



Efecto de *Azospirillum brasilense* (Azomix) y *Glomus iranicum var tenuihypharum* (Resid HC) en el cultivo de algodón sobre el rendimiento

INTRODUCCION

La producción de algodón (*Gossypium. hirsutum* L.) en la provincia del Chaco es de gran importancia, siendo el área sembrada en la campaña agrícola 2017/2018 de 94.800 hectáreas (Ministerio de Agricultura, 2018), esto tiene un destacable grado como factor dinamizador de la economía regional del sector primario (agricultura), en el sector industrial y de servicios relacionados (desmotadoras, fletes, talleres industriales, hilanderías, aceiteras, etc.) y en el sector comercial de la zona de influencia, las que en conjunto representan una gran ocupación de mano de obra directa e indirecta.

Otro aspecto destacable del cultivo lo constituye su importancia socioeconómica para los pequeños productores, ya que representa una alternativa para generar ingresos genuinos, utilizando mano de obra familiar y evitando la migración hacia las grandes concentraciones urbanas.

Sin embargo, los rendimientos del algodón a pesar de los esfuerzos, en los últimos años, la ganancia genética promedio en producción de fibra, ha mostrado una tendencia negativa (Gómez, 2007). Algunos autores (Helm, 2000; Meredith, 2000) argumentan que el algodón puede haber llegado a una meseta para caracteres productivos y de calidad de fibra, debido posiblemente a la base genética estrecha del germoplasma denominado *G. hirsutum* domesticado en los últimos 100 años. Así mismo, el estrés hídrico, salinidad y temperaturas extremas son los principales factores abióticos que limitan la productividad de los cultivos, lo que representa más de un 50% de reducción en los rendimientos de todo el mundo (Boyer, 1982).

En este sentido, diversos autores (Bashan, 1993; Hernández y col., 1996; Cossoli y Iglesias, 2011) demostraron que las bacterias como las del género *Azospirillum* son capaces de incrementar el rendimiento de cultivos agrícolas importantes en diferentes suelos y regiones

climáticas, usando diferentes cepas y especies de plantas y que aunque complejo, este sistema tiene un potencial para la explotación agrícola. Los microorganismos interactúan con los vegetales a nivel de raíces (rizófora), hojas (filósfera), granos (espermatósfera) y restos sobre el suelo (efecto mantillo), y los vegetales actúan sobre los microorganismos en forma: directa, por aportes de sustancias energéticas, estimulantes o inhibidores, en forma de exudados radicales o restos vegetales; e indirectamente por modificación del medio físico (temperatura y humedad) o químico (absorción de nutrientes). La microflora actúa sobre las plantas directamente por los diferentes compuestos que liberan (nitrito, sulfato, fitohormonas y fósforo); e indirectamente por modificación del medio físico (estructura) o químico (inmovilización), con carácter simbiótico (FBN, micorrizas), sin carácter simbiótico (asociaciones rizoforáceas, filoféricas y efecto mantillo). Este complejo de microorganismos que se presenta en el suelo de manera natural puede ser contribuido por los inoculantes biológicos lo cual representan un concentrado de bacterias específicas, que aplicado convenientemente a la semilla poco antes de su sembrado, mejora el desarrollo del cultivo. Su empleo es una práctica agronómica reconocida en el mundo por sus beneficios productivos y económicos (principalmente en gramíneas y leguminosas). A continuación se detallan características de los inoculantes a utilizar: i) ***Azospirillum brasiliensis (Azomix)***, Inoculante líquido acuoso a base de *Azospirillum brasiliensis*. Las bacterias se distribuyen en el suelo como uno de los tantos habitantes naturales de la rizósfera. *Azospirillum* tiene la capacidad de exudar infinidad de compuestos orgánicos que forman parte fundamental de la rizósfera, entre los cuales se encuentran una gran cantidad de activadores de crecimiento vegetal radicular, como así también de la parte aérea. Dicha bacteria tiene la capacidad de producir auxinas, citoquininas y giberelinas, El ácido Indol acético producido por estas bacterias, provoca un aumento radicular que alcanza el 60% con respecto a las plantas sin tratar, lo que se manifiesta en un mayor desarrollo de la parte aérea del vegetal. ii) ***Glomus iranicum var tenuihypharum (Resid HC)***, es un inoculante biológico desarrollado sobre sustratos sólidos para el recubrimiento de semillas, que contiene el hongo formador de micorrizas *Glomus iranicum var tenuihypharum*. Es un producto para ser aplicado en el recubrimiento de semillas, promoviendo una intensa colonización micorrizica del sistema radical, mayor absorción de agua y nutrientes de la solución del suelo, así como un mayor vigor y rendimiento en los cultivos. En este contexto esta investigación generaría al productor una fuente de información sobre rendimientos con aplicación de inoculantes posibilitando una mayor rentabilidad económica.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de *Azospirillum brasiliensis* (Azomix) y *Glomus iranicum var tenuihypharum* (Resid HC) sobre el rendimiento en el cultivo de Algodón.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el efecto de los tratamientos sobre caracteres morfológicos y reproductivos
- Identificar tratamientos con mayor contribución al rendimiento y número de semillas

MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue conducido en el campo de la EEA (Estación Experimental Agropecuaria) INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Sáenz Peña, (Latitud Sur 26° 47' 27" y Longitud Oeste 60° 26' 29"; Altitud 90 msn), Chaco (Argentina) durante la campaña agrícolas 2017/2018.

Material Vegetal. Se utilizó la variedad comercial de algodón "NuOpal BG/RR". Las semillas fueron deslindada con ácido sulfúrico al 12% para la eliminación del linter.

Diseño Experimental. En bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Cada bloque estuvo compuesto de 4 parcelas. Cada parcela conto un tamaño de 90 m² (15 m largo x 6 m ancho). La misma estuvo constituida de 12 lineos con distanciamiento de 0,48 m entre surcos por 10 m lineales. Los tratamientos se repitieron cuatro veces, para un total de 16 parcelas y cuatro bloques. Cada bloque separados por una faja de 3 m. La densidad final fue de 10-11 plantas por metro lineal.

Tratamientos. Conformados de la siguiente manera:

T₁= Control (sin inoculación).

T₂=Inoculación con *Azospirillum brasiliensis* (Azomix) en una dosis de 30 ml/10 kg de semilla de algodón.

T₃= Inoculación con *Glomus iranicum var tenuihypharum* (Resid HC) en una dosis de 55 gramos/10 kg de semillas. Se disolvió el producto (Resid HC) en agua destilada (sin cloro) en un volumen cómodo para inocular las semillas.

T₄= T₂ + T₃. Se usó Azomix como vehículo para disolver el Resid HC.

Variables de medición. Las mediciones se realizaran en los 4 surcos centrales de cada parcela.

i) Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento a los 70 días después de la siembra (dds) y 120 dds: Números de nudos (NN) y Altura de planta (AP,cm).

ii) Efecto de los tratamientos sobre número de semillas y rendimiento en algodón en bruto (kg/ha) a los 120 dds.

Análisis estadístico. Se realizara un análisis de la varianza (ANOVA) y los valores promedios se utilizara la prueba LSD de Fisher al 5% (p<0.05) a través del programa InfoStat/P versión 2018.

RESULTADOS

El ANOVA para todas las variables en las diferentes etapas del ciclo del cultivo se describen continuación:

i) Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento a los 70 días después de la siembra (dds) 120 dds:

Numero de nudos (NN): en el ANOVA el NN no presentó diferencias significativas entre tratamientos (datos no mostrados).

Altura de planta (AP,cm): en el ANOVA la AP (cm) presento diferencias significativa entre tratamiento (Tabla 1).

En la tabla 1 a los 70 y 120 dds se muestran el test de comparación de medias para los tratamientos con un nivel de significancia del 5%. A los 70 dds, los tratamientos **Azospirilum** (T₂), **Glomus** (T₃) y **Azospirilum + Glomus** (T₄) presentaron diferencias estadísticamente significativas en relación al control siendo no significativo entre los mismo. El mayor crecimiento presentó el T₂ (82.60 cm) en relación al control (T₁), seguido por el T₃ (80.93 cm), y por ultimo T₄ (84.84cm).

Para los 120 dds, los tratamientos **Azospirilum** (T₂), **Glomus** (T₃) y **Azospirilum + Glomus** (T₄) presentaron no se diferenciaron entre ellos. Siendo el T₂ (81.66 cm) quien presento la mayor diferencia con el control (Testigo), seguido por el T₃ (81.69 cm), y por ultimo T₄ (84.84cm).

Menor variación de crecimiento en altura de planta (16,44%) se presentó en el periodo de crecimiento de los 70 dds (-4.68%) en relación al segundo periodo (120 dds).

Tabla 1: Comparación de medias para la altura (cm) de planta a los 70 dds

Tratamiento	70 dss	120 dds
T ₁ : Testigo	61.89a	73.97a
T ₂ : Azospirilum	82.60b	81.66ab
T ₃ : Glomus	80.93b	81.69ab
T ₄ : Azospirilum+ Glomus	80.08b	84.84b
CV (%)	16,44	21,12
p-valor	<0.0001	0.0029

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ii) Efecto de los tratamientos sobre número de semillas y rendimiento en algodón en bruto (kg/ha) a los 120 dds.

Numero de semilla: en el ANOVA no presentó diferencias significativas entre tratamiento (datos no mostrados).

Rendimiento (kg/hectarea): en el ANOVA presentó diferencias significativas entre tratamientos (datos no mostrados).

En la tabla 2 se muestra el test de comparación de medias de la variable número de semillas/m² para los tratamientos con un nivel de significancia del 5%. Los tratamientos **Azospirilum** (T₂), **Glomus** (T₃) y **Azospirilum + Glomus** (T₄) presentaron mayor número de semillas en relación al control. El mayor número de semillas presentó el T₄ (562) en relación al control T₁ (505), seguido por el T₂ (523), y por ultimo T₃ (517), no se observaron diferencias estadísticamente significativas con el testigo pero diferencias del 11% menos para el testigo. Con respecto al rendimiento se observaron diferencias estadísticamente significativas, los tratamientos **Azospirilum** (T₂), **Glomus** (T₃) presentaron diferenciaron con el testigo de 1195 kg/hectárea más en tratamiento (T₂) es decir que **Azospirilum presentó un 22% más de rendimiento que el control**, al igual que el (T₃) (10.87cm) que mostró un 20% a favor. El T₄ no se observaron diferencias con el testigo pero si en un 14% más que el testigo T₁.

Tabla 2: Comparación de medias en número de semillas (m²) y rendimiento

Tratamiento	Numero de semillas	Rendimiento Kg/hectárea
T ₁ : Testigo	505a	4012.3a
T ₂ : Azospirilum	523ab	5205.2b
T ₃ : Glomus	517ab	5042.3b
T ₄ : Azospirilum+ Glomus	562ab	4694.20ab
CV (%)	5.76	19.36
p-valor	0.0031	0.0048

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

CONCLUSION

Los inoculantes *Azospirillum* y *Glomus* favorecieron el crecimiento inicial del cultivo y en estadios fenológicos más avanzados la combinación de las cepas mostró ser más eficiente.

Las respuestas del rendimiento final mostraron valores más altos con la inoculación de *Azospirillum* y *Glomus* en forma independiente.

ANEXOS:fotos



Figura 1: Testigo



Figura 2: Azospirillum



Figura 3: Glomus



Figura 4: Azos +Glomus

BIBLIOGRAFIA

Bashan, Y. Potential use of Azospirillum as biofertilizer. Turrialba, 1993, vol. 43, no. 4, p. 286-291.

Cossoli M. R. y M. C. Iglesias. 2011. La biofertilización con Azospirillum y Azotobacter, su interacción con la infección de hongos micorrícicos en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales, Año 1 N° 2. 136-142 pp.

Hernández, T.; Díaz, G. S. y Velazco, A. Comportamiento de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) frente a la inoculación con *Azospirillum brasilense* como biofertilizante. Cultivos Tropicales, 1996, vol.17, no. 1, p. 10-12.

MANUAL para evaluación de plántulas en análisis de germinación. Madrid. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. 130p

Rotela Daniel A.; Iglesias, María C.; Díaz, Irma.; Micelli, Gabriel E. "Inoculación y co-inoculación con *Azospirillum* sp en algodón Var. Guazuncho". Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE - Corrientes.

Sirka, C. E. 2006. Metodología de la Investigación. Documento de apoyo. Formosa. Universidad Nacional de Formosa. 188 p. cuad

Yuni, Jose y Urbano A. Recursos metodológicos para preparación de proyectos de investigación.