

Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego

Sergio Andrés Palacio-Román & Balentina Agudelo-Escobar

Citación: Palacio-Román, S. A., & Agudelo-Escobar, B. (2020). Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego. *Ciencia y Agricultura*, 17(1), 3-17.

<https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n1.2020.10506>

Recibido: Septiembre 16, 2019; **Aceptado:** Diciembre 18, 2019; **Publicado:** Enero 15, 2020

Derechos de reproducción: Este es un artículo en acceso abierto distribuido bajo la licencia [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#).

Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego

Sergio Andrés Palacio-Román¹
Balentina Agudelo-Escobar²

Resumen

Actualmente se están buscando alternativas para reducir los costos que implican los químicos en la agricultura. La aplicación de materia orgánica se propone no solo como alternativa para mejorar las propiedades químicas del suelo sino también como un medio para favorecer sus propiedades físicas y la capacidad del mismo para retener humedad. Un insumo poco utilizado en la agricultura son los excrementos de codornices o codornaza, que actualmente por su falta de uso están siendo desperdiciados transformándose de esta manera en un importante contaminante rural. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos dosis (6250 y 12500 kg/ha) de codornaza y dos láminas de riego (100 mL y 200 mL) en el crecimiento y desarrollo de *Helianthus annuus* L. a través de variables alométricas como la altura de las plantas, el número de hojas, número de botones florales y plantas florecidas, variables evaluadas cada ocho días. El experimento fue establecido en la ciudad de Medellín, región caracterizada por su vocación floricultora, mientras que la codornaza fue obtenida de una granja coturnicultora en el municipio de Marinilla, ubicado al occidente de Colombia sobre la rama central de la cordillera de los Andes. Los tratamientos no mostraron diferencias significativas para las variables relacionadas a la fenología de las plantas, sin embargo, mostraron una marcada tendencia para el tratamiento de 6250 kg/ha en la mejora de las variables vegetativas y en el peso de las semillas, además, los niveles de codornaza utilizados en el estudio no presentaron efectos de restricción nutricional en las plantas para ninguna de las variables medidas.

Palabras clave: degradación de suelos; fertilizante; nutrición de las plantas; recursos de suelos.

¹ Universidad Nacional de Colombia (Medellín-Antioquía, Colombia). sapalacior@unal.edu.co. ORCID: [0000-0002-6040-5363](https://orcid.org/0000-0002-6040-5363).

² Universidad Nacional de Colombia (Medellín-Antioquía, Colombia). bagudeloe@unal.edu.co. ORCID: [0000-0001-9048-9951](https://orcid.org/0000-0001-9048-9951).

Development of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) with Application of Quail Manure under Different Irrigation Sheets

Abstract

Alternatives are currently being sought to reduce the costs of fertilizers in agriculture. The application of organic matter is proposed not only as an alternative to improve the chemical properties of the soil but also as a mean to promote its physical properties and its ability to retain moisture. Quail manure is a resource rarely used in agriculture, which nowadays, due to its lack of use, is being wasted, thus becoming an important rural pollutant. The research was carried out to evaluate the effect of two doses (6250 y 12500 kg/ha) of quail manure per plant and two irrigation sheets (100 mL and 200 mL) on sunflower (*Helianthus annuus* L.) development through vegetative variables such as the height of the plants, the number of leaves, number of flower buds and flowering plants, variables which are evaluated every eight days. The experiment was established in Medellín city, a region characterized by its floricultural vocation, while the quail manure was obtained from a quail farm in the municipality of Marinilla, located in western Colombia. The treatments did not show significant differences for the variables related to the phenology of the plants, however, they showed a marked tendency for the 6250 kg/ha treatment in the improvement of the vegetative variables and in the weight of the seeds, in addition, the levels of quail manure used in the study did not show nutritional restriction effects in the plants for any of the variables measured.

Keywords: fertilizers; plant nutrition; soil degradation; soil resources.

Para citar este artículo:

Palacio-Román, S. A., & Agudelo-Escobar, B. (2020). Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego. *Ciencia y Agricultura*, 17(1), 3-17. <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n1.2020.10506>

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0



I. INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es un cultivo de gran importancia económica, siendo la principal semilla oleaginosa de Europa (Perrot *et al.*, 2019) y la cuarta en el mundo detrás de la soya, la palma y la canola (Abumere *et al.*, 2019; Ullah & Akmal, 2018). A su vez, es responsable del 13% del aceite vegetal producido en el mundo (Nunes-Alves *et al.*, 2019).

Existen dos principales razones para su amplio uso, la primera es su alto contenido de ácidos grasos insaturados (Abumere *et al.*, 2019), el girasol puede contener hasta 5% de aceite y un 32% de proteínas en las semillas (Nascimento *et al.*, 2013; Tariq *et al.*, 2018; Ullah & Akmal, 2018); la segunda razón es su amplio espectro de usos: la planta se utiliza para extraer aceite de consumo humano, como planta forrajera para alimentación animal, como planta ornamental y para la producción de biodiesel (Filho *et al.*, 2013; Gomes *et al.*, 2017; Nascimento *et al.*, 2013).

A pesar de que es una planta que por centro de origen tiene una zona con clima templado, como es Norteamérica, se ha adaptado exitosamente a climas desde húmedos a áridos (Tariq *et al.*, 2018), esto se debe a que tiene una gran tolerancia al estrés hídrico (Debaeke *et al.*, 2017; Ecco *et al.*, 2017; Ozturk *et al.*, 2017). Sin embargo, como muchas otras plantas, el girasol posee una mayor sensibilidad a este tipo de estrés durante la floración y el llenado de las semillas (Ebrahimian *et al.*, 2019; Mahmood *et al.*, 2019).

El girasol se puede desarrollar satisfactoriamente en temperaturas superiores a 10°C (Ecco *et al.*, 2017), pero la temperatura óptima para el llenado del endospermo es de 25°C (Debaeke *et al.*, 2017) y a partir de 29°C los rendimientos empiezan a decrecer (Tariq *et al.*, 2018).

Por otro lado, el manejo de los fertilizantes es una parte indispensable de la agricultura y una de las inversiones más importantes en todo cultivo, esto se debe en parte al aumento de los costos, particularmente del fertilizante nitrogenado (Pibars *et al.*, 2015; Zohry *et al.*, 2017), ya que el nitrógeno es uno de los nutrientes minerales más importantes en la producción de cultivos (Zohry *et al.*, 2017) y el que posee una mayor demanda en la agricultura (Figueiredo-Lobo & Grassi-Filho, 2009). El nitrógeno es fácilmente absorbido por las plantas en forma de nitrato (NO_3), urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) y amonio (NH_4^+) (Ozturk *et al.*, 2017).

Aunque el uso de fertilizantes orgánicos indudablemente reduce los costos de producción, no existe información de las dosis apropiadas en girasol (Filho *et al.*, 2013). Sin embargo, a medida que aumentan los costos de los fertilizantes y las preocupaciones sobre los impactos ambientales del uso excesivo de fertilizantes, se utiliza cada vez más la materia orgánica en forma de productos compostados (Solaiman *et al.*, 2019).

El estiércol de aves de corral, usado como fertilizante, otorga mayores rendimientos en muchos cultivos en comparación con estiércoles de otros animales (Biratu *et al.*, 2018; Yaldiz *et al.*, 2019), además, es uno de los recursos de mayor disponibilidad para los hogares agrícolas (Biratu *et al.*, 2018), y aunque es uno de los desechos

animales más utilizados, generalmente se aplica sin ningún tratamiento, lo que puede resultar riesgoso para los cultivos dada su capacidad de auto calentarse, sus altas concentraciones de amoníaco y las sales solubles (Mupambwa *et al.*, 2017), la aplicación de estiércol de compost inestable e inmaduro puede restringir el crecimiento de las plantas y causar efectos fitotóxicos (Nguyen *et al.*, 2015).

La aplicación de estiércol tiene una influencia positiva en los parámetros biológicos, químicos y físicos del suelo puesto que influye en la formación de agregados, tiene un efecto positivo en la circulación tanto del aire como del agua y facilita la descomposición de los restos de postcosecha que pueden ser una fuente de patógenos (Kováčik *et al.*, 2010), el estiércol activa muchas especies de organismos vivos que liberan fitohormonas y pueden estimular el crecimiento y la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Yaldiz *et al.*, 2019).

La aplicación de materia orgánica al suelo se ha propuesto como solución para mejorar sus propiedades químicas y biológicas (Fernández *et al.*, 2019; Sam-Amoah *et al.*, 2016; Sluszný *et al.*, 1999). Además del suministro de nutrientes vegetales, el uso de abono orgánico mejora las propiedades físicas del suelo y mejora su capacidad de retención de humedad (Avci, 2017; Biratu *et al.*, 2018).

En un intento por reducir los costos que conllevan los fertilizantes minerales, muchos agricultores han buscado fuentes alternativas de nutrientes para la fertilización de las plantas (Gomes *et al.*, 2017). El estiércol de aves tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio (Do Carmo *et al.*, 2016), a su vez, aumenta la capacidad de intercambio catiónico (Nguyen *et al.*, 2015). Aunque los abonos animales compostados representan un recurso valioso, los desechos de la avicultura se ha convertido en una fuente importante de contaminación rural por su falta de uso (Nguyen *et al.*, 2015).

El rendimiento del girasol está condicionado principalmente por la variedad, sin embargo, el uso de fertilizantes es sin duda alguna un eslabón clave (Li *et al.*, 2017). Es bien conocido que el rendimiento en campo del girasol está condicionado principalmente por la disponibilidad de nitrógeno (Ali *et al.*, 2014; Awais *et al.*, 2017).

Las interacciones entre el agua y los nutrientes afectan directamente el crecimiento y la rentabilidad de los cultivos (Khodaei-Joghan *et al.*, 2018) y como las características nutricionales del compost varían en función de la materia prima que se use (Maucieri & Borin, 2019; Wilson *et al.*, 2019) es indispensable estudiar estos abonos orgánicos para ser más certeros en la incorporación en los planes nutricionales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de codornaza en la mejora de propiedades químicas del suelo y por ende su efecto en el crecimiento y desarrollo de girasoles a través de variables vegetativas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización

La investigación se realizó en Colombia, en el departamento de Antioquia, con coordenadas 6.262927, -75.578922, a una altitud de 1481 metros sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 24°C y precipitación anual de 1571 mm. La zona de vida corresponde a bosque húmedo premontano (bh-P) (Corantioquia, 2003).

B. Material vegetal y establecimiento del experimento

Se utilizaron semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) destinadas para alimentación animal quienes previamente fueron sometidas a una prueba de germinación. La codornaza se obtuvo de una granja coturnicultora ubicada en el municipio de Marinilla Antioquia, vereda Altos del Mercado con coordenadas 6.171765, -75.301640.

C. Diseño experimental

Se empleó en bloques completos al azar (BCA). En cada bloque se encontraban los seis tratamientos, cada unidad experimental estaba compuesta por 20 plantas separadas a una distancia de 20 por 30 cm. Las unidades experimentales fueron delimitadas con cuerda de fique, a su vez, entre unidades experimentales se sembró una línea de tres plantas de girasol para disminuir el efecto borde de los tratamientos.

D. Descripción de tratamientos

Los tratamientos correspondieron a tres niveles de codornaza, llamados en este trabajo como C1 (0 kg/ha), C2 (6250 kg/ha) y C3 (12500 kg/ha) y dos láminas de riego: R1 (100 mL planta⁻¹) y R2 (200 mL planta⁻¹). La codornaza fue aplicada a la semana después de la emergencia de las plantas mientras que las láminas de riego fueron proporcionadas desde el día 1 hasta la semana 8 después de la emergencia en intervalo de 24 horas.

E. Muestreo y variables evaluadas

Las variables vegetativas fueron examinadas cada semana y correspondieron a número de hojas, área foliar (cm²), altura de la planta, y en el momento de la floración se evaluó número de plantas florecidas en cada unidad experimental, el número de botones florales y finalmente, el peso de 100 semillas, para esta última, cuando las plantas llegaron a madurez fisiológica se realizó la cosecha, las semillas de cada una unidad experimental se separaron en recipientes y se seleccionaron aleatoriamente 100 semillas que fueron pesadas.

F. Análisis estadístico

Se usó el software R-Studio para el análisis estadístico de los datos. Se hizo una prueba de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilks, se realizaron transformaciones logarítmicas a los datos y finalmente se decantó por el uso de pruebas no paramétricas: el Test de Fligner-Killeen para la homocedasticidad y la Prueba de Kruskal-Wallis. Se hicieron transformaciones logarítmicas y

Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego

transformaciones Box-Cox a los datos, sin embargo, fue imposible lograr la normalidad de los mismos por lo que finalmente se decantó por el uso de pruebas no paramétricas. El Test de Fligner-Killeen confirmó la homocedasticidad de los datos por lo que se pudo aplicar la Prueba de Kruskal-Wallis.

La caracterización química, tanto inicial como final, se hizo con un análisis de pH, porcentaje de materia orgánica, P, S, Fe, Mn, K, y elementos menores, así como la capacidad de intercambio catiónica efectiva, la caracterización inicial se hizo antes de aplicar los tratamientos con codornaza y la final después de la floración de las plantas.

El pH fue tomado en agua a una concentración de 1:1, por su parte, el porcentaje de materia orgánica fue hallado mediante el método de Walkley Black, mientras que el hierro, manganeso, cobre y zinc fue caracterizado por el método de Olsen y el fósforo con Bray II.

Por su parte, la caracterización física del suelo consistió en la medición de la densidad real con el empleo del pentapícnómetro, la densidad aparente, con la técnica del cilindro biselado, la textura del suelo con el método de Bouyoucos (Bouyoucos, 1962), estos análisis se hicieron una semana después de la emergencia de las plantas. A su vez se construyó una curva de retención de humedad y durante un mes fue medida la humedad del suelo usando dos potenciales de presión: 30397.5 Pa y 1.52×10^6 Pa.

III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados tanto para las características del suelo antes y después del experimento y los resultados para las variables fenológicas.

A. Caracterización física del suelo

La textura del suelo tanto para el primer análisis como para el segundo la ubicó en la clase franco arcillosa, con un porcentaje de arcilla del 28%, de limo de 38% y de arena del 34%, por su parte la densidad del suelo en ambos análisis permaneció constante siendo la densidad aparente de $1,03 \text{ g (cm}^3\text{)}^{-1}$ y la densidad real de $2.6695 \text{ g (cm}^3\text{)}^{-1}$. Las características físicas del suelo no presentaron variación. Se cuantificó la humedad volumétrica presente en el suelo durante el último mes del experimento y con la información se construyó la Figura 1.

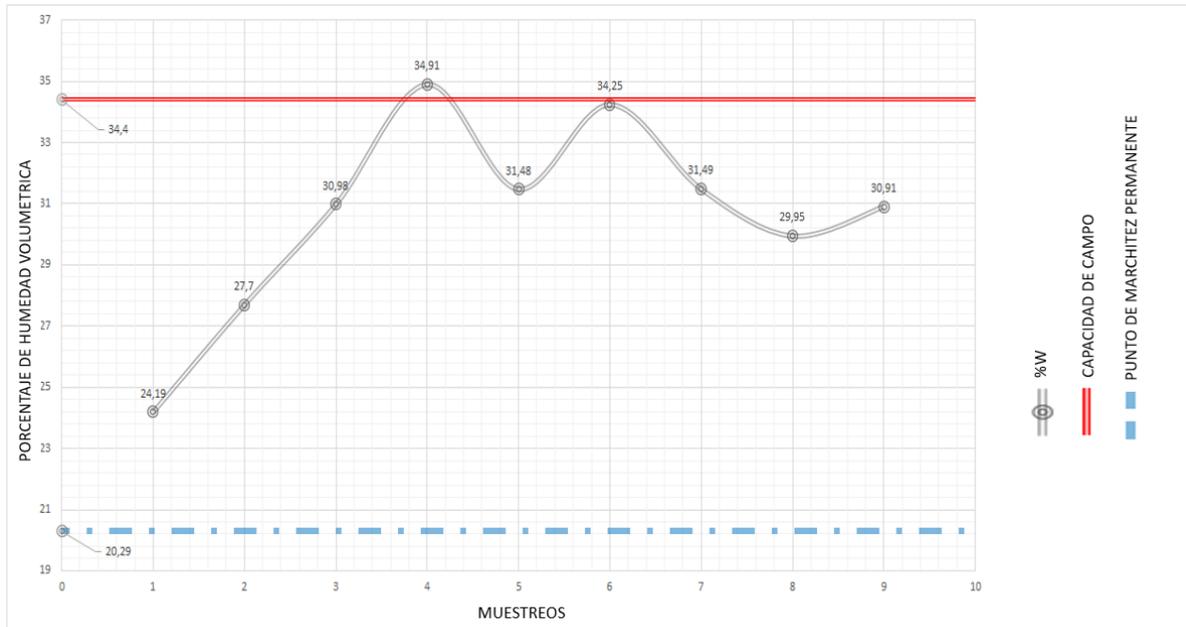


Fig. 1. Humedad volumétrica del suelo.

B. Caracterización química del suelo

En la Tabla 1 se aprecian los resultados presentados por el laboratorio para el análisis químico del suelo. Los niveles nutricionales presentes previamente en el suelo aparentemente enmascararon los efectos de la codornaza sobre las plantas, sin embargo, se puede apreciar un aumento en la mayoría de los minerales si se compara el análisis inicial, que fue hecho antes de la aplicación de la codornaza, y el final que se hizo antes de la cosecha de las plantas. Los niveles de calcio, Magnesio y potasio no variaron entre las dos muestras, el sodio paso de una concentración de $0,07 \text{ cmolc kg}^{-1}$ a $0,16 \text{ cmolc kg}^{-1}$, y el azufre, el hierro, y el zinc se vieron también incrementados. Por su parte, el fósforo presentó una marcada disminución de 317 a 165 mg kg^{-1} .

Tabla 1. Análisis químico del suelo.

Muestra	pH	MO	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		%	cmolc kg ⁻¹						mg kg ⁻¹						
Inicial	7,3	5,9	-	16,3	5,5	1,41	0,07	23,3	317	3	145	9	3	18	0,9
Final	7,1	4,5	-	17,3	5,4	1,87	0,16	24,7	165	11	172	12	4	27	1,1

C. Variables fenológicas

La Tabla 2 recoge los datos de longitud de tallo, número de hojas, número de botones florales y plantas con botones florales para los diferentes tratamientos.

Tabla 2. Datos obtenidos en el experimento.

Tratamiento	Variable	Días después de la emergencia							
		8	15	24	32	40	48	56	64
C1R1	Longitud del tallo (cm)	9,33 ±0,10	17,58 ±0,28	25,82 ±0,60	40,43 ±3,20	54,68 ±10,11	74,24 ±8,90	90,58 ±7,91	100,05 ±11,54
	Numero hojas	4,78 ±0,28	8,06 ±0,18	11,33 ±0,23	12,15 ±0,96	16,25 ±0,80	16,91 ±0,22	17,38 ±0,92	17,85 ±1,94
	Número de botones florales	N/A	N/A	N/A	9,67 ±0,58	17,67 ±8,50	24,33 ±4,04	24,50 ±3,12	25,67 ±4,16
	Plantas con botones florales	N/A	N/A	N/A	5,67 ±2,08	11,67 ±2,51	15,33 ±4,04	17,67 ±2,02	N/A
C1R2	Longitud del tallo (cm)	9,57 ±0,25	19,47 ±1,96	29,37 ±0,87	41,84 ±1,88	61,00 ±8,95	70,23 ±5,16	88,71 ±4,34	102,11 ±8,95
	Numero hojas	4,87 ±0,31	8,22 ±0,62	11,57 ±1,40	13,54 ±1,32	15,65 ±1,29	16,26 ±1,51	16,58 ±0,49	17,57 ±1,67
	Número de botones florales	N/A	N/A	N/A	8,00 ±2,65	19,00 ±7,00	27,00 ±5,29	27,17 ±3,82	25,00 ±3,61
	Plantas con botones florales	N/A	N/A	N/A	6,00 ±1,00	15,33 ±2,08	17,33 ±2,08	18,67 ±1,04	N/A
C2R1	Longitud del tallo (cm)	8,46 ±1,12	18,48 ±0,94	28,50 ±0,85	43,30 ±4,48	61,95 ±1,83	73,87 ±6,04	96,55 ±14,50	113,24 ±23,58
	Numero hojas	4,97 ±0,76	8,55 ±0,30	12,13 ±0,90	13,09 ±1,36	17,85 ±1,25	16,90 ±0,26	16,95 ±0,82	17,01 ±1,39
	Número de botones florales	N/A	N/A	N/A	11,67 ±6,11	15,00 ±6,93	36,67 ±16,20	37,67 ±15,81	40,17 ±17,12
	Plantas con botones florales	N/A	N/A	N/A	7,00 ±2,65	13,67 ±6,11	19,00 ±1,00	19,50 ±0,50	N/A
C2R2	Longitud del tallo (cm)	8,82 ±1,10	18,68 ±0,20	28,53 ±2,08	43,08 ±2,58	67,24 ±9,88	78,90 ±3,09	102,17 ±6,54	131,65 ±16,36
	Numero hojas	4,88 ±0,35	8,03 ±0,15	11,18 ±0,14	13,62 ±1,43	16,78 ±2,01	19,04 ±0,65	18,37 ±2,09	18,36 ±2,42
	Número de botones florales	N/A	N/A	N/A	15,33 ±2,52	18,00 ±5,29	38,33 ±12,01	34,50 ±9,18	35,17 ±9,93
	Plantas con botones florales	N/A	N/A	N/A	9,00 ±4,58	15,00 ±1,73	18,00 ±2,65	19,00 ±1,32	N/A

Tratamiento	Variable	Días después de la emergencia							
		8	15	24	32	40	48	56	64
C3R1	Longitud del tallo (cm)	9,73 ±0,32	17,73 ±0,20	25,73 ±0,12	41,98 ±3,67	67,20 ±10,70	74,28 ±7,38	97,53 ±14,93	120,78 ±29,02
	Numero hojas	4,90 ±0,60	8,03 ±0,29	11,17 ±0,03	12,98 ±0,88	18,54 ±2,76	17,74 ±2,40	16,75 ±1,13	17,25 ±2,00
	Número de botones florales	N/A	N/A	N/A	8,67 ±2,89	16,67 ±5,77	17,33 ±5,51	22,33 ±6,33	27,33 ±9,45
	Plantas con botones florales	N/A	N/A	N/A	7,67 ±1,15	16,61 ±5,71	17,00 ±5,20	18,50 ±2,59	N/A
C3R2	Longitud del tallo (cm)	9,63 ±0,06	18,92 ±0,73	28,20 ±1,40	43,84 ±2,57	63,95 ±1,10	82,66 ±0,44	109,16 ±10,80	134,95 ±19,21
	Numero hojas	5,07 ±0,15	8,17 ±0,20	11,27 ±0,30	12,94 ±0,57	17,31 ±0,90	18,82 ±0,44	18,79 ±0,84	19,48 ±2,42
	Número de botones florales	N/A	N/A	N/A	11,67 ±5,86	20,67 ±2,89	32,00 ±13,45	36,00 ±14,47	40,83 ±16,33
	Plantas con botones florales	N/A	N/A	N/A	8,33 ±2,89	13,67 ±3,21	16,33 ±5,51	18,17 ±2,75	N/A

N/A: No aplica

Se observa en la Figura 2 los datos para cada uno de los tratamientos respecto a la variable número de hojas, aunque no hay diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, para el caso del número de hojas y el número de botones florales se aprecia una tendencia al aumento en el tratamiento de 6250 kg/ha de codornaza.

En el número de hojas, así como en otras variables, se logra observar que después de los 40 días después de la emergencia, es decir una vez las plantas han pasado la etapa vegetativa y han llegado a la reproductiva, las variables se vuelven constantes.

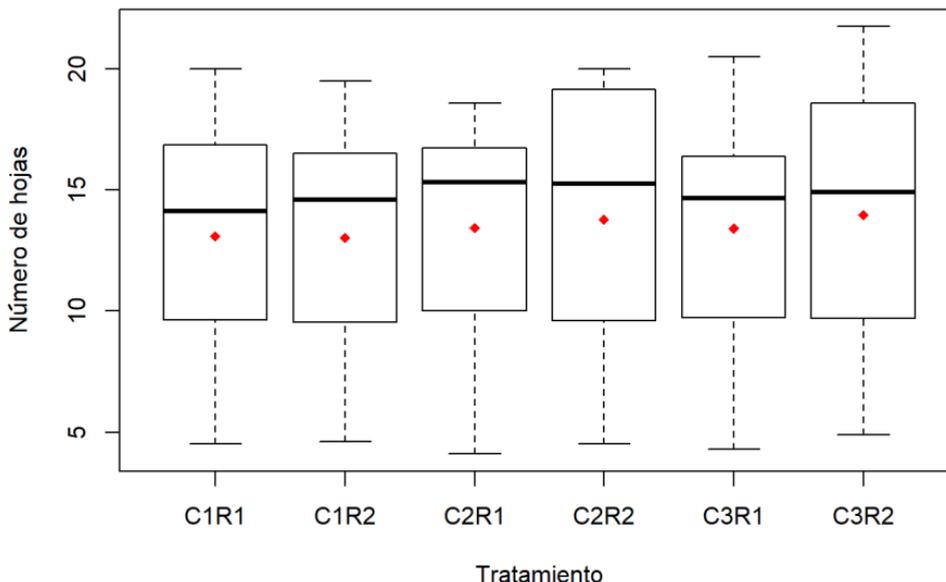


Fig. 2. Número de hojas de girasol por tratamiento.

El área foliar, la longitud del tallo, el número de plantas florecidas y el número de botones florales, también son variables que dependen del tiempo más no de los tratamientos.

D. Peso de 100 semillas

Los datos se encuentran recogidos en la Tabla 3, a pesar de que no hay diferencia significativa entre los datos se ve una marcada tendencia al aumento del peso de la semilla en el tratamiento de 6250 kg/ha, sin embargo, también se observa una disminución con respecto a esta tendencia en el tratamiento de 12500 kg/ha de codornaza.

Tabla 3. Peso de 100 semillas de girasol

Codornaza (kg hectarea ⁻¹)	Peso (g)
0	9,61 ± 0,43
6250	11,38 ± 3,11
12500	10,31 ± 1,66

IV. DISCUSIÓN

El hecho de no haber encontrado diferencia significativa entre los tratamientos puede atribuirse a los niveles nutricionales ya presentes en las parcelas experimentales que enmascararon en los tratamientos cualquier aporte que pudo haber hecho la codornaza, sin embargo, hay una marcada tendencia en las variables de crecimiento y desarrollo del tratamiento C2 (6250 kg/ha de codornaza) y en el peso de 100 semillas de este mismo tratamiento. Correlacionando esta tendencia a los niveles nutricionales del suelo (antes y después) se observa una clara disminución del fósforo en el suelo, se le atribuye este efecto a la demanda nutricional que tiene el girasol durante el periodo reproductivo, por esta fuerte

demanda se puede explicar que los niveles de codornaza marcaran una tendencia en el peso de las semillas, puesto que el fosforo al ser un compuesto esencial en el ADN y sobre todo en la molécula energética del ATP tiene una alta demanda en el momento de llenado de frutos.

Avci *et al.* (2017) encontró que el rendimiento de las semillas no parece ser afectada por la aplicación de fertilización al momento de la siembra, sin embargo, la misma fertilización en el momento de la floración aumento los contenidos de ácido palmítico. En el presente estudio los contenidos de ácidos grasos en las semillas no fue una de las variables evaluadas, pero puede ser posible que el aporte de la codornaza en el momento de la anthesis hubiera dado resultados significativos. Por su parte, Awais *et al.* (2017), logró correlacionar la duración de las hojas con la fertilización nitrogenada del cultivo, lo que repercutía en el rendimiento del aquenio. Para el caso del peso de las semillas se aprecia que el tratamiento de cero kg/ha de codornaza presentó el peso más bajo, seguido del tratamiento de 12500 kg/ha, y el tratamiento intermedio con 6250 kg/ha de codornaza otorgó un peso mayor.

Los datos obtenidos de la humedad de las parcelas mostraron que se encontraron aproximadamente en capacidad de campo durante todas las mediciones, esta es otra razón para evidenciar que los niveles hídricos fueron muy buenos en la huerta experimental lo que enmascaró el tratamiento de riego.

V. CONCLUSIONES

El tratamiento intermedio con 6250 kg/ha de codornaza otorgó un mayor peso de las semillas de girasol, a su vez, hay una tendencia de este tratamiento en la mejora de las variables vegetativas. En Ninguno de los niveles de codornaza utilizados hubo efectos de restricción nutricional y las características físicas del suelo no se vieron afectadas por las dosis utilizadas.

REFERENCIAS

- Abumere, V. I., Dada, O. A., Adebayo, A. G., Kutu, F. R., & Togun, A. O. (2019). Different Rates of Chicken Manure and NPK 15-15-15 Enhanced Performance of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) on Ferruginous Soil. *International Journal of Agronomy*, 2019, e3580562.
- Ali, A., Ahmad, A., Khaliq, T., Ali, A., & Ahmad, M. (2014). Nitrogen nutrition and planting density effects on sunflower growth and yield: A review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(12), 1024-1035. <https://doi.org/10.3923/pjn.2013.1024.1035>
- Avci, A. B. (2017). Influence of chicken manure applications on the yield and the essential oil content of *Origanum onites* L. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3), S290-S294. <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.32>
- Awais, M., Wajid, A., Bashir, M. U., Habib-ur-Rahman, M., Raza, M. A. S., Ahmad, A., & Nasim, W. (2017). Nitrogen and plant population change radiation capture and utilization capacity of sunflower in semi-arid environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(21), 17511-17525. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9308-7>
- Biratu, G. K., Elias, E., Ntawuruhunga, P., & Nhamo, N. (2018). Effect of chicken manure application on cassava biomass and root yields in two agro-ecologies of Zambia. *Agriculture (Switzerland)*, 8(4), 45-60. <https://doi.org/10.3390/agriculture8040045>
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Corantioquia (2003). Recopilación de información y elaboración de textos sobre la diversidad faunística presente en la jurisdicción de la corporación autónoma regional del centro de Antioquia. Disponible en: http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/fauna/airnr_cn_3995_2002.pdf

Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego

- Debaeke, P., Bedoussac, L., Bonnet, C., Bret-Mestries, E., Seassau, C., Gavaland, A., & Justes, E. (2017). Sunflower crop: Environmental-friendly and agroecological. *ACL - Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 24(3), D304. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017020>
- Do Carmo, D. L., De Lima, L. B., & Silva, C. A. (2016). Soil fertility and electrical conductivity affected by organic waste rates and nutrient inputs davi lopes. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 40, e0150152. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20150152>
- Ebrahimian, E., Seyyedi, S. M., Bybordi, A., & Damalas, C. A. (2019). Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. *Agricultural Water Management*, 218, 149-157. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.031>
- Ecco, M., Carlos, F. D., Lima, P. R., Richart, A., Coelho, G. F., & Borsoi, A. (2017). Agronomic characteristics and oil content of Brazilian sunflower hybrids under different sowing densities. *Australian Journal of Crop Science*, 11(11), 1431-1437. <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.11.pne555>
- Fernández, R., Frasier, I., Quiroga, A., & Noellemeier, E. (2019). Pore morphology reveals interaction of biological and physical processes for structure formation in soils of the semiarid Argentinean Pampa. *Soil and Tillage Research*, 191, 256-265. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.04.011>
- Figueiredo-Lobo, T., & Grassi-Filho, H. (2009). Sewage sludge levels on the development and nutrition of sunflower plants. *Revista de La Ciencia Del Suelo y Nutricion Vegetal*, 9(3), 245-255. <https://doi.org/10.4067/S0718-27912009000300007>
- Filho, F. C., de Mesquita, E. F., Guerra, H. O., Moura, M. F., & Chaves, L. H. (2013). Effect of cattle manure on sunflower production and water use in two types of soil. *Revista Ceres*, 60(3), 397-405. <https://doi.org/10.1590/S0034737X2013000300013>
- Gomes, K. R., De Araújo Viana, T. V, De Sousa, G. G., Costa, F. R., & De Azevedo, B. M. (2017). Irrigation and organic and mineral fertilization in sunflower crop. *Comunicata Scientiae*, 8(2), 356-366. <https://doi.org/10.14295/CS.v8i2.1596>
- Khodaei-Joghan, A., Gholamhoseini, M., Agha-Alikhani, M., Habibzadeh, F., Sorooshzadeh, A., & Ghalavand, A. (2018). Response of sunflower to organic and chemical fertilizers in different drought stress conditions. *Acta Agriculturae Slovenica*, 111(2), 271-284. <https://doi.org/10.14720/aas.2018.111.2.03>
- Kováčik, P., Kozánek, M., Takáč, P., Galliková, M., & Varga, L. (2010). The effect of pig manure fermented by larvae of house flies on the yield parameters of sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 58(2), 147-154. <https://doi.org/10.11118/actaun201058020147>
- Li, W. P., Shi, H. B., Zhu, K., Zheng, Q., & Xu, Z. (2017). The quality of sunflower seed oil changes in response to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 109(6), 2499-2507. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.01.0046>
- Mahmood, H. N., Towfiq, S. I., & Rashid, K. A. (2019). Water use efficiency of different sunflower genotypes under deficit irrigation in a semi-arid Region. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 2043-2057. https://doi.org/10.15666/aeer/1702_20432057
- Maucieri, C., Barco, A., & Borin, M. (2019). Compost as a substitute for mineral N fertilization? Effects on crops, soil and N leaching. *Agronomy*, 9(4), 193. <https://doi.org/10.3390/agronomy9040193>
- Mupambwa, H. A., Ncoyi, K., & Mnkeni, P. N. (2017). Potential of chicken manure vermicompost as a substitute for pine bark based growing media for vegetables. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19(5), 1007-1011. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0375>
- Nascimento, A. L., Sampaio, R. A., Fernandes, L. A., Junio, G. R. Z., Carneiro, J. P., Rodrigues, M. N., & De Albuquerque, H. C. (2013). Yield and nutrition of sunflower fertilized with sewage sludge stabilized by different processes. *Revista Ceres*, 60(5), 683-689. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000500012>
- Nguyen, X. P., Jho, H., Jeong, Y.-J., Jo, Y.-T., Islam, M. N., & Park, J.-H. (2015). Characterization of composted chicken manures discharged from farms in South Korea. *Environmental Engineering Research*, 20(3), 254-259. <https://doi.org/10.4491/eer.2015.061>
- Nunes-Alves, A., Guedes-de-Souza, F., Garófalo-Chaves, L. H., Alves-de-Souza, J., & Feitosa-de-Vasconcelos, A. C. (2019). Effect of nutrient omission in the development of sunflower BRS-122 in greenhouse conditions. *Revista Facultad Nacional de Agronomia Medellin*, 72(1), 8663-8671. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n1.69388>
- Ozturk, E., Polat, T., & Sezek, M. (2017). The effect of sowing date and nitrogen fertilizer form on growth, yield and yield components in sunflower. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(1), 143-151. <https://doi.org/10.17557/tjfc.312373>
- Perrot, T., Gaba, S., Roncoroni, M., Gautier, J.-L., Saintilan, A., & Bretagnolle, V. (2019). Experimental quantification of insect pollination on sunflower yield, reconciling plant and field scale estimates. *Basic and Applied Ecology*, 34, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2018.09.005>
- Pibars, S. K., Eldardiry, E. I., Khalil, S. E., & Abd El-Hady, M. (2015). Effect of compost tea on growth character of sunflower (*Helianthus Annuus* L.) under surface and subsurface drip irrigation. *International Journal of ChemTech Research*, 8(6), 490-495.

- Sam-Amoah, L. K., Willie, W. K., & Owusu-Sekyere, J. D. (2016). Effects of deficit irrigation and chicken manure interactions on the growth and yield of okra in a pot experiment. *Asian Journal of Agricultural Research*, 10(1), 47-55. <https://doi.org/10.3923/ajar.2016.47.55>
- Sluszny, C., Graber, E. R., & Gerstl, Z. (1999). Sorption of s-triazine herbicides in organic matter amended soils: Fresh and incubated systems. *Water, Air, and Soil Pollution*, 115(1-4), 395-410. <https://doi.org/10.1023/A:1005105020757>
- Solaiman, Z. M., Yang, H., Archdeacon, D., Tippet, O., Tibi, M., & Witherley, A. S. (2019). Humus-Rich Compost Increases Lettuce Growth, Nutrient Uptake, Mycorrhizal Colonisation, and Soil Fertility. *Pedosphere*, 29(2), 170-179. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(19\)60794-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(19)60794-0)
- Tariq, M., Ahmad, S., Fahad, S., Abbas, G., Hussain, S., Fatima, Z., & Hoogenboom, G. (2018). The impact of climate warming and crop management on phenology of sunflower-based cropping systems in Punjab, Pakistan. *Agricultural and Forest Meteorology*, 256, 270-282. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.03.015>
- Ullah, S., & Akmal, M. (2018). Response of sunflower to integrated management of nitrogen, phosphorus and sulphur. *Sarhad Journal of Agriculture*, 34(4), 740-748. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2018/34.4.740.748>
- Wilson, C., Zebarth, B. J., Burton, D. L., Goyer, C., Moreau, G., & Dixon, T. (2019). Effect of Diverse Compost Products on Potato Yield and Nutrient Availability. *American Journal of Potato Research*, 96(3), 272-284. <https://doi.org/10.1007/s12230-01909714-x>
- Yaldiz, G., Çamlıca, M., Özen, F., & Eratalar, S. A. (2019). Effect of Poultry Manure on Yield and Nutrient Composition of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(7), 838-852. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1589488>
- Zohry, A. E., Abbady, K. A., El-Maaz, E. I., & Ahmed, H. M. (2017). Maximizing land productivity by diversified cropping systems with different nitrogen fertilizer types. *Acta Agriculturae Slovenica*, 109(3), 481-492. <https://doi.org/10.14720/aas.2017.109.3.01>