

# Producción de soja (*Glycine max*, L) en función a diferentes dosis de superfosfato simple: parámetros de rendimiento y daños causados por chinches

Soybean production (*Glycine max*, L) as a function of different doses of simple superphosphate: yield parameters and damage caused by stink bugs

Diego Manuel Marquez Fernández<sup>1\*</sup>, Marcos Arturo Ferreira Agüero<sup>2</sup>, Wilfrido Meza Giménez<sup>3</sup> y José Quinto Paredes Fernández<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. Pedro Juan Caballero, Paraguay.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Protección Vegetal. Pedro Juan Caballero, Paraguay.

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Producción Agrícola. Pedro Juan Caballero, Paraguay.

<sup>4</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Suelo. Pedro Juan Caballero, Paraguay.

**\*Autor para correspondencia:**  
diegomarqz10@gmail.com

**Conflictos de interés:**  
Los autores declaran no tener conflicto de interés.

**Contribución de autores:**  
Todos los autores realizaron contribuciones sustanciales en la concepción y diseño de este estudio, al análisis e interpretación de datos, a la revisión del manuscrito y la aprobación de la versión final. Todos los autores asumen la responsabilidad por el contenido del manuscrito.

**Financiamiento:**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), proyecto 14 INV 313.

**Periodo de publicación:**  
Enero-Junio de 2023

**Historial:**  
**Recibido:** 21/10/2022;  
**Aceptado:** 22/12/2022

**Editor responsable:**  
Enrique Benítez León y Arnaldo Esquivel Fariña

**Licencia:**  
Artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY 4.0

## RESUMEN

El fósforo (P) es uno de los elementos fundamentales para el desarrollo de la soja. Un suministro inadecuado en la planta podría limitar considerablemente el rendimiento. En el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Pedro Juan Caballero de la Universidad Nacional de Asunción, situado en el Distrito de Cerro Corá, sobre un Alfisol, se instaló un experimento con el objetivo de evaluar los efectos de la aplicación de diferentes dosis de superfosfato simple en el rendimiento productivo de la soja y los daños. Se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos fertilizados en cuanto a los parámetros de rendimiento, existiendo un aumento del rendimiento de granos de acuerdo al aumento de la dosis de fósforo aplicado, ajustándose a una ecuación lineal. La producción media de granos en kg ha<sup>-1</sup> fueron de 3.837,50, 4.148,61, 4.290,28, y 4.455,56 kg ha<sup>-1</sup> para dosis de 30, 60, 90, y 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente, siendo la media obtenida en el testigo igual a 3.527,78 kg ha<sup>-1</sup>. Se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos fertilizados en cuanto a la variable de porcentaje de vainas atacadas por chinches y vainas sanas. Se ha verificado plantas sanas, sin ataque o punciones en mayores dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Palabras clave:** Soja, fertilización, fósforo, dosis, rendimiento

## ABSTRACT

Phosphorus (P) is one of the fundamental elements for the development of soybean. An inadequate supply in the plant could seriously limit production. In the experimental field of the Faculty of Agrarian Sciences, Pedro Juan Caballero Branch of the National University of Asunción, located in the Cerro Corá District, on an Alfisol, an experiment was installed to evaluate the effects of the application of different simple superphosphate dose in soybean yield and damages. Significant differences were found between the control and the fertilized treatments in terms of yield parameters, with an increase in grain yield according to the increase in the applied phosphorus dose, adjusting to a linear equation. The average production of grains in kg ha<sup>-1</sup> was 3,837.50, 4,148.61, 4,290.28, and 4,455.56 kg ha<sup>-1</sup> for doses of 30, 60, 90, and 120 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectively, being the mean obtained in the control equal to 3,527.78 kg ha<sup>-1</sup>. Significant differences were found between the control and the fertilized treatments in terms of the percentage variable of pods attacked by bedbugs and healthy pods. Healthy plants have been verified, without attack or punctures in higher doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Keywords:** Soy, fertilization, phosphorus, dosage, yield

## INTRODUCCIÓN

La soja es una oleaginosa con importancia a nivel mundial. El Paraguay, aunque siendo un país pequeño, es uno de los principales exportadores de soja, posicionándose como el quinto productor mundial y cuarto exportador mundial en este rubro (Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), 2019). La superficie

actual cultivada está en torno a los 3,5 millones ha, con una producción de 10 millones ton. La principal zona productora es la Región Oriental. Los Departamentos más representativos en cuanto a superficie cultivada son Alto Paraná, Itapúa, Canindeyú y Caaguazú (CAPECO, 2020).

La soja es el rubro que presenta la tasa de crecimiento más alta en la última década en el país. El impacto que

genera la cadena agroindustrial de la soja en la economía del país, se ve reflejado en la contribución del 17% en el PIB, y el 62% del total de las exportaciones paraguayas (4.123 Millones U\$D), constituyéndose como de los más importantes motores de la economía del país (Plataforma Nacional de Commodities Sustentables (PNCS), 2019).

El fósforo (P) es uno de los elementos fundamentales para el desarrollo de la agricultura; siendo uno de los más difíciles de disponibilizar, debido a su elevada capacidad de reacción en el suelo, pasando rápidamente a formas más complejas de difícil absorción (Schachtman, Reid y Ayling, 1998). Un suministro inadecuado del fósforo en la planta hace que se limite las funciones que interviene en el metabolismo y almacenamiento de energía (ATP y NAD), y en el transporte de otros nutrimentos (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI), 2017). La respuesta del cultivo de la soja a la utilización de P vía suelo es bien definida, responsable por la mayoría de las respuestas significativas en el rendimiento del cultivo (Richart, 2006).

En Paraguay, los suelos de la Región Oriental se encuadran niveles bajos de este nutriente; por lo que requieren aplicaciones elevadas para corregir la deficiencia. El Departamento con menor nivel de fósforo corresponde al de Amambay con un promedio de 3,7 mg kg<sup>-1</sup> (Fatecha, 2004; Prieto, 2016).

La soja es uno de los cultivos más extractivos puesto que devuelve muy pocos nutrientes al suelo, exportándose la mayor parte de los mismos en el grano (Ferraris, 2020). La soja extrae por año 60% de P, del total extraído por todos los cultivos extensivos. La remoción de P en un cultivo de soja de 4000 kg ha<sup>-1</sup> equivale 132 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente (Torresel, 2016).

Cualquier factor que afecte la fisiología de la planta (por ejemplo, la fertilización) puede potenciar la resistencia de la misma a los insectos plagas (Zhou, Lou, Tzin y Jander, 2015). Las respuestas de los cultivos a los fertilizantes, tales como cambios en las tasas de crecimiento, madurez acelerada o retardada, tamaño de algunas partes de la planta y dureza o debilidad de la cutícula, pueden influir indirectamente en el éxito de los insectos plagas para utilizar las plantas hospederas (Altieri y Nicholls, 2008).

Según Chaboussou (1972) una planta bien nutrida posee varias ventajas en cuanto a su resistencia a las plagas con relación a una planta con deficiencia nutricional. La vulnerabilidad de las plantas al ataque de plagas es debido a un desbalance en su equilibrio nutricional o intoxicación por agroquímicos. Además de esto, la nutrición puede afectar las propiedades bioquímicas como la reducción

de compuestos fenólicos que actúan como inhibidores del desarrollo de plagas.

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de superfosfato simple en el rendimiento productivo de la soja y los daños causados por chinches.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la zafra 2019/2020, en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Pedro Juan Caballero de la Universidad Nacional de Asunción, situado en el Distrito de Cerro Corá. El suelo corresponde a la clasificación Alfisol (Soil Taxonomy), de textura franco arcillosa, de derivado basáltico (Benítez por González, 2015).

El diseño experimental utilizado es el de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones (Tabla 1). Cada unidad experimental consiste con un área de 20 m<sup>2</sup>, abarcando ocho hileras de 5 m, espaciadas a 0,45 cm entre líneas y una densidad de 15 a 17 plantas por metro lineal. El espaciamiento entre cada bloque es de 2 m y 1,5 m entre cada repetición; totalizando un área de estudio de 400 m<sup>2</sup>.

La fuente del fósforo fue el superfosfato simple con la composición de 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20% de calcio (Ca) y 11% de azufre (S), con dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 30, 60, 90 y 120 kg ha<sup>-1</sup>, también se estableció un testigo sin aplicación de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Se evaluaron parámetros de rendimiento (número de vainas por plantas, peso de 100 semillas, y la producción de granos por hectáreas). Para esto se verificó la humedad del grano, momentos antes del pesado con la ayuda de un humidímetro, determinando una muestra única (mezcla de las submuestras de cada unidad experimental) lo cual arrojó una humedad de grano promedio de 11,1 %. Además, se evaluaron parámetros de resistencia a los daños causados por los chinches (porcentaje de vainas atacadas por chinches y punciones por vainas). Las mismas fueron estimadas a través del registro del número de perforaciones producidas en las vainas durante la picadura, detectadas a través de la tinción con fucsina ácida.

Se realizó el muestreo de suelo, para el análisis químico correspondiente, dichos análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Pedro Juan Caballero de la Universidad Nacional de Asunción. La extracción de las muestras fue realizada en un diseño aleatorio a una profundidad de 0-20 cm, recomendado para cultivos anuales (Schweizer, 2011). El resultado del análisis está representado en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características físicas y químicas del suelo utilizado en el experimento. Pedro Juan Caballero, zafra 2019/2020.

Profundidad	pH	M.O	Al <sup>3+</sup>	Ca + Mg	P	K	Text.
Cm	agua	Dag kg <sup>-1</sup>	Cmolc dm <sup>-3</sup>	Cmolc dm <sup>-3</sup>	Mg kg <sup>-1</sup>	Mg kg <sup>-1</sup>	Tacto
0-20	5,60	3,50	0,1	9,00	4,00	208	A

Extractores: pH= Agua; P y K=Mehlich-1; Ca + Mg y Al 3+= KCL 1 MOL. L-1; A= Arcilla

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Pedro Juan Caballero 2019.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA), para verificar diferencias significativas entre los tratamientos. Al detectarse la diferencia se procedió a realizar el test de medias para categorizar los tratamientos por el test de Tukey al 5% para datos homogéneos y el test de Kruskal-Wallis al 5% para los datos heterogéneos, mediante el software de análisis estadístico AgroEstat (Barbosa y Maldonado, 2015). También fue sometido a un análisis de regresión para determinar la Dosis de Máxima Eficiencia Técnica (DMET) y la Dosis de Máxima Eficiencia Económica (DMEE).

Las características físicas y químicas del análisis de suelo demuestran que posee un pH = 5,60 cuyo valor es considerada levemente ácida y se encuentra en condiciones aceptables para el desarrollo de la soja; 3,50 dag kg<sup>-1</sup> de materia orgánica, porcentaje excelente; 4,0 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo, cuyo disponibilidad se encuentra en un estado crítico; 208,7 mg dm<sup>-3</sup> de potasio, valor considerado alto según la interpretación de los resultados de laboratorio y 0,1 mg dm<sup>-3</sup> de aluminio cuyo valor es bajo y bueno para la agricultura.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Número de vainas por plantas y peso de 100 granos

Los resultados obtenidos, demostraron que existe diferencia significativa en la variable número de vainas por plantas entre los tratamientos con dosis de 120 al comparar con

la dosis 30 y 60, excepto a la dosis 90 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La dosis 30 y 60 no difiere entre sí, pero difieren al comparar con las dosis 90 y 120 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por otro lado, el testigo difiere significativamente en comparación de los tratamientos fertilizados. Las medias obtenidas fueron de 77,65, 82,05, 90,80, y 94,60 vainas para dosis de 30, 60, 90, y 120 Kg ha<sup>-1</sup>, siendo la media obtenida en el testigo igual a 62,75 vainas.

El análisis de varianza nos demuestra en la Tabla 2 que para la variable peso de 100 granos existen diferencias significativas entre los tratamientos. Donde los tratamientos con dosis de 30, 60, 90 y 120 no presentaron diferencia significativa en peso de 100 granos, con promedios similares de 14,75, 15,25, 15,50, y 15,75 gramos respectivamente, pero los mismos presentan diferencia significativa en relación al testigo que obtuvo una media de 13,75 gramos, similar a lo obtenido por Werner, et al. (2020). También se observa que no hay diferencia entre el tratamiento sin aplicación y la dosis de 30 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### Rendimiento de granos

De acuerdo al análisis de variancia (ANAVA), en la tabla 3 se observa la comparación de medias de rendimiento de granos (kg ha<sup>-1</sup>) en las diferentes dosis de superfosfato simple (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), donde se demuestra que existen diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad de error por el test de media de Tukey.

**Tabla 2.** Valores promedio de número de vainas por planta y peso de 100 granos de soja en función a dosis de superfosfato simple, Pedro Juan Caballero, zafra 2019/20.

Tratamientos (Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg ha <sup>-1</sup> )	Número de vainas (n)	Peso de 100 granos (g)
Superfosfato simple (120)	94,60 a	15,75 a
Superfosfato simple (90)	90,80 a	15,50 a
Superfosfato simple (60)	82,05 b	15,25 a
Superfosfato simple (30)	77,65 b	14,75 a b
Testigo, sin aplicación (0)	62,75 c	13,75 b
<b>F</b>	58,25*	8,33*
<b>CV (%)</b>	4,01	3,65
<b>p-valor</b>	0,0001	0,0019
<b>DMS (5%)</b>	7,38	1,23

Letras desiguales en columnas difieren significativamente por el Test de Tukey al 5%, \*: significativo al 5% por el test-F; CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia mínima significativa.

**Tabla 3.** Valores promedio de rendimiento de granos de soja en función a dosis de superfosfato simple, Pedro Juan Caballero, zafra 2019/2020.

Tratamientos (Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de granos de soja (kg ha <sup>-1</sup> )
Superfosfato simple (120)	4.455,56 a
Superfosfato simple (90)	4.290,28 a b
Superfosfato simple (60)	4.148,61 a b
Superfosfato simple (30)	3.837,50 b c
Testigo, sin aplicación (0)	3.527,78 c
<b>F</b>	11,49*
<b>CV (%)</b>	5,40
<b>p-valor</b>	0,0005
<b>DMS (5%)</b>	492,95

Letras desiguales en columnas difieren significativamente por el Test de Tukey al 5%, \*: significativo al 5% por el test-F; CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia mínima significativa

En la tabla 3 se puede observar que no hay diferencia estadística significativa al comparar los tratamientos con dosis de 60, 90, y 120 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y entre los tratamientos con dosis 30, 60 y 90 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por otro lado, se puede observar que existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos fertilizados excepto con la dosis 30 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Las medias obtenidas para la variable rendimiento de granos fueron de 3.837,50, 4.148,61, 4.290,28, y 4.455,56 kg ha<sup>-1</sup> para dosis de 30, 60, 90, y 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente, siendo la media en el testigo igual a 3.527,78 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3).

Se ha demostrado que se puede producir más de 1000 kg ha<sup>-1</sup> de soja con la mayor dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Valores similares a lo obtenido por Ferraris, Traficante y Tortoriello (2015).

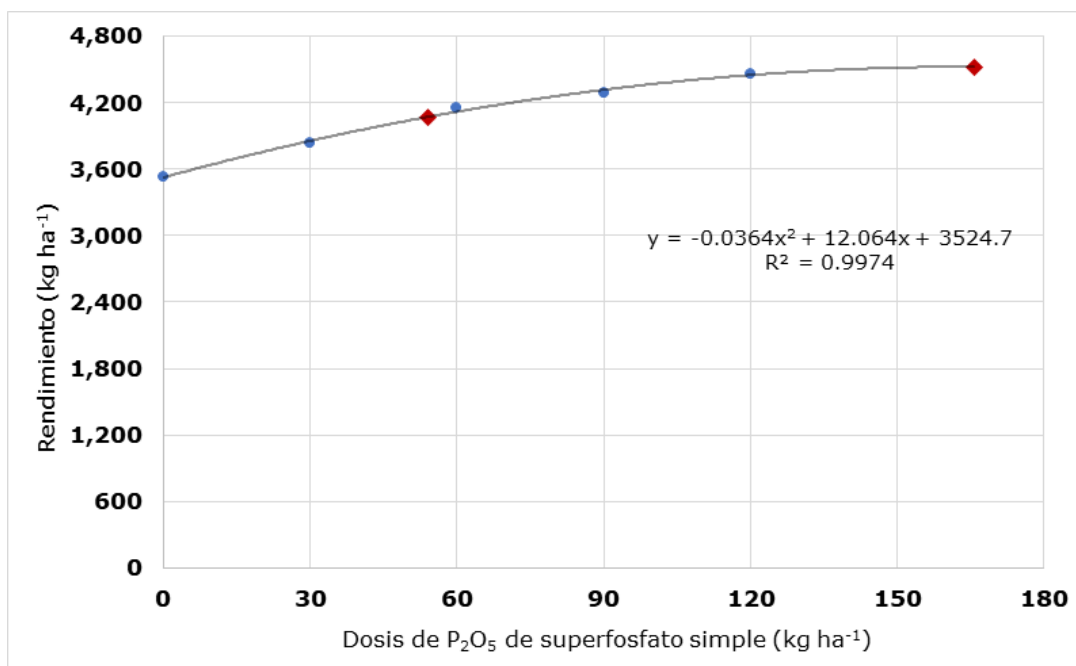
### Cálculos de regresión

Se presentan los resultados del cálculo de la ecuación de regresión en lo que se refiere a rendimiento de granos del cultivo de la soja, zafra 2019/2020 y las dosis variables de superfosfato simple (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), donde la variable independiente es el fertilizante y

la variable dependiente el rendimiento de granos.

Se observa en la Tabla 4, la Máxima Eficiencia Técnica (MET) con un valor de 4.523,56 kg ha<sup>-1</sup> de granos de soja, el cual nos indica el máximo rendimiento que se puede obtener con los tratamientos aplicados, considerando que la Dosis de Máxima Eficiencia Técnica (DMET) para lograr este rendimiento es de 165,65 kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La Máxima Eficiencia Económica (MEE), se calculó considerando el 90% de la MET, que arrojó un valor de 4.071,20 kg ha<sup>-1</sup> y así, a través de la ecuación, se pudo calcular la Dosis de Máxima Eficiencia Económica (DMEE), obteniendo un valor de 54,18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabla 4).

En la figura 1 se presentan las medias del rendimiento de granos de la soja (kg ha<sup>-1</sup>), obtenidas con la aplicación de diferentes dosis de superfosfato simple (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), la ecuación de regresión y el coeficiente R<sup>2</sup> correspondiente a la regresión cuadrática positiva, presentando un coeficiente de determinación mayor que la ecuación realizada con un valor igual a R<sup>2</sup>= 0,9965. También se observa un comportamiento ascendente en el rendimiento de granos en función al aumento de dosis de fósforo aplicado como



**Figura 1.** Rendimiento de la soja en función a dosis de superfosfato simple.

**Tabla 4.** Ecuación de regresión ajustada para el rendimiento de granos de soja en función a dosis de superfosfato simple, Pedro Juan Caballero, zafra 2019/20.

Ecuación	DMET	MET	DMEE	MEE	R <sup>2</sup>
$y = -0,0364x^2 + 12,059x + 3524,8$	165,65	4523,56	54,18	4071,20	0,9965

**DMET**= dosis de máxima eficiencia técnica; **MET**= máxima eficiencia técnica; **DMEE**= dosis de máxima eficiencia económica; **MEE**= máxima eficiencia económica.

fueron el superfosfato simple hasta la dosis de 165,65 kg ha<sup>-1</sup> para posteriormente empezar a decaer a medida que aumenta la dosis de fósforo aplicada con esta fuente, ajustándose a una ecuación polinómica de segundo grado (Figura 1).

El menor rendimiento obtenido fue con el testigo (0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) con un rendimiento de 3.527,78 kg ha<sup>-1</sup> y el mayor rendimiento de 4.455,56 kg ha<sup>-1</sup> obtenido con la dosis máxima aplicada (120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). La DMET se encuentra fuera del rango establecido en el experimento. Dosis de 165,65 kg ha<sup>-1</sup> de para una MET de 4.523,56 kg ha<sup>-1</sup> de granos de soja. La MEE obtenida fue de 4.071,35 kg ha<sup>-1</sup> con DMEE de 54,18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> equivalente a 60,2 kg ha<sup>-1</sup> de Ca y 33,11 kg ha<sup>-1</sup> de S.

Los resultados son superiores a los encontrados por Rojas (2013), que obtuvo un rendimiento máximo de 1.637 kg ha<sup>-1</sup>. A pesar de que los rendimientos fueron superiores, coinciden con los obtenidos, por que indican que con la adición de fósforo al suelo aumenta la producción de granos de la soja. Leite, Carneiro, Freita, Casali y Silva (2017) verificó que el incremento en la fertilización fosfatada resulta en aumento en el rendimiento de los granos en suelo con bajo nivel de P. Resultados similares también fueron reportados por Cubilla, Amado, Wendling, Eltz y Mielniczuk (2007).

## Porcentaje de vainas atacadas por chinches, vainas sanas y puncturas

En la tabla 5 se observa que los tratamientos con dosis 60, 90, y 120 (kg ha<sup>-1</sup>) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> difieren estadísticamente en comparación a la dosis de 30 y el Testigo. Las vainas de soja no presentaron ataque, todas estaban sanas y sin puncturas de chinches. Esta alta resistencia se ha verificado con promedios de 95, 100, 100, y 100 % de vainas sanas y 5, 0, 0, y 0 de vainas atacadas respectivamente. El tratamiento con mayor porcentaje de vainas atacadas fue el testigo, con 25 % de ataque, difiriendo estadísticamente de los tratamientos con dosis 60, 90, y 120 excepto con el tratamiento con la menor dosis 30 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Para la variable puncturas por vainas no se detectó daños para las mayores dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, apenas el testigo y la menor dosis (30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) presentaron mayor número de puncturas, con 1,25 y 0,25 promedio de puncturas por grano, respectivamente.

La sanidad de los granos de soja y bajo ataque de los chinches se deben además de la aplicación de insecticidas a la nutrición de plantas con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que demostraron mayor resistencia a los ataques de chinches en comparación a las plantas menos nutridas o sin adición de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Esto corrobora la importancia de la nutrición vegetal en el manejo integrado de las plagas.

**Tabla 5.** Valores promedio de porcentajes de vainas atacadas por chinches, vainas sanas y puncturas por vainas en función a dosis de SFS, zafra 2019/2020.

Tratamientos (Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en kg ha <sup>-1</sup> )	Vainas atacadas por chinches (%)	Vainas sanas (%)	Puncturas por vaina (n)
Testigo, sin aplicación (0)	25 a	75 a	1,25 a
Superfosfato simple (30)	5 a b	95 b	0,25 a
Superfosfato simple (60)	0 b	100 b	0,00 a
Superfosfato simple (90)	0 b	100 b	0,00 a
Superfosfato simple (120)	0 b	100 b	0,00 a
<b>H (F)</b>	8,79*	(15,67)*	5,01 <sup>NS</sup>
<b>p-valor</b>	0,0040	0,0002	0,2854

Letras iguales en columnas no difieren por el Test de Kruskal-Wallis al 5%, \*: significativo al 5% por el test-H; NS: no significativo al 5% por el test-H. ( )\*: significativo al 5% por el test-F.

Obs: Se realizó la aplicación de insecticidas en todos los tratamientos incluyendo el testigo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

En la variable número de vainas se obtuvo diferencia significativa, destacándose los tratamientos con dosis de 90 y 120 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. En el peso de 100 granos los tratamientos que se destacaron fueron con la dosis 60, 90, y 120 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> difiriendo significativamente en comparación de los demás tratamientos.

En el rendimiento de granos del cultivo de soja se observa un comportamiento ascendente hasta la máxima dosis aplicada para posteriormente empezar a decaer a medida que aumenta la dosis de fósforo aplicada con esta fuente, ajustándose a una ecuación polinómica de segundo grado,

con DMET de 165,65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para una MET de 4523,56 kg ha<sup>-1</sup> de soja, y una DMEE de 54,18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para una MEE de 4071,20 kg ha<sup>-1</sup> de soja.

En función al porcentaje vainas atacadas por chinches se observó diferencia significativa, donde los tratamientos con dosis 30 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el testigo presentaron mayor porcentaje de vainas atacadas. Los tratamientos con dosis 30, 60, 90, y 120 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> presentaron mayor promedio de vainas sanas a excepción del testigo que presentó mayor signo de ataques por chinches. En la variable puncturas por vainas no se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos.



Considerando la dosis de máxima eficiencia económica (DMEE) se recomienda la aplicación de 54.18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para una producción de máxima eficiencia económica (MEE) de 4071.35 kg ha<sup>-1</sup> de soja. También se recomienda seguir con la línea de investigación, aumentando como mínimo siete dosis para una mejor interpretación del análisis de regresión, también utilizar P de otras fuentes y estudiar los daños causados por los chinches sin la aplicación de insecticidas.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la financiación proyecto 14 INV 313 "Ocurrencia de Chinches en el Departamento de Amambay, Estudios de Biología y Control" y a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, A. y Nicholls, C. (2008). Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. Disponible en: <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-24-numero-2/1865-suelos-saludables-plantas-saludables-la-evidencia-agroecologica>
- Barbosa, J. y Maldonado, W. (2015). AgroEstat - Online statistical analyses of experimental designs. Disponible en: <https://www.etp.com.py/libro/Experimenta%C3%A7ao-Agronomica--AgroEstat-104437.html>
- Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). (2019). Ranking mundial. Disponible en: <http://capeco.org.py/ranking-mundial-es/>
- Cámara Paraguaya de Exportadores y de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). (2020). Producción y Rendimiento. Disponible en: <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Chaboussou, F. (1972). *La trophobiose et la protection de la Plante. "Revue des Qustion Scientifiques"*. Disponible en: [www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/trofobiosis.pdf](http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/trofobiosis.pdf)
- Cubilla, M., Amado, T., Wendling A., Eltz, F. y Mielniczuk, J. (2007). Calibração visando a fertilizacão com fósforo para as principais culturas de graos sob sistema plantio directo no Paraguay. *Revista Brasileira de Ciencia del suelo*, 31, 1463-1474.
- Fatecha, A. (2004). *Guía para la fertilización de cultivos anuales e perennes de la región oriental del Paraguay*. Caacupé: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Estado de Agricultura, Dirección de Investigación Agrícola.
- Ferraris, G., Traficante, P. y Tortoriello, A. (2015). Fertilización fosforo-azufrada en soja: estrategias basadas en dosis, localización y momentos de aplicación. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.f/0/930C969C38DCD96A032580910057D781/\\$FILE/14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.f/0/930C969C38DCD96A032580910057D781/$FILE/14.pdf)
- Ferraris, G. (2020). *Fertilización del cultivo de soja: Desarrollo Rural INTA EEA*. Disponible en: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/fertilizacion-del-cultivo-de-soja-1.pdf>
- González, R. (2015). *Respuesta de la soja (Glycine max L) a la aplicación foliar de micronutrientes*. (Tesis Ing. Agr.). Pedro Juan Caballero. Carrera de Ingeniería Agronómica: UNA FCA. 53 p.
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI). (2017). *Serie Nutrición Vegetal Núm. 103. Síntomas Visuales de Deficiencia de Fósforo en los Cultivos*. Celaya. México. 4 p.
- Leite, R., Carneiro, J., Freita, S., Casali, M. Y Silva, R. (2017). Adubação fosfatada na soja durante três safras consecutivas na nova fronteira agrícola brasileira. *Scientia Agraria*, 18 (4), 28-35.
- Plataforma Nacional de Commodities Sustentables (PNCS). (2019). *Soja en Paraguay*. Disponible en: <https://greencommoditiesparaguay.org/soja/>
- Prieto, M., (2016). *Clasificación del nivel de fosforo disponible del suelo de la Región Oriental del Paraguay*. (Tesis Ing. Agr.). San Lorenzo. Carrera de Ingeniería Agronómica: UNA FCA. 59 p.
- Richart, A. (2006). *Disponibilidad de fósforo e enxofre para a cultura da soja na presença de fosfato natural reativo, superfosfato triplo e enxofre elementar* (Tesis Ing. Agr.). Santa María. Carrera de Ingeniería Agronómica. UFSM. 201 p.
- Rojas, A. (2013). *Aplicación de diferentes fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en el cultivo de soja en un oxisol*. (Tesis Ing. Agr.). San Lorenzo. Magister en Ciencia del Suelo y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo: UNA FCA. 67 p.
- Schachtman, D., Reid, R. y Ayling, S. (1998). Ayling, Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell, *Plant Physiology*, 116 (2), 447-453.
- Schweizer, S. (2011). *Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad*. INTA/MAG. San José. 18 p.
- Torresel, S. A. (2016). *Fertilización en soja: rendimiento y calidad en La Querencia, Pehuajó, provincia de Bs. As.* Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/392/1/doc.pdf>
- Werner, C., Peter, M., Balem, E., Bellé, C., Ceolin, E., Zanatta, T., Aumonde, T. y Pedó, T. (2020). Adubação fosfatada em soja: produtividade e qualidade fisiológica das sementes. *Brazilian Journal of Development*, 6 (6), 36157-36177.
- Zhou, S., Lou, Y., Tzin, V. y Jander, G. (2015). Alteration of Plant Primary Metabolism in Response to Insect Herbivory, *Plant Physiology*, 169 (3), 1488-1498.