



Potencial para la implementación de la tecnología 4.0 en el sector del cacao en
Santander

Monografía Teórica

Angie Gabriela Caballero Torres

CC 1.005.282.044

Miguel Ángel Suarez Villamizar

CC 1.005.364.989

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de ciencias básicas e ingenierías

Tecnología en producción industrial

Bucaramanga; 26/09/2022



Potencial para la implementación de la tecnología 4.0 en el sector del cacao en
Santander

Monografía Teórica

Angie Gabriela Caballero Torres

CC 1.005.282.044

Miguel Angel Suarez Villamizar

CC 1.005.364.989

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en producción industrial

DIRECTOR

Diana Beatriz Aponte Martínez

Grupo de investigación – SOLYDO

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de ciencias básicas e ingenierías

Tecnología en Producción industrial

Bucaramanga; 26/09/2022

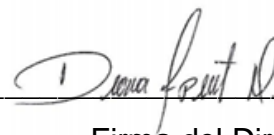
Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos por las Unidades Tecnológicas de Santander, para optar al título de Tecnólogo en Producción Industrial, según el acta de comité de trabajo de grado N° 137-01-11 del día 28 de abril de 2023.

Evaluador: Julio Cesar Camacho Pinto.



Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

El proyecto se lo dedico a mi madre Rosalba torres y a mi padre Gabriel caballero por el esfuerzo y confianza que depositaron en mí, son ellos mi causa principal para seguir creciendo profesionalmente ya que han estado día a día apoyándome para poder lograr mi título como tecnóloga.

Angie Gabriela Caballero Torres

Dedico este proyecto a mi madre Evila Villamizar y a mi padre Jorge Suarez, con su apoyo y esfuerzo culmine este camino de aprendizaje, confiaron siempre en mis expectativas, me enseñaron que “incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez”.

Miguel Angel Suarez Villamizar

AGRADECIMIENTOS

Primordialmente agradezco a la universidad por darme ingreso y permitirme reforzar mis conocimientos e ir creciendo como tecnóloga, a los profesores por instruirme siempre de buena manera al compartirme sus ideas y tener la pasión para educar grandes tecnólogos, también a Dios por permitirme lograr esta meta la cual era graduarme como tecnóloga.

Angie Gabriela Caballero Torres

Merecen reconocimiento especial la universidad quien me acogió en sus instalaciones y me brindo lo suficiente para culminar mi tecnología. Por otro lado, agradezco de la manera más honesta a mis Hermanos que con sus palabras me apoyaron y me hicieron sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo aportar, me inculcaron la valentía suficiente para no rendirme cuando todo parecía ir en mi contra. Así mismo, doy agradecimientos a mi Director de proyecto, gracias a su experiencia, consejos y correcciones hoy puedo dar por culminado este trabajo. A todos los profesores que estuvieron ahí y confiaron en mis capacidades, aquellos que me han visto desarrollarme como profesional, gracias a sus enseñanzas y horas de estudio hoy puedo sentirme dichoso y feliz.

Miguel Angel Suarez Villamizar

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO	10
INTRODUCCIÓN.....	11
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>12</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<u>2. MARCO REFERENCIAL.....</u>	<u>16</u>
2.1. MARCO TEÓRICO.....	16
2.2. MARCO ANTECEDENTES	20
2.3. MARCO CONCEPTUAL	23
2.4. MARCO AMBIENTAL	27
<u>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION</u>	<u>30</u>
<u>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</u>	<u>31</u>
4.1. ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA 4.0 Y CAMPOS DE APLICACIÓN.....	31
APLICACIÓN DE INDUSTRIA 4.0 EN SECTORES DE LA ECONOMÍA.	31
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CULTIVO DEL CACAO.....	33
4.2. PRINCIPALES PROBLEMAS O CONTRATIEMPOS EN LOS CULTIVOS DE CACAO	41
4.3. IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INDUSTRIA 4.0 APLICABLES AL PROBLEMA.	43
1.1. INTERNET DE LAS COSAS.	43
1.2. ANÁLISIS DEL BIG DATA.....	44

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

4.3.3.	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	45
4.3.4.	REALIDAD AUMENTADA	46
4.4.	HALLAZGOS EN TERMINOS DE INVESTIGACION DE LA TECNOLOGIA 4.0 APLICADA AL SECTOR AGRICOLA.....	48
<u>5.</u>	<u>RESULTADOS</u>	<u>49</u>
<u>6.</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>56</u>
<u>7.</u>	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>57</u>
<u>8.</u>	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>58</u>
<u>9.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	<u>58</u>

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Enfermedades y plagas en el cacao.....	34
---	----

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Siembra de cacao	34
Ilustración 2 : cultivo de cacao	35
Ilustración 3 : riego del cacao.....	35
Ilustración 4 :monilia	39
Ilustración 5 : escoba de bruja.....	39
Ilustración 6 : mazorca negra	39
Ilustración 7: mal de machete.....	39
Ilustración 8 : saco de yute.....	40
Ilustración 9 : datos en nube	44
Ilustración 10 : big data.....	45
Ilustración 11 : retrato artificial.....	46
Ilustración 12: realidad aumentada.....	47
Ilustración 13 : robótica y sistemas autonomos.....	48
Ilustración 14 : fumigación	51
Ilustración 15 : funciones de la realidad aumentada.....	52

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo comenzó con la identificación de los cultivos de cacao y la forma en que se estaban desarrollando o procesando para identificar las falencias que tenían y las mejoras que se podían implementar. El objetivo del trabajo fue proponer un esquema para el uso de tecnologías innovadoras relacionadas con la industria 4.0, para el correcto desarrollo de los cultivos de cacao en Santander, seguidamente se realizó una búsqueda documental que tuvo como objetivo la distinción de producción de cacao en otros municipios, basadas en la industria 4.0, con esto se evidencia como están favoreciendo a los cultivos y a los cultivadores, posteriormente se identificó que en Santander los cultivos de cacao estaban en un fuerte riesgo de infección por monilia (hongo) y que los trabajadores no podrían identificar antes de que el daño a los cultivos fuese irremediable, a continuación se definió como la industria 4.0 al ser implementada ayudara a los cultivos a tiempo puesto que su objetivo es extinguir la monilia (hongo) de la producción de cacao esto dejara más tranquilos a los cultivadores y exportadores de cacao.

Realizando la respectiva investigación, se establece que las tecnologías que se implementarán para llevar a cabo la agricultura 4.0 serán: Sistemas Predictivos y el Blockchain, Inteligencia Artificial, Robótica y Sistemas Autónomos, automatización de procesos, estas tecnologías lograrán el desarrollo de los cultivos y la prevención del daño por monilia (hongo).

PALABRAS CLAVES: Tecnologías 4.0, automatización, prevención de enfermedad, monilia, cacao.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, “Dado que la creciente importancia del sector industrial en la producción económica es lo que permite la mejora sostenible de la productividad laboral y el impulso hacia el futuro de economías sostenibles, indicadores clave del progreso, la industrialización es el vector de la modernización efectiva.” (Jean-Philippe, 1992).

La revolución industrial, que comenzó en 1784 con la automatización de la producción basada en el uso de sistemas eléctricos y tecnologías de la información, también marca un punto de inflexión en la historia. Por ejemplo, la industria 1.0, que tuvo lugar en 1784, se caracterizó por la introducción de equipos de producción mecánicos alimentados por vapor. La industria 2.0, que tuvo lugar en 1870, se basó en la electricidad y el petróleo como fuente eléctrica. Como resultado de la Revolución Industrial, tanto la producción agrícola como la industrial temprana aumentaron mientras que los tiempos de producción se redujeron. (Sánchez, 2018), de ahí que la producción a escala masiva y repetitiva sea crucial para aumentar algunos niveles de vida en la mayor parte de la sociedad.

Blockchain, la inteligencia artificial, la robótica y los sistemas autónomos son solo algunos ejemplos de las muchas tecnologías convergentes que conforman la Industria 4.0. Al fusionar los mundos físico, digital y biológico, estas tecnologías crean un verdadero cambio de paradigma (Schwab, 2016). De este modo, se resolverían los problemas de inadecuación de las tierras y germinación de los cultivos durante la producción de cacao y se combatirían enfermedades como la monilia, típica de los árboles frutales y provocada por hongos.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Santander el 60,1% del departamento se dedica a alguna actividad de producción agropecuaria, en su mayoría cultivos de frutas, café, cacao, limón, piña, yuca, palmas y tabaco además de la ganadería y piscicultura. Esto lo convierte en un departamento productivo y con capacidad de generar diversidad de productos con calidad de exportación.

Sin embargo, la producción del cacao se realiza a bajas escalas y de forma artesanal lo que genera en el campesino productor una gran desventaja, además del desgaste físico por falta de mano de obra y pocas ganancias derivadas de la mala manipulación de la tierra, poco control fitosanitario del cultivo y enfermedades de todo tipo que atacan el producto final. (Sánchez L., 2019)

Algunos factores claves de la poca atención que se le presta al cultivo manifestado por los productores es la desinformación, el olvido del gobierno hacia el gremio y la situación económica que afrontan. (Ramirez, 2020) La industria 4.0 implementada a la producción de este tipo de cultivos, digitalizar todos los procesos que tienen lugar en ellas para combatir la monilia y crear un buen impacto con la ventaja de reducir los costes de producción, automatización de algunos procesos y aminoramiento de tiempos de producción, así como desgaste físico ocasionado por las extensas y arduas horas de trabajo a las cuales están expuestos los agricultores. Con lo anterior expuesto se genera la pregunta que será pilar fundamental de esta investigación: ¿Qué plan teórico se puede plantear para la adopción de las nuevas tecnologías de la Industria 4.0 en el sector productor de cacao?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Al desarrollar una metodología que pueda ayudar a los productores y orientarlos a identificar más fácilmente enfermedades como la monilia o la escoba de bruja, el problema a resolver abre la posibilidad de identificar qué tecnologías y potenciales estratégicos podrían mejorar el proceso de producción de cacao para los cultivos en Santander. Atacarlo de esta manera impide actuar. La implementación de la industria 4.0 en el cultivo de cacao trae consigo muchos beneficios, ya que con una plataforma digital se podrían estudiar aspectos como los procesos de fermentación de los cultivos o tiempos de producción, así como la presencia de hongos, y de esta forma; recuperar el agro con la implementación de nuevas tecnologías, identificando que el suelo y el clima se encuentran en las condiciones adecuadas para tener un cultivo idóneo. La problemática hace evidencia de las enfermedades que se están propagando y que están dañando los cultivos(monilia), debido a que la mayoría de los cultivadores no detectan esta enfermedad hasta que ya no hay forma sensata de combatirla. Esta enfermedad es la más reincidente en los cultivos de cacao es propia de los árboles frutales, es provocada por el hongo (basidiomycete Monilio). También se refleja el déficit en la baja mano de obra que los cultivadores están aportando para la labranza del cacao.

Esta investigación obtendrá una herramienta que aporte de manera benéfica, a fin de que los cultivos no se sigan mermando por motivo de la enfermedad “monilia” , ya que la perdida de ellos causa un impacto de manera negativa en la económica y el medio ambiente, pues esta enfermedad se propaga a más cultivos y los cultivadores se estarían viendo perjudicados en toda su cosecha y tendrán una baja exportación, debido a que los productos llegan al mercado en malas condiciones y no podrían ofrecer un producto de calidad ni procesarlo para su beneficio. También aporta en el conocimiento de los investigadores ya que nos refleja que, en cualquier

ámbito, la industria 4.0 es fructuosa y como su implementación beneficia desde los procesos manufactureros hasta los procesos agroindustriales.

Además de esto, esta monografía aporta al grupo de investigación SOLYDO de las unidades tecnológicas de Santander, para el desarrollo investigativo de la ingeniería de producción, desarrollo organizacional, que logren generar soluciones reflejadas en el medio ambiente por otra parte también podría ser utilizada como base para posteriores desarrollos tecnológicos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Crear un plan para la aplicación de tecnologías innovadoras relacionadas con la industria 4.0 para promover el crecimiento de los cultivos de cacao de Santander a través de una evaluación documental que sirva de base para futuras investigaciones.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir de un análisis bibliométrico, determine el estado actual de la Industria 4.0 para las empresas del sector con el fin de comprender cómo ha cambiado en los últimos años.

Identificar las principales problemas o contratiempos en los cultivos de cacao en Santander y el impacto que estos generan en la producción, para dar con claridad los puntos claves a ser resueltos en la indagación.

Clasificar las tecnologías de la Industria 4.0 en categorías para determinar sus posibles efectos si se aplicaran a los problemas de producción de cacao de Santander.

Analizar los hallazgos en términos de investigación en el área de tecnología 4.0 aplicada al sector agrícola para encontrar estrategias que ayuden a mejorar el proceso productivo del cacao.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1 Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0.

“El objetivo de este artículo es compartir la información extraída de la investigación sobre los temas emergentes en torno a la llamada Industria 4.0. Una revisión bibliográfica fue la base para la adopción de una metodología exploratoria. Así, se examinaron las tendencias en diversas partes del mundo para reunir ideas que sirvieran de base a este nuevo tipo de industria. Es interesante destacar la conexión encontrada entre esta novedosa idea y la llamada Cuarta Generación Industrial. La interacción de bases de datos masivas, su procesamiento y uso, la interconectividad entre máquinas y diversos procesos de producción, la logística y el hombre como elemento básico son sólo algunos de los temas relacionados que se examinan. También se indican las tendencias relativas a los posibles cambios en el empleo de las personas; se reconoce cómo algunas ocupaciones desaparecen y otras surgen, en particular las de corte profesional se agravan al ser imposibles de llevar a cabo por robots. Con respecto a esto último, se aprecian tendencias tanto a favor como en contra. Otra conexión descubierta es la que existe con la transferencia de conocimientos de las universidades y otras instituciones de investigación. Este nuevo tipo de industria considera la conexión con estas organizaciones como una relación crucial para el desarrollo y la aplicación de la tecnología, donde el tiempo entre la conclusión de la investigación científica y la ejecución en la práctica o en la vida cotidiana se reduce considerablemente” (Ricardo Cabrera, 2020).

2.1.2. Creación de nariz electrónica para calidad en los procesos críticos de transformación del Cacao.

“Este artículo describe un estudio de viabilidad sobre el uso de un dispositivo multimodal para ayudar en los pasos críticos del procesamiento del cacao. En particular, el sector del cacao, que ha experimentado un crecimiento sustancial en Colombia en los últimos años y se ha convertido posteriormente en una alternativa, es vital conocer los requisitos tecnológicos del sector agroindustrial para mejorar la calidad de sus cosechas o productos comercializados. También se examinará, como base de este estudio, el desarrollo de un sistema automatizado de bajo coste que permita analizar la caracterización de la calidad del producto en cada una de las fases críticas del procesamiento del cacao, como la fermentación, el secado y el tostado. Los sistemas multisensoriales también se aplicarán en la industria alimentaria de otros países. El desarrollo electrónico consta de un conjunto de multisensores de gas, un sistema de adquisición de datos y software para la ejecución del proceso y la recopilación de datos. Para encontrar conglomerados asociados a las muestras de cacao tostado y quemado requeridas, se aplica el aprendizaje automático no supervisado en una estrategia de clasificación de conglomerados.” (Flórez Martínez, 2020).

2.1.3 Evaluación de la resistencia a *Monilia roleri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao

“Se acaba de idear un mecanismo para evaluar la resistencia. La moniliasis, provocada por el hongo *Monilia*, es una de las principales enfermedades que afectan al cacao (*Theobroma cacao* L.) en Costa Rica. Los objetivos del presente estudio eran los siguientes 1. Verificar la eficacia del método de medición de la resistencia por inmunización artificial antes mencionado. 2. Evaluar mediante inoculación artificial la resistencia a *M. roleri* de cultivares de la colección CATIE, Turrialba y otras plantas. 3. averiguar si determinados rasgos de la mazorca, como

el color, la rugosidad o la dureza del mesocarpio, están relacionados con la sensibilidad. Se evaluaron la severidad exterior, la severidad interna y la incidencia de 40 cultivares ocho semanas después de inocular frutos de dos meses con una suspensión de 100.000 conidios/ml. El cultivar "Catongo" se utilizó como control en cada fase y los cultivares se dividieron en tres grupos en función de su época de máxima floración. La gravedad externa se evaluó utilizando una escala de 0 a 5 según los síntomas, y la gravedad interna se evaluó utilizando una escala de igual amplitud con respecto al grado de necrosis de los tejidos internos del fruto. Se ha demostrado que la necrosis interna aparece después de la aparición de los primeros síntomas externos, como las zonas grasientas. Los valores más altos de severidad exterior e interna fueron modificados para comparar los resultados como si hubieran sido alcanzados en una única etapa, ya que se observó que el cultivar "Catongo" presentaba diferencias significativas entre etapas. Con los datos ajustados se realizaron la prueba de Duncan y el análisis de la varianza. Se comprobó que los cultivares presentaban grandes diferencias tanto en la dureza interna como en la externa. Mediante la técnica "CLUSTER", los cultivares se clasificaron y organizaron en función de los tres parámetros considerados". (Brenes, 1983)

2.1.4 Diseño y desarrollo de aplicativo web para el seguimiento de cultivadores de cacao

“El objetivo de este proyecto es desarrollar una aplicación web para la sistematización de tareas que ayuden a los cultivadores de cacao, incluidas las proyecciones de costes, el seguimiento de gastos y la producción de cultivos. Además, se desarrollará un blog de aprendizaje para completar el proyecto. Una vez finalizado este trabajo de grado, los objetivos individuales se tendrán en cuenta y se integrarán con el objetivo general de satisfacer la necesidad original para la que se formó este proyecto. Una vez concluida esta fase, pasamos a desarrollar la aplicación web, realizar las pruebas de validación y poner en marcha el proyecto.

Para construir la aplicación web se utilizó un proceso conocido como ciclo de vida

del software, y una de sus fases fue el análisis de los requisitos, que ayudó a identificar los aspectos principales. Como resultado, se desarrollará una aplicación rápida, bien estructurada y fácil de usar que gestione los datos y las actividades de los cacao cultores para que puedan comunicarse con los clientes finales.” (ARDILA MARTÍNEZ, 2021).

2.1.5 La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México.

“Más que un alimento, el cacao tiene un gran significado cultural para México, es una importante fuente de recursos naturales y crea muchos puestos de trabajo. Con 81.600 ha plantadas, 43.000 ha de producción y un rendimiento de 597 kg/ha, ocupa el puesto 11 de los 12 países que más cacao producen. La actividad productora suele correr a cargo de pequeños productores que dependen de él para su subsistencia. La reciente introducción de la moniliasis ha perturbado la producción, ya que este hongo daña directamente la fruta y provoca pérdidas globales de producción. Dada la acelerada progresión de la enfermedad y los consiguientes efectos económicos, sociales y medioambientales, se estima que la producción del ciclo productivo actual disminuyó un 50%, y se prevé que la del ciclo siguiente disminuya un 70%, aunque no hay informes oficiales. Once naciones de América Central y del Sur son golpeadas severamente por esta enfermedad. Sin embargo, los avances en su control han permitido a naciones como Ecuador, Bolivia y Colombia vencer la enfermedad y alcanzar altos niveles de producción. Si bien existen muchas perspectivas para la industria, como acelerar su proceso de modernización en un marco sustentable, la moniliasis es un reto importante que permitirá la sustentabilidad del sistema cacaotero en México. La diversificación del sistema, con un enfoque en maderas "preciosas", frutales, especias y flores tropicales, así como la renovación de plantaciones con materiales mexicanos de alto rendimiento y calidad olfativa bajo sistemas de producción orgánica, permitirá al productor acceder a mercados especializados, atraer el ecoturismo y buscar incentivos productivos. El productor tiene la oportunidad de posicionarse como

promotor de su propio desarrollo y custodio del legado de sus ancestros gracias a la normativa nacional vigente y los espacios de participación de los actores del Sistema Producto Cacao. El productor tiene la oportunidad de posicionarse como promotor de su propio desarrollo y de preservar el legado de sus antepasados para que las generaciones futuras puedan beneficiarse de él y disfrutarlo gracias a la normativa nacional vigente y a los espacios de participación de los actores del Sistema Producto Cacao. (González, 2008)

2.2. MARCO DE ANTECEDENTES

2.2.1 Mejoramiento del cultivo de cacao.

“El objetivo de este esfuerzo, que se realizó en la finca Galapales en El Tagual, municipio de Landázuri, Santander, fue emplear manejos agronómicos para elevar el rendimiento productivo del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) hasta su comercialización como fuente familiar sostenible. También se realizó un análisis financiero del esfuerzo productivo para determinar su viabilidad. Además, se utilizaron estudios sobre la artropofauna en el cultivo del bocadillo de plátano *Musa acuminata*. donde trabajamos en la visita técnica personalizada con los fabricantes de snacks de plátano y donde nos esforzamos por conocer la variedad de insectos presentes en la zona para identificar posibles plagas. Los 504 kg de producción de cacao y el 6% de TIR indicaron el éxito de la operación. En el cultivo del bocadillo de plátano se encontraron ejemplares de plagas de la familia Curculionidae del orden Coleoptera..” (Correa, s.f.)

2.2.2 Alternativas orgánicas para el control de Monilla en el cultivo de cacao.

“El objetivo principal de este estudio fue evaluar qué tan bien funcionaron los enfoques orgánicos para el manejo de *Monilia rozeri* en cacao Nacional x Trinitario en el banco de germoplasma de cacao de la Granja Santa Inés. Control (T1), Ceniza en Polvo (T2), Ceniza Diluida en Agua (T3), Fossil Shell Agro (T4), y Triomax fueron los cinco tratamientos que se estudiaron (T5). En las plantas de cacao del mismo nivel de producción, se contó la cantidad total de frutos (frutos sanos y enfermos) cada 15 días durante cinco meses. Para el análisis estadístico se utilizó el programa informático SPSS. Los resultados del estudio sobre la incidencia de la moniliasis indicaron que no había diferencias apreciables entre los tratamientos T2, T3, T4 (orgánico) y T5 (químico), pero que el testigo (T1) presentaba la tasa de incidencia más elevada. Los tres tratamientos orgánicos (T2, T3 y T4) que incluyen altas concentraciones de Si, un elemento que ayuda a formar una barrera de defensa contra los hongos, así como micro y macronutrientes que favorecen el desarrollo de la planta sin dejar residuos, tuvieron todo el mismo efecto en el control de la enfermedad. La investigación económica reveló que T3, T2 y T4 son las terapias más económicas y menos contaminantes. T1 confirma que si no se aplican los controles fitosanitarios necesarios, la producción en la región estudiada podría verse afectada de forma significativa hasta en un 74%.” (González López, 2018)

2.2.3 Agricultura 4.0: desafíos y oportunidades para los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria de América Latina y el Caribe.

“Para la región de América Latina y el Caribe, la cuarta revolución industrial, la convergencia de varias tendencias que han venido reconfigurando la agricultura y la alimentación mundiales en las últimas décadas, el surgimiento del COVID-19 y los avances científicos y tecnológicos en los campos físico, biológico y digital tienen implicaciones significativas. Con el fin de alcanzar los rendimientos sociales históricamente elevados que la I+D agrícola pública ha experimentado recientemente, las instituciones de ciencia y tecnología agrícolas de la región han tenido que introducir cambios significativos en sus marcos de gestión del

conocimiento y la innovación. Estos cambios han ayudado a solidificar un modelo de agricultura 4.0 y a abordar los novedosos escenarios que están surgiendo. Abarca temas como la actualización de las normas técnicas agrarias, el futuro de los sistemas de extensión y transferencia, procedimientos y métodos de evaluación de impacto más profundos, financiación de la I+D agraria e institucionalización del género. El texto ofrece a los responsables políticos las herramientas que necesitan para formular normativas sensatas y acertadas.” (Gauna, 2022)

2.2.4 Análisis de la transformación digital en la producción de Cacao en el Municipio de San Vicente de Chucurí, Santander.

“En este trabajo se desarrolló un modelo de digitalización agrícola para la producción de cacao en el municipio santandereano de San Vicente de Chucur. A partir del examen de cómo se utilizan las nuevas tecnologías, cómo se desarrollan las iniciativas verdes y cómo se utiliza la gestión de las partes interesadas, la agricultura puede contrarrestar los efectos del cambio climático. En cuanto a la producción de cacao, el diseño del modelo pretende dar una herramienta que ayude a mejorar las condiciones de bienestar de los agricultores y la seguridad alimentaria dentro de los límites de la gestión de proyectos. Para lograr lo anterior, se realiza un análisis del desarrollo de la productividad agrícola utilizando las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y el análisis de su transición a la era digital, maximizando, innovando y mejorando las capacidades técnicas y la competitividad en el incremento de la producción agrícola.” (Villarreal López, 2021)

2.2.5 Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal.

“La industria cacaoñera ecuatoriana ha sufrido importantes pérdidas económicas como consecuencia de la *Moniliophthora roreri*. Los agricultores exploran la poda de ramas y la aplicación de biofungicidas como métodos de control, aunque se desconoce si estos dos enfoques funcionan bien juntos. Por lo tanto, el presente

estudio identificó cuatro tratamientos en la provincia de Caar como los medios más eficaces para controlar la moniliasis: T1: Bacillus sp + poda; T2: Trichoderma sp + poda; y T3: Mancozeb; T4: Sólo poda para control. Se confirma que el uso de cualquier tipo de fungicida disminuye el daño causado por el hongo y que la poda sola es la terapia menos efectiva, no obstante las variaciones demostradas para las variables incidencia, número de floraciones y pepinos sanos entre tratamientos. Así lo demostró la variable rendimiento, que no reveló cambios estadísticamente significativos entre los tratamientos 1, 2 y 3.” (Pilaloo David, 2021)

2.2.6 Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander

“Utilizando el modelo de las cinco fuerzas de Porter de 2008, este estudio estudia a los productores de cacao de las zonas santandereanas colombianas de San Vicente del Chucuri y Carmen de Chucuri (Santander-Colombia). Los resultados demuestran que la producción de cacao en grano se ha convertido recientemente en una actividad productiva poco atractiva para la inversión debido a que las empresas transformadoras de la cadena de suministro mantienen unos márgenes de beneficio tan enormes. Una grave crisis financiera afecta actualmente a los productores de cacao de la región debido a la baja productividad y competitividad de la industria.” (Contreras, 2013)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura

“A lo largo de los milenios, la agricultura ha servido de pilar fundamental para el avance de la civilización. Aunque el impacto ambiental inicial de esta actividad estaba en consonancia con la capacidad de recuperación del entorno, el crecimiento demográfico y la mayor productividad actuales han tenido importantes consecuencias negativas sobre el medio ambiente, en particular sobre el suelo, el

agua y la biodiversidad. En respuesta, varios equipos de investigación, comunidades agrícolas y particulares han sugerido y creado diversas prácticas agrícolas, La agricultura natural, biodinámica, orgánica, biológica y de permacultura son las principales posibilidades. La agricultura natural, biodinámica, orgánica, biológica y de permacultura son algunas de las principales posibilidades. Tanto la aplicación de tecnologías limpias como la integración de estas alternativas en las prácticas agrícolas se engloban bajo el término "agroecología". Este ensayo examina las principales repercusiones medioambientales de la actividad agraria y las tecnologías limpias que se presentan como paliativos de los daños provocados por la actividad humana. También ofrece información sobre enfoques novedosos de los procesos agrícolas a escala mundial." (Marco Brown Olymar L, 2003)

2.3.2 Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español.

“La mayoría de los países del mundo utilizan actualmente la agricultura ecológica como sustituto de la convencional. Esta industria ha crecido notablemente en los países de la UE, donde actualmente se concentran más de 3,6 millones de hectáreas en unas 130.000 explotaciones. Encontrar los factores que afectan al desarrollo de la agricultura ecológica es el principal objetivo de este artículo. La ayuda de los sistemas financiero y regulador ha sido esencial en varios países de la UE. La expansión de la agricultura ecológica en España ha sido impulsada principalmente por el mercado de exportación, por lo que no ha contado con mucha ayuda. Sin embargo, debido a la competencia favorable de los productos ecológicos españoles en los principales mercados del centro y norte de Europa por parte de una serie de países que promueven sus industrias ecológicas, este mercado es actualmente inestable. Deben aplicarse políticas integrales para ayudar a este sector en España, que recientemente ha pasado a representar uno de los principales motores del desarrollo rural sostenible.” (MIELGO, 2001)

2.3.3 Agricultura orgánica. principios y prácticas de producción

“En el fundo Los Guindos, en las afueras de Chillán, se trabajó entre 2002 y 2005 en el proyecto "Sistema de producción orgánica para el valle irrigado del centro sur de Chile: estudio del manejo integrado de un fundo orgánico comercial". El objetivo principal del proyecto era establecer la autosustentabilidad mediante la integración de los componentes de una granja orgánica, cuya administración central se centraba en la producción agrícola con fines comerciales. El deseo de evaluar la gestión de las explotaciones ecológicas llevó a interesarse por la creación y evaluación de técnicas integrales de gestión de la producción ecológica. Por ello, el proyecto tuvo en cuenta la participación de numerosas disciplinas agronómicas, como la gestión sostenible del suelo, las plagas, las enfermedades y las malas hierbas, la generación de compost, la plantación y el uso de cultivos de cobertura y abonos verdes, y su relación con los intereses económicos primarios; prácticas de cultivo ecológico de frutales y hortalizas; y economía agraria. En función de los parámetros agroclimáticos de la explotación investigada, los resultados obtenidos permitieron definir la gestión higiénica y de la fertilidad del suelo en los sistemas de producción ecológica. La mayoría de estos resultados se han incluido en este boletín, que constituye ahora un importante vehículo de difusión de esta ventajosa solución.” (Céspedes León, 2005)

2.3.4 Encuentro entre la agroecología y la agricultura biodinámica

“Las diversas facetas de la sostenibilidad se incluyen en la agroecología, que evalúa la complejidad de los sistemas agroalimentarios y se basa en la igualdad y la sabiduría convencional. El cultivo biodinámico comparte características agroecológicas como la asociación de cultivos, el control biológico, la dependencia limitada de insumos externos, la evitación de productos sintéticos, el uso de variedades regionales y el laboreo conservacionista. Dado que estos modelos alternativos sirven como "faros" frente a la crisis agrícola que vive la región del Alto

Valle de Ro Negro y Neuquén en Argentina, la caracterización de una finca agroecológica biodinámica se realizó dentro de este marco y de las tres dimensiones de análisis, sociocultural, económica y ecológica, propuestas por la sustentabilidad. Se deben incluir las ideas de las múltiples corrientes agrícolas no tradicionales como alternativa a la agricultura industrial con altos insumos y como opción de resistencia y resiliencia frente al cambio climático.” (Dussi, Flores, Barrionuevo, Navarrete, & Ambort, 2020)

2.3.5 Nuevas tecnologías y agricultura 4.0: impacto en los recursos humanos de la industria agrícola.

“Este estudio explora cómo los recursos humanos del sector agrícola en Centroamérica se ven afectados por la adopción o ausencia de tecnologías agrícolas modernas. El estudio se centra únicamente en la región centroamericana porque se trata de una región en la que la agricultura desempeña un papel significativo tanto en el desarrollo económico de cada país de la región como en la vida de sus residentes, muchos de los cuales trabajan en el sector. Para el estudio se utilizó un enfoque exploratorio, que implicó extensas entrevistas con productores de la industria agrícola de la región centroamericana y un análisis posterior utilizando datos ya recopilados a través de la investigación bibliográfica. Los resultados demuestran que, a pesar de las importantes ventajas y beneficios, Centroamérica se ha enfrentado a una serie de retos en el desarrollo y la aplicación de la tecnología agrícola. Además, muchos de los productores creen que carecen de los recursos y la asistencia necesarios para realizar con éxito el cambio a los medios digitales en el futuro, lo que crea obstáculos de tipo financiero, de infraestructura o de capacitación durante el proceso de transición. Las conclusiones también muestran que los locales carecen de la formación necesaria para automatizar las operaciones y participar en la agricultura 4.0 en el futuro. Por ello, los gobiernos y otros agentes del sistema de innovación, como las instituciones y organizaciones de investigación, deben desarrollar políticas dirigidas a mejorar el

nivel de formación de los ciudadanos, en particular de los de las zonas rurales, que ya están y estarán cada vez más sometidos a una transición digital para la que es necesario un cierto nivel de formación, con el fin de desarrollar las competencias y habilidades necesarias para adaptarse adecuadamente a los nuevos procesos.” (MARROQUIN, 2021).

2.4. MARCO AMBIENTAL

2.4.1 El Cambio Climático y el Efecto Invernadero sobre el Sector Agrícola: Enfocado en los Cultivos de Cacao.

“Aunque se liberan gases tóxicos a la atmósfera, que dañan la atmósfera y causan daños medioambientales, especialmente el calentamiento global, que puede provocar lluvias y otros inconvenientes y aumentar la probabilidad de perder las cosechas de este producto, el cacao es un fruto que crece en un entorno específico, ya que debe ser un entorno húmedo y rico en nutrientes, por lo que los efectos medioambientales repercuten directamente en esta industria. Conocer la legislación medioambiental relativa a la práctica del cultivo del cacao es uno de los objetivos que persigue la organización medioambiental del cultivo del cacao. Para aminorar los efectos perjudiciales de la industria cacaotera sobre el medio ambiente y fortalecer y hacer avanzar.” (Sola Balladares, 2021).

2.4.2 Estudio minero-ambiental de la cantera el cacao

“La ecología en torno a esta cantera se ve impactada por la explotación de materiales de construcción del yacimiento El Cacao. Se utilizó un procedimiento metodológico para identificar las acciones mineras, como componentes de impacto ambiental y factores ambientales susceptibles de impactos. A través de su interacción, se identificaron, caracterizaron, valoraron y evaluaron los impactos ambientales para conocer estos cambios y las medidas para mitigarlos. La localización fue creada para garantizar que las operaciones mineras en la cantera

El Cacao sean realizadas con consideración al medio ambiente.” (Handjaba-Hasimbuli, 2012)

2.4.3 Análisis de rentabilidad del cultivo de cacao - caso de estudio

“Un alimento llamado cacao se utiliza para fabricar productos muy demandados en la industria colombiana, como chocolate, refrescos, perfumes y productos farmacéuticos. La mayor parte de la producción nacional de cacao se destina a la industria chocolatera como materia prima, que crea un gran número de puestos de trabajo y se encarga también de la comercialización de los productos acabados. El chocolate de mesa, que se distingue por ser un elemento crucial de la canasta familiar colombiana, así como otros productos de confitería que producen divisas para la nación a través de las exportaciones, es uno de los productos más significativos de la industria nacional que se genera a partir del cacao. (Quijano Rivas, 2016). En el sistema agroforestal campesino, el cacao es considerado como una especie fundacional en cuanto a su impacto ambiental, debido a que convive armónicamente con una amplia variedad de flora y fauna, por lo que es considerado como una planta reforestadora. Es importante conservarla porque, en términos generales, la planta de cacao es considerada como amigable con el medio ambiente (Jaimes Suárez, 2018). Se requiere que las áreas naturales presentes en el predio rural objeto del avalúo comercial sean valoradas como "mejora" en función de su rendimiento de acuerdo con lo establecido en la norma, como la Resolución 620 expedida por el IGAC, tal como se hace actualmente con los cultivos transitorios, permanentes o semipermanentes (Vega Marín & Cobo Villamil, 2018). La posición del tasador rural es trascendental en este sentido ya que, según su concepción, se disuelve la correcta valoración de la tierra y las funciones de todos sus componentes, incluidos los cultivos destinados a la producción. Dado que la metodología de comparación de mercado en el sector rural se queda corta en este aspecto, la renta de la tierra en el país es un factor crucial para determinar el valor de una propiedad. A través de la renta, es sencillo ver los factores que inciden en el

valor, como la topografía, la hidrografía, los suelos, la clase agrológica, el valor de la energía y las regulaciones señaladas en el POT, aunque todos son importantes en diferentes proporciones(García Guerrero & Gómez Daza, 2018). La razón por la cual se escogió un predio de este sector se debe a la importancia de realizar una comparación con el municipio y vereda de mayor producción a nivel nacional, siendo San Vicente de Chucuri el municipio de mayor producción de cacao del país y la vereda más productora del llano frío. Por lo anterior y como parte de nuestra actividad profesional voluntaria, comparamos los costos históricos de producción, cosecha y comercialización de un cultivo en Melgar con los de San Vicente de Chucuri para determinar la rentabilidad del cultivo de cacao.” (Rodríguez Cortés, 2019)

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Al ser de la variedad monografía, el diseño del estudio "da a conocer que es un proceso de investigación documental teniendo en cuenta todos aquellos trabajos con una similitud", (etece, 2013) Para construir un criterio de búsqueda con temas relacionados con el proyecto, se empleó el buscador Google académico con palabras clave como cultivo de cacao, industrial 4.0, cacao en Santander y enfermedades peligrosas de los cultivos. Para la búsqueda se tuvieron en cuenta los años 2017 a 2022; se eligió este marco temporal para encontrar los datos y avances tecnológicos más recientes producidos hasta la fecha, que luego se utilizaron como fuentes cruciales y orientadoras de la tarea.

“La investigación se emprendió primero como un estudio exploratorio sobre temas relacionados con los proyectos, y después como un estudio más descriptivo a partir de proyectos y estudios de este tipo. (Sampieri, 2014). El primer paso consistió en comprender a fondo el tema y determinar cuánta investigación se había realizado al respecto, a saber, cómo aplicar la Industria 4.0 a la producción de cultivos agrícolas, así como a otros campos. La investigación, por otro lado, fue descriptiva porque pretendía exponer y explicar el cultivo del cacao y todo lo que ello conlleva, así como precisar cómo contribuye la Industria 4.0 a la producción del cacao y qué tecnologías son más útiles y favorecen el crecimiento del mismo.

El método utilizado para adelantar este trabajo de grado fue deductivo, se recopiló información general, se organizó y como resultado se identificó la información pertinente para el desarrollo del trabajo y con esto se logró recopilar los datos fundamentales para alcanzar el cumplimiento de los objetivos.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Estado actual de la industria 4.0 y campos de aplicación

Al utilizar publicaciones científicas y evaluar su influencia tras el estudio y la aplicación posterior, el principal y más importante objetivo es la recopilación de datos bibliométricos es calibrar el calibre y la eficacia de estas investigaciones previas.

“Se están introduciendo nuevas tecnologías como parte de la Industria 4.0, que está transformando la forma en que los empleados ejecutan su trabajo y cómo se conectan con otras partes de la organización industrial, desde satisfacer los deseos de los consumidores hasta entregar los productos acabados.” (Kadir, 2017).

Campo de aplicación de industria 4.0 en sectores de la economía.

Sector energético

La energía y sus diferentes formas de producirla es un tema muy amplio que inquieta todos los días a la humanidad, ya sea la creación de energía, el transporte, distribución y comercialización de la misma como un producto más del mercado

“El sector de la energía es uno de los que más se está beneficiando de las tecnologías de la Industria 4.0. Ahora es posible reducir los costes energéticos e identificar las distintas fuentes de energía disponibles en cada momento. Toda esta innovación debería permitir también desarrollar y mejorar los métodos de utilización de los combustibles fósiles y los biocombustibles. Big Data se refiere al tratamiento de enormes volúmenes de datos.” (innovation, 2019).

Sector salud

La salud como tema fundamental en todo el mundo es una industria que está en constante evolución y la aplicación de proyectos o reformas para mejorarla está a cargo de los dirigentes de cada país. La industria 4.0 ofrece un amplio portafolio de tecnología para optimizar procesos, convirtiendo procedimientos costosos y complicados en simples.

“La industria 4.0 es aplicada en la actualidad por el sector salud generando nuevos métodos para la detención de enfermedades, su prevención además de ello el diagnóstico temprano de las mismas y un tratamiento correcto e inmediato, Todo el mundo se beneficiará de un mayor nivel de vida y bienestar..” (Muñoz, 2021)

Sector económico

La economía es un sector inestable en todo el mundo, la mayoría de personas apuntan siempre a la productividad y el enriquecimiento individual, por otro lado, hablar de economía para un país consta de emprender, importar, exportar impuestos, evasiones, sanciones etc. La industria 4.0 ofrece ganas de emprender, generar empleo y sostenerse a muchas personas que por algún motivo quieren salir del monopolio llamado empleado e introducirse en prestar un bien o un servicio y darlo a conocer a pequeña, mediana y grande escala.

En el ámbito de la industria, está claro que la digitalización tiene la capacidad de modernizar el proceso de producción y revolucionar la actividad industrial. El uso de tecnologías digitales abre nuevas posibilidades para mejorar los procedimientos de producción, productividad, eficiencia de los recursos y éxito financiero. Al mismo tiempo, estas tecnologías ayudan a las empresas a ser más competitivas, lo que a su vez mejora el bienestar de los empleados y disminuye sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

Impacto de la industria 4.0 en la actividad laboral

¿Positivo o negativo? Es la pregunta base que surge cuando se habla del impacto que puede generar la industria 4.0 en la actividad laboral y el aporte que tendrá la mano de obra en las nuevas técnicas, tecnologías y procedimientos.

“La Industria 4.0 se implantará antes de lo previsto en varias industrias. Los sindicatos deben centrarse en iniciativas que garanticen una transición equitativa y estar preparados para el importante impacto en el empleo, de esta manera las condiciones básicas laborales deben mejorar y todos los derechos de los trabajadores deben ser respetados.” (Matsuzaki, 2021)

Las empresas necesitan ahora empleados con conocimientos sobre aprendizaje automático, hadoop, Internet de las cosas, tecnología blockchain y ciberseguridad. Esto abre la oportunidad a nuevos puestos de trabajo para profesionales en tecnología avanzada, creara nuevas carreras universitarias que se dirigirán a dar conocimientos en términos de automatización, eficiencia y eficacia del internet y las tecnologías conectadas a este. Por otro lado, eliminara puestos de trabajo que serán ocupados por la inteligencia artificial y las maquinas.

4.1.1. Descripción del proceso de cultivo del cacao

4.1.2 Preparación del terreno

“Para su producción, el cacao necesita que la zona haya estado previamente cubierta de árboles que den sombra (Figura 1). Es una necesidad del hábitat selvático brasileño, de donde es originario. (Amazonía)” (OCDIM, 20220)

Ilustración 1: Siembra de cacao



(DIAZ, 2014)

La tierra debe estar debidamente preparada, abonada, se requiere un clima húmedo y una temperatura aproximada de 24 – 28 grados centígrados, esta temperatura es la ideal para que el cultivo del cacao tenga un impacto positivo en el suelo, germine las plantas y el producto final tenga una compostura y calidad impecable.

4.1.3 Siembra

El cacao prospera en entornos tropicales con precipitaciones elevadas durante todo el año y temperaturas que oscilan entre 25 y 28 grados Celsius (Figura 2), con escasas variaciones tanto en productividad como en calidad. La profundidad del hueco donde será sembrado debe tener una longitud considerable, así como la longitud de una planta a otra esto hace que “Crezca más rápidamente y produce más cuando el suelo es profundo, rico en contenido orgánico y tiene la consistencia física de un suelo franco arcilloso, a la vez que presenta una fuerte filtración o drenaje.” (OCDIM, 20220)

Ilustración 2 : cultivo de cacao



(FEDECACAO, 2020)

4.1.4 Riego

Ilustración 3 : riego del cacao



(VITERI, s.f.)

En temporadas de lluvia el riego es casi innecesario y por el contrario se deben tomar ciertas precauciones para que la planta de cacao no se vea afectada por el agua estancada cerca de las raíces, la mayoría de cultivadores hacen socavones para que el agua fluya por todo el terreno.

“Además de impedir las actividades del sistema radicular, el agua estancada favorece el crecimiento de infecciones fúngicas y tiene el potencial de asfixiar las raíces al impedir el flujo de aire entre las partículas del suelo. Las características físicas del suelo franco arcilloso lo hacen perfecto para la agricultura.

En algunas circunstancias, es necesario cavar zanjas (Figura 3) para permitir que el exceso de agua drene fuera del suelo y evitar que se acumule y cause problemas a las raíces de las plantas.” (OCDIM, 20220)

4.1.5 Enfermedades y plagas

El cultivo de cacao, así como muchos otros cultivos de cosecha puede ser atacado por diferentes enfermedades, muchas de ellas son muy dañinas y comprometen toda la producción. Estas enfermedades atacan en diferente etapa de creación de la “maceta” de cacao algunas de ella atacan directamente a la flor, otras por el contrario atacan al producto en su etapa de maduración y finalmente las enfermedades más comunes atacan en la etapa final antes de ser recolectado por el agricultor. La siguiente tabla muestra las enfermedades más comunes y peligrosas que existen:

Tabla 1: Enfermedades y plagas del cacao

		Tipos de Control para las enfermedades		
Enfermedad	Causas	Cultural	Físico	Químico

<p>Moniliasis</p>	<p>La moniliasis es una enfermedad fúngica que ataca el cultivo de cacao, causada por el basidiomycete <i>Moniliophthora roreri</i>. (figura 5)</p>	<p>Reducir la humedad en el lote realizand o drenajes que sean necesari os, podas, regulació n de sombrío, cosechar de forma oportuna.</p>	<p>Remoción de mazorcas enfermas a intervalos de 8 días al inicio de lluvias</p>	<p>El clorotaloril. Oxicloruro de cobre o sulfato de cobre cada 15 a 20 días</p>
<p>Escoba de bruja</p>	<p>La “escoba de bruja” es causada por el hongo <i>Moniliophthora perniciosa</i>, es una enfermedad que ataca varios órganos del árbol (ramas, cojines florales, frutos, entre otros). (figura 6)</p>	<p>Realiza las podas antes de iniciar la época de lluvias, regular la sombra y controlar las</p>	<p>cortar las escobas 2 veces al año junto con la poda.</p>	

		ARVENS ES.		
La Mazorca negra	Esta es catalogada como una de las enfermedades más recurrente del cacao en todas las áreas productoras del mundo; causada por bacterias y hongos de la familia <i>Phytophthora</i> (figura 7)	Disminuir humedad interna, control de la sombra, podar y fertilizar de manera adecuada.	Cortar los frutos infectados, cubrirlos y agregarles cal para acelerar su descomposición.	Usar metalaxy con pasta cicatrizante sobre el tronco.
Mal de Machete	La provoca un hongo que puede destruir los árboles de cacao y está relacionada con el barrenador del tronco, que afecta a los órganos internos de la planta.(figura 4)	Evitar heridas en los arboles al momento de realizar limpiezas , podas o cosecha.	realizar podas fitosanitarias.	las heridas deben cubrirse con pasta cicatrizante(oxiduro de cobre)

(EL PRODUCTOR, 2018)

(EN COLOMBIA, 2018)

A continuación, se muestra la forma gráfica de cómo se presentan estas enfermedades en el cultivo:

Ilustración 5 : escoba de bruja



(PRODUCTOR, 02)

Ilustración 4 :monilia



(SOLIS, 2017)

Ilustración 7: mal de machete



(SALSEDO, s.f.)

Ilustración 6 : mazorca negra



(EL CAPITAL, 2020)

4.1.6 Cosecha

“La floración principal de la planta del cacao tiene lugar la primera floración tiene lugar en los meses de junio y julio, y la segunda en los meses de septiembre y octubre. La cosecha primaria se recoge en octubre, noviembre y diciembre, unos 4 meses después de la floración. Febrero, marzo y abril son los meses en los que se recoge la segunda cosecha.

Es esencial al momento de cosechar y recolectar el producto, saber diferenciar cual está listo (“maduro”), y cual aún está en etapa de crecimiento, esto con el fin de no recolectar productos verdes y que deberán ser desechados ya que no servirán para el consumo.

Se recomienda cosechar semanalmente durante la temporada de alta producción, cada dos semanas durante la estación húmeda y cada treinta días durante la estación seca. La pérdida de fruta se reduce si se logran intervalos más cortos entre las cosechas.

En las Para evitar la sobre maduración de la fruta o las pérdidas por plagas o enfermedades, la recolección suele hacerse cada dos o tres semanas en las plantaciones pequeñas y medianas..” (OCDIM, 20220)

4.1.7 Almacenamiento

“El cacao debe almacenarse hasta que esté listo para ser entregado. Antes de ser almacenado el cacao pasa por un periodo de secado a sol, esto con el fin de que las semillas que se encuentran dentro de la “maceta” pierdan la humedad y puedan ser trituradas posteriormente en fábricas. En estos lugares deben utilizarse sacos de yute estos son Los únicos sacos que deben utilizarse para el cacao, para su almacenamiento y transporte (Figura 8), ya que de lo contrario se detiene el proceso de cultivo del cacao.” (OCDIM, 20220)

Ilustración 8 : saco de yute



(OPITEC, 2020)

Debido a su fuerte poder higroscópico (capacidad de absorber la humedad del ambiente), debe almacenarse seco para evitar la aparición de moho, insectos peligrosos y ratones, así como el contacto con los suelos y paredes del almacén. Para evitar posibles contaminaciones, no debe almacenarse junto a productos agroquímicos ni cerca de animales domésticos.

Dado que el cacao es vulnerable a los ataques de insectos y roedores mientras está almacenado, hay que extremar la atención en los almacenes.

4.2. Principales problemas o contratiempos en los cultivos de cacao

Dificultades ambientales: cuando se habla de dificultades ambientales, se habla de problemas geográficos o situaciones ambientales que puedan ser obstrucción de una buena producción de cacao “existe una serie de fenómenos ambientales o meteorológicos que pueden afectar de manera muy amplia los cultivos de cacao y la implementación de tecnologías para contrarrestarlos, Las cantidades inusuales de lluvia y la humedad que producen pueden dificultar la producción de cacao al hacer que las flores se marchiten y no fertilicen. Del mismo modo que las lluvias excesivas provocan la erosión del suelo cuando los cultivos se realizan en laderas, los nutrientes esenciales del cacao se pierden. Por el contrario, Además, el uso de plaguicidas contribuye a una serie de problemas medioambientales, como la contaminación del suelo y el agua, así como la liberación de contaminantes

orgánicos persistentes a la atmósfera (COP). problema que en Colombia es muy recurrente y poco controlado ya que estas emisiones de contaminantes no están restringidas y no existe una ley que las prohíba. Como consecuencia a todo lo nombrado anteriormente se da el empobrecimiento del suelo de cultivo por deterioro.” (Edward Yovany Antolinez Sandoval, 2020)

Las dificultades ambientales están muy relacionadas a las dificultades geográficas, al momento de evaluarlas se debe tener muy presente la conexión que pueda haber entre las mismas, claro ejemplo de ellas la relación que existe entre el clima y el tipo de región geográfica donde se presenta.

Dificultades geográficas: las dificultades ambientales tienen un alto índice de resonancia cuando se habla de eficiencia y eficacia, no es un secreto que, para todo negocio, proyecto o idea innovadora, se debe buscar un lugar que sea adecuado para la implantación ya sea, que cumpla con ciertas condiciones requeridas o que por el contrario carezca de ellas. Debido a su elevado coste o a las circunstancias desfavorables del campo, sobre todo en lugares montañosos donde algunas tecnologías no están respaldadas, algunos productores no pueden utilizar determinadas tecnologías. Para nadie es un secreto que Santander en general es un departamento con media y alta montaña por su paso de cordilleras, El cacao se cultiva en regiones aisladas o cercanas, con conectividad esporádica y pocas opciones de transporte. Aunque puede resultar difícil emplear enormes maquinarias en lugares montañosos, tecnologías como los sensores pueden resultar más prácticas allí y suponer una ayuda importante para controlar las variables medioambientales.” (Edward Yovany Antolinez Sandoval, 2020)

Santander es considerado un territorio montañoso y con un clima variado que va desde altas temperaturas, hasta climas fríos. por otro lado, las épocas de sequía o lluvias marcan el territorio siempre que se presentan, esto implica que, al momento

de realizar un proyecto de siembra del cultivo, se debe tener estudios anticipados que involucren tecnologías de alta eficiencia y conocimiento de especialista para que el proyecto sea un éxito total y no se esté hablando de predios abandonados por el fracaso de las ideas de cultivos.

4.3. Identificación de tecnologías de industria 4.0 aplicables al problema.

Las tecnologías adecuadas para la implementación en los cultivos agrícolas y que son fuente para la mejora de la producción son los siguientes:

4.3.1. Internet de las cosas.

Conectar información en diferentes dispositivos de manera inalámbrica y al instante hasta hace poco solo era un pensamiento obsoleto, la industria 4.0 da a conocer que esto además de alcanzable es muy sencillo, se trata de patrones, redes inalámbricas e información que fluyen por la nube.

“El Internet de las Cosas es el conjunto de diversos aparatos con informática integrada que están conectados a controladores centralizados y entre sí mediante tecnologías habituales. Internet Industrial de las Cosas, o IoT, es un vocablo utilizado para dar referencia de la integración de la tecnología IoT en las operaciones industriales, esto para apoyar a los cultivadores y mejorar el paso de la información puesto que cada vez que allá un nuevo ingreso en el sistema todas las personas que tengan acceso a ella podrán estar enterados y saber que cultivo ya fue revisado y cual falta por revisar.” (SATEC, 2022)

Ilustración 9 : datos en nube



(ONIVERA, s.f.)

4.3.2. Análisis del big data

Almacenar cantidades muy grandes de información en la nube para muchas personas es algo muy complicado, incluso imposible, ya que las restricciones de diferentes softwares tienen una capacidad limitada, el big data funciona como una nube sobre la nube con la capacidad para reunir la información suficiente desde varios sistemas por separado, recopilando datos y conectando patrones.

“Big Data es la cantidad de información que se guarda actualmente en relación con diversos servicios, sistemas y tráfico de datos; es enorme e imposible de gestionar manualmente. El análisis de estos datos puede revelar detalles importantes sobre el comportamiento de estos procesos; A través de la detección de resultados o medidas anómalas se pueden evitar problemas en un determinado proceso industrial (sin necesidad de definir previamente qué medida es anómala o no) o identificando los eventos relacionados dentro de un proceso más complejo, facilitando su gestión a través de la predicción, sabiendo de antemano que un evento desencadenará otro con cierta probabilidad. A partir de todos estos datos, se pueden realizar simulaciones que permitan predecir las necesidades de

recursos, así como optimizar su uso de forma automática y proactiva, previendo eventos futuros. Favorece a la empresa dedicada al cacao puesto que toda la información recolectada durante los días, semanas, meses y años estará archivada en orden para que cuando sea requerida por algún trabajador podrá ser encontrada.” (Rayo, 2018)

Ilustración 10 : big data



(GALENTINE, 2019)

4.3.3. Inteligencia artificial.

“la Inteligencia artificial Son la recopilación de artículos y datos tecnológicos capacitados para procesar cantidades masivas de datos que bajamos de las herramientas como el big data en tiempo real, así como cálculos capaces de dar a aprender por sí mismos a otras tecnologías a partir de los datos que reciben, independientemente de los vertederos de información y de las respuestas de usuarios y operadores. Mejora la capacidad de proporcionar información pues la

brindara rápidamente así sea requerida por diferentes dispositivos en un mismo tiempo.” (PEIRO, 2022)

Ilustración 11 : retrato artificial

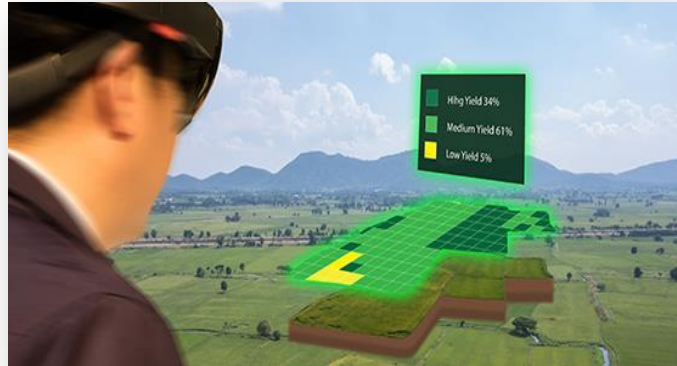


(DIRYGE, 2018)

4.3.4. Realidad Aumentada

“La realidad aumentada, un artefacto muy útil para la perfección del diseño, la mecanización de trabajos y tareas, el control de la elaboración, la construcción, la formación y educación de los trabajadores y las actividades de mantenimiento y supervisión, se ha generalizado en los últimos años. Al ser implementada los trabajadores tendrán una capacitación de ir conociendo los cultivos y los daños que podrían estar en ellos, para tener un mejor control.” (STUDIO, 2019)

Ilustración 12: realidad aumentada



(ASGROW, 2020)

4.2.5 la robótica y los sistemas autónomos.

“La agricultura robótica, que emplea equipos que sacuden físicamente la fruta de los árboles o cortan el trigo del suelo para recoger la cosecha, fue posible gracias a las cosechadoras mecánicas. La primera cosechadora mecánica de tomates, que cortaba las plantas a ras de suelo y luego las sacudía para separar los tomates, se inventó en 1960. En 1970, las máquinas ya cosechaban el 95% de los tomates plantados en California para salsas y conservas”(Céspedes León, 2005)

Sin embargo, los robots no pueden cosechar todos los cultivos. Los cultivos ideales para la recolección mecánica son los resistentes a los daños (como las almendras) o aquellos en los que las marcas pueden no ser importantes, como los tomates para salsa. Sin embargo, como los supermercados exigen tanto de la fruta fresca, se necesitan robots agrícolas más avanzados para recoger los cultivos que deben manipularse con más cuidado (SLATER, 2021).

Ilustración 13 : robótica y sistemas autonomos



(INFOAGRO, 2020)

4.4. Hallazgos en terminos de investigacion de la tecnologia 4.0 aplicada al sector agricola

“El proceso de riego por goteo se eligió utilizando criterios específicos del proceso de riego y tres herramientas tecnológicas aplicables y adaptables al tipo de riego elegido en un estudio previo sobre el proceso de riego en una empresa agrícola utilizando el "modelo de agricultura 4.0". En dicho estudio, se tuvieron en cuenta los

tipos de riego potenciales que podrían sustituir al actual y se ponderaron mediante una matriz de priorización.” (Quintana Castro, 2021)

el proceso de riego en una empresa agrícola utilizando el "modelo agricultura 4.0", en el que se seleccionó el proceso de riego por goteo utilizando criterios propios del proceso de riego y tres herramientas tecnológicas aplicables y adaptables al tipo de riego elegido tras considerar los posibles tipos de riego que podrían sustituir al actual, ponderados mediante una matriz de priorización.

5. RESULTADOS

5.1 A partir de un análisis bibliométrico, determine el estado actual de la Industria 4.0 para las empresas del sector con el fin de comprender cómo ha cambiado en los últimos años.

Se observó que la industria 4.0 a evolucionado a un nivel grande tanto así que es viable la implementación en el cultivo de cacao debido a que las tecnologías con la que esta cuenta son muy benéficas para el cultivo esta nos ayuda a tener la información organizada para acceder a ella con facilidad, las capacitaciones de trabajadores que los ayuda a tener un conocimiento más amplio de prevención de enfermedades en los cultivos, la unión de información y con accesibilidad inmediata a los trabajadores para así poder tener un cultivo más eficiente sin daños por el hongo (monilia) y con mejores compradores puesto que se ve la innovación al implementar la industria 4.0.

Se observó que la industria 4.0 a evoluciona a un nivel grande tanto así que es viable la implementación en el cultivo de cacao debido a que las tecnologías con la que esta cuenta son benéficas para el cultivo una de ellas es la revisión bibliométrica esta nos ayuda a tener la información organizada para acceder a ella con facilidad teniendo una trazabilidad que aporta en revisión de los mismo, obteniendo un balance de producción de años anteriores adjuntándolo a una nube donde solo los

integrantes de la empresa tengan acceso a información importante, como cuantos cultivos se han fumigado, cuanto producción se ha obtenido, cuantas capacitaciones se han desarrollado con información de las enfermedades que pueden afectar a los cultivos como evitarlos o atacarlas, aumenta las capacitaciones de los trabajadores puesto que los ayuda a tener un conocimiento más amplio de prevención de enfermedades en los cultivos teniendo la unión de información y accesibilidad inmediata para los trabajadores para así ser más eficiente sin daños por el hongo (monilia) y con mejores compradores puesto que se nuestro mercado observa la innovación que se está creando en nuestros cultivos aumentando la calidad del producto y sin identificar una perdida porque se ha implementado la industria 4.0

5.2 Identificar las principales problemas o contratiempos en los cultivos de cacao en Santander y el impacto que estos generan en la producción, para dar con claridad los puntos claves a ser resueltos en la indagación.

“Los principales problemas que atacan al cultivo de cacao es el hongo (monilia) se determinó que esta enfermedad causas graves daños en los cultivos y se propaga rápidamente esto genera que el cultivo de cacao no sea viable y se pierda la cosechas este es el principal inconveniente que se resuelve al momento de incorporar las industrias 4.0, ya que con la incorporación se capacitan a los cosechadores y personal que trabaja el café, dándoles a conocer cómo evitar la propagación de esta enfermada, para así no perder el cultivo.” (González, 2008)

Ilustración 14 : fumigación



(radio nacional de colombia, 2017)

5.3 Clasificar las tecnologías de la Industria 4.0 que podrían utilizarse para abordar los problemas de la producción de cacao de Santander en categorías para evaluar su impacto potencial si se utilizaran.

Realidad aumentada

“Esta tecnología "permite añadir información adicional a una imagen del mundo real" cuando se ve a través de un dispositivo. (Figura 15). Al complementar los datos ya disponibles en la imagen real, esta tecnología altera la realidad. En esta realidad coexisten componentes físicos y virtuales. Al incluir más características, la imagen virtual mejora la imagen auténtica. Para que esto ocurra, es fundamental utilizar un dispositivo compatible con las tecnologías de realidad aumentada..” (Ricardo Cabrera, 2020)

Ilustración 15 : funciones de la realidad aumentada



(IAT, s.f.)

Elementos de la realidad aumentada

Las cámaras se utilizan para capturar imágenes del mundo real, y las de los smartphones son especialmente sugerentes por su gran calidad y precisión. Hardware: El procesador permite combinar las imágenes real y virtual. Se denomina software al programa informático encargado de supervisar todo el procedimiento de fusión de la imagen real con la virtual.

El software debe reconocer un desencadenante en el entorno físico para mostrar la información virtual asociada. Marcador: Recrea las fotos que procesó el hardware y marca el lugar donde se mostrará el modelo 3D.

Conexión a Internet: Es necesaria para recuperar la información virtual vinculada, así como para enviar datos del entorno real al servidor remoto.

Aplicaciones de realidad aumentada

Imágenes

La imagen de cualquier objeto del mundo real puede proyectarse con realidad aumentada. En el pasado, se utilizaban mucho los marcadores similares a códigos de barras o códigos QR con una funcionalidad similar. Sin embargo, en la actualidad hay una gran variedad de productos que pueden utilizarse con realidad aumentada, como logotipos de empresas, tarjetas de visita, guías de viaje, etiquetas de ropa o cualquier otro artículo, pueden utilizarse como marcadores para producir imágenes de RA.

Espacios

Hoy en día, existen artilugios capaces de superponer gráficos virtuales a las piezas de cualquier habitación en función de su tamaño, forma y distribución. Para que un cliente pueda ver cómo quedaría un mueble concreto en su espacio antes de comprarlo, cada vez es más habitual su uso en lugares como inmobiliarias o tiendas de muebles.

Lugares

Es posible superponer visuales virtuales sobre el terreno real conociendo las coordenadas de una determinada zona geográfica gracias a brújulas digitales o localizadores GPS. Una imagen real e interactiva con información virtual de interés ha ocupado el lugar de los mapas. Varios sectores, como la venta y alquiler de

inmuebles, la prospección de nuevas construcciones y el turismo, pueden beneficiarse enormemente de la tecnología de realidad aumentada.

Beneficios de la realidad aumentada

- Es una tecnología que se puede aplicar a una gran cantidad de sectores: comercio, ocio, salud, educación, turismo, agricultura etc.
- Facilita la formación, gracias a un aprendizaje mucho más versátil y atractivo lo que lo hace más dinámico para los campesinos y sencillo su aplicación.
- Proporciona gran cantidad de información, la cual además está accesible para cualquiera y localizada puntos estratégicos, trae a mente de cultivadores ideas nuevas en procesos de producción del cacao.
- Optimiza tareas y minimiza costes, ya que los cambios aplicados de manera virtual se pueden convertir en un borrador que seguramente funcionara al ser aplicado en terrenos.
- Ofrece una experiencia inmersiva, lo que favorece la identificación del usuario por lo cual guarda toda la información ingresada y se convierte en algo sencillo de continuar.
- Aumenta las ventas de negocios y comercios gracias a su poderoso impacto.
- Marca la diferencia respecto a la competencia, más ahora que todavía no es una tecnología de uso generalizado.
- Es una tecnología de futuro que da imagen de vanguardia e innovación.

5.4 Analizar los resultados de la investigación tecnológica 4.0 en el sector agrícola para identificar métodos que ayuden a mejorar el proceso de producción del cacao

“La agricultura 4.0 brinda al cultivo de cacao grandes mejoras a la hora de aplicarse pues esta cuenta con una ventajas en la agricultura como lo son sostenibilidad al tener mayor cantidad de datos y tener mayor control sobre ellos, así mismo un uso

más eficiente de fertilizantes, fumigación y pesticidas, velocidad en la realización de tareas ya que la automatización de datos permite accesibilidad al mismo y reduce el tiempo en la realización de tareas, lo anterior nos ayuda en el mejoramiento del proceso de producción de cacao pues al tener todo automatizado evitamos la infección del hongo (monilia) aportando a la calidad del producto.” (Correa, s.f.)

6. CONCLUSIONES

A partir de las investigaciones realizadas, es posible determinar que los métodos de producción utilizados en la agricultura 4.0 tienen un impacto positivo porque consiguen un uso eficiente de los recursos, reducen los costes de producción y producen productos de alta calidad, lo que nos ayuda a ver el potencial de las nuevas tecnologías en los cultivos.

Se permitió observar y clasificar las diferentes tecnologías que pueden ser aplicadas a los cultivos de cacao, separando las principales de las que lograr una gran mejora tales como lo son el análisis del big data, internet de las cosas, robótica e inteligencia artificial cada una de ellas está conformada por una estructura tecnológica diferente para el máximo aprovechamiento.

Se identificaron las dificultades que implica la implementación de las industrias 4.0 en el cacao, llegando a concluir que se debe buscar la manera de incursionarlos en los cultivos de cacao buscando una economía y una facilidad de manejo para que de esta manera sea más factible para los cultivadores de cacao. Desarrollándose en varias etapas donde se incursiona paso a paso, de esta manera tener el apoyo de los entidades estatales de la región para así llegar a una implementación total.

7. RECOMENDACIONES

Para obtener una perspectiva más real de lo que las tecnologías mejoran los cultivos se recomienda una alianza con carreras enfocadas a la tecnología, como lo son, sistemas y electrónica, las alianzas de las carreras son dirigidas a complementarse una con la otra para así efectuar una implementación que nos brinden una visualización real de como se ve las estrategias presentadas ya aplicadas en los cultivos, así mismo logrando calidad en los cultivos de cacao

Se aconseja hacer una minuciosa revisión de los productos asociados al cacao de Santander, de manera que se incentive a la creación de proyectos o estudios similares, para que se realicen y surjan nuevas ideas que mejoren procesos potenciales dirigidos a optimizar producción de cultivos, con el fin de proporcionar bases para futuros estudios.

Las tecnologías 4.0 aportan a los cultivos en gran medida ya que la estrategia amplia el campo de aplicación y mejora en diferentes aspectos la producción, ayuda a organizar la información para darle acceso rápido a los cultivadores y genera estrategias para evitar la propagación de enfermedades y daños en los cultivos, de esta manera crea indagación de diferentes procesos de producción para así originar la aplicación de las mismas y desarrollar trabajos futuros.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 4.0, I. (05 de 10 de 2021). *ATRIA INNOVATION*. Obtenido de <https://www.atriainnovation.com/agricultura-4-0-nuevas-tecnologias-en-la-agricultura/>
- ARDILA MARTÍNEZ, J. D. (2021). *DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICATIVO WEB PARA EL SEGUIMIENTO DE CULTIVADORES DE CACAO*. Obtenido de Repositorio institucional RI UTS: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/6172>
- ASGROW. (07 de 05 de 2020). Obtenido de REALIDAD VIRTUAL APLICADA A LA AGRICULTURA: <https://www.asgrow.com.mx/es-mx/tendencias/agrotecnologia/realidad-virtual-aplicada-a-la-agricultura-.html>
- Brenes, O. (1983). *Evaluación de la resistencia a Monilia rozeri y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao*. Obtenido de Repositorio Catie: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1953>
- Céspedes León, M. C. (2005). *Agricultura orgánica : principios y prácticas de producción*. Obtenido de CIREN: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.11944/146419>
- Contreras, D. O. (2013). *Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander–Colombia*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5983196>
- Correa, P. C. (s.f.). *Mejoramiento del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) con la implementación de manejo técnico enfocado a la producción y empresarialización en el municipio de Landázuri- Santander como cultivo sostenible*. Obtenido de universidad de la salle: https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/172
- DIAZ, C. (30 de 11 de 2014). *Agricultores siembran cacao en lugar de café*. Obtenido de el salvador.com: <https://historico.elsalvador.com/historico/141603/agricultores-siembran-cacao-en-lugar-de-cafe.html>

- DIRYGE*. (29 de 10 de 2018). Obtenido de Inteligencia artificial y apps para predecir la producción de cultivos: <https://directivosygerentes.es/innovacion/noticias-innovacion/inteligencia-artificial-cultivos>
- Dussi, M. C., Flores, L. B., Barrionuevo, M. E., Navarrete, L., & Ambort, C. (2020). *Encuentro entre la agroecología y la agricultura biodinámica*. Obtenido de Revista Agroecología 14: <https://revista.agroecologia.net/index.php/revista-agroecologia/issue/view/2>
- Edward Yovany Antolinez Sandoval, P. J. (2020). *Estado actual de la cacaocultura: una revisión de sus principales limitantes*. Obtenido de REDALYC: <https://www.redalyc.org/journal/5600/560063241002/html/#:~:text=Las%20principales%20enfermedades%20y%20plagas%20que%20afectan%20el,%28Jaimes%20%26%20Aranzazu%202010%3B%20Andres%20et%20al.%2C%202017%29>.
- EL CAPITAL*. (14 de 09 de 2020). Obtenido de Cacao panameño puede impulsar una industria competitiva: https://elcapitalfinanciero.com/cacao-panameno-puede-impulsar-una-industria-competitiva/?__cf_chl_tk=M0fOVGwPkdNDfoSDD2ErYySmJuG688Uqxy57F1abrOU-1666282080-0-gaNycGzNCaU
- EL PRODUCTOR*. (24 de 04 de 2018). Obtenido de Control de plagas y enfermedades del cacao: <https://elproductor.com/2017/04/control-de-plagas-y-enfermedades-del-cacao/>
- EN COLOMBIA*. (2018). Obtenido de Control de las principales enfermedades del cacao: <https://encolombia.com/economia/noticias-agroindustria/control-de-las-principales-enfermedades-del-cacao/>
- etece, e. (2013). *bases de la monografía*. Obtenido de enciclopedia libre: <https://concepto.de/monografia/>
- FEDECACAO. (27 de 01 de 2020). *GESTION SOLIDARIO*. Obtenido de En Foro Económico Mundial Colombia Mostró Beneficios Ambientales Del Cultivo Del Cacao: <https://gestionsolidaria.com/2020/01/27/en-foro-economico-mundial-colombia-mostro-beneficios-ambientales-del-cultivo-del-cacao/>
- Flórez Martínez, A. &. (2020). *Desarrollo de nariz electrónica para calidad en los procesos críticos de transformación del Cacao*. Obtenido de repositorio institucional UNAB: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/4161>

- GALENTINE, E. (20 de 11 de 2019). *MDM*. Obtenido de The Benefits and Pitfalls of Managing Big Data: <https://www.mdm.com/article/tech-operations/technology/the-benefits-and-pitfalls-of-managing-big-data/>
- Gauna, D. C. (2022). *Agricultura 4.0: desafíos y oportunidades*. Obtenido de Inter-American Development Bank: <https://policycommons.net/artifacts/1817776/agricultura-40/2555090/>
- González López, I. G. (2018). *Alternativas orgánicas para el control de Monilia*. Obtenido de Revista Científica Agroecosistemas: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/194>
- González, S. I. (2008). *La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835688>
- Handjaba-Hasimbuli, J. (2012). *Estudio minero-ambiental de la cantera El Cacao*. Obtenido de ciencia y futuro: http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revista_estudiantil/article/view/762
- IAT. (s.f.). Obtenido de REALIDAD AUMENTADA.: <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/>
- INFOAGRO. (28 de 03 de 2020). Obtenido de EL AVANCE DE LA ROBOTICA PARA LA AGRICULTURA; PRIMERA PARTE: <https://mexico.infoagro.com/el-avance-de-la-robotica-para-la-agricultura-primera-parte/>
- innovation, a. (2019). *Service innovations enabled by the “internet of things*. Obtenido de IMP: <https://doi.org/10.1108/IMP-01-2015-0002>
- Jean-Philippe, P. (1992). *Revoluciones industriales, modernización y desarrollo*. Obtenido de Revistas Uniandes: <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.7440/histcrit6.1992.02>
- Kadir, B. (2017). *Designing new ways of working in Industry 4.0 Technical University of Denmark*. Obtenido de INNOVA UNTREF: <http://revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/view/986/822>
- Marco Brown Olymar L, R. G. (2003). *Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura*. Obtenido de INCI: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442003000500002&script=sci_arttext

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

- MARROQUIN, W. (2021). *COMILLAS*. Obtenido de Nuevas tecnologías y agricultura 4.0: Impacto en los recursos humanos de la industria agrícola en Centroamérica: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/46846>
- Matsuzaki, K. (2021). *Electricidad y Electrónica de IndustriALL*. Obtenido de industri all: <https://www.industrialunion.org/es/informe-industria-40-la-revolucion-industrial-actual>
- MIELGO, A. M. (2001). *Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español*. Obtenido de agecon: <https://ageconsearch.umn.edu/record/165074?ln=en>
- Muñoz, J. A. (2021). *cuarta revolucion, tendencias en salud*. Obtenido de universidad de antioquia: https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z0/fY8xC8lwEIX_ikvHklhr1LE4COLgINJmkSMJepm2jQp_nxTHcTF5XHv-N6DxySrmXQw4hUCkgObfCPFZb3ZFvOq5AcuSsErcSyXq2K3OJ052zP5H0gNeO97WTGpyAXzDKzuyAewURvIOAy_7kat-dyTzhwFVAhDxt9ph5om
- OCDIM. (20220). *GUIA TECNICA PARA EL CULTIVO DEL CACAO*. Obtenido de CADENA CACAoca: http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Guia_Tecnica_sobre_el_cultivo_de_cacao.pdf#:~:text=El%20cacao%20es%20un%20cultivo%20t%C3%ADpicamente%20umbr%C3%B3filo.%20%28Que,desarrollo%20y%20limiten%20el%20crecimiento%20de%20las%20malezas.
- ONIVERA, D. (s.f.). *ZONA FINET WORK*. Obtenido de Internet de las cosas: <https://www.adslzone.net/2015/09/05/consecuencias-que-traera-el-internet-de-las-cosas/>
- OPITEC. (2020). Obtenido de SACO DE YUTE: <https://www.opitec.es/Basicos-para-manualidades/Materiales-naturales-coronas-arte-floral/Cintas-cordeles-yute-rafia/Tela-y-saquitos-de-yute/Saco-de-yute-250-x-350-m-natural.html>
- PEIRO, R. (2022). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. Obtenido de ECONOMIPEDIA: <https://economipedia.com/definiciones/tecnologia/inteligencia-artificial.html>
- Pilaloa David, W. P. (2021). *Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao*. Obtenido de Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria,:

<http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664->

[09022021000300070&script=sci_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-09022021000300070&script=sci_arttext)

PRODUCTOR, E. (10 de 02 de 02). *EL PRODUCTOR*. Obtenido de FAO: Mal del Machete (Ceratocystis fimbriata), en cacao y su control: <https://elproductor.com/2017/02/fao-mal-del-machete-ceratocystis-fimbriata-en-cacao-y-su-control/>

Quintana Castro, J. F. (2021). *Modelo de la agricultura 4.0 para el proceso de riego en una empresa agrícola*. Obtenido de repositorio universidad cesar vallejo: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85635>

radio nacional de colombia. (08 de 05 de 2017). Obtenido de Cafeteros: <https://www.radionacional.co/cultura/cafeteros-de-caldas-califican-de-desastrosa-prohibicion-de-glifosato-para-uso-agricola>

Ramirez, G. (22 de diciembre de 2020). *vanguardia*. Obtenido de superintendencia industria y comercio: <https://www.vanguardia.com/economia/local/en-2019-el-311-de-los-santandereanos-estuvo-en-pobreza-monetaria-FC3224272#:~:text=Seg%C3%BAAn%20el%20Departamento%20Administrativo%20Nacional%20de%20Estad%C3%ADsticas%2C%20Dane%2C,porque%20sus%20ingresos%20no%20su>

Rayo, Á. M. (2018). *ANALISIS DE DATOS BIG DATA*. Obtenido de NETMIND: <https://netmind.net/es/analisis-de-datos-en-big-data/>

Ricardo Cabrera, H. R. (2020). *Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0*. Obtenido de Revista Universidad y Sociedad,: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000400008

Rodríguez Cortés, H. A. (2019). *Análisis de rentabilidad del cultivo de cacao caso de estudio*. Obtenido de Repositorio universidad distrital francisco jose de caldas: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/16221>

SALSEDO, C. (s.f.). *POSCOSECHA CACAO*. Obtenido de LA ESCOBA DE BRUJA: <https://poscosechacacao.blogspot.com/2020/07/la-escoba-de-bruja-enfermedades-del.html>

Sampieri, R. F. (2014). *Tipos de investigacion*. Obtenido de urbe.edu: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0036086/cap03.pdf>

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

- Sánchez L., J. P. (2019). *IICA Biblioteca Venezuela*. Obtenido de Enfermedades del cacao:
<https://books.google.com.mx/books?id=hGgqAAAAYAAJ>
- Sanchez, G. B. (2018). *Las 5 primeras revoluciones industriales*. Obtenido de CienciaoRama: http://cienciorama.unam.mx/a/pdf/585_cienciorama.pdf
- SATEC. (23 de SEPTIEMBRE de 2022). Obtenido de <https://www.satec.es/blog/2017/06/12/industria-4-0/>
- SATEC. (2022). *Las 10 tecnologías de la Industria 4.0*. Obtenido de SATEC: <https://www.satec.es/blog/2017/06/12/industria-4-0/>
- schwab, k. (2016). *la industria 4.0 en la actualidad*. Obtenido de Foro economico mundial: <https://www.weforum.org/agenda/2016/05/industry-4-0/>
- SLATER, A. (20 de 05 de 2021). *LA ROBÓTICA EN LA AGRICULTURA*. Obtenido de FOODUNFOLDED: <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/la-robotica-en-la-agricultura-que-robots-trabajan-realmente-en-las-tareas-agricolas>
- Sola Balladares, M. J. (23 de julio de 2021). *El Cambio Climático y el Efecto Invernadero sobre el Sector Agrícola: Enfocado en los Cultivos de Cacao*. Obtenido de Repositorio digital: <https://repositorio-liga.logicfast.ec/handle/123456789/253>
- SOLIS, K. (21 de 02 de 2017). *TRASCENSER*. Obtenido de Rebrota Monilia en plantaciones de cacao, advierten productores del soconusco: <http://trascenderonline.com.mx/rebrota-monilia-en-plantaciones-de-cacao-advierten-productores-del-soconusco/>
- STUDIO, A. (08 de 11 de 2019). *La realidad aumentada ayuda a mejorar la productividad de la agricultura*. Obtenido de CORDIS: <https://cordis.europa.eu/article/id/411484-augmented-reality-helps-improve-agricultural-productivity/es>
- Villarreal López, D. E. (11 de octubre de 2021). *Análisis de la transformación digital en la producción de Cacao en el Municipio de San Vicente de Chucurí, Santander*. Obtenido de Repositorio Institucional UNAD: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42727>.
- VITERI, P. (s.f.). *PYR*. Obtenido de Primer riego con pulsos de cacao en el mundo.: <https://pyrargentina.com.ar/primer-riego-de-cacao-en-el-mundo/>

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0