



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
“MANUEL FÉLIX LÓPEZ”**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE
ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*) EN
CIIDEA - ESPAM MFL**

AUTORES:

**ANDERSON JOSEPH VERA GARÓFALO
ANDRÉS DANIEL ZAMBRANO MACÍAS**

TUTORA:

ING. SILVIA LORENA MONTERO CEDEÑO, D. Sc.

CALCETA, JULIO DE 2023

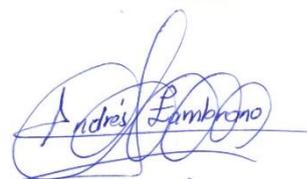
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

ANDERSON JOSEPH VERA GAROFALO con cédula de ciudadanía **2300020365** y **ANDRÉS DANIEL ZAMBRANO MACÍAS** con cédula de ciudadanía **1315706794**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Titulación de Integración Curricular titulado: **SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*GOSSYPIUM BARBADENSE*) EN CIIDEA - ESPAM MFL** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



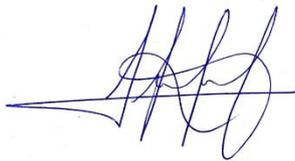
**ANDERSON JOSEPH VERA
GAROFALO
CC: 2300020365**



**ANDRÉS DANIEL ZAMBRANO
MACÍAS
CC: 1315706794**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

ANDERSON JOSEPH VERA GAROFALO con cédula de ciudadanía **2300020365** y **ANDRÉS DANIEL ZAMBRANO MACÍAS** con cédula de ciudadanía **1315706794**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*GOSSYPIUM BARBADENSE*) EN CIIDEA - ESPAM MFL**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



**ANDERSON JOSEPH VERA
GAROFALO
CC: 2300020365**



**ANDRÉS DANIEL ZAMBRANO
MACÍAS
CC: 1315706794**

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. SILVIA LORENA MONTERO CEDEÑO, D.SC., certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*GOSSYPIUM BARBADENSE*) EN CIIDEA - ESPAM MFL**, que ha sido desarrollada por ANDERSON JOSEPH VERA GAROFALO y ANDRÉS DANIEL ZAMBRANO MACÍAS, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. SILVIA LORENA MONTERO
CEDEÑO, D.SC.
CC: 1305358051**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*GOSSYPIUM BARBADENSE*) EN CIIDEA - ESPAM MFL**, que ha sido desarrollado por **ANDERSON JOSEPH VERA GAROFALO** y **ANDRÉS DANIEL ZAMBRANO MACÍAS**, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. FRANCISCO JAVIER VELASQUEZ
INTRIAGO, D. SC. CC: 1309483913
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**ING. LAURA GEMA MENDOZA
CEDEÑO, M. SC.
CC: 1313222471
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**ING. MARÍA ANDREA VÉLEZ
BRAVO, M. SC.
CC: 1309547402
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por brindarnos la invaluable oportunidad de crecer como seres humanos y profesionales. A través de una educación superior de calidad, hemos podido forjar nuestros conocimientos profesionales día a día, y estamos profundamente agradecidos por ello.

A nuestra tutora, la Ing. Silvia Montero Cedeño, D.Sc., al Ing. Ernesto Cañarte D.Sc., al Ing. José Manuel Calderón Pincay M.Sc., a la Ing. Karla Valentina Murillo Moreira, al Ing. Roberto Carlos Ormaza Medina y a los distinguidos miembros del tribunal conformado por el Ing. Francisco Javier Velásquez Intriago, D. Sc., Mgs., Ing. Laura Gema Mendoza Cedeño, M. Sc., e Ing. María Andrea Vélez Bravo, M. Sc., por su invaluable contribución al compartir sus conocimientos científicos y su orientación durante el desarrollo de nuestra investigación que ha sido de un valor incalculable. Gracias por ser guías y mentores en este proceso.

Andrés Daniel Zambrano Macías

Anderson Joseph Vera Garofalo

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la fuerza y la guía necesarias para llegar hasta este punto en mi vida.

A mis queridos padres, Wilmer Vera Loor y Marcela Garófalo Velasco por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios incalculables han sido la base sólida sobre la cual he construido mi educación.

A mis hermanos, Jostin, Juan y Smith Vera Garófalo su apoyo incondicional y aliento constante han sido esenciales en este camino académico, su presencia ha sido un faro de esperanza y motivación.

A mi compañera de vida, Angie Liseth Borja Quishpe. Tu amor, paciencia y comprensión han sido un pilar fundamental en mi vida. Tus palabras de aliento y tu confianza en mí han sido la fuerza impulsora detrás de cada logro que he alcanzado.

Anderson Joseph Vera Garofalo

A mis padres, Iver Andrés Zambrano Loor y María Elenis Macías, a mi esposa Karla Valentina Murillo Moreira por siempre apoyarme y ser esa guía durante este largo periodo académico, gracias por ser ese pilar fundamental que me motiva a mejorar día a día, y a la Unidad de Tecnología de la ESPAM MFL por su apoyo brindado.

Andrés Daniel Zambrano Macías

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
TABLA DE CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	xi
CONTENIDO DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVES	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5. IDEA A DEFENDER.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. DESARROLLO SOSTENIBLE	6
2.2. AGENDA 2030	7
2.3. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE	9
2.4. VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	10
2.5. CULTIVOS AGRÍCOLAS.....	12
2.6. MANEJO SOSTENIBLE EN CULTIVOS AGRÍCOLAS	13
2.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVOS AGRÍCOLAS.....	15
2.8. SOSTENIBILIDAD EN CULTIVOS DE ALGODÓN	16
2.9. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVOS AGRÍCOLAS.....	17
2.10. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD	19
2.11. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....	20
2.12. ALGODÓN	21
2.12.1. TAXONOMÍA	21
2.12.2. FISIOLOGÍA.....	22

2.13. CULTIVOS DE ALGODÓN EN ECUADOR	25
2.14. PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO EN ECUADOR	26
2.15. SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL ALGODÓN NATIVO	27
2.16. CADENA DE VALOR Y BIOEMPRESARIADOS DEL ALGODÓN... 28	
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	30
3.1. UBICACIÓN	30
3.2. DURACIÓN	31
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
3.3.1. DESCRIPTIVA	31
3.4. VARIABLES DE ESTUDIO	31
3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	31
3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE	31
3.5. MÉTODOS	31
3.5.1. MÉTODO HISTÓRICO COMPARATIVO	31
3.5.2. MÉTODO DE ANÁLISIS CUANTITATIVO	31
3.5.3. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO	32
3.5.4. MÉTODO SINTÉTICO	32
3.6. TÉCNICAS	32
3.6.1. OBSERVACIÓN DIRECTA	32
3.6.2. ENTREVISTA	32
3.7. PROCEDIMIENTOS	33
3.7.1. FASE I. CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (<i>Gossypium barbadense</i>), PARA ESTABLECER CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS DESEABLES	33
3.7.2. FASE II. APLICACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (<i>Gossypium barbadense</i>)	34
3.7.3. FASE III. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (<i>Gossypium barbadense</i>)	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (<i>Gossypium barbadense</i>), PARA ESTABLECER CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS DESEABLES	41
4.2. APLICACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (<i>Gossypium barbadense</i>)	49

4.3. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE ALGODÓN DE COLORES (<i>Gossypium barbadense</i>)....	56
4.3.1. INTRODUCCIÓN	59
4.3.2. ANTECEDENTES	59
4.3.3. IMPORTANCIA.....	60
4.3.4. OBJETIVO.....	61
4.3.5. ALCANCE DE LA GUÍA	61
4.3.6. USO DE SUELOS ADECUADOS	62
4.3.7. PREPARACIÓN SOSTENIBLE DE LOS SUELOS	62
4.3.8. SIEMBRA	63
4.3.9. USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA	66
4.3.10. POLINIZACIÓN	66
4.3.11. CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS	67
4.3.12. USO DE INSECTICIDAS NATURALES.....	69
4.3.13. CONTROL DE MALEZA	71
4.3.14. ACLAREO	72
4.3.15. DESPUNTE.....	73
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1. CONCLUSIONES	75
5.2. RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....	77
ANEXOS.....	98

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de sostenibilidad ambiental (suelo, agua y aire)	20
Tabla 2. Taxonomía del algodón.....	21
Tabla 3. Características del área de estudio.....	30
Tabla 4. Variables a evaluar.....	33
Tabla 5. Indicadores y subindicadores de la sostenibilidad.....	34
Tabla 6. Caracterización, definición e interpretación de indicadores de la dimensión ambiental.....	35
Tabla 7. Indicadores, subindicadores, escala del subindicador y valor porcentual.....	37
Tabla 8. Escala de sostenibilidad ambiental.....	39
Tabla 9. Accesiones de algodón de colores.....	41
Tabla 10. Datos promedios de las variables por accesiones de algodón (<i>Gossypium barbadense</i>).....	43
Tabla 11. Mejores accesiones del algodón (<i>Gossypium barbadense</i>).....	49
Tabla 12. Indicadores aplicados al área de estudio.....	50

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la ubicación del proyecto	30
Figura 2. Porcentaje de plántulas emergidas (%ppe) del algodón (<i>Gossypium barbadense</i>).....	44
Figura 3. Diámetro del tallo del algodón (<i>Gossypium barbadense</i>).....	45
Figura 4. Altura de la planta de algodón (<i>Gossypium barbadense</i>).....	46
Figura 5. Total botones/planta (<i>Gossypium barbadense</i>).....	46
Figura 6. Rendimiento del algodón (<i>Gossypium barbadense</i>).....	47
Figura 7. Relación fibra/semilla del algodón (<i>Gossypium barbadense</i>).....	48
Figura 8. Porcentaje de sostenibilidad del indicador conservación de la vida del suelo.....	51
Figura 9. Porcentaje de sostenibilidad del riesgo de erosión.....	52
Figura 10. Porcentaje de sostenibilidad del indicador manejo de biodiversidad.....	53
Figura 11. Porcentaje de sostenibilidad del indicador conservación de las funciones ecosistémicas.....	54
Figura 12. Porcentaje de sostenibilidad global.....	55
Figura 13. Flor de algodón en CIIDEA – ESPAM MFL.....	59
Figura 14. Tipo de suelo para el cultivo del algodón.....	62
Figura 15. Siembra directa del algodón para el cultivo en seco.....	64
Figura 16. Distancia de siembra del algodón para el cultivo en seco.....	65
Figura 17. Encharcamiento del cultivo de algodón de colores.....	66
Figura 18. Flor polinizada en el cultivo del algodón <i>Gossypium barbadense</i> ..	67
Figura 19. Constituyentes de la trampa para picudo.....	69
Figura 20. Control de malezas en el cultivo del algodón de colores.....	71

Figura 21. Raleo del cultivo de algodón de colores.	72
Figura 22. Poda de las plantas de algodón de colores.	73
Figura 23. Cosecha del cultivo de algodón en CIIDEA – ESPAM MFL.....	74

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la sostenibilidad ambiental en la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*) en la Ciudad de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA) de la ESPAM-MFL, la primera fase se orientó a caracterizar la producción de algodón nativo de colores lo que determinó particularidades cualitativas y cuantitativas mediante el análisis de tres variables agronómicas y tres agroproductivas, las que establecieron la accesión con mejores características tanto agronómicas y agroproductivas. En la segunda fase se definió el porcentaje de sostenibilidad ambiental mediante la aplicación de cuatro indicadores y doce subindicadores que evaluaron aspectos como el manejo de la biodiversidad, el suelo, las plagas, entre otros, lo que determinó que el cultivo de algodón tiene un 76,56% de sostenibilidad, que, de acuerdo a la escala de valoración utilizada, indica que se encuentra en un nivel intermedio de sostenibilidad, finalmente se elaboró una guía de buenas prácticas ambientales para ser aplicada en los cultivos de algodón nativo de colores que permita una óptima producción y desarrollo sostenible del mismo.

PALABRAS CLAVES

Cultivo, algodón, sostenibilidad, accesiones, indicadores, guía.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the environmental sustainability in the production of colored native cotton (*Gossypium barbadense*) in the Research, Innovation and Agricultural Development City (CIIDEA) at ESPAM-MFL, the first phase was oriented to characterize the production of colored native cotton, which determined qualitative and quantitative particularities through the analysis of three agronomic and three agroproductive variables, which established the accession with the best agronomic and agroproductive characteristics. In the second phase, the percentage of environmental sustainability was defined through the application of four indicators and twelve sub-indicators that evaluated aspects such as the management of biodiversity, soil, pests, among others, which determined that cotton cultivation has a 76,56% sustainability, which, according to the assessment scale used, indicates that it is at an intermediate level of sustainability. Finally, a guide to good environmental practices was prepared to be applied to colored native cotton crops that allows optimal production and sustainable development of the same.

KEY WORDS

Crop, cotton, sustainability, accessions, indicators, guide.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Alrededor de 30 millones de hectáreas en el planeta tierra, se utilizan para producción de algodón (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022), siendo un cultivo enmarcado por la alta dependencia de insumos agrícolas (herbicidas, fungicidas e insecticidas), lo que conlleva a la utilización del 25% de estos componentes sintéticos en el área total de tierras agrícolas alrededor del mundo (Lawrence y Pérez, 1997).

Estos compuestos nitrogenados causan contaminación al momento de infiltrarse en el suelo, específicamente en aguas subterráneas y por escorrentía en las aguas superficiales, causando la eutrofización que afecta el consumo de agua por parte del ser humano, por la gran cantidad de nitratos que se genera (Ariza y Huertas, 2022). Bajo esta premisa es necesario destacar que, en América Latina, con el cambio de la matriz productiva el algodón industrial en los últimos años ha propiciado la contaminación y el olvido de prácticas ancestrales que estaban ligadas al cuidado del medio ambiente y a la sostenibilidad del mismo (Marcial *et al.*, 2022).

En el año 1998 la producción de algodón en el Ecuador llegó a su fin por el fenómeno del Niño, a partir de ese año, la producción de este cultivo disminuyó considerablemente, los registros expresan que en la década de 1990 se producían aproximadamente 35000 hectáreas, para la década siguiente el panorama fue poco alentador, en el 2010 se sembraron alrededor de 5000 hectáreas y en el 2018 aproximadamente 213 hectáreas, reduciéndose en un 99% la producción, siendo una de las causas de su merma la falta de control de plagas que motivó a una incorrecta utilización de fitosanitarios (Fernández, 2001; Coba y Cobos, 2021).

Existieron otros factores que afectaron su producción como la relación producción/precio, lo que genera que la producción de este insumo no representa grandes ganancias económicas para el productor. Otras de las causas para que el sector algodonero disminuyera en el país, es la falta de organización en asociaciones o cooperativas de productores, dificultades para

acceder a semillas de origen local, carencia de apoyo en la transición del algodón tradicional a la producción nativa, poca importancia a procesos de certificación que permitan darle valor agregado para diferenciarlo en el mercado, además, “el manejo del cultivo de algodón, al no ser el principal producto del agricultor, enfrenta muchas veces deficiencias en el uso de buenas prácticas y labores adecuadas, por escasez de tiempo y dinero” (Espinoza y Suarez, 2019), lo que genera un mayor desinterés por parte de la industria textil.

De acuerdo a datos del proyecto +Algodón llevado a cabo en el año 2018, la superficie de algodón que se siembra en la actualidad en Ecuador es en promedio de 1,5 a 2 hectáreas por agricultor, este cultivo ha enfrentado varias problemáticas en cuanto a su desarrollo y rentabilidad económica lo que ha disminuido considerablemente su producción en el territorio ecuatoriano a pesar de sus características diferenciadoras.

Ante esta problemática se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el nivel de sostenibilidad en la producción de algodón nativo de colores (*Gyssipium barbadense*) en CIIDEA de la ESPAM-MFL, mediante la aplicación de la escala de sostenibilidad ambiental?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El algodón representa uno de los cultivos de mayor trascendencia e importancia a nivel mundial, es así como la Organización de Naciones Unidas [ONU] (2021) calcula que en el mundo al menos 350 millones de personas basan su economía en actividades relacionadas con este cultivo, considerándolo una de las 20 materias primas más importantes en términos de rubros económicos y sociales en el mundo.

Por otro lado, es necesario abarcar el tema de la producción de cultivos nativos, que es un tema trascendental en el desarrollo de esta investigación, en este contexto Peña *et al.* (2017) manifiestan que la producción nativa tiene sus fundamentos en procesos sustentables, ciclos basados en las condiciones de cada zona, en estas no se utiliza ningún componente que pudiera ejercer algún efecto adverso o pudiese alterar el equilibrio natural, esta es una combinación de tradición, innovación y ciencia.

De manera práctica la investigación buscó a través de un proceso de evaluación sostenible utilizando indicadores, establecer parámetros que generaron una guía de producción sostenible de este producto, que implica el rescate de la producción de algodón nativo a través de la recuperación de semillas ancestrales, así mismo basándose en la utilización de parámetros ambientales que permitan mantener un equilibrio en las condiciones naturales de la zona, a la vez que permiten darle un valor agregado al producto, al ser desarrollado bajo medidas ambientales sostenibles, lo que genera una ventaja competitiva y una mayor oportunidad en el mercado comercial.

Así mismo la aplicación de esta guía en la práctica, permitirá a los productores generar un producto de mejor calidad, ahorrar recursos al no utilizar agroquímicos y fertilizantes que en muchas ocasiones tienen un elevado costo y sobre todo rescatar parte del patrimonio cultural a través de las semillas ancestrales, además generar una fuente de ingresos que le permita mejorar la calidad de vida y promover relaciones equitativas.

En términos de métodos se utilizó la metodología de Pinedo *et al.* (2020), donde se aplicó la propuesta “Metodología para la evaluación de sustentabilidad, a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas

agroecológicos-Mesilpa” (Acevedo y Angarita, 2013). Esta investigación contribuyó a generar una metodología compuesta que se adapte a las características específicas de la investigación, lo que permitió la replicación en casos de estudios que persiguen los mismos objetivos y cuya línea de investigación implique la reproducción de resultados similares.

De manera ambiental la investigación se justificó en parámetros ambientales, que permiten producir de manera nativo el algodón, sin la utilización de agroquímicos o fertilizantes cuidando los recursos naturales como el agua y el suelo sin causar algún desequilibrio ambiental en las zonas donde se desarrolla la producción (López *et al.*, 2013), esto enmarcado en la adopción de nuevas prácticas agrícolas sostenibles ambientales que permitan el aumento de los rendimientos y las ganancias, de igual manera ayudará a reducir la dependencia de los insecticidas y proteger el medio ambiente (FAO, 2010).

Desde el punto de vista legal, la investigación se basó en determinadas normas y leyes que establecen la promulgación del desarrollo sostenible en el mundo y el territorio ecuatoriano, en este contexto a nivel mundial la Agenda de desarrollo sostenible 2030 determinada que el algodón tiene un rol importante, ya que cumple con los estándares de producción y comercialización, abarcando alrededor de 30 millones de hectáreas en el planeta tierra (FAO, 2022).

La Constitución de la República de Ecuador, en su artículo 14, establece el derecho de las personas a vivir en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado. Este derecho garantiza la sostenibilidad y el buen vivir, la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la integridad del patrimonio genético y la prevención del daño ambiental (Constitución de la República del Ecuador, 2008). En este sentido la carta magna procura la sostenibilidad como estado de derecho que permita desarrollar actividades encaminadas al desarrollo local, social y ambiental de los espacios en los que se practica.

La Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura, por su parte establece en su Art. 5 literal d “Fortalecer el uso, conservación y libre intercambio de la semilla nativa y tradicional”, lo que justifica el hecho de la recuperación de semillas nativas del algodón en la investigación (República del Ecuador, 2017).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1.OBJETIVO GENERAL

Evaluar la sostenibilidad ambiental en la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*) en CIIDEA de la ESPAM-MFL.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*), para establecer características cualitativas y cuantitativas deseables.
- Aplicar indicadores de sostenibilidad en la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*).
- Elaborar una guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*).

1.5. IDEA A DEFENDER

Los indicadores de valoración de sostenibilidad ambiental aplicado a la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*) en CIIDEA de la ESPAM-MFL, muestra un nivel de sostenibilidad medio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible busca el fortalecimiento del medio ambiente en conjunto con diferentes variables para la mejora del estilo y calidad de vida de las generaciones presentes y futuras (Gómez, 2018). En este caso brinda la capacidad de que las personas tomen conciencia y una mayor sensibilidad con la situación ambiental que está pasando y cómo a través de actividades y acciones se llegan a obtener beneficios a largo plazo (De la Rosa *et al.*, 2019).

El desarrollo sostenible abarca tres pilares fundamentales que son su base filosófica como son el aspecto ambiental, el aspecto social y el aspecto económico, aunque en los últimos años se ha incluido como cuarto pilar esencial el aspecto político (Rodríguez y Luna, 2019). El aspecto ambiental trata de generar una mayor preservación de la biodiversidad y el medio ambiente, el social implica a la mitigación de impactos y barreras sociales y el económico busca una viabilidad financiera y sustentable (López *et al.*, 2018). Esto quiere decir que el medio ambiente debe de estar resguardado a través de diferentes propuestas que sostienen y sustentan a nivel económico, ambiental, social y político.

Dentro de las condiciones del desarrollo sostenible existen tres reglas básicas enfocadas en el mejoramiento del medio ambiente: ningún recurso renovable implica usarse de una forma acelerada al de su reproducción, ningún contaminante implicará a maximizar su proceso de reciclaje y ningún recurso no renovable implicará sacar ventaja de un recurso renovable (Juárez *et al.*, 2019).

Todo esto involucra una consolidada responsabilidad individual y colectiva, sobre todo en los espacios geográficos de mayor cantidad ambiental. Por otra parte, dentro de este tema existen los llamados objetivos del desarrollo sostenible o también conocidos como objetivos globales (Hidalgo *et al.*, 2019). Dichos objetivos fueron determinados específicamente en el año 2015 por intermedio de la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU).

En dichos objetivos están inmersos 17 metas globales que van de acuerdo a los tres componentes básicos del desarrollo sostenible (social, ambiental y

económico) (Ramos, 2021). Es por ello la importancia de las acciones que se implementen para cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible, sobre todo en los objetivos específicos sobre el medio ambiente. Cada objetivo global posee una serie de criterios e indicadores que permiten transformar sustancialmente el desarrollo del medio ambiente en todas sus formas y variables (Canelón y Almanza, 2018).

En este caso el desarrollo sostenible y los objetivos globales del mismo son fundamentales para el crecimiento sustentable y para los beneficios a largo plazo que permiten un equilibrio entre el medio ambiente y las generaciones humanas que permiten dicho desarrollo.

2.2. AGENDA 2030

La agenda 2030 comprende un sinnúmero de objetivos y criterios globales que repercuten en la forma del accionar humano con el planeta tierra (León *et al.*, 2019). En dicha agenda tiene el compromiso de cumplir con esos 17 objetivos para el año 2030 o en el peor de los escenarios haber tenido éxito en la mayoría de los objetivos globales, sobre todo en los de mayor impacto (ONU, 2020). Por consiguiente, se presenta de forma específica cada uno de los objetivos globales de desarrollo sostenible para su mayor entendimiento de acuerdo a la ONU (2020).

- Fin de la pobreza.
- Hambre cero.
- Salud y bienestar.
- Educación de calidad.
- Igualdad de género.
- Agua limpia y saneamiento.
- Energía asequible y no contaminante.
- Trabajo decente y crecimiento económico.
- Industria, innovación e infraestructura.
- Reducción de las desigualdades.
- Ciudades y comunidades sostenibles.
- Producción y consumo responsables.
- Acción por el clima.

- Vida submarina.
- Vida de ecosistemas terrestres.
- Paz, justicia e instituciones sólidas.
- Alianzas para lograr los objetivos

En 2015, todos los estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 objetivos como parte de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzar los objetivos en 15 años (ONU, 2020). El año 2023 debe marcar el inicio de una década de acción ambiciosa a fin de alcanzar los objetivos para 2030. En la década 2020-2030 es fundamental la necesidad de actuar para hacer frente a la creciente pobreza, empoderar a las mujeres y las niñas y afrontar la emergencia climática (Parra, 2018).

Se está progresando en varios lugares, en temas ambientales, sin embargo, las medidas adoptadas aún no se han implementado a la velocidad y escala necesarias. Los líderes mundiales han destacado que es fundamental lograr resultados concretos en un plazo determinado. En este sentido, se ha solicitado un "decenio de acción" en el que se deben movilizar los recursos financieros necesarios, mejorar la implementación a nivel nacional y fortalecer las instituciones relevantes para garantizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible para el año 2030, con el compromiso de no dejar a nadie rezagado.

La inversión en economías inclusivas y sostenibles puede brindar importantes oportunidades de prosperidad compartida (Andrade *et al.*, 2020). Es alentador destacar que se cuenta con soluciones políticas, tecnológicas y financieras que pueden contribuir a abordar los desafíos actuales. Sin embargo, es crucial reconocer que para lograr el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible se requieren cambios rápidos y sin precedentes, así como un liderazgo fuerte y comprometido.

Es importante añadir que los informes anuales ofrecen una descripción general de los esfuerzos mundiales de implementación hasta la fecha, haciendo hincapié en los ámbitos de progreso y aquellos en los que es necesario tomar más medidas (Guillén *et al.*, 2020). Están elaborados por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, con aportaciones de las organizaciones internacionales y regionales, así como los fondos (Sacco, 2020).

2.3. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE

El consumo y la producción mundial (fuerzas impulsoras de la economía mundial) dependen del uso del medio ambiente natural y de los recursos de una manera que continúa teniendo efectos destructivos sobre el planeta (Gómez, 2021). El progreso económico y social conseguido durante el último siglo ha estado acompañado de una degradación medioambiental que está poniendo en peligro los mismos sistemas de los que depende nuestro desarrollo futuro (y ciertamente, nuestra supervivencia) (Olvera, 2018). Estos son algunos hechos y cifras:

- Cada año, aproximadamente un tercio de toda la producción de alimentos, que equivale a 1300 millones de toneladas con un valor cercano al billón de dólares, termina desperdiándose en los cubos de basura de consumidores y minoristas debido a prácticas deficientes en el transporte, recolección y consumo (FAO, 2022).
- La adopción masiva de bombillas energéticamente eficientes podría generar un ahorro anual de 120.000 millones de dólares estadounidenses si todas las personas cambiaran sus bombillas tradicionales por estas opciones más eficientes (Rivadeneira. 2018).
- Si la población mundial alcanza los 9600 millones de personas en 2050, se estima que serían necesarios casi tres planetas para satisfacer las demandas de recursos naturales y mantener los estilos de vida actuales. Esta proyección pone de manifiesto la necesidad urgente de adoptar prácticas sostenibles y reducir nuestro impacto en el medio ambiente (Banco Mundial. 2018).

La pandemia del COVID-19 ofrece a los países la oportunidad de elaborar planes de recuperación que reviertan las tendencias actuales y cambien nuestros patrones de consumo y producción hacia un futuro más sostenible (ONU, 2020). Por lo tanto, el consumo y la producción sostenibles consisten en hacer más y mejor con menos.

También se trata de desvincular el crecimiento económico de la degradación medioambiental, aumentar la eficiencia de recursos y promover estilos de vida sostenibles (Saldívar, 2018). Por tanto, el consumo y la producción sostenibles son fundamentales para abordar los desafíos de la pobreza, la sostenibilidad

ambiental y la transición hacia economías verdes. Estas prácticas pueden generar beneficios sociales, económicos y ambientales, contribuyendo así a un futuro más sostenible y equitativo (ONU, 2023).

La producción y consumo responsable es hacer más y mejores cosas con menos recursos (ONU, 2022). Se trata de crear ganancias netas de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida (Parra, 2018).

Para lograr una cadena de suministro eficiente y sostenible, es crucial adoptar un enfoque sistemático y fomentar la cooperación entre todos los participantes, desde los productores hasta los consumidores finales. En este sentido, se requiere una estrategia integral que incluya la sensibilización de los consumidores a través de la educación en prácticas de vida sostenibles.

Una forma efectiva de lograr esto es proporcionar información clara y precisa a través de etiquetas y normas de uso adecuadas. Esta educación no solo concienciará a los consumidores sobre el impacto de sus elecciones de consumo, sino que también les brindará las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas y contribuir activamente a la sostenibilidad ambiental (Chen *et al.*, 2017).

2.4. VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

El brote del COVID-19 resalta la necesidad de abordar las amenazas a las que se enfrentan las especies silvestres y los ecosistemas (Fundación Fabre, 2018). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) emitió una alerta en 2016 sobre el creciente número de epidemias zoonóticas a nivel mundial, generando una creciente preocupación (PNUMA, 2016). En concreto, señaló que el 75 % de todas las enfermedades infecciosas nuevas en humanos son zoonóticas y que dichas enfermedades están estrechamente relacionadas con la salud de los ecosistemas (Rescia, 2022).

Para prevenir, detener y revertir la degradación de los ecosistemas de todo el mundo, las Naciones Unidas han declarado la década para la restauración de los ecosistemas (2021-2030) (ONU, 2022). Esta respuesta coordinada a nivel mundial ante la pérdida y degradación de los hábitats se centrará en desarrollar

la voluntad y las capacidades políticas para restaurar la relación de los seres humanos con la naturaleza (ODS, 2022).

La respuesta a este desafío constituye una clara reacción ante las advertencias científicas, tal como se destaca en el informe especial sobre cambio climático y tierra del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Además, responde a las decisiones adoptadas por todos los estados miembros de las Naciones Unidas en las convenciones de Río sobre cambio climático y biodiversidad, así como a la Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación (ONU, 2022).

La vida de los ecosistemas tiene como objetivo principal gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad (González y Gomera, 2022). Es importante destacar que los bosques abarcan aproximadamente el 31% de la superficie terrestre de nuestro planeta, desempeñando un papel fundamental en la provisión de diversos beneficios. Desde el suministro de aire limpio que respiramos, hasta el agua potable que bebemos y los alimentos que consumimos, los bosques desempeñan un papel vital en nuestro bienestar. Se debe pensar en ello, además alrededor de 1.600 millones de personas dependen de los bosques para su subsistencia (González *et al.*, 2018).

La diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas que sostiene pueden ser también la base para las estrategias de adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres (Rodas, 2021). En este caso pueden reportar beneficios que aumentarán la resiliencia de las personas a los efectos del cambio climático. Inevitablemente, cambian los ecosistemas de los que forman parte solo con la presencia humana, pero se pueden tomar decisiones que contribuyan a conservar la diversidad o a devaluarla (ONU, 2022).

Existen diversas acciones que se pueden tomar para contribuir a la preservación del medio ambiente. Entre ellas se destacan el reciclaje de materiales, la elección de alimentos producidos localmente y de manera sostenible, el consumo consciente limitándose a lo necesario, y el uso de sistemas eficientes de calefacción y refrigeración para reducir el consumo de energía (Zaman y Lehmann, 2019). También se debe ser respetuosos con la fauna y flora silvestres

y participar solamente en actividades de ecoturismo que se organicen con ética y responsabilidad para no perturbar la vida silvestre (Piovano, 2021).

Las zonas protegidas bien gestionadas contribuyen a tener ecosistemas saludables, lo que a su vez redundará en la salud de las personas (González *et al.*, 2021). En consecuencia, resulta fundamental asegurar la participación activa de las comunidades locales en el desarrollo y la gestión de las áreas protegidas. Estas comunidades desempeñan un papel crucial como guardianes y defensores del entorno natural, ya que su conocimiento tradicional y su conexión con el territorio son invaluable para la conservación y la preservación de estas zonas (Berkes, 2009).

2.5. CULTIVOS AGRÍCOLAS

La producción agrícola es el resultado de la explotación de la tierra para obtener bienes, principalmente, alimentos como cereales y diversos tipos de vegetales (Pérez *et al.*, 2021). Los cultivos agrícolas son el resultado de la siembra y cosecha de plantas en el campo, con el propósito principal de obtener alimentos para el consumo humano. Sin embargo, algunos cultivos también pueden destinarse a la producción de materia prima para diversas industrias, aportándoles un valor agregado. Un ejemplo destacado de esto es el cultivo de algodón, que se vende al sector textil y se convierte en un claro ejemplo de la importancia de la agricultura en la cadena productiva (Well y Brady, 2017).

La producción agrícola pertenece al sector primario de la economía, y se caracteriza por desarrollarse fuera de las ciudades (Licea, 2020). Una de las particularidades de la producción agrícola es que es muy dependiente del factor climático. Así, en caso de una fuerte sequía, grandes extensiones de cultivos pueden echarse a perder (Castillo *et al.*, 2020).

En el siglo XXI, la producción agrícola continúa evolucionando y adoptando métodos que buscan aumentar su productividad. Se observa un creciente uso de sistemas de riego sofisticados y maquinarias avanzadas en este sector. A pesar de estos avances, los desafíos y la naturaleza cíclica de la actividad agrícola aún representan retos significativos. La producción agrícola se puede clasificar de diversas maneras (Martin, 2016):

Según su dependencia del agua:

- Agricultura de secano: No requiere riego artificial y depende principalmente de las precipitaciones y el agua subterránea.
- Agricultura de riego: Se utiliza un sistema de riego artificial para suministrar agua proveniente de lluvias, ríos u otras fuentes hídricas.

Según su magnitud de producción:

- Agricultura de subsistencia: Orientada al autoconsumo y se practica en pequeñas extensiones de terreno.
- Agricultura industrial: La producción se destina a la comercialización en el mercado y se caracteriza por volúmenes significativos de producción.

Según los objetivos de rendimiento:

- Agricultura intensiva: Busca lograr altos volúmenes de producción en espacios reducidos, a menudo enfocada en un solo producto.
- Agricultura extensiva: Se desarrolla en terrenos extensos y utiliza menos recursos por hectárea en comparación con la agricultura intensiva.

2.6. MANEJO SOSTENIBLE EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

La agricultura sostenible es aquella que, en el largo plazo, contribuye a mejorar la calidad ambiental, satisface las necesidades básicas de fibra y alimentos humanos, es económicamente viable y mejora la calidad de vida del productor y la sociedad (Olivares *et al.*, 2018).

Un sistema de producción agraria es la agricultura sostenible que tiene como objetivo satisfacer las necesidades alimentarias y textiles de las generaciones presentes y futuras, al mismo tiempo que garantiza precios razonables para los consumidores y mantiene la viabilidad económica del sector agrario. Este enfoque busca evitar el deterioro del medio ambiente y la sobreexplotación de los recursos naturales (FAO, 2020). Podemos decir que la agricultura sostenible es un sistema de producción agraria conservador de recursos, ambientalmente sano y económicamente viable (Calzadilla, 2018).

La agricultura sostenible nace para desarrollar sistemas alternativos de agricultura que sean más acordes con las necesidades actuales, que demanda formas de producción más sostenibles y menos agresivas para el medio

ambiente, y que sean social y económicamente aceptables (Sánchez *et al.*, 2018).

El concepto de agricultura sostenible puede definirse como un sistema de prácticas agrícolas ecológicas basado en innovaciones científicas a través de las cuales es posible producir alimentos saludables con prácticas respetuosas (Guillén, 2020). Esto está implementado para el suelo, aire, agua, y respetando los derechos y salud de los agricultores.

La agricultura sostenible persigue satisfacer las necesidades humanas de alimentación saludable mediante diferentes principios básicos: (Benítez y Viñas, 2018) la mejora de la calidad en el medio ambiente, la preservación de los recursos naturales, el uso eficiente de los recursos agrícolas y de las fuentes de energía no renovables, la adaptación a los ciclos naturales biológicos, así como el apoyo al desarrollo económico-financiero rural y a la calidad de vida de los agricultores, para lograr una agricultura sostenible, los agricultores deben seguir una serie de acciones y principios clave de acuerdo a Kogut (2020):

- Anticiparse a los cambios: Es fundamental reconocer, aceptar, planificar y actuar en consecuencia frente a los desafíos y cambios que puedan surgir en el entorno agrícola.
- Reconocer e identificar recursos y limitaciones: Los agricultores deben ser conscientes de los recursos disponibles y las limitaciones del entorno en el que operan, y desarrollar estrategias para utilizar eficientemente los recursos y superar las limitaciones.
- Maximizar la calidad en todas las etapas: Se debe buscar la excelencia en la calidad de los productos y servicios en todas las etapas de la actividad agrícola, evitando conformarse con una calidad subóptima.
- Considerar la agricultura como un negocio: Las granjas sostenibles deben ser vistas principalmente como negocios, donde los beneficios obtenidos pueden ser reinvertidos internamente o dirigidos hacia otros fines sociales o metas ambientales.
- Asumir riesgos y realizar inversiones: Los agricultores deben estar dispuestos a asumir los riesgos necesarios, incurrir en deudas manejables e invertir considerando las oportunidades y dificultades tanto a corto como a largo plazo.

Los sistemas sostenibles tratan de hacer el mejor uso de los productos y servicios medioambientales sin dañarlos, adaptándose a la región y ajustándose al lugar (Kogut, 2020). La evidencia empírica demuestra que las iniciativas y proyectos exitosos en el ámbito de la agricultura sostenible surgen a partir de cambios en los métodos de producción agrícola, como la sustitución de fertilizantes por plantas leguminosas fijadoras de nitrógeno, el uso de "pesticidas" naturales en lugar de pesticidas químicos y la adopción de prácticas de labranza cero (Von Bothmer *et al.*, 2022)

Un concepto mejor que el extensivo es aquel que se centra en la intensificación de los recursos, haciendo un mejor y sostenible uso de los recursos existentes (por ejemplo: tierra, agua, biodiversidad) y las tecnologías (Guillén, 2020). Por ende, es importante desarrollar ampliamente la agricultura sostenible.

2.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Es importante conocer las diferentes formas y pasos que se deben de realizar para conseguir una adecuada agricultura sostenible. Los pasos esenciales para lograr la agricultura sostenible son los siguientes, de acuerdo con Bravo *et al.* (2020):

- Integrar procesos biológicos y ecológicos:

Se trata de incorporar y aprovechar los procesos naturales como los ciclos de nutrición, la fijación de nitrógeno, la regeneración del suelo, la alelopatía, la competencia, la depredación y el parasitismo, dentro de los procesos de producción de alimentos. Esto implica trabajar en armonía con la naturaleza y aprovechar los servicios ecosistémicos para lograr una agricultura más sostenible.

- Minimizar el uso de métodos no renovables y perjudiciales:

Es fundamental reducir al mínimo el uso de métodos agrícolas que dependen de recursos no renovables y que tienen impactos negativos en el medio ambiente, así como en la salud de los agricultores y los consumidores de alimentos. Esto implica disminuir el uso de pesticidas químicos, fertilizantes sintéticos y otros insumos que puedan tener consecuencias adversas.

- Valorar el conocimiento y habilidades de los agricultores:

Se busca fortalecer el capital humano de los agricultores, reconociendo y aprovechando su conocimiento y habilidades en la producción agrícola. Esto les brinda autonomía e independencia frente a terceros, evitando costos adicionales y promoviendo la resiliencia en el sector agrícola.

- Fomentar la colaboración y la resolución de problemas:

Se enfatiza en la capacidad de las personas para trabajar juntas y encontrar soluciones a problemas comunes en la agricultura y el manejo de los recursos naturales. Esto implica promover la colaboración entre agricultores, científicos, comunidades locales y otros actores relevantes para abordar desafíos como plagas, gestión de acequias, sistemas de riego, entre otros.

Los cuatro modelos de agricultura sostenible (la agricultura ecológica, la agricultura biodinámica, la permacultura y la producción integrada) tienen el mismo objetivo: labrar la tierra conservando los ecosistemas naturales (Olivares y Hernández, 2019). Todos estos modelos de agricultura sostenible han surgido a consecuencia del grave impacto ambiental de la agricultura convencional, como por ejemplo la disminución de insectos en los cultivos, que afecta gravemente a la producción agrícola (Caicedo *et al.*, 2020).

Actualmente, las técnicas de agricultura sostenible se presentan como una alternativa favorable a la agricultura convencional. Estas prácticas tienen un impacto positivo en la salud pública, ya que el proceso de cultivo se vuelve más seguro tanto para los agricultores como para los consumidores de alimentos. La agricultura sostenible se caracteriza por el uso responsable de insumos, como fertilizantes y pesticidas, lo que contribuye a reducir la presencia de residuos químicos en los alimentos. Además, se fomenta el uso de métodos naturales de control de plagas y enfermedades, lo cual disminuye la exposición a productos químicos nocivos (Kogut, 2020).

2.8. SOSTENIBILIDAD EN CULTIVOS DE ALGODÓN

Para lograr la sostenibilidad del cultivo del algodón fue preciso buscar las claves que hicieran posible que factores determinantes como climatología, suelo, disponibilidad de agua y estructura social, puedan ser integrados a través de cambios varietales, la utilización de sistemas tecnológicos de última generación y la formación en integración de sistemas de técnicos agrícolas (Pierce

Corporación, 2018). La sostenibilidad en los cultivos de algodón es un aspecto crucial para atender las necesidades de la industria textil y otras industrias relacionadas, al mismo tiempo que se busca reducir el impacto negativo en el medio ambiente.

De acuerdo con Saldívar (2018) para abordar estos problemas, se han desarrollado claves agronómicas y tecnológicas que promueven la sostenibilidad en la producción de algodón. Entre las medidas adoptadas se encuentra el uso de sistemas de labranza de conservación para proteger el suelo y prácticas de manejo integrado de plagas con énfasis en el control biológico. Asimismo, se han utilizado materiales genéticos con tolerancia y resistencia a problemas fitosanitarios.

Silva (2009) manifiesta que se viene adoptando el uso de variedades transgénicas, las que presentan las siguientes ventajas para el medio ambiente en relación con las variedades convencionales: Facilitan la adopción de sistemas de agricultura de conservación al contribuir a la reducción de la erosión del suelo, mantener la humedad del perfil del suelo durante más tiempo, mejorar propiedades físico-químicas del suelo y reducir el consumo de combustible en las labores y aplicaciones agrícolas.

2.9. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

La evaluación de la sostenibilidad consiste no sólo en incluir la tecnología, la inversión financiera, el conocimiento y las prácticas ecológicas, sino también y fundamentalmente considerar un cambio ético y filosófico respecto a la necesidad y responsabilidad hacia la conservación (Kent, 2020). Es decir, de la diversidad de las especies, culturas, sociedades y medio ambiente.

La discusión sobre el desarrollo sustentable implica la crisis de relaciones sociales entre los seres humanos y su evaluación no puede resultar de la simple extrapolación de los procesos naturales y sociales (Guevara y Vásquez, 2019). Dichos procesos no son sólo generados por la racionalidad económica e instrumental dominante, sino que son producto de la construcción social de una racionalidad considerablemente ambiental.

Dentro del contexto agrícola, existen diferentes modelos metodológicos para evaluar la sostenibilidad de la agricultura. El principal marco metodológico de análisis del desarrollo sustentable regional consiste en el modelo de presión-estado-respuesta (González *et al.*, 2020).

Este modelo se basa en la identificación y medición de variables que permiten evaluar el grado en que el sistema regional ha sido afectado por diferentes presiones sobre el medio ambiente, como la población, el desarrollo socioeconómico y el uso de recursos energéticos. Estas presiones se traducen en un estado ambiental, el cual puede ser caracterizado por variables relacionadas con los ecosistemas, el uso de la tierra, los bosques, los pastizales y la diversidad biológica.

Las variables de respuesta corresponden a las acciones generadas por la sociedad, tales como la información y participación, los convenios y las leyes (Bravo *et al.*, 2019). La aplicación de este modelo implica considerar diferentes escenarios, ya que tanto los problemas como las oportunidades y soluciones surgen de la evolución del uso del suelo y los recursos naturales. En este marco metodológico, se realiza una jerarquización de los diferentes conceptos hasta llegar a los indicadores.

En primer lugar, se obtienen las variables (presión, estado y respuesta), que a su vez están compuestas de diferentes elementos cuya relevancia debe establecerse en función de su significado para la sustentabilidad, donde cada elemento tiene algunas características significativas (Heredia, 2020). Finalmente, para cada descriptor seleccionado se definen uno o varios indicadores que sirven como medida del efecto sobre el sistema. En algunos casos, se incluyen indicadores de impacto que proporcionan información adicional sobre las consecuencias o efectos del uso de la tierra en los diferentes ecosistemas.

Es importante tener en cuenta que la comprensión de los indicadores puede requerir datos estadísticos adicionales que proporcionen información detallada sobre el efecto de las variables y elementos en el sistema evaluado.

2.10. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Son herramientas que se utilizan para evaluar el impacto de los procesos productivos en el medio ambiente (Ropero,2020). Permiten cuantificar el grado de responsabilidad y sostenibilidad ambiental de un individuo, organización o comunidad y sirven para observar de qué forma la actividad humana incide sobre el planeta (Jiménez, 2019).

La utilización de indicadores de sostenibilidad es fundamental para comprender y evaluar el desempeño ambiental de una actividad o proyecto. Estos indicadores proporcionan información cuantitativa y cualitativa sobre aspectos clave relacionados con la sostenibilidad, como el consumo de recursos naturales, las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de residuos, la conservación de la biodiversidad, entre otros.

Al medir y controlar el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente, los indicadores de sostenibilidad permiten identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas para reducir o mitigar los efectos negativos. Además, facilitan la comparación y el monitoreo a lo largo del tiempo, lo que ayuda a evaluar el progreso y el cumplimiento de objetivos ambientales y sociales (Ropero,2020).

Existen diferentes tipos de indicadores de sostenibilidad, pero se sustentan generalmente mediante tres dimensiones principales: ambiental, social y económico. Los indicadores ambientales son herramientas necesarias para el análisis y seguimiento de los procesos de desarrollo (Tonolli, 2019). Estas herramientas son utilizadas a diferentes niveles de la sociedad y permiten evaluar los efectos y consecuencias de las políticas y estrategias de desarrollo.

La selección de indicadores debe realizarse teniendo en cuenta las características y necesidades del usuario. Además, la difusión y aplicación de los indicadores para la toma de decisiones requiere un flujo constante de información, la armonización de metodologías e indicadores, y un equilibrio entre la validez científica, la aceptabilidad política y la factibilidad económica y técnica.

En el caso de la evaluación de la sostenibilidad en sistemas agropecuarios, la construcción de un conjunto de indicadores debe cumplir diversas funciones, de acuerdo a Ortegón (2015):

- Determinar los cambios y condiciones ambientales en relación con los procesos de desarrollo, dentro de la sociedad.
- Diagnosticar las causas y efectos de los problemas ambientales existentes y proporcionar bases para las respuestas y acciones adecuadas.
- Predecir los impactos futuros de las actividades humanas en el medio ambiente y proponer estrategias alternativas y políticas.
- Generar conciencia ambiental entre las partes interesadas y los responsables de la toma de decisiones.
- Proporcionar información confiable y comprensible sobre los costos y beneficios de un desarrollo sostenible compatible con el entorno natural.
- Es importante destacar que la selección de indicadores debe adaptarse a las características y necesidades específicas de cada contexto y usuario.

2.11. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Constituyen una metodología para evaluar las incidencias de los procesos productivos sobre el medio ambiente (Gaviria *et al.*, 2021). Estos indicadores permiten cuantificar el grado de responsabilidad y sostenibilidad ambiental de un individuo, organización o comunidad. A continuación, se muestra a través del siguiente cuadro (tabla 1) indicadores de sostenibilidad ambiental en los aspectos de suelo, agua y aire:

Tabla 1. Indicadores de sostenibilidad ambiental (suelo, agua y aire)

Indicadores clave		Principales atributos		
Ingreso neto de la unidad de producción	Ingreso neto	Productividad	Términos de intercambio	Superficie de suelo usado para la agricultura
Calidad del suelo y agua	Eficiencia del uso de agua	Balace de nutrientes	Superficie de vegetación nativa	Grado de fragmentación de la vegetación
Capacitación en el manejo de unidades de producción	Nivel educacional de agricultores	Índice de capacitación	Índice de actitud de conservación	Capacidad de plantación agrícola
Impactos ambientales fuera de la parcela	Nivel de contaminación química de alimentos	Turbulencia de agua	Frecuencia de tormentas de polvo	Superficie de zonas de contacto

Fuente: OMT (2020): Objetivos, metas e indicadores de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible

2.12. ALGODÓN

El algodón es una fibra textil de origen vegetal producida por una familia de plantas del género *Gossypium* y a la familia de las malváceas, conocidas como algodones, algodones o simplemente plantas de algodón (Burbano, 2018). Esta fibra, compuesta principalmente de celulosa, es aprovechada en la industria textil para la fabricación de telas y prendas de vestir. Es considerada como la fibra natural más importante a nivel mundial debido a su amplio uso y demanda (Burbano, 2018).

La celulosa, principal componente del algodón, es un polímero natural compuesto por moléculas de glucosa. Esta sustancia confiere al algodón sus propiedades físicas y químicas únicas. Además, el algodón es biodegradable, lo que lo convierte en una opción más sostenible en comparación con las fibras sintéticas (Montero, 2012).

2.12.1. TAXONOMÍA

Las plantas de algodón pertenecen al género llamado *Gossypium* con alrededor de 40 especies de arbustos de la familia *Malvaceae*, oriundos de las regiones tropicales y subtropicales tanto del viejo mundo como del nuevo mundo (López, 2020). El algodón es un arbusto que pertenece a la familia de las Malváceas y es originario de regiones tropicales y subtropicales. Existen diferentes especies autóctonas de algodón en diversas partes del mundo, como América, África y la India. El algodón ha desempeñado un papel significativo en la historia, especialmente a partir del siglo XIX cuando su producción y uso se incrementaron considerablemente. Incluso en la actualidad, el algodón sigue siendo una de las fibras naturales más importantes y representa aproximadamente la mitad del consumo mundial de fibras textiles (Sánchez y Gómez, 2021). A continuación, se presenta a través del siguiente cuadro (tabla 2) la taxonomía del algodón.

Tabla 2. Taxonomía del Algodón

CATEGORÍA	TAXON
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta

Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Subfamilia:	Malvoideae
Género:	<i>Gossypium</i> L.
Especie:	<i>G. barbadense</i> L. 1753

Fuente: Sánchez y Gómez (2021)

2.12.2. FISIOLÓGÍA

Dentro de las características principales del algodón se llega a encontrar lo siguiente: La raíz principal axonomorfa o pivotante. El tallo principal es erguido, con dos tipos de ramas, las vegetativas y las fructíferas. (González, 2022). Además, las hojas son pecioladas, de color verde intenso, lobuladas y están provistas de brácteas.

De acuerdo con Cañarte *et al.* (2019) el periodo o ciclo vegetativo del algodón pasa por tres etapas: La etapa de establecimiento del cultivo del algodón es crucial para asegurar un buen crecimiento y desarrollo de las plantas. Durante esta etapa, se producen diferentes procesos que deben ser tomados en cuenta en el manejo del cultivo.

El primer proceso es la germinación de las semillas, que generalmente ocurre en un período de tres a cuatro días después de la siembra. Durante este tiempo, las semillas absorben agua y comienzan a desarrollar las raíces y los brotes.

A continuación, se produce el crecimiento inicial de las plántulas, que puede durar entre 12 y 20 días. Durante esta fase, las plántulas desarrollan un sistema radicular más extenso y comienzan a formar las hojas verdaderas. Es importante asegurar las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y nutrientes para favorecer un crecimiento saludable de las plántulas.

Después de la fase de plántula, comienza la formación de estructuras en las plantas de algodón, que abarca aproximadamente desde los 30 hasta los 100 días después de la siembra. Esta etapa incluye procesos secuenciales como la

prefloración, que ocurre alrededor de los 30 a 40 días después de la siembra, y la floración, que se produce de 20 a 25 días después de la diferenciación floral.

2.12.2.1. VARIABLES AGRONÓMICAS

– PORCENTAJE DE PLÁNTULAS EMERGIDAS

De acuerdo con Cañarte *et al.* (2022), en la presente investigación se determinó las variables agronómicas y agroproductivas en el cultivo del algodón de colores en CIIDEA: Se realizaron tres registros a los 7, 14 y 21 días después de la siembra (dds) en el área útil de cada unidad experimental. Durante estos registros, se contabilizaron el número total de plantas emergidas y se estableció una relación con el número esperado de plantas en cada parcela. El objetivo fue evaluar la germinación y el establecimiento de las plantas de algodón *Gossypium barbadense* en cada área de estudio

– ALTURA DE LA PLANTA

Durante el periodo comprendido entre los 42 y los 154 días después de la siembra (dds), se llevaron a cabo lecturas mensuales de la altura de las plantas (m). Estas mediciones se realizaron desde la superficie del suelo hasta el ápice de cada una de las cinco plantas marcadas, utilizando una regla graduada. Este seguimiento permitió evaluar el crecimiento vertical de las plantas de algodón *Gossypium barbadense* a lo largo del tiempo y analizar posibles variaciones en su desarrollo.

– DIÁMETRO DEL TALLO

Durante el período comprendido entre los 42 y los 154 días después de la siembra (dds), se realizaron registros mensuales del diámetro del tallo (mm). Estas mediciones se llevaron a cabo a una altura de 10 cm desde la base del suelo utilizando un calibrador digital "vernier". El objetivo fue evaluar la variación en el grosor del tallo de las plantas de algodón *Gossypium barbadense* a lo largo del tiempo, lo que proporcione información importante sobre su desarrollo y fortaleza estructural.

2.12.2.2. VARIABLES AGROPRODUCTIVAS

– NÚMERO DE BOTONES FLORALES

A partir de los 77 días después de la siembra (dds), se realizaron anotaciones semanales sobre la fecha de aparición de la primera flor en cada parcela. Una vez que se observó la primera flor, se contabilizó semanalmente el número de flores por planta en las cinco plantas marcadas de cada parcela útil. Este seguimiento se llevó a cabo hasta aproximadamente los 126 dds. El objetivo fue evaluar el desarrollo y la producción de flores en las plantas de algodón *Gossypium barbadense*, lo que proporcionó información valiosa sobre la fenología reproductiva de la especie y su potencial de rendimiento.

– RENDIMIENTO EN KG/PARCELA Y KG HA-1:

En cada uno de los tres momentos de cosecha programados, aproximadamente a los 150, 170 y 200 días después de la siembra (dds), se realizó el registro del peso de algodón en rama por parcela útil, expresado en kilogramos. Estos valores fueron acumulados para obtener el peso total de algodón por parcela en kilogramos y, a partir de esta cifra, se calculó el rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha).

Utilizando esta información, se determinó la proporción de algodón cosechado en cada uno de los momentos de cosecha. Estos análisis permitieron evaluar la productividad y la distribución de la cosecha a lo largo del tiempo, brindando datos clave para la optimización de la producción de algodón *Gossypium barbadense*.

– RELACIÓN FIBRA/SEMILLA:

Se tomó una muestra de 100 g de algodón en rama para proceder a su desmote, separando la fibra de las semillas. A través de este proceso, se determinó el peso en gramos de la fibra y las semillas por separado. Con esta información, se calculó la relación porcentual entre la fibra y las semillas, lo que permitió evaluar la calidad de la fibra de algodón *Gossypium barbadense* y su potencial de rendimiento en términos de proporción de fibra aprovechable. Este análisis es crucial para comprender la composición y la calidad de la cosecha y para tomar decisiones estratégicas en la cadena de producción del algodón.

2.13. CULTIVOS DE ALGODÓN EN ECUADOR

El algodón *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) en el Ecuador, ha sido tradicionalmente cultivado en el Litoral ecuatoriano (Sotelo, 2022). En Ecuador, el cultivo de algodón tuvo un importante desarrollo durante la década de los setenta, convirtiéndose en un rubro destacado del sector agrícola y generador de divisas para el país. En ese período, se llegaron a cultivar alrededor de 36,000 hectáreas de algodón a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021).

Sin embargo, la producción de algodón en el país disminuyó significativamente debido a diversos factores, como la competencia de otras fibras sintéticas, los problemas de rentabilidad del cultivo y la falta de tecnología y apoyo para los productores.

A partir del año 2018, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) retomó los estudios en algodón en Ecuador en el marco del proyecto regional +Algodón. Este proyecto, denominado "Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar", es liderado por la Cooperación Sur - Sur Trilateral, que involucra a la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador, quienes también aportan recursos financieros para su desarrollo (INIAP, 2021).

Este proyecto se implementó para contribuir al desarrollo sostenible del sector algodonero y mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores familiares y campesinos (INIAP, 2021). Es importante destacar que el proyecto regional +Algodón no se limita únicamente a Ecuador, sino que involucra a varios países de la región, como Perú, Paraguay, Colombia, Bolivia y Ecuador. En el caso de Ecuador, la participación del INIAP como punto focal del proyecto es fundamental.

El INIAP, a través de la estación experimental Portoviejo, ha desempeñado un papel clave en la actualización y desarrollo de tecnologías sostenibles en el manejo agronómico y fitosanitario del cultivo de algodón. Se han abordado diferentes aspectos relacionados con el cultivo, como la selección y uso

adecuado de material de siembra, la determinación de la densidad poblacional óptima, la fertilización adecuada, el tratamiento de la semilla, el uso responsable de reguladores de crecimiento y el desarrollo de alternativas para el manejo racional de plagas.

Por otro lado, se han cubierto aspectos de material de siembra, densidad poblacional, fertilización, tratamiento a la semilla, uso adecuado del regulador de crecimiento y alternativas para el manejo racional de plagas, con la finalidad de contar con un programa de manejo sostenible del cultivo de algodón (INIAP, 2021).

El desarrollo de estas tecnologías han sido el resultado de tres años de investigación, que han permitido alcanzar promedios de rendimiento entre los 4.000 a 5.000 kg/ha (INIAP, 2021).

2.14. PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO EN ECUADOR

La producción del algodón nativo en Ecuador se da generalmente en las provincias litorales de Manabí y Guayas (Chinga, 2020). Sin embargo, en un comunicado enviado en el 2021 por los agricultores al Gobierno Nacional se explica que el incremento en el valor de la mano de obra, sumado al bajo rendimiento económico del cultivo, condujo a la decisión de los agricultores de reemplazar la siembra de algodón en el país por maíz y productos agrícolas de mayor rentabilidad.

La industria textil pierde un insumo y se condiciona cada vez más a la importación. Según cifras oficiales de la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas, durante 2019 Ecuador produjo menos de 456 toneladas de algodón, cifra que hace 30 años se elevaba por encima de las 34.000 toneladas.

El país cuenta actualmente con menos de 3000 hectáreas de cultivos de algodón que en los próximos meses y años migrarán definitivamente hacia otros productos (Zambrano, 2022). Es cierto que la siembra de algodones orgánicos especializados en Ecuador ha experimentado una reducción y actualmente no tiene una participación relevante en la producción local de algodón. Esto significa que la mayoría de la materia prima de algodón utilizada en Ecuador es importada, principalmente de Estados Unidos, representando más del 50% de

las compras del país. Sin embargo, Ecuador también cuenta con otros proveedores en la región, como Brasil y Perú, para abastecer parte de su demanda de algodón (González, 2021).

La dependencia de la importación de algodón plantea desafíos en términos de seguridad alimentaria, sostenibilidad y desarrollo de la industria textil en Ecuador. El fomento de la siembra y producción local de algodón orgánico puede ser una alternativa para reducir la dependencia de las importaciones y promover la autosuficiencia en la producción de algodón (González, 2021).

2.15. SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL ALGODÓN NATIVO

El algodón se cultiva en todo el mundo, pero el algodón convencional es un cultivo químicamente intensivo con graves consecuencias para el aire, el agua, el suelo y el clima de la tierra, así como la salud de los trabajadores agrícolas y los procesadores de algodón (Arellano, 2019). Por el contrario, el algodón nativo se cultiva, procesa y termina con métodos que se centran en la construcción de la salud de los ecosistemas, y la reducción del uso de pesticidas tóxicos, fertilizantes sintéticos y productos químicos de procesamiento peligrosos.

Si bien una amplia gama de investigaciones ha demostrado que la producción nativa puede proporcionar beneficios ambientales significativos, pocos estudios han examinado las prácticas específicas utilizadas por los productores y procesadores de algodón nativo en los Estados Unidos para documentar los impactos reales de esas prácticas.

Ahora, una nueva colaboración de investigación entre The Organic Center y la Universidad Estatal de Iowa, y financiada por el Consejo de fibras de la Asociación de Comercio Orgánico, llena este vacío mediante la encuesta de productores de algodón nativo (Calle, 2021). Siendo en este caso para comprender mejor los enfoques y métodos específicos utilizados en la producción y procesamiento de algodón nativo, y los impactos ambientales de esas técnicas.

El estudio recomienda que las investigaciones futuras se centran en superar los desafíos a los que se enfrentan actualmente los cultivadores y procesadores nativos, ya que las variedades nativas de mayor rendimiento y los métodos

mejorados de gestión de las hierbas nativas contribuirán a una industria más robusta del algodón nativo en el mundo. Corresponde a las universidades, las ONG y los grupos industriales trabajar juntos para lograr el objetivo de crear un sector del algodón nativo impregnado de los principios de la ecología, la salud, la equidad y la atención (Comisión Interamericana de Agricultura Orgánica, 2019).

El estudio confirma que el algodón nativo es una excelente alternativa ambiental a la producción convencional (CIAO, 2019). Sus hallazgos reflejan una base sólida de investigaciones pasadas y en curso de que el algodón nativo es fundamental para reducir el uso de pesticidas, prevenir la contaminación del agua y reducir el uso de agua, apoyar la biodiversidad y ayudar a mitigar el cambio climático.

2.16. CADENA DE VALOR Y BIOEMPRESARIOS DEL ALGODÓN

La identificación del modelo de la cadena es un ejercicio que permite definir gráficamente, los eslabones de una cadena productiva y sus respectivos segmentos (Espinoza y Suárez, 2019). Los bioemprendimientos en el sector del algodón buscan generar valor económico, social y ambiental a través de prácticas sostenibles y la producción de productos de algodón orgánico o sustentable (Aguirre, 2021).

Los bioemprendimientos en el contexto del algodón se refieren a iniciativas empresariales que buscan generar valor económico, social y ambiental a través de la producción y comercialización de productos de algodón orgánico o sustentable. Estos emprendimientos se basan en prácticas agrícolas y procesos de producción sostenibles, promoviendo la conservación del medio ambiente, el bienestar social y la calidad del producto final (Aguirre, 2021).

Existen seis eslabones que son parte del desarrollo de la cadena productiva de la industria del algodón, de acuerdo con Bazurto (2022):

- Proveedores de agroinsumos: Son los encargados de suministrar materiales, insumos, maquinaria y servicios necesarios para la producción de algodón. Estos proveedores abastecen a los demás actores de la cadena con los elementos requeridos en el proceso productivo.

- Agricultores: Representan el eslabón de producción primaria, que incluye a los agricultores medianos y pequeños. Son responsables de cultivar y cosechar el algodón, siguiendo prácticas agrícolas adecuadas y utilizando los insumos proporcionados por los proveedores.
- Integradores: Estos actores, como las agremiaciones regionales, se encargan del proceso de desmote del algodón, ya sea directamente o a través de la contratación de otros integradores con desmotadora. Realizan la transformación de la fibra de algodón en un estado apto para su comercialización.
- Comercializadores de fibra de algodón: Constituyen el eslabón encargado de la comercialización de la fibra de algodón producida. Se dedican a la compra y venta de la fibra a nivel local o internacional, asegurando su distribución hacia los siguientes eslabones de la cadena.
- Industria del hilado: Este eslabón agrupa a las grandes industrias dedicadas al proceso de hilado, es decir, la transformación de la fibra de algodón en hilazas. Estas industrias cuentan con infraestructura y capacidad tanto importadora de materias primas como exportadora de producto final. También existen pequeñas productoras de hilazas a nivel regional con nichos de mercado nacionales.
- Industria textil: Conformado por grandes industrias, este eslabón se encarga de la fabricación de productos textiles a partir de las hilazas de algodón. Estas industrias cuentan con infraestructura, alta ocupación de mano de obra y capacidad tanto de abastecer el mercado nacional como de exportar productos terminados. Además, también proveen a los comercializadores de textiles y confeccionistas.

Es importante tener en cuenta que estos eslabones pueden variar en cada contexto y país, y existen otros actores involucrados en la cadena de valor del algodón, como los confeccionistas y los minoristas, que contribuyen a la transformación y distribución final de los productos textiles elaborados con algodón.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en CIIDEA, la misma que se ubica en el Sitio “El Limón” de la ciudad de Calceta, en la cuenca del río Carrizal. Este centro de investigación pertenece a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (Figura 1), en el que se ejecutan varios proyectos que tienen relación con el desarrollo agropecuario y tecnológico de la zona. En la tabla 3 se establecen las características principales de la zona de estudio:

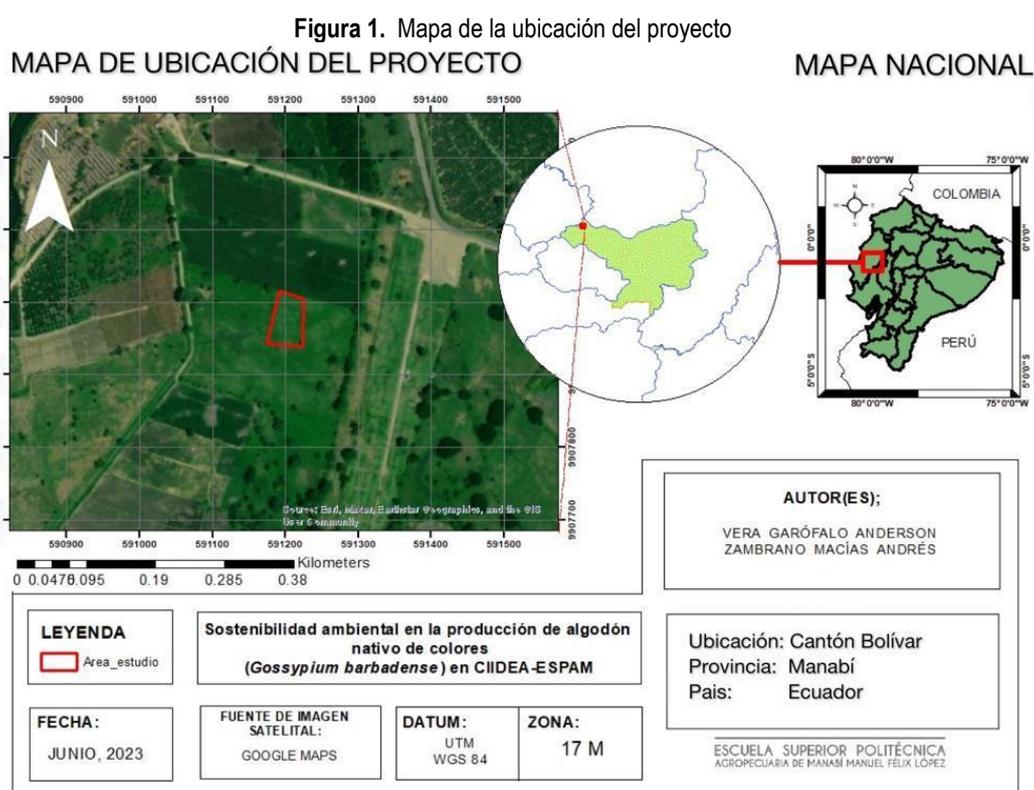


Tabla 3. Características del área de estudio

Características	Valle del Río Carrizal-Chone
Sitio	El Limón
Parroquia	Calceta
Cantón	Bolívar
Provincia	Manabí
Coordenadas (G.M.S.)	00°49'27,9" S; 80°10'47.2" W
Altitud (m s.n.m.)	16
Precipitación media anual (mm)	982,05
Temperatura media (°C)	26,24
Humedad Relativa media (%)	82,43
Heliofanía (horas sol año)	1097,37
Topografía	Valle

Fuente: Anuario meteorológico del INAMHI (2011-2019). Estación meteorológica de la ESPAM MFL

3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 9 meses, a partir de la aprobación de la planificación del trabajo de integración curricular.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. DESCRIPTIVA

En la presente investigación se trabajó en concordancia a las realidades de los sucesos en el análisis de información relevante (Guevara *et al.*, 2020) mediante la ejecución de visitas periódicas a CIIDEA, con el fin de recabar información para establecer el nivel de sostenibilidad ambiental en relación a la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*).

3.4. VARIABLES DE ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Producción de algodón nativo de colores.

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Sostenibilidad ambiental.

3.5. MÉTODOS

3.5.1. MÉTODO HISTÓRICO COMPARATIVO

Este método permitió recabar información para evaluar y caracterizar las variables agronómicas y productivas del cultivo, una de las herramientas fundamentales en el análisis es la comparación, que en los últimos años ha tenido un papel crucial en éxito intelectual y en legitimar el enfoque de trabajos (Collier, 2019).

3.5.2. MÉTODO DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

El desarrollo de la investigación se fundamentó en el método de análisis cuantitativo, el cual permite responder a la necesidad de los investigadores

referente a la interpretación de datos (Watkins, 2020) la cual se orienta a la caracterización de la producción de algodón nativo de colores en CIIDEA.

3.5.3. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

Este método permitió extraer información de varias tesis, artículos y libros, que sirvió de apoyo como material base para la sostenibilidad ambiental, cabe mencionar que es sumamente importante validar esta información con diferentes fuentes bibliográficas (Crespo, 2020).

3.5.4. MÉTODO SINTÉTICO

El método sintético expone la necesidad de parte del investigador para determinar mediante el “conocimiento de los elementos esenciales e imprescindibles de una realidad y de las relaciones que los vinculan para tratar de alcanzar un conocimiento” (Calduch, 2014), orientada en el desarrollo de la guía de buenas prácticas en la producción de algodón.

3.6. TÉCNICAS

3.6.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Se logró identificar las variables agronómicas y productivas más importantes del cultivo, de igual manera permitió la recolección información para el análisis de los indicadores de sostenibilidad, ya que la observación directa permite prestar atención a “la realidad de los hechos y registrar lo más importante” (Mendoza, 2020).

3.6.2. ENTREVISTA

Una técnica para el proceso de recopilación de información sobre el cultivo del algodón, en referencia a los indicadores de sostenibilidad fueron las entrevistas, las cuales estuvieron dirigidas; tanto a los técnicos del INIAP como al personal del campo de CIIDEA, fue fundamental la entrevista ya que es una técnica de investigación cualitativa que permitió recopilar datos importantes, siempre y cuando “se mantenga el grado de exactitud en las descripciones e interpretaciones” (Bernardo, 2011).

3.7. PROCEDIMIENTO

3.7.1. FASE I. CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*), PARA ESTABLECER CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS DESEABLES

Se buscó establecer características agronómicas y agroproductivas de diez líneas de algodón de colores, desde su proceso inicial como es el tratamiento y selección de la semilla, hasta su cosecha, para esto se recopiló información a través de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”, el cual ha sido desarrollado bajo un sistema de sostenibilidad tecnológica implementado por el INIAP (2022) en CIIDEA de la ESPAM MFL, bajo el proyecto denominado “Generación y validación de tecnologías para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium spp.* (*Malvaceae*) en esta zona del litoral ecuatoriano”. Esta fase se dividió en las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 1: EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS Y AGROPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES

Se evaluó el porcentaje de plántulas emergidas, diámetro del tallo y la altura de la planta (variables agronómicas) (Campuzano *et al.*, 2015) y de igual manera el número de botones florales, rendimiento de la producción en kg/parcela $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y la relación fibra-semilla (variables agroproductivas) (Bonilla *et al.*, 2020) que se detallan en la tabla 4. En este caso, se utilizó tanto el método de observación directa como el método histórico comparativo, a través de fichas de evaluación (anexo 1).

Tabla 4. Variables a evaluar

Variables Agronómicas	Variables Productivas
Porcentaje de plántulas emergidas (%ppe)	Número de botones florales (n°bf)
Diámetro del tallo (mm)	Rendimiento (kg/parcela y kg/ha)
Altura de planta (cm)	Relación fibra-semilla (F/S)

Fuente: Adaptado de INIAP (2022)

ACTIVIDAD 2: DETERMINACIÓN DE LAS VARIEDADES DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES CON MEJORES CARACTERÍSTICAS PARA SU REPLICACIÓN EN LA ZONA

A partir de la evaluación de las variables mencionadas anteriormente se establecieron las variedades de algodón de colores que presenten mejores características y condiciones para su adaptabilidad y posterior replicación en la zona (Campuzano y Buenaventura, 2020) para lo cual se recabó información mediante el método histórico comparativo.

3.7.2. FASE II. APLICACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*)

Se utilizaron los antecedentes metodológicos propuestos por Pinedo *et al.* (2020) a través de este trabajo se propuso una serie de indicadores para evaluar la sostenibilidad en ámbitos agrícolas. Esta fase se compone de las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 3: CARACTERIZACIÓN, DEFINICIÓN E INTERPRETACIÓN DE INDICADORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Considerando la metodología propuesta por Pinedo *et al.* (2020) se establecieron los indicadores y subindicadores (ver tabla 5) de la dimensión ambiental a evaluar, se utilizó una ficha de indicadores, la que contuvo la definición del indicador y subindicador desde términos teóricos, así como la manera en la que se pretendía interpretar, esto con el fin de formar una base conceptual sobre los indicadores y conocer cuál es el fundamento bajo el que se aplicaron.

Tabla 5. Indicadores y subindicadores de la sostenibilidad

Indicador	Subindicador
Conservación de la vida del suelo (COVISU)	Rotación de cultivos (ROFUL)
	Diversificación de cultivos (DICUL)
	Aplicación de materia orgánica (MAOR)
	Preparación de terreno (PETRE)
Riesgo de erosión (RIESER)	Pendiente predominante (PEPRE)
	Cobertura vegetal (CONVA)
Manejo de la Biodiversidad (MABDV)	Conservación de variedades nativas de algodón (CONAL)
	Manejo de plagas/ enfermedades (MAPLA)
	Uso de semilla de calidad (USECA)

Fuente: Pinedo *et al.* (2020)

Los indicadores propuestos anteriormente fueron complementados con los propuestos por Álvaro y Arlex (2013), donde se enfocan principalmente en los aspectos, tales como: terreno del cultivo, la materia orgánica, las propiedades del algodón, su sistema de producción, su cobertura vegetal, la gestión de plagas, manejo de semillas y reducción del uso de agroquímicos sintéticos. En concordancia con dichos autores, estos indicadores están directamente relacionados con las características de la zona y del cultivo dentro de este objeto de estudio. Por consiguiente, los indicadores seleccionados se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Caracterización, definición e interpretación de indicadores de la dimensión ambiental

Nombre	Definición	Interpretación
Rotación de cultivos	Sucesión recurrente y regular de diferentes cultivos en el mismo terreno a lo largo del tiempo	Aumento de la disponibilidad de los nutrientes, mejora estructura del suelo y su actividad biológica, y reduce la incidencia de plagas. Se mide en la frecuencia de las rotaciones
Diversificación de cultivos	Una misma parcela con dos o más especies de cultivos	Provee al suelo de una protección contra los agentes climáticos y disminuye el riesgo de erosión. Se mide en N° de especies/parcela/campaña
Incorporación de materia orgánica	Aplicación de enmienda orgánica en los suelos	Mejora la fertilidad física, química y biológica del suelo. Suministra nutrientes en las plantas. Se mide en la cantidad aplicada (t/ha)
Preparación del terreno	Labores o técnicas realizadas para acondicionar el suelo para el establecimiento del cultivo	Afecta la estructura del suelo y el grado de compactación, la fertilidad natural, la diversidad de flora y fauna del suelo y otros. Se mide en tipo intensidad de labranza de suelos
Sistema de producción	Tradicional, orgánica, mixta y convencional que se practica en la zona de estudio, con menor o mayor grado de dependencia de insumos externos	Determinar el grado de dependencia o autonomía de insumos externos

Pendiente predominante	Declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal. Se puede medir en grados o porcentajes	Influye en el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, la velocidad del agua de escorrentía será mayor. Se mide en porcentaje
Cobertura vegetal	Tiempo de permanencia de cobertura vegetal (cultivo, rastrojo, vegetación natural o espontánea)	La presencia de una cobertura vegetal ofrece una protección efectiva contra el impacto de las gotas de lluvia, lo cual reduce la desagregación de las partículas que conforman los agregados del suelo. Se mide en N° de variedades nativas empleadas
Conservación de variedades nativas	Mantenimiento de variedades nativas	Permite mantener la constante evolución de los cultivos por efecto natural, se adaptan a las condiciones locales, amplían la diversidad alimentaria. Se mide en el N° de variedades nativas empleadas
Gestión de plagas	Medidas de control para disminuir la población de plagas que afecta el cultivo de algodón	Previene el ingreso de plagas y reduce la posibilidad de que estas dañen el cultivo, disminuye la dependencia de agroquímicos sintéticos utilizando métodos poco invasivos, Se mide en función del tipo del control empleado
Manejo de semilla de calidad	Clases y categoría de semillas	Garantiza la calidad, son resistentes a plagas y enfermedades. Se mide en función de la calidad y origen de la semilla
Uso y conservación de agua	Importancia de reducir el uso del agua, sobre todo procurando eliminar su mal uso	Permite el desarrollo adecuado del cultivo. Se mide en la cantidad aplicada
Reducción del uso de agroquímicos sintéticos	Medidas que permitan reducir el uso de elementos químicos contaminantes	Afectan la estructura del suelo y afecta las funciones ecosistémicas. Se mide en función de la cantidad de agroquímicos utilizados

Fuente: Adaptado de Álvaro y Arlex (2013) y Pinedo, *et al.* (2020)

ACTIVIDAD 4: INDICADORES, SUBINDICADORES, Y ESCALA DE VALORACIÓN DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN PORCENTAJE

Se establecieron los indicadores y subindicadores a partir de la ficha elaborada en el apartado anterior y agregándole los subindicadores determinados a partir de la interpretación de los indicadores iniciales, se determinaron escalas de valoración para cada subindicador (anexo 2) y umbrales mínimos y máximos de sostenibilidad, estos permitieron determinar estadísticamente el grado de sostenibilidad ambiental del cultivo.

Se determinaron cinco escalas de valoración por cada subindicador, de cara a establecer el porcentaje de valoración que se le otorgará a cada uno, esta escala se instauró considerando que cada subindicador por su naturaleza tiene diferentes características y por ende deben ser evaluados de diferente manera, finalmente fueron establecidos cuatro indicadores, con un total de doce subindicadores y cinco escalas por indicador, como se establece en la tabla 7.

Tabla 7. Indicadores, subindicadores, escala del subindicador y valor porcentual

Indicador	Subindicador	Escala del Subindicador	Valor %
Conservación de la vida del suelo	Rotación de cultivos	Rota cada año con leguminosas	100
		Rota cada año con cereales	75
		Repite el mismo cultivo con una siembra sucesiva	50
		Repite el mismo cultivo con dos siembras consecutivas	25
		No realiza rotación	0
	Diversificación de cultivos	Más de 5 cultivos	100
		Hasta 4 cultivos asociados	75
		Tres cultivos	50
		Dos cultivos	25
		Monocultivo	0
	Incorporación de materia orgánica	Más de 5 k/parcela	100
		Hasta 3 k/ parcela	75
		Hasta 2 k/ parcela	50
		Hasta 1 k/ parcela	25
		No incorpora MO	0
	Preparación del terreno	Labranza mínima manual	100
		Labranza con tracción animal	75
		Labranza mixta (manual y tracción animal)	50
		Labranza con tractor de rastra una pasada	25
		Labranza tractor de rastra y surcado por más de dos pasadas	0
Riesgos de erosión	Pendiente predominante	De 0 al 5%	100
		De 5 al 15%	75
		De 15 al 30%	50
		De 30 al 45%	25
		Mayor a 45%	0
Cobertura vegetal	Cobertura todo el año con instalaciones de forrajes y otros cultivos	100	

		Cobertura con cultivos y con rastrojos	75
		Cobertura todo el año/dos cultivos consecutivos	50
		Cobertura parcial solo durante el cultivo de algodón	25
		Sin cobertura vegetal en el periodo del cultivo	0
	Conservación de variedades nativas	Mayor a 5 variedades nativas	100
		De 4 a 5 variedades nativas	75
		De 2 a 3 variedades nativas	50
		Conserva una variedad nativa	25
		No conserva ninguna variedad nativa	0
Manejo de biodiversidad	Gestión de plagas	Control por regulación de agroecosistemas	100
		Con biocidas artesanalmente preparados	75
		Insecticidas biológicos	50
		Manejo integrado de plagas (MIP)	25
		Control químico	0
	Manejo de semilla de calidad	Propia seleccionada	100
		Semilla no certificada	75
		Certificada, categoría autorizada	50
		Certificada, categoría certificada	25
		De origen desconocido sin seleccionar	0
Uso y conservación de agua	Secano	100	
	Sistema de riego por goteo	75	
	Sistema de riego por aspersores	50	
	Sistema de riego manual	25	
	Sistema de riego por inundación	0	
Conservación de las funciones ecosistémicas	Uso de agroquímicos sintéticos	Ligeramente persistente	100
		Poco persistente	75
		Moderadamente persistente	50
		Altamente persistente	25
		Permanente	0
Sistema de producción	Agricultura de conservación	100	
	Policultivos	75	
	Agricultura extensiva	50	
	Monocultivos	25	
	Agricultura intensiva	0	

Fuente: Adaptado de Álvaro y Arlex (2013) y Pinedo, *et al.* (2020)

De acuerdo a la tabla 7 el indicador número uno define la conservación de la vida del suelo, para este indicador se establecieron cuatro subindicadores relacionados con la rotación y diversificación de los cultivos, la materia orgánica utilizada y las técnicas utilizadas para la preparación del terreno, por su parte el indicador dos establece los riesgos de erosión del suelo, para esto se determinaron dos subindicadores que tienen relación con la pendiente en la que se encuentra el cultivo puesto que esta influye en el proceso erosivo del suelo, así mismo la cobertura vegetal.

Para el indicador tres se estableció el manejo de la biodiversidad y se encuentra conformado por tres subindicadores que evalúan la conservación de variedades

nativas de algodón, la gestión de plagas y el manejo de semillas de calidad, finalmente el último indicador evalúa la conservación de las funciones ecosistémicas que se encuentra determinado por el uso y conservación del agua, el uso de agroquímicos sintéticos y el sistema de producción.

ACTIVIDAD 5: APLICACIÓN DE LOS INDICADORES SELECCIONADOS EN EL CULTIVO DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*)

Se aplicó la ficha final de indicadores y subindicadores en el cultivo de algodón mediante una entrevista semiestructurada (anexo 3) que tuvo como finalidad conocer en qué medida fueron aplicados los indicadores seleccionados, esta será aplicada a los técnicos a cargo del cultivo y demás colaboradores.

Con base en los datos obtenidos se determinó cuáles son los umbrales máximos y mínimos de sostenibilidad mediante la escala que se presente en la tabla 8 respecto a cada indicador, se determinó la escala de valoración porcentual en el que se estableció 0% como el valor menos sustentable y 100% como el valor más sustentable, para obtener el resultado por cada indicador se establece utilizar una media ponderada, de esta manera se utilizará la siguiente escala de valoración global para determinar el porcentaje de sostenibilidad por cada uno de estos indicadores.

Tabla 8. Escala de sostenibilidad ambiental

Escala de sostenibilidad (%)	Nivel de sostenibilidad
0 a 24,9	Nivel crítico, sistema de producción insostenible
25 a 49,9	Nivel bajo de sostenibilidad
50 a 74,9	Nivel medio de sostenibilidad
75 a 99,9	Nivel intermedio de sostenibilidad
100	Nivel óptimo de sostenibilidad

Fuente: Pinedo *et al.* (2020)

3.7.3. FASE III. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*)

ACTIVIDAD 6. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE ALGODÓN DE COLORES (*Gossypium barbadense*)

La metodología propuesta por el Ministerio de agricultura y ganadería de Ecuador [MAGAP] (2020) para la elaboración de la guía de buenas prácticas ambientales busca establecer medidas para controlar, evitar, mitigar y enmendar los impactos ambientales generados por esta actividad. Cabe mencionar que la guía se realizó con información obtenida de la literatura existente, se adaptó la metodología de Montero y Quintero (2010) referente a “Guías de buenas prácticas ambientales para el cultivo de flores y ornamentales 2010”, la cual consta de las siguientes partes:

- Introducción
- Antecedentes
- Importancia de la Guía
- Objetivo
- Alcance de la Guía
- Recomendaciones Generales
- Anexos

CAPÍTULO IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*), PARA ESTABLECER CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS DESEABLES

Se identificaron el color de la fibra (características organolépticas) y el código respectivo, como se evidencia en la tabla 9.

Tabla 9. Accesiones de algodón de colores

Trat.	Código	Color de fibra	Categoría de color de Fibra	Imagen de referencia
1	ECGPRSMV-005	Marrón	3	
2	ECGPRSMV-016	Beige	2	
3	ECGPMV-027	Beige	2	
4	ECGPMV-028	Beige	2	
5	ECGPRSWR-036	Beige	2	

6	ECGPRSMV-015	Blanco	1
7	ECGPRSWR-030	Blanco	1
8	ECGPRSWR-033	Blanco	1
9	ECGPRSMV-017	Extra blanco	1
10	ECGPRSMV-018	Extra blanco	1



Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

A través de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”, se analizaron y determinaron tres variables de tipo agronómicas y tres agroproductivas que permitieron establecer cuál de las accesiones que formaron parte del experimento es la que presenta mejores características para su replicación en la zona, en la tabla 10 se presentan los datos promedios de las variables por accesiones de algodón.

Tabla 10. Datos promedios de las variables por accesiones de algodón (*Gossypium barbadense*)

TABLA DE RESULTADOS													
ACCESIONES DE ALGODONES													
FECHA	VARIABLES	REPETICIÓN TRATAMIENTOS	(1-2-3)										UNIDAD
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
04/03/2022 (21 días)	Agronómicas	Porcentaje de plántulas emergidas	33,00	41,83	43,33	51,33	50,17	64,50	38,50	48,33	69,50	57,67	(%ppe)
19/07/2022 (158 días)		Diámetro del tallo	38,53	35,33	35,27	33,47	33,40	32,87	33,40	30,60	36,33	34,40	(mm)
19/07/2022 (158 días)		Altura de planta	262,7	278,8	262,6	278,7	316	295,2	264,1	276,8	271,2	268,1	(cm)
13/07/2022 (153 días)	Agroproductivas	Número de botones florales (n°bf)	96,87	48,87	88,67	87,80	18,73	59,27	34,47	263,1	333,4	325,2	-
9/11/2022 (272 días)		Rendimiento total (kg/parcela)	2,88	2,63	4,34	4,54	2,27	3,33	1,99	4,74	6,14	5,64	kg
10/11/2022 (273 días)		Relación fibra-semilla (F/S)	41,33	43,01	43,01	43,67	44,33	42,01	42,33	43,33	44,67	41	-

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

De acuerdo con la figura 2 en relación a la variable % de emergencia, se obtuvo que el tratamiento IX (accesión ECGPRSWR-031) tuvo un porcentaje de 69,5% de emergencia, similares a los presentados por Cañarte, *et al.* (2019) al analizar las accesiones ECGPRSWR-032, ECGPRSWR-031 obteniendo un porcentaje de emergencia de 69%. Sin embargo, al comparar con los resultados obtenidos por Cañarte, *et al.* (2018) se encontró que existe discrepancia, presentando un % de germinación mayor (90%) en un tiempo menor al aplicado en la presente investigación.

Gil y López (2013) lo acredita a que las clases de semillas silvestre o aborigen presentan una tasa de emergencia menor que se debe a la mayor presencia de linters que son los pelos cortos o pelusas que se adhieren a las accesiones de algodón. Pérez (2018) acota que existen parámetros químicos del suelo como el pH y conductividad eléctrica, que pueden afectar negativamente al proceso de emergencia de plántulas.

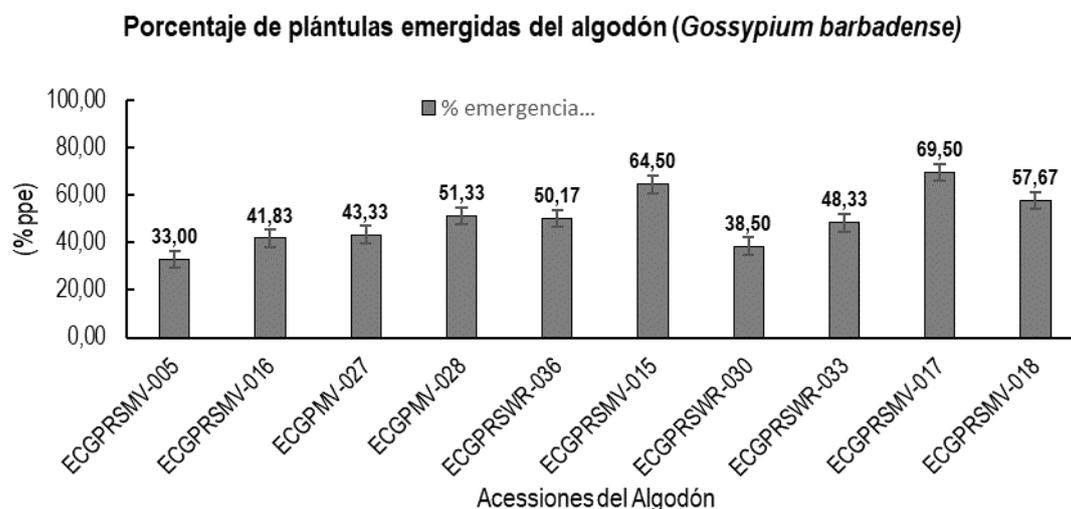


Figura 2. Porcentaje de plántulas emergidas (%ppe) del algodón (*Gossypium barbadense*).

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto "Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático"

En la figura 3 se grafica la variable agronómica diámetro del tallo, la cual muestra mejores resultados en el tratamiento I, alcanzando un valor de 38,53 mm a los 152 días desde el establecimiento del cultivo. Es importante resaltar que la accesión ECGPRSMV-005 sobresale significativamente por encima de las demás en relación con este parámetro, tal como se observa en la figura 3.

Estos hallazgos son consistentes con los resultados obtenidos en la investigación titulada "Generación y validación de tecnología para el desarrollo del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano" llevada a cabo por Cañarte *et al.* (2019) que menciona que la variedad BRS-336 alcanzó un diámetro del tallo de 38,20 mm a los 158 días. Sotelo (2022) agrega que la disminución de diámetro del tallo es influyente en la calidad de la fibra y rendimiento de las parcelas, es por ello que Zambrano *et al.* (2022) acota la necesidad de aplicar inhibidores de crecimientos, que permitan incrementar el rendimiento de los procesos.

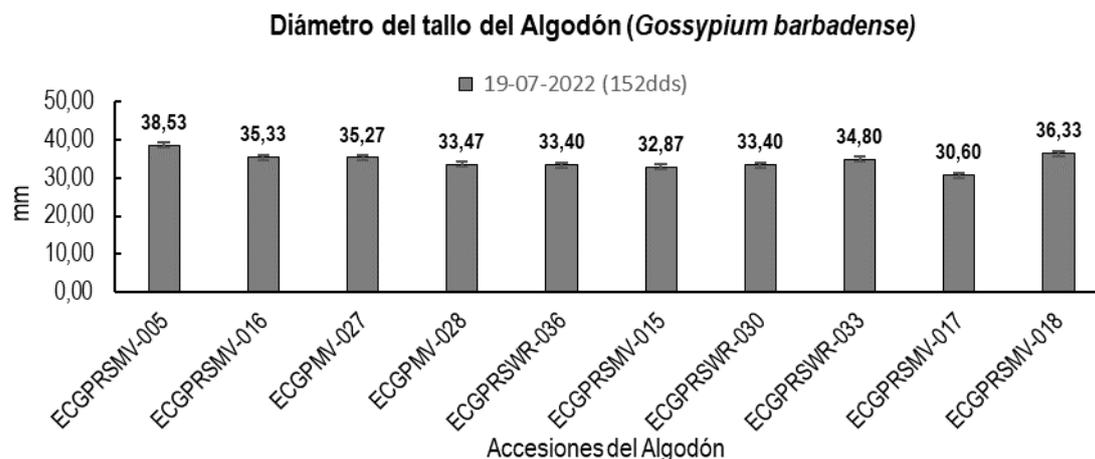


Figura 3. Diámetro del tallo del algodón (*Gossypium barbadense*).

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

De conformidad a la figura 4 se muestra un crecimiento lineal de los genotipos utilizados en la investigación, presentando al cabo de 152 dds un crecimiento mayor en la accesión ECGPRSWR-036 (tratamiento IV) con una altura media de 316 mm, por el contrario, al utilizar las semillas de ECGPRSMV-017 (tratamiento IX) ECGPRSMV-018 (tratamiento X), se encontró un crecimiento menos acelerado, alcanzando una altura promedio de 271,27 mm a 268,07 mm respectivamente. Cañarte (2019) realizó un análisis de 31 accesiones, donde agrupó por sus fenotipos similares al ECGPRSMV-017, ECGPRSMV-018, los cuales indicaron presentar alturas promedio menor a 304,88 cm.

Sotelo *et al.* (2022) por su parte acota que, generalmente una reducción del tamaño de la planta es directamente proporcional al rendimiento y calidad de la fibra. Estos resultados se alinean con descubrimientos previos realizados por Zambrano *et al.* (2022), quienes reportaron que las plantas de algodón alcanzan su máxima altura alrededor de los 155 días. Además, respaldan los estudios de Veneroso (2017), quien señaló que los arbustos de la familia *Gossypium barbadense* pueden variar en altura, desde un mínimo de 100 cm hasta un máximo de 300.

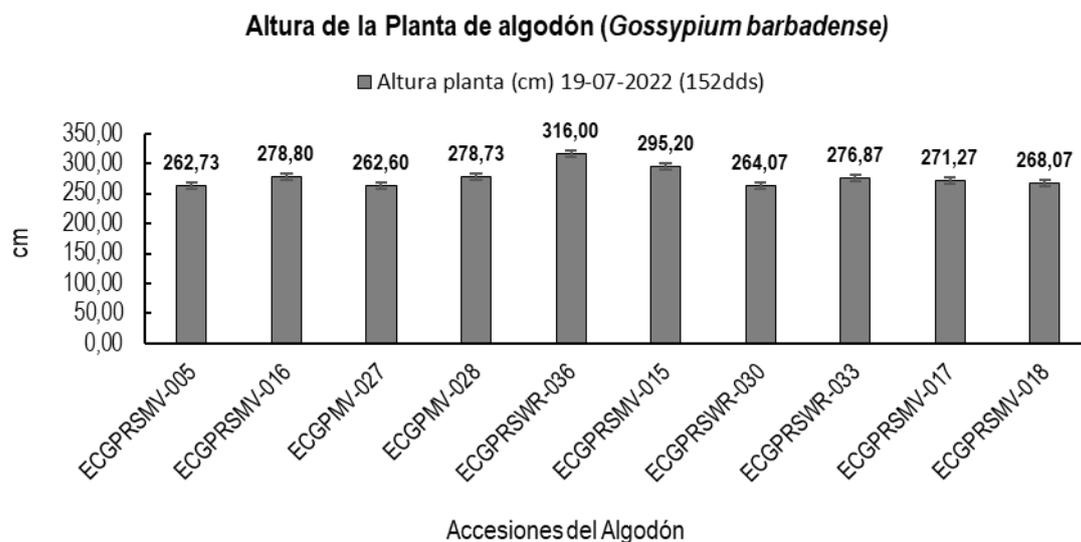


Figura 4. Altura de la planta de algodón (*Gossypium barbadense*).

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

La figura 5 muestra que los tratamientos IX, VIII y X presentaron un incremento en la producción de botones florales entre los días 103 y 139 dds, alcanzando una producción de hasta 53,87 n°bf en el día 139. Medina y Gil (2017) agrega que la fase de reproducción de puede extender hasta los 160 días que concuerda, sin embargo, Gil y López (2015) aporta que en cultivos silvestres o se puede presenciar un proceso fenológico irregular y no sincronizada, que puede ser más prolongado en la etapa de maduración.

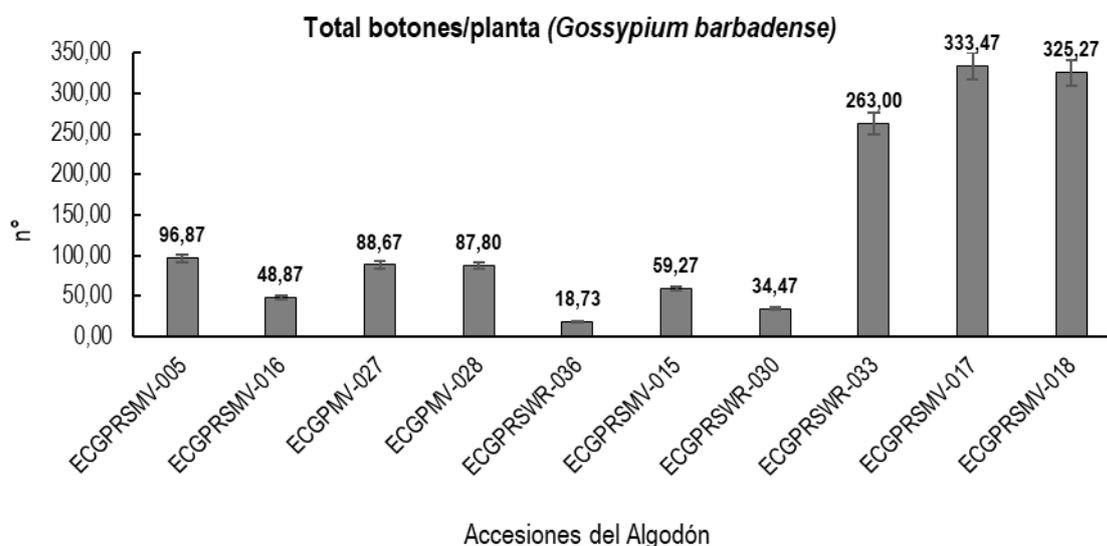


Figura 5. Total botones/planta (*Gossypium barbadense*).

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

De acuerdo con la figura 6 el tratamiento IX presenta mejores resultados en cuanto a rendimiento del algodón, en marcado contraste con los demás tratamientos. Este ha registrado un rendimiento de 2133,56 kg/ha en 272 días desde el establecimiento del cultivo. Según Guido Gonzales, director de producción sustentable del Ministerio de Producción y Ambiente (MPyA), estos resultados superan los rendimientos establecidos en el estado de Formosa (Argentina), que actualmente se sitúan en 1800 kg/ha para el algodón Tipo I (Agritotal, 2023).

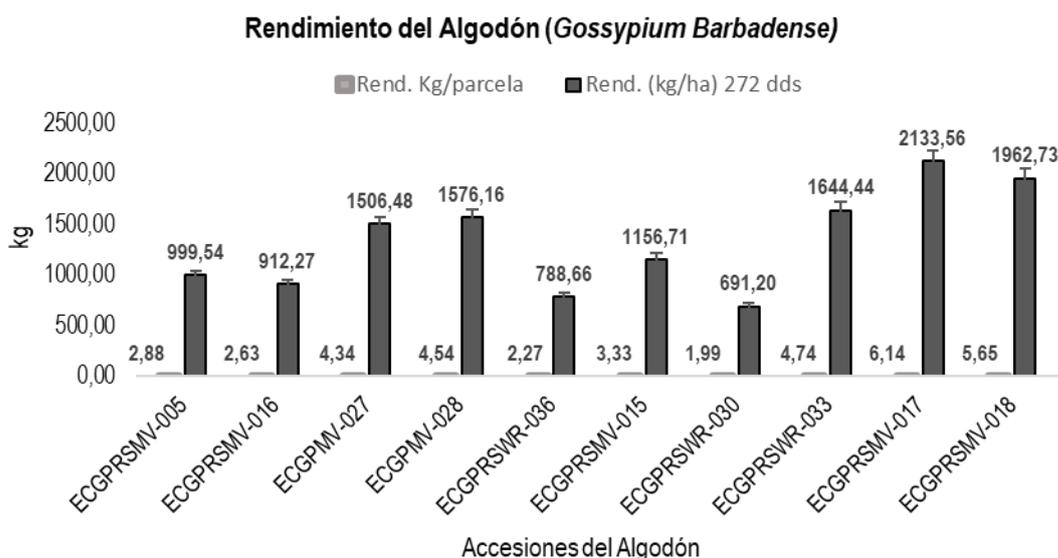


Figura 6. Rendimiento del algodón (*Gossypium barbadense*).

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

Una agricultura sustentable, permite una seguridad alimentaria y en este campo es de importancia considerar acciones para la regulación de crecimiento, que conforme lo afirma Ren *et al.* (2013) permite a la planta, reasignar aportes nutricionales a las estructuras de floración que se refleja en una elevada tasa de rendimiento de formación de fibra. Información concurrente con la investigación de Sotelo *et al.* (2022) donde utilizó una tecnología INIAP involucrando programas de fertilización y regulador de crecimiento, obteniendo promedios sobre los 4500 kg/ha.

De conformidad a la figura 7 el tratamiento IX se destaca en términos de la relación fibra-semilla, registrando un promedio de 46,67% de semillas por cada 100 gramos de fibra de algodón en tan solo 273 días desde el establecimiento

del cultivo, este resultado es elevado en comparación con los demás tratamientos evaluados.

Estos datos se asemejan con las variedades ECGPRSMV 006; ECGPRSMV 005, que presentan un promedio de 45,33% de semillas de acuerdo a la investigación propuesta por Cañarte *et al.* (2019) denominada “Caracterización morfoagronómica de la colección de algodón *Gossypium spp.* en Ecuador”, de igual manera el Portal Wikifaemer (2022) menciona que por cada 440 g de algodón sin desmotar contiene un promedio de 47% de fibra de algodón y alrededor del 53% de semillas de algodón.

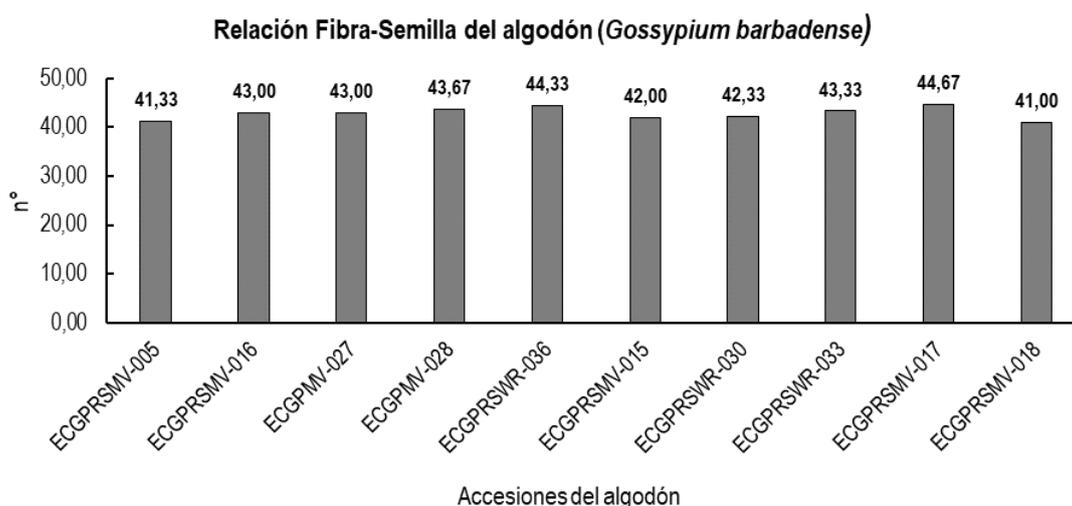


Figura 7. Relación fibra/semilla del Algodón (*Gossypium barbadense*).

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

Los resultados obtenidos de la tabla 11 revelan que el tratamiento IX es la variedad con mejores características agronómicas como agroproductivas, en la que se destacan variables como el porcentaje de plántulas emergidas, el número de botones florales, rendimiento total y relación fibra-semilla. Es importante mencionar que el tratamiento V (ECGPRSWR-036) obtuvo resultados satisfactorios en la variable agronómica altura de la planta, mientras que el tratamiento I se destaca en la característica diámetro del tallo.

Párraga *et al.* (2022) encontró en su investigación que la accesión ECGPRSWR-017 presentó uno de los mejores resultados. MINAN (2015) lo justifica por la tendencia precoz que presentan las variedades de algodón de color blanco, así como se presencié en los tratamientos VIII, IX y X, que en su fenología presentan un color blanco y extra blanco, estos hallazgos resaltan la importancia de la

selección adecuada de tratamientos y accesiones para maximizar los resultados en la producción de algodón.

Tabla 11. Mejores accesiones del algodón (*Gossypium barbadense*)

Variables	Características	Tratamiento	Código
Variables agronómicas	Altura de la planta	T5	ECGPRSWR-036
	Diámetro del tallo	T1	ECGPRSMV-005
	Porcentaje de Plántulas emergidas	T9	ECGPRSMV-017
Variables agroproductivas	Número de botones florales	T9	ECGPRSMV-017
	Rendimiento total	T9	ECGPRSMV-017
	Relación fibra semilla	T9	ECGPRSMV-017

Fuente: Adaptado de datos obtenidos en el marco del proyecto “Producción sustentable del algodón en sistemas de asociación con cultivos alimenticios como alternativa para mitigar el cambio climático”

4.2. APLICACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*)

Se determinó que la materia orgánica utilizada en el proceso corresponde a la propia del cultivo, se realizó una limpieza inicial y esos residuos orgánicos se incorporaron al terreno donde se iba a plantar, durante todo el proceso se utilizaron herramientas mecánicas como la guadaña y bombas de fumigar. En cuanto a las semillas utilizadas para la siembra del cultivo los técnicos manifestaron que estas son de origen nativo y sus variedades son: algodón de Pima y algodón de Tangüis.

Entre los métodos utilizados para el control de plagas en el cultivo fueron la aplicación de fungicidas e insecticidas de origen sintéticos. El manejo de semilla de calidad correspondió a una semilla propia seleccionada, con relación al porcentaje aproximado de agua que se utilizó para la producción del cultivo y cuáles fueron los sistemas de riego utilizados, manifestaron que aproximadamente un 50% de agua se utilizó para la producción del cultivo, siendo el secado el sistema de riego aplicado.

En el proceso de producción del algodón se utilizaron tres tipos de agroquímicos sintéticos, los cuales fueron: abamectina, geo y fipronil, de acuerdo a la empresa CHEMINOVA (2020) la exposición a la abamectina causa síntomas de depresión del sistema nervioso, como la dilatación de la pupila, vómitos, descoordinación y temblores.

Tabla 12. Indicadores aplicados al área de estudio

Indicador	Subindicador	Escala del Subindicador	Valor %	Sostenibilidad por indicador
Conservación de la vida del suelo	Rotación de cultivos	Rota cada año con leguminosas	100	81.25%
	Diversificación de cultivos	Dos cultivos	25	
	Incorporación de materia orgánica	Más de 5 k/parcela	100	
	Preparación del terreno	Labranza mínima manual	100	
Riesgos de erosión	Pendiente predominante	De 0 al 5%	100	100%
	Cobertura vegetal	Cobertura todo el año con instalaciones de forrajes y otros cultivos	100	
	Conservación de variedades nativas	Mayor a 5 variedades nativas	100	
Manejo de biodiversidad	Gestión de plagas	Control químico	0	66.67%
	Manejo de semilla de calidad	Propia seleccionada	100	
Conservación de las funciones ecosistémicas	Uso y conservación de agua	Secano	100	58.33%
	Uso de agroquímicos sintéticos	Moderadamente persistente	50	
	Sistema de producción	Monocultivos	25	

Fuente: Adaptado de Álvaro y Arlex (2013) y Pinedo, *et al.* (2020)

La tabla 12, muestra los indicadores y subindicadores que fueron aplicados, se determinó la sostenibilidad ambiental por cada indicador, en las figuras siguientes se establecen los datos obtenidos por cada indicador.

El indicador conservación de la vida del suelo, como se establece en la figura 8 tiene un grado de sostenibilidad de 81,25%, de acuerdo a la escala de sostenibilidad se ubica en el nivel intermedio, 4 de sus subindicadores obtuvieron el 100%, sin embargo en el subindicador diversidad de cultivos solo alcanzó el 25% dado que al ser la zona donde se encontraba el cultivo de algodón es una zona destinada específicamente para investigaciones académicas y científicas sin fines lucrativos no existe una permanencia de cultivos regulares, los que se encontraban dentro del área correspondían a investigaciones temporales con tiempos determinados, en este sentido la FAO (2014) manifiesta que la rotación de cultivos ayuda a mejorar la fertilidad de los suelos, reduce la erosión del suelo, todas estas prácticas mejoran la productividad y ayudan a reducir los efectos del cambio climático.

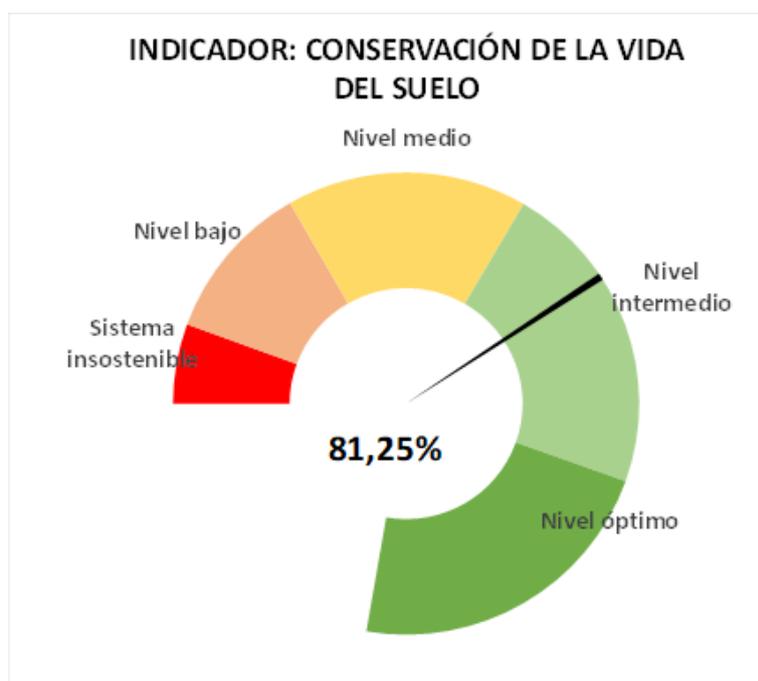


Figura 8. Porcentaje de sostenibilidad del indicador conservación de la vida del suelo

En el criterio riesgo de erosión y de acuerdo con la figura 9 el porcentaje de sostenibilidad es del 100%, dado que la zona se encuentra en un área prácticamente plana, además cuenta con una densidad de plantas y árboles ya que la zona está en proceso de reforestación por lo tanto el área en la que se encuentra el cultivo cuenta con una cobertura vegetal durante todo el año misma que se encuentra en aumento.

Las coberturas vegetales han demostrado mejorar las respuestas de rendimiento en las variables kilogramo/ hectárea, mantienen la humedad del suelo, incrementan la materia orgánica lo que reduce la dependencia de fertilizantes y aportan varios nutrientes a los cultivos (Sanabria, 2021).

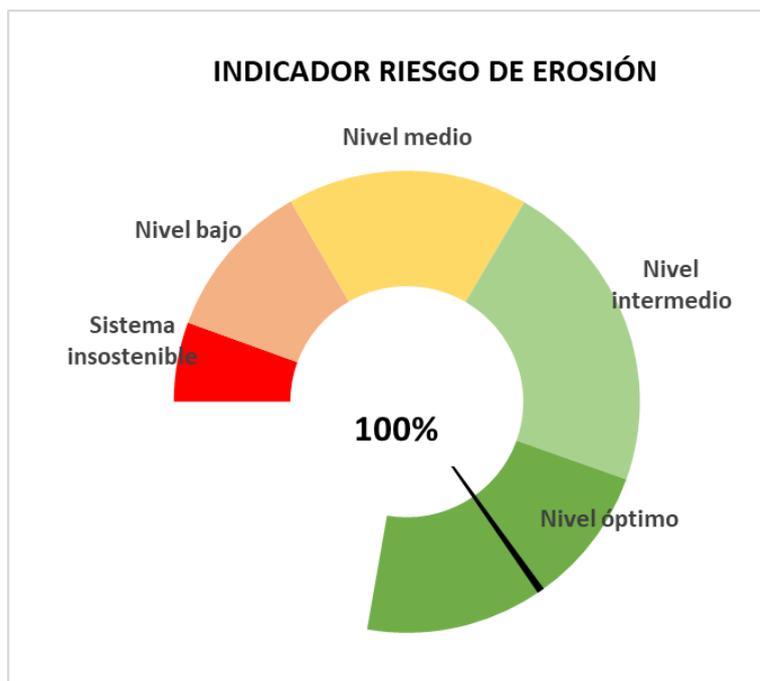


Figura 9. Porcentaje de sostenibilidad del riesgo de erosión

En el criterio manejo de biodiversidad y de acuerdo con la figura 10 el porcentaje de sostenibilidad es de 66,67%, considerado nivel medio de sostenibilidad, el subindicador gestión de plagas obtuvo la ponderación más baja, de acuerdo a datos proporcionados por técnicos del cultivo en este fueron utilizados agroquímicos sintéticos para el control de plagas.

La Organización Better Cotton (2021) menciona que el 4,7% de los pesticidas del mundo son utilizados para los cultivos de algodón y el 10% de los insecticidas, esto provoca serios problemas en la salud de los agricultores, causando cáncer y otras enfermedades, para disminuir estos impactos se pueden tomar medidas suplementarias como el uso de feromonas, técnicas culturales y mecánicas, entre otros.

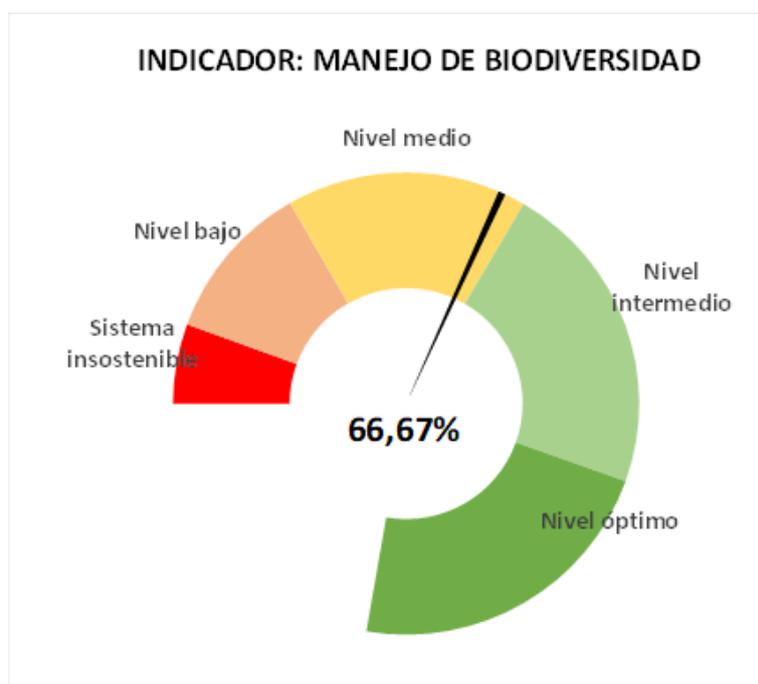


Figura 10. Porcentaje de sostenibilidad del indicador manejo de biodiversidad

Finalmente, en el criterio conservación de las funciones ecosistémicas se obtuvo la ponderación correspondiente al 58,33% considerado nivel medio de sostenibilidad, esto dado que el subindicador uso de agroquímicos sintéticos obtuvo un uso moderado, además el subindicador sistema de producción obtuvo el 25% de la puntuación ya que el cultivo corresponde a un monocultivo.

Pinedo *et al.* (2020) manifiesta que los monocultivos tienden a propagar la pérdida de biodiversidad y la práctica de tradiciones en el manejo de las parcelas, así como el aumento en la dependencia de insumos químicos sintéticos, por su parte los policultivos reducen plagas, malezas y enfermedades de las plantas, ayudan a hacer un uso más eficiente del agua y ayudan a mejorar la calidad del suelo, incrementando la productividad de la tierra.

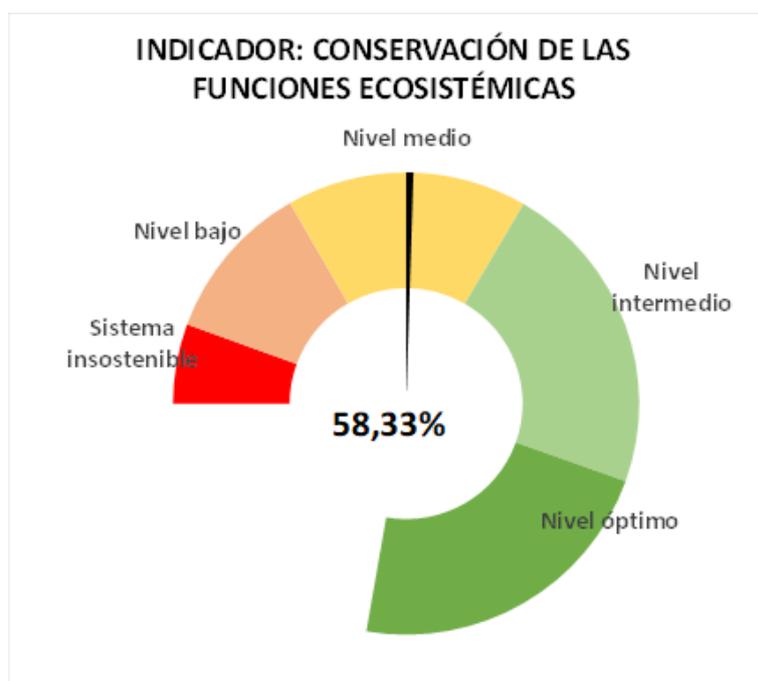


Figura 11. Porcentaje de sostenibilidad del indicador conservación de las funciones ecosistémicas

Calculando un promedio entre todos los indicadores se determinó que el porcentaje de sostenibilidad total del cultivo es de 76,56%, tal como se establece en la figura 12, que corresponde al nivel intermedio de sostenibilidad, Pinedo *et al.* (2020) indica que el umbral mínimo de sostenibilidad se obtiene cuando los subindicadores alcanzan el 50 % de acuerdo con la escala establecida. El cultivo de manera general presenta buenos índices de sostenibilidad con pequeños aspectos como el uso de agroquímicos sintéticos para el control de plagas y la necesidad de efectuar un sistema de producción que responda a la diversificación de cultivos, que deberán ser evaluados y posteriormente incorporados a este cultivo para mejorar los índices analizados.

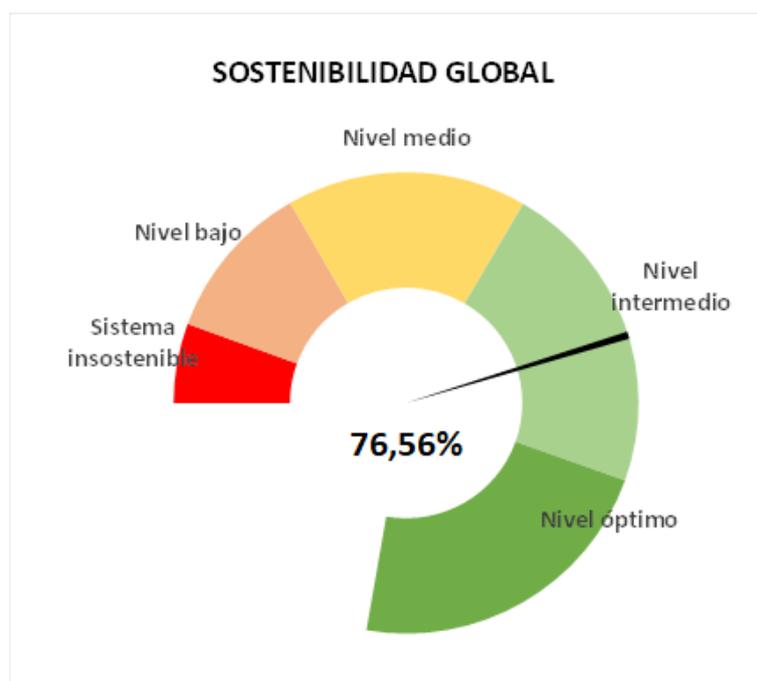


Figura 12. Porcentaje de sostenibilidad global

El algodón nativo es una excelente alternativa ambiental a la producción convencional (CIAO, 2019). Sus hallazgos reflejan una base sólida de investigaciones pasadas y en curso de que el algodón nativo es fundamental para reducir el uso de pesticidas, prevenir la contaminación del agua y reducir el uso de agua, apoyar la biodiversidad y ayudar a mitigar el cambio climático, la agricultura sostenible es un sistema de producción agraria conservador de recursos, ambientalmente sano y económicamente viable (Calzadilla, 2018).

La agricultura sostenible nace para desarrollar sistemas alternativos de agricultura que sean más acordes con las necesidades actuales, que demanda formas de producción más sostenibles y menos agresivas para el medio ambiente, y que sean social y económicamente aceptables (Sánchez *et al.*, 2018). En este contexto los indicadores de sostenibilidad ambiental son instrumentos que evalúan la incidencia de los procesos productivos sobre el medio ambiente. Permiten cuantificar el grado de responsabilidad y sostenibilidad ambiental de un individuo, organización o comunidad y sirven para observar de qué forma la actividad humana incide sobre el planeta (Jiménez, 2019).

Los indicadores ambientales son herramientas necesarias para el análisis y seguimiento de los procesos de desarrollo (Tonolli, 2019). No obstante, las políticas y estrategias de desarrollo se formulan e implementan en distintos

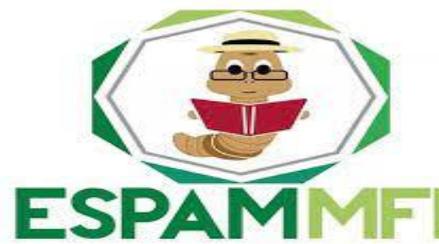
niveles de la sociedad, y sus impactos y resultados se observan en diversas escalas. Por lo tanto, es crucial seleccionar indicadores que se ajusten a estas características y a las necesidades de los usuarios.

4.3. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE ALGODÓN DE COLORES (*Gossypium barbadense*)

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES



PARA EL DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DEL CULTIVO DE ALGODÓN DE COLORES (*Gossypium barbadense*).



Carrera de
**INGENIERÍA
AMBIENTAL**

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES

- 4.3.1. Introducción
- 4.3.2. Antecedentes
- 4.3.3. Importancia
- 4.3.4. Objetivo
- 4.3.5. Alcance de la guía

2. CONSERVACIÓN DE LA VIDA DEL SUELO

- 4.3.6. Uso de suelos adecuados
- 4.3.7. Preparación sostenible de los suelos
- 4.3.8. Siembra
 - Siembra a campo libre
 - Siembra con acolchado de plástico
 - Siembra en lomos
 - Marco de siembra

3. MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD

- 4.3.9. Uso y conservación del agua
- 4.3.10. Polinización
- 4.3.11. Control integrado de plagas
 - Monitoreo y seguimiento de los niveles poblacionales de picudo
 - Trampa de maíz
- 4.3.12. Uso de insecticidas naturales
 - Preparación de insecticidas naturales a partir de nim y paraíso
 - Aplicación de los extractos artesanales en campo
- 4.3.13. Control de maleza
- 4.3.14. Aclareo
- 4.3.15. Despunte

4. CONSIDERACIONES GENERALES

GENERALIDADES

4.3.1. INTRODUCCIÓN



Figura 13. Flor de algodón en CIIDEA – ESPAM MFL

En la presente guía se aborda la problemática del algodón de colores (*Gossypium barbadense*) y su uso para el aprovechamiento en CIIDEA – ESPAM MFL, y otras áreas para que su producción sea óptima en relación con las condiciones ambientales y nutricionales del cultivo. En la actualidad la localidad ha disminuido considerablemente la producción del algodón ya que las plagas en su apogeo de producción en años anteriores obligaron a disminuir la producción de dicho material. En el Ecuador se desarrolla el algodón blanco, pero el de colores se utiliza muy escasamente, las variedades de colores

evitarían la implementación de tintes en el algodón. Como objetivo se busca revalorizar el algodón multicolor para un aprovechamiento más frecuente, obviamente esto depende de la acogida de los productores cercanos según la presentación de desarrollo de este proyecto que verificó los costes y optimización de desarrollo del cultivo de (*Gossypium barbadense*).

4.3.2. ANTECEDENTES

El algodón *Gossypium barbadense* es un cultivo de importancia histórica que se originó en América del Sur, específicamente en el norte de Perú y partes del sur de Ecuador (Raymond, 2010). Domesticado por los antiguos peruanos entre 4200 y 2500 a.C., su cultivo se expandió a lo largo de las costas del Pacífico y el Atlántico hacia países con climas cálidos (Serquen e Iglesias, 2019). La especie fue introducida en el Mediterráneo por los españoles y en África e India por los portugueses. Hoy en día, el algodón sigue siendo uno de los cultivos más importantes y antiguos del mundo, produciendo fibras para la industria textil y aceite extraído de sus semillas (Beckert, 2016).

A pesar de su larga historia, el cultivo de algodón también presenta desafíos ambientales y sociales (Garcés, 2014). Por ello, se hace necesario establecer guías de buenas prácticas ambientales en su producción, que permitan preservar la biodiversidad, reducir el uso de pesticidas y fomentar

prácticas sostenibles en su cultivo, ya que este no se considera una amenaza para la productividad agrícola ni la biodiversidad nativa (CONABIO, 2000). Además, trabajar con algodón implica transmitir de generación en generación conocimientos ancestrales sobre la cultura, la técnica de producción del hilo y la confección final de las prendas, lo que hace que su producción tenga un valor cultural y social importante (Serquen e Iglesias, 2019).

En la actualidad, el algodón ha adquirido una relevancia especial debido a la pandemia del COVID-19, ya que su fibra se utiliza en la fabricación de mascarillas y otros materiales de protección de alta calidad (Rodríguez *et al.*, 2020), mediante aquello esto ha generado oportunidades comerciales significativas, especialmente para las provincias productoras del Ecuador, como son Manabí y Guayas.

En Ecuador, el cultivo tradicional de algodón *Gossypium barbadense*, en la costa ha sido importante tanto para el sector agrícola como para los ingresos del país (INIAP, 2022). El INIAP junto con instituciones académicas como la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL), ha desarrollado técnicas y establecidos vínculos de cooperación para el mejoramiento de este cultivo (INIAP, 2019).

4.3.3. IMPORTANCIA

El cultivo del algodón *Gossypium barbadense*, una especie nativa de gran valor, requiere de una guía de buenas prácticas ambientales que garantice su sostenibilidad y preservación. Esta guía se convierte en una herramienta fundamental para proteger el entorno y promover la conservación de los recursos naturales.

Al implementar prácticas responsables en el cultivo del algodón, se puede minimizar el uso de agroquímicos sintéticos, reducir la erosión del suelo, conservar el agua y proteger la biodiversidad local. Además, una guía de buenas prácticas ambientales permite fomentar el desarrollo de comunidades agrícolas resilientes, promoviendo la equidad social y generando un impacto positivo en las condiciones de vida de los agricultores.

El compromiso con estas prácticas sostenibles no solo asegura la calidad del algodón *Gossypium barbadense*, sino que también contribuye a la construcción

de un futuro más próspero y en armonía con el entorno natural. Si el desarrollo del cultivo, producción y uso de derivados es adecuado aportaría al productor beneficios para su desarrollo sostenible.

4.3.4.OBJETIVO

Mejorar las prácticas ambientales en el cultivo de algodón de colores (*Gossypium barbadense*), para promover la adopción de métodos agrícolas responsables, minimizando el impacto ambiental negativo, maximizando la eficiencia en el uso de recursos, para alcanzar una producción sostenible.

4.3.5.ALCANCE DE LA GUÍA

Esta guía puede ser aplicada en todo cultivo de algodón que pretenda hacer uso sostenible de los recursos.

4.3.6.USO DE SUELOS

El algodón *Gossypium barbadense*, requiere de suelos profundos capaces de retener agua, como es el caso de la arcilla. Estos suelos mantienen la humedad durante todo el ciclo del cultivo. Los suelos salinos pueden tolerar el cultivo de algodón e incluso en grandes cantidades sin pérdida de rendimiento (Figura 14).

4.3.7.PREPARACIÓN SOSTENIBLE DE LOS SUELOS



Figura 14. Tipo de suelo para el cultivo del algodón

El cultivo del algodón *Gossypium barbadense* requiere cuidados específicos para asegurar su crecimiento óptimo. Es fundamental preparar el suelo mediante la fertilización del sustrato y eliminar la maleza mediante herramientas agrícolas como el machete o guadaña.

Una de las tendencias en microbiología del suelo se enfoca en el uso de microorganismos con funciones específicas para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar el rendimiento de los cultivos. Actualmente, el uso de biofertilizantes en modelos agrícolas sustentables es una realidad objetiva y tangible, con un impacto significativo en la producción de algodón *Gossypium barbadense*.

Los biofertilizantes son una alternativa sostenible al uso de fertilizantes nitrogenados, ya que aprovechan la fijación natural de nitrógeno presente en el aire y reducen el impacto ambiental, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero y contribuyendo a la sanidad de las aguas subterráneas y superficiales. El abono orgánico sólido formulado con tecnología de microorganismos eficaz puede satisfacer el 50% de las necesidades de nitrógeno del cultivo de algodón, lo que puede reducir significativamente los costos de producción.

BIOPREPARADOS

La producción de fertilizantes orgánicos sólidos y líquidos bioformulados (Bioles y Bocashi), es una alternativa beneficiosa y amigable con el medio ambiente para la nutrición de algodón *Gossypium barbadense*. A continuación, se muestra cómo preparar estos compuestos.

Producción de Bocashi

- Recolectar y picar los residuos orgánicos, esparcir una capa de material absorbente en la pista.
- Colocar una capa de residuos orgánicos picados.
- Aplicar agua suficiente para humedecer el material.
- Aplicar la solución de biol a la capa de materiales esparcidos en la pista.
- Repetir los pasos anteriores hasta una altura máxima de 80 cm.

Uso del Lombriabono

- La lombricultura es una actividad técnica simple, ambiental y económicamente viable, que puede ser dirigida a diferentes usos.
- Elija un lugar fresco, no inundado y aisle a las mascotas
- Prepare la alimentación adecuada antes de la llegada de los reproductores.
- Si el módulo es de hormigón, se lava y se coloca una capa de comida húmeda de 10 cm de espesor
- Libere las lombrices en el alimento y aplique agua diariamente para mantener húmedo el sustrato.
- Reemplace el alimento cada 2-3 días

4.3.8.SIEMBRA

En los cultivos en seco, se recomienda una distancia de siembra entre hileras de 0,75 a 0,80 cm, ya que la recolección se realiza de forma manual. Muchos agricultores optan por utilizar lechos elevados, una técnica que consiste en construir crestas y valles en el suelo para evitar inundaciones causadas por las lluvias. La actividad del cultivo de algodón es delicada y crucial para el desarrollo de las plantas. Se lleva a cabo en verano, cuando la temperatura del suelo alcanza los 14 a 16 grados Celsius para permitir la germinación de las semillas.

El ciclo vegetativo de la planta se extiende hasta finales de octubre. Existen varios métodos de plantación ampliamente utilizados, como la siembra directa a campo abierto, la siembra con acolchado de plástico y la siembra sobre lomos.

– SIEMBRA A CAMPO LIBRE



Figura 15. Siembra directa del algodón para el cultivo en seco

En la siembra a campo libre considerar una dosis de semillas de 5 a 6 unidades por orificio, las semillas se esparcen en hileras por el campo ya distancias precisas entre sí. Las semillas deben cubrirse con una capa de tierra de 3 a 4 cm de espesor para facilitar la germinación. De esta forma, los cotiledones podrán crecer y emerger del suelo (Figura 15).

– SIEMBRA CON ACOLCHADO DE PLÁSTICO

Esta es una técnica muy común y consiste en depositar la resina sobre la superficie del suelo mediante una máquina muy compleja. La máquina consta de una sembradora neumática que rocía pesticidas en el suelo, fertilizantes e instala una lámina de plástico.

Las técnicas de cobertura incluyen centrar la línea de plantación en la lámina de plástico. Se deben hacer una serie de agujeros en la resina para que crezca el árbol. La película de plástico actúa como una cámara protectora para la planta. Si hay condensación y la temperatura no es demasiado alta, no se debe perforar el plástico. Evitar las altas temperaturas, si es necesario perforar el plástico, las altas temperaturas quemarán el árbol.

Ventajas de la siembra con acolchado de plástico:

- Garantiza una buena germinación y ahorrar en costos de semillas. El acolchado protege el suelo y mantiene la humedad por más tiempo, evitando la formación de costra y facilitando la germinación.

- Mantiene temperaturas más altas en comparación con el entorno exterior. Permite un desarrollo ininterrumpido de la planta al mantener la temperatura por encima de los 15°C durante gran parte del día.

Inconvenientes del uso del acolchado de plástico:

- Representa un gasto adicional para el cultivo, ya que el algodón es un cultivo costoso y la implementación del acolchado implica gastos adicionales.
- Las lluvias en primavera pueden generar bolsas de agua en el plástico que presionan sobre las plantas y dificultan su crecimiento. En estos casos, se deben realizar perforaciones en el plástico para evitar problemas.
- Los patógenos del suelo pueden manifestarse de manera más agresiva bajo el plástico, ya que este ambiente favorece su desarrollo.
- **SIEMBRA EN LOMOS**

La siembra de semillas en montículos permite la aireación del suelo y una mayor acumulación de calor en el suelo sin una pérdida excesiva de humedad. Donde el terreno es llano, con lluvias frecuentes, las inundaciones provenientes de las tierras de cultivo harán que se termine la siembra, mientras que, en las zonas montañosas, el agua circulará por el valle y los cultivos no se ahogaran. La última tendencia es sembrar temprano para una cosecha temprana con mayor rendimiento.

4.3.8.1. MARCO DE SIEMBRA

En las redes de siembra del algodón comercial mantener una distancia de 0,95 cm entre hileras para la cosecha mecánica. Para cultivos de secano, el ancho de siembra recomendado entre hileras es de 0,75 a 0,80 cm ya que la recolección se realiza a mano. (Figura 16).



Figura 16. Distancia de siembra del algodón para el cultivo en secano

4.3.9.USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA



Figura 17. Encharcamiento del cultivo de algodón de colores

Es recomendable que el cultivo de algodón de colores sea en seco, realizar su plantación en épocas de lluvia, evitará el uso de sistemas de riego, aunque el algodón *Gossypium barbadense* como otras variedades, se puede regar con boquilla o goteo, pero el goteo es definitivamente la mejor opción debido a su mayor eficiencia y menor costo, tanto en

términos de mano de obra como de instalación, el diseño de la red de riego debe ser una tubería de goteo entre las hileras de cultivos, los goteros están separados unos 50 cm y el caudal es de 1 a 1,6 l/h dependiendo de las condiciones y necesidades de la planta (Hasrat, *et al.*, 2004).

Dependiendo de las necesidades del cultivo, se pueden requerir riegos diarios, donde la dosis total variará dependiendo de las condiciones de crecimiento del cultivo, esta es la etapa más crítica y por lo tanto la dosis de riego se incrementará durante los meses de verano (Wang, *et al.*, 2013), cabe mencionar que el algodón es una planta de poca cantidad de agua, aunque el algodón en la presenta investigación presentó encharcamiento por varios días y tuvo una respuesta favorable ante esta condición. (Figura 17).

4.3.10.POLINIZACIÓN

Algunas plantas de algodón son autofértiles y autopolinizadoras, mientras que otras necesitan polinizadores, teóricamente, la planta de algodón autopolinizadora promedio no necesita abejas para polinizar y producir fibra o semillas (Figura 18).

Sin embargo, se ha estimado que la visita de las abejas a todas las plantas de algodón (auto fértiles o no) aumentan la producción final de fibra en al menos 10% en peso, mientras que la cantidad de producción de semillas también aumenta (López, 2019).



Figura 18. Flor polinizada en el cultivo de algodón *Gossypium barbadense*

La polinización en el algodón ocurre en un solo día, cuando la flor está abierta. Para garantizar una adecuada polinización, se ha observado que en algunos casos es beneficioso colocar de 1 a 2 colmenas saludables por hectárea de algodón durante el período de floración, que generalmente ocurre durante el verano. Sin embargo, en muchas áreas, no es necesario colocar colmenas en el interior del campo de algodón, ya que las abejas se atraen naturalmente a la planta de algodón, y pueden viajar desde kilómetros de distancia con el fin de forrajear y recoger su polen (Almeida, 2017).

4.3.11. CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS

Durante un periodo extenso de años, la agricultura y en especial el cultivo algodón, depende del uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, lo que ha resultado en una severa degradación ambiental debido a severos desequilibrios biológicos entre patógenos y plagas, además de afectar la salud humana.

Esto, unido a los problemas de resistencia ocasionados por el uso continuo e indiscriminado de plaguicidas, ha obligado a la búsqueda de alternativas, enmarcadas dentro del concepto de manejo integrado de plagas, que puede reducir o añadir medidas de control químico (Colmenárez, *et al.*, 2016).

El factor que incide en los costos de producción es el factor insumo, participando en un promedio del 40%; trabajo, con el 30%; distinto del 20% y terreno con el 10%. Estas cifras demuestran que el algodón es un material intensivo en mano de obra e insumo, es decir, si hay una disminución significativa en alguna de estas variables, habrá una mejora significativa para la competitividad cultural. Un

análisis detallado de los insumos muestra que en promedio el 45% de los costos se asignan al manejo de suelos y fertilizantes; 35% para control de plagas y 20% para compra de semillas (Álvarez, 2012).

El uso de plaguicidas químicos sintéticos y su sustitución por otros métodos respetuosos con el medio ambiente, tales como: el uso de protectores foliares de base microbiana; uso de feromonas sexuales; el uso de pesticidas microbianos como *Bacillus thuringien*; mejor uso del control biológico mediante la liberación de depredadores como la avispa de Angola y *Colleomegilla maculata*; utilizando productos únicos para combatir insectos como extractos de plantas con propiedades bactericidas como Nim y Paraíso (González y Mendoza, 2020). La plaga económica más grave son los gorgojos (*Anthonomus grandis*); alas escamosas (*Spodoptera sp*); mosca blanca (*Bemisia tabaci*); pulgones (*Dysdercus sp*); rosa (*Sacadodes pyralis*) y heliothis (*Heliothis sp*).

PICUDO DEL ALGODONERO (*Anthonomus grandis*)

El barrenador del fruto del algodón (*Anthonomus grandis*) se considera la plaga más grave del algodón *Gossypium barbadense*. Su gran potencial destructivo se debe a su alta fertilidad y múltiples generaciones que ocurren en un ciclo agrícola algodónero y que causan daños significativos al ciclo vegetativo, así como al rendimiento obtenido por los agricultores en el campo (Castillo, 2015).

LEPIDÓPTEROS (*Spodoptera frugiperda*)

Los estudios de costos realizados por Negrete et al. (2009) indicó que *Spodoptera sp* fue la segunda plaga del algodón, contribuyendo en un 29% a los costos de control. Así es como los productores de algodón invirtieron un promedio de \$30,56 en pesticidas químicos por hectárea plantada para combatir esta plaga dañina económica y ecológicamente

– MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LOS NIVELES POBLACIONALES DE PICUDO

Para disminuir la población de picudos (insectos), es importante considerar trampas de feromonas (una trampa por cada 20 ha de cultivo), en fincas, en caminos de fácil acceso y cerca de posibles escondites. La información de captura se obtiene cada 15 días, los adultos capturados se identifican por color para determinar si hay picudos jóvenes coloreados de rojo, lo que indica la presencia de estructuras reproductivas algodoneras en el cultivo. Así mismo, las trampas deben cebarse con una nueva feromona de 10 mg (Idrogo, 2019).



Figura 19. Constituyentes de la trampa para picudo

– TRAMPA DE MAÍZ

Otro de los métodos para control de plagas es el establecimiento de corredores de maíz cada 20 surcos de algodón, así como en los bordes de las parcelas; entonces, cuando *Spodoptera frugiperda* es más frecuente en el cultivo de algodón, la planta de maíz actúa como una "planta trampa", que reduce el ataque de plagas al algodón. Al mismo tiempo, esto disminuye el número de aplicaciones de químicos sintéticos ya que es la planta alimenticia preferida por los insectos (Zevallos y Ortiz, 2017).

4.3.12.USO DE INSECTICIDAS NATURALES

Los plaguicidas naturales se producen a partir de plantas de la familia *Meliaceae* como nim (*Azadirachta indica*) y paraíso (*Melia azedarach*), que son biodegradables, no dejan residuos tóxicos y no contaminan el medio ambiente (Montero, 2021). Tienen el efecto de impermeabilización, antihundimiento, regulador del crecimiento e insecticida, y también tienen efectos fungicidas y nematocidas. Debido a su naturaleza, los extractos de nim están aprobados mundialmente para su uso en cultivos orgánicos.

– PREPARACIÓN DE INSECTICIDAS NATURALES A PARTIR DE NIM Y PARAÍSO

El uso del nim como insecticida ha ganado popularidad en las últimas décadas, cuando su compuesto principal, la azadiractina, inhibe algunos mecanismos de resistencia de los insectos y ácaros que se encuentran en las semillas (Idrogo, 2019). Para el uso de los extractos acuosos de *Meliaceae* como nim y paraíso, se puede hacer la preparación en forma artesanal, con la finalidad de obtener un insecticida natural, eficiente, de fácil preparación y aplicación, por parte del agricultor (Sainz, 2009).

La utilización de biocidas no elimina inmediatamente a los insectos, pero en términos de efectos fisiológicos, afecta el proceso de muda de los insectos, reduce la ingesta de alimentos, retrasa su desarrollo y reduce la postura en los árboles. (Rodríguez, 2014).

EXTRACTO DE HOJAS DE NIM Y PARAÍSO

- Recolectar las hojas verdes de los árboles y luego triturar o macerar las hojas.
- Se debe mezclar 100 gramos de hojas por cada litro de agua, o 2 kilogramos de hojas verdes por cada bomba de 20 litros.
- Diluir el jabón de coco para obtener una solución jabonosa, que luego se mezcla con la preparación anterior y se agita durante 10 minutos.
- Dejar reposar durante 24 horas en un lugar fresco y con poca luz, luego se cuela y se aplica en el cultivo en las horas de la mañana y tarde.

EXTRACTO DE SEMILLA DE NIM Y PARAÍSO

- Recolectar los frutos maduros del árbol y se separa la pulpa de la semilla, la cual puede ser utilizada como nematicida y control de plagas en el suelo.
- Colocar las semillas en papel y se dejan secar a la sombra para evitar el desarrollo de hongos.
- Una vez secas, se muelen y se almacenan en frascos bien tapados en un lugar seco, fresco y oscuro.

- Para preparar la solución de insecticida con semillas, se utilizan 50 gramos por cada litro de agua.
- **APLICACIÓN DE LOS EXTRACTOS ARTESANALES EN CAMPO**

Después de un día de preparación y colocación en la oscuridad, el extracto debe ser homogeneizado y filtrado, antes de ser incluido en la bomba de fumigación, para evitar que partículas o residuos obstruyan la boquilla. La aplicación debe hacerse uniformemente en las hojas. En el caso de insectos hematófagos, por ejemplo, pulgones y oídio, las aplicaciones deben localizarse en el envés de las hojas. En el caso de los gorgojos, las aplicaciones van dirigidas a las cápsulas que se están formando. Para el gusano de otoño, la aplicación se realiza en toda la planta, ya que afecta a las hojas y cápsulas. Debido a la baja efectividad de los extractos para el control de plagas del algodón, es recomendable aplicarlos semanalmente, una vez que se hayan encontrado varias plagas en la planta en una etapa temprana de inmadurez o madurez (Orrillo, 2018).

4.3.13. CONTROL DE MALEZA



Figura 20. Control de malezas en el cultivo de algodón de colores

El cultivo del algodón es muy susceptible a las malas hierbas las cuales representan un desafío importante este cultivo, ya que compiten de manera agresiva con las plantas por recursos vitales como el agua, la luz solar y los nutrientes. Por lo tanto, es fundamental que los agricultores implementen estrategias efectivas de control de malezas. Estas estrategias pueden variar considerablemente según el país, la región climática, las regulaciones vigentes y los métodos de producción utilizados, entre otros factores relevantes. Especialmente durante los

primeros 60 días después de la siembra, incluso una cantidad muy pequeña de malas hierbas tendrá un efecto negativo en el crecimiento de la planta y, en última instancia, en la filamentación (Arévalo, 2014).

Las primeras medidas contra las malas hierbas se toman con la primera labranza, mucho antes de sembrar la semilla. Luego, dependiendo de la textura del campo y de las malezas más comunes en el área, los agricultores suelen rociar diferentes químicos hasta que las plantas crezcan bien, un paso muy importante para el control efectivo de malezas es la labranza regular entre hileras de plantas (Labrada y Caseley, 1996).

La distancia recomendada entre las filas de plantación de algodón varía entre 2 y 4 pies, y es importante que los agricultores realicen la labranza con precaución para evitar dañar cualquier parte de las plantas. Al arar el área entre las filas de plantación, no solo se eliminan las malas hierbas en desarrollo, sino que también se mejora la circulación de aire en el campo. En áreas que no usan herbicidas modernos de amplio espectro, los agricultores generalmente aran una o dos veces al mes durante el crecimiento activo y hasta después de la floración (junio a julio en la mayoría de las regiones de los EE. UU (Rodríguez, 2004). Muchos agricultores experimentados también plantan trigo o cebada inmediatamente después de la cosecha de algodón para reducir las malas hierbas.

4.3.14.ACLAREO



Figura 21. Raleo del cultivo de algodón de colores

Cuando la planta de algodón *Gossypium barbadense* alcanza una altura de 5 a 10 cm, se realiza el raleo. Su objetivo es eliminar un número determinado de árboles que interfieren entre sí, dejando así unos 10 árboles por metro lineal, es decir, plantando 100.000 plantas/ha (Percy y Wendel, 2015). Esta es una operación hecha a mano, por lo que implica costos de mano de obra (Figura 21).

4.3.15.DESPUNTE

La distancia recomendada entre las filas de plantación de algodón varía entre 2 y 4 pies, y es importante que los agricultores realicen el despunte con precaución para evitar dañar cualquier parte de las plantas. Al despuntar el área entre las filas de plantación, no solo se eliminan las malas hierbas en desarrollo, sino que también se mejora la circulación de aire en el campo. (Figura 22).



Figura 22. Poda de las plantas de algodón de colores

CONSIDERACIONES GENERALES

Informar plenamente al sector agrícola y comercial que el algodón nativo producido por las pequeñas familias agricultoras es un producto de pequeña escala y por ello sus características son naturales, de bajo consumo de agua, sin pesticidas ni colorantes químicos sintéticos.

Asimismo, reforzar el conocimiento de técnicas de conservación de suelos, control de aguas y control continuo de plagas con productos naturales que no perjudiquen a los trabajadores, ni al ambiente.

Invitar a las asociaciones productoras que crean en el acervo cultural y la solidaridad familiar, apoyar el desarrollo sostenible de las organizaciones involucradas en la producción general e industrial, brindando retornos económicos, sociales y ambientales tanto a los productores artesanales como a los inversionistas (Espinoza, 2021).

Cultivar el algodón de colores en la temporada adecuada disminuirá la presencia de malezas y plagas. Manejar adecuadamente las malezas permitirá un mejor desarrollo ya que el algodón tiende a competir por los nutrientes presentes en el suelo.

No se recomienda hacer uso de agroquímicos sintéticos, se recomienda hacer uso de esencias botánicas naturales, biofertilizantes, lombriabono.

Se debe considerar estudiar los ciclos de desarrollo de las plagas para saber cuándo suministrar un método de depuración.



Figura 23. Cosecha del cultivo de algodón en CIIDEA – ESPAM MFL

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El tratamiento IX (ECGPRSMV-017) se destaca como la mejor variedad en términos de variables agronómicas y agroproductivas, muestra un alto porcentaje de plántulas emergidas, un mayor número de botones florales, un rendimiento total superior y una mejor relación fibra-semilla, con el 44,67 (f/s).

El índice de sostenibilidad ambiental global en la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*) es de 76,56%, que de acuerdo a la escala de valoración utilizada corresponde al nivel intermedio de sostenibilidad.

La elaboración de la guía de buenas prácticas ambientales en el cultivo de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*) es esencial para garantizar la sostenibilidad y promover la producción de algodón de manera responsable.

5.2. RECOMENDACIONES

Seleccionar cuidadosamente el material genético (semilla) en la producción de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*) para maximizar la productividad y calidad de los cultivos.

Implementar y adoptar la guía de buenas prácticas ambientales en el cultivo de algodón nativo de colores (*Gossypium barbadense*) para lograr un nivel intermedio de sostenibilidad.

Crear incentivos y políticas que respalden la adopción de estas prácticas, fomentando así la transición hacia un sector algodonero más sostenible.

Impulsar a través de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López investigaciones enfocadas en el mejoramiento de las producciones sostenibles de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, Á. y Angarita, A. (2013). Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agro- ecológicos - MESILPA. Universidad Minuto de Dios.
- Acosta, A. (2018). Fauna benéfica asociada al cultivo orgánico de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el fundo de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (*tesis de grado*). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Almeida, V. (2007). Caracterização genética e in situ de *Gossypium barbadense* na região norte do Brasil, (*tesis de grado*. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Alvarado, C. (2020). Determinación de la época y dosis de aplicación del cloruro de mepiquat en el cultivo de algodón. Revista Research Gate, 2 (4), 13-27. https://www.researchgate.net/profile/Felipe-Rafael-Garces-Fiallos-2/publication/361176544_Efecto_de_una_fertilizacion_nitrogenada_inorganica_y_organica_sobre_la_mancha_foliar_de_Ramularia_y_la_pudricion_de_capsula_en plantas_de_algodon/links/62b0184423f3283e3af6ba0f/Efecto-de-una-fertilizacion-nitrogenada-inorganica-y-organica-sobre-la-mancha-foliar-de-Ramularia-y-la-pudricion-de-capsula-en-plantas-de-algodon.pdf#page=23
- Álvarez, A. (1978). Aspectos del control integrado en el algodonero. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA.
- Ao, L., Tao, X., Wen, X., Tingting, C., Xianliang, L., Fan, J. y Liang, C. (2013). Un análisis integrativo de cuatro isoformas CESA específicas para la producción de fibra de celulosa entre *Gossypium hirsutum* y *Gossypium barbadense*. *Plantas*, 1(237), 1585-1597.
- Arellano, J. (2019). Representaciones sociales y el cultivo de algodón orgánico: una revisión documental. Revista Heurística, 1 (22), 35-41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7550018>

- Arévalo, N. (2014). Efecto de la materia orgánica y el azotobacter S.P. en el suelo y el rendimiento de algodón de color *gossypium barbadense* L, (tesis de grado)
- Árevalo, N. y Zegarra, R. (2019). Efecto del azotobacter sp y el azospirillum sp. en el rendimiento de algodón de color (*gossypium barbadense* l.) en el fundo los pichones, tacna 2015. *Ciencia & Desarrollo*. (21). doi:<https://doi.org/10.33326/26176033.2017.21.725>
- Ariza, C. y Huertas, S. (2022). Estudio de factibilidad ambiental para la implementación de algodón orgánico como materia prima sostenible en la industria textil colombiana. Fundación Universidad de América, Facultad de ciencias económicas y administrativas, Bogotá. <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/8882/1/7557537-2022-1-GP.pdf>
- Banco mundial. (2016). En 2050 se necesitarán tres planetas Tierra para mantener el estilo de vida actual. <https://iresiduo.com/noticias/banco-mundial/16/09/02/2050-se-necesitaran-tres-planetas-tierra-mantener-estilo-vida-actual>
- Basurto, R. (2022). Bioeconomía para el desarrollo local. *Revista Dominio de las Ciencias*, 8 (2), 13-29. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2706/6171>
- Beckert, S. (2016). El Imperio del algodón. El rostro oculto de la civilización industrial. *Crítica Barcelona*, 1-29.
- Benítez, L. y Viñas, Y. (2018). Contribución al manejo sostenible del cultivo de la caña de azúcar en Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 8 (2), 141-156. <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/939/0>
- Berkes, F. (2010). Formas indígenas de saber y el estudio del cambio ambiental. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 151-156. doi:<https://doi.org/10.1080/03014220909510568>
- Bernardo, R. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropofísico. *Cuicuilco*, 18(52), 39-49. <https://www.redalyc.org/pdf/351/35124304004.pdf>

- Bolívar, H. (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *Redalyc*, 8, 1-18.
- Bonilla, O. Hernández, E. Verastegui, J. Maltos, J. Bautista, A. e Isidro, L. (2020). Productividad y calidad de fibra de variedades convencionales de algodón en la Comarca Lagunera, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 43(1), 3-9. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v43n1/0187-7380-rfm-43-01-3.pdf>
- Bravo, F. (2020). Índice de sustentabilidad ambiental de unidades de producción de maíz amarillo en sistemas agrícolas del valle de Pativilca, Lima, Perú. *Revista IDESIA*, 38 (4), 117-125. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n4/0718-3429-idesia-38-04-117.pdf>
- Caicedo, J. (2020). Adaptabilidad en el sistema de producción agrícola: Una mirada desde los productos alternativos sostenibles. *Revista Redalyc*, 26 (4), 308-325. [redalyc.org/journal/280/28065077024/28065077024.pdf](https://www.redalyc.org/journal/280/28065077024/28065077024.pdf)
- Calduch, R. (2014). Métodos y Técnicas de Investigaciones internacionales. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018-03-01-Metodos%20y%20Técnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf>
- Calzadilla, R. (2018). La productividad del indicador agua para el monitoreo y evaluación del Manejo Sostenible de Tierras. *Revista Ingeniería Agrícola*, 8 (4), 60-66. <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1035/1551>
- Campuzano, L. Caicedo, S. y Guevara, J. (2015). Determinación de atributos en genotipos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en la rotación maíz-soya asociados a suelos ácidos mejorados de la altillanura colombiana. *Ciencia y tecnología Agropecuaria*, 16 (2), pp. 251-63. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/371>
- Campuzano, L. y Buenaventura, M. (2020). Desempeño productivo de algodón en surco ultra-estrechos en suelos ácidos en Colombia, 11 (1). https://Desempeno_productivo_de_algodon_en_surco_ultra-est.pdf
- Canarte, E., Asanza, M. y Peña, G. (2019). Proyecto 5. Generación y validación de tecnología para el desarrollo. Actividad 5.4. Plan de regeneración de

accesiones del género *Gossypium* spp. conservadas en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolectas en Ecuador. Departamento nacional de protección vegetal (DNPV). Informe técnico anual

- Canelón, A. y Almansa, A. (2018). Migración: retos y oportunidades desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). *Revista Retos*, 8 (16), 17-32. <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/retos/article/view/16.2018.08>
- Cañarte, E. (2018). Actividad 2. Plan de regeneración de accesiones del género *Gossypium* spp. conservado en el banco de germoplasma del INIAP y nuevas recolecta en Ecuador. INIAP (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5671/1/iniapeepia2018P ROTECI%C3%93NVEGETAL.pdf>
- Cañarte, E. (2019). Proyecto 5. Generación y validación de tecnología para el desarrollo sostenible del algodón *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) en zonas del Litoral ecuatoriano. INIAP (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5631/1/iniapeep2019ENTOMOLOGIA.pdf>
- Cárdenas, J. (2015). Las exportaciones peruanas de palta son una oportunidad de negocio en el mercado de países bajos en el año 2016 – 2020, (tesis de grado). Repositorio de la Universidad Privada del Norte.
- Castillo, B. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Revista Espacios*, 41 (10), 11-29. <http://revistaespacios.com/a20v41n10/20411011.html>
- Castillo, L. (2015). Control de plagas de Lepidópteros en algodón mediante la expresión de gen híbrido de codifia para una delta-endotoxina de *Bacillus Thuringiensis*, (tesis de grado). (1-96). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional COMVESTAV.
- Chen, L., Zhao, X., Tang, O. y Prince, L. (2017). Colaboración en la cadena de suministro para la sostenibilidad: una revisión de la literatura y una agenda de investigación futura. *International Journal of Production Economics*, 194, 73-87.

- Coba, G. y Cobos, E. (2021). Muere la producción de algodón en Ecuador por cuatro problemas. *PRIMICIAS*, págs. 5-6.
- Collier, D. (2019). Método Comparativo. Universidad de California, Departamento de Ciencias Políticas, Berkeley. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/7068/1/RUCP_Collier_1992v.5.pdf
- Colmenárez, Y., Gibbs, I., Ciomperlik, M. y Vásquez, C. (2016). Biological control agents of cotton pests in Barbados. *Entomotropica*, 31(18), 146-154.
- CONABIO. (2000). Algodón. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. (págs. 1-15).
- Correa, V. (2021). Flora apícola promisorio para *Apis mellifera* Linnaeus 1758 en el distrito de Castilla – Piura, (*tesis de grado*), (1-132). Universidad Nacional de Piura.
- Crespo, R. (2020). Metodología de la investigación para enfermería nefrológica. Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba. <https://www.fenf.edu.uy/wpcontent/uploads/2020/12/14dediciembrede2020Etapasdela-investigacionbibliografica-1.pdf>
- De la Rosa, D., Giménez, P. y De la Calle, C. (2019). La sociedad del aprendizaje: retos educativos en la sociedad y cultura posmoderna. *Revista Prisma Social*, 1 (25), 179-202. <http://ddf.v.ufv.es/bitstream/handle/10641/1691/Educaci%c3%b3n%20para%20el%20desarrollo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Declercq, L. (2017). Industrialización del algodón nativo peruano de color. *Ingeniería Industrial*, 35(1), 141-161. Universidad de Lima. Lima- Perú.
- Diario la Industria. (2019). Descubren nuevo material genético del algodón. Chiclayo.
- Díaz, F. (2020). Propuesta de comercialización para fomentar la exportación de mantas de algodón nativo de colores de la cite Sipán al mercado de Alemania, (*tesis de grado*). (1-124). Universidad Ricardo Palma.

- Díaz, P. (2021). El rescate del algodón latinoamericano: un cultivo milenario que se resiste a caer en el olvido. *LADERA SUR*, págs. 1-2.
- CHEMINOVA. (2020). Hoja de datos de seguridad estruendo abamectina 18 g/l ec. <https://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/05/2.-HDS-Estruendo.pdf>.
- Espinoza, A. (2021). Análisis in silico de genes relacionados a la ruta de flavonoides en la fibra del algodón nativo de color (*Gossypium barbadense*, (tesis de grado). (1-64). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Espinoza, G. y Suarez, D. (2019). El sector algodonero en Ecuador: desafíos y oportunidades de la cadena de valor. Análisis de la Universidad
- Falla, P. y Ramírez, B. (2021). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de algodón (*Gossypium barbadense*) Pima IPA 59 Hidropónico, (tesis de grado). (1-125). Universidad de Lima.
- Fernández, H. (2001). Panorama económico del algodón en México. *Segunda Época*, 8(V), 3-4.
- Fundación Sabre. (2018). ¿Qué significa ecosistemas terrestres? [Archivo PDF]. <http://91.134.207.225/~fabreserver/wpcontent/uploads/2018/09/Gui%CC%81a-FABRE-ODS15.pdf>
- Garcés, N. (2014). Antecedentes y condiciones actuales sobre el manejo y usos del algodón en seis comunidades del Totonacapan, Veracruz, (tesis de grado). (1-128). Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales.
- Garduño, A. y Márquez, C. (2018). Aplicación de selenio en cultivos agrícolas. Revisión bibliográfica. *Revista ITEA*, 114 (4), 327-343. <https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2018/114-4/327-343%20ITEA%20114-4.pdf>
- Gil, A. y López, E. (2013). Características germinativas de semillas del algodón nativo, *Gossypium sp.*, de fibra verde, lila y marrón. *REBIOL*, 35(2), 39-46. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.

- Gil, A. y López, E. (2015). Características germinativas de semillas del algodón nativo, *Gossypium* sp. de fibra verde, lila y marrón. *REBIOL*, 35 (2): 39-46.
- Gómez, A. (2021). Patrones de producción y consumo responsable: La carrera por el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en mercados emergentes. *Revista Ad-Minister*, 1 (38), 93-120. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/administer/article/view/7123/5246>
- Gómez, C. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Revista Papeles*, 1 (140), 107-118. https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/revista_papeles/140/ODS-revision-critica-C.Gomez.pdf
- González, A. (2022). Producción científica de la Universidad de Córdoba relacionada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030. [Archivo PDF]. https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/22897/informe_produccioncient%C3%ADfica_UCO-ODS_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González, C. (2021). Integración de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para el cumplimiento de la agenda 2030 en las universidades públicas colombianas. *Revista Formación Universitaria*, 15 (2), 53-60. <https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v15n2/0718-5006-formuniv-15-02-53.pdf>
- González, M. y Mendoza, J. (2020). Evaluación de tratamientos biológicos y producto químico para la desinfección de semillas en un ecotipo de *Gossypium barbadense* L. (algodón nativo), Chiclayo, (tesis de grado). Repositorio de la Universidad César Vallejo.
- González, S. (2020). Evaluación de la sustentabilidad del cultivo de maíz en Villaflores y La Trinitaria, Chiapas. *Revista Ciencias Agrícolas*, 7 (11), 1565-1578. <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2673/3543>

- González, Y. (2020). III Encuentro Científico Nacional de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible 2020. <https://www.unah.edu.cu/wp-content/uploads/2021/02/Yudenia-Gonzalez-Sanchez.pdf>
- Guevara, Z. y Vásquez, R. (2019). Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas cafetaleras en la localidad de Nuevo Chirimoto, Rodríguez de Mendoza-Región Amazonas. *Revista Pakamuros*, 7 (1), 46-55. <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/75/77>
- Guillén, J. Calle, J. Gavidia, A. y Vélez, A. (2020). Desarrollo sostenible desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano. *Revista Dialnet*, 26 (4), 293-307. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7687041>
- Guillén, S. (2020). Índices de alerta para el manejo sostenible de fertilidad química en agrosistema con secuencia soja-trigo y siembra directa en Tucumán, Argentina. *Revista Agronomía Noroeste Argentina*, 40 (2), 103-111. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ranar/v40n2/2314-369X-ranar-40-02-107.pdf>
- Hasrat, J., Pieters, L. y Vlietinck, A. (2004). Plantas medicinales en Surinam: efecto hipotensor de *Gossypium barbadense*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 56(3), 381–387. [doi:https://doi.org/10.1211/0022357022917](https://doi.org/10.1211/0022357022917)
- Heredia, M. (2020). Evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos en la franja de diversidad y vida: reserva de biosfera Yasuní, Amazonía. *Revista AXIOMA*, 1 (22), 5-11. <http://pucesinews.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/592/534>
- Hidalgo, A. García, S. Cubillo, A. y Medina, N. (2019). Los Objetivos del Buen Vivir. Una propuesta alternativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Revista Dialnet*, 8 (1), 6-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6933773>
- Iannacone, J. (2013). Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) y en cuatro controladores biológicos, en el

- Perú, (*tesis de grado*). (1-124). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Iannacone, J. y Lamas, G. (2003). Plantas biocidas usadas en el control de la polilla de la papa, *phthorimaea operculella* (Zeller) Lepidoptera: Gelechiidae). *Revista Peruana de Entomología*, 43(1).
- Icaza, M. (2022). Manejo agronómico del cultivo de algodón (*Gossypium barbadense* L, (*tesis de grado*). (1-29). Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica.
- Idrogo, B. (2009). Evaluación fitosanitaria y potencial de rendimiento de algodones de color en Lambayeque - Perú, (*tesis de grado*). Facultad de de Agronomía Eliseu Maciel.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2019). INIAP actualiza y genera tecnologías sostenibles en el cultivo de algodón. En Investigación INIAP (pág. 1).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2021). INIAP actualiza y genera tecnologías sostenibles en el cultivo de algodón. [https://www.iniap.gob.ec/iniap-actualiza-y-genera-tecnologias-sostenibles-en-el-cultivo-de-
algodon/#:~:text=El%20algod%C3%B3n%20Gossypium%20hirsutum%20L,36.000%20ha%20a%20nivel%20nacional](https://www.iniap.gob.ec/iniap-actualiza-y-genera-tecnologias-sostenibles-en-el-cultivo-de-algodon/#:~:text=El%20algod%C3%B3n%20Gossypium%20hirsutum%20L,36.000%20ha%20a%20nivel%20nacional).
- Jiménez, A. (2019). Indicadores de sostenibilidad con énfasis en el estado de conservación del bosque seco tropical. *Revista CFOREs*, 14 (2), 197-211. <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v7n2/2310-3469-cfp-7-02-197.pdf>
- Juárez, L. Tobón, S. Salas, G. Jerónimo, A. y Martínez, M. (2019). Desarrollo sostenible: educación y sociedad. *Revista MOA*, 20 (1), 54-72. https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag129712/Art.3_M+A_VOL.20_2019..pdf
- Kantún, J., Salvador, J., Tun, J., Navarro, J., Arias, L. y Martínez, J. (2013). Diversidad y origen geográfico del recurso vegetal en los huertos familiares en Quintana Roo. *Polibotánica*, 1(36), 163-196.

- Kent, P. (2020). Gestión y evaluación de la sustentabilidad organizacional. *Revista Ciencias Administrativas*, 8 (15), 1-10. <http://www.scielo.org.ar/pdf/cadmin/n15/2314-3738-cadmin-15-87.pdf>
- Kogut, P. (2020). La agricultura sostenible: Un nuevo concepto de cultivo. <https://eos.com/es/blog/agricultura-sostenible/>
- Labrada, R. y Caseley, J. (1996). Manejo de malezas en cultivos oleaginosos. En Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120. FAO.
- Lacapé, J., Nguyen, T., Courtois, B., Belot, J., Giband, M., Gourlot, J. y Hau, B. (2005). Análisis QTL de la calidad de la fibra de algodón utilizando múltiples generaciones de retrocruzamiento de *Gossypium hirsutum* x *Gossypium barbadense*. *Ciencia de Cultivos*, 45(1), 123-140. doi:<https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0123a>
- Lawrence, P. y Pérez, J. (Julio de 1997). Análisis de Sostenibilidad de la Industria del algodón en Nicaragua. *CEN 752*, 2-3. <http://www.biocnica.info/biblioteca/Pratt1997SostenibilidadAlgodonNicaragua.pdf>
- León, N. Castellanos, M. Currar, D. Cruz, M. y Rodríguez, M. (2019). Investigación en la Universidad de Holguín: compromiso con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. *Revista Actualidades Investigativas*, 19 (1), 1-28. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v19n1/1409-4703-aie-19-01-348.pdf>
- Licea, J. (2020). Impacto de *azospirillum brasilense*, una rizobacteria que estimula la producción del ácido indol-3-acético como el mecanismo de mejora del crecimiento de las plantas en los cultivos agrícolas. *Revista Scielo*, 37 (1), 34-39. http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v37n1/v37n1_a05.pdf
- López, I. Arriaga, A. y Pardo, M. (2018). La dimensión social del concepto de desarrollo sostenible: ¿la eterna olvidada? *Revista FES*, 27 (01), 25-41. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/34287>
- López, J. Salazar, E. Trejo, H. García, J. Navarro, M. y Vázquez, C. (2013). Producción de algodón con altas densidades de siembra usando fertilización orgánica. *Scielo*, 5-6. <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/phyton/v83n2/html/v83n2a03.htm>

- López, S. (2019). Efecto de la polinización sobre la producción de semillas de algodón nativo (*Gossypium sp.*) De fibra blanca e implicancia en su conservación, Anexo Ponaya, Amazonas, (tesis de grado). (págs. 1-68). Universidad Nacional. Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- López, S., López, A., Gil, A. y De la Cruz, A. (2020). Propagación in vitro de *Gossypium barbadense* L. "algodón nativo" de fibra marrón. *Agroindustrial Science*, 10(3), 235-239.
- Lozano, H., Pelaez, J. y Bermabé, L. (2021). *Gossypium barbadense* revaloración y sustentabilidad. *Centro de Estudios en Diseño y Comunicación* (141), 133-144.
- Luna, F. (2021). Prólogo: Diseño, artesanía y comunidades. *Diseño, artesanía y comunidades* (141). doi:<https://doi.org/10.18682/cdc.vi141.5107>
- MAG. (2020). Buenas Prácticas Agrícolas - BPA. Agrocalidad. Quito: Ecuador es Calidad. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/material1.pdf>
- Maojun, W., Lili, T., Daojun, Y., De, Z., Chao, S., Jianying, L. y Xian, L. (2019). Secuencias genómicas de referencia de dos algodones alotetraploides cultivados, *Gossypium hirsutum* y *Gossypium barbadense*. *Genética de la Naturaleza*, 224-229.
- Marcial, H. Quintero, D. y López, R. (2022). El cuidado de la naturaleza desde el arte textil amuzgo. *Sociedad, permacultura y agricultura sustentable*, 81-93. https://www.researchgate.net/profile/Natividad-Martinez4/publication/356193829_Observaciones_del_ciclo_de_vida_de_Callophrys_xami_en_crasulaceas_de_la_Universidad_Autonoma_Chapingo/links/6191712607be5f31b781baa5/Observaciones-del-ciclo-de-vida-de-Calloph
- Martínez, F. Guevara, F. La, M. Rodríguez, L. Pinto, R. y Aguilar, C. (2020). Caracterización de productores de maíz e indicadores de sustentabilidad en Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5).
- Medina, E. y Gil, A. (2017). Fenología de *Gossypium raimondii* Ulbrich "algodón nativo" de fibra de color verde. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), Trujillo. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.09>

- Mendoza, M. (2020). Técnicas de observación directa para estudiar interacciones sociales infantiles entre los Toba. *Ciencias Del Hombre*, 21(1), 241-262.
<http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/runa/article/view/1400>
- Milagros, A. (2018). Comportamiento de las principales plagas y controladores biológicos en el cultivo de algodón (*Gossypium barbadense*) de fibra extralarga en el medio Piura, Campaña Agrícola, (tesis de grado). (1-106). Universidad Nacional de Piura. Facultad de Agronomía.
- MINAM - Ministerio del Ambiente del Perú. 2014. Colecta, elaboración de mapas de distribución y estudio socioeconómico de la diversidad del algodón nativo. Gobierno del Perú. Lima, Perú.
https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2018/07/ldb_algodon_nueveregiones_14.pdf
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). Agricultura.
<https://www.agricultura.gob.ec/entidades-y-productoras-comparten-experiencias-en-la-produccion-de-algodon/>
- Montero, H. y Quintero, J. (2020). Guías de buenas prácticas ambientales para cultivos de flores y ornamentales 2010. *Revista Asocoflores y MAVDT*, 1-120.
https://rutadelasostenibilidad.org/wp-content/uploads/2019/05/GUIA-AMBIENTAL_20101119_Guia-Ambiental_Flores_Final.pdf
- Montero, J. (2021). Aplicación del espectro visible para el control de la plaga del arrebiatado (*Dysdercus peruvianus guerini*) en el cultivo de algodón-Piura, (tesis de grado).
- Muñoz, J. y Rodríguez, A. (2014). Mites associated with the avocado crop (Persea americana Mill) in the Central Coast of Peru. *Agronomía Costarricense*, 38(1).
- Negrete, F., Morales, J. y Martínez, L. (2009). Buenas prácticas agrícolas para el cultivo del algodón en el departamento de Córdoba. En Boletín Técnico (1-36). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica.

- Olivares, B. (2018). Zonificación agroclimática del cultivo de maíz para la sostenibilidad de la producción agrícola en Carabobo, Venezuela. *Revista Universitaria de Geografía*, 27 (2), 135-156. <http://www.scielo.org.ar/pdf/reuge/v27n2/v27n2a06.pdf>
- Olvera, Y. (2018). Objetivo 12 de Desarrollo Sostenible: Producción y consumo responsable. *Revista Investigaciones Estratégicas*, 2 (6), 1-28. https://cesnav.uninav.edu.mx/cesnav/ININVESTAM/docs/docs_analisis/da_08-18.pdf
- ONU. (2022). Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- ONU. (2022). Vida de ecosistemas terrestres: por qué es importante. [Archivo PDF]. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/15_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- ONU. (2023). Objetivos de desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Organización Better Cotton. (2021). Informe anual mejor algodón 2021. <https://bettercotton.org/wp-content/uploads/2022/06/Better-Cotton-2021-Annual-Report.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2022). La Agenda para el Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010). Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor: <https://www.fao.org/ag/portal/agp/agp-news/detail-es/es/c/43662/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). +Algodón. +Algodón: <https://www.fao.org/in-action/programa-brasil-fao/proyectos/sector-algodonero/es/>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Estudios nichos de mercados del algodón. <https://www.fao.org/3/i8813es/l8813ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and approaches. <http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf>
- Organización de Naciones Unidas (2022). Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Ormaza, J. Ochoa, J. Ramírez, F. y Quevedo, J. (2020). Responsabilidad social empresarial en el Ecuador: abordaje desde la Agenda 2030. Revista Dialnet, 26 (3), 175-193. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7565475>
- Orrillo, R. (2018). Etnobotánica de las plantas medicinales expendidas en los mercados de Cajamarca y San Marcos, (*tesis de grado*). (págs. 1-144). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Ortegón, E., Pacheco, J. y Prieto, A. (2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. CEPAL, 121. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf
- Osorio, A. y Angarita, A. (2013). Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos. UNIMINUTO. <https://mail.google.com/mail/u/0/#search/ALGOD%C3%93N/FMfcgzGpGKTspvcxSgkJTFGjWGkSZQCQ?compose=GTvVlcSHxjRlcSNDLmmsqQPptlCqDwpsNdRQpJhrZmDHmlXqkgkblmWgjfvnGFtcdmlhbxWWCkTjyprojector=1ymessagePartId=0.1>
- Pacto Global Red Ecuador. (2021). Guía de Buenas Prácticas para la Producción Sostenible. https://pactoglobal-ecuador.org/wp-content/uploads/2021/07/GUIA-ODS-12_30072021.pdf

- Parra, R. (2018). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible: antecedentes y perspectivas para promover el consumo y la producción sostenibles en Chile. *Revista de Derecho Ambiental*, 1 (10), 99-121. <https://actascoloquiogiannini.uchile.cl/index.php/RDA/article/view/52077/56281>
- Párraga, J., Rodríguez, M., Cañarte, M., Montero, S. y Sánchez, F. (2022). Respuesta adaptativa de diez accesiones de algodón de colores *Gossypium barbadense* en las condiciones del valle del río Portoviejo. Universidad Técnica de Manabí. Convención científica internacional.
- Peña, O. Quisphe, E. y Rabanal, V. (2022). Algodón orgánico como elemento clave de una estrategia de diferenciación, orientada a la exportación para el sector textil confecciones en el Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621872/QUISPE_PE.pdf?sequence=5
- Percy, R. y Wendel, J. (1990). Evidencia de aloenzimas para el origen y la diversificación de *Gossypium barbadense* L. *Genética teórica y aplicada*, 79, 529-542.
- Pérez, C. (2018). Conservación de semillas de algodón nativo (*Gossypium spp.*): análisis físico, fisiológico y bioquímico. [Tesis de grado, Doctor en ciencias]. Programa de postgrado en recursos genéticos y productividad. Colegio de postgraduados. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas.
- Pérez, C. (2021). Beneficios potenciales del biocarbón en la productividad de cultivos agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12 (4), 713-725. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v12n4/2007-0934-remexca-12-04-713.pdf>
- Piedra, L. Ramírez, F. Luna, S. y Araya, A. (2017). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas y Ambientales para el cultivo del arroz en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado, Costa Rica. Gúapiles, Costa Rica: Área de Conservación Tortuguero ACTo)-Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)-Proyecto para la Promoción del Manejo

Participativo en la Conservación de la Biodiversidad (MAPCOBIO)-
Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Pierce Corporation. (2022). Cómo hacer sostenible el cultivo del algodón.
[https://pierceccorporation.com/es/como-hacer-sostenible-el-cultivo-del-
algodon/](https://pierceccorporation.com/es/como-hacer-sostenible-el-cultivo-del-algodon/)

Pinedo, R. Gómez, L. y Julca, A. (2020). Sostenibilidad ambiental de la
producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles
interandinos del Perú. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21 (3).
<https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1309/645>

Pintado, J. (2020). Implementación de un sistema de poda para mejorar el
rendimiento del algodón nativo del arboretum de la Universidad César
Vallejo – Chiclayo, (*tesis de grado*).

Piovano, G. (2021). Agenda internacional del ambiente: (Ambiente, derecho y
contextos): una mirada a la complejidad ambiental con sentido crítico.
Revista Investigación Internacional, 12 (5), 239-260.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130843>

Portillo, D. y Vargas, J. (2019). Respuesta del rendimiento de algodón
(*Gossypium barbadense* L.) variedad tangüis a la inoculación con
rizobacterias en dos densidades de plantas, en San Clemente - Pisco,
(*tesis de grado*).

Queiroga, V. y Calderan, A. (2021). Sistema de producción del algodón
sostenible. En Documento Técnico (1-124).

Quiroz, R. y Rengifo, E. (2018). Rescate y preservación de la variabilidad
del algodón nativo en Morrope 2018. (*Tesis de grado*). Lambayeque,
Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Ramos, D. (2020). Contribución de la educación superior a los Objetivos de
Desarrollo Sostenible desde la docencia. *Revista Española de Educación
Comparada*, 37 (1), 89-110.
[https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/206804/R
amos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/206804/Ramos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Raymond, P. (2010). Historia del ocaso de un cultivo de ladera: el algodón de la
hoya del río Suárez. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 7(64).

- Raymond, P. y Bayona, S. (1987). Vida y muerte del algodón y los tejidos santandereanos: historia económica y tecnológica de la desaparición del cultivo y de la industria casera del algodón. ECOE.
- Ren, X., Zhang, L., Du, M., Evers, J., Van Der Werf, W., Tian, X. y Li, Z. (2013). Managing mepiquat chloride and plant density for optimal yield and quality of cotton. *ELSEVIER*, 149(1). <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.04.014>
- Rescia, A. (2022). Trabajos en sostenibilidad y resiliencia socio-ecológica en la Universidad Complutense de Madrid. *Revista Torrosa*, 2 (5), 13-34. <https://www.torrossa.com/en/resources/an/5182539#page=24>
- Reyes, J. (2017). Uso de pasta de algodón (*Gossypium barbadense L.*) de bajo nivel de gosipol en la alimentación de terneras Holstein, (tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Rivadeneira, M. (2018). Consumo responsable: Prácticas de ahorro energético en la generación de Guayaquil. Guayaquil: Universidad Casa Grande. <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/2231/1/Tesis2395RIVc.pdf>
- Rodas, M. (2022). La educación para el desarrollo sostenible como motor de la agenda 2030. El voluntariado como propuesta de actuación. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Maroto-3/publication/349607889_Por_un_desarrollo_sostenible_de_la_Vega_de_Granada_Espana_Coordinacion_General_del_libro_Juan_Carlos_Maroto_Martos_y_Aida_Pinos_Navarrete/links/6037f5d64585158939cda517/Por-un-desarrollo-sostenible-de-la-Vega-de-Granada-Espana-Coordinacion-General-del-libro-Juan-Carlos-Maroto-Martos-y-Aida-Pinos-Navarrete.pdf#page=10
- Rodríguez, A., Aramendis, R., Deana, A., García, R. y Pittaluga, L. (2020). El aporte de la biotecnología médica frente a la pandemia de COVID-19 y lecciones para su desarrollo mediante las estrategias nacionales de bioeconomía. En Estudios de caso de Colombia (1-116).
- Rodríguez, M. (2004). Identificación de plagas en el cultivo del algodón áspero (*Gossypium barbadense L. ssp Peruvianum*) en Ucayali, (tesis de grado).

- Rodríguez, O. y Nemecio J. (2019). Educación musical para el desarrollo sostenible: una revisión documental. *Revista Abem*, 27 (43), 14-24. <http://www.abemeducacaomusical.com.br/revistas/revistaABEM/index.php/revistaabem/article/view/854>
- Ropero, S. (2020). Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/indicadores-ambientales-que-son-tipos-y-ejemplos-2759.html>
- Sacco, I. (2022). Agenda 2030: desarrollo sostenible, arquitectura regional y su financiamiento. *Revista Desarrollo Sostenible*, 6 (12), 1-9. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103368/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sainz, C. (2009). Propuesta de mejora para el cultivo de Aloe vera en el sur de India dentro del marco de una actuación de cooperación para el desarrollo, (*tesis de grado*). (1-116). Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola de Barcelona.
- Saldívar, A. (2018). Producción y Consumo Responsable: Una necesidad inminente. *Revistas Entretextos*, 10 (29), 1-23. <https://revistasacademicas.iberoleon.mx/index.php/entretextos/article/view/157/85>
- Sanabria, S. Mendoza, K. Sangay, S y Cosme, R. (2021). Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 12 (3). <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.036>
- Sánchez, L. (2018). La sequía agrícola, un instrumento en apoyo al manejo sostenible de los agroecosistemas. *Revista Anuario Ciencia*, 16 (1), 1-21. <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/ACUNAH/article/view/1094>
- Sánchez, Ó. y Gómez, J. (2021). RAÍCES DEL ALGODÓN Y SU VÁSTAGO TRANSGÉNICO. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 196. <https://elibros.uacj.mx/omp/index.php/publicaciones/catalog/download/178/160/988-1?inline=1>
- Serquen, L. y Iglesias, S. (2019). Caracterización molecular de las variedades de algodón nativo de color en la costa norte del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 10(2). doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.00>

- Serquen, L. y Iglesias, S. (2019). Caracterización molecular de las variedades de algodón nativo de color en la costa norte del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 157-168.
- Silva, V. (2018). Incidencia de los organizadores gráficos como metodología docente en el desarrollo de los aprendizajes significativos. Quito: Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17317/1/T-UCE-0010-FIL-233.pdf>
- Sotelo, A., Cañarte, E., Zambrano, F., Navarrete, B. y Suárez, D. (2022). Respuesta de la variedad de algodón BRS-336 a un programa de manejo bajo las condiciones de Manabí-Ecuador. *Revista ciencia UNEMI*, 14(38), 34-48. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss38.2022pp34-48p>
- Tamara, G. (2021). FASHION NETWORK. <https://pe.fashionnetwork.com/news/Ecuador-abandona-la-siembra-de-algodon-este-ano,1310672.html>
- Teruya, K. y Milagros, S. (2016). Evaluación de fitorreguladores del crecimiento en la inducción de callo embriogénico en *Gossypium barbadense* L. 1753 “algodón nativo” color pardo, (tesis de grado). Universidad Ricardo Palma.
- Tonolli, A. (2018). Propuesta metodológica para la obtención de indicadores de sustentabilidad de agroecosistemas desde un enfoque multidimensional y sistémico. *Revista UNCUYO*, 51 (2), 381-399. <http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v51n2/v51n2a30.pdf>
- Vásquez, L. (2016). Estudio de biología floral y establecimiento de protocolo para determinar el cruzamiento y el flujo de polen en algodón. En Documento de estudio (1-47). UNOPS.
- Villareal, M., Villa, E., Cira, L., Estrada, M., Parra, F. y Santos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1). doi:<https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
- Vitti, D. (2021). Evaluación del desempeño ambiental de la producción del algodón en bruto (*Gossypium Hirsutum* L.) en el norte de Santa Fe, a lo

- largo de los últimos 35 años. Universidad nacional del litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Santa Fe. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/6286/Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Von Bothmer, R., Díaz, O., Fagerstrom, S., Ortega, F., Ortiz, R. y Sánchez, M. (2022). Para una agricultura sostenible. *Ciencia y Fitomejoramiento*, 204. https://www.recursosgeneticos.com/gallery/FO_M%C3%81SALLAOMG_2022.pdf
- Wang, F., Xu, Z., Sol, C., Yongchao, G., Guodong, L., Jinxia, Z. y Zhang, Y. (2013). Disección genética de los componentes genómicos introgresivos de *Gossypium barbadense* L. que contribuyen a mejorar la calidad de la fibra en *Gossypium hirsutum* L. *Mejoramiento Molecular* (32), 547-562.
- Watkins, K. (2020). Métodos cuantitativos de análisis. *Revistas Jurídicas UNAM*, 1-9. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/7.pdf>
- Well, R. y Brady, N. (2017). La naturaleza y propiedades de los suelos. Pearson.
- Yan, H., Jiedan, C., Lei, F., Zhiyuan, Z., Weima, Y. N., Longzhen, J. y Tianzhen, Z. (2019). Los genomas de *Gossypium barbadense* y *Gossypium hirsutum* brindan información sobre el origen y la evolución del algodón alotetraploide. *Genética de la Naturaleza*, 51, 739-748.
- Zaman, A. y Lehmann, S. (2019). Recycling and the Circular Economy. In *Environmental*. Springer, 149-167.
- Zambrano, F., Suárez, D., Peñarrieta, S. y Sotelo, R. (2022). Manejo sostenible del algodón: aportes desde la academia para la agricultura familiar campesina del Ecuador. Portoviejo, Ecuador: Universidad Técnica de Manabí.
- Zevallos, L. y Ortiz, M. (2017). Biología de *Feltia experta walker* (Lepidoptera: Noctuidae) conducida sobre *Zea mays* y *Gossypium barbadense*. 10(2), 18-25. doi:<https://doi.org/10.31381/biotempo.v10i0.850>
- Zhu, Y., Abdelraheem, A., Wedegaertner, T., Nichols, R. y Zhang, J. (2020). Primer Reporte de *Fusarium fujikuroi* Causando Marchitez en Plántulas de Algodón Pima (*Gossypium barbadense*) en Nuevo México, EE.UU.

Sociedad Americana de Fitopatología, 105(1), 228-238.
doi:<https://doi.org/10.1094/PDIS-03-20-0638-PDN>

ANEXOS

ANEXO 1. Fichas de evaluación

Variable agro-productiva a evaluar: Plantas emergidas

Ubicación: CIIDEA-ESPAM-MFL, Calceta, Bolívar

Fecha de establecimiento: 11 de febrero 2022

Fecha de evaluación: **DDS.**

Par.	Rep.	Trat.	# plantas esperadas	# Plantas emergidas	% emergidas
1	I	7	200		
2	I	9	200		
3	I	4	200		
4	I	2	200		
5	I	10	200		
6	I	8	200		
7	I	3	200		
8	I	5	200		
9	I	6	200		
10	I	1	200		
11	II	4	200		
12	II	3	200		
13	II	10	200		
14	II	8	200		
15	II	1	200		
16	II	2	200		
17	II	7	200		
18	II	5	200		
19	II	9	200		
20	II	6	200		
21	III	1	200		
22	III	7	200		
23	III	2	200		
24	III	5	200		
25	III	10	200		

22	III	7										
23	III	2										
24	III	5										
25	III	10										
26	III	3										
27	III	6										
28	III	4										
29	III	9										
30	III	8										

Observaciones:

Variable productiva a evaluar: Número de botones florales

Ubicación: CIIDEA-ESPAM-MFL, Calceta, Bolívar

Fecha de establecimiento: 11 de febrero 2022

Fecha de evaluación:

DDS.

Par.	Rep.	Trat.	# de botones florales/planta				
			1	2	3	4	5
1	I	7					
2	I	9					
3	I	4					
4	I	2					
5	I	10					
6	I	8					
7	I	3					
8	I	5					
9	I	6					
10	I	1					
11	II	4					
12	II	3					
13	II	10					
14	II	8					
15	II	1					
16	II	2					
17	II	7					

18	II	5					
19	II	9					
20	II	6					
21	III	1					
22	III	7					
23	III	2					
24	III	5					
25	III	10					
26	III	3					
27	III	6					
28	III	4					
29	III	9					
30	III	8					

ANEXO 2. Ficha de indicadores, subindicadores, y escala de valoración de sostenibilidad ambiental en porcentaje

INDICADOR	SUBINDICADOR	ESCALA DEL SUBINDICADOR	VALORACIÓN (%)

ANEXO 3. Entrevista semiestructurada para técnicos del cultivo de algodón

JUSTIFICACIÓN: La presente entrevista se realiza como parte del proceso de recopilación de información para una el desarrollo del trabajo de investigación titulado “SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN NATIVO DE COLORES (*Gossypium barbadense*) EN CIIDEA - ESPAM MFL, por lo tanto, esta información es de carácter confidencial y no tiene ningún fin ajeno a la investigación.

OBJETIVO: Identificar el grado de sostenibilidad ambiental del cultivo de algodón.

Nombre y cargo del entrevistado

1. ¿Qué función cumplió en el desarrollo del cultivo de algodón?
2. ¿Fue utilizada materia orgánica durante el proceso del cultivo de algodón? De ser afirmativa la respuesta, mencione el tipo de MO y la cantidad utilizada.
3. ¿Qué herramientas (manuales o mecánicas) se utilizaron en el proceso de producción del algodón, desde la preparación del suelo hasta la cosecha?
4. ¿Las semillas utilizadas para la siembra del cultivo son de origen nativo o comercial? Mencione las variedades
5. ¿Cuáles fueron los métodos utilizados para el control de plagas en el cultivo?
6. Escoja el manejo de semilla de calidad:
 - Propia seleccionada
 - Semilla no certificada
 - Certificado, categoría autorizada
 - Certificado, categoría certificada
 - De origen desconocido sin seleccionar
7. ¿Cuál fue el porcentaje aproximado de agua que se utilizó para la producción del cultivo y cuáles fueron los sistemas de riego utilizados?

8. ¿En el proceso de producción del algodón se utilizaron agroquímicos y fertilizantes que pudieran afectar las funciones ecosistémicas? De ser afirmativa la respuesta, menciónelos.
9. ¿Cuál de los siguientes sistemas de producción agrícola se empleó en el cultivo de algodón? Justifique su respuesta.
- Agricultura de conservación
 - Policultivos
 - Agricultura extensiva
 - Monocultivos
 - Agricultura intensiva
10. ¿Considera que este cultivo de algodón favorece a la conservación de la biodiversidad y las especies nativas? Justifique su respuesta
11. ¿Considera que las prácticas empleadas para la producción del algodón son sostenibles?

AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN

ANEXO 4. DATOS PROMEDIOS DE CADA REPETICIÓN DE ALGODÓN CON SU RESPECTIVO TRATAMIENTO

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS

ACCESIONES DE ALGODONES

FECHA	VARIABLES	REPETICIÓN TRATAMIENTOS	R1										UNIDAD
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
04/03/2022 2 (21 días)	Agronómicas	Porcentaje de plántulas emergidas	30,5	35	40	49,5	45	64,5	40	54	71	50,5	(%ppe)
19/07/2022 2 (158 días)		Diámetro del tallo	42,80	35,80	38,40	34,00	34,40	34,40	31,40	32,40	29,80	36,80	(mm)
19/07/2022 2 (158 días)		Altura de planta	257,2	267	260,8	258,4	320,8	292,4	284,4	305,8	265,6	286	(cm)
13/07/2022 2 (153 días)	Agroproductivas	Número de botones florales (n°bf)	65,60	60,60	117,0	43,40	20,00	91,20	46,80	189,2	308,2	230,6	-
9/11/2022 (272 días)		Rendimiento total (kg/parcela)	3,03	2,66	2,70	3,28	2,66	2,47	2,47	4,55	6,71	6,69	kg
10/11/2022 2 (273 días)		Relación fibra-semilla (F/S)	39	43	43	44	45	44	43	40	42	41	kg

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS

ACCESIONES DE ALGODONES

FECHA	VARIABLES	REPETICIÓN TRATAMIENTOS	R2										UNIDAD
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
04/03/2022 (21 días)	Agronómicas	Porcentaje de plántulas emergidas	36,5	52,5	41	49,5	57,5	69,5	38	46,5	77	48	(%ppe)
19/07/2022 (158 días)		Diámetro del tallo	38,80	35,00	36,80	33,20	32,40	31,20	35,80	31,40	32,20	38,20	(mm)
19/07/2022 (158 días)		Altura de planta	257,2	267	260,8	258,4	320,8	292,4	284,4	305,8	265,6	286	(cm)
13/07/2022 (153 días)	Agroproductivas	Número de botones florales (n°bf)	163,2	66,80	94,60	106,4	11,80	25,80	36,60	205,6	284,0	588,8	-
9/11/2022 (272 días)		Rendimiento total (kg/parcela)	2,28	2,93	5,59	5,40	1,79	3,60	1,21	3,82	5,66	4,53	kg
10/11/2022 (273 días)		Relación fibra-semilla (F/S)	43	40	44	44	46	42	43	45	45	42	kg

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS

ACCESIONES DE ALGODONES

FECHA	VARIABLES	REPETICIÓN TRATAMIENTOS	R3										UNIDAD
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
04/03/2022 (21 días)	Agronómicas	Porcentaje de plántulas emergidas	32	38	49	55	48	59,5	37,5	44,5	60,5	65,5	(%ppe)
19/07/2022 (158 días)		Diámetro del tallo	34,00	35,20	30,60	33,20	33,40	33,00	33,00	40,60	29,80	34,30	(mm)
19/07/2022 (158 días)		Altura de planta	252,2	288,2	273,6	315,4	302	295,2	257,8	266,6	253	275,4	(cm)
13/07/2022 (153 días)	Agroproductivas	Número de botones florales (n°bf)	61,80	19,20	54,40	113,6	24,40	60,80	20,00	394,2	408,2	176,4	-
9/11/2022 (272 días)		Rendimiento total (kg/parcela)	3,32	2,29	4,72	4,94	2,36	3,93	2,29	5,84	6,06	5,74	kg
10/11/2022 (273 días)		Relación fibra-semilla (F/S)	42	46	42	43	42	41	41	45	47	40	kg