

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

---

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y  
AGROAMBIENTAL.**



**“Ensayo De Variedades De Cábamo En La Vega  
Baja Del Segura”**

TRABAJO FIN DE GRADO  
Septiembre 2016

Autor: Jorge García Hernández  
Tutor: Santiago García Martínez

## REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE CARRERA

### **Identificaciones**

- Autor: Jorge García Hernández.
- Título: Ensayo De Variedades De Cáñamo En La Vega Baja Del Segura.
- Director: Dr. D. Santiago García Martínez.
- Año: 2016
- Titulación: Grado en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental.-
- Especialidad: Mecanización y Construcciones Agroindustriales.

### **Palabras clave**

Cáñamo, *Cannabis sativa* L., Futura 75, Kompolti, CBD.

### **Keywords**

Hemp, *Cannabis sativa* L., Futura 75, Kompolti, CBD.

### **Otros datos**

Nº de citas bibliográficas: 31

Nº de tablas: 11

Nº de ilustraciones: 28

Nº de gráficos: 4

## RESUMEN

En este trabajo se han cultivado las variedades de cáñamo certificadas Kompolti y Futura 75 y se han estudiado distintos parámetros productivos y el contenido de CBD y THC.

No se han encontrado diferencias significativa entre la producción de las dos dosis de siembra de Futura 75 (50 y 100 Kg/ha) por lo que se recomendaría la utilización de la menor. La proporción hojilla con respecto al peso del cogollo obtenida en las dos variedades ha sido similar. Los contenidos de CBD y THC de las dos variedades han superado los indicados por los productores de las semilla posiblemente debido a las condiciones ambientales en las que se desarrollo el cultivo.



## ABSTRACT

In this work we have cultivated varieties of hemp Kompolti and Futura 75 certified and studied various production parameters and content of CBD and THC.

No significant differences were found between the production of two doses of planting Futura 75 (50 and 100 Kg/ha) so that the use of the least be recommended. The hojilla weight ratio to whorl obtained in both varieties was similar . The contents of CBD and THC of the two varieties have exceeded those indicated by the producers of seed possibly due to environmental conditions in which the crop development.





Figura 2. FICHA BOTÁNICA DE LA PLANTA DEL CÁÑAMO.



1.- Extremidad con flor de una planta macho. 2.- Extremidad de una planta hembra portadora de granos. 3.- Planta joven portadora aún de su cotiledón. 4.- Hoja individual (detalle). 5.- Flor macho. 6.- Flor hembra. 7.- Graho con la cubierta peluda. 8.- Grano visto de frente. 9.- Grano, vista lateral. 10.- Pelo con extremidad glandular. 11.- Pelo glandular unicelular. 12.- Pelo sin glándula con su cistolito.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a los miembros de la empresa promotora CAFINA S.L. y en especial a D. Joaquín G. Parra Ruiz por permitirme participar en este ensayo.

Al Dr. D. Santiago García Martínez, por su interés, ayuda y conocimientos, sin los cuales no habríamos podido llegar a una conclusión satisfactoria.

A mi familia, y en especial a mi abuelo Antonio que despertó en mi el interés por la agricultura y a mi tía Fina por hacerme ver que aunque surjan adversidades hay que tener siempre una sonrisa para los demás.

Y por ultimo a mis compañeros de clase por tener la culpa de que estos tres años hayan pasado casi sin darme cuenta.



# INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1. SITUACIÓN TAXONÓMICA.....	10
1.2. FASES DE DESARROLLO.....	12
1.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	14
1.3.1. Raíz.....	15
1.3.2. Tallo.....	15
1.3.3. Hojas.....	16
1.3.4. Flores.....	17
1.3.5. Semilla.....	17
1.4. NECESIDADES DEL CULTIVO.....	18
1.5. QUÍMICA DEL CÁÑAMO.....	19
1.6. CULTIVO DEL CÁÑAMO.....	21
1.6.1 Preparación del terreno.....	22
1.6.2. Siembra.....	22
1.6.3. Riego.....	23
1.6.4. Fertilización.....	23
1.6.5. Cosecha.....	24
1.6.6. Aprovechamientos.....	24
1.7. IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	30
1.7.1. Importancia económica de la fibra de cáñamo.....	30
1.7.2. Importancia económica del cañamón.....	31
1.8. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	32
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>33</b>
<b>3.MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>34</b>
3.1. MATERIAL VEGETAL.....	34
3.1.1. Futura 75.....	35
3.1.2. Kompolti.....	35
3.2. PARCELAS.....	36
3.3. LABORES REALIZADAS.....	37
3.3.1. Preparación del terreno.....	38
3.3.2. Siembra.....	38
3.3.3. Riegos.....	39
3.3.4. Recolección.....	39
3.3.5. Secado.....	40
3.4. PARÁMETROS ANALIZADOS.....	41
3.4.1. Parámetros productivos por planta.....	41
3.4.2. Parámetros productivos por m <sup>2</sup> .....	41
3.4.3. Parámetros productivos por hectárea.....	42
3.4.4. Componentes químicos analizados.....	43
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	44
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
4.1. CONSIDERACIONES SOBRE EL CULTIVO.....	45
4.2. PARÁMETROS PRODUCTIVOS POR PLANTA.....	46
4.3. PARÁMETROS PRODUCTIVOS POR M <sup>2</sup> .....	47
4.4. PARÁMETRO PRODUCTIVOS POR HA.....	47
4.5. PARÁMETROS QUÍMICOS.....	48
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>51</b>

## 1. Introducción.

El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) tiene su origen en Asia (China), donde se tienen referencias acerca de su cultivo con fines textiles que datan del 8.000 A.C. (Herer, 1985). Su cultivo siempre ha sido apreciado y valorado por los agricultores a pesar de las costosas labores de recolección y procesado que conllevaba. No es un cultivo excesivamente exigente, presenta excelentes condiciones para incorporarse en rotaciones de cultivo, dado que apenas presenta incompatibilidades con las cosechas que lo preceden y es el antecedente ideal, puesto que deja el terreno en un buen estado, además, gracias a su rápido crecimiento impide que las malas hierbas se desarrollen, evitando las costosas labores de limpieza del terreno (Hansen, 1967). Gracias a estas características, algunos cultivos posteriores podían llegar a mejorar su producción como en el caso del trigo (*Triticum sp.*) hasta en un 30% (Acosta, 2001).

Estos beneficios y los variados aprovechamientos que tiene la planta hicieron que se extendiera rápidamente por todo el mundo formando parte de una gran variedad de culturas. Los egipcios, ya en el año 4.000 A.C. lo usaban como sustituto del papiro para hacer papel y para fabricar sus ropas (Acosta, 2001).

A la península ibérica llegó con la invasión árabe, en el año 1.150 los musulmanes establecieron los primeros molinos de hilado y enriado en la provincia de Alicante. Años más tarde ya se podían encontrar plantaciones de cáñamo por toda la costa mediterránea y algunas zonas del interior de la península (Acosta X. 2001).

El desarrollo de la fuerza naval española en el último tercio del siglo XVII produjo un auge del cáñamo en la Vega de Granada, dado que éste era la materia prima empleada para fabricar las velas y cuerdas que utilizaban los barcos, pero a partir de la derrota de Trafalgar y la pérdida del imperio americano se redujo la demanda y se terminó perdiendo el cultivo en esa zona. A partir de entonces el protagonismo en la producción del cáñamo pasaría a las huertas valencianas siendo Castellón el que más presencia tendría con un 38% de su superficie cultivada seguido del Bajo del Segura con un 29% y la huerta valenciana con un 19% (Hansen, 1967).

Fue a raíz de la primera guerra mundial (1914-1918) cuando el cultivo del cáñamo en la zona de Alicante se favoreció de la desaparición de la competencia (Rusia e Italia principalmente), esto mejoró los precios gracias a la exportación, lo que provocó un

desabastecimiento del mercado interior. Durante los 40 años siguientes la industria y la agricultura de la zona estarían fuertemente vinculadas. Se crearon importantes industrias de hilado en Callosa del Segura y la Villa Joiosa y de calzado en Elche, ayudadas por la descortezadora perfeccionada por George W. Schichten en 1.916 que mecanizaba las labores de separación de fibras cortas y largas (Hansen, 1967).

Fue a principios de la década de los 60 cuando el cultivo del cáñamo se hundió, en 1962 la superficie cultivada en la provincia de Alicante era de 4.194 ha, tres años después casi el 90% de esta superficie ya no se dedicaba al cáñamo (Hansen, 1967). La causa de este hundimiento fueron la irrupción definitiva de las fibras sintéticas derivadas del petróleo, ayudadas por la leyes antinarcóticas que venían promoviendo los Estados Unidos desde 1.937, en concreto la Ley de Tributación del la Marihuana (Herer, 1985), que asociaba el cáñamo con la marihuana y se justificaba en el efecto psicoactivo capaz de provocar la marihuana por una sustancia presente en toda la planta, pero en especial en las flores femeninas de la planta, el Delta-9-tetrahidrocannabinol (THC).

En los años 70 la UE trataría de reactivar el cultivo, ofreciendo ayudas a los agricultores, a través del Reglamento CEE nº1308/70, este reglamento se modificará más adelante mediante el Reglamento CEE nº1430/82, en el que se realiza una primera distinción entre el cáñamo industrial y la marihuana (droga), incluyendo que para ser beneficiario de las ayudas *“sólo se concederá si se ha producido a partir de semillas de variedades que ofrezcan determinadas garantías que se deberán determinar, en lo referente al contenido en sustancias embriagantes del producto cosechado”*. En este reglamento no se hace referencia a unos límites concretos por lo que se vuelve a modificar a través del Reglamento CEE nº2059/84 que limita las concentraciones de THC al 0,3% a partir del 1.987 y establece una lista de variedades autorizadas, que se puede consultar en el Catálogo Común de Variedades de Especies de Plantas Agrícolas publicado periódicamente por la UE y que actualmente consta de unas 50 variedades. Esto provoca que los agricultores tengan que dejar de utilizar las semillas obtenidas en la misma cosecha y los obliga a comprar la semilla a las casas comerciales que garanticen la legalidad de la plantación.

En España se produjo un repunte de la producción del cáñamo para fibra en el año 1.991 que alcanzaría su máximo de producción en el año 1.998 con 22.527 toneladas, a partir de ese punto decreció rápidamente hasta el año 2006, desde entonces se mantiene



como un cultivo marginal, las causas de este declive pudieron ser la introducción de un nuevo reglamento en el año 2.000 por parte de la UE que es más restrictivo (Reglamento CEE nº1672/2000) con la concentración de THC, disminuyendo el límite máximo a 0,2% y el traslado de la empresa catalana Agrofibra a Francia.

### 1.1. Situación taxonómica.

En 1753 el botánico suizo Carlos Linneo reconoció y clasificó la especie como un cultivo en su trabajo *Systema Naturae*. De ahí que el nombre fuese el de *Cannabis sativa*, (*sativa* significa cultivada en latín), en la taxonomía moderna se hace referencia al autor del taxón, por lo que el nombre, se quedó definitivamente como *Cannabis sativa* L. El género *Cannabis* es junto al género *Hummulus* los dos únicos que forman la familia de las *cannabaceas*.

**Tabla 1:** encuadre taxonómico

<b>Grupo</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Magnoliopsidas
<b>Orden</b>	Urticales
<b>Familia</b>	Cannabaceas
<b>Género</b>	<i>Cannabis</i>
<b>Especie</b>	<i>sativa</i>

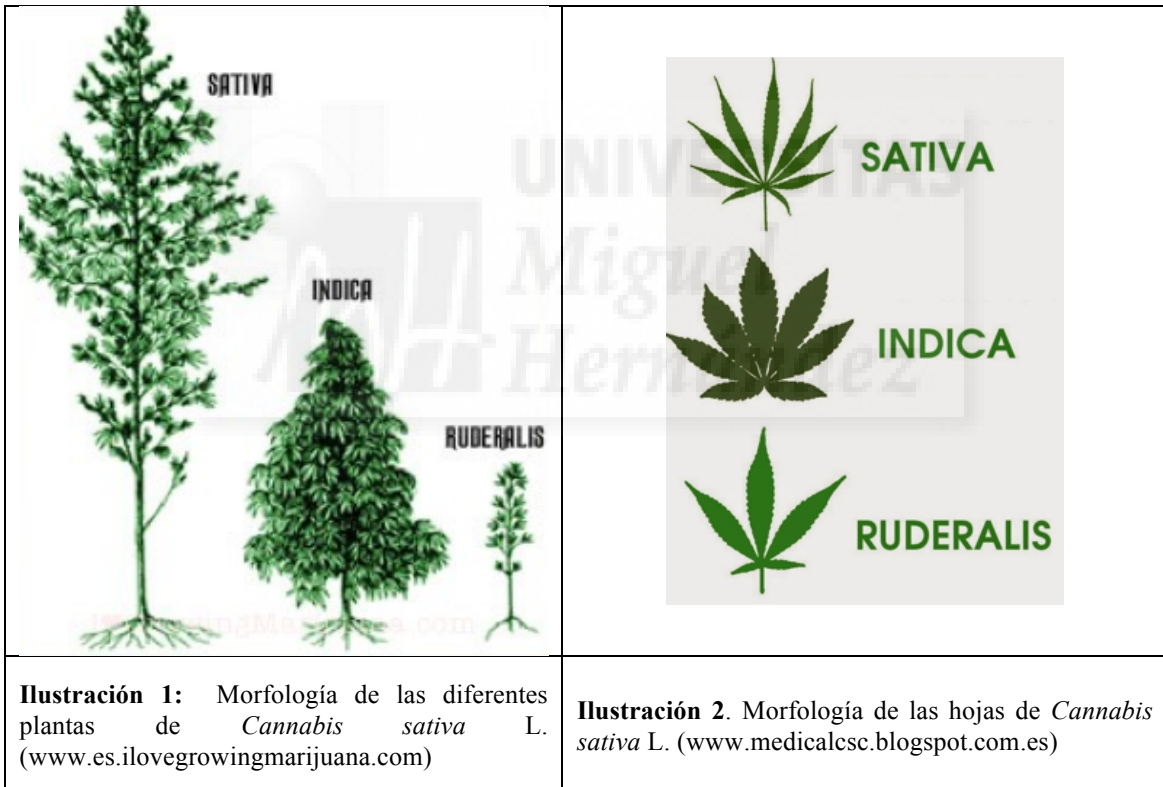
En 1976 Small et *al.* afirmaban que todas las plantas del género *Cannabis* pertenecían a la especie *sativa* en contraposición con lo expresado por otros autores que defendían que se trataba de un género politípico. Actualmente se acepta que el género *Cannabis* esta formado únicamente por la especie *Cannabis sativa* L. y se clasifica en tres subespecies: *C. Sativa* subsp. *sativa*, *C. Sativa* subsp. *rudelaris* y *C. Sativa* subsp. *indica* (Matthews, 1999). Algunos autores defienden que existen dos subespecies más *C. Sativa* subsp. *spontanea* y *C. Sativa* subsp. *kafiristanca* (Hill, 1983), que tienen características morfológicas diferentes:

1. *Cannabis sativa* subsp. *sativa*: originaria de Europa y África. Se trata de la subespecie con un mayor crecimiento longitudinal pudiendo llegar en algunos casos hasta los 5 metros de altura, ramificación débil, los tallos se caracterizan por tener

largos entrenudos, las hojas frecuentemente tienen entre 5-9 folíolos, peciolo corto, se trata de la planta más cultivada dentro del género.

2. *Cannabis sativa* subs. *ruderalis*: originaria de Rusia, Europa central y Asia central. Plantas pequeñas, no superan el metro de altura, raramente presentan ramificaciones secundarias, las hojas presentan entre 5-7 folíolos, peciolo corto, esta subespecie se caracteriza por florecer cuando alcanza una edad determinada, independientemente del fotoperíodo (Green, 2005).

3. *Cannabis sativa* subsp. *indica*: originaria del sureste asiático. Rara vez alcanzan los 3 metros de altura, a diferencia de las demás, esta presenta una ramificación secundaria abundante, entrenudos más cortos, las hojas presentan entre 7-11 folíolos, peciolo más corto que el resto.



## 1.2. Fases de desarrollo.

La fenología del cultivo la resume V. Mediavilla et al., en 1998, utilizando los principios generales un código decimal creado para los cereales propuesto por Zadoks et al. en 1974 al que realizan ajustes para el cáñamo.

**Tabla 2:** Definición del primer dígito del código

Primer dígito del código	Definición
0	Germinación y emergencia
1	Etapa vegetativa
2	Floración y formación de semillas
3	Senescencia

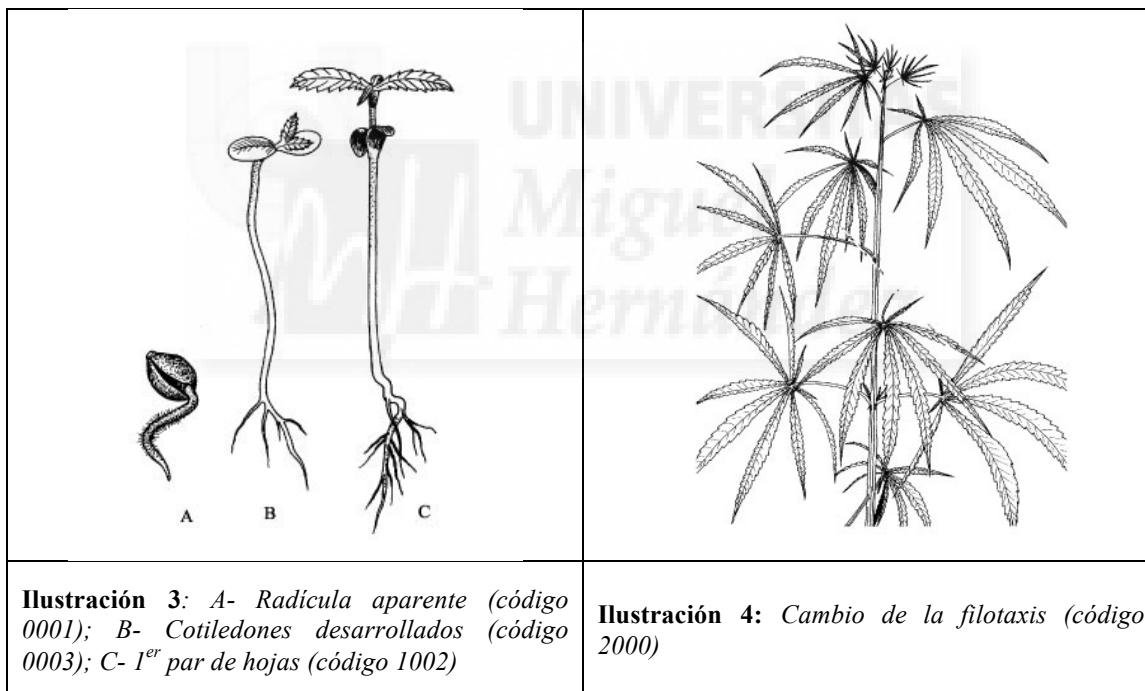
El segundo dígito corresponde al sexo de la planta (1=Masculino; 2=Femenino; 3=hermafrodita) y el tercer y cuarto dígito corresponde con la etapa de desarrollo de la planta

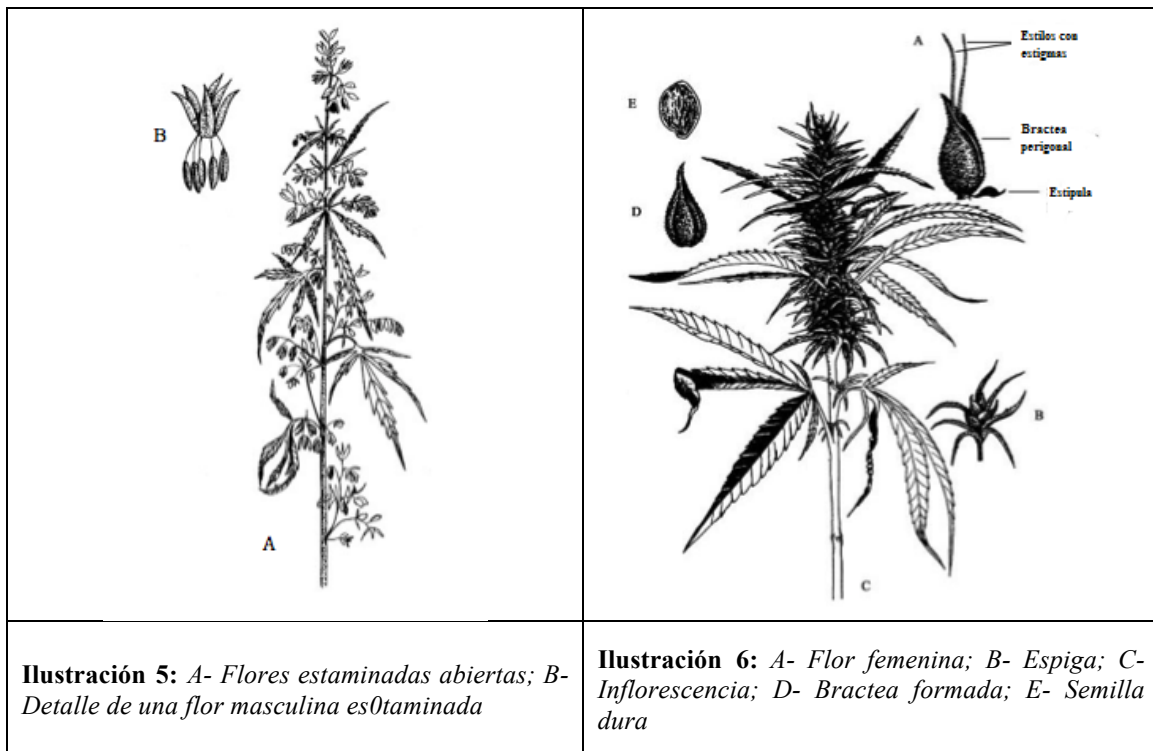
**Tabla 3:** Definición y códigos de las etapas de crecimiento de Cannabis sativa L.

Código	Definición	Observaciones
<b>Germinación y emergencia</b>		
0000	Semilla seca	
0001	Radícula aparente	
0002	Aparición del hipocotilo	
0003	Cotiledones desarrollados	
<b>Etapa vegetativa</b> , se refiere al tallo principal, las hojas se consideran desplegadas cuando tienen al menos un cm de longitud.		
1002	1 <sup>er</sup> par de hojas	1 foliolo
1004	2 <sup>o</sup> par de hojas	3 foliolos
1006	3er par de hojas	5 foliolos
1008	4 <sup>o</sup> par de hojas	7 foliolos
1010	5 <sup>o</sup> par de hojas	:
10xx	Ultimo par de hojas	xx= 2 veces enésimo par de hojas
<b>La floración y formación de semillas</b> , se refiere al tallo principal, incluyendo las ramas		
2000	Punto GV (inducción a la floración)	Cambio de la filotaxis en el tallo principal de opuesta a alterna. La distancia entre los peciolos de las hojas alternas es de al menos 0,5 cm
2001	Primordios florales	Sexo casi indistinguible
<b>Planta dioica</b>		
<b>Masculino</b>		
2100	Formación de flores	Primeras flores estaminadas cerradas
2101	Comienzo de la floración	Primeras flores estaminadas abiertas
2102	Floración	50% de flores abiertas
2103	Fin de la floración	95% de flores estaminadas abiertas o marchitas
<b>Femenino</b>		
2200	Formación de flores	Primeras flores pistiladas, Bractea sin estilos
2201	Comienzo de la floración	Estilos en las primeras flores femeninas
2202	Floración	50% de brácteas formadas
2203	Inicio de la madurez de las	Primeras semillas duras



	semillas	
2204	Madurez de las semillas	50% de semillas duras
2205	Fin de la madurez de las semillas	95% de semillas duras o quebradas
<b>Planta monoica</b>		
<b>Hermafrodita</b>		
2300	Formación de la flor femenina	Primeras flores pistiladas Brácteas perigonales sin estilos
2301	Inicio de la floración femenina	Primeros estilos visibles
2302	Floración femenina	50% de brácteas formadas
2303	Formación de la flor masculina	Primeras flores estaminadas cerradas
2304	Floración masculina	50% de flores estaminadas abiertas
2305	Inicio de la madurez de las semillas	Primeras semillas duras
2306	Madurez de las semillas	50% de semillas duras
2307	Fin de la madurez de las semillas	95% de semillas duras o quebradas
<b>Senescencia</b>		
3001	Desección de la hoja	Hojas secas
3002	Desección del tallo	Caída de las hojas
3003	Descomposición del tallo	Fibras despegadas





### 1.3. Características botánicas.

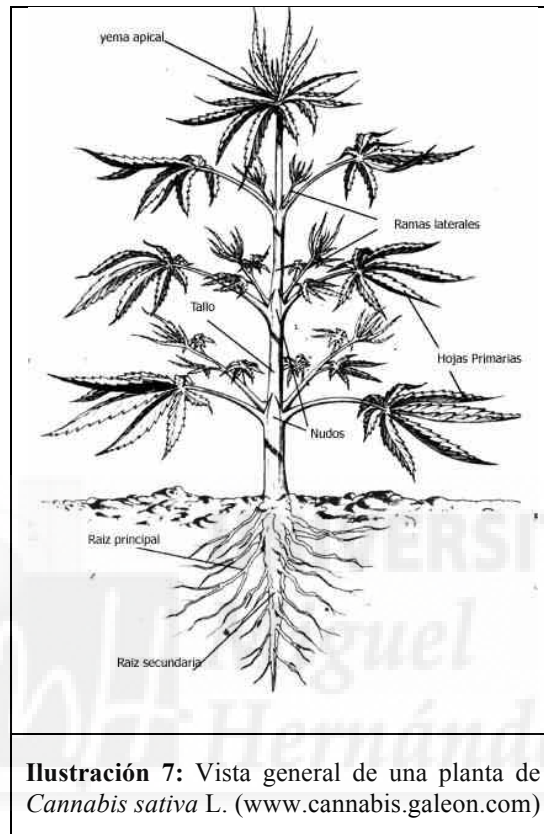
El cáñamo es una planta herbácea anual que aparece comúnmente como una planta dioica ( $2n=20$ ), aunque puede darse el caso de que aparezcan especímenes monoicos.

Tiene un tallo rígido, de altura variable entre <1- 5 metros y que puede presentar ramificaciones o no en función de la densidad de plantación y la subespecie de la que se trate. Es uno de los cultivos con un mayor crecimiento diario, se dan frecuentemente crecimientos de 2 cm por día, pudiendo llegar a 11 cm por día los cultivares mas altos en condiciones ideales (Merfield, 1999).

Las ramificaciones nacen siempre de la axila de una hoja y se disponen inicialmente de forma opuesta hasta que se produce el cambio de la filotaxis, momento en le que pasan a disponerse de forma alterna

Salvo la subespecie *rudelaris* son plantas fotosensibles, durante las primeras fases de desarrollo requieren de una gran cantidad de horas de luz, en cambio, para que se produzca la transición de la fase vegetativa a la floración se precisan cada vez menos horas de luz, al tratarse de una planta de día corto (Ranalli, 2004). El momento de la floración esta determinado por el cultivar y la latitud (van der Werf et al. 1995) y puede ser modificado factores externos como el clima y las practicas de manejo.

Las plantas masculinas florecen por lo general 14-25 días antes que las femeninas, produciendo una gran cantidad de polen que se transporta a través del viento (plantas anemófilas) (Clarke, 1999), una vez han florecido las plantas se marchitan y mueren en un corto periodo de tiempo, en cambio las plantas femeninas después de la floración aguantan vivas hasta que las semillas se han desarrollado completamente.



**Ilustración 7:** Vista general de una planta de *Cannabis sativa* L. ([www.cannabis.galeon.com](http://www.cannabis.galeon.com))

### 1.3.1. Raíz.

La raíz principal pivotante alcanza entre 30-40 cm de profundidad y a partir de ella se producen una masa abundante de raíces secundarias, sobre todo en los primeros 15-20 cm. El peso de la raíz completa supone alrededor del 10% del total de la planta. (López, 2003)

### 1.3.2. Tallo.

El tallo es recto, hueco, de forma cónica, circular, aunque en determinadas zonas presenta unas acanaladuras, el diámetro, mayor en la base, decrece en función de la altura, los entrenudos son largos y se acortan conforme se acercan al ápice.

La corteza, está compuesta por entre un 65-70% de celulosa, 10-15% de hemicelulosa y 3-5% de lignina.

Los haces fibrosos del tallo se componen de fibras primarias y secundarias. Las primarias tienen una sección transversal irregular y una pared espesa que no consigue cerrar el lumen interno, su longitud varía de 5 a 40  $\mu\text{m}$  y 20-50  $\mu\text{m}$  de diámetro. La fibra secundaria tiene una sección transversal menos irregular y es más delgada, las paredes espesas llenan completamente el lumen interno y están fuertemente lignificadas, su longitud varía de 2 a 4  $\mu\text{m}$  y el espesor es de 15 a 17  $\mu\text{m}$ . Ambas fibras se entrelazan en atados a lo largo del tallo. (López, 2003)



### 1.3.3. Hojas.

Las hojas varían su forma y tamaño en función de la posición que ocupan en el tallo y el sexo de la planta. Son opuestas casi en 3/4 partes del tallo, hasta que se produce el cambio de la filotaxis, que coincide con la inserción de la inflorescencia, después son alternas.

Son palmeadas, las primeras hojas presentan únicamente un foliolo, pero a medida que crece la planta va aumentando el número de estos. En una planta madura el número de foliolos que componen la hoja varía entre 5 y 11, generalmente 7, lanceolados. El color verde del haz es mucho más intenso que el del envés, su longitud es de 15-20 cm y la anchura de 1-3 cm (López, 2003).



#### 1.3.4. Flores.

Las flores masculinas (Ilustración 5) son ramificadas, presentan un número mayor de brácteas largas y laxas, forman panículas axilares, presentan 5 sépalos de color amarillo o púrpura. Una vez madura la flor se abren dejando al aire 5 estambres (López, 2003), con sus correspondientes anteras, que una vez maduras son binoculares de dehiscencia longitudinal, colgantes y que generan una gran cantidad de polen (Acosta, 2001).

Las flores femeninas (Ilustración 6) son frondosas, y cortas. Al estar muy agrupadas parece que formen una espiga, aunque son flores simples. Tienen un cáliz verde, delgado con una fisura en el costado que encierra el ovario y únicamente permite que salgan uno o dos estigmas. Cada flor contiene un ovario bilocular, que finalmente por aborto se convierte en unilocular, con un solo óvulo.

#### 1.3.5. Semilla.

La semilla se origina en el interior de un aquenio sin albumen que tiene de 3-6 mm de largo y 2,5-4 mm de ancho (López, 2003), tiene forma oval y un color pardo, grisáceo o moteado. Posee un pericarpio duro compuesto de dos valvas soldadas.

El peso de la semilla varía entre 3 y 60 mg, generalmente oscilan entre 15-20 mg (Clarke, 1999).



**Ilustración 10:** Detalle de semilla *Cannabis sativa* L. (www.imujer.com).

#### 1.4. Necesidades del cultivo.

La temperatura idónea para la germinación de las semillas es de 24°C, aunque según van der Werf et al. (1995) esta puede ocurrir con temperaturas de 0°C. Para que se produzca la germinación se requiere una suma térmica de 90°C con una temperatura umbral de 0° C (Merfield, 1999). A partir de la emergencia de la planta se produce el crecimiento y emisión de nuevas hojas cuando se acumulan aproximadamente 22°C con una temperatura umbral de 5,7°C.

El cáñamo se caracteriza por una gran variabilidad fenotípica, tanto en las plantas masculinas como femeninas, que se debe principalmente a las condiciones de cultivo, esto puede atribuirse a la competencia entre plantas, las plantas más vigorosas al inicio tienen ventajas sobre aquellas menos vigorosas, lo que aumenta la variabilidad en el campo.

Para que se produzca una cobertura completa del terreno se requieren de 400°C de suma térmica con una temperatura umbral de 0°C (Struik et al. 2000). Mientras que para la producción de fibra el cáñamo necesita de una suma térmica de 1000°C y para producir semillas 2000°C (Merfiel, 1999).

La duración del ciclo de desarrollo del cáñamo es variable, los cultivares más tempranos requieren entre 110-130 días desde que emerge la plántula hasta que florecen, mientras que los cultivares muy tardíos requieren entre 160-180 días.

En cuanto a los factores edafoclimáticos, el cáñamo no es muy exigente, aunque se comporta mejor en climas templado-cálidos-húmedos, prefiere suelos profundos y

frescos con abundantes elementos nutritivos. La temperatura óptima para el desarrollo de la planta se sitúa en 14,3°C con un rango que va desde 5,6°C hasta 27,5°C

El cultivo del cáñamo requiere de una dotación importante de agua desde la aparición del quinto par de hojas hasta el comienzo de la floración, después, es capaz de aguantar periodos moderados de sequía. El coeficiente de evapotranspiración es de 300-500 L de H<sub>2</sub>O/Kg MS.

El cáñamo es capaz de producir hasta 15 toneladas de materia seca por hectárea. En cuanto a la extracción de nutrientes por cada tonelada de materia seca producida son:

**Tabla 4:** Extracción de nutrientes por Kg de materia seca. (López, 2003)

N (Kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg)	K <sub>2</sub> O (Kg)	CaO	MgO
10-15	3-5	15-17	15	2-3

El N es especialmente importante en los primeros estadios del crecimiento y al final de la floración y el inicio de la maduración de la semilla en plantas femeninas. El P se absorbe mayoritariamente al inicio de la floración, al igual que el K (López, 2003).

En los cultivos para semillas, las extracciones de de K son menores, mientras que las de P aumentan en relación con el cultivo destinado a fibra.

Además de necesitar suelos húmedos, bien drenados y que sean ricos en nutrientes, el cáñamo prefiere una estructura franco limosa, franco arcillosa o arcillo limosa, en cuanto al pH, este debe ser superior a 5,0 y menor a 7,5 situándose el óptimo en 6,5 (van de Werf, 1994).

### **1.5. Química del cáñamo.**

El género Cannabis es el único capaz de producir cannabinoides, estos compuestos son insolubles en agua y fácilmente solubles en alcoholes y grasas. Se conocen alrededor de 66 tipos diferentes de cannabinoides producidos por la planta entre los que encontramos el delta-9-tetrahidrocannabinol (THC), el cannabidiol (CBD) o el cannabinol (CBN) entre otros. Los cannabinoides actúan a través de dos tipos de receptores, que se encuentran en todo el cuerpo humano, aunque predominantemente en las terminaciones nerviosas son el CB1, responsable de la euforia y el CB2, responsable de la acción antiinflamatoria.



El THC es el principal componente psicoactivo de la planta, razón por la cual esta prohibido el cultivo de variedades con una alta concentración de este compuesto. En humanos tiene un efecto neurológico que se produce al actuar como agonista de los receptores CB1 y CB2. No se sabe a ciencia cierta por que la planta secreta THC, aunque se cree que es un insecticida natural o que debido a su capacidad que tiene de absorber la luz UV, la planta lo utilice para protegerse de la radiación.

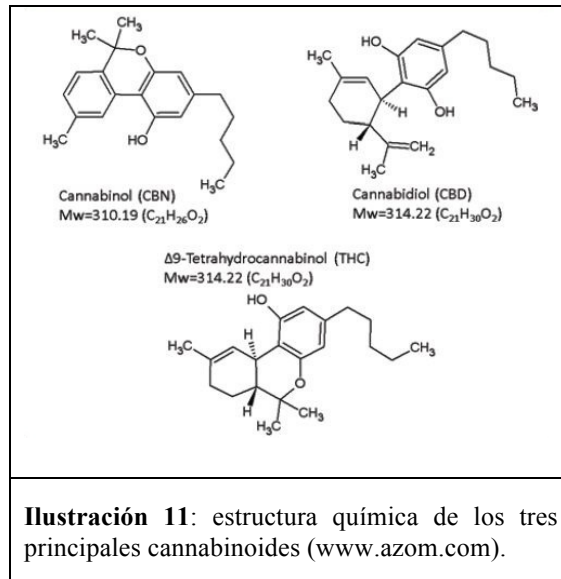
El CBD, en medio ácido se cicla y da lugar a THC. En el cuerpo humano el CBD tiene un efecto anti-psicoactivo, se cree que por ser un antagonista alosterico del CB1 de forma que compite en cierta forma con el THC. El cannabidiol tiene poca afinidad tanto por el CB1 como por el CB2. Existe la teoría de que actúa a través de receptores serotoninergicos 1A (5HT1A), que se encuentran en el sistema nervioso central y el tracto gastrointestinal, siendo esta interacción la posible causa de los efectos ansiolíticos, relajantes, antidepresivos y reguladores del sueño que tiene.

El cannabidiol es junto con otros cannabinoides como el THC capaz de activar otro tipo de receptores, denominados vaniloides de potencial transitorio o TRPV, que también se localizan en el sistema nervioso central, además de en otros sitios como la vejiga o la próstata y que se encargan de la percepción del dolor y la sensibilidad térmica, esto puede explicar el efecto analgésico y antiinflamatorio del CBD.

El CBD también parece tener efecto sobre la proliferación de células cancerígenas, que actualmente no se entiende completamente, aunque Ligresti et al (2006), sugieren que se debe a los efectos que ejercen sobre dichas células y que contribuyen a la inducción de una muerte celular provocada para autocontrolar su crecimiento

En cuanto al CBN, es un cannabinoide con efecto psicotrópico leve, que se forma a consecuencia de la degradación del THC, debido a la exposición de este a la radiación y el aire. Actúa como agonista de los receptores CB1 y CB2, teniendo mayor afinidad con este ultimo.





### 1.6. Cultivo del cáñamo.

Como se ha mencionado anteriormente el cáñamo es un cultivo capaz de adaptarse a multitud de rotaciones de cultivo, gracias a los beneficios agronómicos que presenta. Mejora la estructura gracias a la tupida red de raíces secundarias que se forma, y gracias a su rápido crecimiento y a las hojas que deja en el terreno lo limpia de malas hierbas. Gracias a estas hojas que caen durante el cultivo se restablece casi el total de K extraído y entorno al 60% de P (López, 2003).

En la Vega Baja del Segura se conocen muchas rotaciones de cultivo que incorporan el cáñamo, tanto a uno como a dos años. Según el aprovechamiento del cáñamo los cultivos posteriores que permite son diferentes, siendo mayor la variedad cuando el aprovechamiento es para fibra que para cañamón (semilla). Una de las rotaciones más utilizadas era la de cáñamo – trigo/cebada – maíz. Esta rotación permite decidir el aprovechamiento del cáñamo según las condiciones meteorológicas y del cultivo, aunque normalmente se aprovechaba para semilla ya que la ganancia por la producción de semilla y de fibra superaba las pérdidas que se producían en la cosecha de trigo/cebada siguiente, como consecuencia de una mayor extracción de nutrientes. Otras rotaciones que se utilizaban mucho sobre todo en Dolores y San Fulgencio eran las de cáñamo de fibra – alcachofa (19 meses) – cáñamo de fibra o cáñamo – patatas – cáñamo. En zonas en las que se cultivaba pimientos para pimentón se utilizaba la rotación cáñamo – cereal para forraje – pimiento – cáñamo. El único ciclo que no es viable es el ciclo del cáñamo con el kenaf. (Hansen, 1967).

En cualquiera de los casos, el cáñamo siempre se suele sembrar en la misma época, variando su fecha de recolección desde julio a septiembre según el aprovechamiento de la planta.

### **1.6.1 Preparación del terreno.**

Debido al sistema radicular potente que presenta, el cáñamo requiere de varias labores profundas, que desmenucen la tierra a una profundidad de 20-23 cm, estas se deben realizar durante el otoño anterior utilizando un subsolador. Cuando se acerca la fecha de siembra, se deben eliminar los terrones, para ello se puede dar una pasada de fresadora, o varias pasadas con una grada más una pasada de rodillo.

Es importante que el suelo tenga una buena capacidad de drenaje y no presenten deficiencias en cuanto a el contenido en materia orgánica.

### **1.6.2. Siembra.**

Tradicionalmente se sembraba a voleo, dando varios pases, actualmente se utilizan sembradoras, que hacen la labor más eficaz y consiguen una mejor uniformidad en la plantación.

El cáñamo se puede sembrar a una distancia entre líneas variable que puede ir desde 7 a 20 cm, la semilla se deja caer a chorrillo por gravedad preferiblemente a una profundidad de 2 a 4 cm.

La densidad de siembra va en función del objetivo para el que se realiza la plantación. Para la producción de flores con el fin de extraer cannabinoides, se utiliza una densidad de 10 plantas/m<sup>2</sup> (Rosenthal, 1987), para la producción de cañamones (semilla) 30 plantas/m<sup>2</sup>, (van de Werf, 1994), mientras que para fibra existen unas densidades de siembra muy variadas, en función de lo que si se busca en producción o calidad de la fibra, una densidad que da un equilibrio seria la que fija van der Werf en 1995 que oscila entre las 90 y 250 plantas/m<sup>2</sup> en función del cultivar, condiciones ambientales y la fertilización. Dependiendo del poder germinativo de la semilla se deberá modificar los Kg/ha utilizados. López Bellido, recomienda para obtener una dosis entre 90-100 plantas/m<sup>2</sup>, sembrar 150-170 semillas viables/m<sup>2</sup>.

La época de siembra va desde finales de febrero hasta principios de abril, cuando las temperaturas medias oscilan entre 12-16°C y no hay riesgo de heladas (Acosta, 2001). En la zona de la Vega Baja del Segura, el cáñamo tradicionalmente se a sembrado “en marzo, para que no vea marzo”, es decir se planta a finales de marzo para que la planta emerja ya en el mes de abril.

### **1.6.3. Riego.**

El cáñamo en la zona mediterránea se ha comprobado que para desarrollarse sin problemas necesita de entre 1.500-3.000 m<sup>3</sup>/ha. (López, 2003) En nuestra zona las precipitaciones no son suficientes para cubrir estas necesidades, por lo que se debe aportar agua. Después del riego que se da en la siembra, no es necesario dar otro riego hasta que las plantas tienen entre 15-20 cm de altura, luego se debe aportar agua cada 15 días aproximadamente. En los cultivos para fibra es recomendable dejar de regar 20 días antes de la recolección para que la fibra aumente su resistencia (Acosta 2003). En cultivos para la obtención de semilla es fundamental regar al inicio de la floración para mejorar el cuaje.

### **1.6.4. Fertilización.**

Las aportaciones de P y K deben limitarse únicamente a restituir las extracciones que realiza el cultivo, que suponiendo una producción de 10 toneladas de tallos secados al aire, equivalen a 50-60 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, en el caso del K se deberá aportar una dosis igual únicamente en los casos en los que el suelo sea deficitario en este nutriente, ambas aportaciones se recomienda que se realicen durante la preparación del lecho de siembra.

El N favorece el desarrollo vegetativo de la planta, aunque un exceso de este nutriente provoca un crecimiento elevado de los tallos en longitud, que no está acompañado por un crecimiento secundario, dando lugar a tallos débiles que se doblan fácilmente, esto unido a un posible viento puede dar pie a que aparezcan problemas de encamado y tronchamiento de la planta. Las aportaciones de N suelen estar comprendidas entre 80-120 Kg/ha y se recomienda que se apliquen 2/3 en el momento de la siembra y el 1/3 que resta alrededor de 20-30 días después de la emergencia de la planta (López, 2003).

### 1.6.5. Cosecha.

Como se ha mencionado anteriormente la fecha de recolección varía en función del aprovechamiento para el cual está destinada la plantación. Para la obtención de fibra en cultivares dioicos la recolección se debe realizar inmediatamente después de la floración de las hembras, antes de que las semillas se desarrollen (Cherrett et al., 2005) o lo que es lo mismo, aproximadamente 20 días después de la plena floración de las plantas masculinas. Después de este punto la calidad de la fibra decae rápidamente. Para la obtención de semillas se debe cosechar cuando aproximadamente el 50% de las semillas están maduras (Mediavilla et al., 1998). Para obtener CBD, el momento idóneo de recolección será cuando los tricomas que presentan las flores pasen de tener un color transparente o lechoso, a un color pardo o ámbar, con esto se consigue que parte del THC se oxide y los niveles de CBD sean mayores.

La recolección tradicionalmente era una tarea muy laboriosa, se realizaba a mano, segando la planta con una hoz a pocos centímetros del suelo en el caso de las plantas para fibra y sólo la porción superior en el caso de las plantas para flores y semillas, esto acarrea también unos costes elevados por la mano obra, que a veces ponían en entredicho la viabilidad económica de la explotación, actualmente existen varios tipos de máquinas que son capaces de cosechar el cáñamo, reduciendo así los costes derivados de esta tarea.

### 1.6.6. Aprovechamientos.

Existen diferentes formas de tratar el producto cosechado en función de su aprovechamiento:

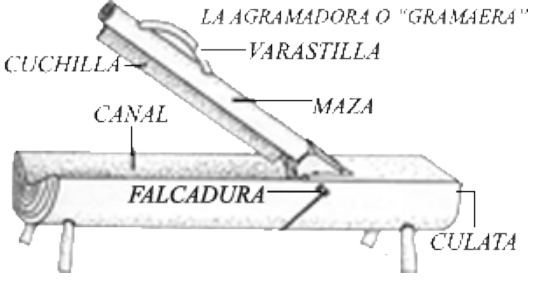

❖ **Cáñamo para fibra:** Es sin duda el que necesita de un procesamiento más laborioso, consta de varias fases: enriado, secado y desfibrado.

El enriado se define como la “separación de las fibras corticales, que se realiza mediante fermentación originada por una serie de microbios anaerobios, que disuelven las materias pépticas que las cementan” (Guerrero, 1950). Y se puede realizar de varias formas:

- Enriado en agua: Consiste en sumergir los tallos durante un periodo aproximado de 10 días. Este método es el que produce una fibra de calidad superior
- Enriado al rocío: Consiste en dejar los tallos en el campo entre 10 y 40 días, y que gracias al rocío se produzca la disolución de las sustancias péptidas.
- Enriado químico: Se trata de un enriado al agua pero bajo condiciones controladas, la temperatura se mantiene a 28°C y se le añaden enzimas y bacterias (*Bacillus felsineus*). La duración del proceso es de 3-4 días, pero requiere de una inversión mayor.

Después del enriado se dejan secar los tallos al sol, tradicionalmente se apilaban las garbas de tallos, formando una estructura características a las que se denominaba palomares.

Una vez secos, se procedía a separar la fibra de la cañamiza, este proceso consta de tres partes, la primera se denominaba agramado y básicamente consistía en machacar los tallos con una “agramadora” (Ilustración 12) para romper la cañamiza y que de esta forma se produjera una primera separación. El segundo paso se denominaba espadillado o espadado y la finalidad era la de separar con mayor precisión la fibra de los restos de cañamiza para ello se golpeaban o se batían las fibras, utilizando una madera de aproximadamente 50 cm de largo y 25 de ancho (Ilustración 13). Por último se realizaba el rastrillado o peinado para eliminar definitivamente los restos de impurezas que pudieran quedar, haciendo pasar las fibras por una especie de peine formado por agujas de acero de entre 20 y 30 cm. Como se menciona anteriormente George W Schicthen, perfecciono en 1.916 una descortezadora que mecanizaba todo este proceso disminuyendo los costes en mano de obra, aunque la calidad resultante de la fibra era peor que la obtenida mediante el proceso tradicional.

	
<p><b>Ilustración 12:</b> Agramadora (www.convega.com)</p>	<p><b>Ilustración 13:</b> Espadón (www.convega.com)</p>

Existen una gran variedad de usos para la fibra del cáñamo:

- Para la fabricación de textiles: Las fibras más finas, de mejor calidad se utilizan para fabricar ropa, desde lencería hasta jeans, mientras que para la fabricación de cordajes, geotextiles o redes no se requiere de una calidad de la fibra excesivamente alta.
- En construcción: bien en ladrillos, sustituyendo al amianto en la fabricación de placas aislantes, mezclado con cemento para aligerar el peso, entre otros.

❖ **Cáñamo para papel:** Tiene un proceso largo, pero está más mecanizado, el proceso de obtención de la pasta descrito es el utilizado por la empresa Celulosa de Levante S.A. y consta de 6 fases

- 1.- Se introducen el cáñamo en una cortadora que cortan las fibras en trozos de 30-40 cm
- 2.-Las fibras cortadas se llevan a una lejiadora en la que se elimina la lignina mediante un proceso llamado "kraft" que consiste en la cocción de las fibras a 160-165°C durante 3 horas, previa adición de sosa y sulfuro sódico.
- 3.- Se someten las fibras a un lavado. Al entrar el agua limpia tiene un pH de 13, y cuando sale el agua sucia presenta un pH neutro.
- 4.- Se realiza un pre-refinado, modifica las fibras tanto física (acortamiento) como químicamente (hidratación, engrase). La longitud de la fibra que se busca suele estar

entre 3-6 mm. La duración de esta fase depende del tipo de papel que se busque, pero puede ir desde 3 a 12 horas.

5.- Se procede a realizar el blanqueo, para ello se introduce la pasta junto con cloro, el cloro se mezcla con la lignina no eliminada en la lejiadora dando cloruro de lignina. Luego se vuelve a mezclar la pasta con hidróxido sódico, que reacciona con el cloruro de lignina dando una disolución fácilmente lavable. El último paso de esta fase es el blanqueo propiamente dicho, se vuelve a mezclar la pasta con cloro al 1-2% y después se da un lavado.

6.- Una vez finaliza la fase anterior, tiene lugar un espesado, depuración y prensado húmedo de la pasta.

La pasta de cáñamo se utiliza para fabricar papel de alto valor añadido como el de los billetes o libros de papel fino (tipo biblia), también se puede utilizar para otros menos singulares como cigarrillos, cartones o papel carbón.

❖ **Cáñamo para CBD:** Una vez cortadas las partes superiores de las plantas, donde se encuentran las flores, se deben secar, procurando formar una única capa para que haya una buena aireación y de esta forma evitar que se puedan aparecer problemas de hongos. Es mejor que las flores se sequen en un lugar protegido de la luz solar directa. Se debe ir controlando la humedad periódicamente mediante un higrómetro. Cuando el material alcanza un porcentaje de humedad de entre el 5-10%, se considera que esta apto para su procesado y se muele.

La extracción del CBD se puede realizar de varias formas, mediante disolventes como el etanol, destilación por vapor de agua o mediante CO<sub>2</sub> supercrítico. Este último proceso patentado por Mueller en 2001 será el que explicaremos a continuación apoyándonos de un esquema (Ilustración 14):

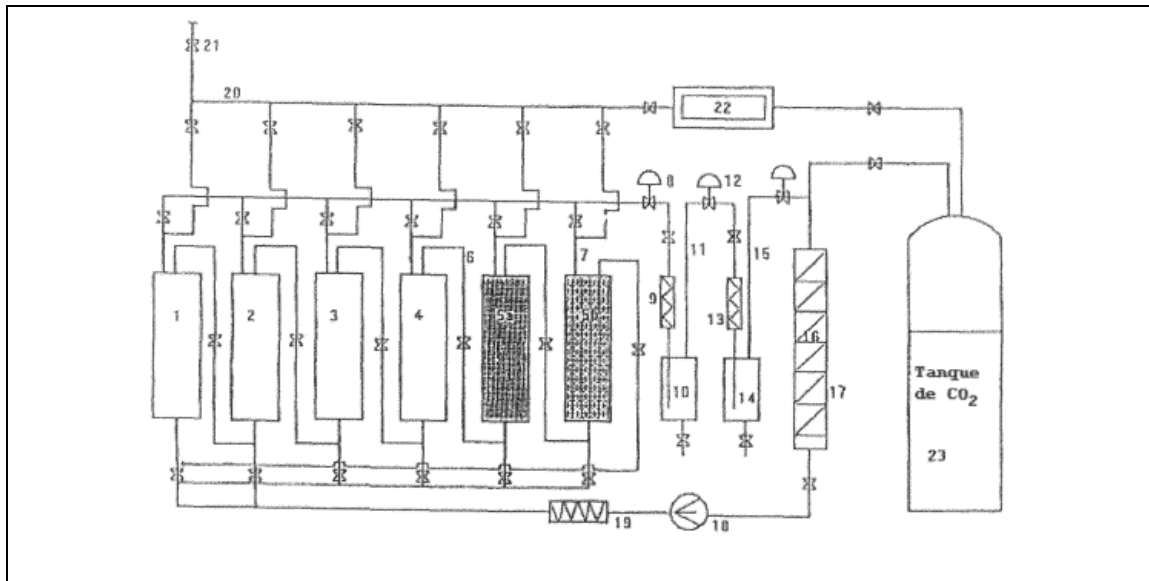
En los tanques de extracción 1-4 se introduce el material vegetal triturado, por ellos, se hace pasar el CO<sub>2</sub> bajo unas condiciones de aproximadamente 60°C y una presión de 250 bar. El CO<sub>2</sub>, extrae del material vegetal el CBD y THC, así como sustancias no deseadas (flavonoides, alcaloides y clorofila). El caudal utilizado debe ser de 50-150 Kg de CO<sub>2</sub>/Kg de MS.

El CO<sub>2</sub> cargado abandona los recipientes a través de la conducción 6 y llega a los tanques 5a y 5b, estos tanques se encuentran rellenos con diversos tamices moleculares zeolíticos y tierras de diatomeas. Bajo las mismas condiciones de presión y temperatura se hace pasar el CO<sub>2</sub> cargado se eliminan por separación las sustancias no deseadas. El CO<sub>2</sub> ya únicamente con el CBD y el THC disuelto abandona el tanque 5b a través de la conducción 7. La válvula reguladora de la presión 8 se encarga entonces de modificar las condiciones de presión, reduciéndolas a aproximadamente 60 bar, y el intercambiador de calor 9 se encarga de mantener la disolución a 45°C. En estas condiciones tiene lugar en el tanque 10 la eliminación por separación de la porción de la disolución que aun contiene monoterpenos y sesquiterpenos no deseados.

La disolución pasa ahora por la conducción 11 y llega a una válvula reguladora de presión 12 que reduce la presión a 50 bar y el intercambiador de calor 13 que mantiene la temperatura a 20°C, en estas condiciones, subcríticas para el CO<sub>2</sub>, tiene lugar en el tanque 14 la separación del CBD y THC del CO<sub>2</sub> puro. El CO<sub>2</sub> puro se conduce a través de la conducción 15 y llega al condensador 17, pasa por el serpentín de refrigeración 16 donde se vuelve líquido.

A partir de aquí, el CO<sub>2</sub> líquido se alimenta a través de la bomba de aumento de la presión 18 al intercambiador de calor 19 y permanece disponible para el siguiente ciclo de extracción. Para rellenar el sistema con el material vegetal, se puede descargar el CO<sub>2</sub> a través de la conducción 21 o se hace pasar por la estación de reciclado 22 a través de la conducción 20 que y se almacena en el tanque de CO<sub>2</sub> 23.





**Ilustración 14:** Esquema de funcionamiento del sistema de extracción de CBD mediante CO<sub>2</sub> supercrítico. (Mueller, 2001)

En el mercado existen multitud de formas en las que se presenta el CBD, como aceites, pastillas, cremas, tinturas, etc. En medicina, la empresa GW Pharmaceuticals tiene dos medicamentos cuyo principio activo es el CBD, Epidiolex que trata problemas relacionados con la epilepsia y Sativex que está dirigido al tratamiento contra la esclerosis múltiple.

❖ **Cáñamo para semillas:** La recolección la realiza una cosechadora, que se encarga de separar las semillas del material vegetal que la envuelve. Las semillas tienen una humedad en la recolección es de entre el 15-20%, para que tengan un buen almacenamiento, las semillas se deben dejar hasta que alcancen una humedad del 10%. Las semillas se deberán almacenar en un lugar fresco protegido de la radiación solar.

Las semillas del cáñamo tradicionalmente se han utilizado como comida para aves. Actualmente se ha visto que gracias a su composición grasa (30-35%), proteica (20-25%) y la considerable cantidad de vitaminas, fibra y minerales que presentan, son un buen suplemento alimenticio también para humanos. Puede consumirse de varias formas, con cáscara, sin cáscara, en harinas, aceites, etc.

**Tabla 5:** Composición de la semilla de cáñamo en sus diferentes formas (www.fundacion-canna.es).

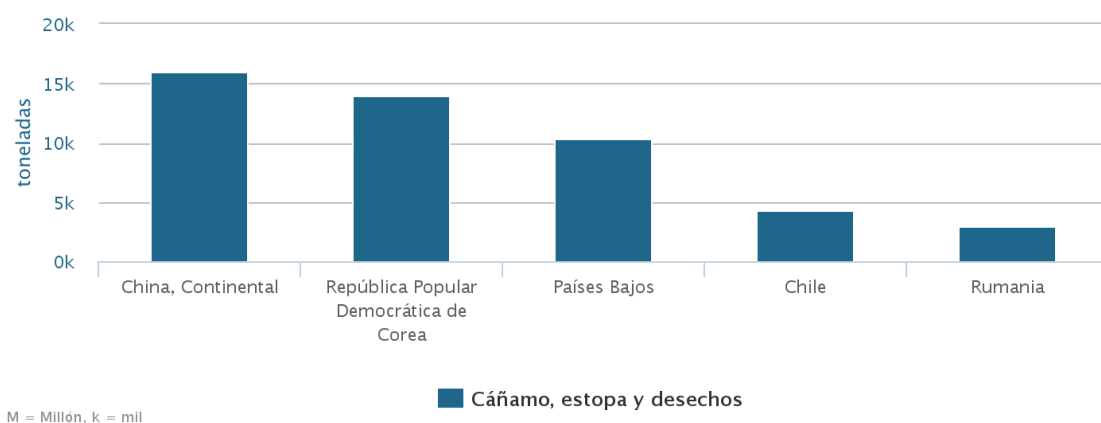
	Semillas enteras	Semillas sin cáscara	Harina de semillas
<b>Aceite (%)</b>	36	44	11
<b>Proteínas (%)</b>	25	33	34
<b>Carbohidratos (%)</b>	28	12	43
<b>Humedad (%)</b>	6	5	5
<b>Cenizas (%)</b>	5	6	7
<b>Energía (KJ/100g)</b>	2.200	2.093	1.700
<b>Fibra dietética total (%)</b>	28	7	43

## 1.7. Importancia económica.

La FAO únicamente recoge los datos de producción de fibra y semillas del cáñamo, actualmente no maneja datos acerca del extracto de CBD.

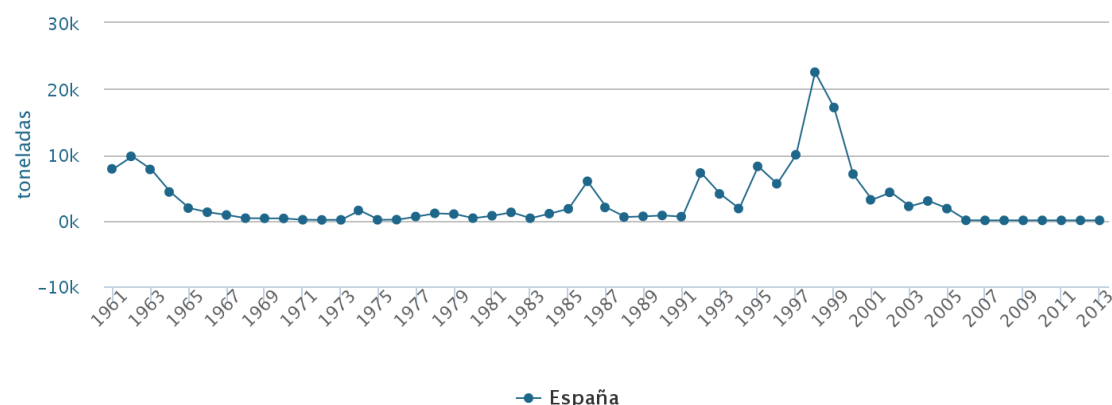
### 1.7.1. Importancia económica de la fibra de cáñamo.

Los principales productores según la FAO con datos del año 2013/2014 son China (16.000 t), República Popular Democrática de Corea (14.000 t), Países Bajos (10.273 t), Chile (4.250 t) y Rumania (3.000 t).



**Grafico 1:** Principales productores de fibra de cáñamo en la campaña 2013/2014 (FAOSTAT).

De la producción de fibra de cáñamo en España se tienen datos desde 1961, por lo que se pueden comprobar las oscilaciones que se han producido a lo largo de tiempo, y que se comentan en la introducción. También podemos ver como actualmente en España la producción que existe es muy baja, apenas ronda las 20 toneladas de fibra al año.

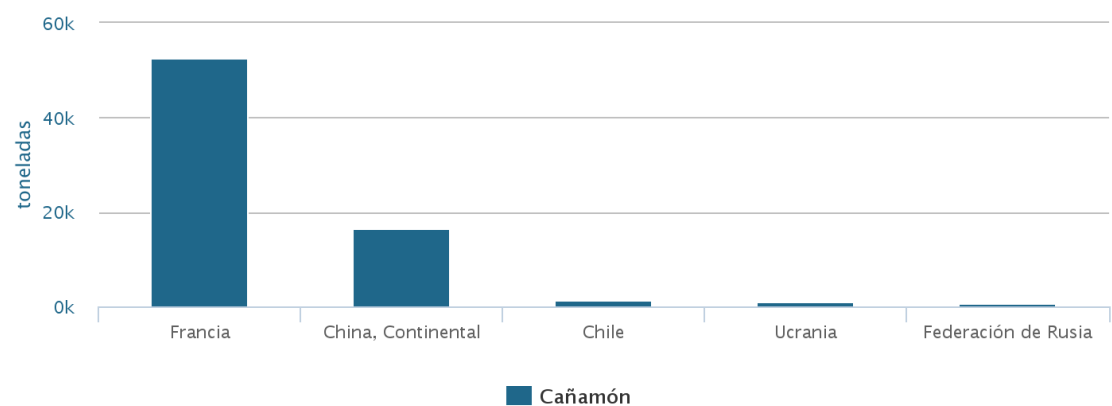


M = Millón, k = mil

**Grafico 2:** Evolución de la producción de fibra en España desde 1961 hasta 2013 (FAOSTAT).

### 1.7.2. Importancia económica del cáñamón.

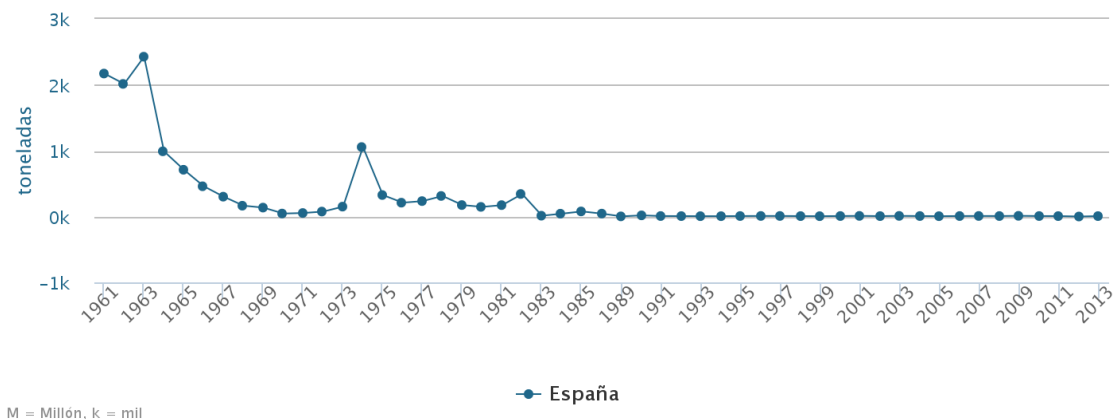
Los principales productores según la FAO con datos del año 2013/2014 son Francia (52.713 t), China (16.640 t), Chile (1.445 t), Ucrania (1.000 t) y Rusia (612 t).



M = Millón, k = mil

**Grafico 3:** Principales productores mundiales de cáñamón en la campaña 2013/2014 (FAOSTAT).

En cuanto a la producción de cáñamón en España, ésta es simplemente testimonial, actualmente sólo se producen 6 toneladas al año, situación que se mantiene desde el año 1983.



**Grafico 4:** Evolucion de la producción de cañamón en España desde 1961 hasta 2013 (FAOSTAT).

### 1.8. Línea de investigación.

Esta memoria recoge el trabajo realizado por mi durante unas prácticas en la empresa CAFINA S.L. desde el 1 de Junio de 2015 hasta el 30 de Septiembre de 2015. En este tiempo colaboré en el seguimiento del cultivo, la toma de muestras y el procesado previo para su análisis.

El cultivo del cáñamo en la Vega Baja del Segura siempre ha estado enfocado para el aprovechamiento de las fibras y semillas, aprovechamientos que en la actualidad no tienen una demanda elevada por parte de la población. La solución para hacer que este cultivo vuelva a ser rentable para los agricultores de la zona puede pasar por utilizar el cáñamo para la extracción del CBD con fines farmacéuticos, para ello se debe encontrar la variedad que mejor se adapte a las condiciones de la zona y que tenga un rendimiento que proporcione un margen de beneficio aceptable. Esta tarea es la que lleva acabo la empresa CAFINA S.L. desde hace 4 años y que continua hoy en día.

## **2. Objetivos.**

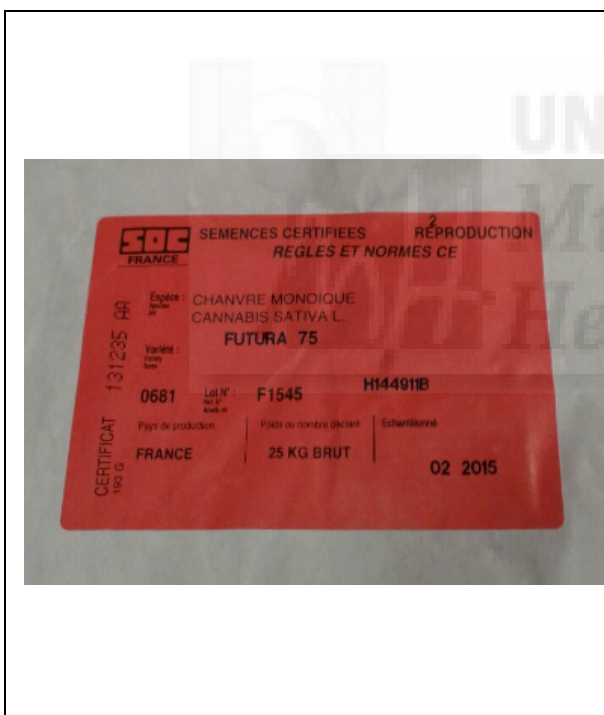
El objetivo de este trabajo es cultivar las variedades de cáñamo certificadas Kompolti y Futura 75, y estudiar los parámetros productivos (peso de la planta, peso del cogollo, peso del tallo, proporción del cogollo respecto al total, producción de hojilla, etc.) y parámetros químicos (contenidos de CBD y THC).



### 3. Material y métodos.

#### 3.1. Material vegetal.

La siembra se hizo con semilla certificada traída de Francia, las variedades utilizadas fueron Futura-75 (Ilustración 15), a razón de 50 o 100 Kg por hectárea y Kompolti (Ilustración 16) a razón de 50 Kg por hectárea. Al ser un cultivo fácilmente confundible con la marihuana, estando éste totalmente prohibido, se procedió a comunicar a las autoridades del cultivo y su objetivo con el fin de evitar posibles confusiones y malentendidos, además se colocaron carteles en los alrededores de las parcelas con el objetivo informar y tratar de evitar el hurto de plantas, como ha sucedido en ensayos anteriores.



**Ilustración 15:** Etiqueta de la semilla certificada Futura 75



**Ilustración 16:** Etiqueta de la semilla certificada Kompolti

### **3.1.1. Futura 75.**

Esta variedad de cáñamo fue desarrollada en Francia por la Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre. Futura 75 es una variedad monoica, todas sus plantas presentan ambos sexos. Está más adaptada a un clima atlántico, en los que completa su ciclo alrededor de 145 días, lo que se podría considerar como un ciclo tardío. En la madurez es capaz de alcanzar una altura comprendida entre los 2,5-3,5 metros.

- Características de la producción de semilla: Mil semillas de esta variedad tienen un peso aproximado de 16-18 gr, logrando una producción por hectárea de entre 1-1,2 toneladas de semillas, el aceite contenido en las semillas se encuentra rondando el 28-30%

- Características de la producción de fibra/biomasa: La producción de materia seca por hectárea es de alrededor de 10-12 toneladas, con un rendimiento en fibra en el tallo de entre el 30-35%.

- Contenido de cannabinoides: El contenido en CBD se encuentra entorno al 1,5-2% y el de THC es inferior al 0,12%

Actualmente se recomienda su uso independientemente de su aprovechamiento, ya que presenta unas características aceptables en todos ellos (<http://www.ihempfarm.com>).

### **3.1.2. Kompolti.**

Esta variedad de cáñamo fue desarrollada en Hungría por Károly Robert Foiskola MFK y Fleischmann Rudolf Kutatóintézet. Kompolti es una variedad dioica, por lo que aparecen individuos masculinos y femeninos. Está más adaptada a un clima continental, en los que completa su ciclo alrededor de 160 días, lo que se podría considerar como un ciclo muy tardío. En la madurez es capaz de alcanzar una altura superior a los 3,5 metros.

- Características de la producción de semilla: Mil semillas de esta variedad tienen un peso aproximado de 18-20 gr, la producción por hectárea es muy baja, inferior a 0,5 toneladas de semillas, el aceite contenido en las semillas también es bajo, inferior al 26%.

- Características de la producción de fibra/biomasa: La producción de materia seca por hectárea es de alrededor de 12-15 toneladas, con un rendimiento en fibra en el tallo de entre el 26-30%.

- Contenido de cannabinoides: El contenido en CBD se encuentra entorno al 2-3% y el de THC es inferior al 0,12%

Actualmente se recomienda su uso para la producción de fibra y la obtención de CBD, no aconsejándose su utilización para la producción de semillas (<http://www.ihempfarm.com>).

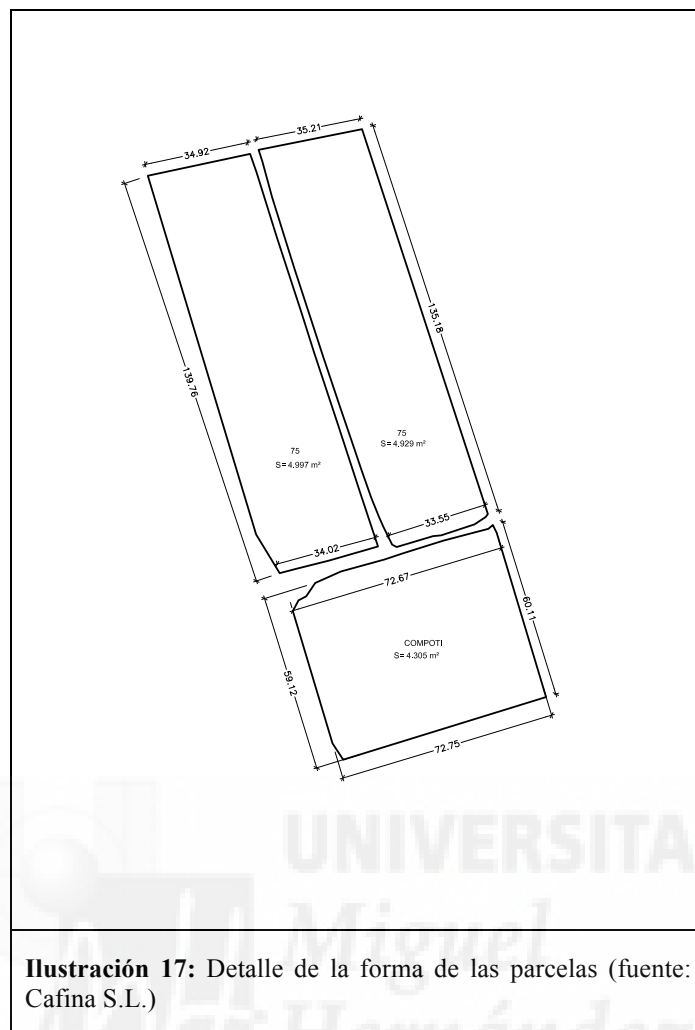
### 3.2. Parcelas.

Las parcelas utilizadas en el ensayo están ubicada en el término municipal de Rojales. A continuación se encuentran representadas en un cuadro las características de la parcela.

**Tabla 6:** Datos de las parcelas (Fuente: Santiago García)

<b>Accesos</b>	Camino de “Lo Marabu”.
<b>Paraje</b>	Finca “Lo Marabu”
<b>Parcela Futura 75</b>	
<b>Datos catastrales</b>	Parcela nº 252. Polígono nº 1-Rojales (Alicante)
<b>Superficie Total</b>	10.059 m <sup>2</sup>
<b>Características del suelo</b>	Franco-arcilloso
<b>Concesión de riego</b>	Regadío tradicional de la “Acequia Alcudia”
<b>Cultivo anterior</b>	Brócoli
<b>Parcela Kompolti</b>	
<b>Datos catastrales</b>	Parcela nº 253. Polígono nº 1-Rojales (Alicante)
<b>Superficie Cultivada</b>	4.710 m <sup>2</sup>
<b>Características del suelo</b>	Franco-arcilloso
<b>Concesión de riego</b>	Regadío tradicional de la “Acequia Alcudia”
<b>Cultivo anterior</b>	Brócoli





**Ilustración 17:** Detalle de la forma de las parcelas (fuente: Cafina S.L.)

### 3.3. Labores realizadas.

Los trabajos y labores de la parcela fueron llevados a cabo por el empresario Francisco Mora, propietario de la empresa Agropaco.

Dada la facilidad del cultivo y a alguna de sus características intrínsecas, el cañamo requiere de pocas labores durante su crecimiento, reduciéndose éstas a las que se mencionan más adelante.

Como se ha mencionado anteriormente, el cañamo al cultivarse en densidades de plantación tan elevadas y a consecuencia de su elevada velocidad de crecimiento, forma rápidamente una tupida masa vegetal que evita que emerjan malas hierbas al no permitir pasar la luz del sol al suelo, por lo que no son necesarios tratamientos herbicidas. Además en el cañamo no se realizan tratamientos biocidas, ya que es un cultivo tolerante a las plagas.

A continuación se resumen en la siguiente tabla las labores realizadas.

**Tabla 7:** Calendario de labores realizadas (Fuente: Santiago García)

Fecha	Tarea
10/04/2015	Siembra Kompolti, tratamiento herbicida, pase de rodillo y riego
29/04/2015	Siembra Futura 75, tratamiento herbicida, pase de rodillo y riego
29/04/2015	Riego
18/05/2015	Riego
06/06/2015	Riego
25/06/2015	Riego
14/07/2015	Riego
02/08/2015	Riego
21/08/2015	Riego
23/08/2015	Recolección e inicio del secado Futura 75
09/09/2015	Riego
15/09/2015	Recolección e inicio del secado Futura 75
16/09/2015	Recolección e inicio del secado Futura 75
18/09/2015	Recolección e inicio del secado Futura 75 y Kompolti
20/10/2015	Fin de secado, comienzo labores de tamizado
29-30/10/2015	Análisis de CBD en laboratorio
06/11/2015	Fin de las labores de tamizado

### 3.3.1. Preparación del terreno.

Las labores de preparación consistieron en un pase con subsolador, y un posterior pase con fresadora, dejando el terreno preparado para la siembra.

### 3.3.2. Siembra.

La siembra se realizó con sembradora de la marca Solano Horizonte que funciona a chorrillo por gravedad, se utilizaron dos distancias entre líneas, 10 y 20 cm, dando una densidad de 100 y 50 Kg/ha respectivamente. Posteriormente se realizó un tratamiento herbicida preemergencia para evitar la posible competencia de malas hierbas en los primeros estadios de la planta. Una vez hecho el tratamiento herbicida se hizo un pase de rulo para afianzar la semilla al suelo y que quedara debidamente enterrada.



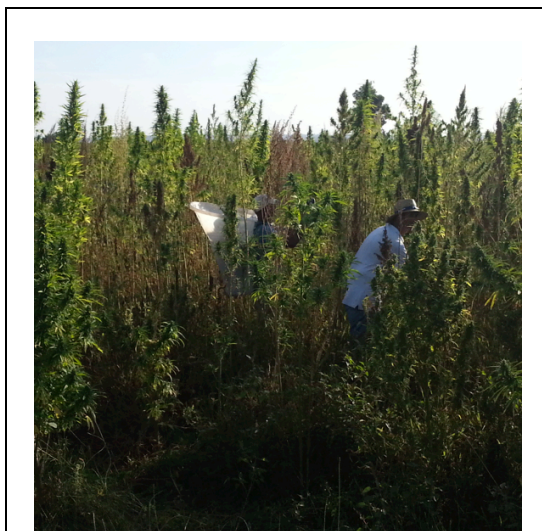
**Ilustración 18:** Detalle de la sembradora.

### **3.3.3. Riegos.**

Al término de la siembra, se procedió a dar el primer riego con el fin de provocar la germinación de las semillas. Las cuales empezaron a germinar a los diez días. Posteriormente, cada 19 días, que es cuando viene la tanda, se realizó un riego de apoyo al cultivo.

### **3.3.4. Recolección.**

La cosecha se llevó a cabo cortando con tijera la parte superior de las plantas, que es donde se encuentran las flores y que se denomina cogollo, acumulándose en unos recipientes iguales a los utilizados en la recolección de la alcachofa y brócoli que portaban los operarios a las espaldas y que una vez llenos vaciaban en unos palots. Estos palots a su vez eran cargados en un camión y transportados hacia el lugar en el que se realizaría el secado.



**Ilustración 19:** Detalle de la recolección.

### 3.3.5. Secado.

Inmediatamente después de la recolección se llevo el material vegetal a una nave, donde se disponen los cogollos en unas estructuras diseñadas con el objetivo de asegurar que haya una aireación uniforme. Consisten en vallas de obra dispuestas de forma horizontal formando varios piso colocados unos de otros a alrededor de 60 cm (ilustración 20), también se dispusieron ventiladores para favorecer el movimiento del aire por el interior de la nave y se taparon las ventanas para reducir la iluminación con el fin de evitar que se produjera la degradación de los compuestos. Este proceso finaliza cuando el contenido en humedad de las flores alcance un valor comprendido entre el 5-10%



**Ilustración 20:** Detalle de la estructura usada y el secado.

### 3.4. Parámetros analizados.

#### 3.4.1. Parámetros productivos por planta.

Los parámetros que se tomaron por planta individual, utilizando una balanza que expresaba el resultado en gramos, son los siguientes:

- **Peso de la planta:** Consiste en el peso de la parte aérea de la planta (no incluye la raíz).
- **Peso del cogollo:** Consiste en la parte del tallo en la que se encuentran las flores, separados del resto del tallo.
- **Peso tallo:** Consiste en el resto de la planta que está exento de flores.
- **Proporción:** Relación del peso de los cogollos sobre el peso total de la planta expresado en porcentaje.

#### 3.4.2. Parámetros productivos por m<sup>2</sup>.

Estos parámetros se tomaron en tres cuadrados de un m<sup>2</sup> de superficie (Ilustración 21), distribuidos aleatoriamente en cada parcela, utilizando la misma balanza, son los siguientes:

- **Producción total:** Peso de la parte aérea de todas las plantas presentes en el m<sup>2</sup>.
- **Producción de cogollos:** Peso de los cogollos de las plantas presentes en el m<sup>2</sup>.
- **Producción de tallo:** Peso del tallo de las plantas presentes en el m<sup>2</sup>.
- **Nº de plantas por m<sup>2</sup>:** Número de plantas que lograron germinar y alcanzaron cierto grado de desarrollo ( superior a 40 cm).
- **Nº de plantas tiernas por m<sup>2</sup>:** Número de plantas recolectadas que no estaban secas.
- **Nº de plantas secas por m<sup>2</sup>:** Número de plantas recolectadas que estaban secas completamente.



**Ilustración 21:** método utilizado para obtener las plantas por m<sup>2</sup>

### 3.4.3. Parámetros productivos por hectárea.

Estos valores globales fueron aportados por la empresa CAFINA S.L. al final del cultivo y procesado. Se utilizó para ello una báscula de AGROPACO S.L., expresando los resultados en Kg.

- **Producción en fresco:** Producción de cogollos frescos de cada parcela.
- **Producción fresco por ha:** Igual a la anterior refiriendo los datos a una hectárea.
- **Producción limpio-seco:** Producción del material ya secado y tamizado de cada parcela.
- **Producción limpio-seco:** Producción del material ya secado y tamizado referidos los datos a una hectárea.
- **Proporción de hojilla:** Proporción del material seco y tamizado referido a el peso fresco del material recolectado (cogollos).
- **Cantidades de hojilla en función de la calidad:** se realizan dos distinciones en función de la calidad final del producto después del tamizado (Ilustración 22):
  - Especial: Sin apenas restos de tallos (Ilustración 23).
  - Buena: Con algunos restos de tallos (Ilustración 24).





**Ilustración 22:** Tamizado de la hojilla.



**Ilustración 23:** Hojilla de calidad buena.



**Ilustración 24:** Hojilla de calidad especial.

#### 3.4.4. Componentes químicos analizados.

Estos análisis los realizó Eugenio Vilanova (Unidad de Toxicología y Seguridad Química, Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández de Elche) para la empresa CAFINA S.L. mediante un convenio firmado entre ambas.

- Muestras analizadas: el material analizado fueron las flores seca y tamizadas que se han llamado en este trabajo hojilla. Se enviaron 20 gr en bolsas de plástico no selladas, perfectamente identificadas, al laboratorio de Eugenio Vilanova

- Componentes: Se analizaron los contenidos de THC y CBD

- Método utilizado: Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Extracción con metanol. Patrones certificados obtenidos de Celeris SL. se utilizó tri-octilamina como patrón interno. Realizado un segundo calibrado de comprobación

con otra muestra de CBD proporcionada por el laboratorio de Farmacología de la UMH. Detección e identificación segura por el espectro de masas y comparación con librerías de espectros y por tiempo de retención comparado con patrones. Cuantificación en base a la corriente iónica total, medido en modo SCAN y calibrado con patrones externos e interno. Se tomaron TRES alícuotas diferentes (a, b, c) de unos 200 mg de forma aleatoria tratando que fuesen representativas del conjunto de la muestra. Se pesaron con precisión de 1 mg y se realizaron extracciones independientes con cada una de las alícuotas obteniéndose tres extractos de cada muestra. Cada extracto se midió por triplicado, comprobándose que se obtenían valores coherentes en los replicados.

### **3.5. Análisis estadístico.**

A los parámetros para los que se tenían varias repeticiones, se le aplicó un análisis de la varianza unifactorial, con la variedad como único factor. También se realizó el test de rango múltiple de Duncan. Ambos análisis se realizaron con el programa StatGraphics.

Los parámetros para los que no se disponía de repeticiones (suministrados por la empresa AGROPACO S.L.) no han sido analizados estadísticamente.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Consideraciones sobre el cultivo.

Futura 75 presentó una nascencia uniforme sin apenas fallos, únicamente se vieron fallos cerca de las entradas de agua, provocados seguramente por el arrastre de la semilla durante el riego. En cuanto a la Kompolti se vieron muchos fallos en la germinación, debido a la edad de la semilla, lo que originó una densidad de plantas baja. Como consecuencia de esa baja densidad muchas plantas originaron ramas secundarias (Ilustración 28), mientras que en las parcelas de Futura 75 apenas se observaron plantas ramificadas (Ilustración 27) y estas se encontraban en los bordes de la parcela.

El resto del cultivo permaneció sin incidencias, tanto meteorológicas como de plagas, tampoco hubo hurto de plantas, cosa que si ha ocurrido en cultivos anteriores. La altura de las plantas fue similar a la obtenida en ambas variedades en cultivos anteriores.

 A wide-angle photograph of a large agricultural field under a clear blue sky. The field is filled with rows of small, green seedlings. The ground between the rows is light-colored and appears to be cracked or dry. In the background, there are some buildings and trees under a clear sky.	 A photograph of a field with tall, dense green plants. A small white sign on a wooden post is visible in the foreground, partially obscured by the plants. The background shows a clear blue sky and some distant structures.
<b>Ilustración 25:</b> Detalle del cultivo, plantas pequeña	<b>Ilustración 26:</b> Detalle del cultivo, plantas crecidas



#### 4.2. Parámetros productivos por planta.

En la tabla 8, aparecen los resultados obtenidos para los parámetros productivos estudiados por planta. Se observa que las plantas de la variedad Kompolti obtuvieron un peso por planta total mayor estadísticamente que las plantas de la variedad Futura 75. Este resultado puede ser debido a diferencias varietales (tamaño, ramificación), pero también al efecto de la densidad de plantas en los ensayos. Como se ha comentado anteriormente la germinación de Kompolti fue menor, y había un menor número de plantas. Para el peso del cogollo por planta también Kompolti obtiene un mayor resultado que Futura 75 al igual que para el peso de los tallos. Sin embargo para el porcentaje del peso del cogollo respecto al total no hay diferencias significativas entre las dos variedades.

**Tabla 8:** Parámetros productivos por planta individual. Las medias con distinta letra difieren entre sí (Test de Duncan,  $p=0,05$ ).

Variedad	Peso total (gr/planta)	Peso cogollo (gr/planta)	Peso tallos	Porcentaje cogollos (%)
<b>Kompolti</b>	455 B	301 B	153 B	64,0
<b>Futura 75</b>	237 A	139 A	97 A	59,9

### 4.3. Parámetros productivos por m<sup>2</sup>.

En la tabla 9 aparecen los resultados para los parámetros productivos estudiados por m<sup>2</sup>. Se han encontrado diferencias significativas para el número de plantas total por m<sup>2</sup> y el número de plantas tiernas en el momento de la recolección entre Kompolti y Futura 75. Como se ha comentado, esto es debido a que la semilla de Kompolti era mas vieja y su poder de germinación había disminuido. Sin embargo no se han encontrado diferencias significativas entre las dos dosis de siembra de Futura 75. Este resultado puede sugerir que aunque germinen un mayor numero de semillas, el numero de plantas que pueden completar su desarrollo es limitado. Con este resultado se recomendaría utilizar la dosis de siembra más baja (50 Kg/ha). No se han encontrado diferencias significativas, ni entre las variedades, ni entre las dos dosis de siembra de Futura 75 para la producción total, de cogollo y de tallo. Con estos resultados se recomendaría utilizar, de nuevo la dosis de siembra mas baja.

**Tabla 9:** Parámetros productivos por m<sup>2</sup>. Las medias con distinta letra difieren entre si (Test de Duncan, p=0,05)

Variedad	Producción total (gr/m <sup>2</sup> )	Producción cogollo (gr/m <sup>2</sup> )	Producción tallo (gr/m <sup>2</sup> )	Nº plantas total/m <sup>2</sup>	Nº plantas tiernas	Nº plantas secas
Kompolti	1951	1113	1100	11,3 A	5,3 A	6,0
Futura 75 Simple	2567	1050	1517	70,7 B	54,0 B	16,7
Futura 75 Doble	2133	1017	1117	72,0 B	46,3 B	25,7

### 4.4. Parámetro productivos por ha

La tabla 10 recoge los resultados de los parámetros productivos obtenidos por hectárea suministrados por la empresa CAFINA S.L. Mientras que Futura 75 se hicieron varias recolecciones, de Kompolti solamente se hizo una. Este hecho puede ser una de las causas de la menor producción de hojilla por hectárea de la variedad Kompolti. Al dar solo un pase de recolección los cogollos que no estaban maduros en ese momento no se recolectaron, en Futura sin embargo al dar varios pases aumenta la cantidad de cogollos recolectados. La proporción de hojilla de ambas variedades es similar. Tras

cribar los cogollos y obtener la hojilla de Futura 75 se diferenciaron dos calidades de producto (cantidad visible de tallos), por lo que se decidió separarla en hojilla de calidad buena y especial. En Kompolti toda la hojilla era de calidad buena.

**Tabla 10:** Parámetros productivos por ha

Fecha	Variedad	Cantidad				% hojilla	Cantidades hojilla (Kg)	Cantidades hojilla (Kg/ha)
		Fresco (Kg)	Fresco (Kg)/ha	Limpio-Seco kg	Limpio-Seco kg/ha			
23-8-2015	Futura 75	900						
4-9-2015	Futura 75	1250						
14-9-2015	Futura 75	1636				600 Especial	596 Especial	
15-9-2015	Futura 75	1200				280 Buena	278 Buena	
16-9-2015	Futura 75	1200						
18-9-2015	Futura 75	981						
<b>Total Futura 75</b>		7167	7125	880	875	12,28		
18-9-2015	<b>Kompolti</b>	1678	3563	230	488	13,71	230 Buena	488 Buena

#### 4.5. Parámetros químicos.

En la tabla 11 aparecen las cantidades de CBD y THC obtenidas en las 2 variedades. Para los dos compuestos la hojilla Futura 75 buena es la que menos contenido tiene. Mientras que no hay diferencias significativas entre Kompolti buena y Futura 75 especial. En las dos variedades el contenido de CBD obtenido es superior al indicado por el productor de la semilla, mientras que para el THC se supera lo también indicado por el productor en los casos de Kompolti buena y Futura 75 especial. Esto puede ser debido a las condiciones de cultivo, pues el productor de la semilla nos da los resultados para condiciones atlánticas para Futura 75 y continental para Kompolti, cuando en este ensayo se ha cultivado en condiciones mediterráneas. Es interesante el aumento del contenido de CBD en los cogollos, pero no el de THC, ya que puede generarnos problemas si se superan las concentraciones máximas permitidas.

Seria interesante obtener hojilla de Kompolti de calidad especial pues es de suponer que se obtendrá mayor cantidad de CBD.

**Tabla 11:** Parámetros químicos. Las medias con distinta letra difieren entre si (Test de Duncan,  $p=0,05$ )

<b>Variedad</b>	<b>CBD (%)</b>	<b>THC (%)</b>
<b>Kompolti Buena</b>	3,72 B	0,143 B
<b>Futura 75 Buena</b>	2,86 A	0,102 A
<b>Futura 75 Especial</b>	4,09 B	0,143 B

A la vista de estos resultados la empresa CAFINA S.L. a vuelto a cultivar estas variedades en 2016 junto con las variedades Tiborszallasi y Uso 31 con buenas cantidades de CBD según los productores de la semilla y que no se pudieron cultivar en 2015



## 5. Conclusiones

En este ensayo no se han encontrado diferencias significativa entre la producción de las dos dosis de siembra de Futura 75 (50 y 100 Kg/ha) por lo que se recomendaría la utilización de la menor.

La proporción hojilla con respecto al peso del cogollo obtenida en las dos variedades ha sido similar.

La producción de hojilla obtenida por hectárea ha sido mayor en el caso de Futura 75 posiblemente por haber dado más pases en la recolección.

Los contenidos de CBD y THC de las dos variedades han superado los indicados por los productores de las semilla posiblemente debido a las condiciones ambientales en las que se desarrollo el cultivo.



## 6. Bibliografía

- Acosta, X. (2001). *Agroecología Del Cáñamo*. La fertilidad de la tierra N°6 29-32
- Cherrett, N., Barrett, J., Clemett, A., Chadwick, M., Chadwick, M.J. (2005). *Ecological Footprint and Water analysis of Cotton, Hemp and Polyester*. Sweden: Stockholm Environment Institute.
- Clarke, R.C. (1999). *Advances in Hemp Research (P. Ranalli). Chapter 1: Botany of the Genus Cannabis*. USA: Food Products Press.
- Guerrero, A. (1950). *Cultivos Herbáceos Extensivos*. España: Mundi Prensa
- Hansen, F. (2015). *La Economía Del Cáñamo En La España Suroriental. El Cultivo, Manipulación Y Transformación Del Cáñamo En Su Significado Para La Estructura Social De Las Vegas* (Jesús Millán García-Varela trad.). España: Publicacions Universitat D'Alacant. (Obra original publicada en 1967)
- Herer, J. (1985). *The Emperor Wears No Clothes*. EEUU: Ah Ha Publishing.
- Hill, R.J. (1983). Marijuana, *Cannabis sativa* L., *Regulatory Horticulture*, Weed Circular N° 5, 9 (1-2), 57-66.
- Ligresti A, Moriello AS, Starowicz K, et al (2006). *Antitumor Activity Of Plant Cannabinoids With Emphasis On The Effect Of Cannabidiol On Human Breast Carcinoma*. The journal of pharmacology and experimental therapeutics N°3 (318):1375-87.
- Lopez Bellido, L. (2003). *Cultivos Industriales*. España: Mundi Prensa
- Matthews, P. (1999). *Cannabis Culture: A Journey Through Disputed Territory*. UK: Bloomsbury Publishing Plc.
- Merfield, C.N. (1999). *Industrial Hemp and its Potential for New Zealand. A Report for the 1999 Kellogg Rural Leadership Course*.
- Mueller, A. (2001) *Process For Producing An Extract Containing Tetrahydrocannabinol And Cannabidiol From Cannabis Plant Material, And Cannabis Extracts*.
- Green, G. (2005). *The Cannabis Breeder's Bible*. Green Candy Press
- Ranalli, P. (2004). *Current Status And Future Scenarios Of Hemp Breeding*. Euphytica (140), 121-131.
- Rosenthal, E. (1987). *Marijuana Growers Handbook. Indoor/Greenhouse Edition*. USA: Quick american Archives.
- Schäfer, T., Honermeier, B. (2006). *Effect Of Sowing Date And Plant Density On The Cell Morphology Of Hemp (Cannabis Sativa L.)*. Industrial Crops and Products (23), 88-98.
- Small, E., Jui, P., Lefovitch, L.P. (1976). *A Numerical Taxonomic Analysis of Cannabis with Special Reference to Species Delimitation*. Systematic Botany N° 1 (1),



67-84.

- Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M.J., Stutterheim, N.C., Ventura, G., Cromack, H.T.H. (2000). *Agronomy Of Ber Hemp (Cannabis sativa L.) in Europe*. Industrial Crops and Products (11), 107-118.

- V. Mediavilla et al. (1998). *Decimal Code For Growth Stages Of Hemp (Cannabis sativa L.)*. Journal of the International. Hemp Association. N°5(2): 65, 68-74.

- van der Werf, H.M.G. (1994). *Fiber hemp in France*. 213-220 In: Rosenthal, E. (ed.) *Hemp Today*. USA: Quick american archives.

- van der Werf, H.M.G., Brouwer, K., Wijnhuizen, m., Withagen, J.C.m. (1995). *The Effect Of Temperature On Leaf Appearance And Canopy Establishment In Bre Hemp (Cannabis Sativa L.)*. Annals of applied Biology (126) 551-561.

- [www.azom.com](http://www.azom.com)

- [www.cannabis.galeon.com](http://www.cannabis.galeon.com)

- [www.convega.com](http://www.convega.com)

- [www.es.ilovegrowingmarijuana.com](http://www.es.ilovegrowingmarijuana.com)

- [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)

- [www.fundacion-canna.es](http://www.fundacion-canna.es)

- [www.ihempfarms.com](http://www.ihempfarms.com)

- [www.imujer.com](http://www.imujer.com)

- [www.medicalcsc.blogspot.com.es](http://www.medicalcsc.blogspot.com.es)

- [www.sitiosargentina.com.ar](http://www.sitiosargentina.com.ar)

