Diseño factorial para el screening de variables de proceso en la producción de conidios de *Trichoderma harzianum* con fines biopesticidas

MUTTI STEGMANN, P [1,2]; Tubio, G[1,2]; Woitovich Valetti, N[1,2].

[1]Laboratorio de Investigación y Desarrollos Biotecnológicos (FBioyF-UNR), Rosario, Santa Fe, Argentina.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CCT- Rosario.

Contacto: paulamutti@yahoo.com.ar

Palabras claves: diseño de experimentos, fermentación en estado sólido; residuos agroindustriales.

INTRODUCCIÓN

Trichoderma harzianum es un hongo filamentoso ampliamente empleado como agente de **control biológico de fitopatógenos**, con capacidad adicional para promover el crecimiento vegetal (Woo et al., 2023). Su incorporación como bioinsumo a escala productiva exige procesos eficientes y económicamente viables para la obtención de conidios, que constituyen el principio activo de las formulaciones biopesticidas. En este contexto, la **fermentación en estado sólido** (FES) sobre residuos agroindustriales se presenta como una alternativa promisoria, dado que reproduce las condiciones naturales de desarrollo del hongo y permite, a la vez, la **valorización de subproductos regionales** (Sala et al., 2021). No obstante, el rendimiento de conidios en FES está determinado por múltiples variables de proceso, cuyos efectos individuales y combinados deben caracterizarse como paso previo al escalado del sistema (Mitchell et al., 2006).

HIPÓTESIS/OBJETIVOS

La hipótesis de trabajo sostiene que **el tiempo de fermentación, la humedad inicial del sustrato y la proporción de cascarilla de arveja amarilla (CAA) en la mezcla tienen influencia significativa sobre la producción de conidios de *T. harzianum* en FES**. El objetivo del presente trabajo fue realizar un screening de estas variables de proceso mediante un diseño factorial completo, a fin de identificar aquellas con efecto estadísticamente significativo sobre la concentración de conidios, como etapa previa a la optimización del proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

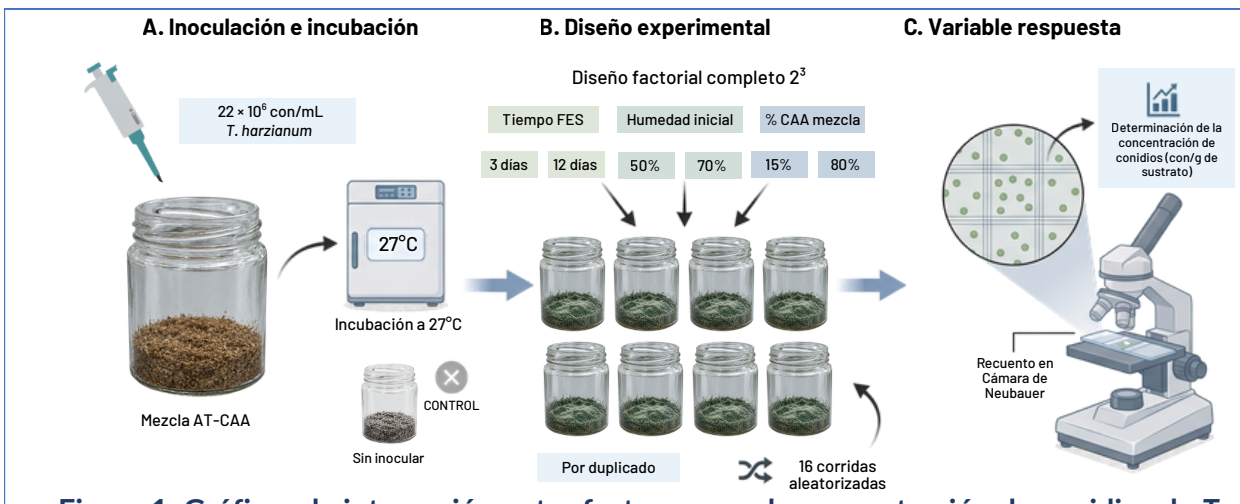


Figura 1. Gráficas de interacción entre factores para la concentración de conidios de *T. harzianum*.

Los datos se analizaron por ANOVA (α = 0,05) con Minitab 20. La normalidad de los residuos se verificó con el test de Ryan-Joiner.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

El modelo fue altamente significativo ($p < 0,001$; $R^2 = 96,8$ %; R^2 ajustado = 94,7 %; R^2 predicho = 89,9 %) y no presentó falta de ajuste ($p = 0,654$). Resultaron significativos el tiempo de fermentación ($p < 0,001$), el porcentaje de CAA ($p = 0,022$) y la interacción tiempo × humedad ($p = 0,020$) (Figuras 2 y 3).

Tiempo de fermentación: fue el factor de mayor influencia. La concentración de conidios aumentó unas 7 veces entre los 3 días (≈4,0 × 10^8 con/g) y los 12 días (≈2,8 × 10^9 con/g).

Porcentaje de CAA: tuvo un efecto negativo. Las mezclas con 15 % de CAA alcanzaron mayores concentraciones que las de 80 % (≈1,8 × 10^9 frente a ≈1,4 × 10^9 con/g). No obstante, ensayos previos mostraron que su incorporación en bajas proporciones mejora la conidiación respecto del AT solo.

Humedad inicial: no fue significativa como factor principal ($p = 0,545$), pero su efecto presenta interacción con el tiempo. A los 3 días, el 70 % de humedad favoreció la conidiación (≈6,6 × 10^8 frente a ≈1,4 × 10^8 con/g), mientras que a los 12 días la tendencia se invirtió (≈2,6 × 10^9 frente a ≈2,9 × 10^9 con/g). Esto sugiere que una mayor disponibilidad de agua favorece la colonización inicial, pero podría limitar el intercambio gaseoso en etapas avanzadas del cultivo (Gervais & Molin, 2003).

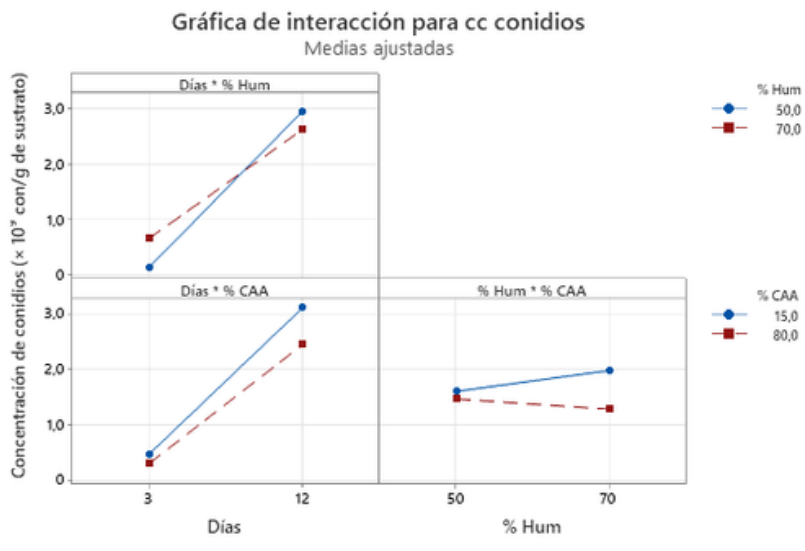


Figura 2. Gráficas de interacción entre factores para la concentración de conidios de *T. harzianum*

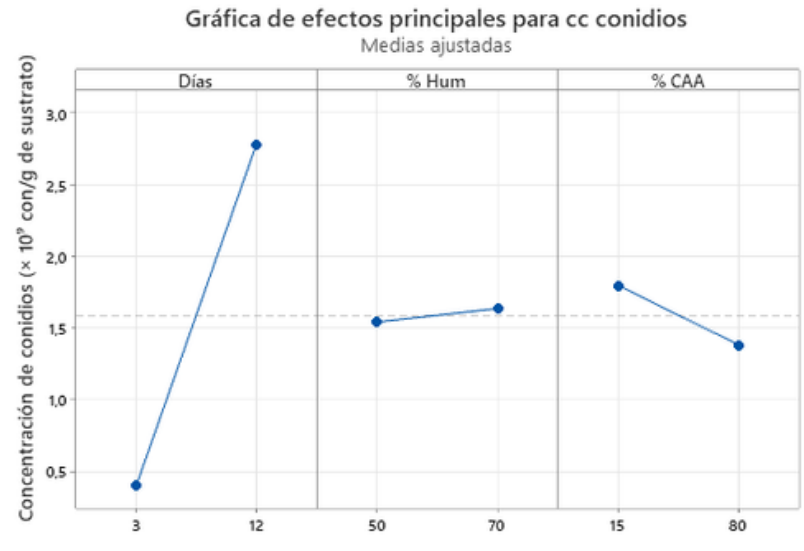


Figura 3. Gráfica de efectos principales para la concentración de conidios de *T. harzianum*

CONCLUSIONES

El **tiempo de fermentación** fue el factor más determinante en la producción de conidios de *T. harzianum*, seguido por el porcentaje de CAA: una menor proporción de cascarilla favorece la conidiación. La **humedad inicial** no tuvo efecto significativo por sí sola, pero su efecto dependió de la etapa del cultivo. Estos resultados sientan las bases para realizar la **optimizacion del sistema**.