

## Categoría de Ficha

Las fichas Categoría B son medidas de sostenibilidad bioclimáticas con un grado de complejidad técnica media, que podrían ser complementarias o bien necesarias en la implementación de otras actividades, incluidas en: **Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático**

# B

## Medidas Relacionadas

- 3 Reincorporación de residuos orgánicos
- 4 Análisis y control de erosión
- 5 Control de arvenses por métodos no químicos
- 6 Cobertura vegetal viva
- 8 Optimización del uso de plaguicidas sintéticos
- 12 Estimación de huella de carbono
- 30 Mapas de sostenibilidad

## Estándares Internacionales relacionados con la medida

Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3  
Requisitos: 4.4.2 (Gufa J), 4.4.5



Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2.  
Criterio: 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3



Aseguramiento Integrado Finca-Global GAP V5.4-1.  
Puntos de Control: CB/3.4,3.5



## Plazo de Implementación

Hasta 3 años

**giz** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

GIZ Costa Rica: giz-costa-rica@giz.de  
Elaborado: Mayo 2023 M.Sc. Mauricio Salas V

# Labranza de bajo impacto

FICHA  
7

## Descripción de la medida

Durante muchos años la labranza convencional ha sido aplicada de forma continua, siendo una práctica usual en la preparación de terrenos para la producción agrícola. Este método se basa en el uso de distintos tipos de arados y tiene como finalidad principal la roturación<sup>1</sup> de la capa superficial del suelo, en donde mediante una vertedera se voltea la sección de suelo que ha sido roturada. De este modo, se logra un doble objetivo, al enterrar la vegetación existente y desmoronar los terrones de suelo. Estas prácticas son seguidas por otra serie de labores como la rastra y el rolado, con las cuales se complementa la tarea de eliminar las malezas, emparejar y nivelar la superficie arada hasta que la cama de siembra esté lista<sup>2</sup>.

Si bien la implementación de la labranza tradicional puede brindar efectos positivos a corto plazo tales como la eliminación de malezas y mejoras en la infiltración y descompactación del suelo, también se asocia a una serie de efectos negativos que provocan la degradación de éste, como lo es el aumento de la susceptibilidad a la erosión, la pérdida de la estructura y un incremento paulatino en la densidad aparente<sup>3</sup>, siendo la capa arable del suelo la más afectada. Asimismo, se disminuye el contenido de materia orgánica, se alteran las propiedades biológicas y químicas del suelo y se genera un aumento en los costos de mantenimiento del cultivo debido al uso intensivo de maquinaria agrícola dependiente de combustibles fósiles<sup>4</sup>.

Una forma de minimizar el impacto de la labranza convencional es la utilización de métodos menos agresivos, en donde la perturbación del suelo se reduce drásticamente en comparación al escenario tradicional.



Labranza, Agromundo 2022.

Las alternativas de labranza de bajo impacto van desde la eliminación de todas las actividades mecánicas del cultivo y la siembra (labranza cero), la reducción de los movimientos de tierra y pasos de maquinaria que no sean considerados imprescindibles para el cultivo (labranza mínima), hasta la incorporación de residuos de la cosecha anterior dentro del área de cultivo, en conjunto con la disminución de movimientos de tierra y uso de maquinaria (labranza de conservación)<sup>5</sup>.

Entre las ventajas de aplicar una o varias de estas técnicas en la finca, se encuentra la reducción de la erosión hídrica y eólica del suelo, el incremento de la materia orgánica, la disminución de la compactación por el paso de maquinaria, el aumento

<sup>1</sup> La roturación del suelo es la acción agrícola de arar o labrar la superficie por primera vez; sobre terrenos eriales, es decir, que previamente no estaban cultivados. [Real Academia Española, 2022](#)  
<sup>2</sup> La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. [Agronomía Mesoamericana, UCR, 2001](#)  
<sup>3</sup> Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de Piña. [MAG, 2010](#)  
<sup>4</sup> Los sistemas de labranza y su influencia en las propiedades físicas del suelo. [Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, 2015](#) La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. [TEC, 2017](#)  
<sup>5</sup> Apuntes de labranza mínima y labranza de conservación. [CIB, 2000](#)

en la retención de humedad y las mejoras en las propiedades físicoquímicas y biológicas del suelo, entre otras. Asimismo, se reduce el costo energético, manteniendo los niveles de producción convencional, pero sin agotar los recursos del suelo<sup>6</sup>.

Para una persona productora, la decisión de utilizar una u otra técnica de labranza de bajo impacto dependerá de múltiples factores, incluyendo las características y requerimientos propios del cultivo a establecer, las condiciones topográficas, climáticas y edáficas presentes, así como los recursos tecnológicos y financieros disponibles. En este sentido, es importante seleccionar métodos de labranza de bajo impacto que sean viables de ejecutar dentro de la finca y que no comprometan la productividad, sino que ayuden a mantenerla e incrementarla a través del tiempo.

En la sección metodológica de esta ficha se describen las técnicas de labranza de bajo impacto existentes y se detallan alternativas para su aplicación directa en el cultivo de piña y banano.



## Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático

- Disminuye erosión y sedimentación, reduciendo el impacto sobre la biodiversidad presente en cuerpos de agua.
- Reduce las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), al disminuir las pérdidas de carbono en suelo durante el movimiento de la tierra, y al reducir el uso de combustibles fósiles requeridos para el funcionamiento de la maquinaria agrícola.
- Aumenta las reservas de carbono orgánico en el suelo a través de la incorporación de materia orgánica.

Beneficios para la persona productora

- Reduce costos operativos, incluyendo mano de obra, reparaciones de maquinaria y compra de insumos<sup>7</sup>.
- Favorece el mantenimiento de las tasas de producción por hectárea.
- Facilita la penetración de la humedad en el suelo.
- Mejora la eficiencia de preparación del terreno (hectáreas por hora de trabajo).
- Reduce la lixiviación de nutrientes, en especial si se trabaja una labranza de conservación (aporte de materia orgánica).
- Mejora de la resistencia de la capa superior del suelo a la erosión del viento.
- Permite facilitar la comercialización de sus productos y fortalecer el cumplimiento de legislación nacional y protocolos de certificación.

## Metodología de implementación de la medida

La implementación de prácticas de labranza de bajo impacto debe ser considerada como parte de una estrategia integrada de conservación de suelos y no como una actividad aislada, se debe buscar no sólo minimizar impactos ambientales, sino también incrementar productividad en el tiempo y reducir costos asociados a métodos de labranza convencional.

La selección y aplicación del tipo de labranza de bajo impacto dependerá de las características y condiciones presentes en cada unidad de producción; razón por la cual, es recomendable contar con ayuda técnica que facilite la toma de decisiones y asegure el cumplimiento de la legislación aplicable.

A continuación, se amplían las acciones a seguir por parte de la persona productora para la aplicación de esta medida:



### Paso 1. Análisis inicial de las condiciones en finca.

Para poder determinar la técnica de labranza idónea en la finca, la persona productora debe realizar inicialmente un análisis de las condiciones del sitio, incluyendo las características topográficas, climáticas y edáficas; así como los requerimientos del cultivo a establecer y los riesgos fitosanitarios presentes. Estas condiciones que pueden favorecer o limitar la efectividad de las prácticas de preparación del terreno y determinar el momento idóneo para desarrollarlas. **Por ejemplo**, en fincas de piña, es importante analizar previamente, la clases de capacidad de uso de la tierra, la presión de las plagas al momento del manejo del rastrojo en los sitios de preparación, así como la altura y conformación de las camas de siembra ya constituidas<sup>8</sup>, valorando si estas pueden sostener un nuevo ciclo de siembra, aplicando una práctica de labranza de bajo impacto.

**Cuadro 1**  
Prácticas de conservación de suelos y agua, según la clase de capacidad de uso de la tierra

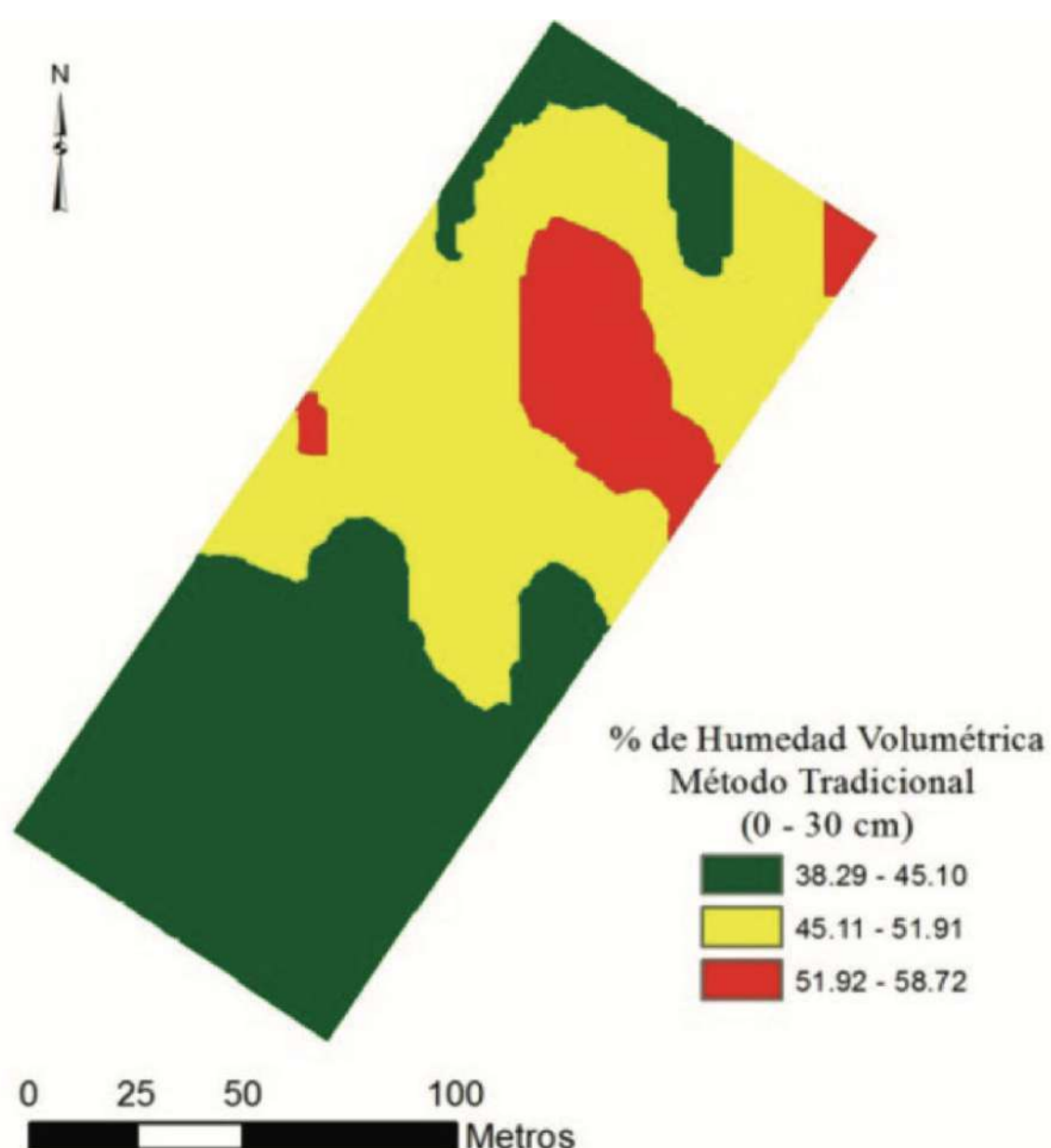
| Descripción de la práctica          | Clase de capacidad de uso de la tierra |    |     |
|-------------------------------------|--|----|-----|
|                                     | I                                      | II | III |
| Labranza superficial                | X                                      | X  | X   |
| Labranza de contorno                | X                                      | X  | X   |
| Siembra de contorno                 | X                                      | X  | X   |
| Rotación de cultivos                | X                                      | X  | X   |
| Fertilización y enmiendas minerales | X                                      | X  | X   |
| Enmiendas orgánicas                 | X                                      | X  | X   |
| Barreras vivas                      |  | X  | X   |

Fuente: MAG, 2019.

El análisis debe abordar las causas y condiciones más comunes<sup>9</sup> que dificultan las labores agrícolas de preparación de terrenos, entre las cuales se pueden citar:

<sup>6</sup> Piña (Ananas comosus L.Merr) sembrada en labranza mínima y labranza convencional en San Carlos, CR. Agronomía Mesoamericana, [TEC, 2004](#).  
<sup>7</sup> El total de los costos operativos de la maquinaria necesaria para establecer los cultivos bajo labranza mínima se pueden reducir hasta un 50%. [Agroecología Original, 2018](#).  
<sup>8</sup> Teniendo en cuenta el grado de erosión generado por precipitaciones o viento en las dos últimas cosechas.  
<sup>9</sup> Incidencia del grado de humedad en suelos en textura franco limoso, ante la aplicación de las labores de arado y rastrado. [UTM., 2019](#).

- **El contenido de humedad del suelo:** la aplicación de técnicas de labranza en suelos con humedades inferiores a la óptima tiende a destruir su estructura, mientras que con contenidos de humedad elevados el suelo se puede convertir en lodo, dificultando su manejo posterior. Es por esta razón que la preparación del terreno se recomienda cuando los suelos se encuentran ligeramente húmedos (humedades entre el 40% y 50% para la mayoría de los tipos de suelos y 20 al 25% en suelos franco-limosos)<sup>10</sup>.
- **La textura del suelo:** la presencia de suelos pesados debido a su textura causa una variación en el grado de penetración que ofrece el suelo a los diferentes instrumentos de labranza, dificultando la ejecución de dicha labor. Por ejemplo, los suelos arcillosos cuentan con mayor dificultad en la labranza que suelos arenosos.
- **Grado de compactación:** la presencia de suelos altamente compactados a causa del uso inadecuado y excesivo de la mecanización agrícola genera la necesidad de utilizar técnicas alternativas para la descompactación, provocando un ciclo de afectación permanente por el uso de maquinaria.
- **Presencia de obstáculos:** la aparición de material orgánico como troncos, raíces y otros elementos que se encuentran en el suelo también dificultan las labores de preparación del terreno. En este sentido es recomendable dejar un tiempo prudencial para la descomposición de los residuos de la cosecha anterior (cuando esto no constituye un problema de generación de plagas) o proceder con su trituración y manejo para acelerar la descomposición, de forma tal que no afecte el paso de la maquinaria (en caso de aplicar técnicas de labranza mínima).
- **Contenido de materia orgánica:** la presencia de materia orgánica hace posible la labranza con un 52% de humedad sin llegar a enfangar el suelo, mientras que en su ausencia basta con un 27% de humedad para que las labores de preparación conviertan el suelo en un área lodosa y de difícil manejo.
- **Pendiente:** a mayor pendiente, mayor dificultad en la aplicación de las prácticas de preparación, siendo necesaria la implementación de prácticas adicionales de conservación de suelos para evitar la erosión y sedimentación<sup>11</sup>.



Agronomía Costarricense, 2015

Para esta primera actividad es ideal desarrollar mapas que permitan visualizar en cada lote o sitio dichas variables. Por otro lado, es importante señalar que cada una de las técnicas tendrá ventajas y desventajas a nivel productivo (al igual que la labranza tradicional), por lo que la selección de la práctica idónea debe efectuarse con ayuda técnica, analizando todas las posibles variables y valorando hasta qué nivel se pueden omitir los movimientos del suelo en el sitio de siembra para que no se afecte el cultivo ni la productividad.



## Paso 2. Conocer las modalidades de labranza de bajo impacto existentes.

Existen diferentes modalidades de labranza de bajo impacto que comparten un sentido común: contar con alternativas para mantener la eficiencia en la producción agrícola y reducir el impacto ambiental con respecto a las prácticas tradicionales. El método de labranza seleccionado debe ser capaz de ajustarse al sistema de manejo de suelo y desarrollo radicular del cultivo, considerando siempre la importancia de conservar los recursos suelo y agua.

A continuación, se describen diferentes prácticas de labranza de bajo impacto que han sido probadas de forma efectiva en el sector agrícola. Posterior a esto (pasos 3 y 4) se detallan alternativas para su aplicación directa en el sector piñero y bananero, considerando que dichas técnicas podrían requerir de adaptaciones y ajustes según las características propias de cada uno de estos cultivos.

### a. Labranza cero (siembra directa).

Como labranza cero se conoce al sistema de producción en donde se eliminan por completo todas las labores mecánicas de preparación para la siembra. Bajo este mecanismo el suelo no recibe labranza alguna durante todo el proceso de instalación desde la cosecha del cultivo hasta la siembra siguiente, manteniéndose prácticamente intacto, con excepción de la aplicación de materia orgánica y el control de malezas, el cuál es realizado de forma manual o mecánica sobre la superficie del terreno<sup>12</sup>.

En este método también es posible la disposición de residuos vegetales de cosecha anterior, lo que aporta materia orgánica al suelo<sup>13</sup> (Ver figura 1).



Figura 1. Labranza cero y disposición de residuos vegetales Todoelcampo, 2022.

<sup>10</sup> Distribución espacial de la humedad y su relación con la textura en un suelo. [Agronomía Costarricense, 2015.](#)

<sup>11</sup> Ver [ficha #6](#) "Cobertura vegetal viva"

<sup>12</sup> La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. [TEC, 2017.](#)

<sup>13</sup> Apuntes de labranza mínima y labranza de conservación. [CIB, 2000](#)

Entre los beneficios que se pueden asociar a la aplicación de este método se encuentra la conservación del nitrógeno del suelo, el ahorro significativo de mano de obra y combustible, la reducción en la compactación y la conservación de la estructura del suelo<sup>14</sup>. En contraposición, parte de las desventajas que podría tener este método es que, si las condiciones originales del suelo no eran buenas, por ende, al no realizar ninguna labor de labranza las condiciones negativas se mantendrán, disminuyendo los índices de producción. Asimismo, sin el uso de maquinaria, la eliminación de hierbas competidoras y el control de plagas y enfermedades podría contar con una mayor complejidad, siendo necesario el uso posterior de prácticas de control de malezas y el aumento en el uso de agroquímicos para control de plagas<sup>14</sup>.

Por ende, la persona productora puede aplicar este método únicamente cuando las condiciones propias del terreno sean aptas para mantenerlas en el tiempo, así como las variedades de cultivo incorporadas permitan una baja incidencia de plagas y enfermedades.

### b. Labranza mínima<sup>15</sup>.

La labranza mínima implica una realización simultánea de un conjunto de labores que normalmente se aplican de forma independiente orientadas a conseguir la preparación del terreno y la siembra con el mínimo indispensable de movimiento del terreno. Involucra el uso de implementos que rompen el suelo de forma vertical, sin voltearlo de manera significativa, facilitando la infiltración sin dañar la estructura del suelo. La principal diferencia entre este método y la labranza convencional se encuentra en la cantidad de veces en que la maquinaria agrícola pasa sobre el terreno realizando las labores de preparación. El objetivo de este tipo de labranza es el ahorro de energía y de tiempo de trabajo, así como la disminución en la compactación y alteración de las condiciones físicas del suelo, al minimizarse el tránsito del tractor sobre el terreno<sup>16</sup>.

En general, la maquinaria agrícola utilizada en la labranza mínima es prácticamente la misma a la empleada en otras técnicas de cultivo tradicional: arados escarificadores, fresadoras, entre otros; siendo la diferencia principal que tales elementos son montados en un único bastidor y la labor se realiza en una sola pasada (los implementos<sup>17</sup> a menudo son acoplados en los tres puntos de enganche del tractor). Para llevar a cabo esta operación en serie, se requiere considerar la potencia del tractor agrícola para asegurar la suficiencia con base en los implementos a incorporar. Asimismo, también resulta importante tomar previsiones respecto al tránsito y rodaje de éste para minimizar el impacto con el paso de la maquinaria (aspectos tratados en el [Paso 4](#)).



Labranza mínima en piña. INTA, 2013

### c. Labranza de conservación<sup>18</sup>.

La labranza de conservación es un sistema de laboreo en donde la siembra se realiza sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento. Este tipo de labranza se puede aplicar de forma conjunta con la labranza mínima o la labranza cero, siendo el factor diferenciador el aprovechamiento y uso de los residuos agrícolas. Bajo este método se mantiene por lo menos un 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos (rastreo) después de la cosecha. Esta práctica contribuye de manera esencial a conservar y rehabilitar el suelo, además de incorporar materia orgánica, mejorar la fertilidad del suelo y reducir los costos de producción<sup>19</sup>.

Comúnmente y de forma extendida este tipo de labranza se ha asociado con el uso de herbicidas químicos para el control de malezas y residuos vegetales antes y después de la siembra, sin embargo, la utilización de este tipo de productos acarrea otros inconvenientes ambientales, tales como afectaciones a la biodiversidad, contaminación de fuentes de agua y toxicidad humana. Por tal razón, el uso de alternativas manuales o mecanizadas para el control de malezas y residuos de la cosecha previa, así como el uso de microorganismos para acelerar la velocidad y efectividad en la descomposición de la biomasa, resulta una opción de menor impacto ambiental sugerida para su aplicación bajo esta modalidad.

Otras alternativas dentro del concepto de labranza de conservación se describen a continuación:

**Labranza en franjas<sup>20</sup>:** El concepto en sí consiste en realizar la labranza en las líneas donde se va a realizar la siembra del nuevo cultivo (*de 10 a 20 cm de profundidad dependiendo de la especie a sembrar*), mediante una pasada del arado de discos o de rejas a lo largo del campo para facilitar la colocación y germinación de las semillas. El resto del terreno permanecerá sin labrarse y con los restos del cultivo anterior<sup>21</sup>.



Labranza en líneas. CIMMYT, 2018

<sup>14</sup> La labranza cero y la técnica del "no arado". [Agromática, 2012](#).

<sup>15</sup> Labranza mínima es una técnica de agricultura de conservación en la que la persona productora trabaja sobre la capa superior del suelo hasta una profundidad de 10 a 15 centímetros utilizando maquinaria de labranza mínima para alterar lo mínimo posible el suelo y mejorar su estructura a lo largo del tiempo. [Glosario, Módulo Base de Cultivo, Global GAP, 2021](#).

<sup>16</sup> Métodos de labranza conservacionista y maquinaria para la conservación de suelos en el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. [BCIE, 2017](#).

<sup>17</sup> El implemento de labranza puede ser un rastrillo de dientes flexibles, un rastrillo de discos, un desmenuzador rotatorio, o una cultivadora. [Universidad de Puerto Rico, 1997](#).

<sup>18</sup> Manual de sistemas de labranza para América Latina. [FAO, 1992](#).

<sup>19</sup> Labranza de conservación. [SAGARPA, 2016](#).

<sup>20</sup> Labranza en franjas con Maverick Yetter. [IAECSA, 2014](#).

<sup>21</sup> Labranza en franjas: su efecto sobre la compactación del suelo y el rendimiento en un cultivo de maíz. [Universidad de Buenos Aires, 2016](#).

**Labranza en lomos:** Bajo esta técnica la siembra se realiza sobre los camellones o lomos, en su parte más alta. Estos se conforman con un cultivador especial, realizándose este trabajo después de la cosecha y siguiendo las líneas de la labor del cultivo anterior<sup>22</sup>. El resto del suelo permanece sin labranza y cubierto con los restos del cultivo anterior. Los centros de los lomos quedan a una distancia inferior a 1 metro entre ellos, manteniendo entre un 50 a un 65% del rastrojo del cultivo anterior sobre los lomos y el suelo que se remueve. Debido a la cantidad de rastrojo y a que los lomos mantienen el agua en los surcos, este sistema proporciona una gran protección contra la erosión. Es un sistema es muy conveniente para suelos saturados, ya que provee un mejor drenaje para las raíces del cultivo<sup>23</sup>.



Conformación de lomos. Esto es Agricultura, 2021



### Paso 3. Seleccionar las prácticas de labranza aplicables para el cultivo.

Teniendo en cuenta las variables descritas en el [paso 1](#), así como las características y requerimientos propios del cultivo, la persona productora puede identificar cuál o cuáles de las prácticas de labranza de bajo impacto ([paso 2](#)) se pueden implementar en la finca.

En la siguiente sección se detallan las prácticas que pueden ser desarrolladas en fincas de producción de piña y banano, considerando que, bajo ciertas condiciones topográficas, climáticas y edáficas propias de la unidad de producción o inclusive presentes en un bloque o lote en particular, se podrían requerir ajustes a los métodos que serán descritos a continuación, con el objetivo de obtener resultados esperados.



Para fincas de piña, variables como la erosión y la compactación resultantes del uso excesivo de maquinaria agrícola, el deterioro en la actividad microbológica ocasionado por la aplicación intensiva de pesticidas y el manejo de residuos de cosechas (rastrojo), son algunos aspectos a ser considerados por la persona productora en cada ciclo productivo, condiciones que dificultan los procesos de preparación de terrenos para la siembra y afectan de manera directa la productividad del cultivo a mediano y largo plazo<sup>24</sup>.

En la implementación de la medida, la persona productora debe asegurar un manejo integral y responsable de los residuos del cultivo (rastrojo), teniendo en cuenta no sólo el alto volumen de biomasa que se genera<sup>25</sup>; sino también que una inadecuada gestión convierte este residuo vegetal en un foco de contaminación que favorece la propagación de plagas tales como la [mosca del establo](#) “*Stomoxys calcitrans*”, la cual acarrea problemas en la salud pública y afecta de manera directa la actividad pecuaria cercana<sup>26</sup>.

Como medida para contrarrestar estos efectos, tradicionalmente se han aplicado dos tipos de manejo del rastrojo<sup>27</sup>.

#### a. Manejo en seco.

Corresponde a la aplicación de herbicida como medio de secado químico, para posteriormente realizar una aplicación de fuego (quema). Los residuos remanentes (algunas hojas, tallos y raíz) son incorporados al terreno por medio de rastras, luego de realizar las dos intervenciones indicadas. Esta práctica, si bien cuenta con un costo inferior al manejo en verde, se asocia a algunos de los problemas antes descritos, tales como el deterioro en la actividad microbológica del suelo, problemas de toxicidad humana, impactos en otros recursos naturales tales como las fuentes de agua superficiales y subterráneas y generación de gases de efecto invernadero de forma inmediata.

#### b. Manejo en verde.

La práctica consiste en la trituración e incorporación del residuo por medio de maquinaria agrícola, evitando el uso de quema química para desecación y física (con fuego) para su eliminación. De esta forma se incorpora mayor cantidad de materia orgánica al suelo, mejorando su fertilidad, capacidad de retención de humedad, disminuyendo los efectos erosivos y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la preparación del terreno en comparación con el método de manejo en seco (Ver figura 2).

Factores de emisión en kg/ha/año para tres tipos de manejos de rastrojo en el cultivo de piña obtenidos en las condiciones de manejo de Finca El Tremedal, San Carlos 2019.

| Gas             | Factor de emisión (kg/ha/año) |                    |                |
|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
|                 | Rastrojo Verde                | Rastrojo Herbicida | Rastrojo Quema |
| CH <sub>4</sub> | 926,42                        | 1592,30            | 1294,81        |
| CO <sub>2</sub> | 1541,76                       | 2455,72            | 2175,96        |

Fuente T.E.C., 2019

<sup>22</sup> Métodos de labranza conservacionista y maquinaria para la conservación de suelos en el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. BCIE, 2017.

<sup>23</sup> Manual Práctico para el cultivo sustentable del plátano en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, 1997.

<sup>24</sup> Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña II edición. MAG, 2014.

<sup>25</sup> Se estima que, por hectárea de piña cultivada, se generan cerca de 250 TM de rastrojo. MAG/SFE, 2012.

<sup>26</sup> Impacto y oportunidades de biorrefinería de los desechos agrícolas del cultivo de piña en Costa Rica a. UNED, 2018.

<sup>27</sup> Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña II edición. MAG, 2014.

Analizando los escenarios anteriores y en busca de un método de preparación de terreno de bajo impacto, que sea viable para la producción de piña, se sugiere el manejo del rastrojo en verde, para posteriormente implementar prácticas de labranza mínima. Teniendo en cuenta los siguientes pasos<sup>28</sup>:

- **Considerar la capacidad existente:** en una plantación bajo renovación no se debe derribar<sup>29</sup> más área de la que se tenga capacidad de procesar e incorporar de acuerdo con el recurso humano y la maquinaria agrícola disponible.
- **Reducción de biomasa por medio de chapea:** el volumen de rastrojos generado es considerable, aunado a la característica de lenta degradación debido a la morfología de las hojas. Por lo cual es recomendable reducir la cantidad de biomasa que será incorporada a la hora del derribo. Esto se puede lograr a través de una chapea manual, cortando el follaje días antes para promover el desecamiento, acelerar la descomposición y disminuir la cantidad de rastrojo que será procesado e incorporado posteriormente.
- **Acordonado del rastrojo:** esta práctica busca ubicar los restos del cultivo manualmente de cama por medio y se realiza con el objetivo de mejorar el rendimiento de la labor de trituración. En caso de existir piedras en el terreno, durante el acordonado estas pueden ser apartadas de las líneas de triturado para que el implemento no las impacte, evitando daños a los equipos.
- **Trituración del rastrojo:** es recomendable el uso de maquinaria para terminar de triturar el material, incorporarlo al suelo y conformar posteriormente los espacios de siembra aplicando técnicas de labranza mínima. La trituración del rastrojo seguida de la aplicación de microorganismos permite aumentar la tasa de mineralización del terreno, evita la generación de problemas ambientales y la proliferación de moscas. En algunos casos podría ser necesaria una repetición de la práctica de trituración cuando aún se mantienen restos de rastrojo al descubierto después del primer paso de maquinaria.
- **Uso de microorganismos eficientes (descomponedores).** La utilización de descomponedores es muy importante dentro de un plan de manejo de rastrojos, ya que aceleran el proceso de descomposición reduciendo el tamaño de la materia orgánica, haciendo que el rastrojo pierda su atracción para la mosca del establo.
- **Incorporación del rastrojo:** es importante considerar que una vez derribada el área por medio del uso de trituradoras, debe iniciarse de inmediato con los trabajos de incorporación del rastrojo, los cuales deberían procesarse e incorporarse en un lapso no mayor a 12 días para evitar impactos por la aparición de plagas.
- **Prácticas de control:** es necesario elaborar un procedimiento operacional que describa las actividades de monitoreo y control de plagas como, por ejemplo, mediante el uso de parasitoides y la instalación de trampas. El monitoreo debe extenderse desde antes de la derriba hasta la nueva siembra.
- **Preparación de terrenos:** posterior al manejo de rastrojos, corresponde dar mantenimiento o conformar nuevamente las camas para la siembra en caso de que su altura se haya visto afectada por las prácticas de incorporación de rastrojo o por efectos de erosión durante el tiempo que se mantuvo el cultivo. Esto se realiza con un equipo encamador de uno, dos o tres cuerpos, acoplado a los tres puntos del tractor. Asimismo, se debe dar mantenimiento a los drenajes por medio del uso de mini dragas o de forma manual (con pico y pala).

Es importante considerar que en caso de requerir pasos adicionales de rastra o subsolado, debe optarse por la aplicación de labranza mínima, procurando reducir la cantidad de pasos de maquinaria, planificando estratégicamente las labores y aprovechando el paso de ésta para realizar las tareas de forma simultánea.

Adicionalmente, se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones para minimizar el impacto de esta operación<sup>30</sup>:

- Valorar la humedad del suelo al momento de la mecanización.
- Utilizar equipos de labranza que pulvericen menos el suelo y reduzcan los riesgos de formación de “piso de arado”: en este sentido el arado de cinceles, rastras de dientes y vibro cultivadores se convierten en una buena opción.
- En suelos de texturas medias, sustituir el arado de discos por arado de cinceles y emplearlo únicamente cuando se tengan suelos muy degradados.
- Utilizar rastra rompedora que deja una estructura superficial con terrones más difíciles de erosionar.
- Utilizar el subsolado como una actividad esporádica empleada como excepción para casos que lo requieran, en vez de una práctica habitual.
- Reconfiguración de los canales de drenaje y extracción de sedimentos para mantenerlos funcionales.

En **casos excepcionales** en donde las circunstancias fitosanitarias o condiciones presentes en la finca no permitan el manejo e incorporación del rastrojo en verde, se podría implementar el método de manejo de rastrojo en “seco”, utilizando productos desecantes permitidos por legislación y normas internacionales, reincorporando posteriormente el material vegetal bajo prácticas de labranza mínima o cero labranza.



En el caso del cultivo de banano, debido a que los ciclos de restitución son largos, extendiéndose desde 8 hasta 30 años aproximadamente (*plazo que varía debido a factores de sitio, presencia de plagas y enfermedades, índices de producción anual, entre otros aspectos*), las condiciones físicas del terreno luego de las labores iniciales se mantendrán prácticamente invariables hasta la siguiente renovación del cultivo. Por tal razón, la preparación del terreno constituye una fase relevante para asegurar una producción estable de fruta a lo largo del tiempo. Para la ejecución de dicho proceso se cuenta con dos alternativas diferentes: manual y mecanizada, las cuales pueden ser utilizadas bajo ciertas circunstancias dentro de la finca.

<sup>28</sup> Ver referencias bibliográficas: 24, 25, 26, 31, 41, 42, 43

<sup>29</sup> Proceso de eliminación de la plantación al final de su ciclo productivo.

<sup>30</sup> Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña II edición. MAG. 2014.

## a. Metodo Manual

Consiste en el uso de equipo de corte o cuchillo para la limpieza del sitio, la eliminación de plantas de banano antiguas (en caso de reposiciones o renovaciones del cultivo) y el picado de este material sobre el terreno para facilitar su descomposición. Este método tiene la ventaja de que no provoca deformaciones en el suelo y se aumenta la cantidad de materia orgánica por la descomposición de los restos de cosecha, siendo el aumento en el costo de mano de obra para triturar y distribuir los restos de biomasa la única limitante<sup>31</sup>.

Para el caso de reposiciones o renovaciones en sitios cuya compactación sea baja es factible de aplicar este tipo de técnica, eliminando la necesidad de realizar movimientos de tierra o trabajos específicos con maquinaria agrícola y apoyándose únicamente en herramientas manuales tales como cuchillo y trincho manual<sup>32</sup> cuando lo amerite.

Esta última herramienta es utilizada para favorecer la descompactación provocada por el paso de personas en labores culturales y de cosecha del banano, obteniéndose mejores resultados en el crecimiento radicular de la planta a través de su uso en los primeros 20 cm de suelo (se sugieren tres pases del trinche en media luna frente al hijo). Lo anterior refiere a una estrategia de labranza cero en conjunto con labranza de conservación luego de la incorporación de residuos del cultivo<sup>33</sup>.



Labranza cero. Finca Don Marce Sur 2022

## b. Método mecanizado

Se realiza con maquinaria agrícola, efectuando comúnmente una nivelación previa, subsolado, arado o trinchado y rastra. Este suele ser utilizado en áreas de renovación extensas o con condiciones de compactación importantes. En caso de aplicar este método es recomendable la utilización de prácticas de labranza mínima, reduciendo el paso de maquinaria al fijar los implementos en el mismo tractor agrícola, o en su defecto, disminuyendo la cantidad de pasos de maquinaria para una misma operación (por ejemplo, realizar solamente un paso de maquinaria para la labor de trinchado).

Bajo esta alternativa también resulta imprescindible considerar la incorporación de residuos del cultivo anterior sobre el terreno, a través del uso de herramientas de corte o cuchillo.



Labranza mínima. TECBACO, 2022



## Paso 4. Considerar otros aspectos relacionados con el sistema de labranza.

En aquellos casos en donde el uso de maquinaria agrícola sea necesario para las labores de labranza es importante tomar en consideración prácticas para mejorar la eficiencia de su uso. Esto incluye la reducción de tránsito dentro de los terrenos y la disminución del impacto en el rodaje:

### a. Tránsito de maquinaria agrícola.

El uso continuo del tractor agrícola en campo da como resultado un aumento en la compactación superficial, la cual altera los procesos naturales del suelo e inhibe el crecimiento de las plantas. A través de los avances tecnológicos hacia la agricultura de precisión se ha generado la posibilidad de automatizar la labranza, por medio del uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) apoyados en satélites. La Agricultura de Tráfico Controlado (CTF, por sus siglas en inglés), es una estrategia basada en tecnología satelital, que busca minimizar la compactación del suelo. Consiste en limitar el tránsito de la maquinaria a áreas definidas, sin que los neumáticos rueden sobre el terreno de producción. A través del uso de esta técnica es posible conducir en la misma vía para todas las operaciones de labranza, creando líneas de tránsito dentro de la finca y evitando la afectación del suelo entre las vías<sup>34</sup>. Se ha determinado que con la labranza automatizada se reduce hasta en un 55% el tránsito dentro de la finca con respecto a los métodos tradicionales, permitiendo una disminución en la compactación por el paso constante de la maquinaria, así como una reducción en el uso de combustibles fósiles<sup>35</sup>.



Para implementar esta práctica es necesario realizar la inversión en la compra de equipos de navegación por medio de satélite (por ejemplo GPS) y la capacitación del personal en el uso y seguimiento de tales instrumentos. Plataformas como [GEO-BIRD](#) brindan acceso gratuito al uso de herramientas de Agricultura de Tráfico Controlado, generando rutas y calculando la dirección y ubicación de cada línea de desplazamiento, con el objetivo de reducir giros y área de rodaje.

### b. Rodajes de maquinaria<sup>36</sup>.

Los tractores agrícolas ejercen una presión continua sobre el suelo a la hora de realizar el tránsito, compactándolo desde su superficie y reduciendo la calidad de este, siendo el primer pase del tractor el que produce mayor efecto sobre el suelo.

<sup>31</sup> Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. [CATIE, 2017](#).

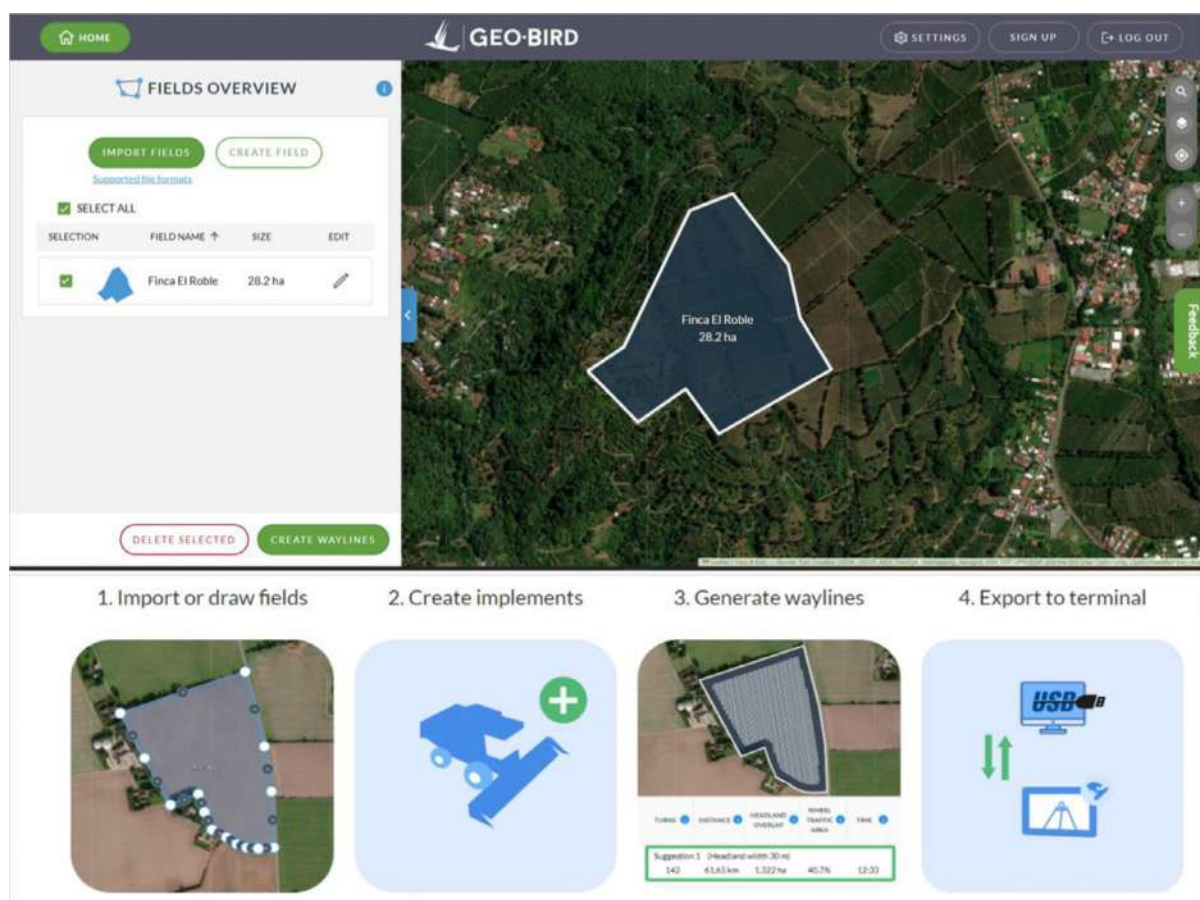
<sup>32</sup> Autores tales como Suarez (2012) y Gia (2014) (citados por Cando, 2019) recomiendan la remoción en los primeros 20 cm de suelo con tres pases del trinche en media luna frente al hijo, alcanzando con esto mejoras en el crecimiento radical del banano. [Universidad Técnica de Babahoyo, 2019](#).

<sup>33</sup> Manual Práctico para el cultivo sustentable del plátano en Puerto Rico. [Universidad de Puerto Rico, 1997](#).

<sup>34</sup> Controlled traffic farming. [Inagro, 2018](#).

<sup>35</sup> La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. [TEC, 2017](#).

<sup>36</sup> Estudios de compactación de suelos: neumáticos y tractores. [Departamento de Ingeniería Rural, 2005](#).



Por tal razón, el tipo de neumáticos y las presiones de inflado son claves para prevenir la compactación. Los neumáticos de alta flotación (caracterizados por soportar menores presiones de inflado y por tener una anchura mayor a la de un neumático convencional) producen una compactación y huella en el suelo inferior a la provocada por los neumáticos convencionales.

El movimiento de la maquinaria sobre el terreno puede mejorarse utilizando neumáticos anchos, lo cual disminuye la presión de inflado para una determinada carga axial. Al comparar la compactación causada por dos tipos de tractores (cadenas y ruedas) y dos tipos de neumáticos (convencionales y de baja presión), se concluyó que los neumáticos con baja presión de inflado producen una compactación y huella en el suelo similar al tractor de cadenas, siendo en ambos casos, muy inferior a la provocada por los neumáticos convencionales con alta presión de inflado.



Neumático de alta flotación. Fuente: BKT

## Indicadores de desempeño

- % de residuos de cosecha en suelos en áreas de renovación.
- Hectáreas bajo alguna modalidad de labranza de bajo impacto.
- Ahorro en \$ por aplicación de prácticas de labranza de bajo impacto.

## Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno:* Personal capacitado en finca para realizar las labores de labranza de bajo impacto.
- *Externo:* Profesionales en agronomía, expertos en suelos.

Referencia de Costos:

- Hora de operación de tractor agrícola de 108 HP se tendría un costo cercano a \$15 USD<sup>37</sup>.
- Compra de neumático de alta flotación entre \$500 a \$900 USD y GPS NAV 500 utilizado para maquinaria agrícola ronda los \$2.500USD<sup>38</sup>.

## Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

Históricamente la labranza convencional ha sido utilizada como una práctica difundida con efectos negativos asociados al aumento en la erosión, compactación, disminución de materia orgánica y alteración en las condiciones físicas del suelo, generando afectaciones en los ciclos productivos y provocando impactos muchas veces no cuantificados a nivel ambiental. Métodos de labranza de bajo impacto tales como labranza cero, labranza mínima y labranza de conservación surgen como respuesta a esta problemática, mostrándose resultados positivos en diferentes escenarios y permitiendo al productor tener mejores cosechas.

<sup>37</sup> Costo de operación y uso de maquinaria agrícola: como evaluarlo. INIA Quillamapu, 2007

<sup>38</sup> Neumáticos de flotación 800/45-26.5 agrícola/ Pantalla GFX-350™ CON ANTENA NAV 500



## Casos de éxito



La finca Sami es una unidad de producción de banano de 179,1 hectáreas, ubicada en el corregimiento de Río Frío, municipio de la Zona Bananera en Magdalena, Colombia. La cual comercializa con la empresa [Técnicas Baltime de Colombia S.A.](#), y forma parte del proyecto de sostenibilidad de WWF; además cuenta con diferentes certificaciones internacionales tales como: Rainforest Alliance, Global Gap, AWS, entre otras.

Finca Sami, así como en otras unidades productivas del grupo empresarial, mantienen prácticas de labranza cero y labranza mínima, distinguiendo la aplicación de estas en dos vías: para aquellas renovaciones menores a 10 ha o sustituciones individuales de plantas de banano se realiza la siembra directa de cormos, hijos o rebrotes de la especie Valeri, sin necesidad de utilizar maquinaria agrícola para labores de labranza (labranza cero).



Por otro lado, para renovaciones de áreas mayores a 10 ha se realizan prácticas de labranza mínima, incluyendo labores de nivelación de terreno y apilado de material vegetal con el uso de maquinaria agrícola, paso de trinchos a una profundidad máxima de 70 cm (a través de un solo paso de maquinaria) y uso de rastra liviana para finalizar la preparación. Esto incluye también la construcción de canales de drenaje, para los cuales se toman en consideración prácticas de conservación de suelos<sup>39</sup>. Como práctica usual, la administración mantiene los restos de material vegetativo en campo, y realiza un picado del vástago, además de incorporar compost en finca. Por otro lado, desde el 2020 la administración de finca eliminó la aplicación de herbicida para el control de arvenses, priorizando el uso de métodos manuales y mecánicos; lo cual ha permitido mantener una cobertura vegetal uniforme en toda el área de cultivo en donde predominan la commelina (*Commelina sp.*), la oreja de ratón (*Geophila sp.*) y la mafafa (*Xanthosoma sp.*), esta última a lo largo de la red de canales primarios.

<sup>39</sup> Ing. Kelly Navarro, Finca Sami. Comunicación personal

## Casos de éxito



[Hacienda Río Negro](#), es una finca de producción de café de 355 hectáreas, perteneciente a La Minita Corp., ubicada en la zona sur de Costa Rica, en el pueblo de San Luís de Sabalito en la región de Coto Brus, muy cerca de la frontera con Panamá. Desde el año 2001, se convirtió en la primera finca de café en Costa Rica en obtener la certificación Rainforest Alliance.

Como práctica general la administración de finca realiza renovaciones anuales en áreas de cultivo que muestran disminución de productividad. Esta práctica abarca al menos un 5% del área total establecida de café en la finca y está orientada no sólo a asegurar cosechas estables en el tiempo; sino también a optimizar costos y disminuir impactos ambientales, esto gracias a la consideración de los sistemas de siembra que mejor se adapten a las condiciones topográficas presentes.



En los últimos años las renovaciones han sido orientado hacia lotes de café que aún presenten una disposición de siembra en contra de las curvas de nivel, con deterioros de obras de conservación de suelos, o bien mantienen baja densidad de plantas, agotamiento de productividad, problemas fitosanitarios o variedades de café que no cumplen con el perfil de tasa deseado.

En el año 2023, la empresa inició un plan de renovaciones basado en prácticas de labranza de conservación, en donde la sustitución (áreas de cafetales viejos), inicia con prácticas de podas de bandolas (ramas) y erradicación de troncos a nivel del suelo, evitando su extracción con maquinaria y reduciendo el movimiento de suelo al mínimo, ya que únicamente se aperturan hoyos de siembra siguiendo las líneas de contorno del relieve para la colocación de las plántulas de café procedentes del vivero. Los restos de materia orgánica resultantes de las podas se disponen a lo interno de las calles de siembra y la leña de mayor grosor es trasladada a los campamentos de recolectores para ser usada como energía calórica en los fogones.

La actividad de siembra se implementa de forma conjunta con diferentes prácticas de conservación de suelos (canales de ladera, gavetas, coberturas vivas especialmente vetiver, otras), disminuyendo problemas erosivos, y asegurado disminución de impactos sobre el recurso hídrico cercano, así como el mantenimiento de reservas de carbono en el suelo.



## Referencias

- [1] Definición de roturar. <https://dle.rae.es/?w=roturar>
- [2] La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43712213.pdf>
- [3] Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de Piña. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9646.PDF>
- [4] Los sistemas de labranza y su influencia en las propiedades físicas del suelo. [Redalyc.Los sistemas de labranza y su influencia en las propiedades físicas del suelo](https://www.redalyc.org/pdf/437/43712213.pdf) / La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-167.pdf>
- [5-13] Apuntes de labranza mínima y labranza de conservación. <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1937/1/libro%20apuntes%20de%20labranza%20minima%20y%20labranza%20de%20conservacion%202000.pdf>
- [6] Piña (Ananas comosus L.Merr) sembrada en labranza mínima y labranza convencional en San Carlos, CR. [https://www.researchgate.net/publication/26507509\\_Pina\\_Ananas\\_comosus\\_L\\_Merr\\_sembrada\\_en\\_labranza\\_minima\\_y\\_labranza\\_convencional\\_en\\_San\\_Carlos\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/26507509_Pina_Ananas_comosus_L_Merr_sembrada_en_labranza_minima_y_labranza_convencional_en_San_Carlos_Costa_Rica)
- [7] Labranza Mínima. <https://www.tarpurischis.org/AgroEcologiaOriginal/pp/Labranza.pdf>
- [9] Incidencia del grado de humedad en suelos en textura franco limoso, ante la aplicación de labores de arado y rastrado. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7164419.pdf>
- [10] Distribución espacial de la humedad y su relación con la textura en un suelo. [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v39n03\\_137.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n03_137.pdf)
- [12-35] La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-167.pdf>
- [14] La labranza cero y la técnica del “no arado”. <https://www.agromatica.es/la-labranza-cero-o-siembra-directa/>
- [15] Módulo Base de Cultivo, Global GAP. [211117\\_GG\\_IFA\\_CPCC\\_FV\\_V5\\_4-1-GFS\\_es.pdf](https://www.globalgap.org/211117_GG_IFA_CPCC_FV_V5_4-1-GFS_es.pdf) ([globalgap.org](https://www.globalgap.org))
- [16-22] Métodos de labranza conservacionista y maquinaria para la conservación de suelos en el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. [https://fondohondurasespana.bcie.org/fileadmin/fhe/espanol/archivos/publicaciones/Educacion\\_Superior/1\\_Metodos\\_Labranza\\_Conservacionista\\_Maquinaria\\_Dendroenerg.pdf](https://fondohondurasespana.bcie.org/fileadmin/fhe/espanol/archivos/publicaciones/Educacion_Superior/1_Metodos_Labranza_Conservacionista_Maquinaria_Dendroenerg.pdf)
- [17-23-33] Manual Práctico para el cultivo sustentable del plátano en Puerto Rico. <https://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=15184>
- [18] Manual de sistemas de labranza para América Latina [https://books.google.com/books?id=bpHSafz3Ma0C&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/books?id=bpHSafz3Ma0C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- [19] Labranza de conservación. <https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r132212.PDF>
- [20] Labranza en franjas con Maverick Yetter. <https://www.youtube.com/watch?v=DeE82-7dASA>
- [21] Labranza en franjas: su efecto sobre la compactación del suelo y el rendimiento en un cultivo de maíz. [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/11831/INTA\\_CIA\\_InstitutodeIngenier%c3%adaRural\\_Roba\\_MA\\_Labranza\\_en\\_franjas\\_su\\_efecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/11831/INTA_CIA_InstitutodeIngenier%c3%adaRural_Roba_MA_Labranza_en_franjas_su_efecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [24-27-30] Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña II edición. <http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/06/00516-manejo-cultivo-pina-cd.pdf>
- [25] Manual técnico para el manejo del rastrojo en el cultivo de piña. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Q70-10493.pdf>
- [26] Impacto y oportunidades de biorrefinería de los desechos agrícolas del cultivo de piña en Costa Rica. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n2/1659-4266-cinn-10-02-455.pdf>
- [31] Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>
- [32] Efectos del trinchado de raíces de banano sobre la masa radical y la densidad poblacional de nemátodos <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6137/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000190.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [34] Controlled traffic farming: A new track for soil and weed control in organic farming. [https://orgprints.org/id/eprint/32775/7/PA\\_044\\_INAGRO\\_controlled\\_traffic\\_farming\\_final.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/32775/7/PA_044_INAGRO_controlled_traffic_farming_final.pdf)
- [36] Estudios de compactación de suelos: neumáticos y tractores. [https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/6125/pdf\\_Vrural\\_Vrural\\_2005\\_214\\_48\\_52.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/6125/pdf_Vrural_Vrural_2005_214_48_52.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [37] Costo de operación y uso de maquinaria agrícola: como evaluarlo. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/34593>
- [41] Factores de emisión de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> en rastrojo de piña (Ananas comosus(L.) Merr. var. comosus), en San Carlos, Costa Rica. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/article/view/4687/4440>
- [42] Retención de carbono en un suelo dedicado al cultivo de piña (Ananas comosus (L.) bajo un manejo convencional y de mínima labranza. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v32n4/0379-3982-tem-32-04-116.pdf>
- [43] Desechos de la piña: un dolor de cabeza. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/desechos-de-la-pina-un-dolor-de-cabeza-para-productores.html>

### Otras consultas:

- Agricultura de conservación. Agricultura de Conservación ([fao.org](http://fao.org))
- Beneficios de la labranza mínima y 3 formas de realizarla. <https://www.contextoganadero.com/agricultura/beneficios-de-la-labranza-minima-y-3-formas-de-realizarla>
- Cero labranza, una alternativa para zonas de suelos erosionados. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/01/07/cero-labranza-una-alternativa-para-zonas-de-suelos-erosionados/>
- Farm visit shows how RTK controlled traffic system improves soil quality. [https://www.farminguk.com/news/farm-visit-shows-how-rtk-controlled-traffic-system-improves-soil-quality\\_39614.html](https://www.farminguk.com/news/farm-visit-shows-how-rtk-controlled-traffic-system-improves-soil-quality_39614.html)
- Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción sostenible del cultivo de la Piña. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8119/BVE19040259e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### Colaboración de Experto:

Ingeniera Forestal. Ana Lucía Méndez Cartín /  
Email: [analucia.mendez@ctfc.cat](mailto:analucia.mendez@ctfc.cat)  
Ingeniero Forestal. Manuel Chavarría Vargas /  
Email: [manuelchav\\_25@hotmail.com](mailto:manuelchav_25@hotmail.com).