

**Efecto de  $\text{KNO}_3$  como tratamiento de semilla  
y fertilización nitrogenada en crecimiento  
vegetativo de tomate**

**Ricardo José Gandini Taveras**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Efecto de $\text{KNO}_3$ como tratamiento de semilla y fertilización nitrogenada en crecimiento vegetativo de tomate**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Ricardo José Gandini Taveras**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2018

## **Efecto de $\text{KNO}_3$ como tratamiento de semilla y fertilización nitrogenada en crecimiento vegetativo de tomate**

**Ricardo José Gandini Taveras**

**Resumen.** El uso de trasplantes es generalizado en hortalizas, dada la mayor homogeneidad y velocidad de crecimiento comparado con siembra directa. Existen técnicas que podrían acortar el tiempo de crecimiento de algunas hortalizas e incrementar su producción de biomasa previo a su establecimiento en campo. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de  $\text{KNO}_3$  como tratamiento pre-germinación y la posterior aplicación de fuentes de nitrógeno en la producción de plántulas de tomate. Previo a la germinación, las semillas fueron sometidas a: 1) agua destilada, 2) 25 mM, 3) 50 mM, 4) 75 mM, o 5) 100 mM de  $\text{KNO}_3$ . Todos los tratamientos fueron sumergidos por 24 horas previo a la siembra. Posterior a la siembra en bandejas, las plantas fueron fertilizadas con soluciones nitrogenadas con porcentajes de: 1) 50%  $\text{NO}_3$  y 50%  $\text{NH}_4$ , 2) 100%  $\text{NO}_3$ , 3) 100%  $\text{NH}_4$ . Los tratamientos estuvieron establecidos en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. El modelo de regresión para biomasa total mostró un incremento constante de la planta hasta el día 30. Para la biomasa foliar al día 20 (tiempo de producción comercial), no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, a los 30 días después de la siembra el tratamiento de 25 mM de  $\text{KNO}_3$  + 100% del nitrógeno aplicado en forma de  $\text{NH}_4$  resultó en 14% mayor biomasa que el control de inmersión en agua. Dado el bajo costo de aplicación de esta práctica, se recomienda el tratamiento de 25 mM de  $\text{KNO}_3$ . Es necesaria la evaluación económica de la aplicación de  $\text{NH}_4$  como fuente principal de nitrógeno en producción de plantas de tomate.

**Palabras claves:** Dormancia, imbibición, nitrato de amonio, técnicas pre-germinación.

**Abstract.** Transplants are a widespread method for vegetable production, since it allows more homogeneity and faster growth when compared to direct seeding. There are certain techniques that could reduce the growth time of some vegetables and increase their biomass production prior to their planting. The target of this investigation was to evaluate the effect of  $\text{KNO}_3$  as a pre-germination process and the later use of nitrogen sources in tomato seeding production. Before germination, seeds were subjected to: 1) distilled water, 2) 25 mM, 3) 50mM, 4) 75mM or 5) 100mM of  $\text{KNO}_3$ . All treatments were submerged for 24 hours prior to the planting. After the sowing in trays, the plants were fertilized with nitrogen solutions of the following percentages: 1) 50%  $\text{NO}_3$  and 50%  $\text{NH}_4$ , 2) 100%  $\text{NO}_3$ , 3) 100%  $\text{NH}_4$ . The treatments were established on a completely random design with four repetitions. The regression model for total biomass showed a constant plant growth until the 30th day. For the foliar biomass there wasn't any significant variation in the treatments up until day 20 (commercial production time). However, 30 days after planting the treatment consisting of 25 mM e  $\text{KNO}_3$  + 100% of the nitrogen applied as  $\text{NH}_4$  resulted in 14% more biomass than the water immersion control. Due to its low application cost, the 25 mM of  $\text{KNO}_3$  treatment is recommended. The use of  $\text{NH}_4$  as the main nitrogen source in tomato production must be subject to economic evaluation.

**Keywords:** Ammonium nitrate, dormancy, imbibition, pre-germination technique.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>12</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Tratamiento pre-germinación en semillas de tomate usando como fuente de N el KNO <sub>3</sub> .....	3
2. Soluciones de fertilizante para aplicaciones post-germinante en plántulas de tomate.....	5
3. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa aérea (peso fresco) en plántulas de tomate a los 20, 25 y 30 días después de siembra (g/plántula).....	6
4. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa radicular (peso fresco) en plántulas de tomate a los 15, 20, 25 y 30 días después de siembra (g/plántula).....	7
5. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa total (peso fresco) en plántulas de tomate a los 20, 25 y 30 días después de siembra (g/plántula).....	7
6. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa aérea y biomasa radicular (peso fresco) en plántulas de tomate al día 25 después de siembra.....	8
7. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa total (peso fresco) en plántulas de tomate al día 20 y 30 después de siembra (g/plántula).....	8
8. Efecto de tratamiento con fertilizante en biomasa radicular y total (peso fresco) en plántulas de tomate al día 25 después de siembra (g/plántula).....	8
9. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa aérea, radicular y total (peso fresco) en plántulas de tomate días 20, 25, 30 después de siembra (g/plántula).....	9

## 1. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial, siendo China, India y Estados Unidos, los principales productores con aproximadamente 56, 18, 13 millones de toneladas en el 2016, respectivamente (FAOSTAT 2018). Posterior al trasplante, el tiempo hasta la cosecha del tomate determinado a campo abierto es de aproximadamente 65 días, dependiendo de la variedad, clima y sistema productivo (Escobar y Lee 2009).

El tiempo de producción de tomate, desde semilla hasta la primera cosecha es de aproximadamente 86 días. Previo al trasplante, las plántulas son usualmente cultivadas en estructuras protegidas por un periodo de aproximadamente 21 días (Nawaz *et al.* 2011). Los precios más altos para la venta de tomate en Honduras se presentan en septiembre (SIMPAAH 2018). Para alcanzar los precios más altos con áreas en plena producción, los productores tratan de establecer sus cultivos en el mes de julio. Si este tiempo de producción pudiera ser acortado, sería posible acceder a los mercados en menor tiempo, disponer de menos mano de obra y reducir la inversión en insumos de producción.

Las prácticas culturales durante la etapa de vivero suelen ser menos intensivas en términos de mano de obra, dado que las plantas están confinadas y aglomeradas en bandejas de 120 a 175 celdas. Una de las ventajas de una germinación más rápida, es que se puede reducir el costo del establecimiento del cultivo. Otra alternativa para la reducción del tiempo de crecimiento en vivero puede ser el tratamiento pre-germinación de las semillas especialmente en cultivos con endo y exodormancia mecánica y química.

La dormancia de las semillas viables intactas, es considerada un bloqueo para completar la germinación en condiciones favorables (Finch-Savage y Leubner 2006). Debido a este fenómeno, el proceso de establecimiento del cultivo en campo se retrasa. Una solución a este problema son los tratamientos pre-germinantes, los cuales se definen como tratamientos en los cuales las semillas son sumergidas en una solución osmótica que les permite agua y pasar por las primeras fases de la germinación (Taylor *et al.* 1998). Esta técnica es utilizada para mejorar la uniformidad, la germinación y acelerar la tasa de crecimiento de las semillas (Hamidi *et al.* 2013).

Existen varias técnicas de tratamientos pre-germinantes, en diferentes medios dentro de los que se encuentran la hidratación es sumergir las semillas en agua, la osmótica que es sumergir las semillas en una solución de potencial osmótico bajo y soluciones como el polietilenglicol, y el halo-pre germinante que consiste en sumergir las semillas en solución de sales, de nitratos, fosfatos y potasio (Sharma *et al.* 2014).

El halo-pre germinante ayuda a disminuir el tiempo de germinación, mejorar el índice de vigor de la plántula y la longitud de la raíz. Este tratamiento repara el daño celular provocado por almacenamiento (Lukatkin 2003). Esta técnica permite la hidratación en las membranas e inicia varios procesos metabólicos de las semillas (Beweley y Black 1982).

Se ha demostrado que la semilla de tomate cuando es sumergida en nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), mejora su porcentaje de germinación y el crecimiento inicial (De Souza 2006). Con una germinación rápida y homogénea, el cultivo se establece en un menor tiempo lo que conlleva a una cosecha más temprana y esto puede ayudar a tener más ciclos productivos en la finca (Wigthman 1999). Estos procesos son provocados al tratar las semillas con tratamientos pre-germinantes, se inician por el óxido nítrico (NO), el cual es un gas radical libre, lipofílico con una vida corta (Lamattina *et al.* 2003). Debido a su estructura puede reaccionar con diferentes moléculas; esto le permite realizar la homeostasis, evento fundamental para la germinación y establecimiento adecuado de las plántulas. Otra función del NO es que produce la ruptura de la dormancia y promover la germinación de estas en diferentes especies (Bethke *et al.* 2004). Se ha demostrado que la capa de aleurona detecta y responde a NO durante la liberación de la dormancia (Albertos *et al.* 2015).

Se ha demostrado que el NO en bajas concentraciones promueve el crecimiento de la raíz primaria (Pagnussat *et al.* 2002; Hunt *et al.* 2002). También estos estudios realizados en otras especies confirman que el NO es un potencial regulador de la germinación en semillas de gramíneas C4 en condiciones de altas temperaturas (Sarath *et al.* 2011).

Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar las concentraciones de  $\text{KNO}_3$  como tratamiento pre-germinante en el crecimiento vegetativo del tomate.
- Evaluar la interacción de concentraciones de  $\text{KNO}_3$  como tratamiento pre-germinante y dos fuentes de nitrógeno en el crecimiento vegetativo de plántulas de tomate.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre junio y agosto del 2018 en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales y la sección de Producción de Plántulas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

### **Cultivo.**

Se utilizó para la evaluación: tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad IPA 6.

### **Tratamiento pre-germinante.**

Se colocaron 622 semillas durante 24 horas, en la solución de fertilizante preparada con  $\text{KNO}_3$  y  $\text{H}_2\text{O}$  destilada (Cuadro 1). Las semillas se incubaron a  $24^\circ\text{C}$ , 16 horas luz/8 y una humedad relativa de 64%.

Cuadro 1. Tratamiento pre-germinación en semillas de tomate usando como fuente de N el  $\text{KNO}_3$ .

Concentración de N- $\text{NO}_3$ mM	g/200 mL de $\text{KNO}_3$
Testigo	-
$\text{H}_2\text{O}$	-
25	0.33
50	0.66
75	0.99
100	1.32

‡ N- $\text{NO}_3$ = Nitrógeno en forma de Nitrato

### **Siembra.**

Para la siembra se utilizó musgo de pantano con un pH 5.5 a 6.0, 48% de retención de humedad y 20% de aireación, en bandejas de 200 celdas con dimensiones de  $2.5 \times 2.5 \times 3.5$  cm y 12 mL de volumen. Se utilizó bandejas de poliestireno las cuales se desinfectaron con  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  al 68% en concentración de  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  de cloro.

Para la preparación del sustrato, primero se humedeció el sustrato, se marcaron las celdas, para luego colocar las semillas y posteriormente cubrirla con el sustrato. Luego se estibarón en el cuarto de pre-germinación con un promedio de humedad de 67 % y con  $26^\circ\text{C}$  en total oscuridad. En 72 horas las bandejas fueron trasladadas al macrotúnel.

### Riego y fertilización.

El cultivo fue regado con 110 mL/semana. Este riego se realizó a lo largo del establecimiento del cultivo. La fertilización inició el día 10 después de siembra, se aplicó 4 mL de solución fertilizante cada cinco días (Cuadro 2). Al testigo no se le aplicó fertilizante.

Cuadro 2. Soluciones de fertilizante para aplicaciones post-germinante en plántulas de tomate.

Fuente de N post-germinante	Fuente	mg/L
Testigo (Sin fertilizante)	-	-
Solución 100% N-NO <sub>3</sub>	Nitrato de Potasio	1538
	Ácido Fosfórico	1453
Solución 100% N-NH <sub>4</sub>	Fosfato mono-amónico	872
	Sulfato de Potasio	1354
50% N-NO <sub>3</sub> - 50% N-NH <sub>4</sub>	Nitrato de Amonio	588
	Ácido Fosfórico	1453
	Sulfato de Potasio	1354

N-NO<sub>3</sub>= Nitrógeno en forma de Nitrato; N-NH<sub>4</sub>= Nitrógeno en forma de Amonio

### Variables.

Las variables se midieron a partir a los diez días después de siembra, cada cinco días hasta el día veinticinco.

- pH del sustrato: Se tomaron cinco muestras al azar de cada repetición, se separó de las raíces, luego se midió el pH con un conductímetro.
- Conductividad eléctrica: Esta variable fue tomada con la misma solución del pH y se utilizó el mismo conductímetro.
- Peso de biomasa (g/planta): Se tomaron cinco plantas de cada tratamiento, las cuales se pesaron en una balanza y luego el peso se dividió entre cinco para obtener el peso promedio individual de cada planta. También se pesó la biomasa foliar y las raíces con el mismo procedimiento.

### Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas que consta de 24 tratamientos; con cuatro repeticiones con un total de 140 unidades observacionales. Se utilizaron 35 plántulas seleccionadas al azar para medir las variables.

**Análisis estadístico.**

Se realizó un análisis de Shapiro-Wilks; para confirmación de normalidad, un análisis de varianza Kruskal-Wallis ( $P \leq 0.05$ ). Las medias se separaron mediante el análisis mínima diferencia estadística de Fisher's (LSD).

Los resultados fueron analizados en tres comparaciones, de la siguiente manera:

- 1: Pre-germinante  $\times$  Fuente de N post-germinante.
- 2: Control  $\times$  H<sub>2</sub>O  $\times$  Fuente de N post-germinante.
- 3: Selección de etapa 1  $\times$  selección de etapa 2. Se escogió el mejor tratamiento de la etapa 1 y se lo comparó con el mejor tratamiento de la etapa 2.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Biomasa.**

Se identificó un mayor crecimiento de biomasa aérea en las plántulas aplicadas con el tratamiento pre-germinante con concentraciones de nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) de 25 mM y con 100 mM con respecto a los demás tratamientos al día 20, en los días 25 y 30 se identificó diferencias con el tratamiento de 25 mM (Cuadro 3). Esto se puede atribuir a que existe una eficiencia en la absorción de potasio y la capacidad de las plántulas de concentrar este nutriente en el xilema, lo cual conlleva el crecimiento del tallo (Hocking 1980). Es importante recalcar que el potasio es el nutriente de más absorción en las primeras etapas del cultivo (Ciampitti y García 2009). Semillas tratadas con tratamientos pre-germinantes con concentraciones de 25 mM y con 150 mM nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) tienen mayor crecimiento, posiblemente por el oxidado de las formas de nitrógeno que causan un cambio en las vías respiratorias en el metabolismo (Faroq *et al.* 2005).

Cuadro 3. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa aérea (peso fresco) en plántulas de tomate a los 20, 25 y 30 días después de siembra (g/plántula).

Concentración $\text{NO}_3$ mM	Días		
	20	25	30
100	2.59 <sup>aψ</sup>	2.78 <sup>c</sup>	3.00 <sup>c</sup>
25	2.56 <sup>a</sup>	3.72 <sup>a</sup>	3.86 <sup>a</sup>
50	2.48 <sup>b</sup>	3.47 <sup>b</sup>	3.62 <sup>b</sup>
75	2.14 <sup>c</sup>	2.78 <sup>c</sup>	2.96 <sup>c</sup>

ψ= Letra distinta en las columnas indica diferencia estadística significativa ( $p \leq 0.05$ )

La biomasa radicular mostró diferencias en los días 15 y 20 en las concentraciones de 100 mM y 25 mM además al día 25 y 30 mostro diferencia con la concentración de 25 mM (Cuadro 4). Lo que confirma el estudio de Nawaz *et al* 2013, que muestra que las semillas tratadas con concentraciones de 25 mM obtuvieron mayor crecimiento radicular y un mayor porcentaje de germinación. Por lo tanto, para la biomasa total al día 20 se observó diferencia significativa en los tratamientos en las concentraciones de 100 mM y 25 Mm. A los días 25 y 30 la concentración de 25 mM mostro diferencias respecto a las demás concentraciones (Cuadro 5).

Cuadro 4. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa radicular (peso fresco) en plántulas de tomate a los 15, 20, 25 y 30 días después de siembra (g/plántula).

Concentración NO <sub>3</sub> mM	Días			
	15	20	25	30
100	0.36 <sup>aΨ</sup>	1.51 <sup>a</sup>	1.58 <sup>c</sup>	1.76 <sup>c</sup>
25	0.30 <sup>ab</sup>	1.51 <sup>a</sup>	2.06 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>
50	0.27 <sup>b</sup>	1.45 <sup>b</sup>	1.90 <sup>b</sup>	2.05 <sup>b</sup>
75	0.27 <sup>b</sup>	1.12 <sup>c</sup>	1.54 <sup>c</sup>	1.75 <sup>c</sup>

Ψ= Letra distinta en las columnas indica diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ )

Cuadro 5. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa total (peso fresco) en plántulas de tomate a los 20, 25 y 30 días después de siembra (g/plántula).

Concentración NO <sub>3</sub> Mm	Días		
	20	25	30
100	4.10 <sup>aΨ</sup>	4.36 <sup>c</sup>	4.76 <sup>c</sup>
25	4.07 <sup>a</sup>	5.79 <sup>a</sup>	6.26 <sup>a</sup>
50	3.93 <sup>b</sup>	5.37 <sup>b</sup>	5.67 <sup>b</sup>
75	3.26 <sup>c</sup>	4.32 <sup>c</sup>	4.71 <sup>c</sup>

Ψ= Letra distinta en las columnas indica diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ )

Los fertilizantes no dieron una diferencia en el crecimiento de las plántulas con su interacción con los tratamientos pre-germinantes. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Harris *et al.* (1999) en el cual las semillas de arroz tratadas con tratamientos pre-germinantes y su relación con fertilizante no presentaron diferencias.

Al comprar los testigos, el crecimiento de biomasa área al día 25, se identificó una diferencia significativa. El crecimiento de biomasa radicular al día 25 hubo un mayor crecimiento en las semillas tratadas con hidratación (Cuadro 6). Esto conlleva que al día 20 y 30 la biomasa total de las semillas tratadas con hidratación obtuvo un peso mayor (Cuadro 7). Las semillas que son tratadas con tratamiento pre-germinante tienen un mayor porcentaje de germinación y mayor crecimiento de biomasa (área y radicular) que las semillas que no son tratadas (Thorton y Powell 1992). Esto además se confirma con los estudios de Fujikura y Karssen (1995) quienes mencionan que las semillas de coliflor tratadas con agua mejoran en el porcentaje de germinación y crecimiento vegetativo.

Cuadro 6. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa aérea y biomasa radicular (peso fresco) en plántulas de tomate al día 25 después de siembra.

<b>Variabes</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Gramos</b>
<b>Biomasa Aérea</b>	No Aplicado	3.43 <sup>aψ</sup>
	H <sub>2</sub> O	3.38 <sup>b</sup>
<b>Biomasa Radicular</b>	No Aplicado	1.73 <sup>b</sup>
	H <sub>2</sub> O	1.85 <sup>a</sup>

Ψ= Letra distinta en las columnas indica diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ )

Cuadro 7. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa total (peso fresco) en plántulas de tomate al día 20 y 30 después de siembra (g/plántula).

<b>Tratamiento</b>	<b>Días</b>	
	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>No Aplicado</b>	3.99 <sup>bψ</sup>	5.17 <sup>b</sup>
<b>H<sub>2</sub>O</b>	4.09 <sup>a</sup>	5.23 <sup>a</sup>

Ψ= Letra distinta en las columnas indica diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ )

El fertilizante, en relación al crecimiento de biomasa área no mostró diferencia, pero en la biomasa radicular se mostró diferencia al día 25, con el fertilizante en base de amonio, al igual que cuando no se fertilizó. Por consiguiente, la biomasa total al día 25 mostro diferencia con el fertilizante en base de amonio, al igual que cuando no se fertilizó (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de tratamiento con fertilizante en biomasa radicular y total (peso fresco) en plántulas de tomate al día 25 después de siembra (g/plántula).

<b>Variabes</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Día 25</b>
<b>Biomasa Radicular</b>	No Aplicación	0.95 <sup>aψ</sup>
	Nitrógeno en forma de Amonio	0.95 <sup>a</sup>
	50% Nitrógeno en forma de Nitrato – 50% Nitrógeno en forma de Amonio	0.90 <sup>ab</sup>
	Nitrógeno en forma de Nitrato	0.82 <sup>b</sup>
<b>Biomasa Total</b>	No Aplicación	3.02 <sup>a</sup>
	Nitrógeno en forma de Amonio	3.00 <sup>a</sup>
	50% Nitrógeno en forma de Nitrato – 50% Nitrógeno en forma de Amonio	2.97 <sup>b</sup>
	Nitrógeno en forma de Nitrato	2.72 <sup>b</sup>

Ψ= Letra distinta en las columnas indica diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ )

Al seleccionar los mejores tratamientos, se compararon entre ellos. Al día 20, el tratamiento con agua sin interacción con fertilizante se identificó una diferencia biomasa aérea, hubo un cambio en los días 25 y 30 teniendo mayor crecimiento el tratamiento de 25mM de N-NO<sub>3</sub> + N-NH<sub>4</sub>. La biomasa radicular mostró diferencia a los 25 y 30 días en el tratamiento de 25mM de N-NO<sub>3</sub> + N-NH<sub>4</sub>. En la biomasa total resultó, que al día 15 el tratamiento de agua sin interacción con fertilizante tenía mayor biomasa, pero a los días 25 y 30 el tratamiento de 25mM de N-NO<sub>3</sub> + N-NH<sub>4</sub> resultó con mayor biomasa total (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de tratamiento pre-germinante en biomasa aérea, radicular y total (peso fresco) en plántulas de tomate días 20, 25, 30 después de siembra (g/plántula).

Variables	Tratamientos	Días		
		20	25	30
<b>Biomasa Aérea</b>	25mM de N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub>	1.90 <sup>bψ</sup>	3.62 <sup>a</sup>	3.90 <sup>a</sup>
	Agua sin interacción con fertilizante	2.10 <sup>a</sup>	3.25 <sup>b</sup>	3.50 <sup>b</sup>
<b>Biomasa Radicular</b>	25mM de N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub>	5.57 <sup>a</sup>	-	6.30 <sup>a</sup>
	Agua sin interacción con fertilizante	4.87 <sup>b</sup>	-	5.20 <sup>b</sup>
<b>Biomasa Total</b>	25mM de N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub>	2.70 <sup>b</sup>	5.75 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>
	Agua sin interacción con fertilizante	3.10 <sup>a</sup>	4.87 <sup>b</sup>	5.20 <sup>b</sup>

ψ= Letra distinta en las columnas indica diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ )

#### **4. CONCLUSIONES**

- El tratamiento de 25 mM de  $\text{KNO}_3$  resultó en un 14% mayor biomasa total a los 30 días.
- La fertilización 100% de  $\text{N-NH}_4$  resultó con un mayor crecimiento vegetativo en interacción con 25 mM de  $\text{KNO}_3$ .

## **5. RECOMENDACIONES**

- Aplicar 25 mM de  $\text{KNO}_3$  como tratamiento pre-germinante en semillas de tomate.
- Realizar estudios con concentraciones mas bajas de  $\text{KNO}_3$ .
- Evaluar económicamente la aplicación de  $\text{N-NH}_4$ .
- Evaluar las plántulas en campo para medir rendimientos del cultivo y el efecto del tratamiento pre-germinante.

## 6. LITERATURA CITADA

- Albertos P, Romero-Puertas M, Tatematsu K, Mateos I, Sánchez-Vicente I, Nambara E. 2015. S-nitrosylation triggers ABI5 degradation to promote seed germination and seedling growth. *Nat. Commun.* [consultado 2018 jun 3]. 6:8669. eng. [10.1038/ncomms9669](https://doi.org/10.1038/ncomms9669).
- Bethke P, Badger M, Jones R. 2004. Apoplastic synthesis of nitric oxide by plant tissues. *The Plant Cell.* [consultado 2018 jun 3]. 16:332–341. eng. [10.1105/tpc.017822](https://doi.org/10.1105/tpc.017822)
- Bewley, J, Black M. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination.* Springer-Verlag, Berlin New York. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-68643-6>
- Ciampitti I, García F. 2007. Requerimientos nutricionales absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. *Archivo Agronómico.* [consultado 2018 jun y 18]. 12. eng. [file:///D:/Downloads/Requerimientos\\_nutricionales\\_Absorcion\\_y\\_extraccio.pdf](file:///D:/Downloads/Requerimientos_nutricionales_Absorcion_y_extraccio.pdf).
- De Souza F. 2006. Evolución de la Industria de Semillas de Pastos Tropicales en Brasil. X Seminario de Pastos y Forrajes. [consultado 2018 junio 20]. 157-164 p. eng. [http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario\\_pasto\\_X/Conferencias/A14-Francisco%20Souza.pdf](http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A14-Francisco%20Souza.pdf).
- Escobar H, Lee R. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero. In. Escobar H, Lee R. 2da ed. Universidad de Bogotá. Bogotá. CIAA. 40 p. [consultado 2018 jun 25]. eng. [https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-manual\\_produccion\\_de\\_tomate\\_-\\_pag.-\\_web-11-15.pdf](https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-manual_produccion_de_tomate_-_pag.-_web-11-15.pdf).
- FAOSTAT. 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Farroq M, Basra B, Nafees M, Chishti S. 2005. Enhancement of tomato seed germination and seedling vigor by osmopriming. *Pak. J. Agri. Sci.* [consultado 2018 jun 7]. 42(3-4):36-41. eng. <https://www.pakjas.com.pk/papers/430.pdf>

- Finch-Savage W, Leubner-Metzger G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. [consultado 2018 jul 1]. 171(3):501–523 eng. [10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x).
- Fujikura Y, Karssen C. 1995. Molecular studies on osmoprimed seeds of cauliflower: A partial amino acid sequence of a vigour-related protein and osmopriming-enhanced expression of putative aspartic protease. *Seed Science Research*. [consultado 2018 jun 7]. 5(3):177-181. eng. [10.1017/S0960258500002804](https://doi.org/10.1017/S0960258500002804).
- Hamidi R, Pirasteh-Anosheh H, Izadi M. 2013. Effect of Seed Halo-priming Compared with Hydro-priming on wheat Germination and Growth. *Intl. J. Agron. Plant. Prod*. [consultado 2018 jun 11]. 4(7):1611-1615. eng. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133241183>
- Harris D, Joshi A, Khan P, Gothkar P. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Exp. Agric*. [consultado 2018 jun 7]. 35(1):15-29. eng. <https://www.cambridge.org/core/journals/experimental-agriculture/article/onfarm-seed-priming-in-semiarid-agriculture-development-and-evaluation-in-maize-rice-and-chickpea-in-india-using-participatory-methods/F191362DBA68D3FA2520BCEED81FAF0C>.
- Hocking P. 1980. The composition of phloem exudates and xylem sap from tree tobacco *Nicotiana Glauca* Groh. *ann. Bot.* 45(6):633-643. eng. [10.1093/oxfordjournals.aob.a085871](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085871)
- Hunt R, Causton B, Shipley A. 2002. A modern tool for classical plant growth analysis. *Ann. Bot.* [consultado 2018 jun 9]. 90(4):485-488. eng. [10.1093/aob/mcf214](https://doi.org/10.1093/aob/mcf214)
- Lamattina L, Garcia-Mata C, Graziano M, Pagnussat G. 2003. Nitric oxide: the versatility of an extensive signal molecule. *Annual Reviews* [consultado 2018 jun 3]: 54:109–136. eng. [10.1146/annurev.arplant.54.031902.134752](https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.54.031902.134752).
- Lukatkin, A. 2003. Contribution of oxidative stress to the development of cold-induced damage to leaves of chilling-sensitive plants: 3. Injury of cell membranes by chilling temperatures. *Russ. J. Plant Phys.* [consultado 2018 jun 3]. 50(2):243–246 eng. [10.1023/A:1022985500733](https://doi.org/10.1023/A:1022985500733).
- Nawaz A, Amjad M, Aslam M, Afzal I. 2011. Effect of halopriming on germination and seedling vigor of tomato. *Afr. J. Agric. Res.* [consultado 2018 jun 15]. 6(15):3551-3559. eng. [10.5897/AJAR11.064](https://doi.org/10.5897/AJAR11.064).
- Nawaz J, Hussain M, Jabbar A, Abbas N, Sajid M, Subtain M, Shabbir I. 2013. Seed Priming A Technique. *Intl J Agri Crop Sci.* [consultado 2018 jun 7]. 6(20):1373-138. Eng. [https://www.researchgate.net/publication/305755218\\_Seed\\_Priming\\_A\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/305755218_Seed_Priming_A_Technique)

- Pagnussat G, Simontacchi M, Puntarulo S, Lamattina L. 2002. Nitric oxide is required for root organogenesis. *Plant Physiol* [consultado 2018 jun 9]. 129(3):954–956. eng. [10.1104/pp.004036](https://doi.org/10.1104/pp.004036).
- Sarath G, Dien B, Saathoff A, Vogel K, Mitchell R, Chen H. 2011. Ethanol yields and cell wall properties in divergently bred switchgrass genotypes. *Bioresour. Technol.* [consultado 2018 jun 9]. 102(20):9579–9585. eng. 10.1016/j.biortech.2011.07.086
- Sharma A, Rathore S, Srinivasana K, Tyagi R. 2014. Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Scientia Horticulture* 165 [consultado 2018 jun 11]. 165:75–81. eng. [10.1016/j.scienta.2013.10.044](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.044).
- SIMPAH. 2018. Sistema de información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras. <http://www.fhia.org.hn/htdocs/simpah.html>.
- Taylor A, Allen P, Bennett M, Bradford K, Burris J, Misra M. 1998. Seed enhancements. *Seed Sci.* [consultado 2018 jun 2]. 8(2):245-256. eng. [10.1017/S0960258500004141](https://doi.org/10.1017/S0960258500004141).
- Thorton J, Powell A. 1992. Short term aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L. *Seed Science Research*. [consultado 2018 (jun 25)]. 2(1):41-49. eng. 10.1017/S0960258500001094.
- Wighthman K. 1999. Convierta la basura en abono orgánico, libreta técnica de composta. ICRAF. Chetumal. México. 18 p.