

ACTIVADORES DE CRECIMIENTO Y BIOFERTILIZANTES COMO ALTERNATIVA AL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS EN CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispanica* L.)

Mirta Quiroga¹ Diego Agüero¹, Raquel Zapata¹, Héctor Busilacchi² y Miriam Bueno²

1. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta
Avda. Bolivia 5150, A4408FVY - Salta, Argentina. E-mail: mirtaqui@gmail.com
2. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Rosario
Campo Experimental Vilarino, CC 14, (S2125ZAA) Zavalla – Santa Fe

Recibido:08-04-15; Aceptado:30-06-15.

RESUMEN.- El uso intensivo de fertilizantes químicos en la agricultura, particularmente de compuestos de nitrógeno y fósforo, produce contaminación, alteración de las propiedades físicas, químicas y del equilibrio biológico de suelo y agua. Surgen como alternativas la aplicación de productos que aporten nutrientes al suelo, sin dejar residuos y contribuyendo al equilibrio biológico del ambiente. El presente trabajo analiza resultados obtenidos en cultivo de Chía (*Salvia hispanica* L.) con la aplicación de *Trichoderma* sp. reconocido como hongo biocontrolador de enfermedades en plantas y promotor del crecimiento y un fertilizante orgánico líquido, excedente de la fabricación de levadura, que combina en su composición, nutrientes y principios activos que contribuyen al desarrollo equilibrado de la microflora del suelo.

Se presentan ensayos de cultivo en parcelas comparativas experimentales realizadas en campo de práctica de la Universidad Nacional de Salta y un ensayo intensivo en campo. Se aplicó un diseño en parcelas completamente aleatorizadas (DCA), se midieron rendimientos, con comparación estadística (ANVA con INFOSTAT) entre tratamientos biológicos y fertilización química. Los resultados obtenidos mostraron que tanto el uso de *Trichoderma* sp., como de levaduras muestran resultados variables condicionados particularmente por condiciones climáticas y edáficas, constituyendo no obstante, alternativas válidas, para la reducción del uso de fertilizantes químicos.

Palabras claves: Chía, *Salvia hispanica*, *Trichoderma*, biofertilizante, promotores de crecimiento

PLANTS GROWTH PROMOTERS AND BIOFERTYLIZER AS ALTERNATIVES TO REDUCE THE USE OF CHEMICAL FERTILIZERS IN GROWING CHÍA (SALVIA HISPANICA L.)

ABSTRACT.- The intensive use of chemical fertilizers in agriculture, particularly nitrogen and phosphorus compounds produce pollution, alteration of the physical, chemical and biological balance of the soil and water properties. Arise as the implementation of alternative products that provide nutrients to the soil, leaving no residue and contributing to the ecological balance of the environment. This paper analyzes the results of growing Chía (*Salvia hispanica* L.) with the application of *Trichoderma* sp. recognized as biocontrol fungus diseases in plants and growth promoter and a liquid biofertilizer manufacturing surplus yeast, which combines in its composition, nutrients and active ingredients that contribute to the balanced development of soil microflora.

Culture assays are presented in comparative experimental plots made in the field of practice of the University and an intensive field test. A design applied in completely randomized plots DCA, yields were measured with statistical comparison (ANVA with INFOSTAT) between biological and chemical fertilization treatments. The results showed that both the use of *Trichoderma* sp. yeast as shown varying results particularly conditioned by climatic and soil conditions, constituting yet valid alternatives for reducing the use of chemical fertilizers.

Keywords: Chía, *Salvia hispanica*, *Trichoderma*, biofertilizer, growth promoters.

1. INTRODUCCIÓN:

El crecimiento poblacional mundial con el consecuente aumento en la demanda de alimentos, ha ejercido sobre la agricultura a nivel mundial, una presión en el sentido de maximizar la producción. Uno de los efectos bien conocido

es el enorme incremento en la utilización de fertilizantes de síntesis química.

Los fertilizantes químicos, son en general compuestos de alta solubilidad que escurren superficialmente con el agua o penetran en el suelo por lixiviación, acumulándose en cauces naturales, suelos y aguas subsuperficiales. Esta acumulación

de nutrientes particularmente fosfatos y nitratos contaminan napas subsuperficiales, principal fuente de agua potable y produce una eutrofización de agua superficial, que afecta su capacidad de uso normal. En varias zonas del mundo, el recurso hídrico está contaminado hasta el punto de que ya no reúne las condiciones establecidas en las normas actuales para el consumo humano (Ongley 1997).

De igual manera la acumulación de residuos químicos en los suelos y en el ambiente, inciden negativamente sobre la productividad, demandando un uso cada vez mayor de químicos, para sostener la producción, generando un círculo vicioso donde la agricultura afecta, la base de su propio futuro, y forma parte importante dentro del grupo de factores que ponen en riesgo ecosistemas y las poblaciones de la tierra.

La idea de sustentabilidad de la agricultura surgió en la década de los 90' como un concepto complejo, que incluye la producción agropecuaria como un componente de los ecosistemas, y debe cumplir simultáneamente con varios objetivos: ser suficientemente productiva, económicamente viable, evaluando todos los costos incluidos los ambientales, ecológicamente adecuada, cultural y socialmente aceptable y sostenible en el tiempo. "Agricultura sustentable es aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan". (Sarandón y Flores 2009).

En este sentido surge con matices renovados la técnica tradicional de empleo de fertilizantes orgánicos y la alternativa de los biofertilizantes y microorganismos que ejercen efectos benéficos sobre los cultivos. La aplicación racional y a escala de cultivo intensivo de estas técnicas, no es sencilla, requiere una serie de ajustes y adaptaciones.

Trichoderma es un hongo del grupo de los *Deuteromycetes*, habitante natural en todos los suelos, actúa asociándose a las raíces, facilita su crecimiento y por lo tanto el volumen de suelo explorado, la cantidad de nutrientes y agua captados, lo que aumenta el crecimiento y vigor de la planta. (Galeano et al., 2002) Su acción como "promotor de crecimiento" favorece mejores rendimientos, y mayor resistencia a condiciones de estrés. (Chang et al., 1986) Por otro lado la asociación con el hongo favorece el desarrollo de reacciones sistémicas de defensa (resistencia inducida) contra patógenos en las plantas (Infante et al., 2009) y el mismo *Trichoderma* actúa como "biocontrolador" de hongos fitopatógenos del suelo, a través de varios mecanismos antagónicos que incluyen, la competencia, micoparasitismo, desactivación de enzimas del patógeno y generación de antibióticos. (Harman et al., 2008).

Existen cepas comerciales de *Trichoderma* como la T22, una de las más conocidas, y por otra parte se han efectuado aislamientos de cepas del hongo de suelos locales, que se aplican a diversos cultivos (Zapata et al., 2012).

Dentro de la gran diversidad de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes se encuentran los "coproductos" o remanentes de procesos industriales, como en el caso de la fabricación de levadura, en la cual se aplica un proceso aeróbico de cultivo, con cepas seleccionadas de hongos microscópicos (*Sacharomicetes*), en medios esterilizados y

balanceados en contenidos de hidratos de carbono y nutrientes. En Argentina se usa principalmente melaza, subproducto de la industria azucarera, enriquecido con una fuente de nitrógeno, fósforo, vitaminas, y oligoelementos; del proceso se obtiene levadura para diferentes aplicaciones, en distintas presentaciones (seca, prensada, granulada etc) y un coproducto líquido, "melazas agotadas", del cual los hongos han extraído una gran cantidad de elementos, principalmente los azúcares pero que cuentan con un buen contenido de nutrientes, aplicable para usos agrícolas como fertilizante orgánico.

Este coproducto puede emplearse directamente aplicado al suelo en alto volumen o concentrado, aporta micro y macronutrientes; si bien la información sobre las propiedades de este producto es escasa, existe una línea comercial del producto concentrado, a la que se le atribuyen propiedades como favorecer el crecimiento de microflora benéfica en el suelo y la absorción de nutrientes por la planta, mejorar el crecimiento de raíces, favorecer la fotosíntesis e incrementar las respuestas de la planta en condiciones de estrés.

La chía, *Salvia hispanica* L. es una planta anual originaria del sudoeste de México y Norte Guatemala, uno de los granos más importantes para las culturas precolombinas de Centroamérica, cuyo cultivo se ha difundido actualmente en Argentina en las provincias de Salta Jujuy, Tucumán y Catamarca. (Busilacchi et al., 2013).

Sus frutos son apreciados por sus propiedades nutricionales y medicinales, ya que constituyen una de las mayores fuentes naturales de ácidos grasos omega 6 y 3 y antioxidantes (Di Sapio et al., 2012)

Este trabajo presenta los resultados de dos ensayos de cultivo de chía, el primero en parcelas comparativas experimentales con una cepa local de *Trichoderma*, y el segundo en campo de un productor, con tratamientos, comparativos entre la cepa local y la comercial T22.

Las melazas agotadas, coproductos de fabricación de levaduras se evalúan en un ensayo único en campo de un productor, con dos dosis de la formulación original en alto volumen, pura y combinada con un fertilizante comercial. Paralelamente se efectuaron parcelas de ensayo con fertilizante comercial cuyos resultados se analizan comparativamente con las anteriores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Parcelas experimentales comparativas *Trichoderma* – Fertilizantes químicos

Se empleó una cepa nativa de *Trichoderma* sp, aislada de rizósfera de suelos del Valle de Lerma, Provincia de Salta y seleccionada entre varios aislamientos por su buen comportamiento, la que se multiplicó en medio de arroz en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta (Zapata et al., 2010).

El ensayo se efectuó en el campo experimental Pucará de Buena Vista de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta (Departamento Capital – Provincia de Salta). Previo a la siembra se efectuó un barbecho químico con herbicida Glifosato.

La siembra se efectuó en fecha 17/01/2012, con una densidad de 6 Kg /ha, en surcos a 70 cm. de distancia.

Se trabajó con un DCA, con 5 tratamientos y 8 repeticiones, siendo la unidad experimental una parcela de 15 m².

Los tratamientos efectuados fueron:

- 1) Testigo sin tratar
- 2) Fertilización 1: 20 kg/Ha de Fertilizante comercial N:P:K: 18-46-0
- 3) Fertilización 2: 30 kg/Ha de Fertilizante comercial N:P:K: 18-46-0
- 4) Fertilización 3: 50 kg/Ha de Fertilizante comercial N:P:K: 18-46-0
- 5) 3 aplicaciones de *Trichoderma* sp

La fertilización se incorporó en una sola aplicación al costado de la línea de cultivo.

La aplicación de *Trichoderma* sp se realizó a chorro continuo en el cuello de la planta, estimando 15 ml/planta de una suspensión acuosa de 1×10^{10} esporas/ml. La primera aplicación se efectuó junto con los tratamientos de fertilización el 03/03/2012 y dos aplicaciones posteriores cada 30 días.

2.2. Parcelas en cultivo comercial: *Trichoderma*, melaza de levaduras pura y enriquecida con fertilizante y fertilización química.

El ensayo se efectuó en el campo de un productor del Valle de Lerma – Provincia de Salta. Los tratamientos se aplicaron en parcelas dentro de un cultivo comercial y con las mismas prácticas que el resto del cultivo, excepto por los tratamientos específicos aplicados.

Las parcelas se distribuyeron en dos bloques en sectores diferentes del campo y separados de las borduras del cultivo. En cada bloque se distribuyeron 20 parcelas, de 4 surcos a 0,70 m de distancia, donde se distribuyeron los tratamientos con un diseño en bloques completamente aleatorizados (DBCA). Ambos bloques fueron sembrados con 4,5 kg/Ha, de semilla tratada con peleteado protector. La fecha de siembra se extendió entre el 01 y 05/02/2013.

Los bloques se diferenciaron en el tratamiento de herbicida presiembra aplicado y algunas características de suelo. La tabla 1 muestra los tratamientos y las características de suelo para cada bloque.

Tabla 1: características diferenciales entre bloques.

	Bloque I	Bloque II
Herbicida presiembra	Fluorocloridona 600 ml/ha	Sulfentrazone 400 ml/ha
Calificación Textural	Franco Limoso	Franco Limoso
pH suspensión de suelo-agua 1:2,5	7.0	7.9
Conductividad Eléctrica	1.00 mmhos/cm	1.96 mmhos/cm
Materia Orgánica	1.70 %	1.96 %
Nitrógeno Total	0.17 %	0.15 %
Fósforo "Extractable"	5 p.p.m.	6 p.p.m.
Sodio Intercambiable	0.5 meq/100 g	0,7 meq/100 g

Trichoderma: Se multiplicaron la cepa aislada por la cátedra de Fitopatología de la UNSa y la cepa comercial T22, de la misma manera que en el ciclo anterior. Se efectuó una sola aplicación mojando los costados de la planta con fecha 26/03/2013, al mismo tiempo de aplicación de los demás tratamientos en cada parcela.

Levadura: Se empleó el coproducto melaza agotada de levadura, en alto volumen, en 3 dosis pura y 3 dosis combinada con 100 Kg/Ha de fertilizante químico 18:46:0. (Equivalente a 20 kg/Ha de N).

Fertilizante Químico: Se efectuaron tratamientos con fertilizante complejo comercial 18: 46: 0, Fosfato Diamónico que aporta N en forma amoniacal lo que interacciona positivamente favoreciendo la absorción de P y tiene además un efecto residual ácido que lo hace muy adecuado para suelos neutros a levemente alcalinos como los que nos ocupan.

Los tratamientos idénticos en los dos bloques, fueron:

- 1) *Trichoderma* cepa Local
- 2) *Trichoderma* cepa comercial T22
- 3) Levadura dosis 1(baja): 4 lt por parcela
- 4) Levadura dosis 2 (media): 8 lt por parcela
- 5) Levadura dosis 3 (alta): 12 lt por parcela
- 6) Fertilizante químico 20 Kg N/Ha
- 7) Testigo
- 8) Levadura Dosis 1 con fertilizante químico 20 Kg N/Ha
- 9) Levadura Dosis 2 con fertilizante químico 20 Kg N/Ha
- 10) Levadura Dosis 3 con fertilizante químico 20 Kg N/Ha

Los datos obtenidos fueron analizados empleando el programa estadístico INFOSTAT con análisis de la varianza con 0,05 de confianza.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Parcelas experimentales comparativas: *Trichoderma* – Fertilizantes químicos

Las condiciones climáticas en el período de cultivo comprendido entre el 17/01/2012 al 30/6/2012 fueron buenas con precipitaciones adecuadas (Tabla 2).

Tabla 2: precipitaciones y temperatura media durante el período de cultivo (Agroclimatología EEa- Cerrillos INTA)

Precipitaciones totales del ciclo	346,1 mm
Temperatura media del período	16,1 °C

La variable evaluada fue el peso de las espigas, tomando muestras de 2 m lineales por surco por parcela, se trillaron espigas se calculó la relación entre peso de espiga/fruto, se calculó el rendimiento en frutos por muestra y el por hectárea. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de la Varianza con test de Tuckey cuyos resultados se presentan en la Figura 1.

El análisis de la varianza muestra que el tratamiento con el nivel de fertilización más alto (50 kg/Ha de Fertilizante comercial N:P:K: 18-46-0), se diferencia significativamente de los restantes.

Los rendimientos medios obtenidos en los tratamientos con *Trichoderma*, son comparables a los de una fertilización de 30 kg/Ha, esto representa un resultado positivo ya que

permite obtener buenos rendimientos, con una considerable reducción en el uso de productos contaminantes.

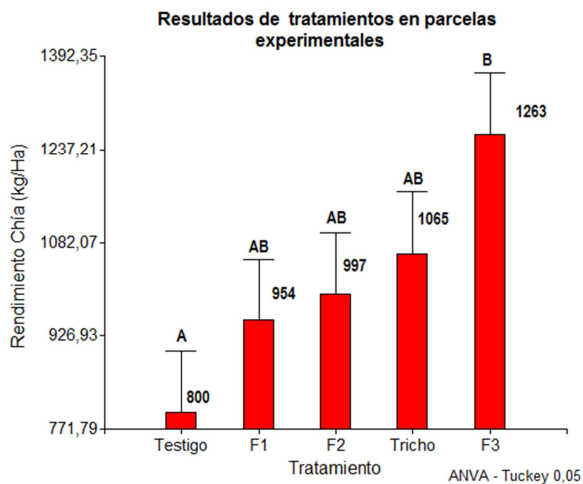


Fig. 1: Gráfico de resultados de rendimientos medios, para datos de tratamientos en parcelas experimentales. Análisis de la varianza, con Tuckey nivel de significancia 0,05 (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$)

Las plantas tratadas con *Trichoderma* sp, fueron vigorosas y con buen estado sanitario y las parcelas tratadas con el hongo tuvieron un rendimiento 200 kg superior al testigo sin tratar, lo que implica una diferencia económica considerable aún al menor precio que se obtiene en el mercado en el producto con un costo muy inferior al que implica la aplicación de un fertilizante.

3.2. Parcelas en cultivo comercial

En el ciclo de cultivo en parcela de producción comercial se encontró comprendido entre el 01/02/2013 y la fecha de cosecha 15/07/2013 las condiciones climáticas (Tabla 3) se caracterizaron por precipitaciones escasas, con amplios períodos de sequía.

Tabla 4: precipitaciones y temperatura media durante el período de cultivo comercial.(Agroclimatología EEa Cerrillos INTA).

Precipitaciones totales del ciclo	196,9 mm
Temperatura media del período	15,9°C

En cada parcela se cosecharon los dos surcos centrales, y se descartaron un metro en cabecera y pie de surco, para evitar efectos de bordura, de los tratamientos circundantes.

Se contaron las plantas cosechadas y el material fue procesado en gabinete donde se extrajeron las espigas secas y se trillaron a mano, se registraron rendimientos en frutos totales y por planta para cada parcela.

Las plantas de chíá, usualmente presentan diferencias de desarrollo muy acentuadas en el cultivo, esto constituye un problema al momento de análisis estadístico de los resultados, produciendo coeficientes de variación y errores estadísticos elevados. El manejo usual en el cultivo comercial como la siembra mecánica, las prácticas culturales y las condiciones climáticas, contribuyeron en este sentido

produciendo un stand de plantas muy desuniforme, tanto en número como en desarrollo de las mismas.

Para el análisis estadístico en primera instancia se analizaron los supuestos del ANVA sobre la variable en estudio rendimiento en kg/Ha; el gráfico de análisis del supuesto de normalidad Q – Q plot mostró una distribución normal. (Figura 2).

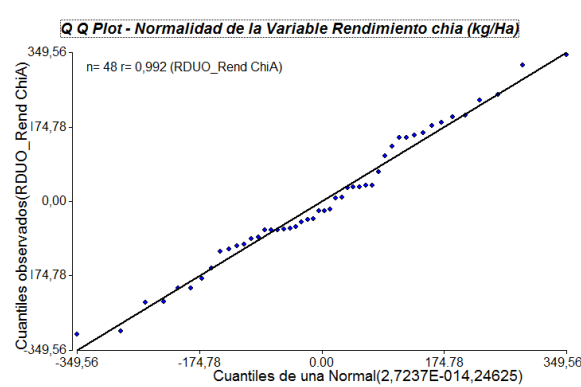


Fig. 2: Análisis gráfico Q – Q Plot de normalidad de la variable,

3.2.1 Análisis de tratamientos dentro de cada Bloque

3.2.1.1 Todos los tratamientos

Bloque 1:

El gráfico de la Figura 3 Muestra en orden creciente de los rendimientos medios resultados del análisis estadístico para todos los tratamientos del bloque 1.

El análisis de la varianza indica una diferencia significativa entre dos grupos de tratamientos siendo los de mayor rendimiento los correspondientes a levaduras en dosis media y alta, puras y combinadas con fertilizante.

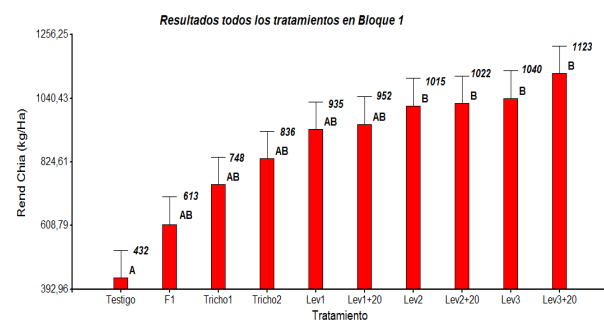


Fig. 3: Resultados en rendimientos medios, para datos de todos los tratamientos en bloque 1. (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$).

Las dos cepas de *Trichoderma* presentan rendimientos menores a cualquiera de los tratamientos de levadura, y superiores a la fertilización química.

Bloque 2:

Los resultados del análisis de la varianza presentado en figura 4 muestran que no hay diferencias significativas entre tratamientos en el bloque 2.

Tratamientos con *Trichoderma* superan los rendimientos medios con levadura a bajas dosis, con y sin fertilizante.

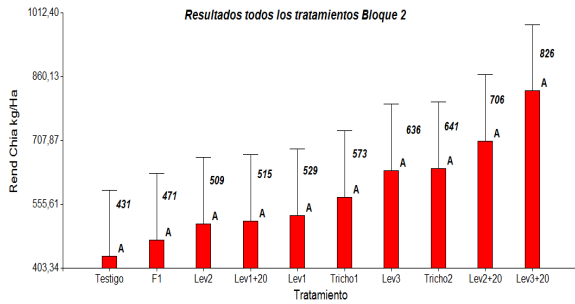


Fig. 4: Resultados en rendimientos medios, para datos de todos los tratamientos en bloque 2. (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$)

Las dos cepas de *Trichoderma* presentan rendimientos menores a cualquiera de los tratamientos de levadura, y superiores a la fertilización química.

3.2.1.2. *Trichoderma*

Bloque 1

Los resultados de los análisis de medias para las dos cepas de *Trichoderma* y testigo en bloque 1 presentados en la Figura 5, no representan diferencias estadísticas significativas.

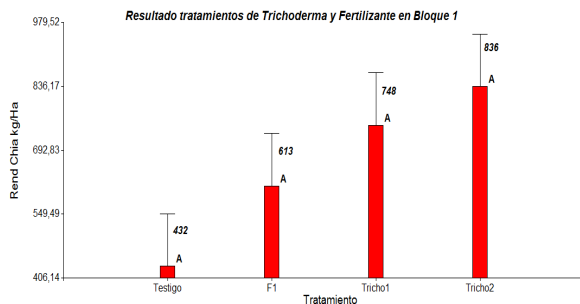


Fig. 5: Resultados en rendimientos medios, para datos de tratamientos con *Trichoderma* y fertilizante químico en bloque 1. (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$)

Si bien los resultados estadísticos no arrojan diferencias significativas, los rendimientos medios de tratamientos con *Trichoderma* superan ampliamente a los obtenidos con fertilizante químico y el testigo, llegando inclusive a duplicar los valores.

Bloque 2

En la figura 6 se presentan los resultados de los tratamientos con *Trichoderma* y fertilización en el bloque 2.

Al igual que en el bloque 1 el *Trichoderma* comercial T22 presenta una tendencia a rendimientos superiores que la cepa local, ambas cepas superaron ampliamente los rendimientos del testigo y el tratamiento con fertilizante químico.

3.2.1.3. Levaduras, levaduras enriquecidas con fertilizante y Fertilizante químico.

Bloque 1

En un análisis similar a los anteriores si consideramos aisladamente los tratamientos de levaduras y fertilización para el bloque 1, se pueden apreciar los resultados que se presentan en la figura 7.

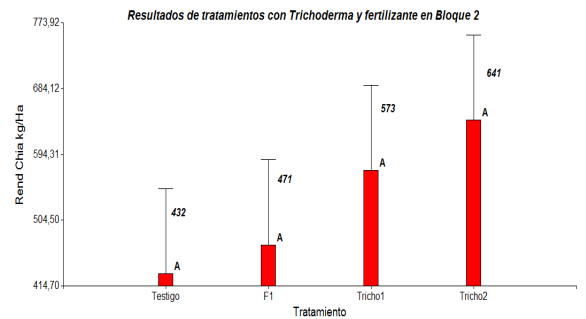


Fig. 6: Resultado de análisis comparativos de medias para tratamientos con *Trichoderma* y fertilización en bloque 2 de parcela comercial. (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$)

Levaduras, puras y con fertilizante en bloque 1

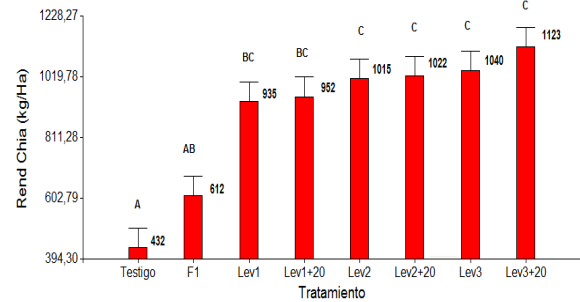


Fig. 7: Resultado de análisis comparativos de medias para tratamientos con levaduras, levaduras enriquecidas y fertilización en bloque 1 de parcela comercial. (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$)

Los tratamientos en dosis media a alta de levadura se destacan como el conjunto de tratamientos con los mayores rendimientos. Si bien las diferencias estadísticas no son significativas, se puede observar claramente que la aplicación de levadura aún en dosis baja supera la aplicación de fertilizante químico.

Bloque 2

Levadura pura y con fertilizante bloque 2

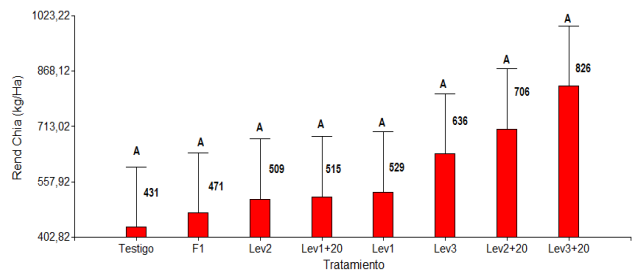


Fig. 8: Resultado de análisis comparativos de medias para tratamientos con levaduras, levaduras enriquecidas y fertilización en bloque 1 de parcela comercial. (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$)

En bloque 2 se mantiene la tendencia a que los tratamientos a dosis alta de levadura con fertilizante presentan los mayores rendimientos.

3.2.2. Análisis de tratamientos entre Bloques

Se plantea la necesidad de realizar este análisis por: a) a pesar que los suelos presentaron características similares (tabla1) en terreno se observaron diferencias notables; en el bloque 1el suelo estaba menos compacto y con mejor retención de agua; mientras que en el bloque 2 podían observarse sectores resacos con costra salina en superficie b)

cada bloque recibió distinto tratamiento de herbicida presiembra; en el bloque 2 las plantas sufrieron efecto residual del herbicida, con escaso desarrollo achaparramiento y síntomas de fitotoxicidad, al inicio del cultivo y c) el cultivo es poco uniforme en cuanto al desarrollo individual y stand de plantas a campo.

La figura 9 presenta los rendimientos de todo el ensayo, donde se observa dos grupos de rendimiento, que se corresponden con cada uno de los bloques.

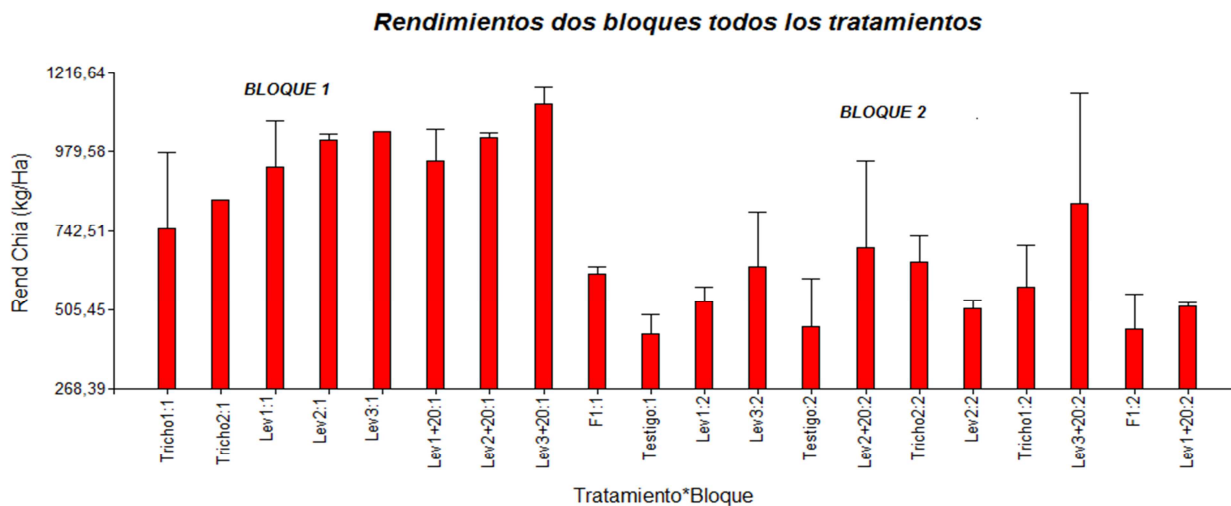


Fig. 9: Rendimientos (kg/Ha) todos los tratamientos en dos bloques.

El análisis de rendimiento comparativo entre bloques arrojó una diferencia estadística significativa como se presenta en la figura 10

respuesta en función de la covariable, en este caso número de plantas.

Análisis de la varianza rendimientos entre bloques

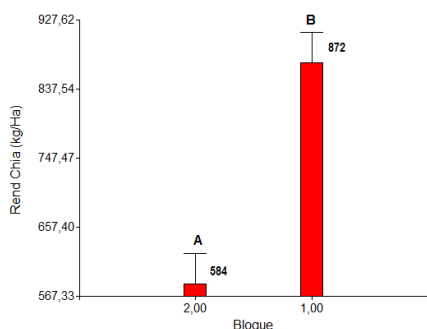


Fig. 10: Gráfico de resultados en parcelas de cultivo comercial. Análisis de la varianza con contraste entre dos bloques Test de Tuckey con nivel de significancia 0,05.

El análisis estadístico del número de plantas por parcela también arrojó diferencias significativas entre bloques (Figura 11).

Resultados de análisis de datos de número de plantas por bloque

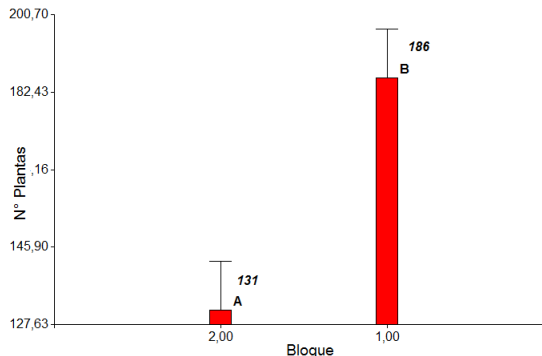


Fig. 11: Gráfico de resultados del Análisis de la varianza del número de plantas por parcela con contraste entre bloques Test de Tuckey con nivel de significancia 0,05.

La variable número de plantas por parcela, si bien no tuvo diferencia significativa dentro de cada bloque, fue un factor importante en las diferencias de rendimiento entre bloques.

El análisis de la varianza de los rendimientos de chíá, para los distintos tratamientos en los dos bloques, considerando la corrección con covarianza, se efectuó con prueba LSD de Fisher, con un nivel de significancia 0,05. El resultado se presenta en la figura 12

El número de plantas actuó como una covariable importante en la respuesta a los tratamientos en ambos bloques. Para el análisis que recalcularon los valores medios de la variable de

Del análisis de tratamientos en ambos bloques, surge que el mejor resultado se obtuvo para las parcelas con levadura en alta dosis con agregado de fertilizante. La tendencia también

es clara en cuanto a que entre los resultados más bajos se encuentran los del testigo y el fertilizante químico puro.

Trichoderma, no difiere significativamente del tratamiento de fertilización con 100 kg/Ha de fosfato diamónico.

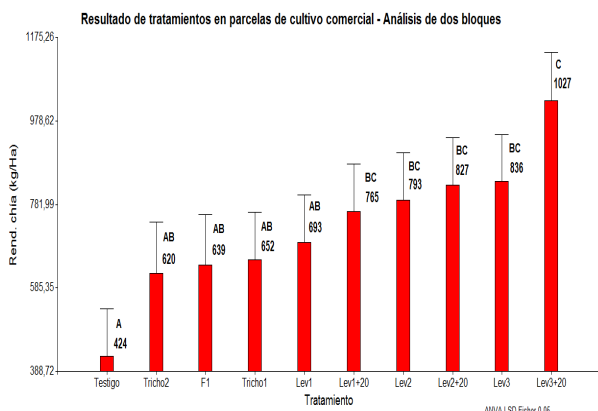


Fig. 12: Gráfico de resultados de rendimientos medios, para datos de todos los tratamientos en parcelas de cultivo comercial. Análisis de la varianza conjunto para dos bloques con datos corregidos por covarianza, prueba de Fisher con nivel de significancia 0,05 (Medias con letra común no son significativamente diferentes $p > 0,05$).

4. CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas y el manejo del cultivo en los dos ciclos analizados fueron muy diferentes. Las parcelas experimentales con una siembra más uniforme, en un período de lluvias normales, presentaron mayor desarrollo y uniformidad en las plantas, lo que se reflejó en los rendimientos.

En otro nivel de análisis, es clara la disparidad entre los resultados estadísticos las diferencias entre los rendimientos medios que arroja cada tratamiento; un ejemplo de ello es el bloque 2, donde el rendimiento testigo es de 431 kg/Ha mientras que el tratamiento más ventajoso cuenta con 826 kg/Ha (incremento de 191,6 %). En términos concretos, por la sequía, en ese año los rendimientos a secano de la zona no superaron los 400 kg/Ha situación reflejada por el testigo, mientras que en las mismas condiciones los demás tratamientos superan ampliamente estos rendimientos llegando a duplicarlos, lo que en términos económicos, productivos y comerciales es una ventaja significativa.

En la misma línea de discusión, se mantiene un orden de magnitud, o posición relativa entre tratamientos, cuando se comparan los resultados dentro de cada bloque, *Trichoderma* es una excepción al respecto, que en el bloque 2 supera algunos tratamientos de levaduras. Este hongo actúa como activador del crecimiento y biocontrolador, sus efectos se pueden observar claramente en condiciones adversas, con suelos pobres, alterados, y es tal cual su efecto en este caso, muestra su acción en el bloque que tuvo las peores condiciones.

Entre las dos cepas de *Trichoderma* analizadas en ambos bloques los resultados son coherentes, sin diferencias significativas entre la cepa local y la comercial T22, lo que se verifica en el análisis final de los dos bloques. Cabe la suficiencia de una sola aplicación del hongo, cuyos efectos probadamente son superiores en varias aplicaciones periódicas. (Zapata *et al.*, 2010)

Respecto a las levaduras, es destacable que se aplicaron en alto volumen (sin concentrar) y sin tratamiento térmico que inactive los *Sacharomicetes*, por lo que su comportamiento fue verdaderamente el de un “biofertilizante”, aportando a la dinámica microbiológica y potenciando la absorción de nutrientes preexistentes y del fertilizante, lo que se desprende de los mayores rendimientos que presentaron los tratamientos con levaduras respecto a la aplicación del simple fertilizante químico.

Por otra parte los resultados con este último, aun en las dosis recomendadas (100 kg/Ha) y en condiciones de sequía, no logran acercarse a los de los demás tratamientos, dado que su aplicación agudizaría la situación, aumentando el nivel de solutos en el suelo y dificultando aún más la absorción de agua.

El mejor tratamiento correspondió al nivel más alto de levadura combinado con el fertilizante; la suma de efectos de los nutrientes aportados por la levadura, el efecto biológico de la misma potenciando la asimilación del fertilizante, contribuyen al resultado obtenido. Sería interesante analizar la dosis de levadura adecuada en la práctica

El uso de *Trichoderma* y melazas agotadas de levaduras, constituyen, alternativas válidas en el manejo nutricional del cultivo de chífa.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente al Ing. Agr. Sergio Gómez, por su valiosa colaboración.

REFERENCIAS

- BusiIacchi H., Quiroga M., Bueno M., Di Sapio O., Flores V., Severín C. (2013) Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe, (Argentina). Cultivos Tropicales, 34 (4): 55-59.
- Chang Y.C., Baker R., Kleifeld O. & Chet I. (1986). Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant Dis., 70: 145-148.
- Di Sapio O., Bueno M., BusiIacchi H., Quiroga M. & Severín C. (2012) Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas (BLACPMA) 9(3): 221-227.
- Galeano, M., Méndez, F. y Urbaneja, A. (2002). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai (cepa T-22) sobre cultivos hortícolas. Agrícola Vergel. 251: 628-63.

- Harman G. E., Björkman T., Ondik K. and Shores M. (2008) Changing paradigms on the mode of action and uses of *Trichoderma* spp. for biocontrol. Out looks on pest management. Department of Horticultural Sciences, Cornell University, Geneva, NY 14456, USA.
- Infante D., Martínez B., González N. y Reyes Y., (2009) Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Revista de Protección Vegetal. v.24, n.1, La Habana.
- Ongley E.D, (1997) FAO Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55) disponible en www.fao.org/publications.
- Sarandón S.J., Flores C.C., (2009) "Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. Agroecología 4:19 – 28.
- Zapata R., Quiroga M., Murillo B., Agüero D., Lisi B. y Mena P. (2012) *Trichoderma* spp biocontrolador y promotor de crecimiento: una alternativa al uso de agroquímicos en cultivos intensivos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 16*.
- Zapata S.R., Murillo B. y Quiroga M. (2010) cepas nativas de *Trichoderma* spp determinación de su actividad como promotor de crecimiento. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.Vol. 14, 2010*.