HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO

1 KG DE FIBRA DE ALGODÓN CULTIVADO Y PROCESADO EN ANDALUCÍA

ABRIL 2024 / V3

Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural

omawa
360 sostenibilidad

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN

2. DATOS GENERALES DEL CULTIVO DEL ALGODÓN

3. EL CULTIVO DEL ALGODÓN EN ANDALUCÍA
   3.1 Etapas del proceso de producción
   3.1.1 Fase agricultura
   3.1.2 Fase procesado: Desmotadora

4. OBJETIVO DEL INFORME

5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO
   5.1 Principios
   5.2 Unidad declarada
   5.3 Límites del sistema
      5.3.1 Entradas y salidas del sistema
   5.4 Límite temporal para los datos

6. RECOPILACIÓN DE DATOS
   6.1 Gases de efecto invernadero contemplados
   6.2 Almacenamiento de carbono biogénico
   6.3 Criterios de corte seleccionados
   6.4 Asignaciones
   6.5 Exclusiones

7. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO
   7.1 Emisiones fase cultivo
   7.2 Emisiones fase procesado y embalado

8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

9. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

10. PUNTOS FUERTES Y RECOMENDACIONES DE MEJORA

11. ACRÓNIMOS

12. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

EL CAMBIO CLIMÁTICO SE HA IDENTIFICADO COMO UNO DE LOS MAYORES DESAFÍOS QUE ENFRENTA LA HUMANIDAD EN LA ACTUALIDAD

El cambio climático se ha identificado como uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en la actualidad. El problema de los gases de efecto invernadero (GEI) se ha venido tratando en la última década tanto a nivel nacional (Inventarios de Gases de Efecto Nacionales), empresarial o de organización a nivel mundial. En las últimas décadas ha venido surgiendo la necesidad de controlar las emisiones de GEI, lo que ha llevado a la implementación de la llamada huella de carbono, la que debe explicitar las emisiones que un producto genera durante su cadena de producción.

La Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía en colaboración de la Cooperativa Marismas de Lebrija, Mancera, SCA, Indesa, Interprofesional Andaluza del Algodón y Omawa Huella Ecológica, han elaborado el estudio de la Huella de Carbono del la fibra de algodón en Andalucía según la norma **ISO 14067:2019.**

RESULTADO DE LA HCP POR UNIDAD FUNCIONAL DECLARADA:

1KG DE FIBRA DE ALGODÓN DESMOTADA Y CULTIVADA EN ANDALUCÍA EN PRODUCCIÓN INTEGRADA

Total asignación en masa:

0,321 kg CO_2e/kg fibra de algodón

RESULTADO FINAL DE LAS **EMISIONES DE GEI** POR UNIDAD FUNCIONAL DE CADA FASE:

Total kgCO_2e /kg fibra de algodón asignación en masa

FASE CULTIVO	FASE PROCESADO Y EMBALADO
0,291	**0,030**
Kg CO_2e	Kg CO_2e

2. DATOS GENERALES DEL CULTIVO DEL ALGODÓN

El algodón es un cultivo que ha aumentado a gran escala y de él se obtiene la fibra destinada para la industria textil y algunos aceites extraidos de sus semillas. La planta de algodón tiene una nascencia muy débil por lo que necesita de muchos cuidados para su desarrollo. Los estados de la U.E pioneros en el cultivo del algodón son por orden de importancia Grecia, España e Italia.

ALGUNAS DE SUS CARACTERÍSTICAS

El algodonero (Gossypium) pertenece a la familia de las malváceas. De este género se conocen unas 45 especies, que son anuales, bianuales y perennes, herbáceas, arbustivas y arbóreas.

- **Morfología:**
  - Nombre común: Algodón.
  - Nombre científico: Gossypium herbaceum (algodón indio), Gossypium barbadense (algodón egipteo), Gossypium hirstium (algodón americano).
  - Familia: Malvaceae.
  - Género: Gossypium.
- El cultivo del algodón es típico de las **zonas cálidas.** La germinación de la semilla se produce cuando se alcanza una temperatura no inferior a los 14 ºC, siendo el óptimo de germinación de 20ºC.
- Para la floración se necesita una **temperatura media de los 20 a 30ºC.** Para la maduración de la cápsula se necesita una temperatura de entre 27 y 30 ºC.
- El algodón textil es una planta con raíces penetrantes de **nutrición profunda.**

- Se trata de un cultivo **exigente en agua,** pues la planta tiene mucha cantidad de hojas provistas de estomas por las que se transpiran cuando hay un exceso de calor. Los riegos deben de aplicarse durante todo el desarrollo de la planta a unas dosis de 4.500 y 6.500 m^3/ha.
- El **viento** es un factor que puede ocasionar pérdidas durante la fase de floración y desarrollo de las cápsulas, produciendo caídas de éstas en un elevado porcentaje.
- Después de la maduración del fruto se produce la **dehiscencia**, abriéndose la cápsula. La floración del algodonero es escalonada, por lo que la recolección es también escalonada.
- El aprovechamiento principal del algodonero es la producción de **fibra textil.** La semilla produce del 18 al 20% de aceite comestible, y el orujo o torta se utiliza para la alimentación ganadera.

Las fases de desarrollo del cultivo se pueden definir del siguiente modo:

1. Germinación: La semilla absorbe humedad del terreno, emite la raíz principal y se alarga el hipocotíleo (porción del tallo entre raíz y cotiledones) que se arquea al aproximarse a la superficie.

2. Emergencia: Aparición de los cotiledones por encima del terreno.

3. Plántula: Desde la aparición de la 1ª hoja verdadera hasta el desarrollo de 5 nudos.

4. Crecimiento vegetativo: Desde 5 nudos hasta aparición del primer botón.

5. Botones: Desde el primer botón hasta la primera flor blanca.

6. Floración: Abundancia de flores blancas.

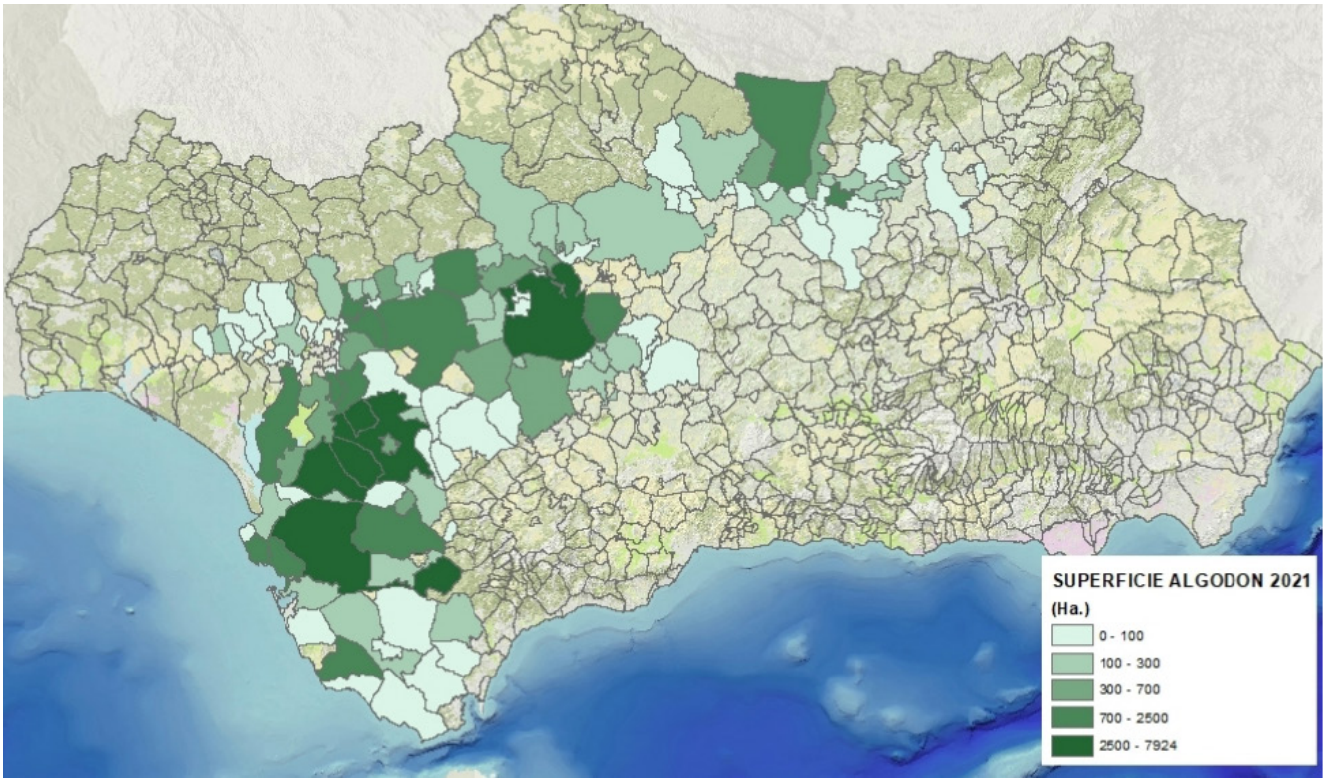
7. Fructificación: Desde primera flor rosa (= 1ª cápsula pequeña) hasta primera cápsula abierta.

8. Recolección: Desde la primera cápsula abierta recogida.

3. EL CULTIVO DEL ALGODÓN EN ANDALUCÍA

UBICACIÓN

El 97% de la superficie de algodón cultivada en España se encuentra en Andalucía. El cultivo se desarrolla fundamentalmente en el Valle del Guadalquivir y en menor medida, en los Valles delGenil y Guadalete, en el litoral de Cádiz y en la campiña de Sevilla. La provincia con mayor superficie de algodón es, con diferencia, Sevilla, seguida de Córdoba. Además de en Andalucía, se siembra también algo en Murcia y Alicante, aunque muy pequeña extensión.



PRODUCCIÓN INTEGRADA

La producción integrada es una técnica respetuosa con el medio ambiente, que utiliza al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales y aseguran a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella métodos biológicos y químicos de control, ajustando la utilización de fertilizantes y fitosanitarios al mínimo posible. Al mismo tiempo, existen una serie de técnicos de campo que están supervisando constantemente el cultivo y asesorando a los agricultores en su toma de decisiones

La producción integrada del algodón está legislada con la Orden de 27 de noviembre de 2002, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Algodón.

Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados.

ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ESTA PRODUCCIÓN INTEGRADA

- **Se prohíbe repetir el cultivo** más de 2 años seguidos en la misma parcela, recomendando rotaciones con cultivos de ciclo otoño-invierno o primaverales sometidos a siega periódica.
- **Siembra:**
  - La siembra procederá de productores oficialmente autorizados, certificado y correspondiente Pasaporte Fitosanitario.
  - Se recomienda la siembra entre el 15 de marzo y el 15 de mayo, con sembradoras de precisión.
  - También se recomienda dar riego de nascencia utilizando el sistema de aspersión.
  - Densidades definitivas de siembra entre 150.000 y 250.000 plantas/ha.
- **Enmiendas y fertilización:**
  - Se obliga a realizar enmiendas orgánicas y minerales y a mantener la materia orgánica en el suelo.
  - Prohibido superar los 280 kg/ha al año de nitrógeno o 52 kg/Tm de fibra bruta.
  - Prohibido aplicar urea en la segunda cobertera.
- **Manejo del suelo:**
  - Se obliga a realizar prácticas de conservación del suelo en función de la pendiente.
  - Se obliga a nivelar con láser cada tres años para riego por surcos, recomendando cada 2 años.
  - Se obliga al control de las infestaciones mediante labores y/o aplicación de herbicidas.
- **Riego:**
  - Es obligatorio determinar las analíticas de calidad del agua de riego.
  - Está prohibido el riego a manta, los riegos con aguas procedentes de acuíferos sobreexplotados y con aguas residuales urbanas depuradas.
- **Recolección:**
  - Se obliga a mantener en buen estado las fibras.
  - Se recomienda un triturado e incorporación del rastrojo a la parcela.

SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN

El algodón se cultiva en seis de las ocho provincias andaluzas. La principal provincia productora de algodón es Sevilla, el 64% de la superficie andaluza y el 62% de la nacional. Tras ésta se sitúan Cádiz y Córdoba, siendo las de Huelva y Málaga muy poco importantes.. En Almería y Granada no se cultiva actualmente algodón.

3.1 CULTIVOS INDUSTRIALES 2021

TEXTILES:

3.1.1 ALGODÓN BRUTO

	SUPERFICIE			RENDIMIENTO			PRODUCTOS OBTENIDOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN
PROVINCIA	SECANO Ha	REGADÍO Ha	TOTAL Ha	SECANO KG/Ha	REGADÍO KG/Ha	PRODUCCIÓN TM	FIBRA TM
Almería	-	-	-	-	-	-	-
Cádiz	2.495	9.625	12.120	1.008	3.321	34.480	11.254
Córdoba	-	3.453	3.453	-	3.103	10.716	3.418
Granada	-	-	-	-	-	-	-
Huelva	91	204	295	650	1.633	392	190
Jaén	-	3.903	3.903	-	2.877	11.230	4.492
Málaga	-	-	-	-	-	-	-
Sevilla	2.228	35.900	38.128	1.511	3.195	118.067	38.962
Andalucía	**4.814**	**53.085**	**57.899**	**1.234**	**3.182**	**174.885**	**58.316**

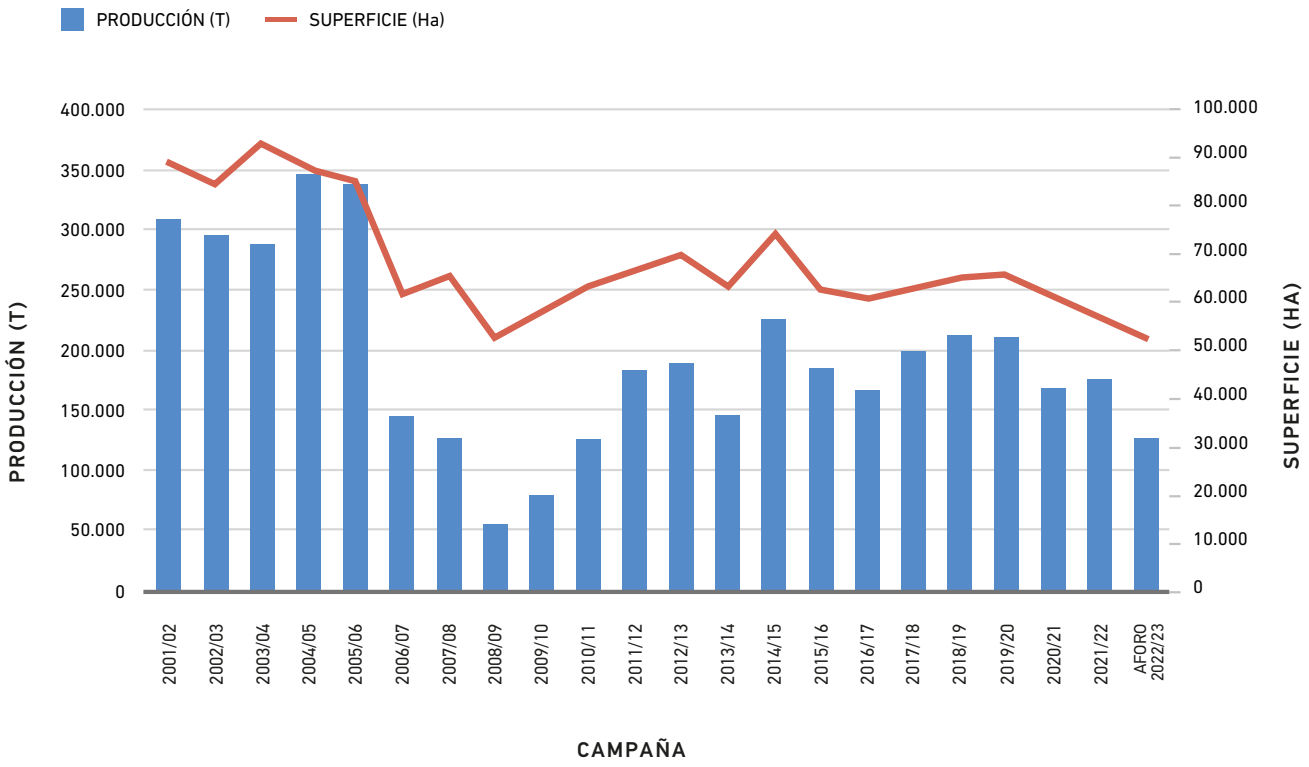
Fuente: Junta de Andalucía. Anuario 2021.

La superficie de algodón en Producción Integrada en 2021 ascendió a 46.206 ha, suponiendo el 80,3 % de la superficie total de algodón .

La Superficie en Producción Integrada alcanzó en 2022 las 44.276 hectáreas, que suponen el 85,3 % de la superficie total de algodón.

Las zonas de cultivo más importantes se concentran en las comarcas de "La Campiña" y "La Vega" de Sevilla, "Campiña de Cádiz" y "Campiña Baja" en Córdoba, entre las cuatro suman casi el 74% de la superficie algodonera andaluza.

El rendimiento medio de Andalucía varía con los años, En 2021 el rendimiento fue de 3.040 kg/ha.



3.2 ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.2.1 FASE AGRICULTURA

PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del terreno es una de las prácticas en las que mayor variabilidad existe entre unas fincas y otras, con importantes diferencias en el tipo de aperos empleados, el número de labores o las fechas en que se practican. La razón de esta heterogeneidad puede encontrarse en factores tales como la climatología, la disponibilidad de maquinaria propia, el tipo de suelo, etc. La maquinaria más utilizada es el subsolador con pases de cultivador o bien el empleo de la vertedera para otros terrenos más complicados. El subsolador es un apero que permite la fisuración del suelo rompiendo capas compactadas, sin que se produzca la inversión del perfil, ni efectos apreciables sobre la vegetación o el rastrojo superficial. 60 - 55 cm. Se suelen realizar varios pases por hectárea. Esta fase tiene un consumo de gasóleo B de la maquinaria.

Se deberá remover el suelo hasta perfiles profundos para conseguir terrenos mullidos y bien aireados.

Cada 4 años se realizan las labores de nivelación láser para mejorar la eficiencia del riego y preparación de canales, filtraciones ,etc. Para ello se utiliza una niveladora con consumo de gasóleo B.

ABONADO

El abonado en el cultivo de algodón se puede dividir en dos tipos principales: el abonado de siembra (o sementera) y el abonado de cobertera. Estos dos tipos de abonado se utilizan en momentos diferentes del ciclo de cultivo del algodón para satisfacer las necesidades nutricionales de la planta en diferentes etapas de su desarrollo.

El abonado de fondo es una práctica muy extendida, consistente en aplicar un abono complejo mediante una **abonadora centrífuga.** Si la dosis en regadío varía entre 500 y 800 kg/ha según su formulación, las dosis en secano suelen ser mucho menores. Acto seguido se entierra el abono con un apero adecuado. El abonado de potasio incrementa la calidad de la fibra sobre todo en longitud y aumentando también el peso de la cápsula. En cambio el abonado fosfórico aumenta en grosor la cápsula y hace que ésta abra más rápidamente. El abonado de fondo se debe de realizar por los meses de diciembre a enero.

ABONADO DE COBERTERA

El abonado en N (nitrógeno) es muy importante para la planta en su desarrollo pues debe ir tomando de él para su ciclo. Siendo las dosis de abonado nitrogenado de fondo de 180 UF/ha. Es muy importante que el nitrógeno incorporado al suelo sea bien absorbido por la raíz. Los procedimientos para su aplicación son los siguientes:

1. Inyección de nitrógeno del 20 al 40% en riqueza. Se trata de un nitrógeno volátil por lo que la superficie del terreno no debe de ser tocada.

2. Incorporación de urea del 46% en riqueza de nitrógeno.

3. Fertirrigación. Si se tiene un cultivo con fertirriego es conveniente hacer una aplicación de N de cobertera de forma paulatina.

El plan de restricciones de la fertilización de nitrógeno para la admisibilidad en relación con la ayuda agroambiental del cultivo del algodón (Medida 13: Producción Integrada de Algodón gestionada por la Dirección General de Fondos Agrarios en Andalucía) propone una dosis máxima de nitrógeno de: 118,3 UF/ha.

SIEMBRA

El terreno debe de estar ya preparado mediante los abonados de fondo y desprovisto de malas hierbas que debe ser eliminadas tras varios pases de cultivador. El alomado es una técnica utilizada por muchos agricultores que consiste en construir un perfil en el terreno con unas crestas con valles sucesivos. Los valles permiten evitar el encharcamiento que pudiera ocasionar las lluvias. La siembra en el algodonero es muy delicada y de ella depende la nascencia de las plantas. Se realiza en primavera y cuando el terreno alcance una temperatura de 14 a 16ºC para que se produzca la germinación de la semilla. El desarrollo del ciclo vegetativo de la planta se prolonga hasta ya entrado el mes de octubre. Existen varias formas de siembra muy utilizadas:

La siembra directa a campo abierto de las parcelas suele hacerse en los meses de abril, previo adecentamiento de las tierras generalmente mediante una sembradora monograno siembra directa** Anchura <3m

RIEGO

Se pueden aplicar de varias formas: riego por surcos, por goteo, por aspersión. Actualmente el 90% del riego es por aspersión, y un 10% localizado, o 100% aspersión. El cultivo del algodón se desarrolla en los meses de verano con unas temperaturas que van desde los 15 a 45 ºC. En las primeras semanas, el algodón necesita un cuidado especial y una atención determinada en el riego.

LABOR CULTURAL

- Regabina. Arado que se emplea especialmente entre líneas. Se realiza con la planta con 35 a 40 días para quitar malas hierbas. Indicar que ya no se realizan prácticas de aclareo.
- Despunte: Al comienzo de la formación de la cápsula se debe detener el desarrollo vegetativo de la planta. Para ello se realiza el despunte que consiste en cortar a mano los extremos o brotes herbáceos de las ramas más altas. En caso de no realizar el despunte de forma manual se pueden utilizar productos químicos que originan disminución en el crecimiento de la planta como es el caso de Cloruro de mepiquat.

APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS

- **Herbicidas:** Los herbicidas más empleados en el cultivo del algodón son los siguientes con materia activa, nombre comercial y tiempo de aplicación:

MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	APLICACIÓN
Fluometurón + Pendimetalina 44	Cottonex pro	Preemergencia y postemergencia
Pendimetalina 33%	Stomp 33	Presiembra y preemergencia

- **Insecticidas:** Los insecticidas principalmente se enfocan a tratamiento de araña roja, Heliothis, pulgón y mosca blanca.
  - VAMECTIN 1,8 EC- ABAMECTINA.
  - CORAGEN 20 SC -CLORANTRANILIPROL.
  - CARNADINE-ACETAMIPRID.
  - HARPUN- PIRIPROXIFEN.
  - CARNADINE-ACETAMIPRID.
  - PIX- MEPICUAT.
  - Lambda Cihalotrin 0,4 % Trika Lambda 1.
  - Acetamiprid 20% Carnadine.
- **Fungicida:** Aplicación para combatir las enfermedades provocadas por hongos.
- **Defoliante:** El defoliante es un producto químico o una mezcla de productos químicos que se utilizan en la agricultura, incluido el cultivo del algodón, para facilitar la caída de las hojas de las plantas. En el caso específico del algodón, el defoliante se utiliza para eliminar las hojas de la planta de algodón antes de la cosecha. Se utiliza el Tidiazuron en 1 pase.

RECOLECCIÓN

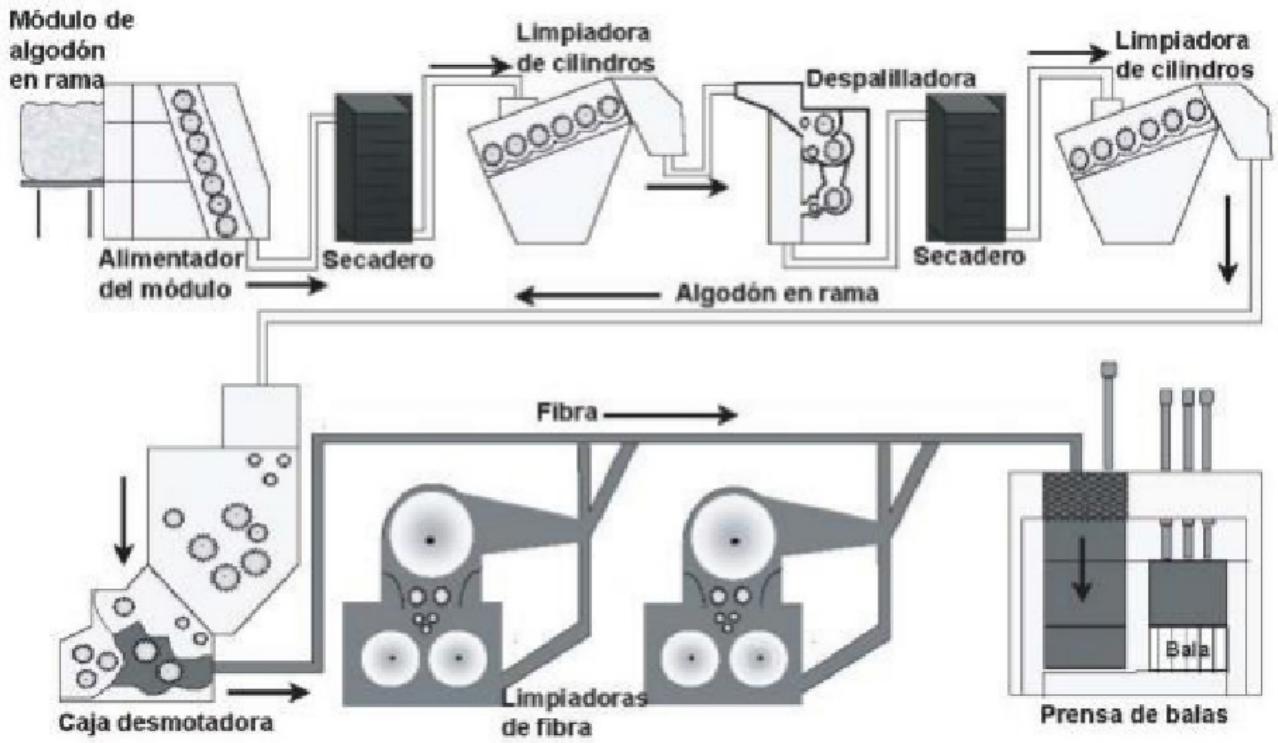
Una vez avanza el cultivo, el suelo limoso del Valle del Guadalquivir y las temperaturas cálidas de los meses veraniegos hacen que las plantas de algodón desarrollen todo su potencial, madurando cápsulas que más tarde darán las fibras de algodón.

A finales de septiembre y durante el mes de octubre, los campos blancos de algodón son recolectados casi en su totalidad con cosechadoras de husillos con el cual arrastra mediante giro las fibras de algodón y hace que se separen por completo de la bráctea. Posteriormente un mecanismo de la cosechadora denominado peines retiran las fibras de los husillos o vástagos y las introducen mediante una trompa de aire a la tolva de la maquinaria. La cosechadora de husillo genera menos impurezas que la de husillo.

Algo más de tres cuartos (76,4%) de los cultivadores contratan con terceros la recolección del algodón. Sólo un 11% de los mismos posee maquinaria de recolección propia. El resto, un 12,6%, utilizan maquinaria propiedad de una agrupación de agricultores a la que pertenecen.

DESMOTADO (SEPARACIÓN DE LA BORRA DE LAS SEMILLAS)

El proceso de desmotado puede variar de unas desmotadoras a otras. Las más utilizadas son las desmotadoras a sierra y las desmotadoras a rodillo, aunque se pueden dar combinaciones de ambas dentro del mismo tren de desmotado. También varía la composición de los trenes, pudiendo incorporar distintos elementos para limpiar y acondicionar tanto el algodón en bruto como la fibra.



ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA DEL ALGODÓN BRUTO

En el algodón en bruto las semillas con la fibra aún adherida llega a las desmotadoras en camiones o módulos utilizados para transportarlo desde el campo y almacenarlo hasta que vaya a ser desmotado. Desde la zona de almacenamiento se envía a la zona de alimentación de la desmotadora.

El algodón se traslada desde un remolque o módulo hasta una trampa para cápsulas verdes dispuesta en la desmotadora, donde se separan las cápsulas verdes, las piedras y demás materiales extraños pesados. Normalmente, el algodón en bruto es sometido a un proceso de secado usando torres de aire que reducen el contenido de humedad. Un limpiador cilíndrico elimina parte de las hojas y otras impurezas de gran tamaño del algodón en bruto mediante corrientes de aire y el impacto con los cilindros. En la primera fase del secado, el aire caliente recorre el algodón colocado en estanterías durante 10 o 15 segundos. La temperatura del aire se regula para controlar el grado de desecación. Para evitar daños en la fibra, esta temperatura no debe sobrepasar nunca los 177°C.

El secado continúa a medida que el aire caliente mueve el algodón en semilla hasta el limpiador de cilindros, un grupo de 6 ó 7 cilindros con púas que giran a 400 o 500 rpm. Estos cilindros

restriegan el algodón sobre una serie de varillas o rejillas, lo agitan y hacen que las partículas extrañas, como hojas, desechos y suciedad, pasen por las aberturas de la reja. La máquina de varillas elimina del algodón las partículas extrañas más grandes, como broza y ramas.

DESMOTADO (SEPARACIÓN DE LA BORRA DE LAS SEMILLAS)

Después de otra fase de secado y limpieza con cilindros, el algodón se distribuye en la plataforma de cada desmotadora con ayuda de una cinta transportadora y distribuidora. El contenido de humedad de la fibra de algodón en la superficie del alimentador-extractor es esencial. La humedad debe ser suficientemente baja como para que sea fácil eliminar la materia extraña en la plataforma de la desmotadora. Pero tampoco debe ser demasiado baja (menos del 5 %), ya que provocaría la rotura de las fibras individuales al separarlas de la semilla. Esta rotura reduce apreciablemente tanto de la longitud de la fibra como el volumen de la borra.

Desde el punto de vista de la calidad, el algodón con un elevado contenido de fibras cortas produce demasiados desechos en la fábrica textil y es menos apreciado. Se evita que se rompan demasiadas fibras manteniendo la humedad entre un 6 y un 7 % en la telera del alimentador-extractor.

Los dientes de la sierra pasan entre las varillas en el punto de desmotado. El borde delantero de los dientes es aproximadamente paralelo a la varilla, y el diente tira de las fibras de las semillas, que son demasiado gruesas para pasar entre las varillas.

LIMPIEZA DE LA BORRA

Las limpiadoras de fibra separan los restos grandes de hojas e impurezas dejados por las limpiadoras del algodón en bruto. Las limpiadoras de sierras atrapan la fibra y la arrojan sobre unas barras metálicas para separar el polvo. Las limpiadoras de fibra desmotada con rodillo normalmente son una combinación de tres máquinas: una limpiadora de cilindros, una limpiadora por impacto que utiliza cilindros para agitar y sacudir el polvo de la fibra y una limpiadora de aire que elimina el polvo de la fibra utilizando un chorro de aire a gran velocidad.

Los limpiadores de borra mejoran la calidad del algodón eliminando la materia extraña. En algunos casos mejoran el color de un algodón ligeramente manchado mezclándolo, transformándolo en blanco.

EMBALAJE

En la etapa final, una prensa de balas comprime la fibra en balas con peso de alrededor de 218 kg. Las balas son recubiertas por una protección (arpillara, tela de algodón o plástico) y son enviadas al almacén desde donde serán enviadas a las industrias textiles.

CALIDAD DE LA FIBRA

La calidad de la fibra es el resultado de las influencias de todas las fases de producción: selección de la variedad, recolección y desmotado. El grado de humedad de la borra recomendable durante el desmotado es del 6 al 7 %. Los limpiadores de la desmotadora eliminan más partículas extrañas con menos humedad, pero dañan más la fibra. Un grado de humedad mayor conserva la longitud de la fibra, pero complica el desmotado y la borra sale menos limpia. Si se seca más para eliminar más impurezas, disminuye la calidad del hilo. El producto principal del algodón desmotado es la fibra, (31-34% del peso total). Y cuyo destino comercial fundamental

es la industria textil. Respecto a los subproductos (semillas, borras, etc.) el destino es prácticamente el mercado ganadero nacional o algunos multiplicadores de la semilla.

El grado y las impurezas del algodón bruto son determinados por la desmotadora. Y, según sus entradas a la factoría algodonera, responden a los siguientes parámetros:

En la mayoría de los casos, el grado suele oscilar entre 4 y 6.

El proceso de desmotado de algodón en INDESA SL (INDUSTRIA DESMOTADORA ANDALUZA SL), empresa a la que se le solicitan los datos del presente estudio como representación del cultivo del algodón, es el siguiente:

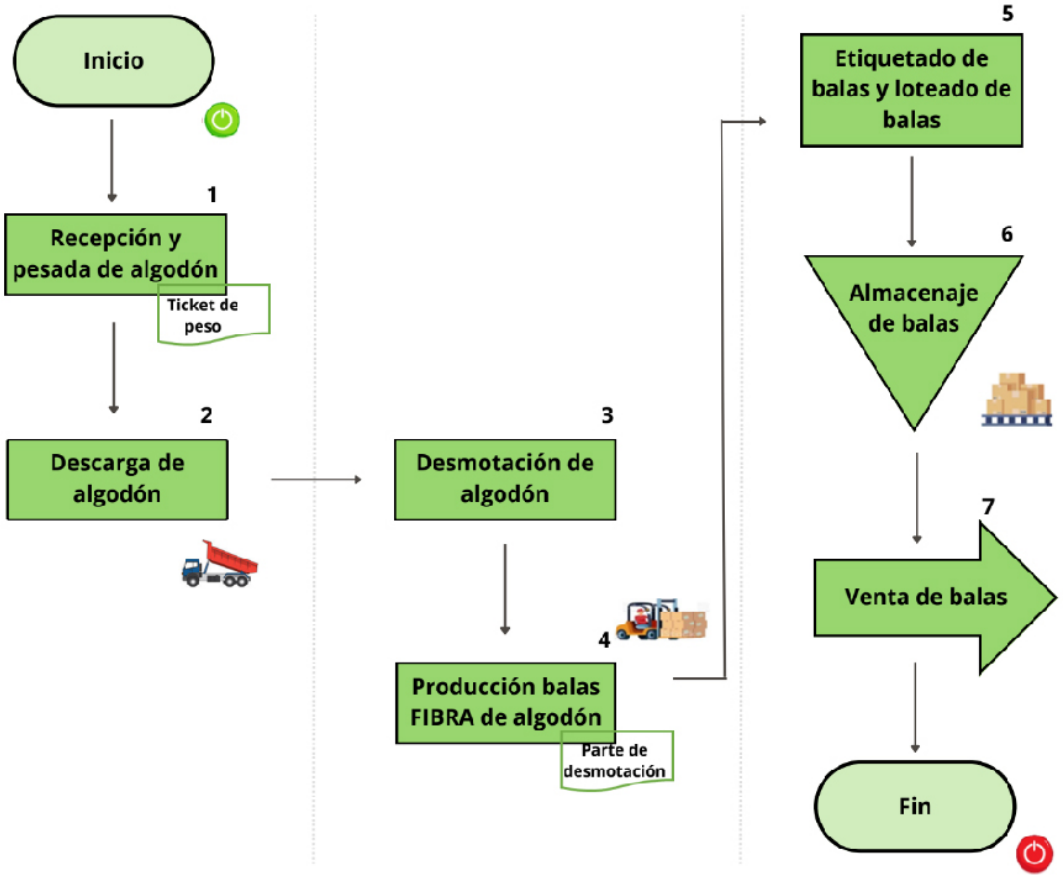
1. Se inicia con la carga del alimentador de entrada. A través de la aspiración de aire, el algodón se transporta a la prelimpieza primera, donde se eliminan las impurezas más grandes, como hojas, tallos, tierra y piedras.

2. Una vez pasado por la prelimpieza primera, el algodón se seca en las torres de secado. El secado reduce el contenido de humedad del algodón, lo que facilita su desmotado. 3. Después del secado, el algodón pasa a la prelimpieza segunda, donde se eliminan las impurezas más pequeñas.

4. La fibra de algodón se separa de las semillas en la desmotadora. Las semillas se almacenan para su posterior uso como alimento para animales.

5. La fibra de algodón pasa a las limpiafibras, donde se eliminan las últimas impurezas.

6. Finalmente, la fibra de algodón se prensa en balas para su transporte a las fábricas de hilatura.



4. OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo principal es conocer las emisiones de gases de efecto invernadero del producto, medido en masa de CO_2 equivalente por unidad declarada.

5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La normativa escogida para calcular las emisiones de GEI en este estudio es la UNE-EN ISO 14067:2019. Además, siguiendo los criterios de esta norma ISO, cuando haya disponible una RCP (Regla de categoría de Producto) esta debe servir como referencia. Una RCP es un conjunto de reglas específicas, requisitos y guías para el desarrollo de declaraciones ambientales.. Siguiendo este requisito, se ha tenido como referencia la PCR 2020:07. (PRODUCT CATEGORY CLASSIFICATION: ARABLE AND VEGETABLE CROPS). Se han utilizado también otras fuentes de información utilizadas para el cálculo:

Calculadora de Huella de Carbono para organizaciones del sector agrícola 2007 - 2021. Versión 22. MITECO.

Bases de datos: Ecoinvent 3.9.1., World Food LCA.

Sistema Español de Inventario (SEI): Sistema Español de Inventario de Emisiones.

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. CHAPTER 5. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use IPCC 2019.

5.1 PRINCIPIOS

Se han seguido los principios de la UNE EN ISO 14067:2019:

1. **Perspectiva del ciclo de vida.**
2. **Enfoque relativo y unidad funcional o unidad declarada.**
3. **Enfoque iterativo.**
4. **Prioridad del enfoque científico.**
5. **Pertinencia.**
6. **Integridad.**
7. **Consistencia.**
8. **Coherencia.**
9. **Exactitud.**
10. **Transparencia.**
11. **Evitar la doble contabilidad.**

5.2 CÁLCULO DE EMISIONES GEI

La metodología para el cálculo de emisiones sigue las siguiente formulación:

Emisiones t CO_2 equivalente = Dato de actividad * Factor de emisión * PCG

- Dato de actividad: es el parámetro que define el nivel de la actividad generadora de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Factor de Emisión (FE): Es un coeficiente que relaciona los datos de la actividad de gases de efecto invernadero con la emisión de dichos gases. Este valor es proporcionado por organismos nacionales e internacionales competentes, como MITERD, entre otros.
- Potencial de Calentamiento Global (PCG): Es un índice basado en las propiedades de radiación de los gases de efecto invernadero, midiendo la fuerza de radiación de cada uno de ellos. Ejerce como multiplicador en función del gas reportado y está referenciado a 100 años.

5.3 UNIDAD DECLARADA

La unidad declarada escogida será **1 kg fibra de algodón desmotada y cultivada en Andalucía en producción integrada.**

Como productos secundarios, la semilla, se utiliza principalmente para alimentación animal ya que contiene un 15% de aceite y un 24% de proteína. Supone un 56% del peso en masa.

5.4 LÍMITES DEL SISTEMA

La norma sobre productos del Protocolo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero no exige la inclusión de procesos no atribuibles, por ejemplo, los que no guarden relación directa con el ciclo de vida del producto objeto del estudio. Entre los procesos no atribuibles figuran los siguientes: bienes de capital, operaciones generales, actividades corporativas, transporte de empleados y transporte del consumidor al punto de venta.

Los límites del sistema han sido definidos para la fibra de algodón de producción integrada cultivado en Andalucía que engloba un enfoque de la cuna a la puerta, es decir, desde los procesos aguas arriba, hasta que se procesa en las instalaciones de desmotado. No se consideran las emisiones posteriores de distribución, uso y fin de vida debido a la alta variabilidad del sector y por no ser una información relevante para el presente estudio.

5.4.1 ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA

El enfoque utilizado para el estudio es B2B: teniendo en cuenta desde la extracción de materias primas hasta el procesado (desmotado).

Aguas arriba

- Fabricación y transporte de semillas.
- Fabricación y transporte de fertilizantes.
- Fabricación y transporte de fitosanitarios.
- Fabricación y transporte del packaging.
- Fabricación de combustibles.
- Pérdidas de electricidad por TyD.

Proceso

- Cultivo
- Procesado
- Embalado.

Aguas abajo

- Transporte del algodón en Andalucía. Excluido

Coproductos

- Semilla de algodón.

5.5 LÍMITE TEMPORAL PARA LOS DATOS

El año de referencia escogido para el estudio es 2021. En concreto de la campaña de cultivo 2021 y su desmotado de septiembre a noviembre de 2021.

6. RECOPILACIÓN DE DATOS

El siguiente paso incluye la recopilación de datos de la actividad correspondiente al tipo y cantidad de insumos, incluidos los materiales, la energía y los procesos pertinentes (por ejemplo, la cantidad de diésel, electricidad, fertilizantes, agua y otros insumos utilizados).

Los datos de actividad y los coeficientes de emisión pueden venir de dos fuentes: primarias o secundarias. Los datos primarios son específicos de la cadena de suministros o el producto objeto de análisis; los datos secundarios no son específicos del producto (por ejemplo: promedios industriales o medidas generales de procesos).

Los datos primarios favorecen la identificación de los puntos críticos de las emisiones y los posibles aumentos de la eficiencia.

Los datos recopilados sobre el ciclo de vida han sido seleccionados con la mayor rigurosidad. Se han priorizado datos específicos o datos primarios. Si no ha sido posible recopilar información específica, se han utilizado datos secundarios disponibles en bases de datos regionales, nacionales u otras bases de datos del sector.

La recopilación de datos has sido gestionada por:

- Fase de cultivo: Cooperativa Marismas de Lebrija y MANCERA.
- Fase de procesado: INDESA
- MITECO. Informes de emisiones nacionales.

LÍMITES GEOGRÁFICOS

- De la Cooperativa de Mancera se incluyen los municipios de Arcos de la Frontera, Jerez de la Frontera, las Cabezas de San Juan, Lora del Río, Carmona, La Rinconada, y Sevilla.
- En cuanto a la cooperativa Marismas de Lebrija, la producción se concentra en Lebrija, Sevilla.
- En la fase de desmotado los límites se encuentran en la fábrica situada en Las Cabezas de San Juan.

Los factores de emisión (FE) son cifras que expresan la cantidad de GEI emitidos durante la fabricación o utilización de los productos y durante determinados procesos. Estos factores se expresan normalmente en términos de kg de CO2e (dióxido de carbono equivalente).

6.1 GASES DE EFECTO INVERNADERO CONTEMPLADOS

Los gases de efecto invernadero son aquellos gases, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro dentro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes.

Los incluidos en el Protocolo de Kioto son los siguientes y dentro del Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) la lista de GEIs:

DIÓXIDO DE CARBONO (CO_2) **PCG: 1**	**HIDROFLUOROCARBONOS (HFC)** **PCG: 100-13000**	**METANO (CH_4)** **PCG: 28**
PERFLUOROCARBONOS (PFC) **PCG: *GAS FLUORADO**	**ÓXIDO NITROSO (N_2O)** **PCG: 265**	**HEXAFLUORURO DE AZUFRE (SF_6)** **PCG: 23.500**

En el presente estudio se aplica el Quinto informe, y no último publicado el Sexto Informe, dado que los datos se refieren a la campaña de 2021 y 2022 y a nivel nacional MITECO, los factores de emisión están aún están referidos al Quinto informe.

6.2 ALMACENAMIENTO DE CARBONO BIOGÉNICO

El almacenamiento de carbono biogénico es la cantidad de carbono absorbido de la atmósfera y almacenado como carbono en el interior de un producto. Este comportamiento es típico de las plantas, ya que durante su crecimiento absorben CO_2 de la atmósfera y lo incorporan en su interior en forma de carbono. El contenido real de carbono biogénico puede variar dependiendo de varios factores, como el tipo de algodón, las condiciones de crecimiento y el proceso de producción.

La cantidad de carbono de origen biogénico que contiene la madera está directamente relacionado con la cantidad de materia seca que tiene ésta. Según la base de datos de ecoinvent, el carbono contenido no fósil es de 0,46kg C/ kg masa seca, y la masa seca es de aproximadamente 0,94 kg. Ahora, para convertir esta masa de carbono en emisiones de CO2, utilizamos la relación entre kg de CO_2 y kg de C, que es de 44 kg CO_2/12 kg C:

Emisión CO_2 biogénico ($kgCO_2$/kg) = 0.46 (kgC/ kg de masa seca) * [44 ($kgCO_2$)/12 (kgC)] * contenido madera en seco (0.94Kg)

Por lo tanto, la cantidad de carbono biogénico en la fibra de algodón es aproximadamente 1.59 kg CO_2.

6.3 CRITERIOS DE CORTE SELECCIONADOS

Los criterios de corte es la especificación de la cantidad de flujo de materia o de energía a nivel de significancia de las emisiones de GEI asociadas al producto, para su exclusión dentro del estudio.

No se han establecido criterios de corte.

6.4 ASIGNACIONES

Se han realizado asignaciones de las emisiones debido a la producción de subproductos o co-productos, puesto que son considerados subproductos utilizados en otros sectores, pero unidos intrínsecamente a la producción de algodón. En el caso de la semilla del algodón, esta se utiliza para alimentación animal principalmente, por lo que se obtiene un beneficio económico y se puede entender como un co-producto. Tal y como indica la norma ISO 14067, los residuos no tendrán una asignación de emisiones.

Las asignaciones en masa y económicos se realizan de la siguiente forma para el año 2021:

		% PRODUCTO	ASIGNACIÓN EN MASA	PRECIO	RÉGIMEN
Fibra de algodón	Producto	34,82%	38%	1,9	86%
Semilla de algodón	Coproducto	56,08%	62%	0,3	14%
Humedad	Residuo	6%	-	-	-
Rechazo "Borra"	Residuo	3%	-	-	-

6.5 EXCLUSIONES

Se excluye la gestión de los residuos de alimentos en las etapas de procesado debido a la escasa cantidad de residuos generados durante su procesado y limpieza de las instalaciones.

7. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO

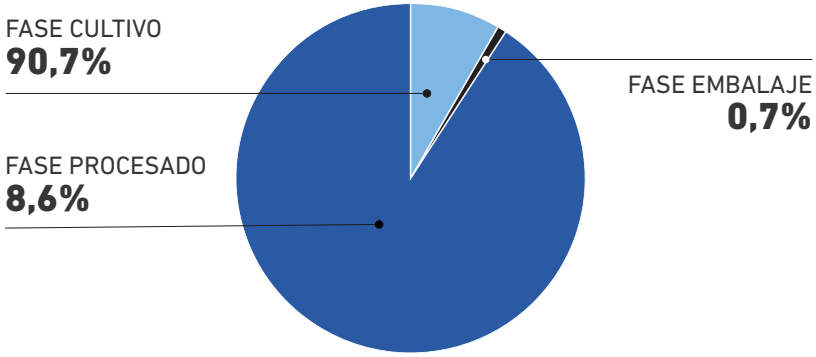
HUELLA DE CARBONO DE LA FIBRA DE ALGODÓN CULTIVADO EN ANDALUCÍA EN PRODUCCIÓN INTEGRADA

TOTAL ASIGNACIÓN EN MASA

0,321

$kgCO_2e$ /kg algodón

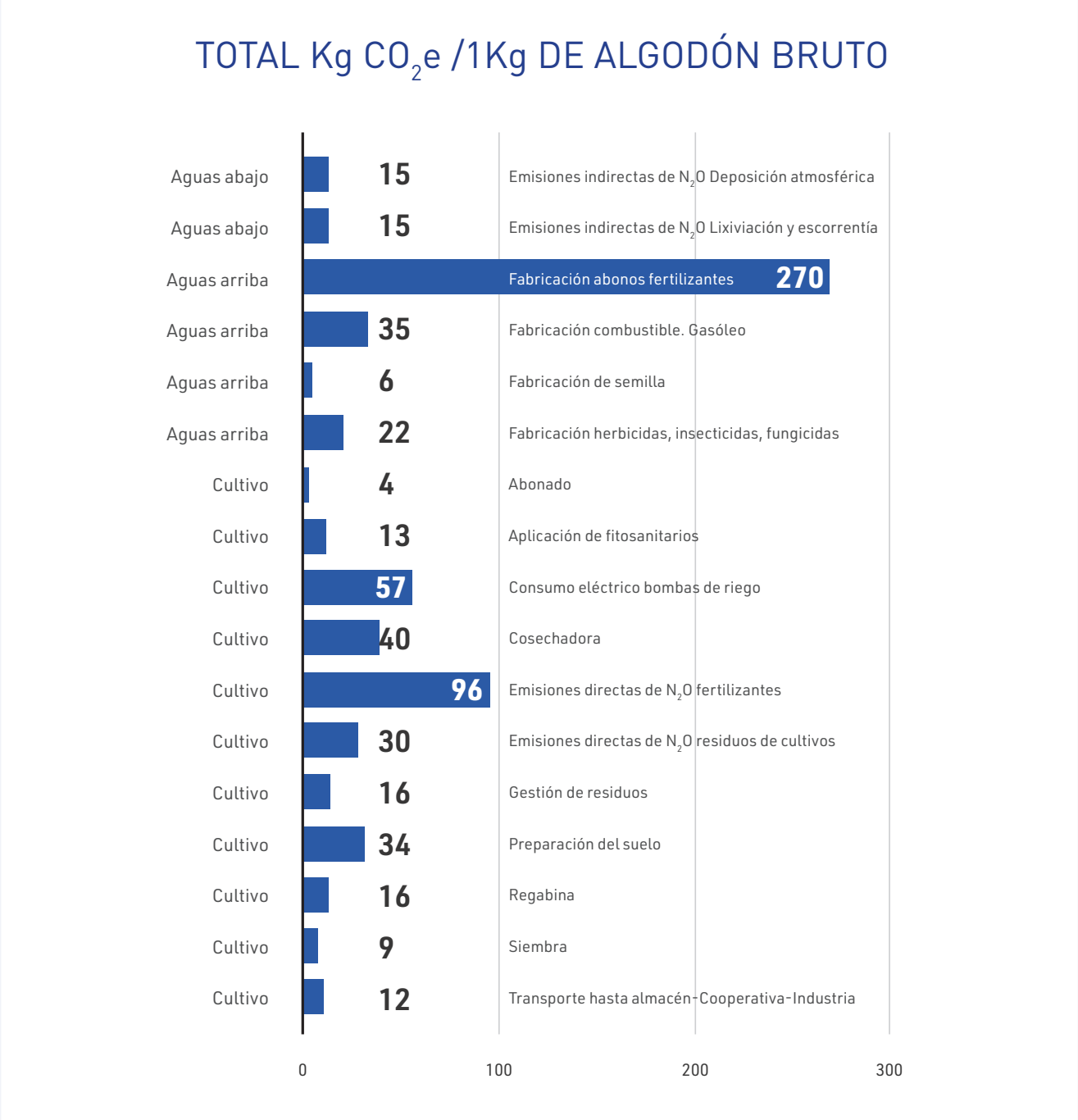
Total asignación económico: **0,682** $kgCO_2e$ /€ algodón



	FASE CULTIVO	FASE PROCESADO Y EMBALADO
Total $kgCO_2e$ /kg fibra de algodón asignación en masa	**0,291** Kg CO_2e	**0,030** Kg CO_2e
Total $kgCO_2e$ /€ fibra de algodón asignación econónico	**0,656** Kg CO_2e	**0,026** Kg CO_2e

7.1 EMISIONES FASE CULTIVO

La fuente de los datos de actividad han sido proporcionados por las Cooperativas Marismas de Lebrija y Mancera. Los consumos totales de los agricultores han sido ponderados en función de la superficie gestionada.



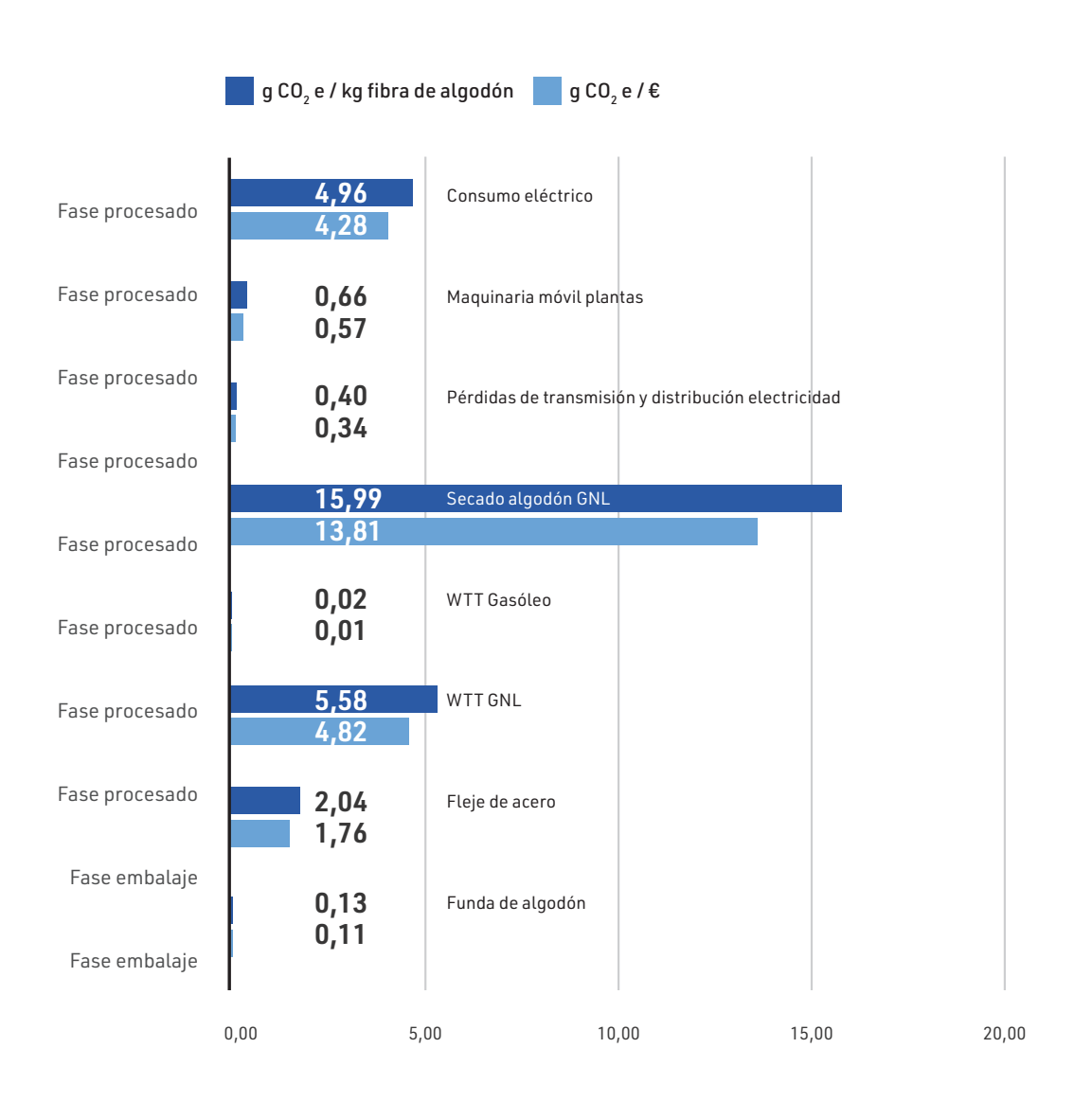
Las principales emisiones del cultivo del algodón provienen de la fabricación de abonos fertilizantes y su posterior aplicación al campo que genera emisiones de dióxido de nitrógeno de manera directa e indirecta. Aproximadamente el 70% de las emisiones provienen del uso de fertilizantes.

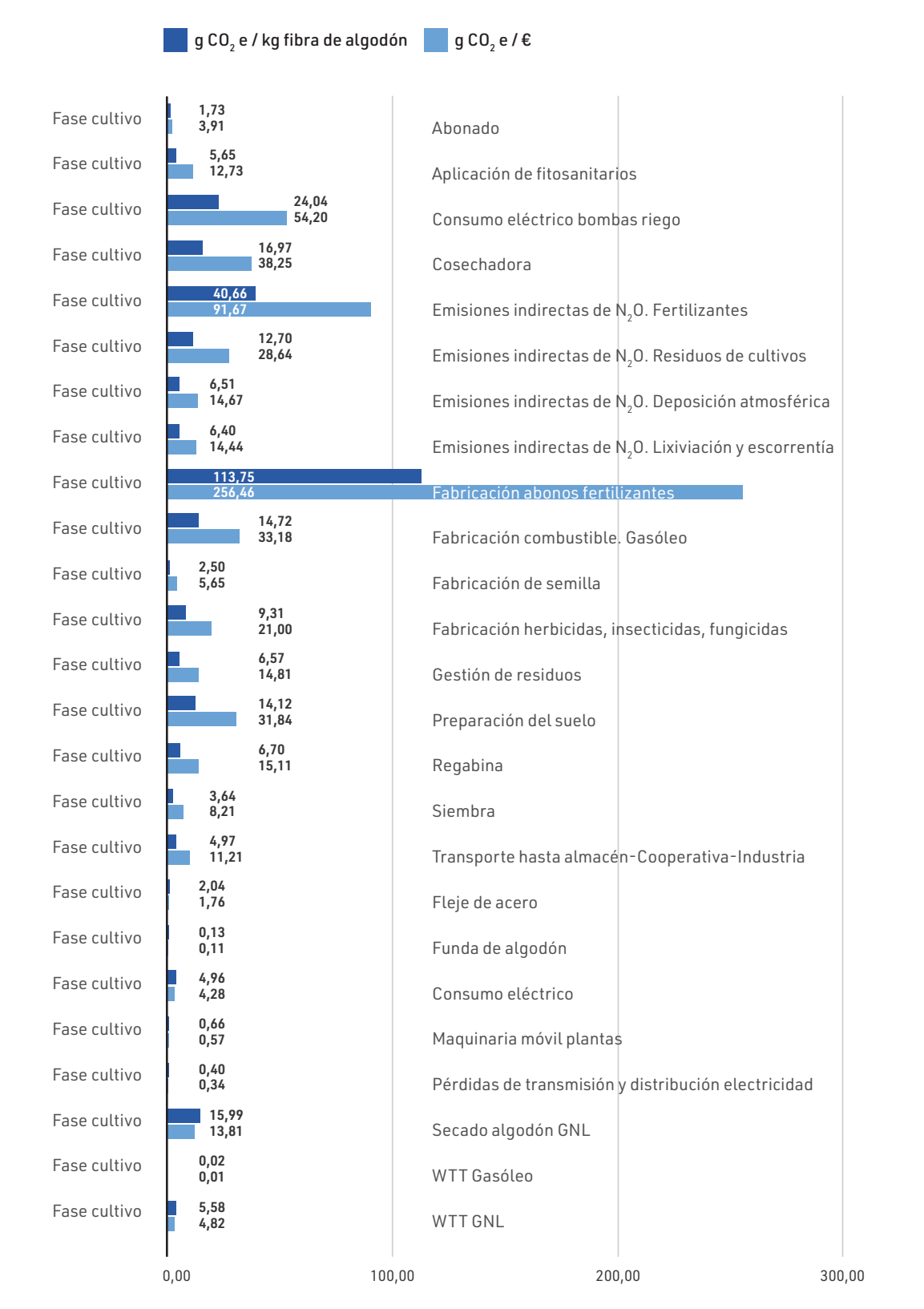
7.2 EMISIONES FASE PROCESADO Y EMBALADO

La fuente de los datos de actividad han sido proporcionados por INDESA.

La fuente de emisión más significativa es el consumo de GNL para el secado del algodón. La mayoría de las desmontadoras en Andalucía utilizan este combustible por lo que INDESA es una buena representación. Se contabilizan las emisiones de la combustión de los combustibles fósiles así como el WTT de estos combustibles y de la electricidad.

Por otro lado en la fase de embalaje el producto final se presenta en formato de balas de algodón de unos 218 kg por bala, y les acompaña una funda de algodón y unos flejes.




g CO_2 e / kg fibra de algodón
g CO_2 e / €
Fase cultivo
1,73
3,91
Abonado
5,65
12,73
Aplicación de fitosanitarios
24,04
54,20
Consumo eléctrico bombas riego
16,97
38,25
Cosechadora
40,66
91,67
Emisiones indirectas de N_2O. Fertilizantes
12,70
28,64
Emisiones indirectas de N_2O. Residuos de cultivos
6,51
14,67
Emisiones indirectas de N_2O. Deposición atmosférica
6,40
14,44
Emisiones indirectas de N_2O. Lixiviación y escorrentía
113,75
256,46
Fabricación abonos fertilizantes
14,72
33,18
Fabricación combustible. Gasóleo
2,50
5,65
Fabricación de semilla
9,31
21,00
Fabricación herbicidas, insecticidas, fungicidas
6,57
14,81
Gestión de residuos
14,12
31,84
Preparación del suelo
6,70
15,11
Regabina
3,64
8,21
Siembra
4,97
11,21
Transporte hasta almacén-Cooperativa-Industria
2,04
1,76
Fleje de acero
0,13
0,11
Funda de algodón
4,96
4,28
Consumo eléctrico
0,66
0,57
Maquinaria móvil plantas
0,40
0,34
Pérdidas de transmisión y distribución electricidad
15,99
13,81
Secado algodón GNL
0,02
0,01
WTT Gasóleo
5,58
4,82
WTT GNL
0,00
100,00
200,00
300,00

8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

Se incluyen las etapas del ciclo de vida indicados en el siguiente enlace:

PCR 2020:07. (PRODUCT CATEGORY CLASSIFICATION: ARABLE AND VEGETABLE CROPS

con excepción de la fase downstream que incluye el transporte hasta el cliente, y el tratamiento de los residuos.

Se han considerado todos los procesos unitarios relevantes de las fases upstream y core, no obstante, esta PCR está enfocada a productos agroalimentarios y no tanto para un uso industrial como es la fibra de algodón. El 35% de las emisiones proceden de la fabricación de fertilizantes, por lo que reducir esta fase del ciclo de vida es primordial para una reducción de las emisiones. La utilización de fertilizantes orgánicos que no requieren emisiones en su fabricación o procesamiento pueden llegar a reducir en torno a un 40% o 80% las emisiones según el fertilizante. Además, el cálculo final de emisiones depende de la asignación realizada, sabiendo que el peso en masa de la fibra es de un 35% pero que genera el 86% del beneficio económico. Esto es crucial para entender el dato final de emisiones.

Los datos utilizados en el estudio han sido proporcionados por la Cooperativa Marismas de Lebrija y MANCERA, a modo de representación del cultivo del Algodón en Andalucía y con acceso a datos generales de la producción integrada en la campaña de 2021. Además, se han consultado a los diferentes agricultores y empresas externas, los datos de consumo de maquinaria, combustibles, fertilizantes, etc. Se ha tratado de escoger una muestra representativa del cultivo del Algodón en Andalucía de cada fase. La incertidumbre en este punto es media-baja.

Por otro lado, la empresa de producción INDESA, que maneja aproximadamente el 18% de la fibra de algodón vendida, ha facilitado los datos relativos al proceso de producción, en base a facturas, y datos de registros internos. por lo que la incertidumbre en este punto sería baja.

En cuanto a los factores de emisión, se han utilizado principalmente de fuentes oficiales como los proporcionados por el MITECO, En los casos que no se disponía de fuente de emisión específica, se ha optado por utilizar los FE de referencia, como son Ecoinvent 3.9.1. y DEFRA. La incertidumbre del FE se considera baja.

9. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

La Huella de Carbono de Producto es una métrica del impacto del cambio climático, un problema ambiental que nos afecta a nivel global y local. La suma de las emisiones de GEI de un producto , expresado como CO2 equivalente permite realizar comparaciones a lo largo del tiempo y con otros productos, siempre y cuando tengan los mismos alcances y límites incluidos en el estudio.

La principal limitación inherente de una HCP es que el estudio se centra en el cambio climático como categoría de impacto único.

Dados los límites del cálculo, hay que destacar que se ha realizado un estudio lo suficientemente exhaustivo para conocer las emisiones del algodón cultivado en Andalucía. Esto lleva a que cualquier modificación en los límites, tanto temporales como geográficos, tenga que ser recon

10. PUNTOS FUERTES Y RECOMENDACIONES DE MEJORA

Se identifican durante el proceso de estudio, puntos fuertes y posibilidades de reducción de emisiones.

PUNTOS FUERTES

Utilización de **rastrojo** y paja para la fertilización orgánica del suelo.

Cercanía de los almacenes que hacen reducir los **desplazamientos** del algodón en camiones.

Utilización de **maquinaria nueva** con mayor eficiencia en el caso de las cosechadoras.

Eficiencia a nivel de producción integrada que permite establecer límites en el uso de fertilizantes, manejo eficiente de las parcelas, en el riego, aplicación de fitosanitarios, etc.

OPORTUNIDADES DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

1

PRÁCTICAS DE GESTIÓN DEL SUELO

a) Rotación de Cultivos: Rotar cultivos ayuda a mejorar la salud del suelo, reducir la necesidad de fertilizantes y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

b) Cubiertas Vegetales y Cultivo de Cobertura: El uso de cubiertas vegetales y cultivos de cobertura puede ayudar a retener la humedad del suelo, mejorar la estructura del suelo y reducir la erosión, disminuyendo así la necesidad de riego y la liberación de carbono del suelo.

2

MANEJO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS

a) Residuos de Cultivos: La gestión adecuada de los residuos de cultivos, como los restos de algodón, puede reducir las emisiones de metano y otros gases de efecto invernadero asociados con la descomposición anaeróbica.

3

USO EFICIENTE DE INSUMOS

a) Fertilizantes: Aplicar fertilizantes de manera más eficiente puede reducir la liberación de óxido nitroso, un potente gas de efecto invernadero. Se puede considerar el uso de fertilizantes de liberación controlada y prácticas de gestión de nutrientes. La gestión de la agricultura de precisión es la clave para reducir las emisiones de GEI basadas en nitrógeno y utiliza una variedad de tecnologías para medir y predecir mejor las necesidades de fertilizantes de sus cultivos, incluidos sensores, drones y sofisticadas herramientas de mapeo y medición

b) Agua: Implementar prácticas de riego eficientes, como el riego por goteo, puede reducir el consumo de agua y las emisiones asociadas con la producción de energía utilizada para el riego.

4

MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESMOTADO

Desmotado Manual o Mecánico: Reducir el uso de desmotadoras que requieran combustibles fósiles puede ayudar a disminuir las emisiones asociadas con esta fase del proceso.

5

ENERGÍA RENOVABLE

Transición a Energía Renovable: Si es posible, utilizar fuentes de energía renovable para las operaciones agrícolas y de procesamiento puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones.

6

PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

Reducción del Uso de Pesticidas: Implementar prácticas de MIP puede reducir la necesidad de pesticidas, disminuyendo así las emisiones asociadas con su producción, transporte y aplicación.

7

CERTIFICACIÓN Y ETIQUETADO SOSTENIBLE

Certificaciones Ambientales: Obtener certificaciones como el algodón orgánico puede no solo mejorar la sostenibilidad, sino también aumentar el atractivo de los productos en el mercado.

8

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Innovación Tecnológica: Apoyar y adoptar tecnologías innovadoras que reduzcan la intensidad de carbono en el cultivo y procesamiento del algodón.

En conclusión, la aplicación equilibrada de fertilizantes en la dosis recomendada, un Sistema Integrado de Manejo de Plagas (MIP) y la Agricultura de Precisión tienen el potencial de reducir las emisiones de GEI.

11. ACRÓNIMOS

PCR
Product Category Rules. Reglas de categoría de producto.

GEI
Gases de efecto invernadero.

HCP
Huella de Carbono de Producto.

IPCC
Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

FE
Factores de Emisión.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Diagnóstico del sector algodonero andaluz. Secretaría General de Agricultura y Ganadería. 2013.
- **ORDEN de 27 de noviembre de 2002, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Algodón.**
- **Anuario de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía. Anuario - Junta de Andalucía Anuario 2021.**
- Comparación de Tres Estrategias de Abonado Nitrogenado en el Cultivo del Algodón. © Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Chipiona, Diciembre de 2015.
- Aforo de Producción de Algodón en Andalucía Campaña 2022-2023.
- **Cool Farm Tool. (n.d.). Method Papers.**

HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO

1 KG DE FIBRA DE ALGODÓN CULTIVADO Y PROCESADO EN ANDALUCÍA

Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural

omawa
360 sostenibilidad