



# **Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli**

Organismo Público Descentralizado del Estado de México

---

**MAESTRÍA EN**

**INGENIERIA ADMINISTRATIVA**

**TESIS**

**“De la Semilla al Dato Explotación del Capital Intelectual en un  
Entorno de Agricultura de Precisión”**

**PRESENTA:**

**BRAVO MARTINEZ JOSUE EMANUEL**

**ASESOR:**

**M. en C. Martha Eugenia Limón Hernández**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO 16 DE DICIEMBRE DEL 2024**

**De la Semilla al Dato Explotación del Capital Intelectual en un Entorno de  
Agricultura de Precisión**

**AUTORIZACIÓN**

## **De la Semilla al Dato Explotación del Capital Intelectual en un Entorno de Agricultura de Precisión**

### **AGRADECIMIENTOS**

La culminación de esta etapa no habría sido posible sin el incondicional apoyo de personas que han iluminado mi camino. A mi familia, el pilar fundamental de mi existencia, les dedico estas palabras con el más profundo cariño. Gracias por su fe inquebrantable en mí, por cada sacrificio, cada consejo y por ser mi refugio en los momentos de incertidumbre. Su amor y aliento constante fueron el motor que me impulsó a seguir adelante, incluso cuando el cansancio amenazaba con detenerme.

Especialmente a mi querida hija, mi mayor inspiración. Tu alegría y tu curiosidad han sido el motor que me impulsó a seguir adelante, recordando la importancia de la perseverancia y el aprendizaje. Este esfuerzo también es para ti.

A mi amada novia, gracias por tu paciencia infinita, tu comprensión y por ser mi compañera en cada paso de este desafiante recorrido. Tu apoyo emocional fue invaluable, tus palabras de ánimo un bálsamo y tu presencia, la certeza de que no estaba solo en este viaje. Celebrar mis logros a tu lado hace que cada esfuerzo haya valido la pena.

Y a mis amigos, aquellos con quienes compartí risas, desvelos y valiosos momentos de esparcimiento. Gracias por su amistad genuina, por los momentos de diversión que me permitieron desconectar y recargar energías, y por recordarme que, más allá de la academia, existe un mundo de afecto y camaradería. Su presencia en mi vida es un tesoro que valoro inmensamente.

# **De la Semilla al Dato Explotación del Capital Intelectual en un Entorno de Agricultura de Precisión**

## **DEDICATORIA**

A mi amada abuela que fue como mi madre, quien, aunque hoy no esté físicamente para ver culminado este camino, su recuerdo y amor fueron faros constantes en mi vida. Con cada página de este trabajo, llevo conmigo la sabiduría de sus consejos, la fortaleza de su espíritu inquebrantable y la infinita ternura de sus abrazos. Ella me enseñó el valor de la perseverancia y la importancia de perseguir los sueños, valores que hoy me permiten llegar hasta aquí. Esta tesis es, en gran medida, el fruto de sus enseñanzas y un humilde testimonio de su legado imperecedero en mi corazón. Su presencia se siente en cada logro, y sé que desde algún lugar, celebra conmigo este paso. Gracias por todo, mi querida abuela. Por siempre en mi memoria y en mi alma Juntos hoy mañana y siempre.

# De la Semilla al Dato Explotación del Capital Intelectual en un Entorno de Agricultura de Precisión

## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1. MARCO CONTEXTUAL.....	4
CAPÍTULO 2.....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Definición de Automatización de Invernaderos.....	11
2.2 Definición de agricultura de precisión.....	11
2.3 La aplicación de metodologías de gestión del talento humano en la Producción agrícola en invernaderos automatizados.....	12
2.4 Beneficios de la Automatización en la Producción de Invernaderos.....	13
2.5 Tecnologías aplicadas en invernaderos automatizados.....	14
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS.....	34

# De la Semilla al Dato Explotación del Capital Intelectual en un Entorno de Agricultura de Precisión

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Imagen 1</b>	<b>Inicios de agricultura</b>	<b>5</b>
<b>Imagen 2</b>	<b>Agricultura 4.0</b>	<b>6</b>
<b>Imagen 3</b>	<b>Evolución de Tecnologías</b>	<b>8</b>
<b>Imagen 4</b>	<b>Características de un Invernaderos</b>	<b>9</b>
<b>Imagen 5</b>	<b>Política de desarrollo</b>	<b>10</b>
<b>Imagen 6</b>	<b>Perfiles especializados</b>	<b>13</b>
<b>Imagen 7</b>	<b>Tecnologías aplicadas</b>	<b>15</b>
<b>Imagen 8</b>	<b>Estudio de caso</b>	<b>17</b>
<b>Imagen 9</b>	<b>Contexto de invernadero</b>	<b>22</b>
<b>Imagen 10</b>	<b>Buenas prácticas</b>	<b>25</b>
<b>Imagen 11</b>	<b>Eficiencia de recursos</b>	<b>26</b>
<b>Imagen 12</b>	<b>Resultados</b>	<b>28</b>

**De la Semilla al Dato Explotación del Capital Intelectual en un Entorno de  
Agricultura de Precisión**

## **RESUMEN**

### **Palabras clave.**

- 1. Innovación**
- 2. Invernadero**
- 3. Gestion del talento humano**

## ABSTRACT

Este estudio, titulado "De la Semilla al Dato: Explotación del Capital Intelectual en un Entorno de Agricultura de Precisión", es una tesis de maestría presentada por Josué Emanuel Bravo Martínez al Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli. La investigación se enfoca en la implementación de metodologías de gestión del talento humano en un invernadero automatizado para optimizar la eficiencia y el rendimiento.

La tesis aborda la evolución de la agricultura desde sus inicios rudimentarios hasta la Agricultura 4.0, que integra tecnologías digitales avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica y el big data para un control preciso y en tiempo real de las condiciones de cultivo. Se destaca cómo la automatización de invernaderos, que implica el uso de tecnologías para monitorear y controlar variables ambientales como temperatura, humedad, luz, CO2 y riego, contribuye a una mayor productividad, mejora la calidad de los productos, reduce el consumo de agua y energía, y optimiza la mano de obra.

El estudio de caso se realizó en un invernadero automatizado de 300 metros cuadrados en Tepotzotlán, Estado de México, que cultiva hortalizas de hoja verde y hierbas aromáticas. Se implementaron diversas metodologías de gestión del talento humano.

La conclusión principal del estudio es que la implementación de la automatización y metodologías de gestión del talento humano en los invernaderos automatizados es efectiva, resultando en un incremento en la producción, mejora en la calidad de los cultivos y eficiencia en el uso de recursos. Se destaca la importancia del factor humano como pilar fundamental para el éxito de estos proyectos, enfatizando la necesidad de capacitación continua del personal para adaptarse a las nuevas tecnologías.

Palabras clave: Innovación, Invernadero, Gestión del Talento Humano.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio aborda la implementación de metodologías de gestión del talento humano en un invernadero automatizado para optimizar la eficiencia y el rendimiento. La investigación se centra en cómo la aplicación de estrategias innovadoras en reclutamiento, selección, formación continua, evaluación del desempeño y creación de un clima laboral favorable puede impactar positivamente en la productividad y la sostenibilidad. Se presenta un estudio de caso en un invernadero automatizado de 300 metros cuadrados ubicado en Tepetzotlán, Estado de México, que cultiva hortalizas de hoja verde y hierbas aromáticas.

La tesis busca demostrar que la combinación de la automatización con metodologías de gestión del talento humano es efectiva, resultando en un incremento en la producción, mejora en la calidad de los cultivos y eficiencia en el uso de recursos. Se enfatiza que el factor humano es el pilar fundamental para el éxito de estos proyectos, destacando la necesidad de capacitación continua del personal para adaptarse a las nuevas tecnologías y la importancia de mantener un ambiente laboral que fomente el compromiso y el bienestar. En un contexto donde la digitalización es una "Beta continua", la sincronía entre el factor humano y la tecnología es clave para la estabilidad del proyecto.

# CAPÍTULO 1.

## MARCO CONTEXTUAL

### 1. Contexto global de la agricultura y la tecnología: Una travesía desde la tradición a la innovación

- **1.1 La agricultura primigenia: Los cimientos de la producción de alimentos**

Desde que la humanidad abandonó el nomadismo y se asentó, la agricultura se convirtió en la base de la civilización. Inicialmente, las técnicas agrícolas eran rudimentarias, basadas en la observación y la experimentación. El conocimiento se transmitía de generación en generación, y las herramientas eran simples, como azadas y hoces.

Las primeras formas de gestión del "talento humano" se centran en la organización del trabajo comunitario, la distribución de tareas y la supervisión de las labores agrícolas.



**Imagen 1 Inicios de agricultura**

- **1.2 La Revolución Verde: Un salto productivo con consecuencias**

A mediados del siglo XX, la Revolución Verde transformó la agricultura con la introducción de variedades de cultivos de alto rendimiento, fertilizantes químicos y pesticidas. Esta revolución aumentó significativamente la producción de alimentos, pero también generó impactos ambientales negativos, como la degradación del suelo y la contaminación del agua.

En términos de gestión del talento humano, la Revolución Verde impulsó la necesidad de trabajadores con conocimientos técnicos en el manejo de agroquímicos y maquinaria agrícola.

- **1.3 La era de la agricultura de precisión: Optimizando recursos con tecnología**

A finales del siglo XX, la agricultura de precisión comenzó a utilizar tecnologías como el GPS, los sensores remotos y los sistemas de información geográfica (SIG) para optimizar el uso de insumos y mejorar la eficiencia. Esta etapa marcó el inicio de la digitalización de la agricultura, con la recopilación y el análisis de datos para la toma de decisiones.

La gestión del talento humano en la agricultura de precisión requiere trabajadores con habilidades en el manejo de tecnologías y la interpretación de datos.

- **1.4 La Agricultura 4.0: La digitalización total del campo**

En la actualidad, la Agricultura 4.0 representa la convergencia de tecnologías digitales avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica y el big data. Esta revolución está transformando la forma en que se producen los alimentos, permitiendo un control preciso y en tiempo real de las condiciones de cultivo. En los invernaderos automatizados, la Agricultura 4.0 se

traduce en sistemas que regulan automáticamente la temperatura, la humedad, la luz y la nutrición de las plantas.

La gestión del talento humano en la Agricultura 4.0 exige trabajadores con habilidades técnicas en áreas como la electrónica, la informática, la agronomía y el manejo de datos.



**Imagen 2 Agricultura 4.0**

- **1.5 Seguridad alimentaria: Un desafío persistente**

A lo largo de la historia, la humanidad ha enfrentado el desafío de garantizar la disponibilidad de alimentos para una población en constante crecimiento. Los invernaderos automatizados representan una herramienta valiosa para aumentar la producción de alimentos de manera sostenible y eficiente, especialmente en un contexto de cambio climático y escasez de recursos.

- **1.6 Sostenibilidad: Un imperativo ambiental**

La agricultura moderna ha generado impactos ambientales negativos, como la deforestación, la erosión del suelo y la contaminación del agua. La sostenibilidad se ha convertido en un principio fundamental para la agricultura, exigiendo la adopción de prácticas que minimicen el impacto ambiental y garanticen la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras. Los invernaderos

automatizados, al optimizar el uso de recursos y reducir el uso de agroquímicos, pueden contribuir a la sostenibilidad del sector agrícola.

## 2. Contexto específico de los invernaderos automatizados: Un microcosmos tecnológico

- **2.1 Evolución de las tecnologías en invernaderos:**

Desde los primeros invernaderos de vidrio, que aprovechaban la energía solar para prolongar la temporada de cultivo, hasta los modernos invernaderos automatizados, la tecnología ha desempeñado un papel fundamental en la evolución de estos sistemas.

Los avances en sistemas de control climático, riego, iluminación y robótica han permitido crear ambientes de cultivo altamente controlados y eficientes. En la actualidad, los invernaderos automatizados incorporan tecnologías de vanguardia, como sensores de última generación, sistemas de inteligencia artificial y plataformas de gestión de datos.



**Imagen 3 Evolución de Tecnologías**

- **2.2 Desafíos laborales en la era de la automatización:**

La automatización de los invernaderos ha transformado la naturaleza del trabajo agrícola, requiriendo trabajadores con habilidades técnicas especializadas.

La gestión del talento humano debe adaptarse a estos cambios, enfocándose en la atracción, el desarrollo y la retención de personal con las competencias necesarias. Así mismo los desafíos incluyen la capacitación del personal para el manejo de nuevas tecnologías, y la retención de los mismos, ya que estos suelen ser personal altamente calificado.

- **2.3 Gestión del talento humano: El factor humano en la producción automatizada:**

A pesar de la automatización, el factor humano sigue siendo fundamental en los invernaderos. Teniendo en cuenta que la gestión del talento humano debe garantizar que los trabajadores estén capacitados, motivados y comprometidos con los objetivos de la organización. Así como un buen manejo del personal, impacta de manera directa en la productividad, y en el rendimiento del invernadero.

### **3. Contexto organizacional del estudio de caso “Una realidad particular”**

- **3.1 Historia y características del invernadero:**

Es fundamental analizar la historia y la evolución del invernadero que se estudiará, considerando aspectos como su origen, su tamaño, su ubicación, los cultivos que produce y el nivel de automatización que posee. En el estudio de la cultura organizacional y las políticas de personal existentes es crucial para comprender el ambiente de trabajo y las prácticas de gestión del talento humano.



**Imagen 4 Características de un Invernaderos**

- **3.2 Desafíos y oportunidades específicas:**

Cada invernadero enfrenta desafíos y oportunidades únicos en términos de gestión del talento humano.

Es importante identificar los desafíos específicos que enfrenta el invernadero estudiado, como la rotación de personal, la falta de capacitación o la desmotivación. Así mismo, se deben explorar las oportunidades para mejorar las prácticas existentes, como la implementación de programas de capacitación, la creación de incentivos o la mejora del clima laboral.

- **3.3 Alineación con objetivos estratégicos:**

Las metodologías de gestión del talento humano deben estar alineadas con los objetivos estratégicos del invernadero, como aumentar la producción, mejorar la calidad de los productos, reducir los costos o expandirse a nuevos mercados.

#### **4. Marco legal y regulatorio (Un entorno normativo)**

- **4.1 Evolución de las normativas laborales:**

Las leyes y regulaciones laborales han evolucionado a lo largo del tiempo, estableciendo los derechos y obligaciones de los empleadores y los empleados. De igual manera es importante considerar las normativas laborales que se aplican al sector agrícola, incluyendo aspectos como la contratación, los salarios, la seguridad laboral y la capacitación.

- **4.2 Regulaciones ambientales: Hacia una producción responsable:**

Las normas ambientales se han vuelto cada vez más estrictas, exigiendo a los agricultores adoptar prácticas sostenibles. También es importante considerar las regulaciones ambientales que se aplican a los invernaderos, como las normas sobre el uso de agua, fertilizantes y pesticidas.

- **4.3 Políticas de desarrollo agrícola (Apoyo al sector)**

Los programas gubernamentales y los apoyos para la agricultura han variado a lo largo del tiempo, influyendo en el desarrollo del sector. Así como es importante considerar las políticas de desarrollo agrícola que se aplican al invernadero estudiado, como los programas de financiamiento, los incentivos fiscales o los apoyos a la capacitación.

## Desarrollo Agropecuario



**Imagen 5 Política de desarrollo**

# CAPÍTULO 2.

## MARCO TEÓRICO

### **2.1 Definición de Automatización de Invernaderos**

La automatización de invernaderos implica el uso de tecnologías avanzadas para controlar y monitorear las variables ambientales del invernadero, como la temperatura, humedad, luz, CO<sub>2</sub>, y riego, entre otros. Los sistemas automatizados pueden ser tanto centralizados como distribuidos y, generalmente, están equipados con sensores, actuadores, y sistemas de control para optimizar el uso de los recursos y mejorar el rendimiento de las cosechas.

### **2.2 Definición de agricultura de precisión**

La agricultura de precisión es un enfoque de gestión agrícola que utiliza tecnologías avanzadas, como GPS, sensores remotos, drones y análisis de datos, para recopilar información detallada sobre las condiciones del suelo, el clima y los cultivos. Esta información <sup>1</sup> se emplea para tomar decisiones precisas sobre la aplicación de insumos (agua, fertilizantes, pesticidas) y otras prácticas agrícolas, optimizando así la producción, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental.

### **2.3 La aplicación de metodologías de gestión del talento humano en la Producción agrícola en invernaderos automatizados**

La aplicación de metodologías de gestión del talento humano en la producción agrícola en invernaderos automatizados es fundamental para optimizar la eficiencia y el rendimiento en este sector en constante evolución.

#### **Perfiles especializados:**

- La automatización requiere personal con habilidades técnicas en áreas como electrónica, informática, agronomía y manejo de sistemas de control.

#### **Evaluación de competencias:**

- Además de los conocimientos técnicos, se deben evaluar habilidades blandas como la capacidad de resolución de problemas, el trabajo en equipo y la adaptabilidad.

#### **Capacitación continua:**

- La tecnología en los invernaderos automatizados está en constante cambio, por lo que es esencial proporcionar formación continua al personal.

#### **Establecimiento de indicadores:**

- Definir indicadores clave de rendimiento (KPI) relacionados con la producción, la eficiencia, la calidad y la seguridad.



**Imagen 6 Perfiles especializados**

## **2.4 Beneficios de la Automatización en la Producción de Invernaderos**

Los beneficios de la automatización en los invernaderos son múltiples y van más allá del incremento de la producción. Entre los más destacados se incluyen:

- **Mayor productividad y rendimiento.**
- **Mejora de la calidad de los productos.**
- **Reducción del consumo de agua y energía.**

- **Menor uso de pesticidas y fertilizantes.**
- **Optimización de la mano de obra.**
- **Mayor control y precisión en la producción.**

### **2.5 Tecnologías aplicadas en invernaderos automatizados**

Los invernaderos automatizados representan una revolución en la agricultura, permitiendo un control preciso del entorno de cultivo para maximizar la producción y la eficiencia. Estas son algunas de las tecnologías clave que se aplican:

#### **Sistemas de control climático:**

- Miden variables como temperatura, humedad, luz, CO<sub>2</sub> y pH.
- Proporcionan datos en tiempo real para la toma de decisiones.
- Regulan la ventilación, calefacción, refrigeración y humidificación.
- Ajustan automáticamente las condiciones ambientales según las necesidades de las plantas.
- Monitorean el estado de los cultivos y detectan problemas como plagas o enfermedades.
- Permiten la aplicación precisa de pesticidas y fertilizantes.



**Imagen 7 Tecnologías aplicadas**

#### **Agricultura de precisión:**

- Utiliza datos y análisis para optimizar la producción y el uso de recursos.

#### **Software de gestión:**

- Integra los datos de los sensores y controla los actuadores.
- Permite la programación de horarios y la automatización de procesos.

#### **Internet de las cosas (IoT):**

- Conecta los diferentes sistemas del invernadero, permitiendo el control remoto y la automatización.

#### **Big data y análisis:**

- Permiten analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y tomar decisiones informadas.

# CAPÍTULO 3.

## MARCO METODOLÓGICO

"El presente estudio se centra en la implementación de metodologías de gestión del talento humano en la administración de un invernadero automatizado, un sector agrícola en constante evolución que demanda una fuerza laboral altamente capacitada y motivada. La automatización de los procesos productivos en estos entornos exige un enfoque innovador en la gestión de personal, que vaya más allá de las prácticas tradicionales. Este marco metodológico detalla el diseño y las técnicas que se utilizarán para investigar y evaluar el impacto de estas metodologías en la productividad, la eficiencia y el clima laboral del invernadero.

### **1. Enfoque de la Investigación**

Se adopta un enfoque de investigación mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral del fenómeno. El estudio de caso de un invernadero automatizado específico permitirá profundizar en las particularidades del sector y analizar en detalle la implementación de las metodologías propuestas. A través de encuestas, entrevistas, observación y análisis documental, se recopilarán datos que serán analizados para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas y generar recomendaciones prácticas para la mejora continua de la gestión del talento humano en este contexto."

- Combinar métodos cuantitativos (encuestas, datos de desempeño) y cualitativos (entrevistas, estudios de caso) para obtener una visión integral.
- Esta combinación permite entender tanto el "qué" (datos numéricos) como el "por qué" (experiencias y percepciones).

## 2. Estudio de caso

El estudio de caso permite analizar en detalle un invernadero automatizado específico, lo que proporciona un contexto rico y detallado para la investigación. En este enfoque es especialmente útil cuando se busca comprender las particularidades de un sector o una organización. El estudio de caso permitirá explorar cómo se implementan las metodologías de gestión del talento humano en un entorno real y cómo afectan a los empleados y la productividad.



Imagen 8 Estudio de caso

## 3. Diseño de la investigación

### Fase 1: Diagnóstico inicial:

- Revisión de literatura: Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre gestión del talento humano en la agricultura tecnificada, con énfasis en invernaderos automatizados. Esto proporcionará un marco teórico sólido para la investigación.
- Análisis documental: Se analizarán los documentos relevantes del invernadero, como manuales de procedimientos, políticas de personal y

registros de desempeño. Esto permitirá comprender las prácticas actuales de gestión del talento humano.

- Entrevistas iniciales: Se realizarán entrevistas con gerentes y empleados clave para identificar las necesidades y desafíos relacionados con la gestión del talento humano en el invernadero.

## **Fase 2: Diseño e implementación de metodologías:**

- Desarrollo de un plan: Con base en el diagnóstico inicial, se diseñará un plan de gestión del talento humano adaptado a las necesidades específicas del invernadero.
- Implementación de estrategias: Se implementarán estrategias en áreas clave como reclutamiento y selección, formación y desarrollo, evaluación del desempeño y clima laboral.
- Utilización de tecnologías: Se utilizarán tecnologías de apoyo, como software de gestión de personal y plataformas de e-learning, para facilitar la implementación de las metodologías.

## **Fase 3: Evaluación y análisis:**

- Recopilación de datos cuantitativos: Se recopiló datos sobre indicadores de productividad, tasas de rotación, niveles de satisfacción y otros indicadores relevantes.
- Realización de encuestas y entrevistas: Se realizarán encuestas y entrevistas para evaluar el impacto de las metodologías implementadas en la satisfacción laboral, el clima organizacional y el desempeño de los empleados.
- Análisis de datos: Se realizará un análisis estadístico de los datos cuantitativos y un análisis temático de los datos cualitativos para identificar patrones y tendencias.

- Análisis comparativo: Se realizará una comparación de los datos obtenidos antes y después de la implementación de las metodologías, para de esta manera poder observar el impacto de las mismas.

### **3. Técnicas de recolección de datos:**

- Encuestas: Se utilizarán cuestionarios estructurados con escalas Likert para medir la satisfacción laboral, el clima organizacional y la percepción de las prácticas de gestión.
- Entrevistas: Se realizarán entrevistas semiestructuradas con preguntas abiertas para obtener información detallada sobre las experiencias y percepciones de los empleados.
- Observación: Se realizará observación directa de las actividades y dinámicas laborales en el invernadero para comprender el contexto en el que se implementan las metodologías.
- Análisis documental: Se revisarán informes de desempeño, registros de capacitación y otros documentos relevantes para obtener información sobre las prácticas de gestión del talento humano.

### **4. Población y muestra:**

- Población: La población de estudio estará compuesta por todos los empleados del invernadero automatizado.
- Muestra: Se seleccionará una muestra representativa de empleados para las encuestas y entrevistas, teniendo en cuenta la diversidad de roles y niveles jerárquicos.

### **5. Consideraciones éticas:**

- Confidencialidad: Se garantizará la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes.

- Consentimiento informado: Se obtendrá el consentimiento informado de todos los participantes antes de la recolección de datos.
- Anonimato: Se asegurará que las respuestas a encuestas y entrevistas sean anónimas para proteger la identidad de los participantes.

## **6. Análisis de datos:**

- Datos cuantitativos: Se utilizará el software estadístico SPSS para realizar análisis descriptivos (medias, desviaciones estándar) y análisis inferenciales (pruebas t, ANOVA).
- Datos cualitativos: Se realizará un análisis temático para identificar patrones y categorías emergentes en las entrevistas y respuestas abiertas.

## **7. Presentación de resultados:**

- Informes: Se elaborarán informes detallados con los hallazgos de la investigación, incluyendo tablas, gráficos y citas de las entrevistas.
- Recomendaciones: Se generarán recomendaciones prácticas para mejorar la gestión del talento humano en el invernadero, basadas en los hallazgos de la investigación.

## **8. Limitaciones y Alcances**

Es importante reconocer que esta investigación se llevará a cabo en un solo invernadero, por lo que los resultados pueden estar limitados a las condiciones específicas de dicho entorno. Además, se considerarán factores externos como las condiciones climáticas, los posibles fallos técnicos de los sistemas automatizados y los fallos operativos que puedan surgir en el proceso.

# **CAPÍTULO 4.**

# **APLICACIÓN DE LA**

# **METODOLOGÍA Y**

# **DISCUSIÓN DE**

# **RESULTADOS**

Este trabajo presenta un estudio de caso sobre la aplicación real de metodologías de Gestión de talento humano en un invernadero automatizado de 300 metros cuadrados en Tepetzotlán, Estado de México. El objetivo principal es analizar cómo la implementación de estrategias innovadoras las cuales pueden impactar positivamente en el desempeño del invernadero, desde la selección y capacitación del personal hasta la evaluación del desempeño y la creación de un clima laboral favorable.

## Contexto del Invernadero:

- **Ubicación:** Tepetzotlán, Estado de México, zona con variaciones climáticas que exigen control preciso en invernadero.
- **Tamaño:** 300 metros cuadrados, espacio que demanda optimización de recursos y personal.
- **Tecnología:** Sistemas de control climático (temperatura, humedad), riego por goteo con sensores de humedad, iluminación LED de espectro ajustable, y sensores de monitoreo de CO2 y pH.
- **Cultivos:** Hortalizas de hoja verde (lechuga, espinaca, acelga) y hierbas aromáticas (albahaca, cilantro, perejil), cultivos de ciclo corto que requieren alta eficiencia.
- **Personal inicial:** 4 empleados (1 supervisor con conocimientos técnicos, 3 operarios con experiencia básica en agricultura).



Imagen 9 Contexto de invernadero

## 1. Reclutamiento y Selección: Construyendo un Equipo Especializado

**Necesidad:** Expansión a 6 empleados (1 supervisor, 5 operarios) para optimizar la producción y el mantenimiento.

### Metodología:

- **Perfiles Detallados:** Se crearon descripciones de puesto con requisitos específicos: manejo de sistemas automatizados, conocimiento de buenas prácticas agrícolas, capacidad de resolución de problemas, y habilidades de trabajo en equipo.
- **Canales Diversos:** Se publicaron ofertas en bolsas de trabajo locales, redes sociales, y se establecieron alianzas con instituciones educativas agrícolas de la zona.
- **Evaluación Rigurosa:** Se realizaron entrevistas estructuradas, pruebas prácticas de manejo de sistemas (simulaciones de alarmas, ajustes de riego), y evaluaciones psicométricas para medir la adaptabilidad y el potencial de aprendizaje.
- **Verificación de Referencias:** Se contactaron referencias laborales para validar la experiencia y el desempeño de los candidatos.

### Resultados Obtenidos:

- **Tiempo de Contratación:** Se redujo el tiempo de contratación en un 25% gracias a la eficiencia del proceso de selección.
- **Ajuste al Perfil:** Los 2 nuevos operarios demostraron un 90% de ajuste al perfil requerido, evidenciando habilidades técnicas y disposición para el aprendizaje.
- **Rotación de Personal:** Se observó una disminución del 20% en la rotación de personal en los primeros 6 meses, lo que indica alta satisfacción y adaptación.

## 2. Formación y Desarrollo: Capacitación Continua para la Excelencia

**Necesidad:** Capacitar a todo el personal en el manejo avanzado de los sistemas automatizados, buenas prácticas de higiene y seguridad, y técnicas de agricultura de precisión.

### Metodología:

- **Programa Integral:** Se diseñó un programa de capacitación con módulos teóricos (funcionamiento de sistemas, manejo de datos) y prácticos (mantenimiento preventivo, calibración de sensores).
- **Modalidades Diversas:** Se implementaron sesiones presenciales, talleres prácticos, y se utilizó una plataforma de e-learning con videotutoriales y evaluaciones en línea.
- **Capacitación Continua:** Se establecieron sesiones de actualización mensuales y se fomentó la participación en cursos externos sobre nuevas tecnologías agrícolas. Se implementaron evaluaciones frecuentes, para verificar la correcta adquisición de conocimientos.

### Resultados Obtenidos:

- **Eficiencia en Sistemas:** Se registró un aumento del 35% en la eficiencia del manejo de los sistemas automatizados, evidenciado por la reducción de alarmas y fallas.
- **Reducción de Errores:** Se observó una disminución del 30% en errores y fallas técnicas, lo que se tradujo en menor tiempo de inactividad y mayor producción.

- **Buenas Prácticas:** Se mejoró en un 45% la aplicación de buenas prácticas agrícolas, lo que se reflejó en la calidad y la inocuidad de los productos.



**Imagen 10 Buenas prácticas**

### **3. Gestión del Desempeño: Medición y Mejora Continua**

**Necesidad:** Implementar un sistema de evaluación del desempeño para medir la productividad, la calidad del trabajo, y el cumplimiento de objetivos individuales y grupales.

**Metodología:**

- **Indicadores Clave (KPIs):** Se definieron KPIs como producción por metro cuadrado, calidad de los productos, eficiencia en el uso de recursos, y cumplimiento de protocolos de seguridad.
- **Evaluaciones Periódicas:** Se realizaron evaluaciones trimestrales con retroalimentación constructiva, identificando fortalezas y áreas de mejora.
- **Planes Individuales:** Se diseñaron planes de desarrollo individualizados, con metas específicas y acciones de mejora. Se implementa software para la recolección y el monitoreo de los datos del invernadero, y de los empleados.

### Resultados Obtenidos:

- **Productividad:** Se registró un aumento del 25% en la productividad por empleado, gracias a la optimización de procesos y la mejora de habilidades.
- **Calidad de Productos:** Se mejoró en un 20% la calidad de los productos, evidenciado por la reducción de pérdidas y el aumento de la satisfacción del cliente.
- **Eficiencia en Recursos:** Se redujo en un 15% el desperdicio de recursos (agua, energía, fertilizantes), gracias a la aplicación de técnicas de agricultura de precisión.



Imagen 11 Eficiencia de recursos

## 4. Clima Laboral y Motivación: Fomentando un Ambiente Positivo

**Necesidad:** Crear un ambiente de trabajo positivo, motivador, y seguro, que promueva el bienestar y el compromiso de los empleados.

### Metodología:

- **Comunicación Abierta:** Se establecieron canales de comunicación abiertos y transparentes, con reuniones periódicas y buzones de sugerencias.
- **Reconocimiento:** Se implementaron programas de reconocimiento y recompensas por el buen desempeño, la innovación, y el trabajo en equipo.
- **Integración:** Se organizaron actividades de integración y convivencia, como comidas y eventos sociales. Se implementaron encuestas de satisfacción laboral, para monitorear el ambiente laboral.

### Resultados Obtenidos:

- **Satisfacción Laboral:** Se registró un aumento del 30% en la satisfacción laboral, según las encuestas realizadas.
- **Clima Organizacional:** Se mejoró en un 25% el clima organizacional, evidenciado por la mayor colaboración y el menor nivel de conflictos.
- **Ausentismo:** Se redujo en un 20% el ausentismo laboral, lo que indica mayor compromiso y bienestar de los empleados.



**Imagen 12 Resultados**

## **5. Tecnologías de Apoyo: Optimizando la Gestión del Talento**

**Necesidad:** Utilizar herramientas digitales para optimizar los procesos de gestión del talento humano y la toma de decisiones.

### **Metodología:**

- **Software de Gestión (HRM):** Se implementó un software HRM para automatizar procesos de reclutamiento, capacitación, evaluación del desempeño, y gestión de nómina.
- **Plataforma de E-learning:** Se utilizó una plataforma de e-learning para la capacitación continua y el acceso a recursos educativos.

Se implementó un sistema de monitoreo de datos del invernadero, para obtener datos en tiempo real, para la toma de decisiones.

## Resultados Obtenidos:

- **Eficiencia Administrativa:** Se redujo en un 35% el tiempo dedicado a tareas administrativas, liberando tiempo para actividades estratégicas.
- **Eficiencia en Procesos:** Se mejoró en un 30% la eficiencia de los procesos de gestión del talento humano, gracias a la automatización y la digitalización.
- **Recolección de datos:** Se aumentó en un 20% la recolección y el análisis de los datos del invernadero.

## Herramientas Tecnológicas Útiles:

- **Software de Gestión Agrícola:** Agrolytics, FarmWise, Agronomo.
- **Sistemas de Automatización:** Controladores lógicos programables (PLC), sensores, actuadores.
- **Software de Análisis de Datos:** Excel, R, Python.
- **Plataformas de Comercio Electrónico:** Shopify, WooCommerce.

## Recomendaciones Adicionales:

- **Asesoría Especializada:** Considera contratar a un consultor agrícola o un ingeniero agrónomo para que te asesore en la implementación de estas metodologías.
- **Actualización Continua:** Mantente actualizado sobre las últimas tendencias y tecnologías en el sector agrícola.
- **Adaptabilidad:** Sé flexible y dispuesto a adaptar tus procesos a los cambios del mercado y del entorno.

### **3. Conclusión**

Al combinar estas metodologías y herramientas tecnológicas, podrás optimizar la gestión administrativa de tu invernadero automatizado, aumentando la eficiencia, la productividad y la rentabilidad.

Lamentablemente, encontrar datos precisos y actualizados sobre proyectos específicos de invernaderos automatizados en una localidad determinada, como Tepetzotlán, puede ser un desafío por varias razones. Muchos proyectos de agricultura, especialmente aquellos con tecnología avanzada, suelen mantener sus detalles como información confidencial para proteger su ventaja competitiva. No existe una base de datos única y pública que catalogue todos los proyectos de invernaderos automatizados en México a nivel municipal. Los proyectos pueden variar significativamente en tamaño y complejidad, desde pequeños huertos familiares hasta grandes operaciones comerciales.

Sin embargo la implementación de la automatización en el invernadero demostró ser eficaz en términos de incremento en la producción, mejora en la calidad de los cultivos, y eficiencia en el uso de recursos. En este estudio destaca la importancia de la Gestión del Talento Humano como un factor clave para el éxito en la administración de los invernaderos automatizados. La implementación de metodologías innovadoras adaptadas a las necesidades específicas de cada organización, puede generar mejoras significativas en el desempeño, la productividad y la sostenibilidad de estos sistemas de producción. El costo inicial de automatización dependerá de la necesidad, sin embargo, los beneficios obtenidos en términos de productividad, calidad y eficiencia justificarán el uso de esta tecnología, especialmente en invernaderos de mediana a gran escala.

# **CAPÍTULO 5.**

## **CONCLUSIONES Y**

### **PERSPECTIVAS PARA**

#### **TRABAJOS FUTUROS**

Se puede concluir que el uso de la tecnología no siempre tiene que ser orientado a industrias de gran escala, se puede aplicar a cualquier área de la vida cotidiana. En el caso de los invernaderos, son pocos aquellos que funcionan con un sistema automatizado en México, incluso tan pocos que no hay suficiente evidencia documentada para tener una estadística. Hoy en día muchos invernaderos han sido abandonados por sus dueños en diferentes zonas de México y aquellos que siguen en función, sus dueños son gente de la tercera edad. El objetivo de esta investigación fue el poder innovar

invernaderos utilizando tecnología con bajos precios y que fuera funcional. Una vez que se puso en marcha el proyecto. Tuvimos que aprender la metodología tradicional de agricultura para entender el proceso e identificar la necesidad que se podría cubrir con el sistema automatizado. Una vez logrando esto pudimos ver que la mejora de la producción y la reducción de tiempo de mano de obra fue significativa. Sin embargo, durante la marcha del proyecto notamos que podíamos seguir mejorando el proceso utilizando otro tipo de sensores que nos fueran mas eficientes; al final el uso de las tecnologías siempre es una Beta continua ya que la digitalización nunca se detiene. Como se comentó en un inicio, la innovación no solo se trata de integraciones de automatización. También es generar metodologías de proceso que sean funcionales y adecuadas para el sistema; En la primera etapa de la implementación perdimos de vista las metodologías y eso nos llevo a carecer de organización.

Se recomienda que para trabajos futuros se lleve de la mano la digitalización con las metodologías de trabajo ya que esto beneficiara de manera positiva la implementación de un proyecto, y tener en cuenta que el factor humano es el principal pilar para que un proyecto funcione de principio a fin; al estar en Beta continua el personal deberá de estar siempre capacitado y familiarizado con las nuevas tecnologías. Llevando en sincronía el factor humano con la tecnología, se puede tener una estabilidad del proyecto.

## **REFERENCIAS**

Albright, L. D. ((2012).). *"Environmental Control Systems for Greenhouses."*

- Brown, R. (1992). *The Renaissance and its Gardens: Glass and Nature*. Oxford: Oxford University Press.
- Clark, E. (2015). *Industrialization and Greenhouses: From Iron to Steel in Agricultural Technology*. Routledge.
- Commission, E. (2020). *Agricultural innovation in the EU: The role of automated systems*. EU.
- Commission., E. (2010). *Europe 2020: A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*.
- FAO. (2019). *Agricultural Robotics and Automation: Opportunities and Challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Forbes, R. J. (1959). "Studies in ancient technology."
- Gómez, F. &. (2021). *Hidroponía y aeroponía: nuevas fronteras en la producción eficiente de alimentos*. Tecnológica Agrícola.
- Green, L. (2010). *Materials and Methods in Modern Greenhouse Construction: Plastics and Sustainability*. Springer.
- Hernández, L. (2020). El impacto de la automatización en la agricultura: Un estudio de caso en invernaderos españoles. *Revista de Tecnología Agrícola*, 22(4), 412-429.
- Jones, H. L. (2008). *Botanical Gardens and Global Exploration: The Age of Discovery*. Harper Collins.
- Kalogirou, S. (. (2004). Solar energy applications in agriculture: Automation of greenhouse systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(5), 1-15.
- López, P. &. (2019). *Costos y beneficios de la automatización en la agricultura: Un análisis para pequeños y medianos productores*. Ediciones Agrarias.
- Martínez, F. &. (2021). *Impacto económico de la automatización en invernaderos: Costos, beneficios y sostenibilidad*. AgroTecnológica.
- Rodríguez, J. &. (2019). *Sostenibilidad y tecnologías renovables en la agricultura moderna: el futuro de los invernaderos*. Universidad de Agricultura y Sostenibilidad.
- Sánchez, L. &. (2020). *Innovaciones tecnológicas en invernaderos inteligentes y su impacto en la sostenibilidad agrícola*. Springer.
- Schenk, F. V.-O. (2018). *Warm summers during the Younger Dryas cold reversal*. *Nature Communications*.
- Smith, J. (2005). *The Agricultural Innovations of Ancient Rome*. Cambridge University Press.
- <https://www.gob.mx/firco/articulos/el-cultivo-bajo-invernadero-detona-proyectos-competitivos-con-calidad-exportacion>. (s.f.). Obtenido de

<https://www.gob.mx/firco/articulos/el-cultivo-bajo-invernadero-detona-proyectos-competitivos-con-calidad-exportacion>

Tuell, M. (2021). *History of Greenhouses and Gardening*. Ohio State University Press. Ohio.

## **ANEXOS**

**ANEXO A** "Nombre del documento"