



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Trabajo Final de Graduación Modalidad “Pasantía”**

**Título:**

**“Respuesta de *Solanum lycopersicum* ante diferentes  
sustratos, dosis y localización de fertilizantes”**

**Alumna:** Gomez María Eugenia

**Lugar de trabajo:** Cátedra de Manejo y Conservación de suelos (FCA)

**Directora:** Ing. Agr. Luisina Oriana Gnoatto Grigolatto

**Tribunal:**

- Ing. Agr. Silvia Amanda Arzuaga
- Ing. Agr. (Mgter.) María Andrea Schroeder
- Ing. Agr. Guillermo Alejo Perrens

**Año:** 2023

## Índice

Introducción.....	3
Objetivo general.....	4
Descripción de las tareas realizadas.....	4
Resultados obtenidos.....	17
Conclusión.....	20
Agradecimientos.....	21
Referencias bibliográficas.....	21

## Introducción:

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta herbácea anual, de origen centro y sudamericano. Actualmente es cosmopolita, cultivada para consumo fresco e industrializado. (Allende, M.; et al. 2017).

Es la hortaliza de mayor importancia a nivel nacional e internacional, debido a su amplio consumo, al área cosechada y al valor económico de la producción. Durante los últimos años, esta hortaliza ha incrementado su producción anual principalmente por el aumento en el rendimiento y en menor proporción por el incremento de la superficie cultivada. Además de la importancia económica y social del tomate en los sistemas de producción del mundo, esta hortaliza tiene cada vez mayor relevancia nutricional en los tiempos modernos porque es una fuente extraordinaria de sustancias antioxidantes (licopeno, betacaroteno) y vitaminas C y A. (Escobar, H. 2010).

La producción mundial total de tomate fresco alcanzó las 189 millones de toneladas abarcando un área cosechada de 5 millones de hectáreas. Nuestro país posee distintas regiones donde se desarrolla la actividad productiva asegurando un aprovisionamiento continuo del mercado doméstico en fresco. (FAOSTAT 2021).

Según Basterra, E. (2020), Argentina posee condiciones agroecológicas propicias para el desarrollo del cultivo de tomate en todo el país. Las provincias del NOA y del NEA pueden producir en contraestación respecto a la región Centro, lo que les permite ingresar a los principales mercados de consumo en momentos en que la oferta está limitada, logrando en resultado mejores precios.

El tomate, como cualquier planta, requiere de elementos nutritivos esenciales, que no deben faltar para el funcionamiento fisiológico y el desarrollo completo del ciclo vegetativo. De los nutrientes minerales esenciales para la planta se distinguen los de mayor requerimiento y se encuentran en más alta proporción los denominados macronutrientes. Entre los macronutrientes tenemos el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). (Escobar, H. 2010).

El Nitrógeno es el nutriente que en mayor medida condiciona el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Dicho nutriente debe estar bien provisto en cantidad y oportunidad para asegurar un óptimo estado fisiológico. Un adecuado abastecimiento de N incrementa la tasa de división, diferenciación celular y la actividad fotosintética, lo que se traduce en una elevada interceptación y conversión de la radiación interceptada por los cultivos en biomasa aérea. (Echeverría y Sainz Rozas. 2015).

El P forma parte de enzimas, ácidos nucleicos, proteínas, está involucrado en prácticamente todos los procesos de transferencia y almacenaje de energía; integrante de los fosfolípidos de las membranas celulares; participa en el transporte y absorción de nutrientes. (Marschner, 1995). Los cultivos con deficiencia en P presentan un crecimiento inicial reducido, lento, menor expansión foliar y menor número de hojas. (García; et al. 2014).

Ante la creciente escasez de recursos hídricos destinados para la agricultura y el alto costo de los insumos agrícolas, resulta indispensable buscar alternativas tecnológicas que reduzcan los costos de producción y, se obtengan altos rendimientos con la mayor calidad

posible sin detrimento de los recursos naturales. En este sentido, el riego por goteo y la fertilización han resultado una técnica promisorio en agroecosistemas hortícolas intensivos para abastecer adecuadamente con agua y nutrientes a estos cultivos (Ochoa, 2007).

### Objetivo general:

Adquirir destreza en las determinaciones de biomasa total, índice de verdor normalizado (NDVI), área foliar, características morfológicas visibles tales como altura y número de hojas a fin de evaluar la respuesta del cultivo de tomate frente a distintas variables, tales como el tipo de sustrato utilizado, dosis y localización del fertilizante.

### Descripción de las tareas realizadas:

Se realizó un estudio experimental bajo condiciones controladas, en el invernadero de la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos de la Universidad Nacional del Nordeste, con el propósito de evaluar, el tipo de sustrato, diferentes dosis de fertilizante y su respectiva localización en el medio de cultivo a fin de evaluar sus efectos en características morfológicas del tomate.

El diseño experimental utilizado consistió en un arreglo factorial de 3x3x2. En el cual se trabajó con a) tipos de sustratos, con 3 proporciones de perlita: 0%, 33% y 50 %; b) dosis de fertilizante: Testigo (0); Dosis mínima de N y P (d -) y Dosis máxima N y P (d +); y c) métodos de localización del fertilizante, manifestados en dos modalidades: en círculo (C) e incorporado en el volumen total de la maceta (T).

Esta combinación de factores generó un total de 18 tratamientos con 3 repeticiones, totalizando 54 unidades experimentales evaluadas, que fueron macetas de 2 litros de volumen.

<b>T1</b> 0% T ft	<b>T2</b> 0% d- ft	<b>T3</b> 0% d+ ft
<b>T4</b> 33% T ft	<b>T5</b> 33% d- ft	<b>T6</b> 33% d+ ft
<b>T7</b> 50% T ft	<b>T8</b> 50% d- ft	<b>T9</b> 50% d+ ft
<b>T10</b> 0% T C	<b>T11</b> 0% d- C	<b>T12</b> 0% d+ C
<b>T13</b> 33% T C	<b>T14</b> 33% d- C	<b>T15</b> 33% d+ C
<b>T16</b> 50% T C	<b>T17</b> 50% d- C	<b>T18</b> 50% d+ C

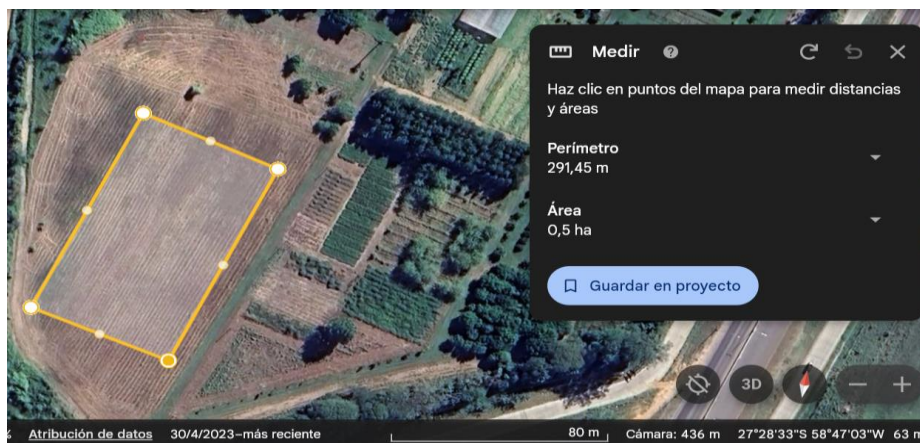
**Fig. 1.** Tabla explicativa de los tratamientos utilizados.

Para la preparación de los sustratos, las distintas proporciones de perlita fueron combinadas con suelo extraído de una parcela de media hectárea perteneciente al campo experimental de la Universidad Nacional del Nordeste. Este suelo corresponde a la serie taxonómica “Ensenada Grande” clasificada como Udipsammentes álficos, mixta, hipertérmica. Este está formado de un manto arenoso con poca diferenciación de horizontes genéticos, cuando existen, está dado por la formación de lamelas texturales.

Tiene notables propiedades físicas pero se caracteriza por una fertilidad natural limitada, evidenciando niveles reducidos de materia orgánica que generalmente no superan el 1,0%. Presenta baja retención de humedad, por lo que se eligió trabajar con perlita para la confección del sustrato porque aporta ligereza y porosidad al mismo mejorando el drenaje del agua.



**Foto 1.** Extracción de suelo del campo experimental de la Universidad Nacional del Nordeste.



**Foto 2.** Imágenes satelitales del campo experimental - UNNE. Obtenidas con Google Earth.

HORIZONTES →		Ap	A
Textura		Ar.	Ar.
Profundidad	cm.	0-15	15-40
Materia orgánica	%	0.2	0.2
Carbono orgánico	%	0.1	0.1
Nitrógeno total	%	0.02	0
Relación C/N		6.5	5.7
Arcilla	(> 2 u) %	2.6	5.0
Limo	(20-50 u) %	4.2	5.9
Arena fina	(100-250 u) %	91.0	87.2
Arena gruesa	(500-1000 u) %	2.2	1.9
pH agua	(1 : 2,5)	7.3	7.4
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	<0.1	<0.1
Magnesio	(Mg++) cmol(+)/kg.	<0.1	<0.1
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.3	0.3
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.1	0.2
Acidez de cambio	(H+) cmol(+)/kg.	0	0.5
Suma de bases	(S) cmol(+)/kg.	0.6	0.7
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	1.1	1.1
Saturación bases	(V) (%)	40	46

**Fig. 3.** Características generales de la serie, extraídas de la carta de suelo de la provincia de Corrientes.

Durante la extracción del suelo, se llevó a cabo simultáneamente un muestreo al azar, en donde se tomaron tres muestras compuestas a partir de la combinación de 60 muestras simples extraídas del terreno, a una profundidad de 20 centímetros, Este análisis fue realizado por el Laboratorio Inagro - Tecnoagro SRL de las cuales se derivaron los siguientes resultados.

N° de muestra	1	2	3	Clasificación
C.O (%)	0.2 3	0.2 7	0.2 6	
M.O (%)	0.4 0	0.4 7	0.4 5	
P Bray 1 (ppm)	7.4	8.3	8.3	Extremadament e pobre bajo
Calcio extractable * (meq/100g)	0.87			

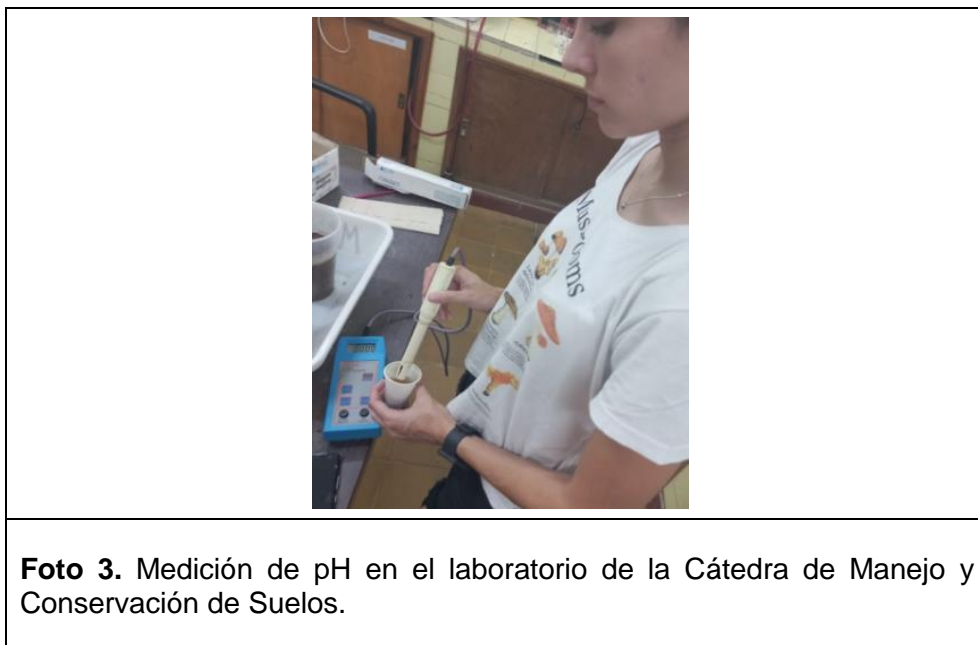
Magnesio extractable *	0.18	
(meq/100g)		
Potasio extractable *	0.16	
(meq/100g)		
Sodio extractable *	0.01	
(meq/100g)		
Boro extractable (ppm)	0.2	Bajo
Hierro extractable (ppm)	13.1	Alto
Manganes o extractable (ppm)	10.6	Alto
Cobre extractable (ppm)	0.6	Bajo
Zinc extractable (ppm)	1.3	Medio

\*(AcNH<sub>4</sub> 1N)

**Fig. 4.** Resultados del análisis de suelo.

Un parámetro a considerar antes de la aplicación de cualquier fertilizante, es la determinación pH, que ejerce un efecto sobre la disponibilidad de nutrientes como resultado de su impacto en la solubilidad de diferentes compuestos. Muchos elementos cambian de forma como resultado de las reacciones químicas que ocurren en el suelo, y las plantas pueden o no absorber los elementos dependiendo de la forma en que se encuentren. La mayoría de los nutrientes están generalmente disponibles de manera adecuada a un valor neutro de pH 6,5 - 7. (Sierra et al., 2020). En el caso del cultivo de tomate los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligera a medianamente alcalinos, ya que el tomate es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de pH. (Allende et al., 2017).

Por lo tanto se midió el pH del suelo, dando un valor de pH de 6,5.



En cuanto a los requerimientos de nutrientes en todo el ciclo del cultivo, se encontró la siguiente información.

Fuente	Condiciones de cultivo	Producción esperada (t/ha)	Nitrógeno (N)	Fosforo (P2O5)	Potasio (K2O)	Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)
Haifa Chemicals Ltda.	Campo Abierto	80	241	62	416	234	67
		150	417	108	724	374	110
	Invernadero	120	328	85	570	289	86
		240	608	158	1065	491	152

**Fig. 5.** Requerimiento de Nutrientes (kg/ha) según la producción esperada. Fuente: Haifa Chemicals Ltda.

Las fuentes de fertilizante utilizadas fueron Urea (N 46%); Superfosfato triple de calcio (P 20% - Ca 14%); Cloruro de potasio (K 50%); Sfera 3 (SO<sub>4</sub> 10% - CaO 26% - MgO 12%); Fetrilon® Combi 2 (MgO 1,2% - B 1,5% - Cu 0,6% - Fe 4% - Mn 3% - Mo 0,05% - Zn 4%).

Con una balanza de precisión se pesaron las dosis de fertilizante de cada tratamiento detallado en el cuadro de la Fig. 7.





**Foto 4.** Balanza de precisión de la Catedra de Manejo y Conservación de Suelos.

Nutrientes	Concentración (mg/kg de suelo)	Fuentes	Concentración	Dosis (gr/maceta)	Tratamientos
		Urea: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46% N		
N	0			0	T1-T4-T7-T10-T13-T16
	25			0,108	T2-T5-T8-T11-T14-T17
	250			1,086	T3-T6-T9-T12-T15-T18
P		Superfosfato triple de calcio: $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$	46% $\text{P}_2\text{O}_5$ P 20 - Ca 14		
	0			0	T1-T4-T7-T10-T13-T16
	10			0,100	T2-T5-T8-T11-T14-T17
	150			1,5	T3-T6-T9-T12-T15-T18
K		Cloruro de potasio: $\text{K}_2\text{SO}_2$	50% $\text{K}_2\text{O}$ K 50		Todos
	100			0,4	
$\text{SO}_4$ -CaO-MgO		Sfera 3	10 $\text{SO}_4$ -26 CaO - 12 MgO (3.3-18.5- 7.2)		
	20			0,416	Todos

**Fig. 7.** Cuadro de las dosis utilizadas.

La aplicación de micronutrientes se llevó a cabo mediante el empleo de un compuesto comercial conocido como Fetrilon® Combi 2, el cual presenta una composición química que incluye MgO-B-Cu-Fe-Mn-Mo-Zn en proporciones de 1.2-1.5- 0,6-4-3-0,05-4, respectivamente. Esta aplicación se realizó siguiendo una dosis recomendada de 1 kg por hectárea, la cual fue determinada mediante el cálculo del peso de la hectárea y los kg del suelo empleado en el experimento. Este cálculo arrojó una dosis específica de 0.038 gramos, las cuales se disolvieron en 1.08 litros de agua. Posteriormente, se aplicaron 20 mililitros de esta solución por cada maceta utilizada en el estudio.

Una vez realizado todos los cálculos para las diferentes dosis, se pusieron a germinar las semillas de tomate del híbrido comercial F1 “El pida” en cámara de cultivo en la Catedra de Fisiología Vegetal.



Luego de una semana, se llevó a cabo el trasplante de las plántulas en bandejas que contenían un sustrato comercial, Grow Mix Multipro para hortalizas. Este procedimiento tuvo como objetivo principal garantizar que las plántulas alcancen un tamaño óptimo y uniforme para dar el para el inicio del ensayo. Además se pulverizó: Imidacloprid, insecticida sistémico y Carbendazim fungicida sistémico de manera preventiva; se utilizó una dosis de 3 cm<sup>3</sup>/10 litros de agua y 5 cm<sup>3</sup>/10 litros, respectivamente. La aplicación se repitió cada 15 días.

Se llenaron en las macetas con las correspondientes proporciones de perlita, 0%, 33% y 50% de acuerdo a cada tratamiento, mezclando con el suelo para formar los 3 tipos de

tratamientos; también se colocó una bolsa de polietileno previamente perforada, para contener el sustrato ya que había mucha pérdida por los orificios de drenaje de la maceta. Y se agregó fertilizante con sus dosis correspondientes (T/-d/+d) a los tratamientos mencionados anteriormente incorporando en forma de volumen total (ft) de la maceta y en círculo (C). Posteriormente se colocó un plantin por maceta.



**Foto 6.** Macetas con sus tratamientos.

Pasadas tres semanas desde la germinación, cuando las plantas alcanzaron una altura de 10 cm aproximadamente y un diámetro de cuello de un lápiz, fueron trasplantadas a macetas individuales de 2 litros cada una asignada a un tratamiento específico, siendo así el comienzo oficial del experimento. Se volvió a aplicar el insecticida y fungicida de forma preventiva luego del trasplante.



**Foto 7.** Trasplante a las macetas definitivas.



**Foto 8.** Plantas trasplantadas.

Una vez incorporado el fertilizante en todas las macetas se midió el pH y la conductividad eléctrica, para ver el efecto del fertilizante.

Tratamientos	pH	Conductividad eléctrica (dS /m)
<b>T1</b> 0% T ft	6.5	0,2
<b>T2</b> 0% d- ft	6.4	0,5
<b>T3</b> 0% d+ ft	6.4	0,9
<b>T4</b> 33% T ft	6.1	0,2
<b>T5</b> 33% -d ft	6.3	0,6
<b>T6</b> 33% d+ ft	7.1	0,8
<b>T7</b> 50% T ft	6.1	0,2

<b>T8</b> 50% d- ft	6.4	0,7
<b>T9</b> 50% d+ ft	6.2	1,2
<b>T11</b> 0% d- C	6.3	1,3
<b>T12</b> 0% d+ C	6.5	1,9
<b>T14</b> 33% d- C	6.4	1,4
<b>T15</b> 33% d+ C	6.5	2,3
<b>T17</b> 50% d- C	6.5	1,6
<b>T18</b> 50% d+ C	6.20	2,8

**Fig. 7.** Cuadro con resultados de pH y CE.

El tomate es un cultivo de mediana tolerancia a salinidad, siendo su umbral de conductividad eléctrica 2,5 dS/m; por lo tanto no podrá tener una conductividad eléctrica superior a esta porque podría comenzar a perder producción.

El valor de conductividad eléctrica que presenta el suelo, influye en el esfuerzo que tiene que realizar la raíz de la planta para absorber los nutrientes de la solución de fertilizantes aportada. Por lo tanto, si se encuentra por encima del valor óptimo para el cultivo, la planta tendrá un gasto adicional de energía para extraer los nutrientes, y además influirá negativamente en el crecimiento del cultivo.

Los fertilizantes empleados en agricultura contienen sales que incrementan el valor de la conductividad eléctrica del suelo.

El período experimental se extendió hasta alcanzar los 60 días de desarrollo vegetativo, es en este punto donde se procedió a finalizar el estudio, ya se pretende evaluar:

**\*Características morfológicas observables como ser** altura de la plántula utilizando una cinta metálica milimetrada (con error de lectura de 0.05cm) los puntos de referencias desde la base del tallo y la yema apical. (Ortega, L; et. al 2010) y número de hojas de cada unidad experimental.





**Foto 9.** Medición de altura de plantas.

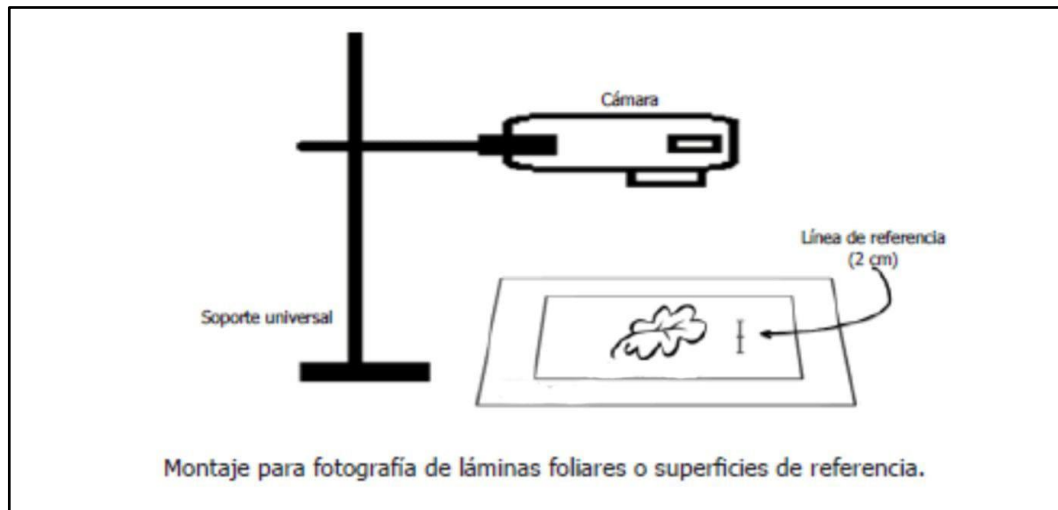
\***NDVI** que se tomaron con un sensor Spad como indica la metodología de ESCALONA, Argelia; et al. 2009.

El SPAD evalúa cuantitativamente la intensidad del verde de la hoja, midiendo las transmisiones de luz a 650 nm, donde ocurre absorción de luz por la molécula de clorofila y a 940 nm, donde no ocurre absorción. Este aparato permite mediciones instantáneas del valor correspondiente al contenido en la hoja, sin destruirla (Argenta et al. 2001), y determina un índice SPAD o índice relativo de clorofila que, normalmente, es altamente correlacionado con el contenido de clorofila de la hoja (Guimarães et al. 1999), identificando la deficiencia de nitrógeno.



**Foto 10.** Medición del índice de verdor normalizado

\***Área foliar** a través de análisis de imágenes tomadas con una cámara de 64 megapíxeles del celular Samsung A32 que serán analizadas con el software ImageJ (Rincon Guerrero, Natalia; et al. 2012).



**Fig. 8.** (Guerrero, N. R., Quintero, M. A. O., & Naranjo, J. C. P. 2012)

Se cortaron las plantas con una trincheta a nivel del cuello de la planta. Una vez cortadas se separó cada foliolo y se colocó sobre un panel blanco con una regla para determinar la escala luego en el programa Image J. Se realizó el mismo procedimiento con todos los tratamientos y se tomó una fotografía.



**\*Biomasa total**, para su determinación se llevaron las plantas completas a estufa durante 4 días a 70° C (Roberts; et al 1985).

Para calcular la biomasa seca total se extrajeron las plantas completas, por tratamiento, y se hizo la separación de los componentes de la biomasa aérea: hojas y tallos. Para la biomasa radical, el suelo fue removido por completo, se lavó y se extrajo minuciosamente la mayor cantidad de raíces.



**Foto 12.** Colocación en estufa de las bolsas de cada tratamiento.

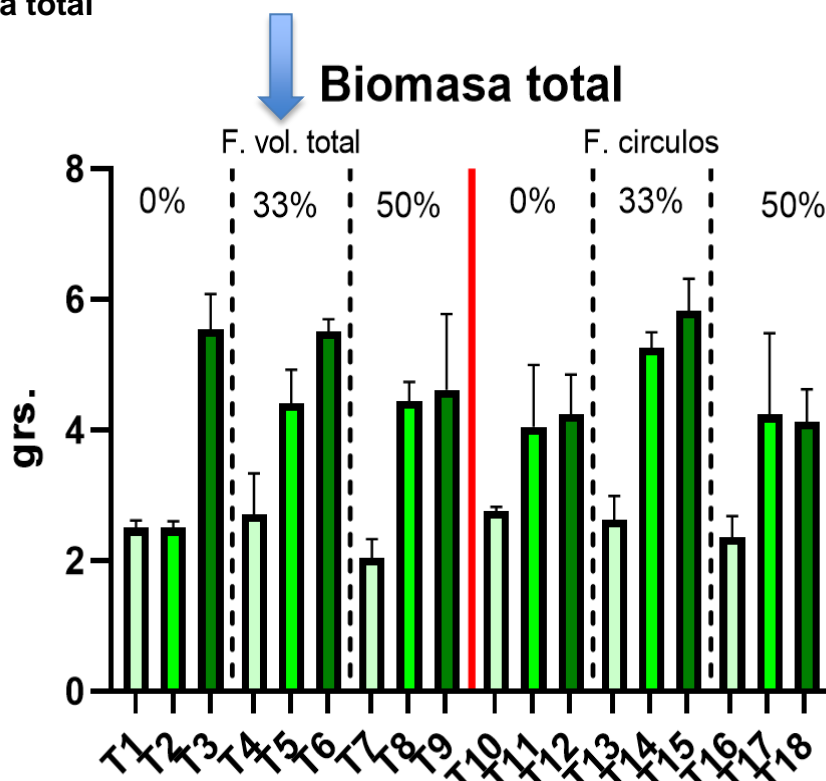
Con los resultados obtenidos se intentará definir cuál de los 18 tratamientos presentó mejores respuestas a las variables en estudio.



## Resultados obtenidos:

Para la interpretación de los datos se utilizó el programa GRAPHPad 9.3 en donde combina bioestadística básica, ajuste de curva y gráficos.

### \*Biomasa total



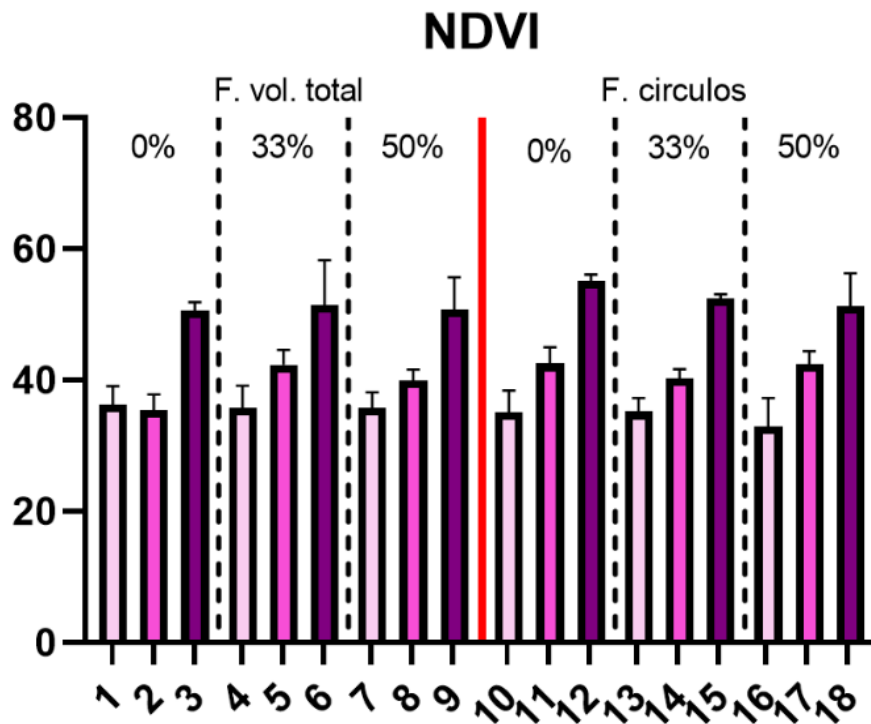
En el gráfico se puede observar que las dosis máximas (T3-T6-T9-T12-T15) tuvieron mejores respuestas a la fertilización. En cambio el tratamiento 18, si bien se fertilizo con dosis máxima; el tratamiento 17 que se fertilizo con la dosis mínima, obtuvo mayor respuesta pero hubo mayor variabilidad.

Las fertilizaciones en volumen total con un 33% de perlita tuvieron una respuesta escalonada conforme a la aplicación de nutrientes.

En los tratamientos donde se realizó fertilización en círculo, hay mayores diferencias en cuanto a los resultados, eso se puede deber a la mayor conductividad eléctrica producto de un aumento de sales en la solución de suelo que puede ser un factor restrictivo para el crecimiento del cultivo.

De los tratamientos que mejor respuesta obtuvo a las variables en estudio fue el tratamiento T6 con una fertilización en volumen total, con dosis máxima y con 33% de perlita que aporta porosidad al sustrato y favorece al drenaje.

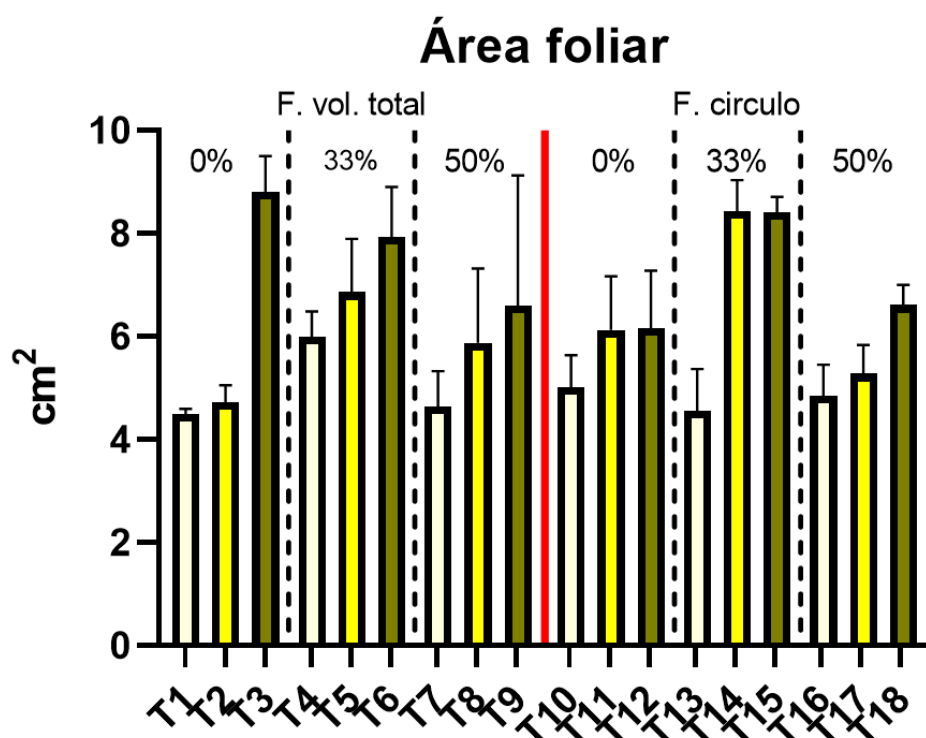
\*índice de verdor normalizado (NDVI)



Observamos que en los tratamientos testigo en donde no se agregó fertilizante, y en los tratamientos que se agregaron dosis mínimas, obtuvimos valores más bajos, que normalmente es altamente correlacionado con el contenido de clorofila de la hoja, siendo este menor evidenciando un menor contenido de nitrógeno.

En los tratamientos que colocamos dosis máximas tuvimos una mayor intensidad del verde de la hoja, manifestando un mejor estado nutricional de una planta con relación al nitrógeno.

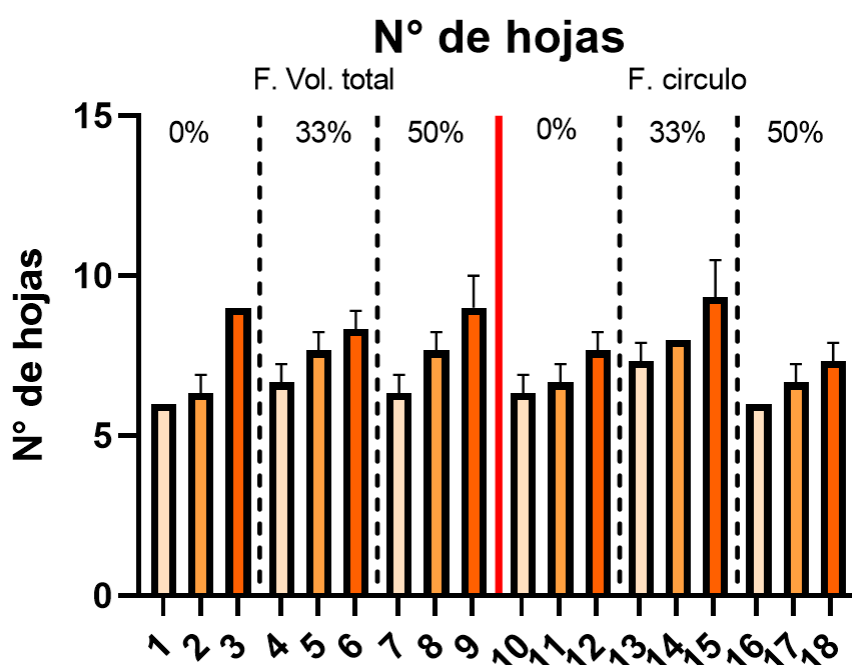
**\*Área foliar**



Presentaron mayor área foliar todos los tratamientos fertilizados en volumen total con la mayor dosis (T3-T6-T9), esto puede deberse a la mejor nutrición. En cambio, las plantas que presentan menor área foliar, esto puede deberse a una falta de N.

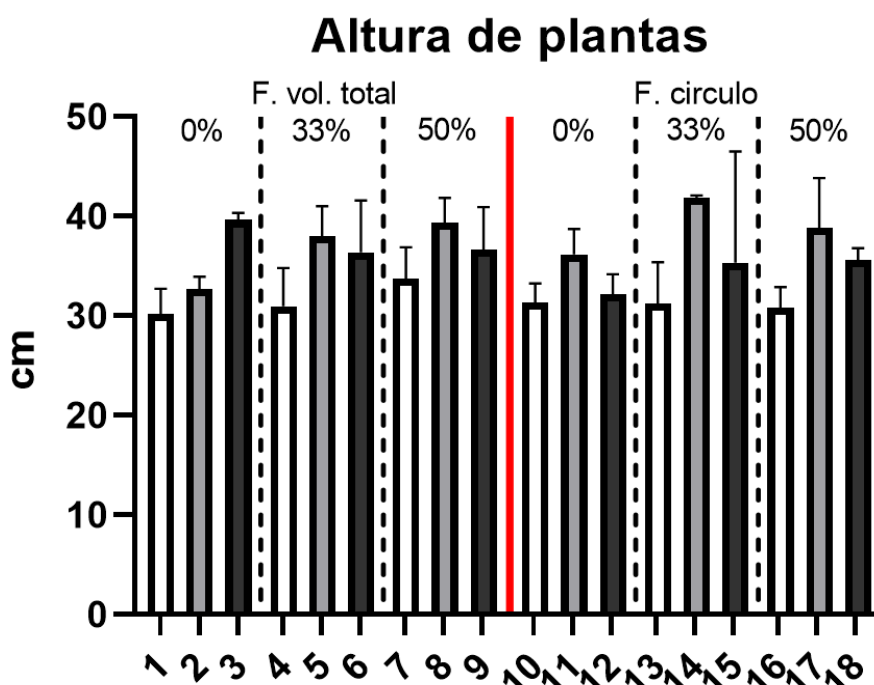
**\*Características morfológicas observables:**

- N° de hojas



Se observó mayor número de hojas en tratamientos con dosis máximas, debido a la mejor nutrición de las mismas. Y en el caso de las plantas tratadas con dosis mínima, se observó menor número de hojas, esto puede deberse a la limitación de nutrientes, principalmente de fósforo que su deficiencia produce un crecimiento inicial lento y menor número de hojas.

- Altura de plantas



No se observaron diferencias significativas en cuanto a la altura de plantas y las dosis aplicadas.

## Conclusión

Del presente trabajo se puede destacar que en base a los resultados obtenidos las estrategias de fertilización impactan significativamente en el crecimiento y generación de biomasa total de las plantas estudiadas.

De los tratamientos que mejor respuesta obtuvo a las variables de estudio, fueron aquellos en los que se realizó una fertilización con un volumen total, utilizando la dosis máxima y con la adición de perlita al 33%. Esta combinación sobresale por su mejor drenaje y condiciones de crecimiento óptimo para el cultivo, considerando que el suelo empleado.

Además, se evidencia que la técnica de fertilización en círculo puede generar diferencias marcadas en los resultados debido a un aumento de sales cerca del sistema radical debido a la aplicación de fertilizantes que posiblemente generó una restricción en el crecimiento de la planta que se expresaban visualmente como necrosis en las puntas de las hojas de algunos individuos con este tratamiento.

Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar no solo la dosis de nutrientes, sino también la composición del sustrato y la localización en relación al sistema radical para optimizar el crecimiento de las plantas y asegurando una correcta nutrición de cultivos.

## **Agradecimientos**

En lo que respecta a mi Trabajo Final de Graduación en la modalidad de Pasantía, como experiencia fue algo provechoso, ya que logré complementar los conocimientos teóricos obtenidos en esta Facultad con las prácticas realizadas.

Quiero agradecer a mi Directora, la Ingeniera Agrónoma Luisina Oriana Gnoatto Grigolatto, que me ofreció la pasantía, me brindó su ayuda en todo momento en la realización de esta pasantía.

También quiero agradecer al Ingeniero Agrónomo, Dr. Humberto Carlos Dalurzo, que me abrió las puertas de la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos para realizar esta experiencia.

## **Referencias bibliográficas**

Allende, M., Salinas, L., Rodríguez, F., Olivares, N., Riquelme, J., Antúñez, A., Martínez, J., Corradini, F., Sepúlveda, P., Abarca, P., Guzmán, A., & Felmer, S. 2017. Manual de Cultivo del tomate bajo invernadero. Boletín INIA, 12, 112.

Basterra, E., Echazarreta, F. J., Buchailot, D. E., Andrich, A. P., Begenisic, F., & Scarpatti, N. 2020. La Producción de Tomate en Argentina. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 3.

Beaton, J. D., Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Werner, L. N. Fertilidad del suelo y fertilizantes: una introducción al manejo de los nutrientes.

Baudoin, A. (2017). Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas (No. CIDAB-SB349-B3m). Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (Bolivia). Dirección General de Producción Agropecuaria y Soberanía Alimentaria.

Cooper, L., Abi-Ghanem, R. (2017). Los micronutrientes son la clave para mejorar la producción: En algunas ocasiones, las cosas más pequeñas pueden liberar nuestro mayor potencial. Bio Huma Netics Inc. No. HG-170502-03

Correndo, A. & García, F. O. (2015). Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro. Simposio Fertilidad. Primera edición.

Díaz, J. M., Blanco, B., Romero, W. C., Díaz, B., Huerta, G., Ibañez, A. & Velázquez, D. M. (2015) . Fertilización fosfatada en rendimiento y calidad de tomate en invierno. Facultad de Ingeniería Agrohídrica - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Di Benedetto, A., 2009. Manejo de Cultivos Hortícolas. Bases ecofisiológicas y tecnológicas.

Echeverría, H. E., & García F. O., 2015. Libro de Fertilidad de Suelos Y Fertilización de Cultivos.

Escalona, Argelia., Santana M., Acevedo I., Rodríguez V., & Marcó L. Efecto de las fuentes nitrogenadas sobre el contenido de nitratos y lecturas "spad" en el cultivo de lechuga. *Agronomía Trop.* [online]. 2009, vol.59, n.1

Escobar, H. 2010. Manual de producción de tomate bajo invernadero. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Gallart, M. F., 2017. Trabajo fin de grado Ingeniería agroalimentaria y del medio rural. La conductividad eléctrica del suelo como indicador de la capacidad de uso de los suelos de la zona norte del Parque Natural de la Albufera de Valencia.

Garrido, V. M. S. Interpretación de análisis de suelo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Guerrero, N. R., Quintero, M. A. O., & Naranjo, J. C. P. 2012. Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 65(1), 6399–6405.

Marschner, H. 1995. Nutrición mineral de plantas superiores. Academia Press, Londres segunda edición.

Ochoa, E., Figueroa, U., Cano, P., Preciado, P., Moreno, A., & Rodríguez, N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(3), 245–250.

Ortega, L., Sánchez, J., Díaz, R., & Ocampo, J. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill).

Ponnamperuma, F.N. 1997. Propiedades fisicoquímicas de suelos en relación con la fertilidad. Serie de artículos de investigación del IRRI nº5. Instituto de investigación internacional. Manila Filipinas. págs.32.

Quiroga, A. & Bono, A. 2012. Manual de Fertilidad y Evaluación de Suelos. Centro Regional La Pampa - San Luis del INTA y Áreas Estratégicas.

Thompson, L., & TROEH, F. (2004). Los suelos y su fertilidad. Barcelona: Reverté.

Sierra, A., Sánchez, T., Simonne, E., & Treadwell, D. (2020). Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas: HS1102/HS356, rev. 10/2020. EDIS, 2020(6).

USDA, (1998). Claves para la taxonomía del suelo. Octava edición. Oficina de Imprenta del Gobierno de EE. UU., Washington, D.C. p.326