

TRATAMIENTOS *In Vitro* CON MICRONUTRIENTES Y SUS EFECTOS EN LA GERMINACIÓN Y EN LA CALIDAD SANITARIA DE SEMILLAS DE SOJA (*Glycine max* L.)

GIMÉNEZ DENIS, B. M.
ORREGO FUENTE, A. L.

ABSTRACT

With the object to determine the efficiency of the treatments with soybean (*Glycine max* L) micronutrients for pathogenic control and verify the effects of germinative strength, hypocotilo and radicle length; cotyledon, hypocotilo and radicle weight and possible phytotoxicity, an experiment took place in the Phytopathology laboratory of the Vegetal Protection Department of the Agricultural Science Faculty of the National University of Asunción, during the months of September of 2007 and April of 2008. the experimental design used was totally random with 7 treatments, 16 repetitions for each treatment using the blotter test analysis method. The seeds were treated in 3 different doses of 5%, 10% and 20% of Fe, Zn, Mn, Mg, Cu sulphates and the mixture of sulphates of Fe + Zn + Mn. The witness didn't receive any treatments. The same were disposed in groups of 25 seeds on petri dishes. All the treatments were incubated in laboratory conditions during 7 days. The evaluations were done quantifying the number of infected seeds, the pathogenic identification, the length measurement of cotyledon, hypocotilo and radicle, the germinative strength was determined and the measurement of the cotyledon, hypocotilo and radicle weight. The results were compared by the Duncan test. In conclusion it was demonstrated the efficiency of Fe sulphates fungosity control on the seeds. However the SO_4Cu presented phytotoxicity with a larger dose, manifested by the smallest germinative percentage, radicle deformations and weight.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la eficiencia de los tratamientos con micronutrientes en semillas de soja (*Glycine max*) para el control de patógenos, comprobar sus efectos sobre el poder germinativo, longitud del hypocotilo, radícula y peso del cotiledón, hypocotilo y radícula, y posible fitotoxicidad; fue realizado un experimento en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), durante los meses de Setiembre del 2007 a Abril del 2008. El diseño experimental empleado fue completamente al azar con 7 tratamientos, 16 repeticiones para cada uno, empleando el método de análisis del Blotter Test. Las semillas fueron tratadas en 3 dosis diferentes, de 5%, 10% y 20% de sulfatos de Fe, Zn, Mn, Mg, Cu y la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn. El testigo no recibió ningún tratamiento. Fueron dispuestas un número de 25 semillas por placas de Petri. Todos los tratamientos fueron incubados en condiciones de laboratorio, durante 7 días. Las evaluaciones fueron realizadas cuantificando el número de semillas infectadas, la identificación de los patógenos, la medición en longitud del hypocotilo y radícula, la determinación del porcentaje de germinación y la medición del peso del cotiledón, hypocotilo y radícula. Los resultados fueron comparados por el Test de Duncan. Se concluye que el sulfato de Fe, mostró eficiencia en el control de hongos en semillas. Sin embargo, el SO_4Cu presenta fitotoxicidad a mayor dosis, que se manifestó por el menor porcentaje de germinación, deformación de la radícula y peso comparado al testigo.

1 Trabajo de Tesis de grado presentada a la facultad de Ciencias Agrarias, UNA, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Departamento de Protección Vegetal.

2 Ing. Agr. Egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNA

3 Prof. Ing. Agr. Docente-Investigador de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNA, Departamento de Protección Vegetal

INTRODUCCIÓN

La soja (*Glycine max* L.) es originaria del sudoeste Asiático, donde es cultivada desde hace tiempo y difundida por todos los continentes del mundo. Según Guerrero (1992), la soja (*Glycine max* L.), es una planta anual, perteneciente a la familia de las leguminosas, es de consistencia herbácea, las hojas son compuestas, menos las primeras que se forman, que son simples. Las flores son mariposadas y el fruto es una legumbre que contiene de una a cuatro semillas, las mismas son generalmente esféricas, del tamaño de un guisante y de color amarillo; las hojas, los tallos y las vainas son pubescentes.

Actualmente, en nuestro país es uno de los rubros agrícolas más importantes, la soja uno de los pilares fundamentales por su gran impacto para la economía nacional. A lo largo de éstos años se ha buscado aumentar la producción de soja, por consiguiente, el empleo de semillas de alta calidad en este rubro asume un papel fundamental, debido a que es uno de los eslabones principales para este objetivo.

La calidad de la semilla es un concepto múltiple que comprende varios aspectos. Y desde el punto de vista agronómico, la calidad de la semilla se define por la proporción de semillas en una muestra, capaces de germinar y formar nuevas plantas. Los parámetros que determinan la calidad de la semilla son: pureza, porcentaje de germinación, semillas duras, porcentaje de semillas de otros cultivos, semillas de malezas, ataque de enfermedades y pureza (Jiménez, 1990).

Las exigencias de las propiedades de la semilla son múltiples por ser utilizadas como órgano de propagación, sin embargo, también pueden contribuir como vehículo de diseminación de fitopatógenos en el campo. Actualmente, las enfermedades son los principales factores que limitan la productividad del cultivo, tanto así que muchos patógenos pueden presentarse asociados a las semillas, causando infecciones de consideración como inóculos primarios para su posterior diseminación.

La única solución, a este problema, sigue siendo el tratamiento de semillas con productos eficaces, motivo por el cual el desarrollo en éste ámbito sigue adelante, buscando alternativas válidas para contrarrestar los inconvenientes en el área fitosanitaria.

Últimamente se ha estado hablando de la importancia del uso de micronutrientes, especialmente en la soja, que requiere una buena nutrición en varias etapas de su desarrollo; en especial en el momento del arraigue definitivo haciendo la gran diferencia en la hora de la productividad, pues se ha comprobado que los micronutrientes pueden permitir una mejor resistencia a las plantas contra las enfermedades.

Por lo expuesto, en el presente trabajo se estudiaron

algunos micronutrientes para tratar las semillas de soja, a fin de evaluar sus posibles efectos sobre la germinación y la calidad sanitaria de los mismos. El tema es de interés nacional, ya que en la actualidad existen escasas informaciones sobre este paradigma, todas ellas buscando una alternativa fácilmente adoptable por el productor, para mejorar su calidad de vida por medio de una agricultura dotada de sostenibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Periodo Experimental

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de la División de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA), ubicado en San Lorenzo. El período experimental comprendió desde Septiembre del 2007 a Abril del 2008.

Metodología

Material Vegetal

Para el estudio fueron utilizadas muestras de semillas de soja (*Glycine max* L.), de la variedad CD 213 adquiridas de la de la empresa Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, Coodetec registrada en la Dirección de Semillas (DISE).

Material Químico

Los micronutrientes químicos utilizados fueron los sulfatos de: SO_4Fe , SO_4Zn , SO_4Mn , SO_4Mg , SO_4Cu y una mezcla de SO_4Mn , SO_4Zn y SO_4Fe .

Diseño Experimental

El diseño experimental consistió en el empleo de 6 micronutrientes, en tres diferentes dosis, más un testigo; el diseño fue completamente al azar. Todos los tratamientos se detallan en la Tabla 1.

Los tratamientos en total fueron 19, contando con una variedad de semillas, un método de cultivo, 6 productos por 3 dosis más un testigo con agua. Para cada tratamiento se emplearon 400 semillas, donde fueron distribuidas 25 semillas por placa de Petri, considerando cada placa como una unidad experimental, para cada tratamiento se utilizaron en total 16 placas. Para el experimento se emplearon 304 placas de Petri.

Análisis de datos

Los valores obtenidos en los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y las medias de cada tratamiento, para cada uno de los parámetros evaluados, fueron comparadas entre sí por el Test de Duncan al 5%.

Variables determinadas

Porcentaje de germinación, control de patógenos de semillas, medición, en cm; de radícula e hipocotilo, porcentaje de semillas infectadas con patógenos, peso de la radícula, hipocotilo y cotiledón.

TABLA 1. Productos y dosis de micronutrientes que fueron empleados en los diferentes tratamientos de semillas de soja *in vitro*, para evaluar los efectos en la germinación y en la calidad sanitaria. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2008

Tratamientos	Productos	Dosis
T1	SO ₄ Fe	5%
T2	SO ₄ Fe	10%
T3	SO ₄ Fe	20%
T4	SO ₄ Zn	5%
T5	SO ₄ Zn	10%
T6	SO ₄ Zn	20%
T7	SO ₄ Mn	5%
T8	SO ₄ Mn	10%
T9	SO ₄ Mn	20%
T10	SO ₄ Mg	5%
T11	SO ₄ Mg	10%
T12	SO ₄ Mg	20%
T13	SO ₄ Cu	5%
T14	SO ₄ Cu	10%
T15	SO ₄ Cu	20%
T16	SO ₄ Mn + SO ₄ Zn + SO ₄ Fe	5%
T17	SO ₄ Mn + SO ₄ Zn + SO ₄ Fe	10%
T18	SO ₄ Mn + SO ₄ Zn + SO ₄ Fe	20%
Testigo	Agua	-

Preparación de las soluciones de micronutrientes para los tratamientos

La preparación del producto consistió en pesar 5 gr de SO₄Fe en una balanza analítica, luego de colocar el producto en un recipiente, se le agregó 100 cc de agua destilada para la concentración de 5%; 10 gr de SO₄Fe, más 100 cc de agua destilada para el 10%, 20gr de SO₄Fe, más 100 cc de agua destilada para la concentración al 20%. El mismo procedimiento se realizó para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento de las semillas

Como se observa en la Figura 4, las semillas utilizadas fueron sumergidas y agitadas suavemente, durante 5 minutos, en las diferentes soluciones de SO₄Fe, SO₄Zn, SO₄Mg, SO₄Mn, SO₄Cu, la mezcla de SO₄Mn+ SO₄Zn+ SO₄Fe al 5%, 10% y 20%.

El testigo fue sumergido solo en agua destilada, también fue agitado suavemente y a continuación se procedió al secado del material vegetal sobre papel secante.

Siembra de las semillas en Blotter test

Se utilizó el método llamado *Blotter test* o cámara húmeda, que consiste en colocar tres discos de papel de filtro, en cada placa de Petri, previamente esterilizada, adicionándose 5 ml de agua destilada esterilizada (a fin de evitar contaminación por saprófitos) para humedecer el papel. Seguidamente 25 semillas de soja fueron colocadas en cada placa de Petri, de manera equidistante, con la ayuda de una pinza.

Este procedimiento se realizó para todos los tratamientos de las diferentes soluciones de sulfatos y dosis, incluyendo al testigo.

Incubación

Todas las placas de Petri sembradas, junto con las semillas, fueron llevadas a la estufa a una temperatura de 27° C, por 5 días.

Evaluación

Al término del periodo de incubación se procedió a la evaluación de los tratamientos; la evaluación consistió en: identificar los patógenos presentes mediante la ayuda de un microscopio y un estereoscopio, cuantificar las semillas infectadas, determinar el porcentaje de germinación, medir la longitud de radícula e hipocotilo, en cm; con la ayuda de una regla milimetrada, determinar el peso en miligramos de la radícula, hipocotilo y el cotiledón, mediante el empleo de una balanza analítica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Patógenos de semillas de soja en los diferentes tratamientos

Los patógenos identificados con mayor frecuencia en el tratamiento de semillas de soja con los diferentes micronutrientes fueron: *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp.

Los resultados del porcentaje de patógenos detectados en los tratamientos con las 3 dosis diferentes pueden ser observados en la Tabla 2, donde resalta que, los valores obtenidos en la dosis al 5%, de los SO₄Mn y Mg arrojaron mayor porcentaje de patógenos con valores de 81.25% y 75.50%; los mismos estadísticamente iguales entre sí, mientras que los SO₄Zn y la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn con valores de 47.50% y 37.50% son iguales entre sí, y diferentes a las anteriores descritas. El menor porcentaje de patógenos, en la dosis al 5%, se obtuvo en el SO₄Fe con un valor de 14.75%, similar estadísticamente al SO₄Cu, con 25,25%.

TABLA 2. Porcentaje de Patógenos en semillas de soja, con los diferentes tratamientos y las dosis en estudio. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2008.

Tratamientos	Dosis		
	5%	10%	20%
1. SO ₄ Fe	14.75 e	20.00 c	17.50 b
2. SO ₄ Zn	47.50 b	64.00 a	49.25 a
3. SO ₄ Mn	81.25 a	20.25 c	13.75 b
4. SO ₄ Mg	75.50 a	25.50 bc	19.25 b
5. SO ₄ Cu	25.25 de	21.75 c	20.88 b
6. SO ₄ Fe+ SO ₄ Zn+ SO ₄ Mn	37.50 bc	36.50 b	21.00 b
7. Testigo	34.75 cd	18.75 c	17.25 b

TD: Test de Duncan. En las columnas, las medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí por el test de Duncan al 5%

En cuanto a las semillas de soja tratadas con la dosis al 10%, se observó el mayor porcentaje de patógenos, en aquellas tratadas con el SO₄Zn, dando 64.00%,

estadísticamente diferentes a todos los demás tratamientos. La mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el SO₄Mg con valores de 36.50% y 25.50%, no difieren entre sí.

Los menores porcentajes de patógenos se obtuvieron en el SO₄Fe, Mn, Cu y el testigo con valores de 20.00%, 20.25%, 21.75% y 18.75% respectivamente, estadísticamente iguales entre sí.

En relación a la dosis al 20%, las semillas tratadas con SO₄Zn presentaron mayor porcentaje de patógenos con 49.25%, estadísticamente diferentes a los demás tratamientos, los menores porcentajes se obtuvieron con los SO₄Fe, Mn, Mg, Cu, la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo con valores de 17.50%, 13.75%, 19.25%, 20.88%, 21.00% y 17.25% respectivamente; estadísticamente iguales entre sí.

Promedio de longitud de la radícula, en cm; de semillas de soja en los diferentes tratamientos

La Tabla 3 contiene los resultados del promedio de la longitud de la radícula, En la dosis al 5%, se puede ver que, las mayores longitudes promedio se observaron en los tratamientos con SO₄Fe, Mn, mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo con valores de 5.626 cm, 6.107 cm, 5.704 cm, y 6.605 cm, respectivamente; estadísticamente iguales entre sí. En cambio, se puede notar que la menor longitud de la radícula se encuentra en el tratamiento con SO₄Cu dando un valor de 1.188 cm; estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos.

TABLA 3. Longitud, en cm; de la radícula en semillas de soja, con los diferentes tratamientos y dosis, en estudio. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2008

Tratamientos	Dosis		
	5%	10%	20%
1. SO ₄ Fe	5.626 ab	5.381 a	7.861 a
2. SO ₄ Zn	4.861 b	2.406 d	2.608 d
3. SO ₄ Mn	6.107 a	3.444 c	5.744 b
4. SO ₄ Mg	4.914 b	4.412 b	5.531 b
5. SO ₄ Cu	1.188 c	0.637 e	0.416 e
6. SO ₄ Fe+ SO ₄ Zn+ SO ₄ Mn	5.704 ab	6.044 a	4.509 c
7. Testigo	6.605 a	5.912 a	7.486 a

TD: Test de Duncan. En las columnas, las medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí por el test de Duncan al 5%.

En relación a la dosis al 10%, la mayor longitud promedio se puede observar en los tratamientos con SO₄Fe, la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo con valores de 5.381 cm, 6.044 cm y 5.912 cm respectivamente; estadísticamente iguales entre sí y diferentes a todos los demás. Los SO₄Zn, Mn y Mg presentaron valores de 2.406 cm, 3.444 cm y 4.412 cm respectivamente; estadísticamente diferentes entre sí y a los demás tratamientos. Se observa que la menor longitud promedio fue en el SO₄Cu con un valor de 0.6375 cm.

De todos los tratamientos empleados en el ensayo *in vitro* con la semilla de soja, resalta en la dosis al 20%,

que la mayor longitud promedio se observó con el SO₄Fe y el testigo con valores de 7.861 cm y 7.486 cm, no difiriendo estadísticamente entre sí, pero difiriendo con relación a los demás tratamientos. En tanto, los SO₄Mn y Mg con valores de 5.744 cm y 5.531 cm, son estadísticamente iguales entre sí. También la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y SO₄Zn con valores de 4.509 cm y 2.608 cm, son diferentes estadísticamente entre sí. El SO₄Cu con un valor de 0.4162 cm, difiere estadísticamente de los demás tratamientos por ser el de menor longitud.

Promedio de la longitud del hipocotilo, en cm, de semillas de soja en los diferentes tratamientos

Se puede apreciar en la Tabla 4, los resultados obtenidos de la longitud promedio del hipocotilo de las semillas de soja, donde se demuestra que en la dosis al 5%, el mayor valor se observa con el SO₄Fe con 4.611 cm, seguido por el SO₄Mg con 3.460 cm aunque estadísticamente diferentes entre sí; se observaron valores de 2.533 cm, 2.494 cm, 2.244 cm y 2.694 cm en las tratadas con SO₄Zn, Mn, mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo, respectivamente, que resultaron estadísticamente iguales entre sí.

El tratamiento con SO₄Cu fue el que presentó semillas con menor longitud, con un valor de 1.342 cm, difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos.

TABLA 4. Longitud en cm, de hipocotilo en semillas de soja con los diferentes tratamientos y las dosis en estudio. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2008.

Tratamientos	Dosis		
	5%	10%	20%
1. SO ₄ Fe	4.611 a	4.956 a	3.916 a
2. SO ₄ Zn	2.533 c	3.869 bc	2.038 c
3. SO ₄ Mn	2.494 c	3.550 c	3.180 b
4. SO ₄ Mg	3.460 b	4.269 abc	2.366 c
5. SO ₄ Cu	1.342 d	1.638 d	0.3713 d
6. SO ₄ Fe+ SO ₄ Zn+ SO ₄ Mn	2.244 c	4.625 ab	2.124 c
7. Testigo	2.694 c	4.619 ab	3.293 b

TD: Test de Duncan. En las columnas, las medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí por el test de Duncan al 5%.

Al analizar los resultados obtenidos, en promedio, de la longitud del hipocotilo en la dosis al 10%, se observa que las semillas tratadas con SO₄Fe, Mg, mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo, presentaron valores de 4.956 cm, 4.269 cm, 4.625 cm y 4.619 cm respectivamente, no difiriendo estadísticamente entre sí. El SO₄Cu presentó el valor inferior, con 1.638 cm. El SO₄Mn con un valor de 3.550 cm, estadísticamente diferentes con el SO₄Cu y los demás tratamientos.

Con respecto a la dosis al 20%, las semillas de soja tratadas presentaron promedios mayores en el SO₄Fe, con un valor de 3.916 cm, seguido del SO₄Mn y el testigo con valores de 3.180 cm y 3.293 cm, respectivamente; las dos últimas estadísticamente iguales entre sí y diferentes a la anterior. Los tratamientos con SO₄Mg y la

mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn poseen valores de 2.366 cm y 2.124 cm respectivamente, no difiriendo entre sí, pero diferentes a todos los demás. La menor longitud promedio fue en el tratamiento de SO_4Cu con un valor de 0.3713 cm; estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

TABLA 5. Porcentaje de Germinación en semillas de soja con los diferentes tratamientos y las dosis en estudio. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2008.

Tratamientos	Dosis		
	5%	10%	20%
1. SO_4Fe	89.75 ab	88.75 a	89.75 a
2. SO_4Zn	82.00 c	80.75 a	87.50 a
3. SO_4Mn	87.50 abc	68.25 b	82.50 a
4. SO_4Mg	86.00 bc	81.00 a	86.25 a
5. SO_4Cu	70.00 d	51.25 c	36.35 b
6. $\text{SO}_4\text{Fe} + \text{SO}_4\text{Zn} + \text{SO}_4\text{Mn}$	86.00 bc	85.50 a	82.25 a
7. Testigo	92.50 a	87.25 a	89.25 a

TD: Test de Duncan. En las columnas, las medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí por el test de Duncan al 5%

Porcentaje de Germinación en semillas de soja en los diferentes tratamientos

Como se puede observar en la Tabla 5, las semillas de soja con los diferentes tratamientos, en la dosis al 5%, el mayor porcentaje de germinación se obtuvo en el testigo con 92.50% los resultandos fueron estadísticamente iguales con las tratadas con SO_4Fe y Mn.

Las semillas tratadas con SO_4Mn mostraron resultados similares a aquellas tratadas con SO_4Mg y la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn. Mientras que el SO_4Cu presentó el menor porcentaje de germinación con un valor de 70.00%, seguido del SO_4Zn con 82.00%, difiriendo estadísticamente entre sí.

Con referencia a la dosis al 10%, los mayores porcentajes se observaron en los tratamientos con SO_4Fe , Zn, Mg mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo con valores de 88.75%, 80.75%, 81.00%, 85.50% y 87,25% respectivamente, todos estadísticamente iguales entre sí y diferentes al tratado con SO_4Cu , que presentó el menor porcentaje de germinación con 51.25%, seguido del SO_4Mn con 68.25%, respectivamente.

De las semillas tratadas con las dosis al 20%, cabe resaltar que los mayores porcentajes de germinación se observaron en los tratamientos con el SO_4Fe , Zn, Mn, Mg, la mezcla de sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo, respectivamente, todos éstos son estadísticamente iguales entre sí y diferentes al SO_4Cu , con el menor porcentaje de germinación de 36.25%.

Peso de las partes de la semilla germinada

La Figura 16, muestra los resultados obtenidos con relación al peso del cotiledón, el hipocotilo y la radícula en las dosis del 5%, 10% y 20%, en los diferentes trata-

mientos de SO_4Fe , Mn, Mg, Zn, Cu, la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el testigo.

Según los resultados obtenidos se puede apreciar, que el peso del cotiledón, en la dosis al 5% con sulfatos no poseen mayores diferencias con respecto al testigo, mientras que al 10% se observa un valor elevado en el peso del cotiledón en el tratamiento con SO_4Fe y menor en el SO_4Cu y Zn. En tanto, en la dosis al 20% se aprecia mayor peso en el tratamiento con SO_4Cu y menor en SO_4Mn .

Comparando detalladamente, el peso del hipocotilo se observa que en la dosis al 5%, el mayor peso fue en el SO_4Fe más próximo al testigo, el menor en el SO_4Cu al 10% obtuvo el valor más elevado se obtiene en el tratamiento con la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y el menor peso con el SO_4Cu . En la dosis al 20% el peso más elevado en comparación al testigo se observó con el SO_4Mn y el menor con el SO_4Cu .

En cuanto al peso de la radícula en la dosis al 5%, se puede apreciar mayor peso en el tratamiento con SO_4Mn y el menor con SO_4Cu ; en la dosis al 10% se observó un elevado peso en la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn y menor con SO_4Cu ; la dosis al 20% muestra que con la mezcla de los sulfatos de Fe+Zn+Mn se obtuvo peso elevado, por otro lado el menor peso se observó con el SO_4Cu .

Por falta de otros estudios que demuestren resultados similares o dispares a los obtenidos en el peso, éstos son difíciles de cotejar.

Los resultados obtenidos en la longitud de la radícula y el hipocotilo coinciden con lo expuesto por Malavolta, en relación a la toxicidad del Cu en semillas de soja que manifiestan menor desarrollo y deformación de las raíces.

Las semillas tratadas con SO_4Cu arrojaron menor porcentaje de germinación y mayor deformación, ésto coincide con lo expuesto por Zaninovic & Body (2005), donde mencionan que las semillas puestas en remojo en el SO_4Cu , inhiben el crecimiento de hongos, pero deforman las semillas.

CONCLUSIÓN

- Los resultados obtenidos en el trabajo y en las condiciones en que fue desarrollado el mismo, permiten llegar a las siguientes conclusiones: de todos los micronutrientes estudiados en la dosis al 5%, el SO_4Fe fue el más eficiente en el control de patógenos en semillas de soja.
- Los diferentes micronutrientes y dosis empleados no mostraron diferencias en relación a la longitud de radícula de semillas de soja, comparados al testigo.

- El SO_4Fe presenta la mayor eficiencia en la longitud del hipocotilo en la dosis al 5% y 20% con respecto al testigo y a las demás soluciones y dosis estudiadas.
- El porcentaje de germinación de las semillas de soja tratadas con las diferentes soluciones de micronutrientes y dosis no presentaron mayor eficiencia que el testigo.
- El menor peso del hipocotilo y la radícula de las semillas de soja, se observa en el tratamiento con SO_4Cu en las dosis al 10% y 20%, comparado al testigo.
- De todas las soluciones de micronutrientes y dosis estudiadas, el SO_4Cu presenta marcada fitotoxicidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.; SOAVE, J. 1987. Fungos en sementes. In: Joave, J.; Velloso Da Silva, M. 1987. Patología de sementes. Campinas, Sao Paulo, BR: Fundação Cargill. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. 24-30 p.
- ARASY ORGÁNICA. 2006. Programa Orgánico. Guajayvi-Paraguay. 10 p.
- ARIAS, C. 1993. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Santiago de Chile, CH: 392 p.
- CAMPOS, T.; CANÉCHIO, V. 1987. Principais culturas. 2a ed. Campinas, Minas Gerais, BR: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 401 p.
- DGA (Dirección General de Agricultura). Comisión para el fomento del cultivo de la soja. 1970. Madrid, ES. 323 p.
- DUFFUS, C.; SLAUGHTER, C. 1985. Las semillas y sus usos. México, MX: AGT. 188 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). 2001. Sistemas de produção 1. Tecnologia de produção de soja. Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Safra 2001/2002. Dourados, BR. 179 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). 1992. Soja: recomendações técnicas para o Mato Grosso do Sul. Dourados, BR. 179 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1995. El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción. Roma, IT. 254 p.
- GARCETE, D. 2006. Efecto del Tratamiento Químico sobre la Calidad Fitosanitaria, el vigor y la germinación de semillas de soja (*Glycine max*) Almacenamiento en cool seed y sistema tradicional. San Lorenzo. Paraguay. 84 pag. Tesis de Maestría.
- GEOFFREY, A. 1983. Fisiología, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja. Buenos Aires, AR: Hemisferio Sur. 247 p.
- GUERRERO, A. 1992. Cultivos herbáceos extensivos. 5a ed. Madrid, ES: Mundi-Prensa. 779 p.
- JIMÉNEZ, A. 1990. Semillas forrajeras para siembra. México, Ed.: Celsa Cosío Ruíz. 84 p.
- MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de planta. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo 251 p.
- MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. 1981. A soja no brasil. Sao Paulo, BR. 243 p.
- MOLINA, E. 2006. Evaluación de la eficiencia de los fungicidas Fludioxonil+Metalaxil-M, Tebuconazol y Tolifluanida, en el control de patógenos de semillas de girasol, provenientes de los departamentos de San Pedro, Caaguazú e Itapúa. San Lorenzo. Paraguay. 63 p. Tesis de Maestría.
- MOREIRA DE CARVALHO, N.; NAKAGAWA, J. 1979. Sementes: ciencia, tecnologia e produção. 3a ed. Sao Paulo, BR: Fundação Cargill. 424 p.
- MOREIRA, N.; NAKAGAWA, J. 1988. Semillas, ciencias, tecnologia y producción. Montevideo, UR: Hemisferio Sur. 406 p.
- MORENO, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. México, MX: Alba. 383 p.
- NICHOLLS, C.; RESQUÍN, G. 2007. Bases Agroecológicas para la Protección de Cultivos. In: Altieri, M.; Nicholls, C. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems soil and tillage Research. Ediciones CECTEC. Asunción. Paraguay. 121 p.
- PEREIRA, A.C. 1997. Fungos em sementes de soja: detecção e importância. Dourados, BR: 58 p.
- ROBLES, R. 1978. Producción de Granos y Forrajes. Limusa. México. 2ª ed. 592 p.
- VELLOSO DA SILVA, M.; JOAVE, J. 1987. Patología de sementes. Sao Paulo, BR: Fundação Cargill. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. 480 p.
- VENCER, F. 1989. Semillas: biología y tecnología. Madrid, ES: Mundi-Prensa. 637 p.

VITTI, G.; MALAVOLTA, E., DE OLIVEIRA, S. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações. Ed. Potafos. Piracicaba-SP. 201 p.

WILSON, C.L.; LOOMIS, W.E. 1980. Botánica. México, MX: Uthea. 682

ZANINOVIC, X.; BODY, E. 2005. Las propiedades antimicrobianas del cobre: un abanico de posibilidades en beneficio del ser humano (en línea). Internacional Copper Association, Ltd. Consultado 6 julio 2008. Disponible en www.copperinfo.com/news/press_releases/2005/pdf/antimicrobial.pdf.