

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Extensión El Carmen

Carrera Ingeniería Agropecuaria

Tema:

Adaptabilidad de la tecnología de agricultura 4.0 en los sistemas agrícolas productores de plátano

Estudiante:

Zambrano Leones Yulexi Cecibel

Tutor:

Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD

EL Carmen - Manabí – Ecuador

Agosto, 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

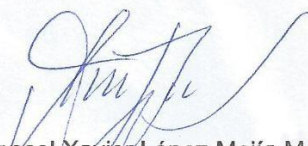
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Zambrano Leones Yulexi Cecibel**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2026-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Adaptabilidad de la tecnología de agricultura 4.0 en los sistemas agrícolas productores de plátano"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 03 de agosto de 2026.

Lo certifico,



Ing. Francel Xavier López Mejía Mg. Ph.D
Docente Tutor(a)

Área: Avicultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

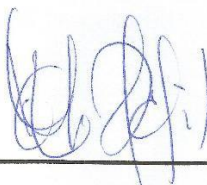
Los miembros del Tribunal de Sustentación del Trabajo de Integración Curricular, una vez revisado y escuchada la defensa del trabajo de investigación titulado:

"ADAPTABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE AGRICULTURA 4.0 EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS PRODUCTORES DE PLÁTANO"

presentado por la estudiante **Zambrano Leones Yulexi Cecibel**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, certifican que el presente trabajo cumple con los requisitos académicos y científicos establecidos por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

En constancia de lo actuado, firman los miembros del Tribunal.

El Carmen, Manabí, 21 de Agosto del 2026.



Mg. Kleber Fernando Mejia Chanaluisa

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Mg. Vivas Cedeño Jorge Sifrido

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Mg. Cobeña Loor Nexar Vismar.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Zambrano Leones Yulexi Cecibel** con cédula de ciudadanía **131712700-7**, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión el Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autora de la tesis titulada **“Adaptabilidad de la tecnología de agricultura 4.0 en los sistemas agrícolas productores de plátano”**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total en su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,

Zambrano Leones Yulexi Cecibel

C.I. 1317127007

AGRADECIMIENTO

Si es bueno vivir, todavía es mejor soñar, y lo mejor de todo, despertar (Antonio Machado)

Agradezco primordialmente a Dios por cada despertar de mi vida, por todos los objetivos que he logrado alcanzar se lo debo a él porque sin él no hubiera logrado nada, agradezco a mi tutor de proyecto de grado al Ing. Francel Javier Mejia por ayudarme a alcanzar mis objetivos, extendiéndome la mano en todo momento posible, un tutor de honor que se ha ganado el respeto de mi persona.

Agradezco a Dios por regalarme a mi pequeña familia que hoy somos 3, a ti mi compañero de vida Carlos Mecias por darme siempre el apoyo desde el inicio de mis estudios por sostenerme en todo momento, eres esa persona que me inculco a seguir estudiando a formarme como profesional, a mi hija Eileen Mecias que ha sido mi fuerza a seguir para no rendiré porque ella fue fuerte en las adversidades de mi vida y sigo luchando por ella.

Agradezco a mi familia por estar siempre presente en cada etapa de mis estudios a lo largo de toda la carrera que me ha formado. A mi mamá, hermanos.

Agradezco a la familia de mi esposo por darme su apoyo ayudándome a cuidar a mi hija brindándome su apoyo incondicional.

Le agradezco a mi compañero Josué Sevillano por su amistad que me dio desde el inicio de cada semestre que se forjo sin pensar que sería mi mejor amigo de la universidad que me ayudabas en todo lo que podías te agradezco por todo amigo por ser muy empático conmigo. Me quedo con muy buenos recuerdos de nuestra amistad y con la alegría de haber conocido a una gran persona. Espero que sigamos manteniendo esta amistad por muchos años y que la vida nos permita compartir muchos momentos más.

A mi compañero Ismael, de todo corazón quiero darte las gracias por tu amistad y por cada momento. Gracias por las risas, por las charlas. Me hace muy feliz haberte conocido y tener un amigo como tú. Aunque la vida nos lleve por caminos distintos, espero que esta amistad tan bonita que tenemos dure pese a la distancia esta amistad siga intacta

DEDICATORIA

Este logro que he alcanzado me lo dedico a mí, porque soy una mujer fuerte y valiente que ha tenido altas y bajas pero que nunca me rendir ya que siempre di lo mejor de mí y que tengo mucho más por entregar, porque fui valiente al terminar de estudiar y tener un título que no pensé que podría logra tener, que papa Díos es tan grande que me dio a mi bendición, mi hija que a pesar de las circunstancias se aferró a mí y todo se lo agradezco a papa Díos

Se lo dedico a mi hija que fue una de las mejores noticas de mi vida que venias ha alégrame mi vida te lo dedico porque estuviste ahí siempre fuerte aferrando a la vida de la mano de Díos que te sostuvo y me sostuvo para que tu estes bien amor de mi vida.

Se lo dedico a mi compañero de vida, mi esposo que me apoyaste en todo momento que nunca truncaste mis estudios, que siempre me inculcaste que siga una meta, estaré agradecida por tu esfuerzo que has puesto en mí. Amor de mi vida gracias por todo.

Se lo de dedico a mi familia, a mi mama Carmen Leones, que me brindo su apoyo que me dio sus consejos, a mi hermana que me ayudo en la realización de la tisis y que me aconsejaba de como realizar los trabajos muchas gracias hermana, a mis hermanos que sin haber terminado me decían Ing., esas palabras que ayudaban a seguir adelante en mis estudios.

A la familia de mi esposo mi suegra que me ayudo y me apoyo, gracias por cuidar de mi hija, cuando yo estaba en las clases que me impulso a no dejar mis estudios gracias.

Miles de gracias a todos

RESUMEN

Esta investigación se dio con la finalidad de dar a conocer como se ha venido evolucionando la tecnología y como se lo ha adaptado a los sistemas agrícolas como se sabe la tecnología hoy en día es una de las actividades que se están incorporando a medida que pasan los años la tecnología sigue avanzando más, la adaptabilidad de la tecnología 4.0 en los sistemas agrícola en el cultivo del plátano, ayuda a como ver diferentes inconvenientes que pueda tener el cultivo de los productores de plátano, esta tecnología les brindara una ayuda ya que se basa en el sobre vuelo del dron donde se podrá visualizar las deficiencia del cultivo o ver qué tipo de inconveniente puede llegar a tener los cultivos de muchos productores.

Se podrá visualizar como la incorporación de la tecnología nos puede contribuir a la sostenibilidad, eficiencia y la competitividad en los sistemas agrícolas productoras de plátano AAB, esta investigación se dio en el Carmen- Manabí, por medio de la encuesta que se le genero a diversas personas que brindo datos que les gustaría obtener de estas nuevas tecnología que ha ido avanzando con el pasar de los años ya que el cantón cuenta con diversas texturas y composiciones que se encuentra en el suelo.

ABSTRACT

This research was conducted to examine the evolution of technology and its adaptation to agricultural systems—specifically, how technology is increasingly being integrated into the sector over time. The adoption of Industry 4.0 technology in AAB plantain farming helps identify various issues faced by producers; specifically, drone-based aerial monitoring allows for the visualization of crop deficiencies and the detection of potential problems affecting the plantations. This study illustrates how the integration of technology contributes to sustainability, efficiency, and competitiveness in AAB plantain production systems. The research was carried out in El Carmen, Manabí, utilizing surveys to gather data from individuals regarding the insights they would like to gain from these advancing technologies, taking into account the diverse soil textures and compositions found in the canton.

INDICE GENERAL

Contenido

AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
CAPITULO I	1
TÍTULO	1
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	3
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	4
CAPITULO 2.....	5
MARCO TEÓRICO	5
Optimización ambiental, económica y tecnológica	6
METODOLOGÍA	9
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	9
UBICACIÓN	9
VARIABLES	10
POBLACIÓN Y MUESTRA.....	10
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	11
TÉCNICA	11
MATERIALES	11

MANEJO.....	12
Construcción de la encuesta.....	13
CAPITULO 4.....	14
RESULTADOS	14
Caracterización de los productores	14
CAPÍTULO 5.....	27
5.1. Discusión de la dimensión sostenibilidad	27
5.2. Discusión de la dimensión eficiencia.....	28
5.3. Discusión de la dimensión competitividad	29
CONCLUSIONES	31
RECOMENDACIONES	32
.....	36

Tabla 2: Muestras de materiales	12
Tabla 3 Género.....	14
Tabla 4: Edad.....	15
Tabla 5 Ubicación.....	15
Tabla 6 Estudio	16
Tabla 7 Ha total.....	17
Tabla 8: Asociación entre el género de los productores y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	18
<i>Tabla 9: Asociación entre el rango de edad de los productores y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson</i>	<i>18</i>
Tabla 10: Asociación entre la ubicación de la finca y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	19
Tabla 11: Asociación entre la hectárea total del cultivo de plátano y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	19
Tabla 12: Asociación entre el nivel de formación de estudio del productor y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	20
Tabla 13: Asociación entre el género de los productores y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	20
Tabla 14: Asociación entre el rango de edad de los productores y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson	21
Tabla 16: Asociación entre la hectárea total del cultivo de plátano y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson	22
Tabla 17: Asociación entre el nivel de formación de estudio del productor y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	23
Tabla 18: Asociación entre el género de los productores y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson	23
Tabla 19: Asociación entre el rango de edad de los productores y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	24
Tabla 20: Asociación entre la ubicación de la finca y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	24
Tabla 21: Asociación entre la hectárea total del cultivo de plátano y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	25
Tabla 22: Asociación entre el nivel de formación de estudio del productor y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson	26

Prueba de chi 1: Género.....	18
Prueba de chi 2: Edad	18
Prueba de chi 3: Ubicación	19
Prueba de chi 4: Hectárea total	19
Prueba de chi 5: Estudio	20
Prueba de chi 6: Género.....	20
Prueba de chi 7: Edad	21
Prueba de chi 8: Ubicación	21
Prueba de chi 9: Hectárea total	22
Prueba de chi 10: Estudio	23
Prueba de chi 11: Género.....	23
Prueba de chi 12: Edad	24
Prueba de chi 13: Ubicación	24
Prueba de chi 14: Hectárea total	25
Prueba de chi 15: Estudio	26

Ilustración 1 Ubicación.....	9
Ilustración 3:	13

CAPITULO I

TÍTULO

Adaptabilidad de la tecnología de agricultura 4.0 en los sistemas agrícolas productores de plátano.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano (*Musa AAB*) representa una de las actividades agrícolas fundamental a nivel mundial por la aportación a la seguridad alimentaria, el empleo y el desarrollo económico de muchos países tropicales y subtropicales. Para muchos es un alimento simple para millones de personas, es una fuente de ingresos económicos para pequeños y medianos productores, debido a que depende de este cultivo para el sustento de su familia y el refuerzo de las economías rurales. En Ecuador el plátano se encuentra en un lugar decisivo dentro del sector agropecuario por el peso que ocupa en el mercado interno y su crecimiento en los mercados internacionales, fortaleciéndose como cultivo prioritario para la sostenibilidad de las zonas. Sin embargo, el sector enfrenta retos con la variabilidad del clima como: aumento de costo de producción, plagas y enfermedades (Benny, y otros, 2024).

Mediante los retos que enfrenta la incorporación de tecnologías digitales ha comienzo a la agricultura 4.0, un patrón basado en la integración de herramientas como el internet (IOT) sensores inteligentes, drones, GPS, etc. Estas tecnologías ayudan a supervisar las condiciones en la que se encuentra el cultivo, es así como se reduce los costos de producción y los impactos ambientales (Laurens & David, 2020).

En el cultivo del plátano, la implementación de la tecnología 4.0 ha sido comprobado para la utilización de labores de la producción agrícolas. La utilización de drones para realizar el monitoreo aéreo de los cultivos, uso de sensores para visualizar las variables del suelo y del ambiente, como la utilización de GPS, ya que la tecnología permite visualizar e interpretar los análisis de datos debido a que permiten detectar problemas fitosanitarios entre otras informaciones que se dan a través el uso de sensores que van adaptados al dron, contribuyendo a incrementar la productividad y disminuir las pérdidas (Laurens & David, 2020).

La tecnología que ofrece la agricultura 4.0 en la implementación de plátano en Ecuador se enfrenta a importantes desafíos por los costos de inversión, la escasa capacitación que se les brinda a los agricultores, esta tecnología en resultado es fundamental analizar con el propósito de identificar las que favorece su consenso y ayudan a una agricultura (Fbian, Jimmy, & Benny, 2021).

El objetivo general de este proyecto es Analizar cómo la incorporación de tecnologías de Agricultura 4.0 puede contribuir a la sostenibilidad, eficiencia y competitividad de los sistemas productores de plátano AAB. De la misma manera lograr alimentar al mundo entero con el menor impacto ambiental posible, ya que desde que se tuvo conocimiento sobre el deterioro del medio ambiente por la actividad humana, se han aplicado distintas técnicas de cultivo para reducir el impacto en el entorno. Esta investigación tiene varios objetivos Identificar como la tecnología 4.0 puede ser aplicable a los ciclos de producción del cultivo de plátano AAB y Proponer la implementación gradual de tecnologías 4.0 según las condiciones locales para los productores de plátano mostrando así las tecnologías y ver los resultados al usar la Agricultura 4.0.

Es fundamental recalcar la importancia de la adaptabilidad de la tecnología 4.0 en los sistemas agrícolas productoras de plátano. Las evoluciones de esta tecnología ayudan a contribuir a identificar las oportunidades para los agricultores para incorporar las herramientas digitales que favorecen en los cultivos como el uso de sensores que ayuda interpretar algún inconveniente que uste tenga (Jose, los procesos de digitalización en la agricultura y el mundo rural1).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A medida que ha pasado los años la tecnología ha sido de gran ayuda para diferentes productores, ya que dicha tecnología se ha ido incrementando en la utilización de los cultivos del plátano, es importante acotar que dicha agricultura es crucial en la seguridad alimentaria como a su vez en el desarrollo económico. (Eduardo, 2022) determina que la agricultura 4.0 nos brinda una oportunidad para optimizar la eficiencia, sostenibilidad y la producción agrícola que se da con la tecnología.

El cultivo de plátano en Ecuador es un pilar fundamental para muchos productores dado que demanda una importancia económica y social, es importante acotar que muchos trabajadores que se dedican a la producción del plátano todavía siguen manejando

métodos ancestrales, lo que conlleva la productividad y la competitividad (FERNÁNDE Favian, 2021), indica que, fortalecer la agricultura es una necesidad ya que promueve las necesidades para mejorar el cultivo de plátano.

En el Canton El Carmen, Provincia De Manabí, es una de las ciudades donde se logra visualizar que muchos productores tienen complicaciones económicas lo que les impiden integrar las tecnologías que están conectadas con la agricultura 4.0. es por ello que se les dificulta a que muchos agricultores tengan una capacitación, un vínculo, con las tecnologías que se están innovando a medida que pasan los años y es allí donde se da el desconocimiento de cómo ha avanzado dicha tecnología y que ellos pueden manipular.

JUSTIFICACIÓN

La producción del plátano es una de las tareas agrícolas con una gran importancia en el Ecuador dado que ayuda a beneficiar a otras personas con la obtención de generar empleos como a millones de familias que residen en zonas rurales. En Manabí esta fuente de actividad es esencial para los pequeños y medios productores, ya que para ellos representan sus ingresos económicos para así poder mejorar su calidad de vida.

Al investigar la adaptabilidad de la tecnología 4.0 apoya a que los agricultores obtengan un beneficio, dado que les permite visualizar alternativas para así fortalecer los sistemas productivos como a su vez ayuda a incrementar la producción en el sector del cultivo del plátano (FERNÁNDE Favian, 2021)

La introducción de la tecnología 4.0 en los cultivos del plátano pueden favorecer a los productores y a su vez, a mejorar el manejo agronómico en la siembra del plátano mediante el seguimiento de las variables productoras. En las incorporaciones de esta tecnología (dron), esta aplicación de tecnología establece elementos esenciales para poder optimizar la productividad y avalar la sostenibilidad del cultivo del plátano a largo plazo. (AVELLAN Benny, 2024) .

El diagnóstico puede basarse en la experiencia de los productores, pero también puede automatizarse mediante sensores monitoreados por los productores. Una vez realizado el diagnóstico, los productores deciden qué hay que hacer (por ejemplo, la cantidad de irrigación o antibióticos necesarios) y cuándo. Los productores agrícolas pueden tomar decisiones basándose en su experiencia y conocimientos, o bien las decisiones pueden automatizarse mediante controladores que envían señales basadas en la información

recibida de los sensores en la fase de diagnóstico. En la tercera y última fase (ejecución), los agricultores pueden realizar las actividades agrícolas directamente, utilizando herramientas manuales o animales, o manejar diversas máquinas. Las tecnologías de automatización más avanzadas permiten automatizar completamente las tres fases (FAO, 2022)

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influye la disponibilidad de infraestructura tecnológica (internet, dispositivos y conectividad) en la adaptabilidad de estas tecnologías?

OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Analizar cómo la incorporación de tecnologías de Agricultura 4.0 puede contribuir a la sostenibilidad, eficiencia y competitividad de los sistemas productores de plátano AAB.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Identificar como la tecnología 4.0 puede ser aplicable a los ciclos de producción del cultivo de plátano AAB.
2. Proponer la implementación gradual de tecnologías 4.0 según las condiciones locales para los productores de plátano

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

La agricultura ha sido, desde los orígenes de la civilización, uno de los pilares fundamentales del desarrollo humano. A través de ella, las sociedades aprendieron a domesticar la tierra, organizar comunidades y construir sistemas económicos capaces de sostener poblaciones crecientes. Sin embargo, el campo que hoy conocemos ya no es el mismo que dio origen a las primeras prácticas agrícolas. La transformación tecnológica, los cambios climáticos, la globalización de los mercados y las nuevas demandas sociales han redefinido profundamente la manera en que producimos alimentos. (MORAN Bajaña Joaquín, MONTECE Mosquera Franklin, CHAVEZ Granizo Gloria, PAUTA Ríos Roberto, CARTAGENA Faytong María, 2026)

La agricultura 4.0 representa el conjunto de tecnologías de vanguardia desarrolladas para la optimización integrada de la producción agrícola. (Latam, 2021)

En resumen, podemos dividir la evolución de la agricultura en cuatro revoluciones:

- **Agricultura 1.0:** representa la agricultura como subsistencia, hecha a mano, sin muchos recursos tecnológicos y de baja productividad;
- **Agricultura 2.0:** la agricultura 2.0 representa la llegada de la maquinaria y la evolución de la ciencia a partir de la década de 1950. Esta era de la agricultura marca el comienzo de la producción a gran escala, los suministros y el comercio mundial;
- **Agricultura 3.0:** se produce entre los años 1990 y 2010 con la introducción del mercado de la automatización y el despertar a la importancia de la sostenibilidad en los procesos agrícolas. En la agricultura 3.0, los productores comienzan a utilizar estratégicamente la recolección de datos para mejorar la productividad en el campo y tener una toma de decisiones más precisa;
- **Agricultura 4.0:** Desde la agricultura 4.0, desde los años 2010, tenemos una revolución digital y un boom de nuevas tecnologías e investigación para potenciar la agroindustria.

Agricultura 4.0 integra tecnologías digitales avanzadas que tienen el potencial de transformar los sistemas agroalimentarios, mejorando la productividad y la sostenibilidad, aunque su implementación requiere procesos de innovación responsable que consideren los impactos sociales, económicos y ambientales. (KLERKX, 2020)

Las tecnologías como la agricultura de precisión (AP), demuestra su potencial para transformar la agricultura global. Se presentan como una solución que combina tecnologías avanzadas (drones, internet de las cosas, sistemas de información geográfica, inteligencia artificial y ciencia de datos) para optimizar no solo la producción, sino también reducir los impactos ambientales mediante la aplicación localizada y eficiente de agua e insumos agrícolas como fertilizantes y plaguicidas. (ROMERO García Cristhel, SARAGURO Reyes Carmen, MAZON Olivo Bertha, MOROCHO Román Rodrigo, 2025)

La Cuarta Revolución Industrial, conocida como Industria 4.0, ha impulsado transformaciones profundas en diversos sectores productivos, incluido el agrícola. En este nuevo escenario, la incorporación de tecnologías digitales emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, la robótica y el análisis de datos en tiempo real ha dado paso al concepto de Agricultura 4.0, donde la conectividad y las telecomunicaciones juegan un papel esencial.

La Agricultura 4.0 optimiza la producción de plátano mediante el uso de tecnologías como sensores de suelo, drones e inteligencia artificial. Su gran ventaja radica en la reducción de costos y la detección temprana de plagas (como la Sigatoka).

Optimización ambiental, económica y tecnológica

(Alfonso) La agricultura de precisión (AP) busca optimizar la gestión ambiental, económica y de tecnología en agronomía, en los siguientes aspectos:

- **Gestión ambiental:** debido a que se aporta la dosis correcta en el lugar idóneo y en el momento óptimo. Esto beneficia al suelo y a las capas freáticas, convirtiéndose en uno de los pilares de la agricultura sostenible, ya que es respetuosa con los cultivos, las tierras, los animales y los agricultores.
- **Gestión Económica:** se reducen las cantidades de **productos fitosanitarios** a utilizar con optimización en la cosecha; lo que a gran escala significa rendimiento económico.

- **Gestión de la Tecnología en Agronomía:** ya que se puede ajustar las prácticas de cultivo a las necesidades reales de cada planta. Poniendo a disposición del agricultor y de los expertos agrícolas numerosas informaciones que pueden: constituir una memoria real del campo, ayudar a la toma de decisiones, ir en la dirección de las necesidades de trazabilidad, mejorar la calidad intrínseca de los productos agrícolas.

Más allá de la Agricultura 4.0, se vislumbra un horizonte aún más ambicioso: un campo inteligente, conectado y resiliente, donde convergen la inteligencia artificial, la biotecnología, la trazabilidad digital y modelos productivos regenerativos. En este escenario, la tecnología no sustituye al agricultor, sino que lo fortalece, integrándolo en un ecosistema agroalimentario global interconectado y orientado hacia la eficiencia, la sostenibilidad y la seguridad alimentaria (Washington, 2026).

(SIMMOND N. W., 1955) El cultivo de plátano (*Musa AAB*), representa un importante sostén para la socio-economía y seguridad alimentaria del país. Desde el punto de vista socioeconómico, el plátano genera fuentes estables y transitorias de trabajo, además de proveer permanentemente alimentos ricos en energía a la mayoría de la población campesina. Actualmente, se reportan en el país un total de 144981 ha de plátano, de las cuales 86712 ha están bajo el sistema de monocultivo y 58269 ha se encuentran asociadas con otros cultivos (INEC, 2011). La mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos con 52612, 14249 y 13376 ha, respectivamente. Las principales variedades explotadas en estas zonas son el “Dominico”, que se lo destina principalmente para el autoconsumo y el “Barraganete” que se lo destina en su mayor parte a la exportación, estimándose que anualmente se exportan alrededor de 90000 TM de este cultivar.

Ecuador es uno de los líderes mundiales en la exportación de musáceas. Específicamente, en la zona de **El Carmen (Manabí)**, se concentra aproximadamente el 40% de la producción nacional de plátano. En estas áreas, los sistemas agrícolas varían desde fincas altamente productivas orientadas a la exportación hasta pequeños productores que utilizan prácticas de policultivo. (LOPEZ Mejía Francel, 2022)

Los contextos particulares de su uso, así como sus beneficios y principales tecnologías aplicadas en el sector, con el fin de evidenciar las tendencias de uso a nivel global. Para ello, se tomaron en cuenta artículos en idioma inglés, publicados en los últimos 5 años,

tanto de revisión como de investigación. El Internet de las cosas, la analítica de datos, la inteligencia artificial y la computación en la nube, entre otras, han sido identificadas como las tecnologías más estudiadas en sistemas agrícolas. Se abre un abanico de oportunidades para seguir revisando innovaciones que sean específicas para las regiones y sus comunidades (Delfina, 2023).

El futuro del agro no dependerá únicamente de la innovación tecnológica, sino de nuestra capacidad para integrarla con responsabilidad, conocimiento y visión estratégica. La tierra sigue siendo la misma; lo que cambia es la forma en que decidimos cultivarla.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación cualitativo no experimental.

UBICACIÓN

El proyecto de investigación se realizará en el Carmen – Manabí las mismas que se encuentra en la siguiente coordenada, latitud: 675194.26 m e, longitud 9971643.77 m s, altitud 276 msnm.



Ilustración 1 Ubicación

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El cantón El Carmen se encuentra ubicado al Noreste de la provincia de Manabí, las condiciones climáticas se clasifican como trópico húmedo con características propias de las regiones tropicales de las costas ecuatorianas con temperatura entre 23 °C y 24 °C anual con un promedio elevado ya que supera el 85% como punto importante ya que favorece a los cultivos que requieren de agua constantes, dado que la precipitación es abundante y constante a lo largo del año con registros que superan los 2 600 mm anuales, lo que define una estación lluviosa e intensa y una estación más seca. Las distribuciones de lluvias en el Canton incluyen un periodo húmedo, ya que empieza desde diciembre y

va culminando en mayo es donde las precipitaciones son más frecuentes, con la ventaja para el cultivo con el plátano.

El cantón el Carmen cuenta con diversas texturas y composiciones que pasan por el proceso de meteorización propio de los climas húmedos, ya que estos suelos la mayoría son adecuados en la agricultura debido a la profundidad y riqueza mineral ya que permite a la que las raíces tenga un desarrollo profundo y tengan un buen suministro de nutrientes que se da por la combinación de arena, limo y arcilla en porciones equilibradas que ayudan al drenaje que es esencial para el cultivo del plátano El pH del suelo en varias partes del cantón tiende a ser bajo (ácido), lo que genera requerimientos de manejo específico para corregir deficiencias y mejorar la estructura química del suelo para optimizar la producción.

VARIABLES

Sostenibilidad, eficiencia, competitividad.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Productores de plátano del Carmen (población)

Se utilizará como población a los 7072 productores de plátanos registrados según el ministerio de agricultura y ganadería a los cuales se aplicará un tamaño de muestra para población finita para la obtención de la muestra de estudio como se detalla a continuación

Tamaño de muestra para poblaciones finitas (error del 0,05%) nivel de confianza del 95%.

Para la obtención de las muestras se ejecutará con la siguiente fórmula como se detalla a continuación.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

n: tamaño de la muestra (número de personas, unidades o elementos que se van a estudiar).

N: tamaño de la población total (universo).

Z: valor crítico de la distribución normal asociado al nivel de confianza.

- 90 % $\rightarrow Z = 1,64$
- 95 % $\rightarrow Z = 1,96$
- 99 % $\rightarrow Z = 2,58$

p: proporción esperada de individuos que poseen la característica de estudio.

- Cuando no se conoce, se suele usar $p = 0,5$.

q: proporción complementaria, calculada como:

- $q = 1 - p$

E: margen de error máximo permitido (expresado en forma decimal).

- Ejemplo: 5 % $\rightarrow E = 0,05$

Z²: el valor Z elevado al cuadrado.

E²: el margen de error elevado al cuadrado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para la utilización de datos cualitativos se realizará una prueba de chi cuadrado así también como una prueba multivariada de conglomerados.

TÉCNICA

Para la obtención de los datos se aplicará una encuesta estructural de carácter categórico que permitirá la obtención de datos referentes a las variables en estudios anexos 1

MATERIALES

Durante la ejecución del estudio se dispuso de diversos recursos físicos y tecnológicos que hicieron posible el desarrollo de las actividades planificadas. Estos elementos fueron

indispensables para obtener, organizar, analizar y presentar la información recopilada de manera ordenada y confiable.

Tabla 1: Muestras de materiales

CLASIFICACIÓN	EQUIPO	USO
<i>Material</i>	Libreta de campo	Registro de observaciones y anotaciones obtenidas durante la elaboración.
<i>Material</i>	Cuestionario	Obtención de información sobre la adaptabilidad de la Agricultura 4.0 en los sistemas agrícolas productores de plátano
<i>Equipo</i>	celular inteligente	Aplicación de las encuestas y registro fotográfico durante el trabajo.
<i>Equipo</i>	Computadora portátil	Organización, procesamiento y almacenamiento de la información recopilada.
<i>Software</i>	Microsoft Excel	Codificación, depuración y elaboración de la base de datos para el análisis estadístico
<i>Software</i>	InfoStat	Procesamiento estadístico de los datos mediante frecuencias, tablas de contingencia y prueba de Chi-cuadrado de Pearson
<i>Software</i>	Microsoft Word	Redacción, edición y formato del informe final de la investigación.

MANEJO.

El levantamiento de datos se realizó a través del uso de un cuestionario sistematizado aplicado a productores de plátano del cantón El Carmen, provincia de Manabí. El instrumento se compuso de ítems de respuesta cerrada, estructurados en función de las variables analizadas vinculadas al perfil sociodemográfico de los productores y a la viabilidad de adopción de las tecnologías de Agricultura 4.0.

Los cuestionarios se administraron de forma directa y personal, comunicando con antelación el objetivo de la investigación y asegurando la participación libre de cada encuestado. En total se obtuvo información de 72 productores, quienes conformaron la muestra de estudio. Una vez concluido el trabajo de campo, la información recopilada fue verificada para comprobar la validez y coherencia de las respuestas. Posteriormente, los datos fueron categorizados y digitados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, donde se ejecutó la limpieza y organización de la base de datos. Finalmente, la información fue analizada mediante el software estadístico InfoStat, utilizando estadística descriptiva para la construcción de tablas de frecuencia y porcentajes, así como la prueba de Chi-cuadrado de Pearson para evaluar la asociación entre las variables consideradas en la investigación

Construcción de la encuesta

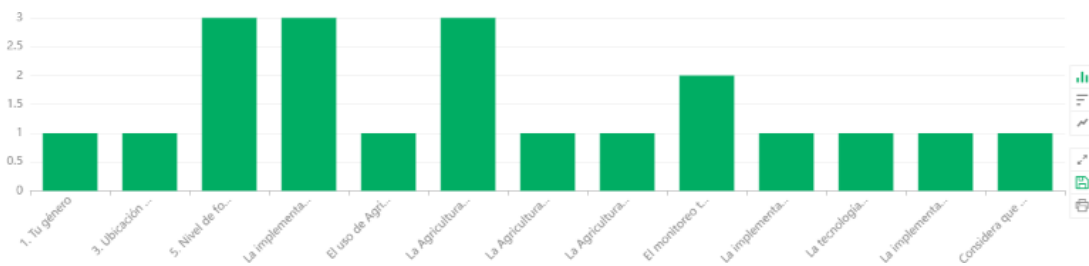


Ilustración 2:

CAPITULO 4

RESULTADOS

Para determinar los resultados de los productores de plátano, se dio mediante la obtención y con el permiso de dichas personas, considerando algunos parámetros para ser evaluados y poder determinar los posibles factores sobre la ejecución de la tecnología 4.0 en el cultivo del plátano AABB, esta encuesta se los realizo basándonos en los datos del productor como: género, edad del productor, ha total de siembra de plátano que obtiene en sus terrenos y el nivel de estudio. Esta encuesta se les realizó a los 72 productores de plátano que residen en el Canton El Carmen de Manbí.

Caracterización de los productores

La caracterización de los productores constituye el punto de partida para comprender las condiciones socioeconómicas y productivas de la población objeto de estudio. En este apartado se presentan los resultados descriptivos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a 72 productores de plátano del cantón El Carmen, provincia de Manabí. Para ello se analizaron variables demográficas y productivas como el género, la edad, la ubicación de la finca, la superficie destinada al cultivo de plátano y el nivel de formación académica. Esta información permite identificar las principales características de los productores y proporciona una base para el análisis posterior de la relación entre dichas variables y la adaptabilidad de las tecnologías de Agricultura 4.0 en el cultivo de plátano

Tabla 2 Género

GÉNERO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
MUJER	34	47,22
HOMBRE	33	45,83
OTRO	5	6,94
TOTAL	72	100,00

Se aprecia una representación levemente superior del género femenino, con 34 agricultoras (47,22 %), seguido por el género masculino con 33 agricultores (45,83 %). Asimismo, cinco personas (6,94 %) se clasificaron en la categoría "Otro". En general, la muestra analizada prueba una composición balanceada entre hombres y mujeres, lo cual

permite evaluar la capacidad de adaptación de las tecnologías de Agricultura 4.0 tomando en cuenta la variedad de los productores consultados

Tabla 3: Edad

EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
MENOS DE 18 AÑOS	5	6,94
18 a 25 AÑOS	16	22,22
26 a 35 AÑOS	8	11,11
36 a 45 AÑOS	15	20,83
46 a 55 AÑOS	19	26,39
MÁS DE 55 AÑOS	9	12,50
TOTAL	72	100,00

Se evidencia que el segmento más representativo corresponde a los productores de 46 a 55 años, con 19 personas (26,39 %), seguido por el intervalo de 18 a 25 años con 16 agricultores (22,22 %). En tercera posición se encuentran los productores de 36 a 45 años, con 15 participantes (20,83 %). Por otro lado, los rangos de más de 55 años, de 26 a 35 años y menores de 18 años reportan 9 (12,50 %), 8 (11,11 %) y 5 productores (6,94 %).

Estos resultados evidencian que la mayor proporción de la muestra se concentra en productores adultos, especialmente entre los **36 y 55 años**, lo que sugiere una población con experiencia en la actividad agrícola y potencial para incorporar tecnologías de Agricultura 4.0, siempre que cuenten con el acompañamiento técnico y la capacitación necesaria.

Tabla 4 Ubicación

UBICACIÓN DE LA FINCA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
ZONA RURAL	35	48,61
EL CARMEN	32	44,44
ZONA PERIURBANA	5	6,94
TOTAL	72	100,00

Los agricultores de plátano de acuerdo con la localización de sus predios. Se aprecia que el mayor porcentaje corresponde a la zona rural, con 35 productores (48,61 %), seguida por las fincas situadas en El Carmen, con 32 agricultores (44,44 %). Por otro lado, la zona periurbana reporta 5 productores (6,94 %), constituyendo la menor presencia dentro de la muestra.

Estos resultados reflejan que la investigación se llevó a cabo principalmente en áreas rurales y en el cantón El Carmen, donde predomina la producción del cultivo de plátano. Este desglose posibilita evaluar la viabilidad de adopción de las tecnologías de Agricultura 4.0. Esta distribución permite analizar la adaptabilidad de las tecnologías donde la producción agrícola constituye una de las principales actividades económicas, proporcionando una visión representativa de las condiciones en las que se desenvuelven los productores encuestados.

Tabla 5 Estudio

NIVEL DE FORMACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SIN ESTUDIO	9	12,50
PRIMARIA	14	19,44
SECUNDARIA	23	31,94
TÉCNICO	9	12,50
UNIVERSITARIO	17	23,61
TOTAL	72	100,00

Interpretación

a distribución de los productores de plátano según su nivel de formación de estudio. Se observa que la mayor proporción de los encuestados posee **educación secundaria**, con **23 productores (31,94 %)**, seguida por quienes cuentan con **formación universitaria**, representados por **17 productores (23,61 %)**. Asimismo, **14 productores (19,44 %)** alcanzaron el nivel de **educación primaria**, mientras que **9 productores (12,50 %)** indicaron tener formación **técnica** y otros **9 productores (12,50 %)** manifestaron no contar con estudios.

Estos hallazgos reflejan que la gran parte de los productores cuenta como mínimo con un grado de instrucción formal, prevaleciendo la preparación de bachillerato y superior. Este factor representa una condición ventajosa para la implementación de tecnologías de Agricultura 4.0, puesto que un mayor grado de instrucción puede favorecer la comprensión, la adquisición de conocimientos y el uso de recursos tecnológicos orientados a optimizar el rendimiento y la viabilidad de los modelos productivos de plátano.

Tabla 6 Ha total

HECTÁREA TOTAL DEL CULTIVO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
MENOR A 10 HA	44	61,11
10–20 HA	19	26,39
21–50 HA	7	9,72
MÁS DE 50 HA	2	2,78
TOTAL	72	100,00

Interpretación

Se observa que la mayor proporción de los encuestados, **44 productores (61,11 %)**, posee unidades productivas con una extensión **menor a 10 hectáreas**, seguida por **19 productores (26,39 %)** que cuentan con superficies entre **10 y 20 hectáreas**. Asimismo, **7 productores (9,72 %)** disponen de áreas comprendidas entre **21 y 50 hectáreas**, mientras que únicamente **2 productores (2,78 %)** poseen más de **50 hectáreas** dedicadas al cultivo.

Estos resultados evidencian que la producción de plátano en la población estudiada se desarrolla principalmente en **pequeñas y medianas unidades productivas**, predominando las explotaciones de menor extensión. Esta característica resulta relevante para el análisis de la adaptabilidad de las tecnologías de Agricultura 4.0, ya que la implementación de herramientas tecnológicas deberá considerar las condiciones y capacidades propias de productores con superficies relativamente reducidas.

Tabla 7: Asociación entre el género de los productores y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Género
variable dependiente	Sostenibilidad
χ^2	18,364
gl	20
Valor p	0,563
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 1: Género

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre el género de los productores y la dimensión sostenibilidad** ($\chi^2 = 7,128$; gl = 8; $p = 0,523$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de sostenibilidad es independiente del género de los productores encuestados. En consecuencia, los niveles de sostenibilidad observados no presentan diferencias estadísticamente significativas entre hombres, mujeres y la categoría "Otro" dentro de la muestra analizada.

Tabla 8: Asociación entre el rango de edad de los productores y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Rango de edad
variable dependiente	Sostenibilidad
χ^2	19,676
gl	20
Valor p	0,478
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 2: Edad

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** mostró que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre el rango de edad de los productores y la dimensión sostenibilidad** ($\chi^2 = 19,676$; gl = 20; $p = 0,478$). Debido a que el valor de p es mayor al nivel de significancia establecido (0,05), **no se rechaza la hipótesis nula**, lo que indica que el nivel de sostenibilidad no depende del rango de edad de los productores encuestados. En consecuencia, los diferentes grupos etarios presentan comportamientos

similares respecto a la sostenibilidad, sin evidenciar diferencias estadísticas que permitan afirmar que la edad influye en esta dimensión dentro de la población estudiada.

Tabla 9: Asociación entre la ubicación de la finca y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Ubicación de la finca
variable dependiente	Sostenibilidad
χ^2	7,452
gl	8
Valor p	0,489
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 3: Ubicación

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** mostró que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre la ubicación de la finca y la dimensión sostenibilidad** ($\chi^2 = 7,452$; gl = 8; $p = 0,489$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de sostenibilidad de los productores es independiente de la ubicación de la finca. En consecuencia, los productores ubicados en El Carmen, la zona rural y la zona periurbana presentan niveles de sostenibilidad similares, sin evidenciar diferencias estadísticas atribuibles a la ubicación geográfica.

Tabla 10: Asociación entre la hectárea total del cultivo de plátano y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Hectárea total del cultivo de plátano
variable dependiente	Sostenibilidad
χ^2	9,415
gl	12
Valor p	0,667
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 4: Hectárea total

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre la hectárea total destinada al cultivo de plátano y la dimensión sostenibilidad** ($\chi^2 = 9,415$; gl = 12; $p = 0,667$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, lo que

indica que el nivel de sostenibilidad es independiente del tamaño de la superficie cultivada por los productores encuestados. En consecuencia, tanto los productores con explotaciones de menor extensión como aquellos con superficies más amplias presentan niveles de sostenibilidad similares, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas atribuibles al tamaño del cultivo.

Tabla 11: Asociación entre el nivel de formación de estudio del productor y la dimensión sostenibilidad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Nivel de formación de estudio
variable dependiente	Sostenibilidad
χ^2	26,883
gl	16
Valor p	0,043
Interpretación	Significativo

Prueba de chi 5: Estudio

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** mostró que **existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de formación de estudio de los productores y la dimensión sostenibilidad** ($\chi^2 = 26,883$; gl = 16; $p = 0,043$).

Dado que el valor p es inferior al nivel de significación de 0,05, se descarta la hipótesis nula, lo que indica que el nivel de sostenibilidad muestra diferencias en función del grado de instrucción de los productores. Este hallazgo plantea que la formación académica representa una variable relacionada con la sostenibilidad en los sistemas agrícolas de producción de plátano, demostrando que los diferentes grados de instrucción pueden incidir en la implementación de prácticas dirigidas a una producción más sustentable.

Tabla 12: Asociación entre el género de los productores y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Género
variable dependiente	Eficiencia
χ^2	8,097
gl	8
Valor p	0,424
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 6: Género

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre el género de los productores y la dimensión eficiencia** ($\chi^2 = 8,097$; gl = 8; $p = 0,424$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de eficiencia es independiente del género de los productores encuestados. En consecuencia, los niveles de eficiencia observados son similares entre hombres, mujeres y la categoría "Otro", sin evidenciar diferencias estadísticas atribuibles al género.

Tabla 13: Asociación entre el rango de edad de los productores y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Rango de edad
variable dependiente	Eficiencia
χ^2	26,057
gl	20
Valor p	0,164
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 7: Edad

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** mostró que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre el rango de edad de los productores y la dimensión eficiencia** ($\chi^2 = 26,057$; gl = 20; $p = 0,164$). Debido a que el valor de p es mayor al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, lo que indica que el nivel de eficiencia es independiente del rango de edad de los productores encuestados. En consecuencia, los diferentes grupos etarios presentan niveles de eficiencia similares, sin evidenciar diferencias estadísticas significativas que permitan afirmar que la edad influye en esta dimensión dentro de la población estudiada.

Tabla 15: Asociación entre el rango de edad de los productores y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Ubicación de la finca
variable dependiente	Eficiencia
χ^2	3,764
gl	8
Valor p	0,878
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 8: Ubicación

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** mostró que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre la ubicación de la finca y la dimensión eficiencia** ($\chi^2 = 3,764$; gl = 8; $p = 0,878$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, lo que indica que el nivel de eficiencia es independiente de la ubicación de la finca de los productores encuestados. En consecuencia, los productores ubicados en El Carmen, la zona rural y la zona periurbana presentan niveles de eficiencia similares, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas atribuibles a la ubicación geográfica.

Tabla 14: Asociación entre la hectárea total del cultivo de plátano y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Hectárea total del cultivo de plátano
variable dependiente	Eficiencia
χ^2	12,262
gl	12
Valor p	0,425
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 9: Hectárea total

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre la hectárea total destinada al cultivo de plátano y la dimensión eficiencia** ($\chi^2 = 12,262$; gl = 12; $p = 0,425$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de eficiencia es independiente del tamaño de la superficie cultivada por los productores encuestados. En consecuencia, tanto los productores con explotaciones de menor extensión como aquellos con superficies de mayor tamaño presentan niveles de eficiencia similares, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas asociadas a la cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo de plátano.

Tabla 15: Asociación entre el nivel de formación de estudio del productor y la dimensión eficiencia mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Nivel de formación de estudio
variable dependiente	Eficiencia
χ^2	29,731
gl	16
Valor p	0,019
Interpretación	Significativo

Prueba de chi 10: Estudio

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de formación de estudio de los productores y la dimensión eficiencia** ($\chi^2 = 29,731$; gl = 16; $p = 0,019$). Al ser el valor p menor al nivel de significación de 0,05, se descarta la hipótesis nula, lo que demuestra que el nivel de eficiencia muestra diferencias significativas en función del grado de instrucción académica de los productores encuestados. Este hallazgo permite inferir que la formación académica representa una variable relacionada con la eficiencia en los sistemas agrícolas de producción de plátano, evidenciando que los productores con distintos grados de instrucción tienen conductas diferentes respecto a la adopción de estrategias y recursos que promueven un manejo más óptimo de sus explotaciones agrícolas.

Tabla 16: Asociación entre el género de los productores y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Género
variable dependiente	Competitividad
χ^2	8,813
gl	8
Valor p	0,358
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 11: Género

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre el género de los productores y la dimensión competitividad** ($\chi^2 = 8,813$; gl = 8; $p = 0,358$). Debido a que el valor de p es superior al

nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de competitividad es independiente del género de los productores encuestados. En consecuencia, los niveles de competitividad observados son similares entre hombres, mujeres y la categoría "Otro", sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas atribuibles al género.

Tabla 17: Asociación entre el rango de edad de los productores y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

características	El Carmen
Variable independiente	Rango de edad
variable dependiente	Competitividad
χ^2	26,583
gl	20
Valor p	0,147
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 12: Edad

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** mostró que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre el rango de edad de los productores y la dimensión competitividad** ($\chi^2 = 26,583$; gl = 20; $p = 0,147$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, lo que indica que el nivel de competitividad es independiente del rango de edad de los productores encuestados. En consecuencia, los diferentes grupos etarios presentan niveles de competitividad similares, sin evidenciar diferencias estadísticas significativas que permitan afirmar que la edad influye en esta dimensión dentro de la población estudiada.

Tabla 18: Asociación entre la ubicación de la finca y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

características	El Carmen
Variable independiente	Ubicación de la finca
variable dependiente	Competitividad
χ^2	7,576
gl	8
Valor p	0,476
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 13: Ubicación

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre la ubicación de la finca y la dimensión competitividad** ($\chi^2 = 7,576$; gl = 8; $p = 0,476$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de competitividad es independiente de la ubicación geográfica de las fincas de los productores encuestados. En consecuencia, los productores ubicados en El Carmen, la zona rural y la zona periurbana presentan niveles de competitividad similares, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas atribuibles a la ubicación de sus unidades de producción.

Tabla 19: Asociación entre la hectárea total del cultivo de plátano y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

características	El Carmen
Variable independiente	Hectárea total del cultivo de plátano
variable dependiente	Competitividad
χ^2	11,864
gl	12
Valor p	0,457
Interpretación	No significativo

Prueba de chi 14: Hectárea total

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **no existe una asociación estadísticamente significativa entre la hectárea total destinada al cultivo de plátano y la dimensión competitividad** ($\chi^2 = 11,864$; gl = 12; $p = 0,457$). Debido a que el valor de p es superior al nivel de significancia de 0,05, **no se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de competitividad es independiente del tamaño de la superficie cultivada por los productores encuestados. En consecuencia, los productores con diferentes extensiones de cultivo presentan niveles de competitividad similares, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas atribuibles a la cantidad de hectáreas dedicadas a la producción de plátano.

Tabla 20: Asociación entre el nivel de formación de estudio del productor y la dimensión competitividad mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Características	El Carmen
Variable independiente	Nivel de formación de estudio
variable dependiente	Competitividad
χ^2	31,284
gl	16
Valor p	0,013
Interpretación	Significativo

Prueba de chi 15: Estudio

La prueba de **Chi-cuadrado de Pearson** evidenció que **existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de formación de estudio de los productores y la dimensión competitividad** ($\chi^2 = 31,284$; gl = 16; $p = 0,013$). Debido a que el valor de p es inferior al nivel de significancia de 0,05, **se rechaza la hipótesis nula**, indicando que el nivel de competitividad presenta diferencias según el nivel de formación académica de los productores encuestados.

Este resultado sugiere que la formación académica constituye un factor asociado con la competitividad de los sistemas agrícolas productores de plátano, evidenciando que los productores con diferentes niveles de instrucción presentan comportamientos distintos respecto a la adopción de estrategias, tecnologías y prácticas que fortalecen su capacidad competitiva dentro del sector productivo.

CAPÍTULO 5

5.1. Discusión de la dimensión sostenibilidad

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que las variables género ($p = 0,523$), edad ($p = 0,478$), ubicación de la finca ($p = 0,489$) y superficie cultivada ($p = 0,667$) no presentaron una asociación estadísticamente significativa con la dimensión sostenibilidad. En contraste, el nivel de formación académica mostró una relación significativa ($p = 0,043$), lo que indica que la educación del productor constituye un factor asociado con la adopción de prácticas orientadas hacia una agricultura más sostenible.

La unión entre el género y la sostenibilidad podemos visualizar que los hombres y mujeres tienden a tener las mismas oportunidades similares para llegar a desarrollar el trabajo agrícola sostenible ya que cuentan con conocimientos técnicos, capacitaciones y tecnología. Este resultado tiene concordancia con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ya que nos dice que la sostenibilidad depende del intercambio de la tecnología, el fortalecimiento de la capacidad que ellos tienen para la toma de decisiones. La FAO nos indica que la tecnología 4.0 ayuda a facilitar el acceso para mejorar la eficiencia, productividad y así poder mantener la conservación de recursos naturales del productor (Santiag & Josef, 2020).

Los resultados de la edad mostraron que no se encuentran diferencias significativas en sostenibilidad debido a las votaciones de personas, esta medida nos da como adopción de que las prácticas sostenibles no depende de la edad del productor es más dependiente al conocimiento que este tiene en la productividad. La FAO establece que la implementación digital en el ámbito agropecuario necesita de procesos permanentes de capacitación o un especialista en tecnología ya que deben de adaptarse a cada sistema de productividad (Santiag & Josef, 2020).

En la ubicación de las fincas de la misma manera no se evidenció una relación significativa en unión con la sostenibilidad dado que estos resultados nos indica que no ahí relevancia ya que pequeños y grandes productores pueden implementar las prácticas sostenible cuando se hace un buen manejo técnico y adecuado al cultivo, INIAP indica que las tecnologías se la pueden adaptar a diferentes zonas del Ecuador para ayudar a incrementar la productividad y cuidar el medio ambiente (AVELLAN Benny, 2024).

Esta investigación hace correspondencia a la asociación de significativa entre el nivel de formación académica y sostenibilidad debido a que se evidencia que los productores con mayor nivel educativo, presentan una mejor condición para comprender e implementar las prácticas de manejo tecnológico de la agricultura 4.0. INIAP indica que los factores que afectan a la productividad es la falta de conocimiento y capacitación de las tecnologías, es por ello que existe programas de formación técnica que promueve la competencia de los productores. Los resultados obtenidos indica que es importante impulsar a programas de educación y a tener capacitación técnica a los productores de plátano para favorecer la sostenibilidad y la productividad (AVELLAN Benny, 2024).

5.2. Discusión de la dimensión eficiencia.

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que las variables género ($p = 0,424$), edad ($p = 0,164$), ubicación de la finca ($p = 0,878$) y superficie cultivada ($p = 0,425$) no presentaron una asociación estadísticamente significativa con la dimensión eficiencia. En contraste, el nivel de formación académica mostró una asociación significativa ($p = 0,019$), lo que permite inferir que el nivel educativo del productor constituye un factor determinante para mejorar la eficiencia en los sistemas agrícolas productores de plátano.

La concordancia entre el género y la eficiencia muestra que el desempeño productivo no necesita de características demográficas del agricultor, debido a que se requiere los conocimientos técnicos mediante el proceso productivo, según (Henry, 2024) Dice que la agricultura 4.0 se acopla a la utilización de tecnologías digitales para mejorar la producción, reducir costos, dichos beneficios lo puede obtener cualquier agricultor ya que disponga de capacitación como las herramientas tecnológicas.

De igual manera la edad no presento significancia con la eficiencia ya que el resultado es que los productores jóvenes como de mayor experiencia pueden obtener una similitud en la eficiencia aplicando un buen manejo en sus cultivos Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), el IICA y AGROCALIDAD nos dice que la aplicación de tecnología es de gran importancia ya que incrementa la eficiencia en los sistemas productivos sin establecer diferencias en las edades.

Mientras tanto la ubicación de las fincas de los productores, indica que estas variables tampoco influyen significativamente en la eficiencia. **Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de plátano (Musa AAB)**, publicado por

AGROSAVIA, donde indica que el manejo depende de la aplicación de los recursos naturales, así mismo la aplicación de tecnologías cabe recalcar que más que la ubicación geográfica o del tamaño de la superficie cultiva, hace énfasis de una correcta administración del agua, la fertilización y el manejo para incrementar la producción (Luis, Martha, & Valentina, 2022).

El resultado más importante corresponde al nivel de formación académica de los productores ya que es significativa con la eficiencia, esto indica que los productores con mayor nivel de estudio están en excelentes condiciones para aplicar mejoras, innovaciones y a su vez a aplicar tecnología que ayudan a la producción, el cultivo depende de la adecuada implementación de tecnologías aplicadas las cuales requiere de manejo técnico para ser aplicadas correctamente (William, y otros, 2020)

5.3. Discusión de la dimensión competitividad

Los resultados obtenidos evidenciaron que las variables género ($p = 0,358$), edad ($p = 0,147$), ubicación de la finca ($p = 0,476$) y superficie cultivada ($p = 0,457$) no presentaron una asociación estadísticamente significativa con la dimensión competitividad. En contraste, el nivel de formación académica mostró una relación significativa ($p = 0,013$), indicando que el grado de instrucción del productor constituye un factor asociado con el fortalecimiento de la competitividad en los sistemas agrícolas productores de plátano.

En los resultados del género y competitividad no hubo una significancia lo que conlleva a competir en el mercado teniendo en cuenta el acceso a conocimientos, innovación como las tecnologías que ayuda a mejorar el rendimiento de productividad, mediante la adaptación de tecnologías, ya que de esta manera los hombres y las mujeres aumenta su competitividad cuando hay presencia de capacitación (Manuel, 2022)

Los resultados muestran que esta variable tampoco dio significancia entre la edad y la competitividad debido a la capacidad de innovaciones y mejoras del desempeño productivo que brindan los productores dado que esto pueda formarse en cualquier momento tomando en cuenta que haya oportunidades de capacitaciones ((CEPAL), (FAO), & (IICA, 2023).

la ubicación y la competitividad no mostraron una relación significativa, lo que conlleva a que estos resultados permitan determinar que la capacidad de producción no es por la cantidad de siembra que tenga el productor, todo se debe por la eficiencia de la

incorporación de tecnologías, cabe recalcar que pequeños como grandes productores puedan mejorar el nivel económico.

La búsqueda con más importancia es por el nivel de formación académica y la competitividad indica que los productores con mayor nivel educativo indica que se encontró significancia entre los niveles, cabe recalcar que para interpretar la información técnica para lograr mantenerse en los cambios el mercado citar

CONCLUSIONES

Para concluir la adaptabilidad de la tecnología 4.0 se ha convertido para muchos productores en una de las mejores adaptaciones que le ha podido hacer a sus fincas productoras de plátano, donde también para algunos no le es posible obtener y aplicar dicha tecnología, pero como punto importante aquellos productores no cierran la puerta a la utilización de esta adaptabilidad ya que como se sabe esta tecnología al pasar los años puede seguir evolucionando. La utilización del dron en los sistemas agrícolas productoras de plátano se puede adaptar diferentes tipos de sensores donde este equipo ayuda a poder visualizar aquellos problemas que se pueden producir en los cultivos de plátano donde, también se podrá ver las deficiencias que estos podrían llegar a tener entre otras tecnologías que se le pueda aplicar.

RECOMENDACIONES

- Implementar la aplicación de tecnología ya que ayuda a tener mayor eficiencia en el cultivo del plátano.
- Implementar capacitaciones a los productores sobre la adaptabilidad de la tecnología 4.0.
- Fortalecer las prácticas del uso de las tecnologías para que sea adaptada en los cultivos.

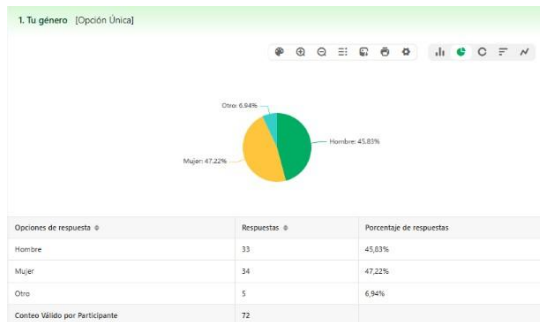
BIBLIOGRAFÍA

- (CEPAL), C. E., (FAO), O. d., & (IICA), I. I. (2023). *erspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas*. San jose.
- Alfonso, P. (s.f.). Estrategia Nacional de Economía Circular para impulsar un desarrollo sostenible e inclusivo. *Gubernamental de Gestión Financiera*, Subsuelo 1 y 9.
- AVELLAN Benny, H. H. (2024). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de plátano*. Quito: Unidad de Comunicación Social del INIAP.
- Benny, A., Hugo, H., Maria, M., Jimmy, P., Carlos, M., & Galo, C. (2024). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds)*. Quito.
- Cristhel, R., Carmen, S., Bertha, M., & Rodrigo, M. (2025). Agricultura de precisión en la producción de banano. Revisión sistemática.
- Delfina, T. Q. (2023). Agricultura 4.0: uso de tecnologías de precisión y aplicación para pequeños productores. *ResearchGate Logo*, 87(2).
- Eduardo, R. (2022). *Innovaciones digitales, pobreza rural y agricultura. 2030*. Santiago de Chile: FAO.
- FAO. (2022). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma.
- Fbian, F., Jimmy, P., & Benny, A. (2021). *Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de plátano* . Sucumbios Lago Agrio.
- FERNÁNDE Favian, P. J. (2021). *INIAP*. Sucumbíos Lago Agrio. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Gu%C3%ADa%20para%20la%20producci%C3%B3n%20y%20manejo%20integrado%20del%20cultivo%20de%20pl%C3%A1tano.pdf
- Henry, M. (2024). *gricultura Digital en los Productores del Banano en Ecuador*:. Honduras.
- Jose, G. (s.f.). los procesos de digitalización en la agricultura y el mundo rural1. *desarrollo territorial y agricultura familiar* .

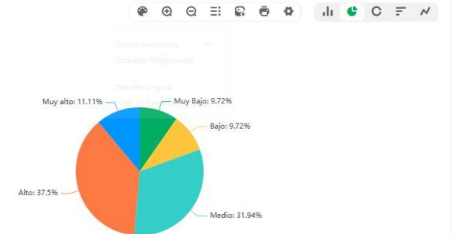
- Jose, G. (2021). *IICA*. Obtenido de IICA:
<https://repositorio.iica.int/server/api/core/bitstreams/aae333c5-7269-4994-b44a-adb7b22b7ea3/content>
- KLERKX, L. (2020). *Cómo afrontar las tecnologías revolucionarias de la Agricultura 4.0: ¿Cómo gestionamos la diversidad y la responsabilidad en las vías de transición de los sistemas alimentarios?* Global Food Security.
- Latam, T. (2021). *Agricultura 4.0 concepto, tecnologías, ventajas y desafíos*. Gestión Agrícola.
- Laurens, K., & David, R. (2020). *FAO AGRIS - Sistema Internacional para la Ciencia y Tecnología Agrícola*.
- Laurens, K., & David, R. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we. *ELSEVIER*.
- LOPEZ Mejía Francel, M. F. (2022). *Caracterización de agrosistemas productores de plátano (Musa AAB) en los cantones Santo Domingo y El Carmen, Ecuador*. Arica - Chile: Idesia (Arica).
- Luis, B., Martha, B., & Valentina, R. (2022). *Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de plátano (Musa AAB*. Colombia : Agrosavia.
- Manuel, O. (28 de Abril de 2022). *IICA*. Obtenido de https://iica.int/es/press/noticias/ante-ministros-de-agricultura-de-iberoamerica-director-general-del-iica-enfatiza/?utm_source=chatgpt.com
- MORAN Bajaña Joaquín, MONTECE Mosquera Franklin, CHAVEZ Granizo Gloria, PAUTA Ríos Roberto, CARTAGENA Faytong María. (2026). *Agricultura 4.0: Innovación y Tecnología para el futuro del campo*. Babahoyo - Los Ríos - Ecuador: Cidepro Editorial S.A.
- ROMERO García Cristhel, SARAGURO Reyes Carmen, MAZON Olivo Bertha, MOROCHO Román Rodrigo. (2025). *Agricultura de precisión en la producción de banano. Revisión sistemática*. Venezuela: Creative Commons.

- Santiag, S. V., & Josef, K. (2020). AGRICULTURE 4.0 Start Agricultural robotics and automated equipment for sustainable crop production. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*.
- SIMMOND N. W., S. K. (1955). *The taxonomy and origins of the cultivated bananas*. Botany: Journal of the Linnean Society of London.
- Washington, M. M. (2026). *Innovación y Tecnología para el futuro del campo*. Babahoyo - Los Ríos - Ecuador: Cidepro Editorial S.A.
- William, C., Humberto, M., Luis, B., Carlos, O., Jorge, V. J., Martha, B., . . . Diana, M. (2020). *Recomendaciones tecnológicas para el cultivo de plátano* . Colombia : agrosavia.

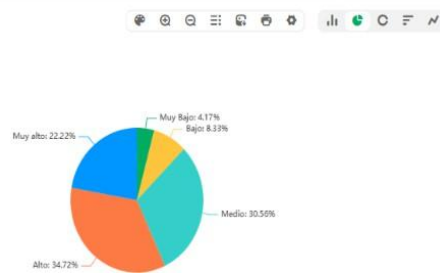
ANEXOS



La implementación de tecnologías de Agricultura 4.0 contribuye a reducir el impacto ambiental en la producción de plátano. [Opción Única]

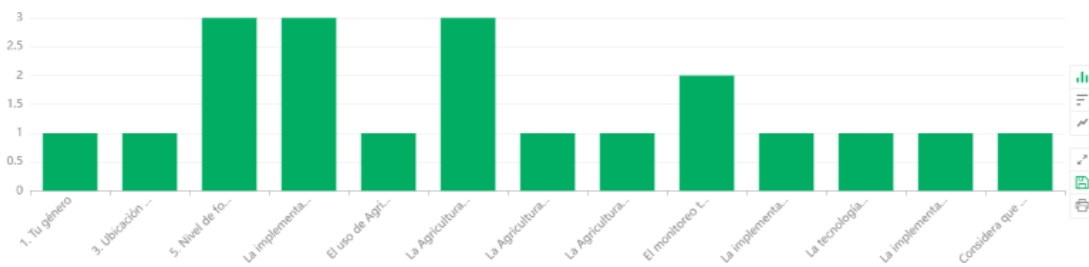


La aplicación de sensores y monitoreo tecnológico ayuda a conservar la fertilidad del suelo [Opción Única]



surveymars

Se realizó la encuesta



Datos de la encuesta

xi_Compilation 1

ba6becf40b998ba698e4bd509c7097cd78b1745



7%
Textos sospechoso

Nombre del fichero : Yulexi_Compilation 1.txt
Tamaño del archivo original : 449,58 KB
Número de palabras : 8001

Deposítante : FRANCEL LOPEZ MEJIA
Fecha de depósito : 30 de julio de 2026
Tipo de carga : interface
Fecha de fin de análisis : 30 de julio de 2026

Resumen (sección 1/2)

Distribución de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes

7%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

20%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

3%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas

0%

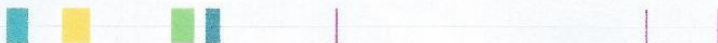
Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Fuentes de similitudes (sección 2/2)

Similitudes

7%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



nte principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	 Agricultura 4.0: Concepto, tecnologías, ventajas y desafíos - TOTVS es.totvs.com/blog/cat-agroindustria/agricultura-4-0-concepto-tecnologias-v...	2%	
2	 Banano, plátano y otras musáceas - Instituto Nacional de... www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/	2%	
3	 ¿Qué es la automatización agrícola? www.fao.org/3/cb9479es/online/sofa-2022/agricultural-automation-techno...	2%	
4	 Agricultura 4.0: uso de tecnológi... preview & related info Mendeley www.mendeley.com/catalogue/f822bb43-af3a-3293-91cc-107fb2518562/	1%	

[Handwritten signature]



Validar documento en PLURAL
 Original electrónico por:
FRANCIS XAVIER
LOPEZ MEJIA