desarrolló una interfaz para proporcionar la captura y manejo de datos obtenido de las lecturas de los sensores. Para la evaluación se realizaron pruebas en paralelo con el método tradicional (manual) y con la aplicación de la tecnología mencionada, obteniendo como resultado una mejor captura de información ya que esta fue tomada un mayor número de veces por el sensor de temperatura y el sensor de humedad, permitiendo reconocer la temperatura promedio real en horas del día y de la noche de una de las variables más influyentes en el crecimiento y desarrollo de la planta, lo que permitió generar políticas para la gestión en el momento de mayor calor y frío logrando minimizar la afectación del cultivo, además se pudo controlar la helada por la noche mediante alarmas que brindaron al agricultor la información necesaria para la toma de decisiones, en lo referente al sensor de humedad permitió adquirir información de los niveles críticos del mismo y mediante alarmas permitió al agricultor tomar acciones.

EP02: A real-time greenhouse monitoring system for mango with Wireless Sensor Network (WSN) (Saad, y otros, 2014)

Este estudio demuestra la mejora de la producción de mangos Harumanis al ser cultivado en un invernadero gracias al control que brinda a los cultivos y a la protección contra los cambios bruscos de clima, que

pueden generar pérdidas en la producción. Se ha probado el uso de sensores en el interior y exterior del invernadero para comparar la variación de los indicadores de variables como la temperatura, humedad y nivel de CO₂; se pudo determinar que la temperatura dentro del invernadero puede llegar a ser mayor que en el exterior, la humedad no difiere del escenario donde se la mida, y que la concentración del CO₂ aumentó considerablemente durante la noche debido al proceso de fotosíntesis que realiza el árbol de mango por naturaleza.

EP03: Design and implementation of a wireless sensor network for rose greenhouses monitoring (Erazo, y otros, 2015)

El presente experimento se realizó en un invernadero ubicado en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, en el cual se desarrolló un Wireless Sensor Network usando el estándar de comunicación 802.15.4 ZIGBEE para controlar variables ambientales como la temperatura, humedad relativa, humedad del suelo, concentración de CO₂, y la luminosidad, se consideró tecnología accesible y de bajo costo para la implementación; el sistema probó la confiabilidad de las alarmas en casos de variación con parámetros preestablecidos para cada variable antes mencionada permitiendo tomar acciones al agricultor de forma inmediata.

EP04: Dynamic greenhouse supplemental light source control with wireless sensor network (Lee, Kang, Bang, & Kang, 2012)

Se implementó el control de invernadero en un invernadero de Damyang, el control mencionado se basa en el control dinámico de fuentes de luz suplementarias con sensor inalámbrico mediante un sistema remoto que incluye el middleware para la recolección de datos y la generación de decisiones; en el sistema intervienen nodos que procesan los datos

capturados por el sensor y los transmiten al controlador mediante una red ad-hoc, además en el sistema propuesto cada nodo recolecta energía a través de un panel solar conectado. La entrega de datos se la realiza mediante el protocolo MAC. La importancia del proyecto se basa en la necesidad de optimización y detección temprana de fuentes de luz que permitan detectar posibles falencias y déficit de luz, la cual es fundamental para no afectar la fotosíntesis del cultivo. La implementación del control permitió reconocer fuentes con déficit de luz, además mediante la aplicación de los controles se logró tener una longitud mayor en la planta.

EQ05: SICROIN: Platform for the greenhouse care of the orchid *peristeria elata* (Aguilar, Acosta, & Pinzón, 2015)

Este estudio se enfoca en mejorar las condiciones para el cuidado y crecimiento de la orquídea *Peristeria Elata*, por lo cual se emplean invernaderos de bajo costo en los cuales se ha implementado la plataforma SICROIN, el cual obtiene información de las variables de temperatura y humedad por medio de sensores. En el estudio adicionalmente se reconoce el manejo de la plataforma Web phpMyAdmin la cual es una herramienta de software libre escrito en PHP para visualizar los datos recolectados; como último punto en este modelo se incorpora un entorno web para visualización y análisis del usuario. La plataforma maneja una base de datos interna capaz de almacenar registros históricos de las variables climáticas permitiendo al agricultor evaluar patrones y aplicar acciones para mejorar la producción del cultivo.

EQ06: A decision support system based on multisensor data fusion for sustainable greenhouse management (Aiello, Giovino, Vallone, Pietro, & Argento, 2017)

El presente estudio propone un sistema de apoyo a las decisiones (DSS), para el manejo integrado de plagas basado en un modelo teórico de referencia y en los datos recogidos mediante el uso de wireless sensor network constituida por sensores de temperatura y humedad basados en Arduino que se comunican con una estación central mediante una red zigbee, la cual permite recolectar información de los sensores para mediante la aplicación de un algoritmo de fusión de decisión permita al agricultor tomar las decisiones sobre el posible riesgo de la enfermedad de plagas. Los resultados de la implementación del sistema en el invernadero comprueban la posibilidad de detectar potenciales riesgos de plagas mediante el control de las condiciones climáticas, generando avisos al agricultor para realizar acciones de control cómo mejorar la ventilación del invernadero para prevenir la propagación de una enfermedad.

EQ07: Estimation of leaf wetness duration for greenhouse roses using a dynamic greenhouse climate model in Zimbabwe (Mashonjowa, Ronsse, Mubvuma, Milford, & Pieters, 2013)

En el presente estudio se realizó una comparación de la precisión de la humedad de la hoja apoyada en modelos empíricos con relación a los sensores de humedad comercializados. Se monitoreó la presencia o ausencia de humedad en las hojas de un cultivo de rosa en el invernadero, mediante una inspección visual cuando el agua aún era visible para ser inspeccionada por una persona. El sensor por su parte captura los datos de la humedad de la hoja en todos sus cambios de conducta. La adecuada aplicación del modelo del estudio permite predecir y prevenir posibles variaciones críticas de las variables, generando información relevante para el agricultor.

EQ08: Wireless sensor networks for greenhouse climate and plant condition assessment (Konstantinos, y otros, 2017)

5 nodos de sensores inalámbricos fueron colocados como parte del Wireless Sensor Network en un invernadero, esos sensores se encuentran en puntos específicos del invernadero para cubrirlo en su totalidad permitiendo el monitoreo y control de las variables de temperatura y humedad. Con el experimento se pudo evidenciar que existen variaciones durante el día y la noche y también durante el cambio de estados en lo referente a las variables de temperatura y humedad. Se consideró la programación del riego para automatizar el proceso de transpiración de los cultivos lo cual permite tener una mayor eficiencia en el uso del agua reduciendo su uso y por ende los costos de producción. Los datos de temperatura de la hoja en las plantas de pepino permitieron identificar periodos con condiciones que favorecen la condensación en la superficie de las hojas, además la información de la humedad en el cultivo permite mantener el control del mismo al compararlo con las condiciones ideales para no afectar al cultivo.

EQ09: Development of a remote sensing and control system for greenhouse applications (Olvera, y otros, 2011)

Este documento muestra el desarrollo de un sistema de teledetección y control, con capacidad de comunicación inalámbrica, que le permite cubrir superficies extensas en tiempo real. Este sistema se centra en la medición de las diferentes señales analógicas, que representan la atmósfera o las variables físicas del entorno agrícola protegido, como la temperatura, la humedad relativa, etc. La implementación del sistema se basa en los microcontroladores "PIC18F4550" y "DSPIC 30F5011", la interfaz de usuario fue programada bajo LINUX, en la que permite al usuario observar el comportamiento de las variables medidas con gráficos en la misma pantalla de inicio. Este sistema tiene ventajas de configuración y versatilidad, en

comparación con los sistemas comerciales con cable, la misma que consiste en conectar cualquier tipo de sensor a las estaciones de campo, de modo que sólo es necesario condicionar la señal eléctrica del sensor fuera de la tarjeta de estación.

EQ10: Development of a web-based greenhouse monitoring system using a field server (Lee, Bae, Oh, & Nakaji, 2011)

Este estudio desarrolló un sistema de monitoreo de invernaderos apoyado en la WEB, con la cual se observa la información agrícola en el tiempo real, procesa imágenes de alta resolución y operaciones de campo con un servidor de campo en un invernadero comercial. Este sistema fue complementado con un sensor de suelo añadido a la red de sensores existente y al puesto de control de crecimiento vertical. El crecimiento de cultivos puede ser monitoreado mediante operaciones de conmutación en el sitio o control a distancia por internet con mayor detalle. El sistema propuesto fue diseñado para enlazarse con múltiples servidores de campo y extensivo hacia varios lugares, esperando mejorar y controlar la producción agrícola, lograr un trabajo conjunto de gestión entre invernaderos por varios servidores de campo.

EQ11: Heterogeneous multi-robot system for mapping environmental variables of greenhouses (Roldán, y otros, 2016)

En este trabajo, la misión multi-robot tiene como objetivo medir la temperatura, la humedad, la luminosidad y la concentración de dióxido de carbono en el invernadero, pudiendo obtenerse más variables al añadirse sensores adecuados, como la concentración de otros gases, considerando siempre la capacidad de carga limitada y el consumo de energía del vehículo aéreo. La inspección visual autónoma utiliza las cámaras de los dos robots. El mapeo de variables ambientales requiere la cobertura del invernadero,

con un camino óptimo que pase por el número máximo de plantas y cubra la distancia mínima en un tiempo mínimo. El robot suelo se teleopera siguiendo un camino en el interior del invernadero, con el fin de construir un mapa con el algoritmo de SLAM. Este algoritmo utiliza dos referencias para obtener la ubicación del robot: una es la fusión de odometría y las mediciones IMU con la EKF y el otro las lecturas de los láseres. Siendo el algoritmo capaz de plantear el desplazamiento del robot mientras se construye el mapa que proyecta áreas de luz que son los pasillos y las áreas oscuras que son plantas. Ground robot se utilizó para cubrir el invernadero y construir mapas de variables ambientales. Mostrando el camino tomado por el robot en el invernadero que circula a través de cada pasillo al menos una vez.

EQ12: Precision irrigation performance measurement using wireless sensor network (Mat, Kassim, & Harun, 2014)

El estudio prueba el manejo del Sistema integral de agricultura de precisión para optimizar la producción agrícola; el objetivo principal del estudio es comparar la eficiencia del riego utilizando dos metodologías: riego programado y automatizado. Se aplicaron Wireless sensor network para la captura y recolección de datos. En base a la experimentación se concluyó que la agricultura automatizada de precisión integrada por sensores optimiza el uso de agua y fertilizante, brindando mejores técnicas y prácticas novedosas para que los agricultores puedan generar mejores cosechas.

EQ13: Precision irrigation system based on detection of crop water stress with acoustic emission technique (Yang, Lu, Okushima, & Sase, 2004)

El estudio presenta un Sistema de riego de precisión automático y computarizado cimentado en la estimación de la tensión cultivos-agua con técnicas de emisión acústica (EA), que en tiempo real recopila información

de la transpiración del cultivo, de la temperatura, humedad del aire, densidad de luz solar y del CO₂, mediante sensores inalámbricos, concluyendo que de la información de los cultivos con emisión acústica se llega a implementar un riego óptimo y automático.

EQ14: Spatially distributed greenhouse climate control based on wireless sensor network measurements (Katsoulas, Ferentinos, Tzounis, Bartzanas, & Kittas, 2017)

El estudio realizado en un invernadero comercial presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo utilizando una red de sensores inalámbricos (WSN) hacia la metodología de control distribuida espacialmente, el estudio considera las variaciones espaciales de las variables ambientales recogidas. Las mediciones adquiridas por los nodos inalámbricos se analizan representando la variación espacial que posteriormente llevará al desarrollo de estrategias de control tendiente a conseguir condiciones más uniformes en el área de cultivo y un mejor control del mismo. Observaciones que pueden ser consideradas para el desarrollo de sistemas de control ambiental y de riego, con cantidad y calidad del producto más uniforme, minimizando el riesgo de enfermedades y reducción de agua de riego, y tecnología más densa.

EQ15: System Design of Greenhouse Temperature and Humidity Monitoring and Alarming (Zhang, Hu, Wei, & Chen, 2014)

Con la finalidad de controlar los impactos más importantes en la producción de cultivos este estudio diseña un sistema de monitoreo en línea de invernaderos basado en la tecnología de la comunicación inalámbrica ZigBee, utilizando sensores DHT11 para vigilar la humedad y temperatura en invernadero. Nodos de adquisición de datos colocados estratégicamente envían información al nodo central que permite la adopción de soluciones

como el funcionamiento de actuadores entre ellos soplador de aire y humidificador, además cumple con el requisito en la aplicación como autoservicio, funcionamiento largo y sin interrupción, mejorando la eficacia del trabajo y reduciendo costos de equipo.

EQ16: Using a wireless sensor network to determine climate heterogeneity of a greenhouse environment (Balendonck, y otros, 2014)

Este estudio analiza la heterogeneidad climática horizontal del ambiente de invernadero, en seis experimentos en invernaderos comerciales con cien sensores inalámbricos en diferentes condiciones y cultivos. La información de los sensores permitió conocer la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la humedad relativa, encontrando diferencias espaciales instantáneas que varían en hasta cinco grados de temperatura y un veinte por ciento de humedad. Esto da la pauta para más investigaciones, mayor integración con los sistemas sensores más densos y de control, y, un potenciamiento de ahorro de energía, mayor control de posibles enfermedades fúngicas.

EQ17: Virtual sensors for designing irrigation controllers in greenhouses (Sánchez, Rodríguez, Guzmán, & Arahal, 2012)

El estudio desarrolla un sensor virtual con resultados prometedores para inferir la transpiración y el control del riego mediante diferentes técnicas de reprocesamiento de datos, selección de variables, construcción adecuada, selección de pruebas, validación y evaluación de desempeño de otras variables fácilmente medibles, sustituyendo el micro-isómetro como sensor de transpiración por su elevado costo de adquisición y mantenimiento.

EQ18: WSN-based Control System of Co2 Concentration in Greenhouse
(Jiang, Li, Zhang, Sha, & Ji, 2015)

Esta investigación tiene como objetivo recoger en forma automática información ambiental en invernaderos y controlar la concentración de CO₂. Se desarrolló un modelo de predicción de tasa de fotosíntesis a partir de un BPNN y un sistema para la concentración de CO₂ basado en WSN. Investigación que permitirá gestionar con precisión CO₂ y fertilizante

EQ19: A wireless sensor network-based monitoring system with dynamic convergecast tree algorithm for precision cultivation management in orchid greenhouses (Jiang, y otros, 2016)

A fin de permitir la adquisición de datos fiables en el seguimiento del crecimiento de las orquídeas, se diseñó e implantó un algoritmo de árbol convergente dinámico (DCTA) en el sistema de monitoreo apoyado en la tecnología de sensores inalámbricos (WSN) cuyo diseño está basado en programación flexible que proporciona mediciones ambientales de mejor resolución espacio tiempo para el logro de un manejo de cultivo de precisión. El algoritmo WSN propuesto ajusta dinámicamente la ruta de encaminamiento de cada nodo sensor. Los resultados experimentales muestran un algoritmo fiable de recolección de datos ambientales con satisfacción del 92,5% de todas las redes probadas.

EQ20: A UGV Approach to Measure the Ground Properties of Greenhouses (Ruiz, Roldán, Garzón, del Cerro, & Barrientos, 2016)

Este artículo presenta una plataforma de robot de tierra para medir las propiedades del suelo de los invernaderos. Para este propósito, la temperatura infrarroja y los sensores de humedad del suelo están equipados en un vehículo terrestre no tripulado. Además, se explica la estrategia de

navegación, incluyendo la planificación de rutas y los siguientes enfoques. Finalmente, todos los sistemas son validados en un experimento de campo y se realizan mapas de temperatura y humedad.

EQ21: An Agent-Based Extensible Climate Control System for Sustainable Greenhouse Production (Jan Corfixen Sørensen, Bo Nørregaard Jørgensen, & Mark KleinYves Demazeau, 2011)

La razón del experimento fue la determinación de irregularidades en los períodos de luz que afectan al crecimiento de las plantas (Crisantemo Morifolium). Se desarrolla una propuesta de un sistema multiagente que permite la extensibilidad independiente de los sistemas de control del clima de invernadero en el que se utiliza nuevos protocolos de negociación multiobjetivos que permita un clima de invernadero apropiado que satisfaga los requisitos de las estrategias de control.

EQ22: Design of Wireless Monitoring System for Environment Monitoring in Greenhouse Cultivation (Jiang S. , Wang, Hu, & Ye, 2016)

El estudio efectuado para cultivos en invernadero consistió en el diseño de una plataforma de hardware de red de sensores inalámbricos WSN configurados por la red Ad Hoc, y una plataforma de hardware nodo Gateway, compuesto por módulos de micro controlador, transceptor, GPRS, de almacenamiento de datos, de comunicación de puerto en serie y un módulo de potencia y el establecimiento de un sistema de monitoreo móvil basada en la plataforma de desarrollo NE con SQL Server 2000 y C#.

EQ23: Precision Cultivation System for Greenhouse Production (Yang & Chen, 2015)

El desarrollo de sistemas de cultivo de precisión y trazabilidad de invernadero se desarrolló integrándose la imagen espectral remota por radiofrecuencia de sistemas de cultivos y rastreabilidad de precisión en la detección ambiental, se desarrollaron varios índices de vegetación, siendo los más utilizados el PLAI o índice de área foliar proyectado y el NDVI o índice de vegetación diferencial normalizado, siendo el elemento primordial para la integración del sistema el desarrollo del sistema de posicionamiento local en el invernadero, en este caso utilizando un foto detector y detector de proximidad, apoyados a la irrigación de precisión que responde al cálculo realizado por la información de la formación de imágenes multiespectrales y al entorno de microclima.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

1.1. Resultados del Systematic Mapping Study

Con la aplicación del systematic mapping study se ha logrado realizar la recopilación de las características más relevantes de los estudios primarios que son la fuente principal para nuestro análisis al encontrar información relevante para tener un conocimiento basto del tema en investigación.

1.1.1. Resultados Generales

Se han manejado 5 bases digitales para el presente Systematic Mapping Study obteniendo como resultado 23 estudios primarios cuya cronología se presenta en la siguiente ilustración:

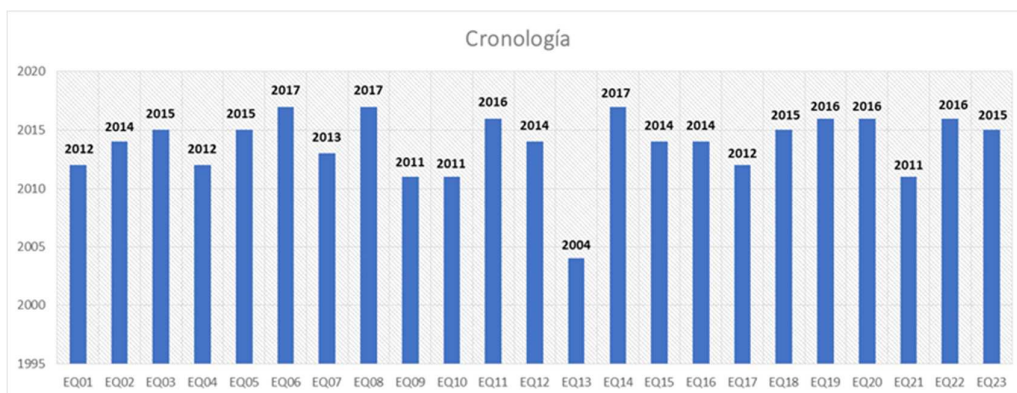


Figura 12: Cronología Estudios Primarios

Adicional se presentan el peso por año considerando la fecha de publicación de los estudios primarios.

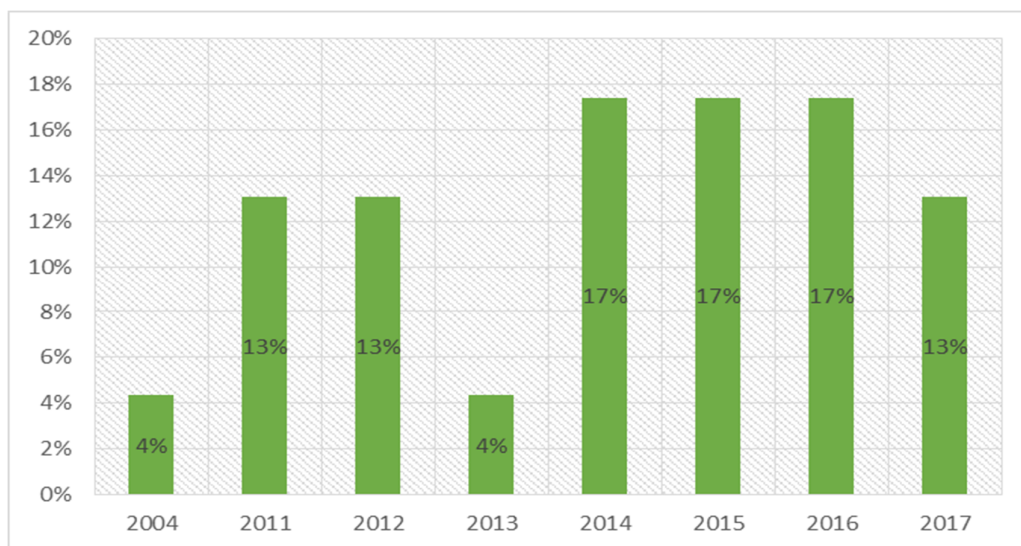


Figura 13: Participación desarrollo de tecnología por año

En la ilustración 14 se presenta el desarrollo de la tecnología en base al producto analizado y el año de publicación del Estudio Primario.

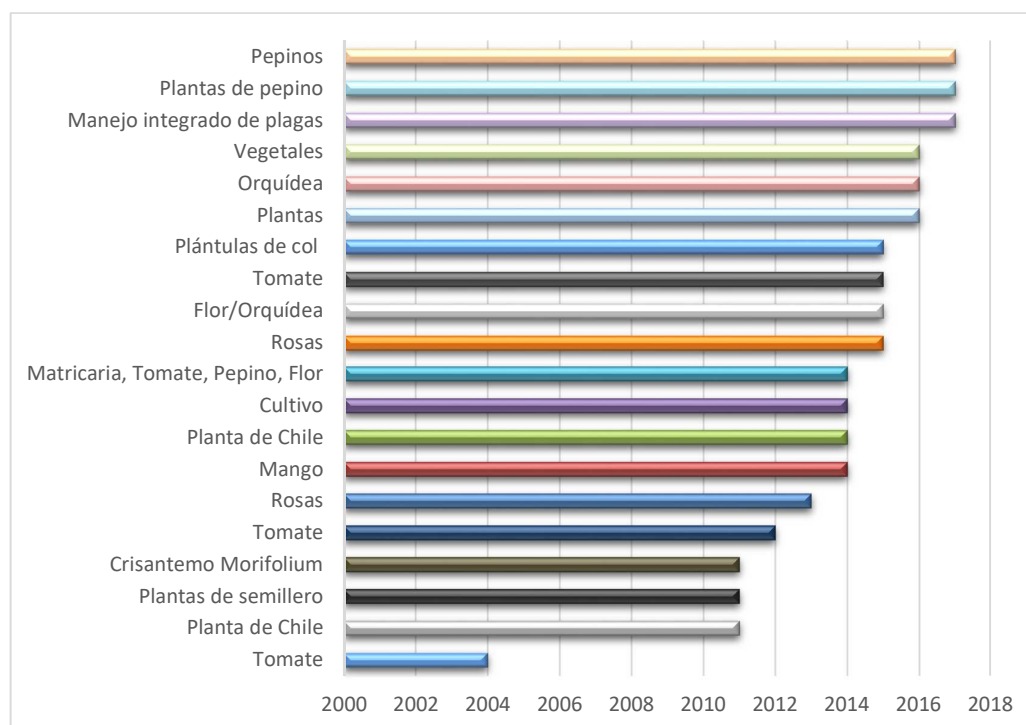


Figura 14: Desarrollo de tecnología por producto

1.1.2. Resultados específicos

La aplicación del systematic mapping study ha generado gran conocimiento sobre el tema de investigación, por lo cual se presentan los resultados a las preguntas de investigación planteadas inicialmente.

RQ1: ¿Qué tipos de tecnologías son utilizadas en la producción de rosas y cuáles son sus características?

Varias tecnologías han sido implementadas en la producción de cultivos en invernaderos, van desde el desarrollo y configuración de equipos hasta la automatización total de un proceso con el manejo de la robótica, entre algunos tipos de tecnología observados en los estudios primarios se destaca:

Wireless Sensor Network

Conjunto de dispositivos en red que manejan diferentes sensores distribuidos por el invernadero.

Características

- Facilidad de despliegue.
- No se utiliza la infraestructura de red: enrutamiento entre nodos sin visión directa con comunicaciones multi-salto.
- Topología dinámica: nodos auto configurables, tolerancia a fallos.
- Utiliza una transmisión.
- Ultra bajo consumo de energía: funcionamiento de la batería, autonomía larga.
- Muy bajo costo y pequeño tamaño.
- Funcionamiento sin mantenimiento durante varios meses o años.
- Aplicación en tiempo real
- Flexible

Tmote Sky plataforma

Plataforma para implementaciones de sistemas de sensores inalámbricos.

Características de Tmote Sky plataforma

- Módulo del sensor inalámbrico con aplicaciones de alta velocidad de datos
- Transceptor: Chipcon de 250Kbps 2.4GHz IEEE 802.15.4
- Microcontrolador: MSP430 de Texas, Instrumentos
- Antena: PCB integrado
- Sensores: Humedad, temperatura y luz integradas
- Hora de despertar: <6 μ s
- Programación: USB
- Recopilación de datos: USB
- Conector: Expansión de 16 pines
- Apoyo: TinyOS

Sistemas distribuidos del control del invernadero

Conjunto de computadores independientes presentados como un único sistema al usuario.

Características

- Ordenadores múltiples
- Interconexión global
- Tolerancia a Fallos
- Comparten datos
- Comparten dispositivos de salida

Red WLAN (Red de área local inalámbrica)

Es un sistema de comunicación de datos inalámbricos, sin cables.

Características

- Fácil instalación
- Flexible

- Elimina problemas de cableado
- Robusta frente a contingencias
- Problema de seguridad
- Alto costo
- Maneja Radiofrecuencia
- Comparten acceso a internet ente varias computadoras

Sensor

Un sensor es un objeto o dispositivo capaz de detectar variables como temperatura, humedad, luminosidad, niveles de dióxido de carbono etc., y transformarlas en variables eléctricas.

Características

- Lectura exacta
- Sensibles
- Rápido tiempo de respuesta
- Precisión
- Repetitividad
- Resolución

Redes inalámbricas, Wi-Fi y Bluetooth

Tecnología inalámbrica que permite la conexión entre dispositivos

- Alto nivel de seguridad
- Permite intercambio de datos
- No utiliza cables
- Funciona a base de protocolos preestablecidos

LabVIEW

Programa que permite la recopilación y presentación de información en la pantalla del agricultor

- Reduce tiempos de configuración
- Simplifica el desarrollo de sistemas
- Fácil
- Optimiza el rendimiento y calidad de la programación

Bus CAN y en el bus RS485

Estándares en sistemas de bus de campo

- Proporcionan reglas básicas y el enlace físico para el intercambio de datos.
- Fácil de implementar
- Depuración fácil
- Velocidad máxima
- Tolerancia a fallos incorporada

Tecnología de Radio Frecuencia

Aplicación de ondas electromagnéticas de alta frecuencia para control en alimentos

- Estable
- Limpio
- Garantiza productos de calidad
- Captura información de campo en tiempo real

Tecnología GSM

Sistema estándar de telefonía digital.

- Módulo de la tarjeta SIM
- Alta velocidad de transmisión
- Empleo de transmisión discontinua
- Técnica de saltos lentos en frecuencia

Sistema de riego por goteo (Mecanismos de irrigación)

Método de riego utilizado en zonas áridas para optimización en uso del agua.

- Utiliza caudales a baja presión
- Localización de agua
- Evita evaporación de agua
- Minimiza la pérdida en el uso de agua
- Costo alto

Métodos de pulverización

Manejo de maquinaria agrícola para esparcir compuestos en el campo.

- Alta velocidad en disolución de un sólido.
- Distribución homogénea
- Aplican iones sobre sólidos

Sistema de ventilación

Su función tiene como objetivo generar pequeñas corrientes de aire que permitan mezclar y uniformar las condiciones del invernadero.

Características:

- Renovación de aire
- Mejora las condiciones de temperatura
- Ayuda a la obtención de un buen producto.

Sistema de calefacción

Controla la temperatura dentro del invernadero y son indispensables cuando el clima del lugar es frío, o cuando las temperaturas ambientales exteriores decrecen de forma considerable.

Características:

- Mantiene una temperatura uniforme sobre la superficie
- Favorece el desarrollo del producto
- Son eficientes y económicos

Sistema de nebulización

Se trata de un circuito de tuberías que expulsa agua y fertilizante en forma de neblina, colocados en la parte superior que además contribuye a disminuir temperatura y elevar el nivel de humedad relativa en el interior del invernadero.

Características:

- Refresca el Ambiente
- Mejora la calidad del aire
- Elimina los olores desagradables
- Reduce la presencia de insectos.

Pantalla de sombreado

Son pantallas formadas por una combinación de tejidos, que ayudan a proteger los cultivos contra la aparición directa de elementos tales como la alta radiación solar, el viento y el granizo.

Características:

- Ayuda al control de luz
- Controla la temperatura y humedad
- Ahorro de energético

Estándar de comunicación inalámbrica ZIGBEE-IEE 802.15

Es un estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos.

Características:

- Ofrece comunicación entre equipos
- Crea protocolos de alto nivel
- Permite el control de cada equipo instalado

Tecnología Arduino

Plataforma de prototipos electrónicos de código abierto basada en hardware y software que permite crear objetos interactivos.

- Fácil de usar
- Pre ensamblada
- Completamente autónomo
- Hardware: micro controlador principal llamado Atmel AVR de 8 bits
- Software: plataforma que combina hardware con un lenguaje de programación que permite controlar sensores conectados a la placa.

Plataforma Web phpMyAdmin

Es una herramienta de software libre escrito en PHP, compatible con Una Amplia Gama de Operaciones que las administra mediante la Web.

- Interfaz web intuitiva
- Importar datos desde CSV y SQL
- Exporta datos en varios formatos
- Administración de varios servidores
- Creación de gráficos en varios formatos
- Transformar datos almacenados a diferentes formatos

Sistemas de apoyo a la decisión (DSS)

Herramienta de inteligencia de negocios para análisis de datos.

- Informes dinámicos
- No requiere conocimientos técnicos

- Rapidez en tiempo de respuesta
- Integración entre sistemas
- Disponibilidad de información al usuario
- Almacenamiento de información histórica

Agricultura de Precisión

Conjunto de tecnologías para estimar, evaluar y entender variables ambientales, la información permite predecir rendimiento y producción de cultivos.

- Genera mayor productividad
- Control y ahorro de fertilizantes
- Reducción de niveles de contaminación por uso de agroquímicos
- Brinda información oportuna para la toma de decisiones

Big Data e Internet de las Cosas

- Análisis en tiempo real
- Manejo de amplio volumen de datos
- Capacidad predictiva
- Fácil acceso
- Alta velocidad

Agricultura ambiente controlado (CEA)

Sistemas de conservación de ambiente y recursos se enfoca en:

- Ambiente aéreo
- Densidad y duración del flujo de luz
- Uso eficiente de energía
- Tratamiento de Agua
- Sistemas de crecimiento hidropónico
- Solución nutritiva

Sistema sensorial multi-robot

Adaptación de robots al entorno cuyo sistema sensorial se encuentra conformado por captadores, manejan algoritmos sensoriales y de navegación para definición de rutas.

Se pueden encontrar robots aéreos y de tierra

- Adaptación de robots a entorno
- Capaces de realizar tareas complejas
- Captadores capaces de medir grandes magnitudes

Inductive Miner algorithm

Técnica de minería de datos que infiere herramientas como árboles de decisión que sirve de base para la toma de decisiones.

- Funciona recursivamente
- Decide atributos relevantes a contestar
- Suministra respuestas
- Estructura de árboles de decisión

Algoritmo de GNC

Es el conjunto de modelos matemáticos para el sistema de navegación que considera el uso combinado de GPS con un sistema de navegación inercial.

Características:

- Robusto
- Adaptivo
- Preciso

Algoritmo de control de riego

Son herramientas de suministro de agua y nutrientes enfocados en brindar la cantidad óptima de recursos para el cultivo.

Características

- Optimización en el riego y fertilización
- Reducción de costo y consumo de agua
- Requiere tiempo de adaptación para la variable
- Estable

Sistema de Monitoreo de Invernaderos (GHMS)

- Práctico
- Bajo costo
- Ambientalmente amigable basado en la tecnología WSN.

Sensor de emisión acústica

Sensor aplicado en la detección de las señales ultrasónicas de alta frecuencia emitidas en un cultivo bajo estrés hídrico

- Monitoreo integral
- Acción inmediata
- Permite ensayo no destructivo

Sistema de ventilación (Aicro-breeze)

Sistema para distribución homogénea de aire

- Total control de ventilación en invernadero
- Renovación de aire
- Depende de un suministro de energía

Software de adquisición de datos (Sensograph, versión R4c6, Wireless Value)

Software para tratar datos de cualquier procedencia, contiene una librería de aplicaciones dirigida a sectores específicos.

- Software flexible
- Aplicaciones enfocadas al sector
- Manejo sencillo
- Software orientado a ingenieros
- Ahorra tiempo y costos
- Amigable con el usuario

Interfaces de comunicación como ZigBee, Wi-Fi y Ethernet

La interfaz se encarga de preparar datos para pasar por medio de los equipos de transmisión, estos datos podrán ser representados como niveles de tensión o corriente y por impulsos luminosos de acuerdo si el medio de transmisión es cobre o fibra óptica.

- Establece reglas para intercambio de datos
- Estándar de comunión para redes inalámbricas de sensores
- Basado en el estándar IEEE 802.15.4
- Diversas bandas de trabajo
- Bajo consumo energético

Interfaces gráficas de usuario de control de red (GUI)

Conjunto de imágenes y objetos que representan información y acciones disponibles, que proporcionan un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo

- Sistema en tiempo real
- Control y monitoreo de varios sistemas táctiles

RQ2: ¿Bajo qué criterios pueden clasificarse las tecnologías orientadas a la mejora de la producción de rosas?

En base a la literatura de los estudios primarios, se ha logrado reconocer los diferentes tipos de tecnología manejados en cada modelo; se encontró similitud en la aplicación de sistemas, equipos, procesos y desarrollo tecnológico; otros estudios destacan por su manejo de nueva tecnología en desarrollo.

A continuación, se presentan unos posibles criterios de clasificación considerando los criterios más importantes detectados en los estudios primarios y sus respectivos ejemplos:

Tecnología de detección de datos basada en la variable de análisis

- Sensor de temperatura
- Sensor de humedad
- Sensor para la caracterización de suelo agrícola
- Sensor remoto para la identificación y cartografía de la variabilidad en el crecimiento y el desarrollo de los cultivos.
- Tecnologías enfocadas a controlar la transpiración de la planta
- Tecnologías enfocadas a medir la condensación del riego
- Sensores de radiación
- Sensor de emisión acústica

Tecnología de comunicación inalámbrica

- ZIGBEE
- DIGI-MEX
- XBEE RF

Tecnología de recolección y monitoreo de datos

- Wireless Sensor Network
- Programa LabView
- Robot de tierra
- Robot aéreo
- Algoritmos sensoriales
- Plataforma Lab Windows / CVI

Tecnologías de procesamiento de datos

- software de medición y control en el ordenador.

Tecnología de análisis y presentación de información

- Plataforma Tmote Sky.

Adicional, se pueden considerar los criterios de clasificación de la tecnología en base a parámetros particulares como en las tecnologías aplicadas para la prevención de enfermedades, que incluyen:

- Sistemas de alerta de enfermedades
- Modelos de simulación basados en parámetros agro-meteorológicos
- Modelos de medición de campo
- Modelos físicos
- Modelos de duración de la humedad de la hoja

Con la información recopilada anteriormente y la lectura de los estudios primarios se puede clasificar de una manera general a la tecnología orientada en la mejora de la producción de rosas como:

- **Tecnología mecánica:** que incluye equipos o maquinaria empleada para el proceso operativo agrícola como tractores.
- **Tecnología química:** se consideran las tecnologías aplicadas para el manejo de fertilizantes o plaguicidas.

- **Biotecnología:** en la cual se utilizan sistemas biológicos o seres vivos para alterar parámetros específicos dentro de la producción de rosas.
- **Tecnología de hardware:** incluye tecnología principal y complementaria para el funcionamiento de la computadora o dispositivo.
- **Tecnología en desarrollo de software:** que considera los procesos para analizar, diseñar, desarrollar e implementar el software.
- **Tecnología robótica:** Tecnología que emplea el diseño y construcción de máquinas, robot, que desarrollen actividades pre configuradas.
- **Tecnología de precisión:** es toda aquella tecnológica de estrategia basada en la observación, medida y respuesta del parámetro analizado, se aplica para el manejo de la Agricultura de Precisión.
- **Tecnologías de la información y comunicación:** son aquellas tecnologías que permiten capturar, procesar, analizar, almacenar y comunicar la información recolectada al agricultor para la adecuada toma de decisiones.

RQ3: ¿Cuál es la frecuencia de innovación tecnológica a nivel mundial tendiente a mejorar la producción de rosas?

Del resultado de estudios primarios obtenidos, se logró encontrar 2 estudios que hablan principalmente del tratamiento de la producción de rosas en invernaderos mediante el uso específico de la tecnología, los cuales se publicaron en los años 2013 y 2015 respectivamente; como se ha comentado, la presente investigación considera el nivel de producción en invernadero gracias a los beneficios que presenta este lugar físico en cuanto al control y eficiencia en producción.

En base a la lectura del total de estudios primarios, se reconocen aspectos similares considerados en las investigaciones realizadas en invernaderos de diferentes productos con las características que consideran

los estudios enfocados a rosas, principalmente por la necesidad del agricultor de cultivar sus productos fuera de la temporada y de prevenir enfermedades o plagas, evitando la pérdida de su producción.

Los estudios primarios reconocen investigaciones para la producción de cultivos en los invernaderos a partir del 2004, en los estudios se observó que se realizan investigaciones permanentes en cuanto al desarrollo tecnológico aplicado a nivel de la agricultura y a nivel de la producción de diferentes cultivos como tomate, pepino, plantas, chile, etc., en los cuales se pueden observar como auge tecnológico los años 2014 y 2015, pero podemos ver permanentemente estudios referentes al manejo de tecnología en desarrollo actual.

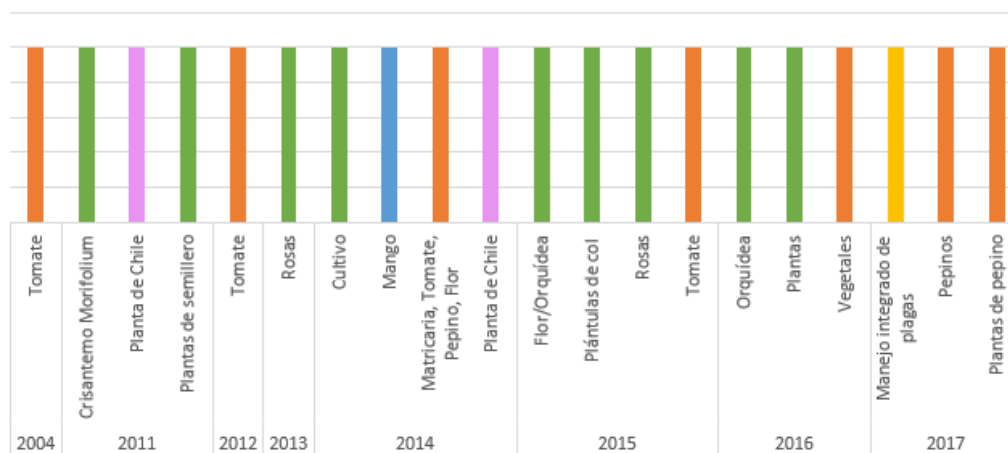


Figura 15: Cronología por tipo de producto

RQ4: ¿Cuáles son las estrategias aplicadas para mejorar la productividad en la producción de flores?

Estrategias no tecnológicas

- Control y monitoreo de los parámetros más influyentes para la producción de un cultivo de forma manual, lo que representa la inversión de tiempo, dinero y personal sin garantía de precisión en tareas.

- Control del microclima de los invernaderos, control a propiedades químicas del suelo y control de la necesidad de nutrientes en los cultivos.
- Control manual de todos los factores que intervienen en la mejora de la producción.
- Participación en proyectos dirigidos a la Reproducción In Vitro de micro plantas.
- Manejo de riego acorde a la zona donde se encuentre cultivando la orquídea, ya que debe de estar siempre húmeda y el medio seco.
- Aplicación de métodos de pulverización, cuya eficacia depende significativamente de las condiciones meteorológicas.
- Aplicación del modelo matemático conocido como fórmula Barenbrug para calcular la temperatura del punto de rocío comparado con las condiciones climáticas.
- Cuidar las condiciones para la aparición de condensación y seco-off
- Monitoreo de la transpiración de los cultivos

Estrategias tecnológicas

- Manejo de invernaderos inteligentes
- Aplicación de Fuentes de luz suplementaria
- Mecanismos de riego y la micro aspersión
- Aplicación del Modelo Climático de Invernadero Dinámico de Gembloux (GDGCM) que permite predecir el microclima en un invernadero de plástico con ventilación natural con un cultivo de rosas.

Estrategias específicas para al control de plagas

- Manejo de variables adaptadas o resistentes a plagas.
- Control de fecha de siembra.
- Manejo de equipos que excluyen o limitan plagas.

- Alteración de condiciones ambientales.
- Inclusión de organismos vivos para controlar las plagas.

1.1.3. Propuesta de modelo

Con los resultados precedentes de los estudios primarios se presenta un modelo con el manejo de tecnología en un invernadero para la aplicación y mejora de la producción de rosas en base a los criterios de clasificación de la tecnología planteados.

En el presente modelo se propone involucrar de manera paralela el procesamiento de estrategias manuales y las estrategias tecnológicas.

Se debe considerar que el Ecuador es un país en el que se aplica únicamente la tecnología necesaria debido a los altos costos de inversión que representa manejar tecnología de punta.

Tecnología en desarrollo de software

En base al mayor uso y resultados se considera recomendable el manejo de Wireless sensor Network reconociendo como fortalezas su precisión en captura de datos, la versatilidad, bajo costo de implementación, manejo y mantenimiento (Jimenez, Jimenez, Lozada, & Jimenez, 2012), eliminación de costo de cableado, menor consumo de energía, generación de información en tiempo real (Park, y otros, 2011), además este sistema proporciona alarmas confiables en la variación a niveles críticos en las variables (Erazo, y otros, 2015). Se debe considerar que la aplicación en invernaderos pequeños y medianos el hardware puede llegar a ser muy costoso. (Erazo, y otros, 2015)

Se recomienda el protocolo de comunicación de corto alcance IEEE 802.4.15 (Zig Bee) el cual permite obtener índices para generar un bajo consumo de energía manteniendo una alta calidad de información suministrada y un nivel óptimo de seguridad. (Lozano & Rodríguez, 2010)

Aplicación de programación gráfica en LabView para la presentación gráfica de información hacia el usuario ya que ofrece muchas herramientas requeridas por los ingenieros para la medición y control de su productividad. (Saad, y otros, A real-time greenhouse monitoring system for mango with Wireless Sensor Network (WSN), 2011)

Tecnología de precisión

Se sugiere utilizar sensores de humedad, temperatura, luminosidad y concentración de CO₂, ya que estas son las variables más relevantes en el manejo de la producción de rosas en el invernadero; se deben considerar las debilidades del manejo de sensores ya que, por su corta distancia de captura y su fuente de alimentación limitada, es necesario la colocación de un mayor número de sensores para la captura de toda la información. (Krishna, Madhuri, & Anuradha, 2016)

Tecnologías de la información y comunicación

En invernaderos de tamaño considerable se recomienda el manejo adecuado de su información histórica para la generación de posible tendencia de parámetros con rasgos críticos para la producción; la información puede ser manejada mediante Big Data e Internet de las cosas, ya que por su robusta forma almacena grandes volúmenes de datos (Aiello, Giovino, Vallone, Pietro, & Argento, 2017).

La implementación de la interfaz con imágenes digitales se recomienda solo para invernaderos de gran tamaño por su alto costo y que no utilicen WSN por su limitada capacidad en comparación a la necesidad que representa el almacenamiento de imágenes. (Aiello, Giovino, Vallone, Pietro, & Argento, 2017)

Los floricultores también pueden acceder al manejo de Sistemas de Soporte a Decisiones ya que proporcionan de una manera práctica información con alternativas basadas en estimación de resultados. (Aiello, Giovino, Vallone, Pietro, & Argento, 2017)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La tecnología a nivel mundial avanza de forma acelerada en la aplicación de diversos campos incluido en la agricultura, con la realización del Systematic Mapping Study se pudo recolectar diversas tecnologías aplicadas para la producción de cultivos en un invernadero, siendo este el mejor lugar para la producción de rosas gracias a su capacidad de producción fuera de temporada y ya que permiten mantener un control de la producción en todo momento. Entre estas tecnologías se encuentran sensores para medición y control de diversas variables, Wireless Sensor Network, Redes inalámbricas, plataformas y programas para visualizar información, Big Data.

Con el referencial del año de publicación de los estudios primarios se pudo reconocer una evolución considerable de los últimos 4 años de tecnología aplicada en la producción florícola, las investigaciones actuales se centran en el reconocimiento a través de dispositivos móviles de imágenes como pétalo, tallo u hoja, para poder eliminar la maleza.

Los autores de los diferentes estudios han desarrollado sus modelos de una forma que ha permitido determinar los criterios de clasificación utilizados, con los cuales se ha consolidado generando una posible clasificación de tecnología agrícola.

La implementación de la tecnología en los procesos de producción genera beneficios para el floricultor considerando la reducción de desperdicio, monitoreo y control en todo momento, generación de alarmas y presentación de información para la toma de decisiones; hay que considerar también que se debe elegir la tecnología correcta para el objetivo deseado ya que la inversión en tecnología suele ser alto y existe tecnología compleja en relación a los conocimientos que posee el floricultor para su configuración y despliegue.

El modelo propuesto recopila las características relevantes de los estudios primarios y su enfoque se basa en la adquisición de datos mediante sensores, sistema de alerta en cada proceso, plataformas de análisis y comunicación de información con interfaz gráfica para facilitar la comprensión del floricultor. Al ser el Ecuador un país no sofisticado en la parte agrícola se consideran herramientas que no presenten un elevado costo con relación al beneficio que ofrecen.

Mediante la revisión de los estudios primarios se recopilieron estrategias tecnológicas y no tecnológicas aplicadas a la producción para la mejora de la productividad, se reconoció por ejemplo el uso de controles manuales en campo y la utilización de cartografía para el desempeño correcto de robots pre configurados para una actividad específica.

La aplicación de la tecnología ha permitido reducir los niveles de pérdida de cultivos y ahorro de recursos como agua y fertilizante, además de generar información precisa para el floricultor y en tiempo real que le permitan tomar decisiones inmediatas y generar acciones sobre la productividad de las rosas.

5.2. RECOMENDACIONES

Es uso de tecnología en el proceso de producción de un cultivo, ayuda al floricultor a conocer en tiempo real y de forma precisa la información de cada variable de su interés. Para la implementación de tecnología en un invernadero, se recomienda realizar un análisis previo del campo, determinar los factores o variables a considerar en análisis y solicitar cotizaciones de equipos tecnológicos acorde a las necesidades del campo y su capacidad de inversión.

El desarrollo tecnológico avanza cada día brindando nuevas posibilidades de generación para el floricultor permanentemente, se recomienda que el floricultor seleccione tecnología novedosa, probada, y acorde a sus recursos y necesidades actuales.

Bibliografía

- A. K. Tripathy, J. A. (2013). *Data mining and wireless sensor network for groundnut pest/disease precision protection*.
- Aguilar, A., Acosta, A., & Pinzón, C. (2015). SICROIN: Platform for the greenhouse care of the orchid *peristeria elata*. *IEEE*.
- Aiello, G., Giovino, I., Vallone, M., Pietro, C., & Argento, A. (2017). A decision support system based on multisensor data fusion for sustainable greenhouse management. *SCIENCE DIRECT*.
- Alpi, A., & Tognoni, F. (1999). *Cultivo en invernadero*. Madrid: Mundi Prensa.
- Balendonck, J., Sapounas, A., Kempkes, F., Van Os, E., Van Der Schoor, R., Van Tuijl, B., & K. L. (2014). Using a wireless sensor network to determine climate heterogeneity of a greenhouse environment. *SCOPUS*.
- BCE. (2016). *Información Estadística Mensual No. 1975 – Septiembre 2016*.
- BERNAL, C. A. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Pearson Educación.
- BioEnciclopedia. (Enero de 2016). *bioenciclopedia*. Obtenido de <http://www.bioenciclopedia.com/rosa/>
- Cegarra Sánchez, J. (2011). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Díaz de Santos.
- CEPAL, F. I. (2015-2016). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe . Definición*. (2017). Recuperado el Octubre de 2016, de <http://definicion.de/tecnologia-agropecuaria/#ixzz4NHtn19XK>
- El Telégrafo. (Enero de 2014). *El Telégrafo*. Obtenido de Invención e innovación ganan terreno en el Ecuador: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/masqmenos-2/1/invencion-e-innovacion-ganan-terreno-en-el-ecuador>
- Erazo, M., Rivas, D., Pérez, M., Galarza, O., Bautista, V., Huerta, M., & Rojo, J. (2015). Design and implementation of a wireless sensor network for rose greenhouses monitoring. *IEEE*.
- Erviti, M. C. (2013). *Agricultura de precisión mediante redes inalámbricas de sensores*.
- ESPE. (2016). *ESPE*. Recuperado el Octubre de 2016, de Líneas de investigación: <http://ugi.espe.edu.ec/ugi/lineas-de-investigacion/>
- EXPOFLORES. (2015). Informe de los Principales exportadores de flores.
- Fraquelli, A. M. (2016). *Tecnología de la Información*. Buenos Aires.

- Gómez V. Álvaro, S. R. (s.f.). *Sistemas de información Herramientas prácticas para la gestión empresarial*. Recuperado el Octubre de 2016, de http://www.gcd.udc.es/subido/catedra/presentaciones/economia_competencia_ii/Los%20Sistemas%20de%20Informacion%20en%20la%20Empresa%20-%20Nota%20t
- IASA, E. (2016). *Repositorio digital*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3953/4/T-ESPE-IASA%20I-004560.pdf>
- Infoagro. (14 de 08 de 2017). *Infoagro.com*. Obtenido de www.infoagro.com: <http://www.infoagro.com/flores/flores/rosas.htm>
- Jan Corfixen Sørensen, Bo Nørregaard Jørgensen, & Mark KleinYves Demazeau. (2011). An Agent-Based Extensible Climate Control System for Sustainable Greenhouse Production. *SPRINGER*.
- Jiang, J., Wang, C., Liao, M., Zheng, X., Liu, J., Chuang, C., . . . Chen, C. (2016). A wireless sensor network-based monitoring system with dynamic convergecast tree algorithm for precision cultivation management in orchid greenhouses. *SPRINGER*.
- Jiang, S., Wang, W.-x., Hu, Y.-m., & Ye, Y. (2016). Design of Wireless Monitoring System for Environment Monitoring in Greenhouse Cultivation. *SPRINGER*.
- Jiang, Y., Li, T., Zhang, M., Sha, S., & Ji, Y. (2015). WSN-based Control System of Co2 Concentration in Greenhouse. *SCOPUS*.
- Jimenez, A., Jimenez, S., Lozada, P., & Jimenez, C. (2012). Wireless Sensors Network in the Efficient Management of Greenhouse Crops. *SCOPUS*.
- JPM, G. (2017). *JPM Indústria*. Obtenido de <http://jpm.pt/es/productos/sistemas-de-informacion-industriales>
- Jyotshna Solanki, P. (. (s.f.). Different Techniques Used in Data Mining in Agriculture. *Different Techniques Used in Data Mining in Agriculture*. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, India.
- Katsoulas, N., Ferentinos, K., Tzounis, A., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Spatially distributed greenhouse climate control based on wireless sensor network measurements. *SCOPUS*.
- Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Review in Software Engineering*. Durham.

- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Review in Software Engineering*. Durham.
- Konstantinos, P., Katsoulas, F., Katsoulas, N., Tzounis, A., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Wireless sensor networks for greenhouse climate and plant condition assessment. *SCIENCE DIRECT*.
- Krishna, K. L., Madhuri, J., & Anuradha, K. (2016). A ZigBee based energy efficient environmental monitoring alerting and controlling system. *IEEE*.
- L. Zhao, L. H. (2013). *Intelligent agricultural forecasting system based on wireless sensor*.
- La Hora. (2012). Tecnología al servicio de la agricultura. *Diario La Hora*. Obtenido de Primer Foro Internacional de TIC en el Sector Agropecuario Ecuatoriano: <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101431216/>
- Lee, J., Kang, H., Bang, H., & Kang, S. (2012). Dynamic greenhouse supplemental light source control with wireless sensor network. *IEEE*.
- Lee, K., Bae, Y., Oh, M., & Nakaji, K. (2011). Development of a web-based greenhouse monitoring system using a field server. *SCOPUS*.
- Lozano, C., & Rodríguez, O. (2010). Temperature, humidity and luminescence monitoring system using Wireless Sensor Networks (WSN) in flowers growing. *IEEE*.
- Lucero, J. N. (2016). *Revista de Investigación de Contabilidad Accounting power for business*.
- M. de Palacios, J. B. (2013). *LA INDUSTRIA DE LAS FLORES EN COLOMBIA*. Cuadernos de Desarrollo Rural, no. 3.
- MAP, T. (Octubre de 2016). *Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas*. Recuperado el Octubre de 2016, de http://www.trademap.org/Country_SelProduct_Graph.aspx
- Mashonjowa, E., Ronsse, F., Mubvuma, M., Milford, J., & Pieters, J. (2013). Estimation of leaf wetness duration for greenhouse roses using a dynamic greenhouse climate model in Zimbabwe. *SCIENCE DIRECT*.
- Mat, I., Kassim, M., & Harun, A. (2014). Precision irrigation performance measurement using wireless sensor network. *SCOPUS*.
- Morales, I. E. (2006). *Estudio de factibilidad para la introducción de Hypericum a los principales mercados internacionales*. Quito.
- Mucherino, A., & Ruß, G. (2011). *Recent Developments in Data Mining and Agriculture*.

- Muñoz, C. L. (2016). *Cultivos de rosas en el Ecuador*. Recuperado el Diciembre de 2016, de <http://www.puce.edu.ec/economia/efi/index.php/economia-internacional/14-competitividad/177-cultivos-de-rosas-en-el-ecuador>
- Núñez, H. J. (2017). *Los sistemas just-in-time/Kanban, un paradigma productivo*. Recuperado el Octubre de 2016, de <http://planproduccion.tripod.com/kanban/kanban-justintime.pdf>
- Olvera, C., Duarte, D., Ramírez, S., Alaniz, P., Lara, A., Gómez, D., . . . Herrera, G. (2011). Development of a remote sensing and control system for greenhouse applications. *SCOPUS*.
- Ortiz, G. C. (2008). *Automatización de un sistema de riego*.
- Park, D.-H., Kang, B.-J., Cho, K.-R., Shin, C.-S., Cho, S.-E., Park, J.-W., & Yang, W.-M. (2011). A Study on Greenhouse Automatic Control System Based on Wireless Sensor Network. *SCOPUS*.
- Perachimba María, T. I. (2012). *Sistematización de experiencias sobre el manejo técnico del cultivo de rosas de exportación*.
- Petersen, K. F. (s.f.). *Systematic mapping studies in software engineering*.
- PNHFA, P. (2017). *Proyectos PNHFA*. Obtenido de <http://inta.gob.ar/proyectos/PNHFA-1106093>
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. México: Mc. Graw Hill.
- PRO ECUADOR. (29 de Marzo de 2017). *Oferta Exportable*. Obtenido de Flores: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/flores/>
- ProEcuador. (2013). *Análisis sectorial de flores*. Recuperado el Octubre de 2016, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf
- PROECUADOR. (2013). *Análisis sectorial de Flores*. Obtenido de PRO ECUADOR, Análisis sectorial de Flores, 2013
- PROECUADOR. (2015). *Oferta exportable en Flores*. Recuperado el Octubre de 2016, de www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/flores/
- PROECUADOR. (2016). *Flores*. Recuperado el Octubre de 2016, de Flores: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/flores/>
- PROECUADOR. (s.f.). *Análisis sectorial rosas frescas 2016*. Obtenido de PRO ECUADOR: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/12/ANALISIS-ROSAS-FRESCAS-FINAL-1.pdf>

- Prof, Y. E., Han, S., & Dr, N. K. (2009). *Automation in Agriculture*. *SPRINGER*.
- Realpe. (2017). Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/608/3/Cap_III.pdf
- Revista Española de Innovación. (2011). *Calidad e Ingeniería de Software*.
- Roldán, J., Garcia, P., Garzón, M., de León, J., del Cerro, J., & Barrientos, A. (2016). Heterogeneous multi-robot system for mapping environmental variables of greenhouses. *SCOPUS*.
- Ruiz, A., Roldán, J., Garzón, M., del Cerro, J., & Barrientos, A. (2016). A UGV Approach to Measure the Ground Properties of Greenhouses. *SPRINGER*.
- Saad, S., Kamarudin, L., Kamarudin, K., Nooriman, W., Mamduh, S., Zakaria, A., . . . Jaafar, M. (2011). A real-time greenhouse monitoring system for mango with Wireless Sensor Network (WSN). *SCOPUS*.
- Saad, S., Kamarudin, L., Kamarudin, K., Nooriman, W., Mamduh, S., Zakaria, A., . . . Jaafar, M. (2014). A real-time greenhouse monitoring system for mango with Wireless Sensor Network (WSN). *IEEE*.
- Sánchez, J. C. (2011). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Díaz de Santos, S.A.
- Sánchez, J., Rodríguez, F., Guzmán, J., & Arahá, M. (2012). Virtual sensors for designing irrigation controllers in greenhouses. *SCOPUS*.
- Schonberger, R. J. (1999). *Técnicas japonesas de fabricación: México*. Limusa/Noriega. Obtenido de Richard J. Schonberger, *Técnicas japonesas de fabricación: México*, Limusa/Noriega Editores, 1999
- SII. (2017). *Sistemas de información industriales*. Obtenido de <http://jpm.pt/es/productos/sistemas-de-informacion-industriales>
- Ulloa, M. E. (2015). *Las decisiones de inversión en las variedades de rosas y el fondo de maniobra de la empresa Florícola Herradura SA*.
- Vardhan, D. R. (2013). *Data Mining Techniques and Applications to Agricultural Yield Data*.
- Woets, J. V. (1988). *Biological and integrated pest control in greenhouses*.
- Wu, R., Xu, Y., Li, L., Zha, J., & Li, R. (2014). Design and Implementation of an Intelligent Monitoring System Based on ZigBee for the Agricultural Greenhouse. *SPRINGER*.
- Yang, C., & Chen, S. (2015). *Precision Cultivation System for Greenhouse Production*. *SPRINGER*.

Yang, S., Lu, P., Okushima, L., & Sase, S. (2004). Precision irrigation system based on detection of crop water stress with acoustic emission technique. *SCOPUS*.

Zhang, L., Hu, X., Wei, Y., & Chen, Y. (2014). System Design of Greenhouse Temperature and Humidity Monitoring and Alarming. *SCOPUS*.