

AGROALIMENTARIO

RESPUESTA DEL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispánica*) A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NPK.

AUTORA: RAQUEL SILVANA JAEGER CZERMANESKI

TUTOR: ING. AGR. VILMA ESTELA EMATEGUI

Universidad Nacional del Este

Facultad de Ingeniería Agronómica

Itakyry, Paraguay

Raqljaeger@hotmail.com, vilmaemategui6@hotmail.com

RESUMEN

La *Salvia hispánica* L. (Chía) es una especie anual de la familia Lamiaceae cuya producción, consumo y demanda se ha incrementado fuertemente en los últimos años. La importancia del cultivo se debe a que sus granos ofrecen hoy en día una nueva oportunidad para mejorar la nutrición humana, proporcionando una fuente natural de ácidos grasos Omega-3, antioxidantes y fibra dietética. La composición química y el valor nutritivo asociado a este cultivo le confieren un gran potencial para la incorporación en los mercados alimenticios e industriales, por lo que se considera como una excelente oportunidad para desarrollar una industria agrícola capaz de ofrecer al mundo un “cultivo nuevo y antiguo a la vez”. Considerando que es un cultivo rentable y con buen potencial de desarrollo en el país, por las condiciones climáticas favorables, poca incidencia de plagas y enfermedades se realizó el trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de Chía (*Salvia hispánica*). El experimento se llevó a cabo en el distrito de San Alberto, Alto Paraná, cuyas coordenadas geográficas son: Longitud 54° 54' 33" W., Latitud 24° 58' 37" S. El suelo de la región está clasificado como Orden Oxisol, Subgrupo taxonómico *Rhodickandiudox*. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones totalizando 24 parcelas experimentales, la variedad utilizada fue Tzotsol. Los tratamientos consistieron en aplicaciones de diferentes dosis de fertilizante 8-20-10 (N, P₂O₅, K₂O₅), aplicados en surcos en el momento de la siembra. T1: sin ninguna dosis de NPK, T2: 100kg/ha, T3: 150 kg/ha, T4: 200kg/ha, T5: 250kg/ha, T6: 300kg/ha. Las variables evaluadas fueron la altura de plantas, peso de 1000 semillas y rendimiento en kg/ha. La cosecha se realizó a los 117 días después de la siembra. En cuanto a las variables se comprobó que la altura de planta presentó diferencia altamente significativa a nivel estadístico, el T4 con una dosis de 200kg/ha de NPK fue el que arrojó mayor altura con una media de 76cm, en comparación con el testigo T1 con media de 61,1cm, tuvo un aumento de 14,9cm., refleja un aumento del 19,6%. El T2 arrojó una media de 75,9; T3: 71,5; T5: 73,3 ; T6: 73,8 cm respectivamente. En cuanto a Peso de 1000 semillas existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, siendo el T6 el que arrojó mayor media con 2.27 gramos, estadísticamente los tratamientos T6, T5, T3 son iguales con medias de 2.27; 2.22 y 2,22 gramos respectivamente. Los tratamientos T1, T2 y T4 son estadísticamente iguales con medias de 2,05; 2.02 y 2,02 gramos respectivamente. En cuanto al rendimiento se comprobó que existe diferencia estadística altamente significativa siendo el T3 con aplicación de 150kg/ha el que tuvo mayor rendimiento, 815,9 kg/ha. en comparación con el testigo, arrojó

738,3kg/ha., refleja un aumento de 9,6% . El T2 arroja una media de 738,6, T4: 775,8; T5: 791,2; T6: 683,2 respectivamente.

Palabras claves: Chía (*Salvia hispánica*), Nitrógeno, Fosforo, Potasio.

1. INTRODUCCION

La *Salvia hispanica* L. (Chía) es una especie anual de la familia Lamiaceae cuya producción, consumo y demanda se ha incrementado fuertemente en los últimos años. Es nativa del sudoeste de México, norte de Guatemala y uno de los granos más importantes para las culturas precolombinas de centro América, no solo por su empleo en alimentación, sino también por su valor ceremonial, ya que se encontraron semillas como ofrendas en importantes templos de estas culturas.

La importancia del cultivo de Chía se debe a que sus granos ofrecen hoy en día, una oportunidad para mejorar la nutrición humana, proporcionando una fuente natural de ácidos grasos Omega-3, antioxidantes y fibra dietética. La composición química y el valor nutritivo asociado a este cultivo le confieren un gran potencial para la incorporación en los mercados alimenticios e industriales, por lo que se considera como una excelente oportunidad para desarrollar una industria agrícola capaz de ofrecer al mundo un “cultivo nuevo y antiguo a la vez”. El rendimiento promedio de esta especie en plantaciones comerciales es alrededor de 500-600 kg/ha, aunque se han logrado obtener hasta 1260 kg/ha (Coates y Ayerza citado por Waisle, 2013).

Con la siembra de Chía, que es un cultivo de invierno, en esa etapa se pueden cubrir esos suelos y obtener un ingreso. Considerando que los pequeños productores cuando terminan la comercialización del sésamo en marzo, dejan cuatro a cinco meses el suelo descubierto, en barbecho.

El Paraguay se posiciona entre los cinco mayores productores de Chía en el mundo, con 80 mil hectáreas sembradas en el 2013, junto con la Argentina, Bolivia, Australia y México, constituyéndose en la actualidad una de las mejores oportunidades de negocios del sector agro, tanto para el productor primario como para las empresas exportadoras (MAG, 2014).

En Paraguay se manejan muy pocas informaciones acerca del cultivo, las recomendaciones seguidas para la preparación del suelo, fertilización y manejo del cultivo de Chía provienen de experiencias empíricas con cultivos de trigo y maíz, en consultas con pequeños y grandes productores que ya han experimentado el nuevo rubro, comentan que la producción se ve bastante afectada por la falta de información acerca de época exacta de siembra y principalmente que composición y dosis de fertilizante a utilizar. Teniendo en cuenta que es un cultivo rentable y con buen potencial de desarrollo en el país, por las condiciones climáticas favorables, poca incidencia de plagas y enfermedades, es importante realizar investigaciones que puedan brindar aportes para optimizar su producción.

El uso de fertilizantes para incrementar el rendimiento de los cultivos es uno de los medios más eficaces de los que se dispone para aumentar la productividad del cultivo, razón por la cual es importante desarrollar el presente trabajo con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de fertilizante NPK en el cultivo de Chía.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de Chía (*Salvia hispánica*).

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la altura de plantas y peso de mil semillas en cada tratamiento.
- Determinar la dosis que arroje mayor rendimiento en respuesta a los diferentes tratamientos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

El experimento se llevó a cabo en el Distrito de San Alberto, Departamento del Alto Paraná, cuyas coordenadas geográficas son: Longitud 54° 54' 33" W., Latitud 24° 58' 37" S. El suelo de la región está clasificado como Orden Oxisol, Subgrupo taxonómico *Rhodickandiudox*, sub división textural arcillosa muy fina. Su color es rojizo o rojo-amarillento y se desarrolla a partir de roca basáltica, bajo vegetación boscosa, en un paisaje de lomadas, con pendientes suaves o inclinadas. Es de carácter róxico, lo que significa que tiene un horizonte argílico rojo con un espesor de 75cm, localizado entre los 25 y 125cm de profundidad, presenta brillo con value de 3 o menos cuando húmedo. A nivel de fases, se le ha caracterizado como arcilloso muy fino (López *et al*, 1995).

3.2. Muestreo y análisis de suelo

Se realizó un muestreo de suelo para su posterior análisis en el laboratorio de suelo, a fin de conocer la fertilidad que pueda influenciar en el resultado del presente experimento.

3.3. Preparación del suelo y marcación

Se realizó una carpida manual con asada, para dejar al suelo en buenas condiciones para la siembra. Luego se procedió a la marcación del experimento cuya dimensión total es de 276m², siendo 23m de largo y 12m de ancho, dividido en 24 unidades experimentales, del 3m de largo por 2,25m de ancho cada uno separados por un espacio de 1m entre tratamientos y bloques.

3.4. Fertilización

Se realizó la corrección de pH y fertilización del suelo conforme al resultado del análisis de suelo y requerimiento del cultivo.

3.5. Material genético

Se utilizó semillas de la variedad Tzotsol, es una variedad que contiene 80% de semillas negras y un 20% de semillas blancas, una de sus características principales es la que emite inflorescencias azuladas Según Poelhman, citado por Almendariz, (2012).

3.6. Siembra:

La siembra se realizó en forma manual, a una profundidad de 1cm y a una densidad de 45cm entre hileras y 4cm entre plantas, totalizando 25 plantas por metro lineal, con 5 hileras por cada unidad experimental.

3.7. Diseño experimental

El diseño utilizado fue de Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y en casos donde arrojo diferencia estadística significativa para la comparación de medias se empleó test de Tukey.

3.8. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en aplicaciones de diferentes dosis de fertilizante 8-20-10 (N, P₂O₅, K₂O₅), aplicados en surcos en el momento de la siembra.

La concentración de NPK (8-20-10) es el fertilizante utilizado por los pequeños y grandes productores de la región debido a que no se cuenta con informaciones específicas de fertilización para el rubro. Siguiendo empíricamente de esa forma las recomendaciones del cultivo de maíz.

Cuadro 1. Tratamientos considerados en el experimento:

Tratamientos	Dosis NPK 8-20-10 (kg/ha)
T1	0
T2	100
T3	150
T4	200
T5	250
T6	300

3.9. Cuidados culturales

El control de malezas se realizó con carpidas con azada, conforme a la incidencia y requerimiento del cultivo. El control de plagas y enfermedades se realizó utilizando productos fitosanitarios recomendados con pulverizador tipo mochila de 20L de capacidad, conforme a la incidencia y requerimiento del cultivo.

3.10. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica a los 120 días después de la siembra aproximadamente. Para esto se procedió al cortado de las espiguillas y luego a la limpieza de los granos. Se consideró como parcela útil, las 3 hileras centrales de cada tratamiento, totalizando 2,6 m².

3.11. Las variables a ser evaluadas fueron:

3.11.1. Altura de plantas (cm): antes de la cosecha se tomaron 10 plantas al azar de la parcela útil de cada tratamiento y se procedió a la medición con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, los valores fueron promediados y representan a cada tratamiento.

3.11.2. Rendimiento (kg/ha): Las semillas cosechadas de las plantas provenientes de la parcela útil fueron pesadas en una balanza de precisión y representan a cada tratamiento.

3.11.3. Peso de 1000 semillas (gr): Del rendimiento obtenido en cada tratamiento, se procedió al conteo manual de 1000 semillas que fueron pesadas en una balanza de precisión.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los tratamientos con distintas dosis de fertilizante NPK (8-20-10) en el cultivo de Chía.

4.1. ALTURA DE PLANTA

En la Tabla N°1 se presentan los datos de la altura de las plantas con diferentes dosis de fertilizante NPK (8-20-10) en el cultivo de Chía.

Se observa que existe diferencia estadística altamente significativa en relación a la altura de plantas.

Tratamientos (Fertilizante NPK 8-20-10)		Medias
T1	0 Kg/ha. (Testigo)	61,1 a
T2	100 Kg/ha.	75,9 a
T3	150 Kg/ha	71,5 ab
T4	200 Kg/ha.	76 ab
T5	250 Kg/ha.	73,3 b
T6	300 Kg/ha.	73,8 c
C.V.%= 2,43		

Tabla N° 1: Altura de las plantas (cm) de Chía por tratamiento con diferentes dosis de NPK. San Alberto 2014.

El T4 con una dosis de 200kg/ha de NPK 8-20-10 Arrojo mayor altura de planta, siendo altamente significativo estadísticamente con una media de 76cm de altura, en comparación con el testigo T1 con media de 61,1cm, tuvo un aumento de 14,9cm. Esto refleja un aumento del 19,6%.

El T2 arrojó una media de 75,9; T3: 71,5; T5: 73,3; T6: 73,8 cm respectivamente.

En Paraguay, la altura media de las plantas oscila entre los 0,70 m a 1,70 m. Centurión citado por Giacomelli. (2015). Los resultados de los tratamientos: T2, T3, T4, T5, T6, coincide con la media nacional, Sin embargo el Testigo no alcanza la media nacional en cuanto a la altura de planta.

En un trabajo realizado por Esquivel. 2015, se observa la aplicación de NPK (40-40-40) la cual tuvo una media de 108cm de altura de planta. Esta media sobrepasa la media de 76cm obtenida con el fertilizante NPK 8-20-10, Se deduce que la variación de la altura de planta sea debido a la época de siembra y la composición de los fertilizantes. Considerando que la fecha de siembra fue 20 días después, exactamente el 27 de marzo.

Si la siembra se adelanta a los meses de diciembre y enero, el crecimiento de las plantas puede llegar a 1,70 m-2,00 m de altura. En cambio, si se siembra en los meses de febrero, marzo o abril, la altura llega a 1,00 m. En base a sus características genéticas, la altura promedio de la planta varía entre 1,00 m a 1,70 m. (Centurión, 2013).

Según Frutos, 2014. Obtuvo una media de 63cm de altura de plantas con fertilización fosfatada.

Estas diferencias pueden atribuirse a la respuesta de la chí a al fotoperiodo ya que son plantas de días cortos, lo que permite que se adelanten las floraciones a medida que se retrase la siembra de acuerdo a las diferentes latitudes.

4.2. RENDIMIENTO

En la Tabla N°2 se presentan los datos del rendimiento con diferentes dosis de fertilizante NPK (8-20-10) en el cultivo de Chí a.

Tratamientos (Fertilizante NPK 8-20-10)		Medias
T1	0 Kg/ha. (Testigo)	738,3 b
T2	100 Kg/ha.	738,6 b
T3	150 Kg/ha	815,9 a
T4	200 Kg/ha.	775,8 ab
T5	250 Kg/ha.	791,2 a
T6	300 Kg/ha.	683,2 c
C.V.%= 2,43		

Tabla N° 2: Rendimiento del cultivo de Chí a por tratamiento con diferentes dosis de NPK. San Alberto 2014.

En la tabla se observa que existe diferencia estadística altamente significativa siendo el T3 con aplicación de 150kg/ha el que tuvo mayor rendimiento, 815,9 kg/ha. En comparación con el testigo con 0kg/ha de 8-20-10, arrojo 738,3kg/ha. Existe una diferencia de 77,6 Kg/ha, esto refleja en un aumento de 9,6%.

El mayor rendimiento obtenido se sitúa dentro de la media nacional que es de 800 a 1000kg/ha reportado en un estudio con grandes productores según Cabrera (2013).

El T2 arrojo una media de 738,6, T4: 775,8; T5: 791,2; T6: 683,2 respectivamente.

Se observa que el T6 con una aplicación de 300kg/ha tuvo un rendimiento inferior a todos los demás tratamientos incluyendo el testigo. Estos resultados concuerdan con lo expresado en la ley de Mitscherlich.

Según la ley de los incrementos decrecientes de Mitscherlich la producción no se eleva linealmente con el abonado, si no que el rendimiento se va reduciendo lentamente. Finck. A (1988).

El rendimiento mayor fue de 815,9 kg/ ha superior a lo reportado por Centuri3n C. (2013). Con un promedio de esta especie en plantaciones comerciales alrededor de 500-600 kg/ha, inferior a lo reportado por Esquivel 2014, aplicaci3n de fertilizante (00-40-40 Kg/Ha de PK) con 926,43 kg/ha.

Seg3n el Ingeniero agr3nomo Mauricio Menin gerente general de la empresa Agropecuaria Produza S.A. En una visita personal a la empresa me ha proporcionado datos de la producci3n de la zafra 2014 de Ch3a, utilizando 102,9 kg/ha del abono 8-20-10 obtuvieron una media de 795kg/ha.

Se debe tener en cuenta que durante el trabajo de investigaci3n, espec3ficamente en el final del ciclo del cultivo se tuvo varios d3as seguidos de lluvia, lo que influy3 negativamente en el desarrollo de las semillas, ocasionando una p3rdida considerable.

4.3. PESO DE MIL SEMILLAS

En la Tabla N3 se presentan los datos de peso de 1000 semillas en gramos con diferentes dosis de fertilizante NPK (8-20-10) en el cultivo de Ch3a.

Tratamientos (Fertilizante NPK 8-20-10)		Medias (gramos)
T1	0 Kg/ha. (Testigo)	2.05000 b
T2	100 Kg/ha.	2.02500 b
T3	150 Kg/ha	2.22500 a
T4	200 Kg/ha.	2.02500 b
T5	250 Kg/ha.	2.22500 a
T6	300 Kg/ha.	2.27500 a
C.V.%= 2,40		

Tabla N3: Peso de 1000 semillas de Ch3a por tratamiento con diferentes dosis de NPK. San Alberto 2014.

En la tabla se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, siendo el T6 el que arroj3 mayor media con 2.27 gramos, estad3sticamente los tratamientos T6, T5, T3 son iguales con medias de 2.27; 2.22 y 2,22 gramos respectivamente.

Los tratamientos T1,T2 y T4 son estad3sticamente iguales con medias de 2,05; 2.02 y 2,02 gramos respectivamente.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los obtenidos por Frutos, 2014. Con una media de 1,1 gramos con fertilizaci3n fosfatada.

Seg3n Almendariz (2012). Menciona que sin un nivel adecuado potasio el grano se llena poco porque este mineral es necesario para un buen equilibrio entre carbohidratos y prote3nas.

5. CONCLUSIONES

Se observa que existe diferencia estadística altamente significativa en relación a la altura de plantas. El T4 con una dosis de 200kg/ha de NPK 8-20-10 Arrojo mayor altura de planta con una media de 76cm de altura, en comparación con el testigo T1 con media de 61,1cm, tuvo un aumento de 14,9cm. Esto refleja un aumento del 19,6%.

El T2 arrojo una media de 75,9; T3: 71,5; T5: 73,3; T6: 73,8 cm respectivamente.

En relación al peso de 1000 se verifico que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, siendo el T6 el que arrojo mayor media con 2.27 gramos, estadísticamente los tratamientos T6, T5, T3 son iguales con medias de 2.27; 2.22 y 2,22 gramos respectivamente.

Los tratamientos T1, T2 y T4 son estadísticamente iguales con medias de 2,05; 2.02 y 2,02 gramos respectivamente.

En cuanto al rendimiento se comprobó que existe diferencia estadística altamente significativa siendo el T3 con aplicación de 150kg/ha el que tuvo mayor rendimiento, 815,9 kg/ha. En comparación con el testigo con 0kg/ha de 8-20-10, arrojo 738,3kg/ha. Existe una diferencia de 77,6 Kg/ha, esto refleja en un aumento de 9,6%.

El T2 arrojo una media de 738,6, T4: 775,8; T5: 791,2; T6: 683,2 respectivamente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALMENDARIZ P.E. 2012. Evaluación agronómica del cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.) con dos densidades de siembra y tres tipos de fertilizante orgánico, en San Pablo de Atenas, Provincia Bolívar. Guaranda, Ecuador. Disponible en :<http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/1583/1/TESIS%20PATRICIO.pdf>. Consultado el 16 de abril de 2014.
- CABRERA, D. 2013. Sistemas de producción Agroecológico en el cultivo de Chía. Disponible en: <http://www.paraguayorganico.org.py/wp-content/uploads/2013/07/2-Experiencia-de-manejo-CHIA-David-Cabrera.pdf>. Consultado el 30 de agosto de 2014.
- CENTURION C. 2013. El cultivo de chía (*Salvia hispanica*). (en línea). Consultado el 16 de septiembre de 2014. Disponible en <http://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/El+cultivo+de+ch%C3%ADa.pdf>
- ESQUIVEL, N. A. 2015. “Efectos de Fertilización Nitrogenada, Fosforada y Potásica en el cultivo de la Chía (*Salvia hispanica*), en un suelo clasificado como Rhodic Acrudox”. Tesis de grado. Itakyry, Paraguay. 41p.
- FINCK, A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Edición en español. REVERTE S.A. Barcelona, España. 454p. disponible en <https://books.google.com.py/books?id=IIL8KcUQAQ0C> . Consultado el 26 de julio de 2015.
- FRUTOS, C.P.F. 2014. FERTILIZACIÓN FOSFORADA EN EL CULTIVO DE CHIA (*Salvia hispanica* L.) Tesis de grado. San Lorenzo, Paraguay. 47p.

- GIACOMELLI, J.M. 2015. "Evaluación de rendimiento y sus componentes del cultivo de la chía (*salvia hispánica*) sembrada en ocho densidades, en un suelo clasificado como rhodicacrurox". Tesis de grado. Itakyry, Paraguay. 48p.
- LÓPEZ, O. *et al.* 1995. Proyecto de racionalización del uso de la tierra estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay. 246p. Disponible en :file:///C:/Documents%20and%20Settings/Ramon/Mis%20documentos/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf. Consultado el 10 de enero de 2014.
- MAG. 2014 . (Ministerio de agricultura y ganadería). Paraguay encabeza la lista de los 5 países productores de Chía más grandes del mundo. Asunción, Paraguay. Disponible en http://www.mag.gov.py/indexrenaf.php?pag=not_ver.php&tit=Boletin%20informativo...&idx=937611#.VEgKlPmUdzs Consultado el 25 de marzo de 2014.
- WAISLE L. P. 2013. Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento en semillas de la chia en el valle de Azapa. Tarapaca, Chile. (en línea). Disponible en :[file:///C:/Documents%20and%20Settings/Ramon/Mis%20documentos/Downloads/Tesis_Leslie1%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Ramon/Mis%20documentos/Downloads/Tesis_Leslie1%20(1).pdf). Consultado el 20 de mayo de 2014.