

# Informe

---

## Proyecto: Evaluación preliminar de cultivares de cáñamo industrial (*Cannabis sativa L.*) en dos regiones de Costa Rica<sup>1</sup>

### Evaluación de doce cultivares de cáñamo industrial (*Cannabis sativa L.*) en Cañas y Guápiles de Costa Rica.

Alfredo Bolaños Herrera<sup>2</sup> Stephanie Quirós Campos<sup>3</sup> Luis Alfonso Sanchez<sup>4</sup> Dan O'Bryan<sup>5</sup>

Código UGIT: CV03MG101-1-20 y CV03MG101-8-20

#### Resumen proyecto

El objetivo del proyecto fue determinar la adaptabilidad de 12 cultivares de cáñamo a las condiciones de Cañas y Guápiles para la producción de aceite, fibra y grano. Las parcelas de evaluación se establecieron en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN) en Cañas y en la Estación Experimental Los Diamantes (EELD) en Guápiles. En la EELD se evaluaron inicialmente dos cultivares para aceite y uno para fibra y grano, entre setiembre 2020 y julio 2022, pero debido a los bajos rendimientos obtenidos (41,31 g a de 51,33 g de flore seca en promedio por planta), se decidió no evaluar el resto de los cultivares. En la EEEJN se evaluó un cultivar para fibra y grano y 11 para aceite, entre setiembre 2020 y julio 2022. Las plántulas fueron mantenidas en invernadero hasta que alcanzaron el tamaño adecuado para el trasplante a las parcelas de evaluación. En EELD se sembraron a campo abierto y en la EEEJN en un invernadero multicapilla. Desde la germinación hasta el estado de madurez, se suministró luz artificial, para cumplir con las 17 a 18 horas luz. Los ciclos de crecimiento y producción variaron entre los 125 y 90 días. En EEEJN las plantas alcanzaron el 1,8 m de altura con producciones promedio de 323,9 a 345,2 gramos de flor seca por planta y con rendimiento estimado de fibra de 1935 a 2838 kg/ha (110000 plantas por hectárea). Se reportaron los insectos *Spodoptera* spp., *Bemisia tabaci*, *Rupella albinella*, áfidos, trips y ácaros. Se determinó que los cultivares evaluados en Guápiles no se adaptaron a las condiciones climáticas de esa zona, mientras que si se observó una buena adaptación del cáñamo en Cañas. Para el análisis económico se utilizaron los datos de rendimiento y costos obtenidos en la EEEJN, complementados con información publicada por otros autores. Este análisis mostró que el cultivo de cáñamo para aceite podría ser más ventajoso para un modelo de negocio que el cultivado para fibra y grano.

---

<sup>1</sup>Investigación producto del convenio CV-02-2020 INTA-ROCO PLANTS S.A

<sup>2</sup>Investigador responsable de Proyecto. Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico

<sup>3</sup>Investigadora secundaria Unidad de Hortalizas, DIDT

<sup>4</sup>Investigador, economía agrícola, DIDT

<sup>5</sup> Investigador de la empresa privada ROCO PLANTS S.A

*Palabras clave: cannabis, cannabinoides, CBD, fibra.*

## **1. Antecedentes y Justificación**

La planta *Cannabis sativa L.* se conoce con varios nombres en el mundo. Algunos de ellos hacen referencia a la utilización de su fibra para hilos y telas, así como a sus aceites como tratamiento para varias dolencias; mientras que otros nombres son utilizados cuando lo que se quiere acceder es a los efectos psicotrópicos producidos por los componentes orgánicos de algunos cultivares con altos contenidos de  $\Delta^9$ -tetrahidrocannabinol (THC) (Ángeles López *et al.* 2014). En el ámbito académico ha habido discusión sobre el nombre adecuado según su uso, siendo el nombre de cáñamo industrial el utilizado cuando se hace referencia a las variedades o cultivares utilizados con fines farmacológicos, debido a la alta producción de cannabidiol (CBD) al cual se le han identificado propiedades medicinales (Avello *et al.* 2017) la producción de textiles y cuerdas, papel, cartón, alimentos para humanos y animales, cosméticos, pastillas de frenos, combustible, materiales para construcción de casas o industria, entre otros usos (Calderón 2003, Díaz Rojo 2004).

A nivel internacional, muchos países establecieron la legalidad del cultivo de cáñamo cuando la concentración de THC, no supera los 0,3% (Hart, 2020). Esto ha permitido que muchas empresas puedan producir e industrializar el cáñamo con fines diversos. Según la información citada por Fassio, Rodríguez y Ceretta (2013) tanto la fibra como los aceites tienen un amplio mercado, con una demanda en crecimiento.

El cáñamo se clasifica como una planta herbácea anual, caracterizada por desarrollar un tallo rígido. Su altura puede variar entre menos de 1,0 m, hasta los 5,0 m de altura. La capacidad de crecimiento es de hasta 2 cm por día, en condiciones climáticas apropiadas y con cultivares de alto crecimiento vegetativo (García 2016).

La planta de cáñamo responde fuertemente a los factores ambientales como el fotoperiodo, temperatura, composición del suelo y el manejo, por tanto, éstos y otros aspectos determinan la calidad de la fibra (Petit *et al.* 2020) el rendimiento en flores secas o la materia verde en general. Durante sus primeras fases de crecimiento, las plantas de cáñamo requieren suficiente luz solar para garantizar su óptimo crecimiento con fotoperiodos superiores a las 17 horas luz, pero conforme avanza su ciclo de crecimiento, la necesidad lumínica es menor (Ranalli 2004 citado por Fassio *et al.* 2013). Por ejemplo, en USA, la estrategia de cultivo es la siembra temprana en verano, para acelerar el crecimiento de los tallos y aprovechar los días largos, para luego ralentizar su crecimiento en otoño, lo que incentiva el desarrollo de las flores (Wortmann 2020), cuando los días presentan menos de 12 horas de luz (Pennsylvania State University 2018).

Las plantas de cáñamo son dioicas (Pino 2019, García 2016) es decir, las estructuras sexuales femeninas y masculinas ocurren en plantas separadas (machos y hembras). La producción de flores masculinas antecede a la de las flores femeninas. Por tanto, mientras las plantas masculinas envejecen, las plantas femeninas inician con la maduración de las semillas, siendo muy difícil el manejo de la producción de cáñamo de esta manera. Para facilitar la producción, se emplean plantas monoicas (ambos órganos florales en la misma planta), para optimizar la producción de plantas femeninas de alto valor productivo (Pino 2019).

El producto a extraer de la planta depende del mercado meta, es decir, para la producción de fibra se prefieren variedades con alto crecimiento vegetativo y tallos densos; por el contrario, estas características no son requeridas para la producción de flores o semillas. En la producción de aceite (CBD) la densidad de siembra es mucho menor que en el cultivo para fibra o semilla. Para maximizar la producción de flores, se desechan de las plantas masculinas para evitar la polinización, por tanto, las flores de plantas femeninas son las únicas a desarrollarse (Hart, 2020). Aun cuando existen cultivares de doble propósito, los productores tienden a inclinarse hacia la selección de variedades para un uso específico (Anderson *et al.* 2019).

Las plantas de cáñamo se desarrollan de forma óptima en suelos con buen drenaje con valores entre 6.0 y 7.0 de pH (Anderson *et al.* 2019) es sensible a los suelos con altos contenidos de arcilla que tienen a compactarse. El cultivo puede ser susceptible a enfermedades como *Botrytis cinerea* (moho gris), *Pythium* spp. (Mal del talluelo) o *Sclerotinia sclerotiorum* (moho blanco) y a insectos como gusanos cortadores, larvas y algunos áfidos (Pennsylvania State University 2018).

En el informe de labores del presidente de la República correspondiente al periodo 2019-2020, anunció el impulso al cultivo de cáñamo con fines industriales y alimentarios, como una medida para impulsar la actividad productiva y económica nacional. A partir de ese momento, tanto el Ministerio de Agricultura y Ganadería como el INTA, se dieron a la tarea de iniciar una actividad de investigación para explorar la adaptabilidad del cultivo del cáñamo en nuestro país y así satisfacer las expectativas planteadas por la Presidencia de la República, lo cual llevó a la formalización de un convenio de cooperación mutua entre la empresa privada ROCO PLANTS S.A., el INTA y la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI) con la colaboración del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El objetivo de este proyecto fue la evaluación de la adaptabilidad de doce cultivares de cáñamo en las localidades de Cañas y Guápiles.

2. **Objetivo general del proyecto:** Determinar la adaptabilidad de 12 cultivares de cáñamo (*Cannabis sativa* L.) industrial en Cañas y Guápiles de Costa Rica.
3. **Objetivo específico en el que se enmarca la actividad:** Determinar la respuesta agronómica de 12 cultivares de cáñamo industrial en la localidad de Cañas y Guápiles de Costa Rica.
4. **Resultado esperado de la actividad:** Al menos un cultivar de cáñamo apto para producción en Guápiles y Cañas.
5. **Indicador de la actividad en la MAPP:** Número de cultivares de cáñamo con calidad industrial evaluados en Guápiles y Cañas.
6. **Población meta:** La información recopilada conjuntamente con ROCO PLANTS S.A fue sintetizada para ponerla a disposición de los empresarios y agricultores interesados en la siembra del cáñamo industrial en el país.

## 7. Materiales y Métodos

### 7.1 Material vegetal

Para esta investigación se evaluaron doce cultivares de cáñamo con tres propósitos: a) producción de fibra, b) aceite CBD y c) grano para alimentación. En la localidad de Guápiles fueron evaluados solamente tres cultivares (CCB2020DO, CQD2020DO y CMG2020DO) y en Cañas todos los 12 cultivares (cuadro 1).

Cuadro 1. Cultivares evaluados de cáñamo durante el periodo 2020-2022 según propósito y lugar de evaluación.

Código	Nombre del cultivar	Fotoperiódico	Propósito	Sitio de evaluación
CCB2020DO	Cherry Blossom	si	CBD	Cañas/Guápiles
CQD2020DO	Queen Dream	si	CBD	Cañas/Guápiles
CMG2020DO	Maya Grain	si	Fibra/grano	Cañas/Guápiles
CAA2020DO	Apricot	no	CBD	Cañas
CBG2021DO	GCO CBG17	no	CBD	Cañas
CHB2020DO	Hot Blonde	si	CBD	Cañas
CCS2021DO	Cinderella Story	si	CBD	Cañas
CMC2021DO	GCO 3MC	si	CBD	Cañas
CPV2021DO	GCO C529	si	CBD	Cañas
CJG2021DO	GCO JG	si	CBD	Cañas
CBC2021DO	GBO BC17	si	CBD	Cañas
CCB2021DO	Cherry Blonde	si	CBD	Cañas

*Casa comercial: Blue Forest Farms, USA*

### 7.2 Sitios de evaluación

Las parcelas de evaluación se establecieron en las estaciones experimentales Los Diamantes y Enrique Jiménez Núñez (figura 1). En Los Diamantes las parcelas se establecieron a campo abierto, para lo cual se preparó el suelo con pase de rastra y alomillado según se realiza normalmente. Para la protección de las parcelas se instaló una malla perimetral de sarán. En la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, los cultivares de para CBD se establecieron dentro del invernadero multicapilla previa preparación del suelo y cobertura con “ground cover” y “piedra chopo” (arena roja).

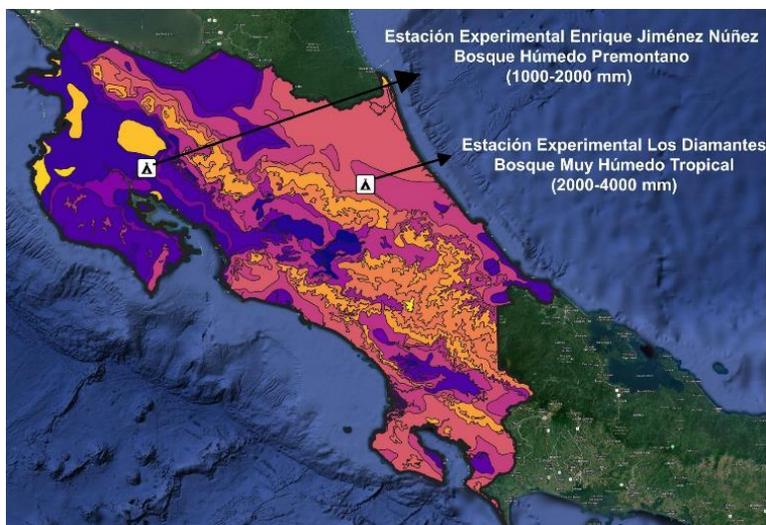


Figura 1. Ubicación de los sitios de evaluación del proyecto de investigación de cañamo.

## 8 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron la cuantificación del rendimiento (fibra, grano y flor seca) e incidencia de insectos y enfermedades. Debido al impedimento legal para la movilización del material vegetal por el territorio nacional, no fue posible determinar la cantidad y calidad de los aceites.

## 9 Descripción del proceso de investigación

Durante el desarrollo del proceso de investigación se aprovechó para anotar todas las actividades realizadas para el manejo agronómico del cultivo, razón por la cual, se procede a hacer un recuento de las labores y productos utilizados en la investigación.

### 9.1 Primera importación de plantas *in vitro*.

Para iniciar las investigaciones, se importaron plántulas *in vitro* de los cultivares CMG2020DO, CCB2020DO y CQD2020DO de la empresa Blue Forest Farms. Para las siguientes evaluaciones se importó semilla botánica feminizada, es decir semillas que producen plantas con flores femeninas que logran alcanzar su madurez sin ser polinizadas.

Las plántulas importadas *in vitro*, fueron trasplantadas a sustrato comprimido de peat moss previamente humedecido; el procedimiento consistió en abrir manualmente el cubo de peat moss e introducir parte del hipocótilo y radícula dentro, colocando las hojas de la plántula sobre la superficie del cubo (figura 2).

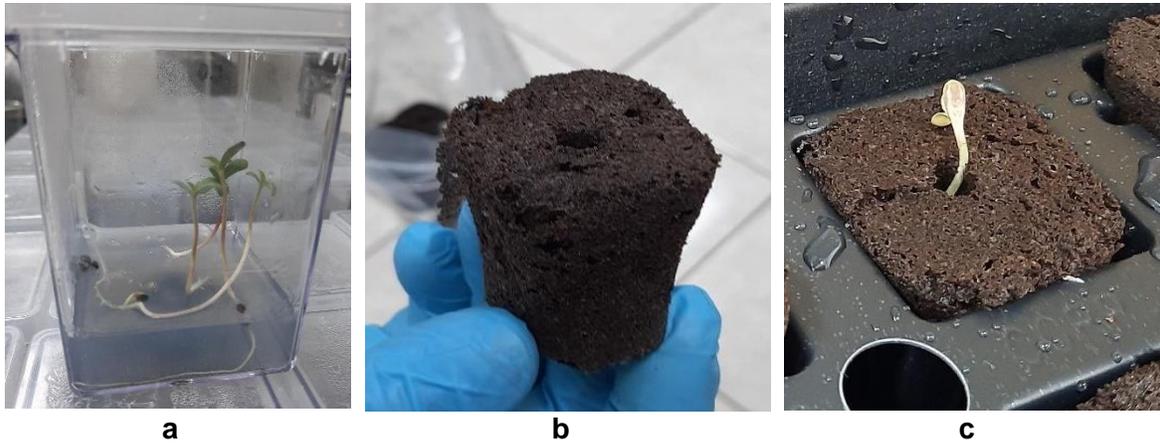


Figura 2. a) plántulas de cáñamo industrial en medio de cultivo. B) bloque de peat moss comprimido para trasplante de plántula b) trasplante de plántulas *in vitro* en sustrato de peat moss comprimido.

Las plantas se mantuvieron en cámara húmeda (figura 3) durante cinco días bajo un rango de temperatura entre 30°C y 35°C y una humedad entre 80% y 90%. Durante este periodo se le suministró continuamente agua en el fondo de las bandejas para mantener la disponibilidad de agua y la humedad relativa.



Figura 3. Cámara húmeda para aclimatación de plántulas de cáñamo

Una vez transcurrido los cinco días se trasplantaron a recipientes pequeños plásticos de 250 cc para realizar el proceso de aclimatación en un invernadero previo al trasplante a campo. El sustrato utilizado fue peat moss marca Sunshine Mix 4 aggregate plus (contenido: turba de *Sphagnum canadiense*, perlita y cal dolomita).

Se les suministró un riego de agua con melaza para disminuir el estrés de trasplante y traslado durante 10 días. Seguidamente, el riego se realizó con agua tratada con ácido muriático para llevarla a un pH de 5,2. El área destinada a aclimatación fue protegida por malla anti insectos (figura 4). En esta etapa la temperatura se mantuvo entre los 26°C y 35° C y la humedad relativa se mantuvo entre los 65% y los 75%.

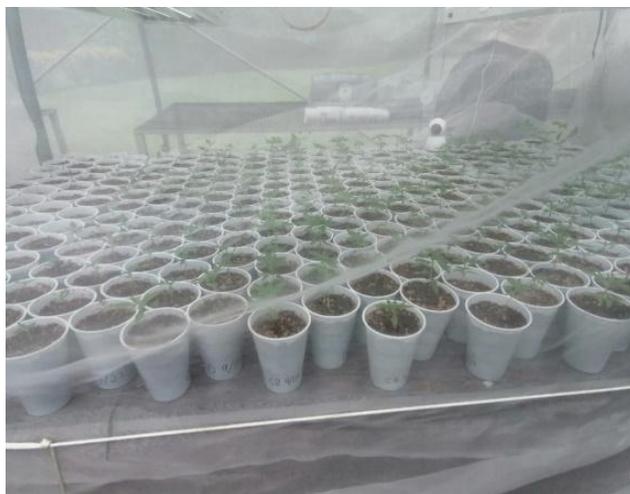


Figura 4. Cobertura de las mesas con malla antiáfidos para evitar entrada de insectos en Cañas, Guanacaste.

Para cumplir con el fotoperiodo de 17 a 18 horas diarias de luz, se instalaron luces fluorescentes de cuatro bulbos cada uno de 24W con interior aluminizado para potenciar el reflejo de la luz a una altura de 80 cm de los recipientes plásticos (figura 5a). Una vez transcurridos 22 días, las plantas fueron sembradas en el invernadero donde previamente se instalaron las lámparas fluorescentes compactas (CFL) E39 de 250W marca Agrobite (figura 5b), a una altura aproximada de 1,80 m del suelo.

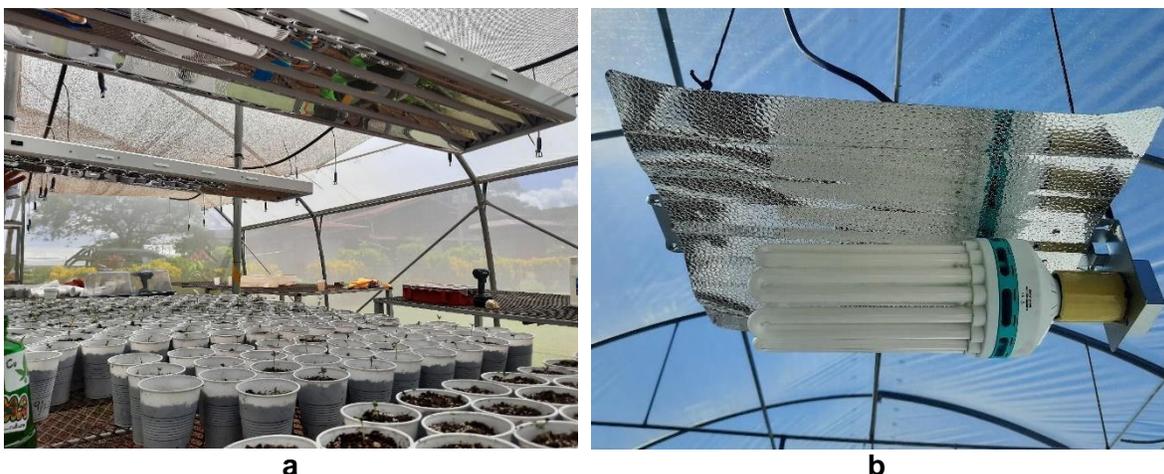


Figura 5. Lámparas fluorescentes compactas utilizadas para el suministro de la cantidad de luz necesaria para crecimiento vegetativo de plantas en campo. a) luces fluorescentes utilizadas en etapa de plántula y b) luces fluorescentes utilizadas durante la fase vegetativa desarrolla en invernadero.

## 9.2 Distancias de siembra.

Todos los cultivares de cáñamo evaluados en Guápiles y Cañas fueron sembrados a una distancia de 1 m entre plantas y 2 m entre lomillos.

### **9.3 Nutrición.**

La nutrición de los cultivares fue suministrada según la etapa fenológica de las plantas. Los productos utilizados fueron los producidos por Tecnoflora Plant Products LTD, cuya composición se detalla en el anexo 1 cuadro 1 y 2.

La nutrición de los cultivares en estado vegetativo (periodo luminoso de 18 horas), estuvo compuesta por una formulación nutritiva de 15 ml de B.C Boost, 7.5 ml de B.C Grow, 2,5 ml de Thrive Alive B-1 Red, 2.5 ml MagiCal y 10 ml de Sugar Daddy disueltas en 3,78 l (un galón) de agua. El pH de la solución se ajustó en un rango de 5,8 a 6,2, siendo el ideal 6,02. A cada planta se le adicionó aproximadamente 1,0 L de la solución 2 veces a la semana. La duración del ciclo de cultivo fue de aproximadamente unas 6 semanas.

En estado reproductivo (ciclo de suministro de luz natural, inferior a 12 horas) la formulación estuvo compuesta de 15 ml de B.C Boost, 15 ml de B.C Bloom, 2,5 ml de Awesome Blossoms, 2,5 ml de Thrive Alive B-1 Red, 2,5 ml MagiCal y 12,5 ml Sugar Daddy por 3,78 L (un galón de agua). El manejo del pH de la solución se ajustó al mismo valor que en la fase anterior. A cada planta se le adicionó aproximadamente 2,0 L de la solución, 2 veces a la semana. La duración del ciclo de cultivo fue de aproximadamente unas 5 semanas.

### **9.4 Manejo fitosanitario de las plantaciones.**

El manejo de las plagas y enfermedades se realizó mediante monitoreo diario del estado de las plantas. Se aplicaron repelentes a base de ajo, chile picante y canela. Se utilizó control manual para los cortadores y etológico mediante el uso de trampas amarillas para la captura principalmente de mosca blanca.

Se requirió mano de obra para realizar actividades como la germinación, siembra, trasplante, fertilización, riego, poda, monitoreo de plagas y enfermedades, cosecha de plantas y colgado de plantas en cuarto de secado, poda de flores, limpieza y mantenimiento de espacios de invernadero y cuarto de secado.

## **10. Resultados según localidad**

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos por lugar de evaluación.

### **10.1 Investigación Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles**

#### **10.1.1 Cultivares a evaluados**

En esta localidad solamente se evaluaron solamente tres cultivares de cáñamo, CMG2020DO (fibra y grano), CQD2020DO y CCB2020DO (producción de aceite CBD).

#### **10.1.2 Localización**

La evaluación se realizó en la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles detrás de los invernaderos para la aclimatación de musáceas cuyas coordenadas son: 10.21386098,-83.77267765 (figura 6).



Figura 6. Ubicación del lote experimental para la evaluación de cultivares de cáñamo industrial en la Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Limón, periodo 2020-2021.

### 10.1.3 Plagas y enfermedades

Durante el crecimiento de las plantas se reportó la presencia de plagas como gusanos cortadores como el gusano *Spodoptera* spp., mosca blanca (*Bemisia tabaci*), novia del arroz (*Rupela albinella*), áfidos, trips y ácaros. De acuerdo a un diagnóstico realizado por la Ing. Ruth León, dentro de los insectos recolectados se diagnosticaron cuatro insectos de la familia Coleóptera y dos de la familia Hemíptera. Los insectos de la familia Coleóptera fueron hallados en las hojas causando pequeños agujeros, mientras que el caso de los hemípteros, no se comprobó que estuvieran causando daño al cultivo. Se adjunta el reporte del laboratorio en el anexo 2.

Los ácaros que han sido reportados en la literatura como plagas del cáñamo pertenecen al género *Tetranychus*. (Darby y Lewins sf.) y para áfidos, los más recurrentes son del género *Aphis*. (DiFonzo, C. 2019); además, el género de saltahojas *Empoasca* spp. es frecuente en las plantaciones (DiFonzo, C. 2019). Se han registrado gusanos elotero (*Helicoverpa zea*) (Bolt 2020), gusano cogollero (*Spodoptera* spp.) (Bolt 2020; DiFonzo, C. 2019 y Darby y Lewins sf) y trips de la familia Thripidae (Bolt 2020; DiFonzo, C. 2019). No se reportó ninguna enfermedad durante esta evaluación.

### 10.1.4 Rendimiento

La utilización de plantas *in vitro* no fue favorable para iniciar un adecuado proceso de investigación; el transporte provocó un alto estrés en las plántulas que se manifestó posteriormente el crecimiento y morfología de las plantas.

Los ciclos de los cultivares evaluados fueron de alrededor de 125 días, lo cual está dentro de lo reportado (90 a 140 días dependiendo del tipo de cultivar y propósito), no obstante, la expresión fenotípica de las plantas no fue adecuada (figura 7 a, b,c).

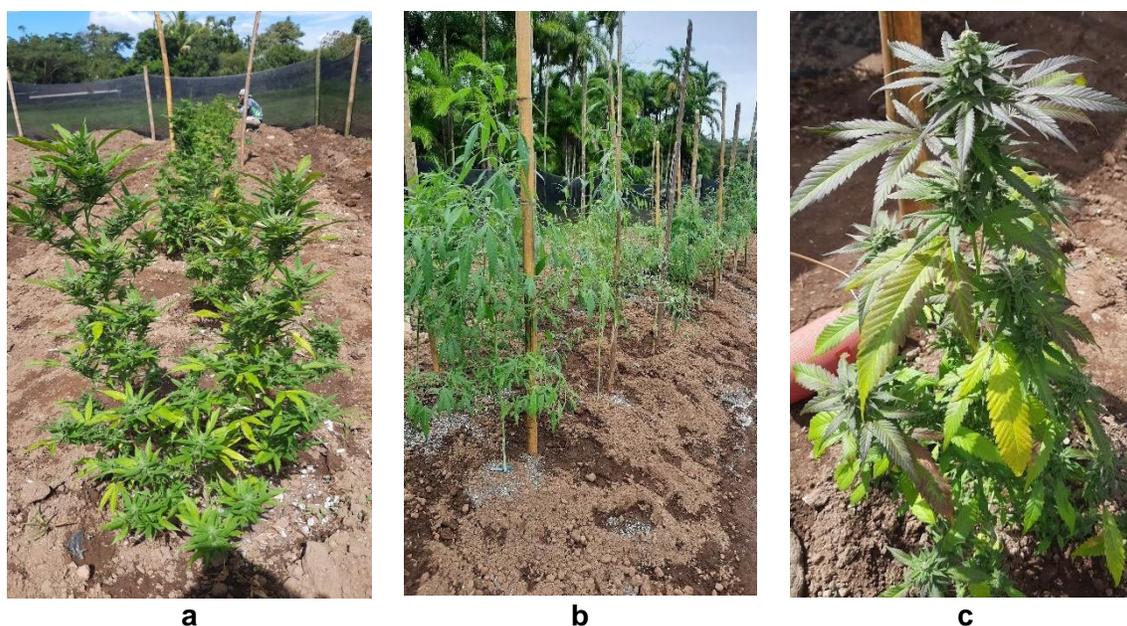


Figura 7. Desarrollo de cultivares de cáñamo en la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles, Limón periodo 2020-2021. a) planta de cultivar CQD2020DO y b) planta de cultivar CMG2020DO c) planta de cultivar CCB2020DO.

El cultivar CMG2020DO no se desarrolló favorablemente, la altura de las plantas no superó los 2 m como es característico para plantas destinadas a producción de fibra. Además, el poco el crecimiento y desarrollo del tallo principal no supone una adecuada para la industria de fibra. No obstante, se debe incursionar en investigaciones para evaluar este tipo de cultivares bajo una densidad mayor a la utilizada en esta evaluación preliminar y utilizando genética más tropicalizada. Durante el periodo de permanencia de las plantas de CMG2020DO en campo, se observó clorosis en las hojas y rotura de las ramas laterales, producto de las lluvias de la época. En estudios realizados en condiciones semejantes, se ha reportado retardo en el de crecimiento y consecuentemente reducción en la producción de tallos apropiados para la obtención de fibra (Calderón 2003).

El análisis del peso fresco de la planta y peso total de los tallos producidos por los cultivares CCB2020DO y CQD2020DO mostró el escaso desarrollo de las plantas en esta localidad (cuadro 2).

Cuadro 2. Peso total de planta y peso total de tallos producidos según cultivar de cáñamo en la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles, Limón, periodo 2020-2021.

Cultivar	Variable	Media (g)	D.E.	Min.	Máx.
CCB2020DO	Peso total planta (g)	67,86	14,73	50	91,99
	Peso total tallos (g)	26,54	5,30	18,32	33,89
CQD2020DO	Peso total planta (g)	85,25	17,61	52,5	108
	Peso total tallos (g)	33,92	7,48	22,5	46,39

El peso por planta de tallos, semillas y brotes registrado para el cultivar CMG2020DO fue de 65,98 g en tallos, 46,06 g en semilla y 59,87 g en brotes.

La cantidad de flores secas para el cultivar CCB2020DO fue de 41,31 g por planta y 51,33 g por planta para CQD2020DO (figura 8). De acuerdo con Cui y Smith 2020, la producción promedio de inflorescencias secas por planta se deberían de encontrar entre 453,59 g (1 libra) y 1360,78 g (3 libras) para ser considerados económicamente rentables.

Los máximos valores obtenidos por planta fueron de 107,90 g para CQD2020DO y 91,99 g para CCB2020DO respectivamente, lo cual pone de manifiesto que estos cultivares no se adaptaron a las condiciones climáticas del sitio de siembra. No obstante, no se puede aseverar que la localidad no es apta para la producción ya que se debe realizar más investigación bajo otros sistemas de producción.

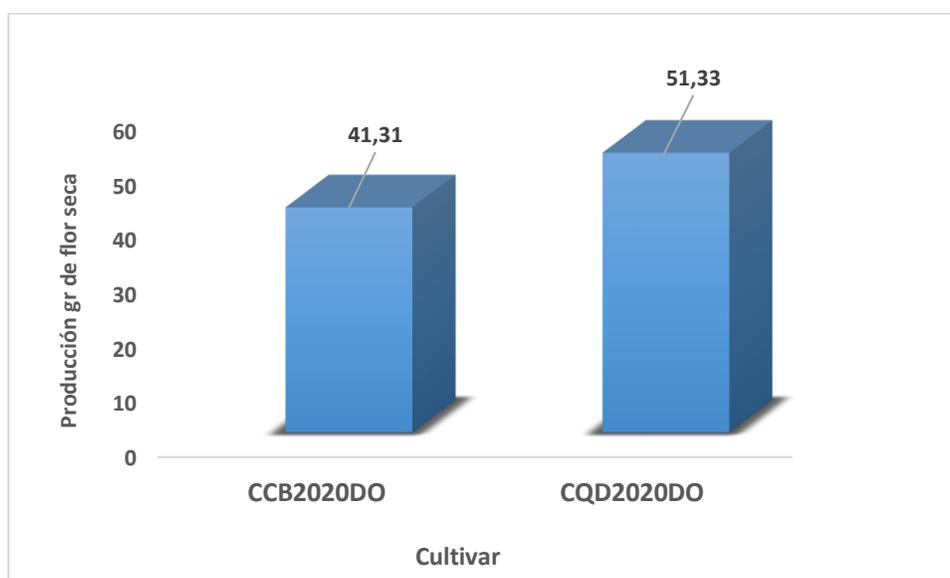


Figura 8. Producción promedio de flores secas por planta según cultivar en Guápiles, Limón, periodo 2020-2021.

Las flores producidas en la Estación Experimental Los Diamantes, no se desarrollaron adecuadamente. En algunas flores, se observaron tricomas de color ámbar, lo cual sugiere que la calidad de resina disminuyó con el paso de los días, este comportamiento no deseado, ocurre comúnmente en plantas sembradas en exteriores (Northwest Crops and Soils Program 2019). Además, las hojas cercanas a las flores se tornaron color violeta oscuro (figura 9) posible síntoma de desequilibrio nutricional por último, la compactación de las flores, en comparación con las obtenidas en Cañas, no fue la adecuada (figura 10)

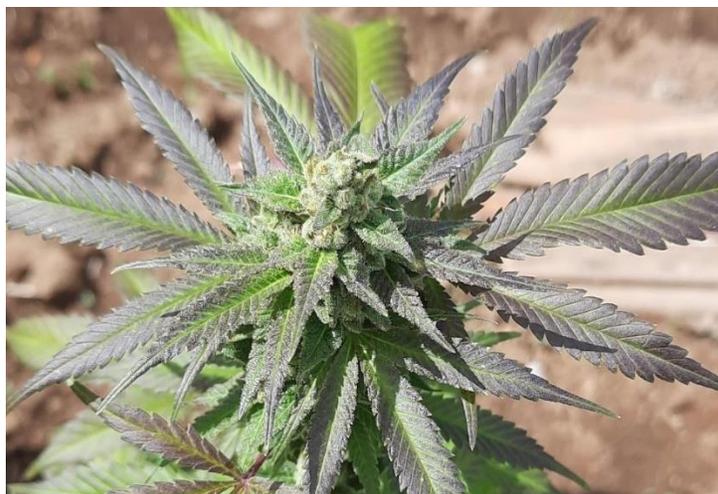


Figura 9. Hojas de planta de cáñamo, cultivar CQD2020DO con tonalidades moradas cultivada en Guápiles, Limón, periodo 2020-2021



**a**



**b**

Figura 10. Comparación de calidad de flores producidas de cultivar de cáñamo CQD2020DOa) flores producidas en Cañas, Guanacaste y b) flores producidas en Guápiles, Limón, periodo 2020-2021.

La identificación de cultivares adaptables a las condiciones climáticas de cada localidad es indispensable para garantizar la mayor expresión genética y optimizar el rendimiento de un cultivo. La evaluación en la Estación Experimental Los Diamantes no mostró resultados positivos, en parte debido a la falta de un ambiente protegido para realizar pruebas bajo

estas condiciones, por lo que el exceso de lluvia a campo abierto no fue favorable para el desarrollo de los cultivares: CMG2020DO, CCB2020DO y CQD2020D0.

Para las condiciones subtropicales y tropicales autores como Cole y Zurbo 2008, Zhang *et al.* 2021, mencionan la importancia de contar con una estructura de ambiente protegido donde se pueda simular días largos de iluminación y se propicié un suministro fotoperiodo al final del día y técnicas de interrupción nocturna. Así mismo, mencionan la importancia de investigar los efectos de la cantidad de luz natural y artificial según cultivar y su propósito (aceite CBD, fibra o grano).

#### 10.1.5 Destrucción de cosecha

Al no obtenerse los respectivos permisos de traslado del material vegetal producido a La Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, para su almacenaje en la cámara especializada para su conservación y posterior análisis, la cosecha y la totalidad de las plantas fueron destruidas el día 21 de enero del 2021, dentro de la Estación Experimental Los Diamantes (figura 11).



Figura 11. Destrucción de la producción de cáñamo industrial en la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles, Limón, periodo 2020-2021.

#### 10.1.6 Conclusiones

- Se determinó que los cultivares de cáñamo industrial CQD2020DO, CCB2020DO y CMG2020DO, no se adaptaron a las condiciones en que se desarrolló la investigación en Guápiles. Las plantas mostraron deformaciones, bajo crecimiento y desarrollo, así como baja calidad de flores. No se descarta que en la localidad se pueda producir cáñamo bajo otras condiciones de siembra.

### 10.1.7 Recomendaciones

La búsqueda de material genético más apto para las condiciones climáticas a campo abierto de Guápiles representa una de las primeras estrategias para continuar con los procesos de investigación en esta localidad. Además, es indispensable realizar evaluaciones bajo condiciones de ambiente protegido para determinar si la adaptabilidad es más favorable que a campo abierto.

## **11. Investigación Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste**

### 11.1 Cultivares evaluados y época de evaluación

Las evaluaciones se realizaron de setiembre de 2020 a julio de 2022. La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez. En esta localidad se evaluaron los 12 cultivares (CAA2020DO, CBC2021DO, CBG2021DO, CCB2020DO, CCB2021DO, CCS2021DO, CHB2021DO, CJG2021DO, CMC2021DO, CPV2021DO y CQD2020DO, CMG2020DO).

Las evaluaciones fueron realizadas en dos de las cuatro capillas de un invernadero de 40m x 40m y cuya ubicación es 10.34579989,-85.13489609 (figura 12).



Figura 12. Ubicación de invernadero destinado para la evaluación de cultivares de cáñamo industrial en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez en Cañas, Guanacaste, periodo 2020-2022.

### 11.3 Cantidad de días a cosecha

Los resultados demuestran que los días transcurridos entre el día de germinación y el día de cosecha varió con respecto al cultivar evaluado (cuadro 3). Los valores se encuentran entre los 85 días (cultivar CAA2020DO) y los 131 días (cultivar CHB2020DO) respectivamente. El cultivar destinado a fibra (CMG2020DO) tuvo una duración de 114 días para cosecha. CAA2020DO tuvo una duración 85 días esto debido a que es un cultivar no

fotoperiódico con un ciclo de cultivo más rápido a comparación de los cultivares fotoperiódicos.

Cuadro 3. Cantidad de días del ciclo productivo según cultivar evaluado en Cañas, Guanacaste, periodo 2020-2022.

Código	Fecha de germinación	Fecha de cosecha	Cantidad de días duración ciclo productivo (días)
CCB2020DO	18/10/2020	9/2/2021	114
CQD2020DO	18/10/2020	9/2/2021	114
CMG2020DO	18/10/2020	9/2/2021	114
CAA2020DO	31/12/2020	26/3/2021	85
CBG2021DO	1/3/2021	21/6/2021	112
CHB2020DO	25/1/2021	5/6/2021	131
CCS2021DO	15/2/2021	18/6/2021	123
CMC2021DO	15/2/2021	14/6/2021	119
CPV2021DO	15/3/2021	21/6/2021	98
CJG2021DO	20/4/2021	10/8/2021	112
CBC2021DO	3/5/2021	10/8/2021	99
CCB2021DO	7/3/2022	17/6/2022	102

#### 11.4 Plagas y enfermedades

El principal hongo presente durante las evaluaciones fue *Sclerotium cepivorum* (figura 13), el cual provocó la pérdida de varias plantas por síntomas de marchitamiento. La sintomatología detectada fue la marchitez y posteriormente el estrangulamiento de la base del tallo, donde se apreció el crecimiento de un micelio blanco. Además, a cosecha provocó la pudrición de flores. Se adjunta informe de laboratorio en el anexo 3.

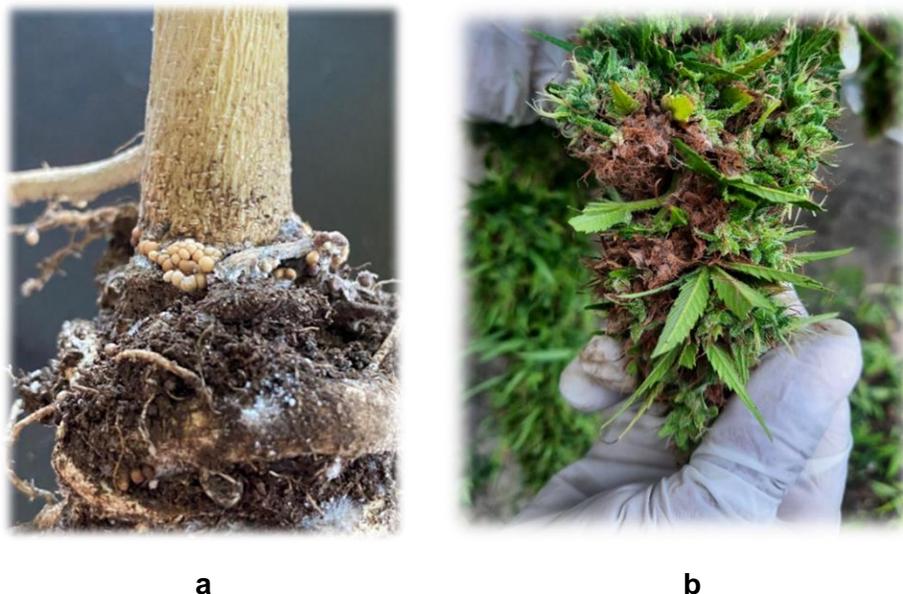


Figura 13. Agente causal *Sclerotium cepivorum* provocando marchitamiento y pudrición en planta de cáñamo a) Signo de masa de esclerocios en base de tallo. Fuente foto: Vargas 2022 y b) pudrición en flor Cañas, Guanacaste

La plaga que causó mayor daño durante el periodo entre setiembre del 2021 y noviembre del 2022 fue *Bemisia tabaci* (mosca blanca). La alta incidencia provocó la disminución del crecimiento de las plantas de cáñamo y presencia de fumagina en los foliolos (figura 14). También hubo reporte de defoliación de las hojas causado por hormigas zompopas (género *Atta* spp.) y presencia de áfidos, ácaros y trips.



Figura 14. Crecimiento de fumagina en los foliolos de las plantas de cáñamo por la alta incidencia de mosca blanca.

Se identificó la presencia de otros insectos asociados al cultivo durante las evaluaciones que no fueron identificados como plaga. Según los resultados, se capturaron arañas (familias: Thomisidae y Salticidae), hormigas de la familia Formicidae, hemípteros (familias: Flatidae, Pentatomidae y Reduviidae), lepidópteros (familia: Noctuidae) y grillos de la familia Tettigoniidae. Se adjunta reporte de laboratorio en anexo 4.

### 11.5 Manejo agronómico

Se realizó un análisis foliar de los cultivares CMG2020DO, CQD2020DOy CCB2020DO (Anexo 5). La metodología utilizada fue digestión total con ácido nítrico y lectura en AA (P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, mientras que el N-T fue determinado mediante análisis en Dumas. Los resultados obtenidos fueron comparados con la interpretación realizada por Iványi (2011) (cuadro 4).

Cuadro 4. Interpretación de resultados de análisis foliar según nutriente para el cultivo de cáñamo.

Nutriente	Unidad	Bajo	Óptimo	Alto
N		<5	5-6	>6
P	%	<0,5	0,5-0,6	>0,6
K		<2,7	2,7-3,3	>3,3
Ca		<2,4	2,4-3,0	>3,0

Nutriente	Unidad	Bajo	Óptimo	Alto
Mg		<0,6	0,6-0,8	>0,8
Fe		<65	65-105	>105
Mn	mg/kg	<85	85-130	>130
Zn		<25	25-40	>0
Cu		<2,5	2,5-5	>5

Fuente: Iványi 2011

El manganeso es el único elemento que se presentó en cantidades bajas en los tres cultivares (CCB2020DO, CQD2020DO y CMG2020DO). Los demás elementos, tanto mayores como menores, rondaron en un rango alto u óptimo (cuadro 5 y cuadro 6). A pesar de que algunos elementos se encuentran en exceso como el potasio (K), calcio (Ca), hierro (Fe), entre otros, no se evidenciaron efectos de toxicidad durante el desarrollo de las plantas. En la literatura se encuentran diferentes valores para las concentraciones en el tejido vegetal de los elementos mayores, Por ejemplo, Kleinhenz *et al.* (2020) encontró valores más bajos o similares de Ca, P, Mg y K de 4.3, 0.4, 0.5 y 3.3 respectivamente, mientras que otros autores, han indicado que los porcentajes de N se han encontrado entre los 3.3 y 5 %, el P entre 0,24 y 0,49 %, y el K entre 1,5 y 5.3 % (Bryson y Mills 2014 citado por Suchoff *et al.* 2021, Kalinowski *et al.* 2020).

Cuadro 5. Resultados de análisis foliar de elementos mayores (%) en hoja y su interpretación de tres cultivares de cáñamo en Cañas, Guanacaste, 2020.

Cultivar	Propósito	Elementos mayores									
		(%)									
		N-T	Nivel	P	Nivel	K	Nivel	Ca	Nivel	Mg	Nivel
CCB2020DO	Aceite CBD	5,42	Óptimo	0,53	Óptimo	7,02	Alto	8,35	Alto	0,74	Óptimo
CQD2020DO	Aceite CBD	5,53	Óptimo	0,93	Alto	4,65	Alto	6,37	Alto	0,50	Óptimo
CMG2020DO	Fibra y Grano	5,71	Óptimo	0,79	Alto	4,03	Alto	5,60	Alto	0,54	Óptimo

\*Según interpretación basada en los datos de referencia citados por Iványi 2011 (cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de análisis foliar de elementos menores (mg/kg) en hoja y su interpretación de tres cultivares de cáñamo, Cañas, Guanacaste, 2020.

Cultivar	Propósito	Elementos menores							
		mg/kg							
		Fe	Nivel	Cu	Nivel	Zn	Nivel	Mn	Nivel
CCB2020DO	Aceite CBD	162	Alto	3	Óptimo	38	Óptimo	9	Bajo
CQD2020DO	Aceite CBD	130	Alto	3	Óptimo	41	Alto	57	Bajo
CMG2020DO	Fibra y Grano	155	Alto	2	Óptimo	43	Alto	17	Bajo

\*Según interpretación basada en los datos de referencia citados por Iványi 2011 (cuadro 6).

## 11.6 Rendimiento

### 11.6.1 Producción de flores secas

Dentro de los cultivares fotoperiódicos (figura 13 a), los mejores promedios fueron CCB2020DO y CQD2020D con valores de 345,2 g ( $\pm 88,67$ ) y 323,9 g ( $\pm 115,91$ ). Dentro de las producciones registradas para estos dos cultivares, en CCB2020DO se cuantificó una producción máxima de 490 g de flor seca por planta, mientras que para CQD2020DO fue

de hasta 638 g por planta (cuadro 5). El cultivar con menor producción fue CAA2020DO (cultivar no fotoperiódico) con una media de 9,95 g de flor seca planta pues es un cultivar que produce baja cantidad de flores debido a su porte bajo (cuadro 7) (figura 13 b).

Cuadro 7. Peso promedio (g) de flores secas por planta según cultivar de cáñamo. Cañas, Guanacaste, 2021.

Cultivar	Media (g)	D.E (±)	Mín	Máx
CAA2020DO	9,95	7,94	1	47
CBC2021DO	66,25	33,03	13	134
CBG2021DO	38,94	21,62	5	92
CCB2020DO	345,2	88,67	125	490
CCB2021DO	114	32,66	23	184
CCS2021DO	74,39	45,33	5	280
CHB2021DO	127,88	37,32	45	222
CJG2021DO	43,89	20,33	5	65
CMC2021DO	92	34,35	21	180
CPV2021DO	78,48	39,99	38	186
CQD2020DO	323,9	115,91	43	638



a



b

Figura 13. a) Cultivar de cáñamo CCB2020DO fotoperiódico b) cultivar de cáñamo CAA2020DO no fotoperiódico

### 11.6.2 Producción fibra y grano

El promedio de peso de tallos destinados para fibra del cultivar CMG2020DO fue de 117,30 g por planta. Pero no fue posible determinar el rendimiento en fibra, pues no se dispone el equipo adecuado. En un supuesto para una producción comercial que utilice una densidad de 110 000 plantas/ha podemos obtener 12,90 t/ha de tallos secos y si se considera un rendimiento en fibra del 15 al 22% (NIANR 2020) se obtendrían entre 1935 y 2838 kg/ha de fibra. No obstante, existen plantaciones donde se manejan densidades menores, entre los 900.000 y 600.000 plantas/ha (INIA 2013 citado por Rava s.f) lo que podría significar rendimientos menores. Además, cada planta del cultivar CMG2020DO produjo en promedio 40 g de grano para alimentación lo que se traduciría en aproximadamente 6000 kg/ha de

semilla, sin contar las pérdidas asociadas a la cosecha mecanizada. Las densidades para grano rondan las 250 000 y 150 000 plantas/ha (INIA 2013 citado por Rava s.f).

### 11.6.3 Conclusiones

- El cultivar del cáñamo es adaptable a las condiciones que se presentaron Cañas, Guanacaste durante el periodo de evaluación.
- La alta incidencia de *Bemisia tabaci* provocó disminución de rendimientos de algunos cultivares.
- Los mejores cultivares con mejor producción de flores secas destinadas para la extracción de CBD fueron CCB2020DO y CCQ2020DO.

### 11.6.4 Recomendaciones

- Se debe continuar la evaluación de diferentes cultivares disponibles en el nivel mundial para identificar cultivares aptos según condiciones ambientales de cada localidad del país.
- El mejoramiento de las técnicas de producción favorecería el incremento de la producción. Dentro de estas técnicas se incluyen el manejo integrado del cultivo, mediante el uso de control biológico, productos con baja carga química, optimización del ambiente protegido, entre otros.
- Es indispensable realizar investigaciones utilizando sistemas de producción hidropónicas.

## 12. Análisis económico

*Luis Alfonso Sánchez Chacón<sup>6</sup>, Alfredo Bolaños Herrera<sup>7</sup>, Stephanie Quirós Campos<sup>8</sup>*

### 12.1 Informe económico para producción de cannabidiol (CBD)

#### 12.1.1 Introducción

De septiembre 2020 a julio 2022, el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) en colaboración de RCOPLANTS S.A. realizó una investigación para determinar la adaptabilidad de 12 cultivares de cáñamo industrial (*Cannabis sativa L.*). Esta investigación fue llevada a cabo en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez en Cañas Guanacaste y en la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles. En esta investigación, se evaluó el rendimiento en gramos por planta de flor seca, el manejo agronómico y la incidencia de plagas y enfermedades. Además, se utilizó un paquete tecnológico diseñado por Rocoplants S.A. y se capacitó al personal de la estación para el manejo general del cultivo. El INTA realizó algunas

---

<sup>6</sup> Economista Agrícola, Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, INTA

<sup>7</sup> Investigador responsable de Proyecto. Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico

<sup>8</sup> Investigadora secundaria Unidad de Hortalizas, DIDT

inversiones en los invernaderos ya existentes para adaptarlos a los requerimientos del cultivo.

La presente investigación busca estimar la rentabilidad de un sistema de producción de cáñamo industrial (*Cannabis sativa L*) para la producción de flores secas para CBD en Costa Rica. En la construcción de los supuestos del estudio, se utilizó información primaria y secundaria. Se calificó como información primaria la que se obtuvo directamente de la investigación realizada por el INTA entre septiembre 2020 y julio 2022 en Cañas, Guanacaste. De la información primaria se obtuvieron: datos de rendimiento, densidades de siembra, identificación de equipos y materiales y manejo del sistema productivo (insumos y recurso humano). Por su parte, la información secundaria se obtuvo de diferentes fuentes, entre ellas: páginas web (precios de flor seca y semillas, entre otros), artículos científicos e informes de investigación (consumo de energía, inversiones de maquinaria y equipo), instituciones públicas (costo de servicios públicos), entre otros.

La metodología del trabajo constó de tres partes: la elaboración de los supuestos, estimación de la rentabilidad y un análisis de riesgo. La elaboración de los supuestos se realizó a partir de una revisión de la literatura y de la consulta a los funcionarios encargados de llevar a cabo la investigación por parte de INTA. Para el análisis de rentabilidad se construyó un flujo de caja<sup>9</sup>, y se estimaron los indicadores TIR y VAN. Se elaboró un análisis de sensibilidad para las variables precio y rendimiento con el fin de determinar los umbrales de riesgo del sistema de producción.

El presente informe tiene la limitación de partir del uso de datos provenientes de una investigación preliminar de adaptabilidad, por lo que es posible que los resultados varíen una vez se haya avanzado en la investigación agronómica del cultivo (nutrición, control) y validación en campo (experimental y con productores). Por lo tanto, los resultados aquí presentados deben ser considerados un indicio.

## **12.1.2 Resultados**

### **12.1.2.1 Supuestos del estado de resultados**

Para la construcción del flujo de caja se establecieron los siguientes supuestos:

1. Un invernadero de 1.000,00 metros cuadrados.
2. Un área útil dentro del invernadero de 800 metros cuadrados.
3. Una densidad de siembra de una planta por metro cuadrado.
4. En todo el periodo de evaluación, el invernadero estará a su máxima capacidad (800 plantas).
5. Tres ciclos de producción por año.
6. Una producción por planta de 345 gramos. Productividad promedio de la variedad CCB2020DO (Cultivar con mayor rendimiento en la investigación de adaptabilidad realizada en Cañas, Guanacaste).
7. Un tipo de cambio de 663 colones por dólar. (BCCR, 16 de agosto del 2022)
8. Un costo de semilla de 4 dólares por semilla

---

<sup>9</sup> Aun cuando el cáñamo es un cultivo anual, se debe estimar su rentabilidad con un flujo de caja debido a que requiere de inversiones de largo plazo.

9. Un precio de venta de la flor de cannabis de 247,55 dólares por libra (Hemp Benchmark, 2022).
10. La inversión inicial fue de 124.133.849,35 colones entre infraestructura y equipos (Cuadro 9).
11. El valor de la infraestructura civil fue estimado con la información del “Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva” (Ministerio de Hacienda, 2021).
12. El valor de la cámara de secado fue estimado a partir de los costos de inversión en los que incurrió el INTA para su adquisición.
13. Se estimaron las inversiones en los sistemas de electricidad y agua potable a partir de la aplicación de un porcentaje al valor total de la obra gris (punto 11). Para la electricidad se utilizó un 6,85% del valor de la obra gris mientras que para el agua potable un 3,76% del valor de la obra gris (Álvarez, 2011).
14. Se estimó un financiamiento a 5 años del 100% de la inversión inicial a un interés anual del 4.32% (tasa básica pasiva).
15. Se asume que el inversionista asume el capital de trabajo (estimado en 4,5 meses, 3,5 de cultivo y uno de financiamiento al cliente).
16. Los productos aplicados a la plantación y el recurso humano invertido durante un ciclo de producción se estimaron a partir de los datos de la investigación de adaptabilidad del INTA (Cuadro 10).
17. Los salarios fueron calculados utilizando la lista de salarios de mínimos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS, 2022). Adicionalmente se aplicó un factor de 1,47 al salario suscrito, para incluir cargas sociales y provisiones de Ley. Se incluyó una jornada completa para un profesional con grado de licenciatura, una jornada completa para un trabajador no calificado y 2250 horas de trabajadores no calificados.
18. Se estimó un consumo eléctrico de aproximadamente 2500 kilowatts hora (Rubiano, 2019). El precio de cada kilowatt se calculó en 120 colones (ARESEP, 2022).
19. El horizonte de evaluación del flujo de caja fue 5 años.
20. Se actualizó la fórmula planteada por Gitman y Chad (2012) para estimar la tasa de descuento.
  - a. Para la tasa Libre de Riesgo se usó el rendimiento de los Eurobonos a 11 años, 6,13%.
  - b. La volatilidad del precio de la flor seca para CBD de los últimos 24 meses es de 9,89%.
  - c. Para el rendimiento de Mercado se utilizó el Excedente Neto de la Actividad de Cría de Ganado del 2016 del BCCR. 14,86% (principal actividad en la zona de Guanacaste por el uso de la tierra).
  - d. Para el riesgo país se usó del EMBI de Jp Morgan de Costa Rica 3,96%
  - e. La tasa de descuento se estimó en 10,95%.

### **12.1.2.2 Análisis de rentabilidad**

A partir de los supuestos del apartado 12.1.2.1 se construyó el flujo de caja (cuadro 10), que arrojó un VAN de 495.830.575,04 colones y una TIR de 174% (mayor a la tasa de descuento). Por lo tanto, bajo estos supuestos, el proyecto sería rentable.

### **12.1.2.3 Análisis de Riesgo**

Para el análisis de riesgo se modelaron 135 escenarios del VAN a partir de la sensibilización de la variable precio y de la variable rendimiento (cuadro 11). Para la variable precio se establecieron 9 escenarios, dos de ellos fueron el máximo y el mínimo precio mensual pagado por una libra de flor seca de cáñamo para CBD en Estados Unidos según la página Hemp Benchmark. Los restantes escenarios correspondieron al promedio de la serie (este fue el precio que se usó en el flujo de caja del cuadro 10), y 6 escenarios entre el mínimo y el máximo precio.

Para la sensibilización del rendimiento se generaron 15 escenarios (cuadro 11), 9 de los cuales corresponden a los rendimientos promedio de cada variedad de cáñamo y un décimo escenario que promedia estos promedios. Para los restantes 6 escenarios se utilizó la serie completa de los datos de rendimiento de las 9 cultivares evaluados en la investigación del INTA, obteniendo el rendimiento promedio de la serie, el percentil 50 de la serie, el percentil 75 de la serie, el percentil 90 de la serie y el máximo valor.

A partir de esta sensibilización, es posible observar que rendimientos por debajo de las 500 libras no son rentables para ningún escenario de precios, por el contrario, un rendimiento por encima de las 1000 libras permite una rentabilidad positiva bajo cualquier escenario de precio.

Cuadro 8. Inversiones en infraestructura y equipo

Inversiones y Depreciación Anual para Invernadero de 1000 metros cuadrados					
Inversión	Unidad de Medida	Cantidad requerida	Costo Unitario	Monto	Depreciación
Baño	Metros Cuadrados	8	₪ 290 000,00	₪ 2 320 000,00	₪ 42 181,82
Mesas de Trabajo	Unidad	6	₪ 35 000,00	₪ 210 000,00	₪ 21 000,00
Estantería	Unidad	2	₪ 125 000,00	₪ 250 000,00	₪ 25 000,00
Bodega	Metros Cuadrados	6	₪ 260 000,00	₪ 1 560 000,00	₪ 22 285,71
Cuarto de Secado (cuarto frío)	Metros Cuadrados	1	₪ 13 918 248,64	₪ 13 918 248,64	₪ 1 391 824,86
Cuarto de preparación	Metros Cuadrados	16	₪ 260 000,00	₪ 4 160 000,00	₪ 59 428,57
Generador eléctrico	Unidad	1	₪ 994 500,00	₪ 994 500,00	₪ 66 300,00
Invernadero/sistema de riego	Metros Cuadrados	1000	₪ 66 300,00	₪ 66 300 000,00	₪ 5 858 073,25
Luminaria	Unidad	200	₪ 35 304,75	₪ 7 060 950,00	₪ 706 095,00
Equipo de Ventilación	Unidad	175	₪ 42 677,31	₪ 7 468 529,25	₪ 746 852,93
Cuarto de germinación	Metros Cuadrados	16	₪ 285 000,00	₪ 4 560 000,00	₪ 65 142,86
Computadora	Unidad	1	₪ 550 000,00	₪ 550 000,00	₪ 110 000,00
Aire acondicionado	Unidad	3	₪ 497 250,00	₪ 1 491 750,00	₪ 149 175,00
Luminaria para germinación y crecimiento de las plántulas	Unidad	2	₪ 305 311,50	₪ 610 623,00	₪ 61 062,30
Instalación eléctrica	Unidad	1	₪ 4 445 046,92	₪ 4 445 046,92	₪ 296 336,46
Agua Potable	Unidad	1	₪ 997 065,86	₪ 997 065,86	₪ 66 471,06
Equipos Menores	Unidad	1	₪ 1 326 000,00	₪ 1 326 000,00	₪ 265 200,00
Imprevistos	5%			₪ 5 911 135,68	
<b>Total</b>				<b>₪ 124 133 849,36</b>	<b>₪ 9 952 429,82</b>

Cuadro 9. Manejo agronómico del sistema (agroquímicos y recurso humano)

Fertilización

Fertilizantes utilizados durante el <u>estado vegetativo</u>				Asumiendo a cada planta 1000 ml de solución 2 veces por semana en un ciclo de 6 semanas (12 aplicaciones en total)
Fertilizantes	Cantidad de producto (ml)/ciclo/planta	Presentación del envase (L)	Precio (producto comercial) en dólares	costo producto/planta/ciclo (dólares)
B.C Boost	47,62	4	67,72	0,81
B.C Grow	23,81	4	122,59	0,73
Thrive Alive B-1 Red	7,94	0,5	19,76	0,31
Magical	7,94	4	86,51	0,17
Sugar Daddy	31,75	4	119,54	0,95
<b>Total</b>				<b>2,97</b>

Fertilizantes utilizados durante el <u>estado reproductivo</u>				Asumiendo a cada planta 2000 ml de solución 2 veces por semana en un ciclo de 5 semanas (10 aplicaciones en total)
Fertilizantes	Cantidad de producto (ml)/ciclo/planta	Presentación del envase	Precio	costo producto /planta /ciclo (dólares)
B.C Boost	39,68	4	67,72	0,67
B.C Bloom	42,33	4	27,12	0,29
Awesome Blossoms	6,61	4	162,52	0,27
Thrive Alive B-1 Red	6,61	0,5	19,76	0,26
MagiCal	6,61	4	86,51	0,14
Sugar Daddy	33,07	4	119,54	0,99
<b>Total</b>				<b>2,62</b>

<b>Mano de obra</b>	<b>Ciclo de cultivo promedio de 90 a 110 días</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>	<b>Horas en labor</b>	<b>Horas totales durante el ciclo</b>	<b>Observaciones</b>
Germinación	1	10	10	1 germinación durante el ciclo
Siembra	2	20	40	1 siembra durante el ciclo de cultivo
Fertilización	2	20	480	2 veces por semana
Riego	2	30	720	3 veces por semana
Poda	3	30	270	3 podas de formación durante el ciclo
Monitoreo de plagas y enfermedades	1	10	120	Labor realizada todas las semanas
Limpieza de área de invernadero y mantenimiento	1	20	240	Labor realizada todas las semanas
Cosecha de plantas en invernadero	3	60	180	1 cosecha durante el ciclo
Secado de las plantas, colgado en cámara fría	1	10	10	1 colgado durante el ciclo
Poda de flores	2	30	60	1 preparación de flores secas
Limpieza de área de cámara fría	1	10	120	1 vez a la semana
<b>Total</b>			<b>2250</b>	

Cuadro 10. Flujo de cada del proyecto

Partida	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	₡ -	₡ 299 767 901,05	₡ 299 767 901,05	₡ 299 767 901,05	₡ 299 767 901,05	₡ 299 767 901,05
Precio		₡ 164 122,64	₡ 164 122,64	₡ 164 122,64	₡ 164 122,64	₡ 164 122,64
Cantidad (Libras)		1 826,49	1 826,49	1 826,49	1 826,49	1 826,49
<b>Costos de Venta</b>	₡ -	₡ 44 403 278,69	₡ 44 403 278,69	₡ 44 403 278,69	₡ 44 403 278,69	₡ 44 403 278,69
Materiales, insumos y semillas		₡ 10 653 278,69	₡ 10 653 278,69	₡ 10 653 278,69	₡ 10 653 278,69	₡ 10 653 278,69
Recursos Humano		₡ 33 750 000,00	₡ 33 750 000,00	₡ 33 750 000,00	₡ 33 750 000,00	₡ 33 750 000,00
<b>Utilidad Bruta</b>	₡ -	₡ 255 364 622,36	₡ 255 364 622,36	₡ 255 364 622,36	₡ 255 364 622,36	₡ 255 364 622,36
<b>Gastos Administrativos</b>		₡ 25 299 565,32	₡ 25 299 565,32	₡ 25 299 565,32	₡ 25 299 565,32	₡ 25 299 565,32
Gastos por servicios		₡ 907 824,00	₡ 907 824,00	₡ 907 824,00	₡ 907 824,00	₡ 907 824,00
Electricidad		₡ 3 600 000,00	₡ 3 600 000,00	₡ 3 600 000,00	₡ 3 600 000,00	₡ 3 600 000,00
Agua Potable		₡ 600 000,00	₡ 600 000,00	₡ 600 000,00	₡ 600 000,00	₡ 600 000,00
Internet		₡ 420 000,00	₡ 420 000,00	₡ 420 000,00	₡ 420 000,00	₡ 420 000,00
Patentes y seguros		₡ 1 500 000,00	₡ 1 500 000,00	₡ 1 500 000,00	₡ 1 500 000,00	₡ 1 500 000,00
Salarios		₡ 18 271 741,32	₡ 18 271 741,32	₡ 18 271 741,32	₡ 18 271 741,32	₡ 18 271 741,32
Gastos Financieros		₡ 4 915 972,81	₡ 3 914 225,83	₡ 2 868 336,16	₡ 1 776 358,62	₡ 636 262,31
Depreciación		₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82
<b>Utilidad antes de impuesto</b>		₡ 215 196 654,42	₡ 216 198 401,40	₡ 217 244 291,07	₡ 218 336 268,61	₡ 219 476 364,91
Impuesto sobre la renta		₡ 64 558 996,33	₡ 64 859 520,42	₡ 65 173 287,32	₡ 65 500 880,58	₡ 65 842 909,47
<b>Utilidad Neta</b>		₡ 150 637 658,09	₡ 151 338 880,98	₡ 152 071 003,75	₡ 152 835 388,03	₡ 153 633 455,44
Depreciación		₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82	₡ 9 952 429,82
Amortización de deudas		₡ 22 733 028,21	₡ 23 734 775,19	₡ 24 780 664,86	₡ 25 872 642,40	₡ 27 012 738,70
Inversiones	₡ 124 133 849,36					
Préstamos Bancarios		₡ 124 133 849,36				
<b>Flujo de Caja</b>	₡ 124 133 849,36	₡ 261 990 909,06	₡ 137 556 535,61	₡ 137 242 768,71	₡ 136 915 175,44	₡ 136 573 146,55
<b>Flujo de Caja Acumulado</b>	₡ 124 133 849,36	₡ 137 857 059,70	₡ 275 413 595,31	₡ 412 656 364,02	₡ 549 571 539,46	₡ 686 144 686,01

Cuadro 11. Análisis de Sensibilidad precio-rendimiento.

		Productividad por 1000 metros de invernadero															
Rendimiento		Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento	Promedio de	Percentil 50 de la	Promedio de la	Rendimiento	Percentil 75	Rendimiento	Percentil 90	Maximo Valor
Precio		CHB2021DO	CJG2021DO	CBC2021DO	CCS2021DO	CPV2021DO	CMC2021DO	CBG2021DO	CCQ2020DO	Rendimientos	Serie	Serie	CCQ2020DO		CCB2020DO		
VAN	€ 495 830 575,04	206,0416046	232,2204389	350,5352828	393,6117269	415,2252622	486,516517	676,6192766		700,1181679	714,2983121	1047,637524	1713,790592	1756,644738	<b>1826,48724</b>	2195,805923	3375,720912
Precios por libra	€ 123 981,00	-€214 529 750,27	-€206 121 980,67	-€168 123 193,68	-€154 288 474,64	-€147 346 927,01	-€124 450 550,55	-€63 395 876,19		-€55 848 815,02	-€51 294 625,00	€55 762 827,04	€269 709 003,84	€283 472 328,19	€305 903 413,38	€424 516 272,93	€803 465 666,64
	€ 133 511,63	-€209 442 868,22	-€200 388 779,43	-€159 468 962,69	-€144 570 745,86	-€137 095 589,96	-€112 439 131,08	-€46 691 082,69		-€38 563 866,41	-€33 659 588,25	€81 627 547,59	€312 020 121,67	€326 841 455,58	€350 996 855,48	€478 727 682,18	€886 807 543,99
	€ 143 042,25	-€204 355 986,16	-€194 655 578,18	-€150 814 731,70	-€134 853 017,08	-€126 844 252,90	-€100 427 711,61	-€29 986 289,18		-€21 278 917,81	-€16 024 551,51	€107 492 268,15	€354 331 239,51	€370 210 582,98	€396 090 297,57	€532 939 091,42	€970 149 421,33
	€ 152 572,88	-€199 269 104,10	-€188 922 376,94	-€142 160 500,70	-€125 135 288,30	-€116 592 915,85	-€88 416 292,14	-€13 281 495,68		-€3 993 969,20	€1 610 485,23	€133 356 988,70	€396 642 357,34	€413 579 710,37	€441 183 739,67	€587 150 500,66	€1 053 491 298,67
	€ 164 122,64	-€193 104 524,93	-€181 974 550,63	-€131 672 800,87	-€113 358 780,07	-€104 169 750,11	-€73 860 156,30	€6 962 343,45		€16 952 935,58	€22 981 647,16	€164 701 359,53	€447 917 427,75	€466 136 938,22	<b>€495 830 592,24</b>	€652 847 035,47	€1 154 489 826,88
	€ 171 634,13	-€189 095 339,98	-€177 455 974,45	-€124 852 038,72	-€105 699 830,74	-€96 090 241,74	-€64 393 453,20	€20 128 091,32		€30 575 928,01	€36 880 558,71	€185 086 429,81	€481 264 593,01	€500 317 965,16	€531 370 623,87	€695 573 319,15	€1 220 175 053,35
	€ 181 164,75	-€184 008 457,93	-€171 722 773,20	-€116 197 807,72	-€95 982 101,96	-€85 838 904,68	-€52 382 033,74	€36 832 884,82		€47 860 876,61	€54 515 595,45	€210 951 150,37	€523 575 710,85	€543 687 092,56	€576 464 065,97	€749 784 728,39	€1 303 516 930,70
	€ 190 695,38	-€178 921 575,87	-€165 989 571,96	-€107 543 576,73	-€86 264 373,17	-€75 587 567,63	-€40 370 614,27	€53 537 678,32		€65 145 825,22	€72 150 632,20	€236 815 870,92	€565 886 828,68	€587 056 219,95	€621 557 508,07	€803 996 137,64	€1 386 858 808,04
	€ 200 226,00	-€173 834 693,81	-€160 256 370,71	-€98 889 345,74	-€76 546 644,39	-€65 336 230,57	-€28 359 194,80	€70 242 471,83		€82 430 773,82	€89 785 668,94	€262 680 591,47	€608 197 946,52	€630 425 347,35	€666 650 950,16	€858 207 546,88	€1 470 200 685,38

## **12.2 Análisis económico para producción de fibra**

### **12.2.1 Introducción**

El presente estudio fue elaborado a partir de información secundaria. No se cuenta con datos (ni experimentales ni comerciales) de producción, de manejo y venta de cáñamo Industrial para la producción de fibra en Costa Rica. No obstante, se recopiló información financiera de diferentes fuentes y con ello se construyó un Estado de Resultados para determinar los umbrales económicos de una posible incursión comercial de la actividad en el país. Los datos de manejo fueron ajustados a los valores del mercado de Costa Rica. Adicionalmente se modeló la Utilidad Neta a partir de la sensibilización de la variable precio y rendimiento.

### **12.2.2 Resultados**

#### **12.2.2.1 Supuestos del estado de resultados**

A continuación, se citan los supuestos del estado de resultados:

1. Se utilizó la estructura del estado de resultado elaborada por la Universidad de Kentucky. (Mark & Shepherd, 2019)
2. El precio máximo y mínimo fue de 250 dólares por tonelada y 110 dólares por tonelada respectivamente (sensibilización). Para el estado de resultados se utilizó un precio de 180 dólares por tonelada. (Hemp Benchmark, 2022) (USDA, 2022).
3. Se utilizó un rendimiento promedio de 2,7 toneladas por hectárea. Para la sensibilización se utilizó un rendimiento máximo de 11,19 toneladas por hectárea y un mínimo de 0,1 toneladas por hectárea. (Rava, S.F.) (Wimalasiri et al, 2021). (FAO, 2022).
4. Se asumió un costo para la semilla de 8,28 dólares por kilo, y un requerimiento de semilla de 83,92 kilos por hectárea (Hemptraders, 2022).
5. Los requerimientos de Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Cal se estimaron en 5,45 quintales por hectárea, 1,84 quintales por hectárea, 4,60 quintales por hectárea y 35,56 quintales por hectárea respectivamente. (Deng *et al.* 2019) (Extension University of Missouri, 2019) (Adesina et al, 2020)
6. Para los precios de cada uno de los insumos y su presentación, se realizó un sondeo de mercado de tres proveedores nacionales.
7. El costo del estudio de suelos fue estimado a partir del Tarifario de Servicios del INTA. (INTA, 2022)
8. Los costos por los servicios mecanizados fueron estimados a partir de sondeos de mercado en la Zona de Bagatzi.
9. Se fijo una tasa de interés de un 4,92% (tasa básica pasiva), que financiara 6 meses de capital de trabajo por el monto total de los costos variables.
10. Se fijó un monto de 5% de imprevistos sobre los costos variables totales.

### **12.2.2.2 Análisis de rentabilidad**

A partir de los supuestos del apartado 12.2.2.1 se construyó el estado de resultados (cuadro 12), que arrojó una utilidad neta negativa de 1.737,00 dólares. Por lo tanto, bajo estos supuestos, el sistema de producción no sería rentable.

### **12.2.2.3 Análisis de riesgo**

Para el análisis de riesgo se modelaron 72 escenarios de la utilidad neta a partir de la sensibilización de la variable precio y de la variable rendimiento (cuadro 13). Para la variable precio se establecieron 8 escenarios que abarcaron desde un precio mínimo de 110 dólares por tonelada, hasta un máximo de 250 dólares por tonelada. Para la variable rendimiento se estimaron 9 escenarios que abarcara desde un rendimiento mínimo de 0,1 toneladas hasta un máximo 11,19 toneladas.

A partir de esta sensibilización fue posible observar que solo en un 4,2% de los escenarios se alcanzó una utilidad neta positiva.

Estos resultados no deben considerarse definitivos, la información de rendimiento y manejo debe ser ajustada con datos en condición de campo en Costa Rica. Adicionalmente se cuenta con una coyuntura económica que ha encarecido los precios de los insumos y las energías lo que se traduce en costos de producción altos.

Cuadro 12. Estado de Resultados de una hectárea de producción de cáñamo para fibra.

<b>Cáñamo para fibra 1Ha</b>							
		<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Precio</b>			<b>Total</b>
<b>Rendimiento Bruto por hectárea</b>							
	Fibra de cáñamo	<b>3</b>	Ton	<b>\$180,00</b>			\$473,40
<b>Ingresos totales</b>							<b>\$473,40</b>
<b>Costos Variables por hectárea</b>							
	Semilla	<b>83,92</b>	Kg	<b>\$8,28</b>			\$694,69
	nitrógeno (Urea 46% N)	<b>5</b>	quintal/ha	<b>\$83,21</b>			\$453,49
	Fosforo (P2O5)	<b>1,84</b>	quintal/ha	<b>\$55,78</b>			\$102,64
	Potasio (K2O)	<b>4,6</b>	quintal/ha	<b>\$37,15</b>			\$170,89
	Cal	<b>35,6</b>	Ton	<b>\$6,49</b>			\$230,61
	Controles químicos (No Disponible)	<b>1</b>	Ha	<b>\$0,00</b>			\$0,00
	Prueba de Suelos (análisis químico Completo)	<b>1</b>	Ha	<b>\$14,23</b>			\$14,23
	Rastra de Discos	<b>1</b>	Ha	<b>\$70,42</b>			\$70,42
	Sembradora de grano	<b>1</b>	Ha	<b>\$39,12</b>			\$39,12
	Costo de cosecha	<b>1</b>	Ton	<b>\$71,58</b>			\$71,58
	Costo de rastrillado	<b>1</b>	Ha	<b>\$54,77</b>			\$54,77
	Costo de empacado (pacas)	<b>1</b>	Ton	<b>\$102,90</b>			\$102,90
	Almacenamiento de pacas (traslado)	<b>1</b>	Ton	<b>\$49,39</b>			\$49,39
	Licencias y permisos (No disponible)	<b>1</b>	Por año	<b>\$0,00</b>		<b>1</b>	\$0,00

	Seguro de cosechas (no disponible)	1	Ha	\$0,00			\$0,00	
	Intereses de la Operación de Capital de trabajo	\$2 054,73	dólares	4,9%	# de meses	6,0	\$50,55	
	Imprevistos 5%	1	Hectárea	\$0,05			\$105,26	
<b>Costo Variable Total</b>							<b>\$2 210,54</b>	
<b>Utilidad Neta</b>							<b>-\$1 737</b>	
	<b>Rendimiento de equilibrio en USD180 /Ton</b>	12	toneladas por hectárea para cubrir los costos variables					
	<b>Costo de equilibrio a 3 Ton</b>	\$840,51	dólares la libra para cubrir los costos variables.					

**Cuadro 13.** Análisis de Sensibilidad precio-rendimiento.

<b>Análisis de Sensibilidad Precio y Rendimiento</b>										
<b>Rendimiento (Ton/Ha)</b>										
	<b>-\$1 737</b>	<b>0,1</b>	<b>1,48625</b>	<b>2,8725</b>	<b>4,25875</b>	<b>5,645</b>	<b>7,03125</b>	<b>8,4175</b>	<b>9,80375</b>	<b>11,19</b>
<b>Precio USD/Ha</b>	<b>\$110,00</b>	<b>-\$1 968</b>	<b>-\$1 942</b>	<b>-\$1 917</b>	<b>-\$1 891</b>	<b>-\$1 866</b>	<b>-\$1 840</b>	<b>-\$1 815</b>	<b>-\$1 789</b>	<b>-\$1 764</b>
	<b>\$138,00</b>	<b>-\$1 965</b>	<b>-\$1 901</b>	<b>-\$1 836</b>	<b>-\$1 772</b>	<b>-\$1 708</b>	<b>-\$1 643</b>	<b>-\$1 579</b>	<b>-\$1 515</b>	<b>-\$1 450</b>
	<b>\$166,00</b>	<b>-\$1 962</b>	<b>-\$1 859</b>	<b>-\$1 756</b>	<b>-\$1 653</b>	<b>-\$1 550</b>	<b>-\$1 446</b>	<b>-\$1 343</b>	<b>-\$1 240</b>	<b>-\$1 137</b>
	<b>\$194,00</b>	<b>-\$1 959</b>	<b>-\$1 817</b>	<b>-\$1 675</b>	<b>-\$1 533</b>	<b>-\$1 392</b>	<b>-\$1 250</b>	<b>-\$1 108</b>	<b>-\$966</b>	<b>-\$824</b>
	<b>\$222,00</b>	<b>-\$1 957</b>	<b>-\$1 776</b>	<b>-\$1 595</b>	<b>-\$1 414</b>	<b>-\$1 233</b>	<b>-\$1 053</b>	<b>-\$872</b>	<b>-\$691</b>	<b>-\$510</b>
	<b>\$250,00</b>	<b>-\$1 954</b>	<b>-\$1 734</b>	<b>-\$1 515</b>	<b>-\$1 295</b>	<b>-\$1 075</b>	<b>-\$856</b>	<b>-\$636</b>	<b>-\$417</b>	<b>-\$197</b>
	<b>\$275,00</b>	<b>-\$1 951</b>	<b>-\$1 697</b>	<b>-\$1 443</b>	<b>-\$1 189</b>	<b>-\$934</b>	<b>-\$680</b>	<b>-\$426</b>	<b>-\$171</b>	<b>\$83</b>
	<b>\$300,00</b>	<b>-\$1 949</b>	<b>-\$1 660</b>	<b>-\$1 371</b>	<b>-\$1 082</b>	<b>-\$793</b>	<b>-\$504</b>	<b>-\$215</b>	<b>\$74</b>	<b>\$363</b>

### 13. Bibliografía

- Adesina, I., Bhowmik, A., Sharma, H., & Shahbazi, A. 2020. A Review on the Current State of Knowledge of Growing Conditions, Agronomic Soil Health Practices and Utilities of Hemp in the United States. *Agriculture*, 129.
- Álvarez Parajeles, E. 2011. *Herramienta para la estimación de costos en la construcción de viviendas para la empresa Fomento Urbano S.A.* Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción.
- Anderson, E.; Baas, D.; Burns, E.; Chilvers, M.; DeDecker, J.; DiFonzo, C.; Thelen, K.; Thelen, M.; Wilke, B. 2019. Industrial hemp Production in Michigan (en línea). Michigan State University. Michigan, USA. Consultado: 27 de agost. 2020. Disponible: [https://www.canr.msu.edu/hemp/uploads/files/industrialhempinfosheet\\_2019-05-24.pdf](https://www.canr.msu.edu/hemp/uploads/files/industrialhempinfosheet_2019-05-24.pdf)
- Ángeles López, G. E.; Brindis, F.; Cristians Niizawa, S., *et al.* 2014. Cannabis sativa L., una planta singular. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 45.
- ARESEP. (18 de 8 de 2022). *Sitio Web, Autoridad Reguladora de Servicios Públicos*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/electricidad/tarifas>
- Avello, M.; Pastene, E.; Fernández, P., *et al.* 2017. Potencial uso terapéutico de cannabis. *Revista Médica de Chile*:360-367.
- BCCR. (18 de agost de 2022). *Banco Central de Costa Rica*. Obtenido de Tipo cambio de compra y de venta del dólar de los Estados Unidos de América: <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20400>
- Bolt, M. 2020. Hemp-Insect Interactions, an update of pest in Indiana (en línea). Luisiana, USA, Consultado: 03 de ene. 2022. Disponible: <https://plantpathology.ca.uky.edu/files/sr112.pdf>
- Brook, H; Slaski, J. James, B. 2014. Industrial Hemp Harvest and Storage Best Management Practices (en línea). Alberta, Canadá. Bogotá, Colombia. Consultado: 16 de dic. 2021. Disponible:[https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/crop15539/\\$file/HempHarvestStorage.pdf?OpenElement](https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/crop15539/$file/HempHarvestStorage.pdf?OpenElement)
- Calderón, C. 2003. Utilización de la fibra de cáñamo en la industria textil. Una nueva opción para la problemática de los cultivos ilícitos en Colombia (en línea). Consultado: 26 de agost. 2020. Disponible: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14014/u240132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cole, C. Zurbo, B. 2008. Industrial hemp- a new crop for NSW (en línea). Consultado: 16 de dic. 2021. Disponible: [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0020/232823/industrial-hemp-a-new-crop-for-nsw.pdf.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/232823/industrial-hemp-a-new-crop-for-nsw.pdf.pdf)
- Cui, X.; Smith, A. 2020. Industrial hemp extract biomass (CBD) production budget (1 acre) Department of Agricultural and Resource Economics. Tennessee, USA. (en línea). Consultado: 14 de ene. 2022. Disponible: <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/D41.pdf>
- Darby; H. Lewins; S. sf. Identifying and managing arthropod pests in hemp (en línea). Consultado: 03 de ene. 2022. Disponible: [https://www.uvm.edu/sites/default/files/Northwest-Crops-and-Soils-Program/Arthropod\\_pests\\_in\\_hemp.pdf](https://www.uvm.edu/sites/default/files/Northwest-Crops-and-Soils-Program/Arthropod_pests_in_hemp.pdf)
- Deng, G., Du, G., Yang, Y., Bao, Y., & Liu, F. (2019). Planting Density and Fertilization Evidently Influence the Fiber Yield of Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Agronomy*.
- Díaz Rojo, J. A. 2004. Las denominaciones del cáñamo: un problema terminológico y lexicográfico. *Revista De Lexicografía*:65-79.
- DiFonzo, C. 2019. Insects in industrial hemp production in Michigan (en línea). Michigan, USA. Consultado: 03 de ene. 2022. Disponible: [https://www.canr.msu.edu/hemp/uploads/files/E3436\\_InsectPestsIndustrialHemp\\_AA.pdf](https://www.canr.msu.edu/hemp/uploads/files/E3436_InsectPestsIndustrialHemp_AA.pdf)
- Extension University of Missouri. (Diciembre de 2019). Extension University of Missouri. Obtenido de Missouri Industrial Hemp Production: <https://extension.missouri.edu/publications/mx73>
- FAO. (23 de agosto de 2022). Obtenido de FAOSTAT: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fassio, A. Rodríguez, M. y Ceretta, S. 2013. Cañamo *sativa* L. *Boletín* 103. INIA. Montevideo, Uruguay:88.
- García J. 2016. Ensayo de variedades de cáñamo en la Vega Baja del Segura (en línea). Consultado: 27 de agost. 2020. Trabajo de graduación para optar por el título de Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental. Universidad Miguel Hernández, Alicante, España. 52 p. Disponible: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2971/1/TFG%20Garc%C3%ADa%20Hern%C3%A1ndez%20Jorge.pdf>
- Gitman, L Chad, Z. 2012. *Administración Financiera (Decima Segunda Edición)*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hart, C. 2020. The opportunities and challenges with hemp *Integrated Crop Management News* 2613.
- Hemp Benchmark. (18 de agosto de 2022). *Hemp Benchmark web site*. Obtenido de Hemp Prices vs Other Major Ag Prices: <https://www.hempbenchmarks.com/interactive/hemp-prices-vs-other-major-ag-prices/>

- Hemp Benchmark. (23 de Agosto de 2022). Hemp Benchmark. Obtenido de <https://www.hempbenchmarks.com/hemp-market-insider/hemp-industry-2021-review/>
- Hemptraders. (Agosto de 23 de 2022). Hemptraders. Obtenido de <https://www.hemptraders.com/SEED-04-SAMPLE-p/seed-04-sample.htm>
- IHDA (Minnesota Industrial Hemp Development Act). 2020. Hemp Pilot Program 2020 (en línea). Minnesota, USA. Consultado: 16 de dic. 2021. Disponible: <https://www.mda.state.mn.us/sites/default/files/2020-02/hempprogramannualreport2019.pdf>
- INTA. (8 de Agosto de 2022). INTA página WEB. Obtenido de <http://www.inta.go.cr/index.php/administracion/tarifa>
- Iványi I. 2011. Relationship between leaf nutrient concentration and the yield of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Rev. Research Journal of Agricultural Science, 43 (3), 2011. Consultado: 08 de agost. 2022. Disponible: [http://mvtl.com/\\_static/web/assets/media/pdf/hemptissue.pdf](http://mvtl.com/_static/web/assets/media/pdf/hemptissue.pdf)
- Kalinowski, J., K. Edmisten, J. Davis, M. McGinnis, K. Hicks, P. Cockson, P. Veazie, and B.E. Whipker. 2020. Augmenting Nutrient Acquisition Ranges of Greenhouse Grown CBD (*Cannabidiol*) Hemp (*Cannabis sativa*) Cultivars (en línea). Rev. Horticulturae 6(4):98. Consultado: 08 de agost. 2022. Disponible: <https://www.mdpi.com/2311-7524/6/4/98/pdf>
- Kleinhenz, M; Magnin, G; Ensley, S; Griffin, J; Goeser, J; Lynch, E. 2020. Nutrient concentrations, digestibility, and cannabinoid concentrations of industrial hemp plant components (en línea). Rev. Applied Animal Science 36(4), 489-494 p. Consultado: 08 de agost. 2020. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590286520300859>
- NIANR (Nebraska Institute of Agriculture and Natural Resources), 2020. Hemp production for fiber or grain-revised. En línea. Consultado el 1 de setiembre 2022. <https://cropwatch.unl.edu/2019/hemp-production-fiber-or-grain>
- Northwest Crops and Soils Program. 2019. Industrial Hemp for flower production: a guide to basic production techniques (en línea). Universidad de Vermont, USA. Consultado: 29 de oct. 2021. Disponible: [https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/2019\\_Hemp\\_101.pdf](https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/2019_Hemp_101.pdf)
- Mark, T., Shepherd, J. (Junio de 12 de 2019). Industrial Hemp Budget. University of Kentucky.
- Ministerio de Hacienda. (2021). *Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva*. San José: Ministerio de Hacienda.
- MTSS. 2022. *Lista de salarios mínimos del Sector Privado. Segundo semestre 2022*. San José, Costa Rica.: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Pennsylvania State University. 2018. Agricultural Alternatives: Industrial Hemp Production (en línea). Pennsylvania, USA. Consultado: 27 de agost. 2020. Disponible: <https://extension.psu.edu/industrial-hemp-production>

- Petit, J.; Salentijn, E.; M, P., *et al.* 2020. Genetic Variability of Morphological, Flowering, and Biomass Quality Traits in Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Frontiers in Plant Science* 11:102.
- Pino, O. 2019. Estudio de pre factibilidad para la creación de una empresa productora y procesadora de fibra de cáñamo industrial en la provincia de Pichincha para la exportación al mercado alemán en el periodo 2019-2029. Trabajo de graduación para optar por el grado de Licenciado Multilingüe en negocios y relaciones internacionales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 131 p.
- Rava, C. s.f. Cáñamo industrial: ventana de oportunidad para Uruguay (en línea). Consultado: 19 de agosto. 2022. *Rev. Estudios de Economía Agraria y Ambiental* 15(2). Disponible: [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/e\\_15\\_02\\_canamo\\_industrial\\_rava.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/e_15_02_canamo_industrial_rava.pdf)
- Rubiano Moreno, D. 2019. *Diseño de un plan de negocios para el cultivo, procesamiento y comercialización de Cannabis medicinal*. Bogota, Colombia.: Fundación Universidad de América.
- Suchoff, D; McGinnis, M; Davis, J; Whipker, B; Hicks, K. 2021. Hemp leaf tissue nutrient ranges: refinement of reference standards for floral hemp (en línea). Consultado: 08 de agosto. 2022. Disponible: <https://content.ces.ncsu.edu/hemp-leaf-tissue-nutrient-ranges>
- Tosi, Joseph A. 1969. Mapa ecológico según la clasificación de zonas de vida del mundo por L. R. Holdridge. Mapa a color. Escala 1:750.000. Disponible: <http://repositorios.cihac.fcs.ucr.ac.cr/cmelenendez/handle/123456789/149>
- USDA. (2022). National Hemp Report. National Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture (USDA).
- Wortmann 2020. Hemp Production for fiber or grain (en línea). Nebraska, USA. Consultado: 27 de agosto. 2020. Disponible: <https://cropwatch.unl.edu/2019/hemp-production-fiber-or-grain>
- Wimalasiri, E., & et, a. (2021). A framework for the development of hemp (*Cannabis sativa* L.) as a crop for the future in tropical environments. *Industrial Crops & Products*, 7-9.
- Zhang, M; Anderson, S; Brym, Z and Pearson; B. 2021. Photoperiodic flowering response of essential oil, grain, and fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars (en línea). Consultado: 16 de dic. 2021. Disponible: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.694153/full#B41>.

## Anexo 1

Cuadro 1. Composición química de los productos utilizados para la fertilización de los cultivares de cáñamo industrial evaluados

<b>B.C Grow</b>	
<b>Composición química</b>	<b>%</b>
Nitrógeno total (Nitrato de nitrógeno)	1.0
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.0
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	6.0
Magnesio (Mg)	1.11
Azufre (S)	1.44
Boro (B)	0.0119
Quelato de Cobre (Cu)	0.00384
Quelato de Manganeso (Mn)	0.0429
Molibdeno (Mo)	0.00041
Quelato de Zinc (Zn)	0.0201
<b>B.C Boost</b>	
<b>Composición química</b>	<b>%</b>
Nitrógeno total (Nitrato de nitrógeno)	3.0
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	2.0
Calcio (Ca)	3.21
Quelato de hierro (Fe)	0.0409
<b>B.C Bloom</b>	
<b>Composición química</b>	<b>%</b>
Nitrógeno total (Nitrato de nitrógeno)	1.0
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.0
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	7
Magnesio (Mg)	0,852
Azufre (S)	1,37
Boro (B)	0.0072
Quelato de Cobre (Cu)	0.024
Quelato de Manganeso (Mn)	0.00012
Quelato de Zinc (Zn)	0.0139

*Fuente: Technaflora 2019*

Cuadro 2. Composición química de los suplementos utilizados para la fertilización de los cultivares de cáñamo industrial.

<b>Thrive Alive B-1™ Red</b>	
<b>Composición química</b>	<b>%</b>
Nitrógeno total (0.5% Nitrógeno amoniacal, 0.3% Nitrato de nitrógeno y nitrógeno soluble 0.2%)	1.0
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.0
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	1.0
<b>MagiCal™</b>	
<b>Composición química</b>	<b>%</b>
Nitrógeno total (Nitrato de nitrógeno)	2.0
Calcio (Ca)	3.25
Magnesio (Mg)	1,25
Quelato de hierro (Fe)	0.11
<b>Sugar Daddy™</b>	
<b>Composición química</b>	<b>%</b>
Magnesio (Mg)	1.6
Azufre (S)	1,75
<b>Awesome Blossoms™</b>	
<b>Composición química</b>	<b>%</b>
Nitrógeno total (Nitrógeno amoniacal)	2
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	11
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	8

*Fuente: Technaflora 2019*

**Anexo 2.** Reporte de laboratorio de insectos presente en cultivo de cáñamo en Guápiles, Limón.

LF-F27	 Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria	<b>Laboratorio de Fitoprotección</b> <b>Entomología</b> Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055	 Versión: 1 Fecha de emisión: 29/5/17
		<b>INFORME DE RESULTADO</b>	

Fecha de informe: 3/12/2020	Fecha recepción: 27/11/2020	Nº Registro LAB: (20) 0851-0852	
Solicitante: Dr. Alfredo Bolaños/ Ing. Stephanni Quirós Campos		Tipo de servicio: ENTOMOLOGÍA	
Propietario muestra: INTA	Cultivo: Cáñamo ( <i>Cannabis sativa</i> )	Material recibido: Hojas con insectos	
Código actividad INTA: CV03MG101-8-20			
Provincia: Limón	Cantón: Pococí	Distrito: Estación Experimental Diamantes	

**METODOLOGÍA:** Se extrajeron los insectos de las hojas y observaron en el estereoscopio. Toma de fotografías.

**RESULTADO:**

4 Coleoptera  
2 Hemiptera  
(Id. R. León, 2 dic. 2020) En proceso



Figura 1. Coleoptera. A) (0.1 mm). B) Se invadió de hongo saprofito. C) D)

Los insectos adultos de este Orden (Coleoptera) roen las hojas de *cannabis* produciendo muchos agujeros pequeños, afectando el crecimiento de las plantas de cáñamo, pero también royendo las flores y semillas inmaduras, y se puede ver dañado gravemente durante el período de plántulas.

LF-F27	 Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria	Laboratorio de Fitoprotección Entomología Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055	 Versión: 1 Fecha de emisión: 29/5/17
		<b>INFORME DE RESULTADO</b>	



Figura 2. Hemiptera. A)



B) (frontal)



C) ventral

Se ha confirmado que los insectos de al menos cuatro familias de insectos verdaderos (suborden Heteroptera) se alimentan de cáñamo: Pentatomidae, Miridae, Rhopalidae y Lygaeidae. La mayoría de estos parecen alimentarse de flores, tallos y semillas del cultivo (<http://casanarepositivoparahemp.com/2019/09/26/desarrollo-de-sistemas-de-control-de-plagas-de-insectos-para-el-canamo-en-los-estados-unidos/>).

Las lesiones más graves parecen estar asociadas con especies que afectan los botones florales femeninos y las semillas en desarrollo.

Análisis por: Nombre: Ruth León González. Firma: 	Aprobación: Nombre: Luis Vargas Cartagena Firma:  Firmado digitalmente por LUIS GUILLERMO VARGAS CARTAGENA (FIRMA) Fecha: 2020.12.09 11:32:07 -06'00'	Sello:
Función: Responsable Diagnóstico de Artrópodos del INTA-CR.	Función: Coordinador	

### Anexo 3. Resultados de laboratorio de hongo *Sclerotium cepivorum* en planta de cañamo

LF-F27	 Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria	Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055		Versión: 1 Fecha de emisión: 29/5/17
		<b>INFORME DE RESULTADO</b>		Página 1 de 1

Fecha de informe: 25/06/2021	Fecha recepción: 17/06/2021	Nº Registro LAB: (21) 0376
Solicitante: Dr. Alfredo Bolaños Herrera		Tipo de servicio: Microbiología suelos
Propietario muestra: Dr. Alfredo Bolaños Herrera	Cultivo: Cañamo	Material recibido: Sustrato
Código actividad INTA: CV03MG101-120		
Provincia: Guanacaste	Cantón: Cañas	Distrito:

**METODOLOGÍA:** Aislamiento en sustratos PDA. Observación en el microscopio de luz y uso de catálogos especializados.

**RESULTADO:**

DESCRIPCIÓN MUESTRA	DIAGNÓSTICO
Muestra (21) 0376 Sustrato	<b>Crecimiento positivo hongo: <i>Sclerotium cepivorum</i></b>

**Comentario General:**

El hongo *Sclerotium cepivorum* pueden causar problemas en cultivos de uso agrícola. Medidas generales para el manejo de este hongo son las siguientes.

- Evitar el trasiego de herramientas, equipo y material de siembra contaminado.
- Rotación de cultivos al menos por 8 años
- Eliminar residuos de cosecha de plantas enfermas.
- Tratamiento químico en drench con benomyl (5 gramos / litro).
- El uso del biocontrolador *Trichoderma* sp, con eficacia biológica comprobada.

Análisis por:	Aprobación:
Nombre: Daniel Vargas Valverde / Luis Vargas Cartagena	Nombre: Luis Vargas Cartagena
Firma:	Firma: Firmado digitalmente por LUIS GUILLERMO VARGAS CARTAGENA (FIRMA) Fecha: 2021.06.28 07:49:19 -06'00'
Función: Área Fitopatología	Función: Coordinador Lab Fito

LF-F27	 Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055		Versión: 1
			Fecha de emisión: 29/5/17
<b>INFORME DE RESULTADO</b>			Página 1 de 2

Fecha de informe: 08/02/2022	Fecha recepción: 07/02/2021	Nº Registro LAB: (22) 0124	
Solicitante: Stephanie Quiros		Tipo de servicio: Microbiología suelos	
Propietario muestra: Stephanie Quiros	Cultivo: Cañamo	Material recibido: Tallo y raíz	
Código actividad INTA: CV03MG101-1-20			
Provincia: Guanacaste	Cantón: Cañas	Distrito: Bebedero	

**METODOLOGÍA:** Montaje directo. Observación en el microscopio de luz y uso de catálogos especializados.

**RESULTADO:**

DESCRIPCIÓN MUESTRA	DIAGNÓSTICO	FOTO
<p><b>0124</b> Tallo y raíz proveniente del invernadero</p>	<p>Crecimiento positivo hongo: <i>Sclerotium cepivorum</i></p>	

**Anexo 4.** Resultados de laboratorio sobre la presencia de insectos asociados al cultivo de cañamo en Cañas, Guanacaste

LF-F27		Laboratorio de Fitoprotección Entomología Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055		Versión: 1 Fecha de emisión: 29/5/17
	INFORME DE RESULTADO			Página 1 de 3

Fecha de informe: 8/02/2022	Fecha recepción: 7/02/2022	Nº Registro LAB: (22) 0125
Solicitante: Stephanie Quirós	Tipo de servicio: ENTOMOLOGÍA	
Propietario muestra: INTA	Cultivo: Cañamo.	Material recibido:
Código actividad: CV03MG101-1-20	Muestras recolectadas del perímetro del invernadero.	Insectos adultos
Provincia: Guanacaste	Cantón: Cañas	Distrito: Bebedero

**METODOLOGÍA:** Larva se cocina en agua y se conserva en alcohol. Se revisa claves de catálogos especializados y se observan mediante el uso de estereoscopio.

**RESULTADO:**

(Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae), *Sinea sp.*

Hemiptera: Pentatomidae: Pentatominae, *Thyanta sp.* Es probable que sea *T. perditor*

Orthoptera: Tettigoniidae

Hymenoptera: Fomicidae

Hemiptera: Fulgoroidea: Flatidae.

Lepidoptera: Noctuidae

Aranae: Thomisidae

Aranae: Thomisidae

Aranae: Salticidae

LF-F27	 Laboratorio de Fitoprotección Entomología Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055	 Versión: 1 Fecha de emisión: 29/5/17



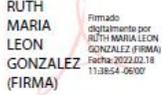
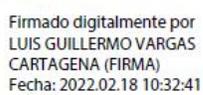
- A) *Sinea* sp., un controlador biológico por excelencia. B) *Thyanta* sp. Es común encontrarlas en gramíneas. C) Tettigonidae, común en campos algunos son depredadores y pueden causar defoliación en algunas plantas. D) Formicidae, algunas son depredadoras voraces, recolectoras de semillas, carroñeas.



- A) Flatidae, chupan la savia del floema de las plantas. B) Noctuidae, algunas son plagas de cultivos importantes.



A-B) Familia Thomisidae. C-D) Familia Salticidae. Ambas Familias son depredadoras de algunos otros artrópodos.

Análisis por:	Aprobación:
<p>Nombre: Ruth León González.</p> <p>Firma:  RUTH MARIA LEON GONZALEZ (FIRMA)</p> <p>Función: Responsable Diagnóstico de Artrópodos del INTA-CR.</p>	<p>Nombre: Luis Vargas Cartagena</p> <p>Firma:  Firmado digitalmente por LUIS GUILLERMO VARGAS CARTAGENA (FIRMA)</p> <p>Fecha: 2022.02.18 10:32:41 -06'00'</p> <p>Función: Coordinador</p>

**Anexo 5.** Resultados de análisis foliar de los cultivares de cáñamo evaluados en Cañas, Guanacaste

N° Lab.		Identificación de campo	PORCENTAJE (%)					mg/kg			
			N-T	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
F- 2391		CHERRY BLOSSOM	5,42	0,53	7,02	8,35	0,74	162	3	38	9
F- 2392		MAYA GRAIN	5,71	0,79	4,03	5,60	0,54	155	2	43	17
F- 2393		QUEEN DREAM	5,53	0,93	4,65	6,37	0,50	130	3	41	57

Metodología Utilizada: digestión total con ácido nítrico y Lectura en AA (P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn); N-T en Dumas.

Ing. Marco Corrales Soto  
Coordinador Laboratorio de Suelos, Foliare y Aguas  
N. I.: 3903

Master. Sergio Alberto Ramirez Amador  
Químico de Laboratorio de Suelos  
N. I.: 02654  
Visto Bueno

## Anexo 6. Resultados de análisis de suelo de invernadero de la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez

		<b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDO VEGETAL</b> <b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELOS</b>											
Código: IACS-01, Versión 01-17 Pág. 1 de 1								COMPLEJO LABORATORIAL DEL INTA San Rafael de La Unión, Cartago Tel. 2278-0514 Correo Electrónico: labsuelos@inta.go.cr					
<b>Fecha:</b> 18 de noviembre de 2020		<b>Cliente:</b> ALFREDO BOLAÑOS HERRERA				<b>Código análisis:</b> DTS-LSF-01							
<b>Finca:</b>		<b>Cultivo:</b>				<b>Fecha de ingreso:</b>							
<b>Provincia:</b> GUANACASTE		<b>Cantón:</b> CAÑAS				<b>Distrito:</b> BEBEDERO							
<b>Coordenadas:</b>		<b>Norte:</b>				<b>Oeste:</b>							
Nº Lab.	Identificación de campo	pH H <sub>2</sub> O	Cmol(+)/L				mg/L						% Sat. Acidez
			K	Ca	Mg	Acidez	P	Fe	Cu	Zn	Mn		
* Niveles críticos medios →		5.6-6.5	0.2-0.6	4 - 20	1 - 5	0.5-1.5	10 - 20	10 - 100	2 - 20	2 - 10	5 - 50	10 - 50	
S- 14175	MUESTRA # 1	7,0	0,53	15,5	3,6	0,1	18	25	4	0,8	2	1	
S- 14176	MUESTRA # 2	6,6	0,71	13,8	3,7	0,2	23	26	6	2,1	5	1	
S- 14177	MUESTRA # 3	7,1	0,82	13,9	3,7	0,2	34	10	4	1,5	4	1	
S- 14178	MUESTRA # 4	7,0	0,77	11,5	3,4	0,2	31	32	6	2,7	14	2	
S- 14179	MUESTRA # 5	6,7	0,56	16,7	4,2	0,1	21	32	8	2,5	4	1	

mg/L = p.p.m.  
 Ac. Ext. = Acidez Extractable (Al+H)  
 Sat. Ac. = Saturación de acidez

**ESTE ANALISIS DEBE SER INTERPRETADO POR UN TÉCNICO**

**Metodología Utilizada:** Olsen Modificado (K, P, Fe, Cu, Zn, Mn) – **Extracción con KCl 1M** (Ca, Mg, Acidez Extractable) – pH en H<sub>2</sub>O **Materia Orgánica:** Walkley y Black (1938).  
 Análisis de fertilidad: determinación de los elementos: P, K, Fe, Cu, Zn y Mn se utilizó la solución Olsen modificado (NaHCO<sub>3</sub> al 0.5 N + EDTA al 0.01 N + Superflor, ajustada a pH 8.5 con NaOH).  
 En la determinación de Ca, Mg y Acidez Intercambiable (Al + H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>), se utilizó la solución extractora de KCl 1 M y relación suelo-solución 1:10 (Briceño y Pacheco, 1984).

\* Adaptado del MAG, 1978. Díaz Romeu y Hunter, CATIE, 1978.



**Ing. Marco Corrales Soto**  
 Coordinador Laboratorio de Suelos, Foliare y Aguas  
 N. I.: 3903



**Master. Sergio Alberto Ramírez Amador**  
 Químico de Laboratorio de Suelos  
 N. I.: 02654  
 Visto Bueno

**Nota:** En caso de que el cliente solicite el envío en formato .XLS, el Laboratorio de Suelos del INTA no se hace responsable por su confidencialidad puesto que el documento válido es el original firmado.