

---

Nº de trabajo (A cumplimentar por la Organización)-2023

Comunicación científico-técnica

---

## Influencia de la dosis de riego y el marco de plantación en la producción de biomasa de un cultivo de cáñamo al aire libre (*Cannabis sativa* L.)

### Influence of irrigation rate and planting density on the biomass production of an open field hemp (*Cannabis sativa* L.) crop.

**Autores:** Abadía, R.<sup>1</sup>; García-Martínez, S.<sup>1</sup>; Rocamora, C.<sup>1</sup>; Puerto, H.<sup>1</sup>; Muñoz-Acero, J.<sup>1</sup>; Pardo, S.<sup>1</sup>; Grau-Sánchez, A.<sup>1</sup>; Ferrández-Pastor, F.J.<sup>2</sup>; Soriano, B.; Cámara-Zapata, J.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Miguel Hernández University, Carretera de Beniel, km 3.2, 03312, Orihuela, SPAIN. abadía@umh.es

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Investigación Informática (IUII-UA). University of Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig, s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain

**Resumen:** El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) es una especie herbácea originaria de Asia Central, que ha sido cultivada en todo el mundo durante miles de años por sus múltiples usos, pero de la que se dispone muy poca información científica sobre su cultivo, debido a las restricciones legales a las que está sometida en todo el mundo. En este sentido, en cuanto al manejo agronómico, algunos autores sostienen que este cultivo tiene una capacidad de adaptación a un amplio rango de condiciones agroecológicas, requiriendo bajos insumos de agua y fertilizantes. Sin embargo, otros autores sostienen que el cáñamo es un cultivo de alta demanda de agua, que supera las necesidades de otros cultivos como el maíz, la soja o el trigo. En este trabajo se analiza la influencia de diferentes dosis de riego y marcos de plantación de la variedad Kompolti en el crecimiento y la producción de biomasa. Para ello se realizó un ensayo de bloques al azar, formado por parcelas de 8,5 por 4 m, en las que se dispusieron dos marcos de plantación: uno con planta aislada a 0,8 x 0,4 m y otro con siembra directa a razón de 7,5 gr/m<sup>2</sup>. Además, se aplicaron tres tratamientos de riego, correspondientes a 100%, 70% y 40% de las necesidades totales del cultivo. Los coeficientes de cultivo empleados para la determinación del 100% de las necesidades de agua fueron 0,5 desde la siembra hasta 3-4 pares de hojas, 0,9 desde 3-4 pares de hojas hasta aparición flores masculinas y 1,1 desde la aparición de flores masculinas hasta recolección. El riego se aplicó mediante goteo, con goteros autocompensantes de 1

l/h colocados a un marco de 0,4 x 0,2 m, en las parcelas con siembra directa, y con goteros autocompensantes de 4 l/h a un marco de 0,8 x 0,4 m en las parcelas con planta aislada, para conseguir una pluviometría de 12,5 mm/h en ambos casos. Los resultados muestran que el aumento de densidad de plantación y la disminución del riego provocaron una disminución significativa del peso fresco de la parte aérea de la planta y del diámetro del tallo. Por el contrario, el porcentaje de materia seca del tallo aumentó al disminuir la dosis de riego. La altura de la planta disminuyó como consecuencia de la disminución de la dosis de riego solo en la densidad de plantación menor. Por último, no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de materia seca de hoja, semilla y raíz, como consecuencia de los tratamientos de riego y densidad de plantación.

**Palabras clave:** Densidad de plantación, biomasa, necesidades de agua

**Abstract:** Abstract: Hemp (*Cannabis sativa* L.) is a herbaceous species native of Central Asia, which has been cultivated worldwide for thousands of years for its multiple uses, although very little scientific information is available on its cultivation, due to the legal restrictions to which it is subjected throughout the world. In this context, in terms of agronomic management, some authors argue that this crop is able to adapt to a wide range of agro-ecological conditions, requiring low inputs of water and fertilisers. However, other authors maintain that hemp is a crop with high water demand, exceeding the needs of other crops such as maize, soybean or wheat. In this study, the influence of different irrigation rates and planting densities of the Kompolti variety on growth and biomass production was analysed. For this purpose, a randomised block trial was carried out, consisting of plots of 8.5 by 4 m, in which two planting frames were arranged: one with direct sowing at a rate of 7.5 g/m<sup>2</sup> and the other with isolated planting at 0.8 x 0.4 m. In addition, three irrigation treatments were applied, corresponding to 100%, 70% and 40% of the total crop requirements. The crop coefficients used to determine 100% of the water requirements were 0.5 from sowing to 3-4 pairs of leaves, 0.9 from 3-4 pairs of leaves to the appearance of male flowers and 1.1 from the appearance of male flowers to fructification. Irrigation was applied by drip irrigation, with self-compensating drippers of 1 l/h at a frame of 0.4 x 0.2 m, in the plots with direct sowing, and with self-compensating drippers of 4 l/h at a frame of 0.8 x 0.4 m in the plots with isolated planting, achieving a rainfall of 12.5 mm/h in both densities. Fresh weight, dry weight, plant height, stem diameter and internode length were measured. Results show that the increase in planting density and the decrease in irrigation caused a significant decrease in the fresh weight of the aerial part of the plant and in stem diameter. In contrast, the percentage of stem dry matter increased with decreasing irrigation dose. Plant height decreased because of decreasing irrigation dose only at the lowest planting density. Finally, no significant differences were observed in the percentage of leaf, seed and root dry matter as a consequence of irrigation treatments and planting density.

**Keywords:** Planting density, biomass, water requirements

## 1. Introducción

El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) es una especie herbácea originaria de Asia Central que ha sido cultivada en todo el mundo durante miles de años por sus múltiples usos, pero de la que se dispone muy poca información científica sobre su cultivo, debido a las restricciones legales a las que está sometida en todo el mundo. En este sentido, en cuanto al manejo agronómico, algunos autores sostienen que este cultivo tiene una capacidad de adaptación a un amplio rango de condiciones agroecológicas, requiriendo bajos insumos de agua y fertilizantes [1-2]. Sin embargo, otros autores sostienen que el de alta demanda de agua, que supera las necesidades de otros cultivos como el maíz, la soja o el trigo [3-5].

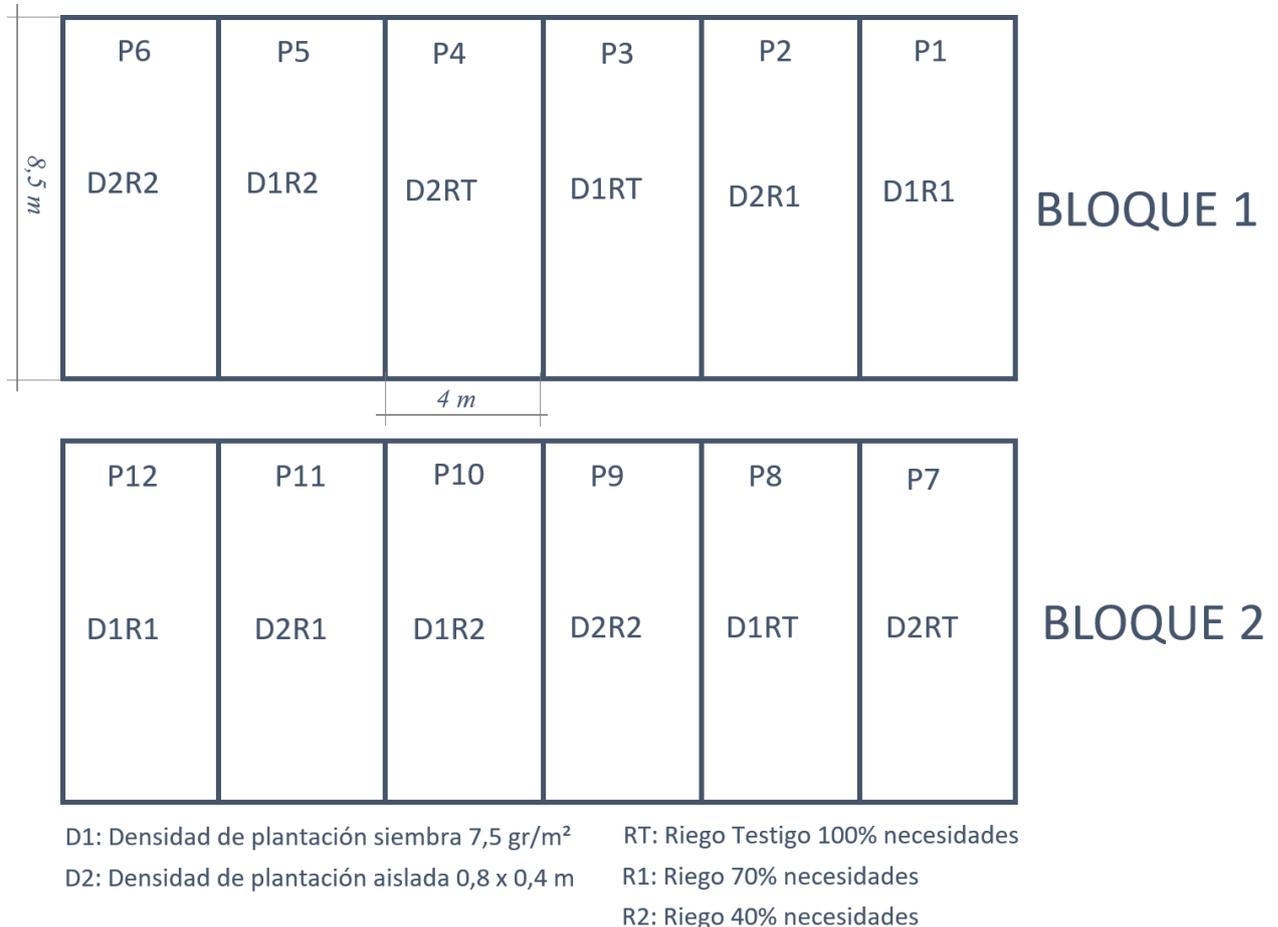
El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de diferentes dosis de riego y marcos de plantación de la variedad de cáñamo Kompolti, en el crecimiento y la producción de biomasa.

## 2. Materiales y métodos

Se ha realizado un ensayo formado por dos bloques al azar con seis tratamientos por bloque. Los tratamientos han consistido en dos densidades de plantación y tres dosis de riego, lo que equivale a un total de 6 tratamientos. Las densidades fueron: (D1) siembra directa a razón de 7,5gr/m<sup>2</sup> y (D2) planta aislada a un marco de plantación de 0,8 x 0,4 m. Las dosis de riego fueron: (RT) riego testigo para un 100% de las necesidades totales de agua del cultivo, (R1) para un 70% de las necesidades totales y (R2) un 40% de las necesidades totales.

Los tratamientos se dispusieron en parcelas de 8,5 por 4 m, ocupando un total de 12 parcelas correspondientes a los dos bloques y seis tratamientos. En la Figura 1 se puede ver el diseño experimental.

Los coeficientes de cultivo empleados fueron los aplicados por García-Tejero et al. [6], siendo 0,5 para el 100% de necesidades, desde la siembra hasta 3-4 pares de hojas, 0,9 desde 3-4 pares de hojas hasta aparición flores masculinas y 1,1 desde la aparición de flores masculinas hasta recolección. El riego se aplicó mediante goteo, con goteros autocompensantes de 1 l/h colocados a un marco de 0,4 x 0,2 m, en las parcelas D1, y con goteros autocompensantes de 4 l/h a un marco de 0,8 x 0,4 m en las parcelas D2, para conseguir una pluviometría de 12,5 mm/h en ambos casos.



**Figura 1.** Diseño experimental del ensayo

Se realizaron medidas de crecimiento (altura de planta, diámetro de tallo, y longitud de entrenudo) y medidas de biomasa (peso fresco y peso seco).

### 3. Resultados y discusión

El riego total aplicado fue de 500,1, 350,1 y 200,1 mm para los tratamientos del 100% 70% y 40% respectivamente. Las densidades medias de plantación fueron de 15 y 3,1 plantas/m<sup>2</sup> para las densidades D1 y D2 respectivamente.

En la Tabla 1 se pueden ver los resultados del análisis estadístico del efecto de la densidad, el riego y la interacción de ambos factores en el peso fresco de la parte aérea de la planta, la altura de la planta a inicio de la formación de flores masculinas, la altura de la planta a inicio de la fructificación, el diámetro del tallo y la longitud de entrenudo.

A la vista de la Tabla 1, se observa que hay diferencias significativas del efecto de la densidad de plantación (D) y de la dosis de riego (R) en el peso fresco de la planta y el diámetro del tallo, no habiendo interacción entre ambos factores D y R. Se observa que las diferencias en el peso fresco de la planta tienen una mayor significación debido al efecto del riego ( $p \leq 0,001$ ) que

debido al efecto de la densidad ( $p \leq 0,001$ ). Respecto al diámetro del tallo, la significación debida al efecto del riego es también mayor que debido a la densidad ( $p \leq 0,01$  y  $p \leq 0,05$  respectivamente). Sin embargo, las diferencias encontradas en la altura de las plantas, se explican por la interacción entre la densidad de plantación y la dosificación de riego (D x R), con  $p \leq 0,01$ .

**Tabla 1.** Resultados del análisis estadístico de la influencia de D, R y la interacción D x R en el peso fresco de la parte aérea de la planta (Pf.planta), altura a inicio flores masculinas (Altura 1), altura a inicio de fructificación (Altura 2), diámetro de tallo ( $\emptyset$  Tallo) y longitud de entrenudo (L Entrenudo).

| Efecto       | Pf. Planta | Altura 1 | Altura 2 | $\emptyset$ Tallo | L. Entrenudo |
|--------------|------------|----------|----------|-------------------|--------------|
| Densidad (D) | **         | **       | *        | *                 | ns           |
| Riego (R)    | ***        | ***      | ***      | **                | ns           |
| D x R        | ns         | **       | **       | ns                | ns           |

ns=  $p > 0,05$ ; \* =  $p \leq 0,05$ ; \*\* =  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* =  $p \leq 0,001$

En cuanto a la longitud de entrenudo, no se han encontrado diferencias significativas debidas al efecto del riego, de la densidad de plantación ni de la interacción de ambos factores.

En la Tabla 2 se muestra el resultado del análisis estadístico de la influencia de D, R y la interacción D x R, en el porcentaje de materia seca de tallo, hoja, semilla y raíz.

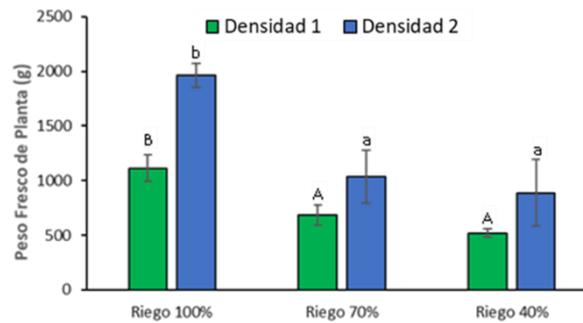
**Tabla 1.** Resultados del análisis estadístico de la influencia de D, R y la interacción D x R en el porcentaje de materia seca de tallo (% Ms.Tallo), hoja (%Ms.Hoja), semilla (%Ms.semilla) y raíz (%Ms.raíz).

| Efecto       | % Ms.Tallo | % Ms.Hoja | % Ms.Semilla | % Ms.Raíz |
|--------------|------------|-----------|--------------|-----------|
| Densidad (D) | ns         | ns        | ns           | ns        |
| Riego (R)    | **         | ns        | ns           | ns        |
| D x R        | ns         | ns        | ns           | ns        |

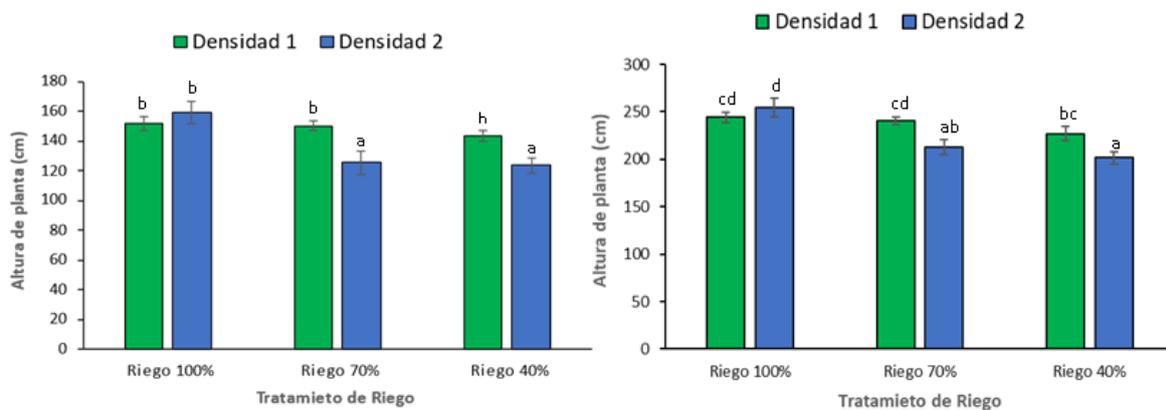
ns=  $p > 0,05$ ; \* =  $p \leq 0,05$ ; \*\* =  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* =  $p \leq 0,001$

En cuanto al porcentaje de materia seca, como se puede ver en la Tabla 2, solo se han encontrado diferencias significativas del efecto del riego sobre el porcentaje de materia seca del tallo ( $p \leq 0,01$ ), no habiendo diferencias sobre el porcentaje de materia seca de hoja semilla y raíz. En cuanto a la densidad y la interacción entre la densidad y el riego, no se han encontrado diferencias del efecto de ambas sobre el porcentaje de materia seca de tallo, hoja, semilla y raíz.

En las Figura 2 se muestra la influencia de D y R sobre el peso fresco de la parte aérea de la planta. En la Figura 3 se muestra el efecto de D y R sobre la altura en diferentes estados de desarrollo, al inicio de la formación de flores masculinas y a inicio de la fructificación.



**Figura 2.** Efecto de D y R sobre el peso fresco de la planta. Letras diferentes para una misma densidad de plantación equivalen a diferencias significativas en el peso fresco de la planta ( $p \leq 0,05$ ) según el test de Duncan.

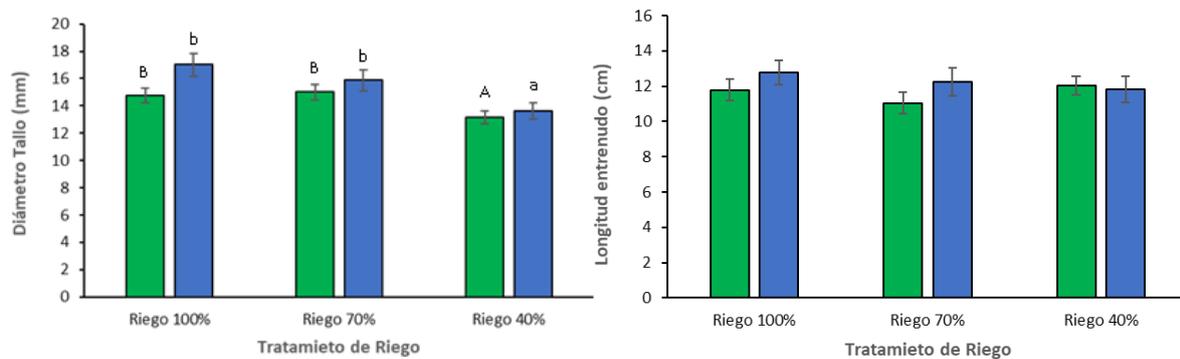


**Figura 3.** Efecto de D y R sobre la altura de la planta al inicio flores masculinas (1) y de fructificación (2). Letras diferentes indican diferencias significativas en altura según el test de Duncan entre las diferentes combinaciones de densidad y riego.

La Figura 2 se observa que las plantas cultivadas a menor densidad (D2) tienen un mayor peso fresco que las cultivadas a mayor densidad (D1) para todos los tratamientos de riego. Sin embargo, para los tratamientos al 70 y 40% de riego, en la Figura 3 se observa que la altura de planta es significativamente mayor, a mayor densidad de plantación (D1) que a menor (D2), poniéndose de manifiesto el ahilamiento que produce la elevada densidad de plantación. Este proceso no se produce con la misma intensidad para el 100% del riego, ya que no hay diferencias de altura entre D1 y D2 (Figura 3) a pesar de las grandes diferencias en peso fresco entre D1 y D2 para el 100% de riego (Figura 2). También se observa en la Figura 3, que la altura de la planta disminuyó de forma significativa como consecuencia de la disminución de la dosis de riego, solo en las parcelas con una densidad de plantación menor, lo que pone de manifiesto la interacción entre ambos factores (interacción D x R).

En la Figura 4, se muestra el efecto de D y R sobre diámetro del tallo y la longitud de entrenudo. Las plantas correspondientes al tratamiento con menor densidad de plantación (D2) presentaron un mayor diámetro de tallo que las plantas de parcelas con mayor densidad de plantación (D1) (Tabla 1). Además, para una misma densidad, la reducción del riego más drástica (R2) provocó la disminución del diámetro respecto a los tratamientos control RT y R1 (Figura 4). Los resultados de menor peso fresco y diámetro de tallo junto con la mayor altura

que presentaron las plantas cultivadas con mayor densidad de plantación (D1), ponen de manifiesto el proceso de ahilamiento que sufren las plantas a mayor densidad de plantación. En cuanto a la longitud de entrenudo, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos



**Figura 4.** Efecto de D y R sobre el diámetro del tallo y la longitud de entrenudo. Letras diferentes para una misma densidad de plantación equivalen a diferencias significativas en el diámetro del tallo ( $p < 0,05$ ) según el test de Duncan.

#### 4. Conclusiones

- La dosis de riego y la densidad de plantación afectan de forma independiente al peso fresco y al diámetro de tallo. Pequeños déficit hídricos afectan más al peso que al diámetro. Densidades bajas afectan más al peso que al diámetro.
- La interacción entre dosis de riego y densidad de plantación afecta a la altura de las plantas. Cuando hay déficit hídrico, la altura de planta es mayor a densidades de plantación altas y disminuye a menor densidad de plantación.
- Del contenido en materia seca de la planta, solo se ve afectado el del tallo debido al efecto de dosis de riego, siendo mayor a menores dosis de riego.

#### 5. Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/048) y ha sido apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

#### Referencias

1. Sleiman, R.; Abi, M.T.; et al. Lebanese Cannabis: Agronomic and Essential Oil Characteristics as Affected by S. Date and Irrigation Pract. 2022, Water. 14, 3842,
2. Amaducci, S.; Zatta, A.; et al. Influence of Agronomic Factors on Yield and Quality of Hemp (*Cannabis sativa*, L.). Field Crops Res. 2008, 107, 161–169.
3. Carah, J.K.; Howard, J.K.; et al. High Time for Conservation: Adding the Environ. to the Debate on Marijuana Liberaliz. BioScience 2015, 65, 822–829.
4. Bauer, S.; Olson, J.; et al.. Impacts of Surface Water Diversions for Marijuana Cultiv. on Aquatic Habit. in Calif. Watersheds. PLoS ONE 2015, 10, e0120016.
5. Zheng, Z.; Fiddes, K.; Yang, L. A Narrative Review on Environmental Impacts of Cannabis Cultivation. J. Cannabis Res. 2021, 3, 35.
6. García-Tejero. LF.; et al. Seeking suitable agronomical practices for industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivation for biomedical applications. Industrial Crops & Products 139 (2019) 111524