

---

# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA CHÍA *Salvia hispánica L.* POR EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO<sup>1</sup>

---

Garcete Aguilar, EI<sup>2\*</sup> y Oroa Pfefferkorn, ED<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Parte de la tesis presentada en la Facultad Ciencias de la Producción – UNCA. Carrera Ingeniería Agronómica.

<sup>2</sup> Ing. Agr. Egresada de la Carrera Ingeniería Agronómica. FCP – UNCA. Coronel Oviedo

<sup>3</sup> Prof. MSc. Docente tutor de tesis, Facultad Ciencias de la Producción – UNCA. Coronel Oviedo

\*Autor para correspondencia: eliana.garcete@fcpunk.edu.py

## RESUMEN

La chía en el Paraguay, es una semilla altamente valorada por sus propiedades nutricionales, y, además, ha sido destacado en la agricultura lo que ha impulsado al crecimiento económico del país. La investigación se realizó en el Distrito de Coronel Oviedo, departamento de Caaguazú, en la Granja Escuela Integral Sustentable, durante los meses de febrero y junio del 2023. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de la chía por efecto de la densidad de siembra y aplicación de bioestimulantes. El diseño experimental adoptado fue bi factorial, dispuesto en diseño de bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, el factor A fue densidades de siembra (10, 15, 20 y 25 plantas por metro lineal), y el factor B fue aplicación de Bioestimulante (0 y 150 ml.ha<sup>-1</sup>) aplicadas durante el desarrollo vegetativo y en la pre floración. Las variables estudiadas fueron: altura de la planta, número de ramificaciones e inflorescencias, longitud de la espiga, peso de granos por espiga, rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> e índice de rentabilidad. Para ambos factores no se registraron diferencias significativas para la altura de la planta y peso de granos por espiga; en cambio para el factor A y B se presentaron diferencias significativas para el número de ramificaciones y en el rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>, no obstante, en el número de inflorescencias hubo significancia para el factor A, y para la variable longitud de la espiga se presentó diferencias significativas para el factor B. A una densidad de siembra de 10 y 15 plantas por metro lineal y con aplicación de Bioestimulante se reportó influencia en el crecimiento de la planta en donde aumenta el número de ramificaciones e inflorescencias y se incrementa la longitud de la espiga. Con una creciente densidad de 20 y 25 plantas por metro lineal y aplicación de 150 ml.ha<sup>-1</sup> de Bioestimulante aumenta el rendimiento de granos. El mejor índice de rentabilidad se obtuvo a una densidad de 25 plantas por metro lineal con aplicación de Bioestimulante.

**PALABRAS CLAVE:** ramificaciones, inflorescencias, lamiaceae, población de plantas, rendimiento.

## INTRODUCCIÓN

La chía *Salvia hispánica L.* es una planta herbácea anual de otoño e invierno que pertenece a la familia de las Lamiaceae, originario de América central, es un cereal que se ha convertido en un cultivo de gran interés y es utilizado especialmente para la alimentación humana debido a su alto contenido en fibras, proteínas y en Omega 3. Según datos de La nación (2023) el Paraguay es un potencial productor de chía posicionándose en el año 2022/23 como líder mundial en producción y exportación de este grano.

La producción de chía en Paraguay comenzó su auge a mediados de 2011, cuando expertos en alimentación a nivel mundial destacaron los valores nutricionales de este superalimento. Al comienzo, las exportaciones alcanzan generando un volumen de producción de 20.000 toneladas al año (ICEX 2020).

Según Centurión (2012), el primer cultivo de chía en el país se realizó con una cantidad mínima de 10 g de semilla, prácticamente a partir de referencias sobre la planta, mediante consultas con técnicos extranjeros y otras vía internet. Las semillas cosechadas de esta prueba se distribuyeron entre productores interesados.

El mismo autor menciona que así fue el inicio del cultivo, que se realizó en el departamento de Caaguazú con la organización SER y también en el de San Pedro; además de algunas empresas que se interesaron en el rubro para difundirlo entre los pequeños productores, como rubro alternativo en particular para el invierno, que es cuando existen menos alternativas de producción en las fincas campesinas.

## METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en el Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú – Granja Escuela Integral Sustentable, ubicado en Tuyu Pucu, distrito de Coronel Oviedo, cuyas coordenadas geográficas son: 25°29'55'' de Latitud sur y 56°27'25'' de Longitud Oeste.

Las características que predomina en el lugar son los siguientes: la temperatura media varía en general a 16,4° y 28,5°, con una humedad promedio de 71,7 %, y la precipitación media anual es de 1.730,3 mm (DINAC 2022). El periodo de la investigación se realizó entre los meses de febrero y junio de 2023.

La investigación estuvo constituida por una población infinita, donde la selección de muestras fue expofeso, constituida por un cultivo de chía var. negra.; sembrada en una superficie de 456,32 m<sup>2</sup>, sobre los cuales se aplicaron los tratamientos de forma aleatoria.

Las variables dependientes evaluadas fueron las siguientes: Crecimiento (Altura de la planta, Número de ramificaciones), Reproducción (Número de inflorescencias, Longitud de la inflorescencia), Productividad (Peso seco de granos por espiga, Rendimiento de granos en kg/ha) e Índice de rentabilidad.

El diseño experimental fue factorial 4x2 con dos factores dispuestos en bloques completos al azar (DBCA); el FACTOR A: densidades de siembra y el FACTOR B: aplicación de bioestimulante; la combinación de los factores estuvo constituido por ocho tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 32 unidades experimentales, que tuvieron una dimensión de 2,4 m x 4 m cada una, con una superficie de 9,6m<sup>2</sup>.

Para la obtención de las variables de estudio, se procedió a tomar 10 plantas por cada unidad experimental, para la altura de la planta, número de ramificaciones e inflorescencias, y para el cálculo de rendimiento en kg/ha se obtuvo a partir de la muestra de un metro lineal de las tres hileras centrales, y para el peso de granos por espiga se seleccionaron 10 espigas por cada UE.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

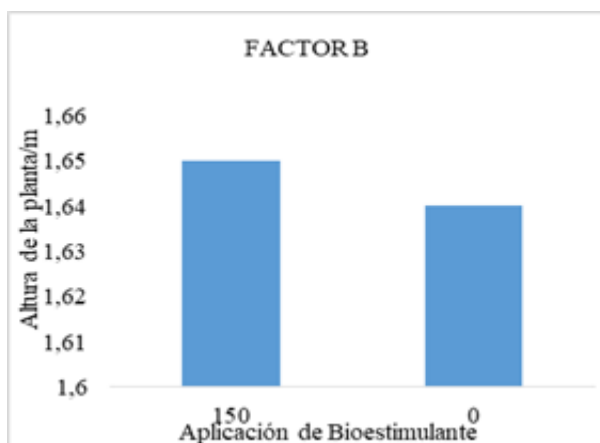
De acuerdo a las condiciones de cómo se realizó la investigación se obtuvieron los siguientes resultados.

### Altura de la planta



**Figura 1.** Medias obtenidas para la variable altura de la planta por efecto del Factor A.

Según se observa en la figura 1 de, las medias obtenidas para la variable altura de la planta, en el factor A (Densidades de siembra) presentó una media de 1,64 m de altura. Según Refulio (2017), donde evaluó la densidad de siembra en el cultivo de chíca en el distrito de Sicaya, Perú. Reportó que teniendo una alta densidad de plantas por metro lineal se obtienen alturas superiores por la alta competencia.



**Figura 2.** Medias obtenidas para la variable altura de la planta por efecto del Factor B.

Por otro lado, tampoco fue influenciada por la aplicación del bioestimulante que solo se logró una diferencia de 1 cm; la media general fue de 1,64 m.

De acuerdo a Zapata (2015), sobre la evaluación de las características morfoproductivas del cultivo de chíca, el autor indicó que utilizando una dosis alta de Bioestimulante alcanzó el mayor valor promedio en la variable altura de la planta.

### Número de ramificaciones

Como se puede apreciar en el cuadro 1 de comparación de medias, para el factor A (Densidades) arrojaron resultados similares en tres densidades inferiores en donde se obtuvo una media de 18,87 ramificaciones por planta. A su vez, la densidad de 25 p/m arrojó menor cantidad de ramificaciones con una media de 16,84 ramificaciones por planta.

**Cuadro 1.** Medias de la variable número de ramificaciones por efecto de los factores.

Factor A Densidad	N° de ramificaciones Media	Clasificación Tukey
15 p/m	18,98	A
10 p/m	18,83	A
20 p/m	18,8	A
25 p/m	16,84	B
<b>p-valor</b>	0,0351*	
<b>Factor B</b>		
<b>Bioestimulante</b>		
0,15	19,05	A
0	17,67	B
<b>p-valor</b>	0,0200*	
<b>CV:</b>	8,54%	

CV: coeficiente de variación \*significativo

Para el factor B (Bioestimulante) se observó una media superior al aplicar el bioestimulante arrojando una media de 19,05 ramificaciones por planta. Estos resultados indican, que a menor densidad de siembra y aplicación de bioestimulante se obtiene mayor cantidad de ramificaciones.

Según Medina (2015) en Perú, en una investigación sobre el estudio de densidades de siembra en el cultivo de chíca en condiciones de la irrigación Majes; de acuerdo a la variable número de ramificaciones, se encontraron diferencias altamente significativas con relación a los demás tratamientos, con una media de 19,94 ramificaciones por planta a una distribución de 25 plantas por metro lineal

### Número de inflorescencias

**Cuadro 2.** Medias obtenidas para la variable número de inflorescencias por efecto del factor A.

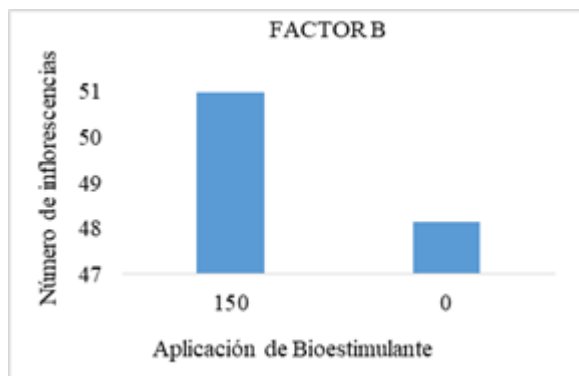
Factor A Densidades	N° de inflorescencias Medias	Clasificación Tukey
15 p/m	53,95	A
20 p/m	53,95	B
10 p/m	50,35	B
25 p/m	43,93	B
<b>p-valor</b>	0,0080*	
<b>CV:</b>	10,65%	

CV: coeficiente de variación \*significativo

Conforme al cuadro 2 de comparación de medias, para la variable número de inflorescencias para el factor A (Densidades), cuya densidad de 15 p/m presentó una media de 53,95 inflorescencias por planta. Sin embargo, la densidad de 25 p/m arrojó una media de 43,93 inflorescencias por planta, siendo inferior estadísticamente

con relación a las otras densidades. Lo cual indica que a menor cantidad de plantas por metro lineal se concentra mayor formación de inflorescencias.

En un experimento realizado por Miranda (2015), sobre el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de chíá, concluyó, que a menor población de plantas por metro lineal se concentra mayor cantidad de inflorescencias.



**Figura 3.** Medias obtenidas para la variable número de inflorescencias por efecto del factor B.

Como se observa en la figura 7

3 de comparación de medias para la variable número de inflorescencias por efecto del factor B (Aplicación de Bioestimulante) se obtuvo una media de 49,57, lo cual no tiene influencia sobre el número de inflorescencias, siendo la media general.

Valverde et al. (2020) de acuerdo a una investigación, mencionan que los bioestimulantes proporcionan incrementos adicionales en las variables de reproducción, estimula y vigoriza desde la germinación hasta el proceso de floración, así como la cantidad de inflorescencias por planta

### Longitud de la espiga

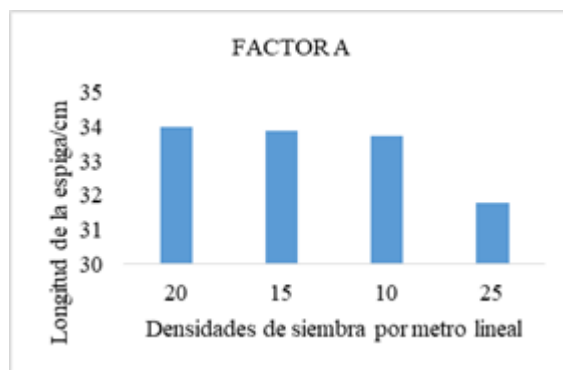
**Cuadro 3.** Medias obtenidas para la variable longitud de la espiga por efecto del factor B.

Factor B Bioestimulante	Longitud de la espiga Medias	Clasificación Tukey
150	34,23	A
0	32,5	B
<b>p-valor</b>	0,0264*	
<b>CV:</b>	6,18%	
CV: coeficiente de variación		*significativo

Como se puede apreciar en el cuadro 3 de comparación de medias para la variable longitud de la espiga por efecto del factor B, que la aplicación de 150 ml/ha arrojó una media superior estadísticamente a los tratamientos sin aplicación con 34,23 cm de longitud de la espiga. En cambio, para el testigo sin aplicación arrojó un resultado inferior con una media de 32,5 cm de longitud. Lo cual indica que con la aplicación del bioestimulante, se genera un mayor crecimiento de la espiga floral.

Alcantaras et al. (2019), mencionan que los bioestimulantes, permiten estimular la elongación celular en respuesta a las condiciones de luz y oscuridad. Adicionalmente, tiene una gran relevancia en los procesos

de inicio de la floración, lo cual incrementa la longitud de la espiga floral.



**Figura 4.** Medias obtenidas para la variable longitud de la espiga por efecto del factor A.

Como se observa en la figura 4 de comparación de media para la variable longitud de la espiga por efecto del factor A (Densidades de siembra por metro lineal) se obtuvo una media de 33,36 cm de longitud, lo cual se demuestra que no tuvo influencias para las diferentes densidades de siembra sobre la longitud de la espiga.

Aldaz (2016) en Ecuador, referente a la variable longitud de la espiga, arrojó resultados similares en donde en una densidad poblacional de 20 plantas por metro lineal obtuvo una media de 33,33 cm de longitud.

### Peso de granos por espiga



**Figura 5.** Medias obtenidas para la variable peso seco de granos por espiga por efecto del factor A.

Según se observa en la figura 5 las medias obtenidas para la variable peso seco de granos por espiga por efecto del factor A presentó una media 2,90, en donde aplicando diferentes densidades se logró una diferencia de 1 gramo.

De acuerdo a Refulio (2017), en una investigación, obtuvo una media de 3,41 gramos de semillas por espiga, a una distribución de 20 y 25 plantas por metro lineal.

Como se observa en la figura 6 correspondiente al Factor B, tampoco fue influenciado por la aplicación del Bioestimulante, que solo se consiguió una diferencia de 0,2 gramos, la media obtenida fue de 2,905.

En una investigación realizado por Paniagua (2016), de acuerdo a la variable peso de semillas por espiga, logró el mayor resultado significativo con la mayor dosis de Bioestimulante.

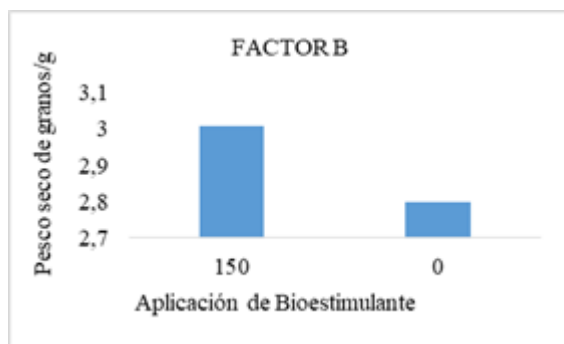


Figura 6. Medias obtenidas para la variable peso de granos por espiga por efecto del factor A.

### Rendimiento kg/ha-1

Cuadro 7. Rendimiento promedio de la Chía por efecto de la densidad y la aplicación de bioestimulante

Factor A Densidades	Rendimiento kg/ha-1 Media	Clasificación Tukey
20	1818,56	A
25	1807,2	AB
15	1738,89	AB
10	1706,88	B
<b>p-valor</b>	0,0168*	
Factor B Bioestimulante		
150	1800,88	A
0	1734,89	B
<b>p-valor</b>	0,0197*	
<b>CV:</b>	4,22%	
CV: coeficiente de variación		*significativo

Como se puede apreciar en el cuadro 7 de comparación de medias de la variable rendimiento en kg/ha-1, en donde el factor A (Densidades) con una distribución de 20 p/m arrojó una media de 1818,56 kg/ha-1 siendo superior estadísticamente a las otras densidades de siembra. Para el factor B (Aplicación de Bioestimulante) se logró mejores resultados aplicando 150 ml/ha-1 de Bioestimulante, presentando una media de 1.800,88 kg/ha-1.

Según Delgado (2015), obtuvo resultados favorables para el rendimiento de la chía, con una población de 20 plantas por metro lineal, en donde el autor indicó que la mayor productividad del cultivo se obtiene aplicando esa densidad.

Paniagua (2017) sobre el estudio del comportamiento del cultivo de chía, se reportó diferencias altamente significativas en donde el mayor resultado se logró con la aplicación de un Bioestimulante. Por lo que, el autor llegó a la conclusión que a mayor dosis de Bioestimulante se concentra un comportamiento significativo en cuanto al rendimiento.

Como se ilustra en la figura 7, que entre los factores AxB para la variable rendimiento kg/ha-1 presentó interacción, indicando que con una distribución de 20 y 25 p/m y aplicando 150 ml/ha-1 de Bioestimulante influyen directamente en el rendimiento de granos.

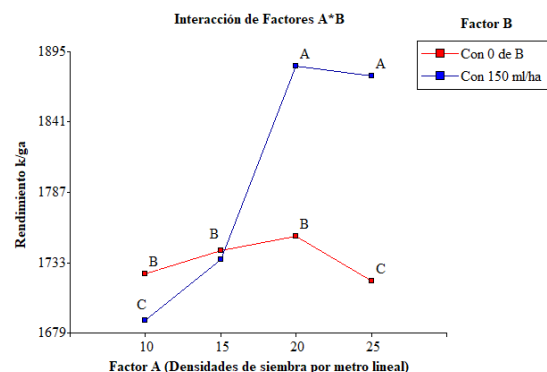


Figura 7. Interacción de los factores Densidades de siembra y aplicación de Bioestimulante para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea.

### CONCLUSIONES

En cuanto al crecimiento agronómico; la altura de la planta no fue influenciada por efecto de las diferentes densidades de siembra y aplicación de Bioestimulante. A su vez, no hubo interacción entre los factores. La cantidad de ramificaciones por planta fue influenciada por el efecto de las diferentes densidades de siembra, como también por la aplicación de Bioestimulante. No obstante, no hubo interacción entre los factores, donde se destaca que los factores tienen efecto de manera independiente.

Para las variables de reproducción; el número de inflorescencias por planta fue influenciada por efecto de las diferentes densidades de siembra. Por otra parte, no hubo influencia para la aplicación de Bioestimulante. además, no existió interacción entre los factores. Para la variable longitud de la espiga presentó influencia por efecto de la aplicación de Bioestimulante, pero no fue influenciada por efecto de las diferentes densidades de siembra. A su vez, no interfirió en la interacción entre los factores.

En cuanto a la productividad de la chía; el peso de granos por espiga, las diferentes densidades de siembra y aplicación de Bioestimulante no tuvo influencias. El rendimiento de granos es influenciado por la densidad de siembra, como también por la aplicación de Bioestimulante, así también presentó interacción entre los factores, con una distribución de 20 y 25 p/m a una aplicación de 0,15 ml/ha<sup>1</sup> de B.

### REFERENCIAS

- Alcantaras Cortes, JS; Acero Godoy, J; Alcántara Cortés, JD; Sánchez Mora, RM. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. (en línea). Nova 17(32). 109-129p. Consultado 07 ago 2022. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Aldaz Riera, AX. 2016. Efectos de la aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chía *Salvia hispánica L* (en línea). Tesis de grado Ingeniería Agronómica. Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agrarias. 70 p. Consultado 25 ago 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3181/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000002.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Centurión, C. 2012. El cultivo de chíá (en línea). Artículos Abc Rural. Asunción, Paraguay; 11 ene. Consultado 02 ago. 2022. Disponible en <https://www.abc.com.py/articulos/el-cultivo-de-chia-354585.html#:~:text=La%20ch%C3%ADa%20es%20origenaria%20de,leg%C3%B3graf%C3%ADa%20de%20la%20Dra.>
- Centurión, C. 2012. El cultivo de chíá (en línea). Artículos Abc Rural. Asunción, Paraguay; 11 ene. Consultado 02 ago. 2022.
- Delgado, FM. 2015. Evaluación de la producción de dos variedades de Chia (*Salvia hispánica L.*), en dos densidades de siembra (en línea). Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica – Universidad Mayor de San Andrés. Nor Yungas, Bolivia. 1(1): 13-18p. Consultado 23 ago 2022. Disponible en [http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/apt/v1n1/v1n1\\_a03.pdf](http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/apt/v1n1/v1n1_a03.pdf).
- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil), 2022. Anuario Climatológico (en línea). Asunción, Paraguay. 46p. Consultado 25 jun 2023. Disponible en <https://www.meteorologia.gov.py/publicaciones/https://repositorio.una.edu.ni/3272/1/tnf01m672.pdf>
- ICEX, 2020. La producción de chíá en Paraguay abastece el 50% de la demanda mundial (en línea). España. Consultado 02 ago 2022. Disponible en <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/noticias/paraguay-chia-abastece-mitad-demanda-mundial-new2020856198.html?idPais=PY#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20ch%C3%ADa%20en%20Paraguay%20comenz%C3%B3%20su%20auge%20a,valor%20nutricionales%20de%20este%20superalimento>
- La Nación, 2023. Paraguay se posiciona como el mayor exportador de chíá del mundo (en línea). Diario La Nación; 26 may. Consultado 25 jun 2023. Disponible en <https://foco.lanacion.com.py/2023/05/26/paraguay-se-posiciona-como-el-mayor-exportador-de-chia-del-mundo/>
- Medina, DBP. 2015. Densidades de siembra en chíá (*Salvia hispánica L.*) en condiciones de la irrigación Majes (en línea). Tesis de grado Ingeniería Agronómica. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Agronomía. 105p.
- Morínigo Escobar, DA, 2018. Efectos de diferentes densidades en el rendimiento del cultivo de chíá *Salvia hispánica L.* en el distrito de San Juan Nepomuceno. Tesis de grado Ingeniería Agroforestal. San Juan Nepomuceno, Paraguay. Universidad Nacional de Caaguazú Facultad Ciencias de la Producción. 45p.
- Paniagua Cahuana, N. 2016. Comportamiento del cultivo de chia *Salvia hispánica L.* a la aplicación del bioestimulante Orgabiol en la zona de irrigación de La Yarada, Región Tacna (en línea). Tesis de grado Ingeniería Agronómica. Tacna, Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna Facultad de Ciencias Agrarias. 90p. Consultado 23 ago 2022. Disponible en [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJB\\_G/1857/902\\_2016\\_paniagua\\_cahuana\\_n\\_fcag\\_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJB_G/1857/902_2016_paniagua_cahuana_n_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Refulio Enriquez, FM, 2017. Densidad de siembra en el cultivo de chia (*Salvia hispánica L.*) en el distrito de Sicaya (en línea). Tesis de grado Ingeniería Agronómica. Sicaya, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Agronomía. 52p.
- Consultado 22 ago 2022. Disponible en [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7640/T010\\_41469427\\_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7640/T010_41469427_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Valverde, LY; Moreno Quinto, J; Quijije Quiroz; Castro Landín, A; Merchán García, W; Ortega, GJ. 2020. Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arábica L.*) (en línea). La Paz, Bolivia. Journal of the Selva Andina Research Society, 11(1): 18-28p. Consultado el 06 de agos 2022. Disponible en [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2072-92942020000100003&lng=es&tln=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942020000100003&lng=es&tln=es).
- Zapata Mendoza, WO 2015. Evaluación de características morfoproductivas del cultivo de chia bajo el efecto de dos sistemas de siembra y dosis de bioestimulante orgánico valle del medio piura (en línea). Perú. Tesis de grado Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional del Piura Facultad de Ciencias Agrarias. 35p. Consultado 07 ago 2022. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/413/AGR-ZAP-MEN-15.pdf?sequence=1>