



## DEFICIENCIA NUTRICIONAL DE MACRONUTRIENTES EN PLANTAS DE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUUM* LINNEO) CULTIVADAS EN SOLUCIÓN NUTRITIVA

### NUTRITIONAL MACRONUTRIENT DEFICIENCY IN PEPPER PLANTS (*CAPSICUM ANNUUM* LINNEO) GROWN IN NUTRIENT SOLUTION

Erick Eguez<sup>(1)</sup>; Lisbeth León<sup>(2)</sup>; Julissa Loor<sup>(3)</sup>; Leonela Pacheco<sup>(4)</sup>

Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Empalme – Ecuador.

Email: [eequez@uteq.edu.ec](mailto:eequez@uteq.edu.ec)

<https://doi.org/10.33789/talentos.9.1.162>

**Resumen:** La búsqueda de información sobre los requerimientos nutricionales en las primeras etapas fenológicas del pimiento parece estar relacionado con su potencial productivo. Basándose en eso, el objetivo de este trabajo fue evaluar el estado nutricional del cultivo a partir de un diagnóstico agronómico, físico y químico con respecto a la ausencia de N, P, K en un sistema hidropónico. Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos (Completo, ausencia de N, P y K) y 3 repeticiones. La unidad experimental fue de 2 plantas por cada repetición. Se determinó peso fresco, peso seco, altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, volumen radicular, área radicular, diámetro radicular, longitud radicular, área foliar, concentración de N, P, K, Ca y Mg en la parte aérea y raíces, además se describió la sintomatología visual de deficiencia en las plantas. Los tratamientos que más afectaron a todas las variables evaluadas y mostraron síntomas visuales de deficiencia en el cultivo de pimiento fueron con omisión de Nitrógeno, Fósforo, y Potasio. Por lo tanto, la presencia de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las plantas es necesaria en las primeras etapas fenológicas, ya que cada uno cumple un papel fundamental en las funciones metabólicas durante el crecimiento y desarrollo.

**Palabras Clave:** Absorción de nutrientes, síntomas de deficiencia, hidroponía, solución nutritiva, Solanaceae.

Recibido: 35 de mayo de 2021

Online: 14 de marzo de 2022

Publicado como artículo científico en la Revista de Investigación Talentos 9 (1), 69-82

Aceptado: 07 de marzo de 2022

Publicación Vol 9 (1): 01 de enero de 2022

**Abstract:** *The searching for information about the early phenological stages of peppers nutrition needs and seems to be connected to their productive potential. Based on this, the objective of this work was to assess the nutritional state of the crop owing to a diagnosis agronomic, physical and chemical regarding the absence of Nitrogen (N), Phosphorous (P) and Potassium (K) in a hydroponic system. A completely randomized design with 4 treatments (Complete, absence of N, P and K) and 3 replications was used. The experimental unit was 2 plants for each repetition. Fresh weight, dry weight, plant height, stem diameter, number of leaves, root volume, root area, root diameter, root length, leave's area and N, P, K, Ca and Mg values in the in the aerial portion and roots were determined, in addition, the visual deficiency symptoms in the plants were described. The treatments that most affect all variables and showed visual symptoms of deficiency in the pepper crop were the Nitrogen, Phosphorous and Potassium omission. Therefore, the presence of Nitrogen, Phosphorous and Potassium in plants are necessary in the early phenological stages, that each one is essential for metabolic functions during the growth and development.*

**Keywords:** *Nutrient absorption, deficiency symptoms, hydroponics, nutrient solution, Solanaceae.*

## I. INTRODUCCIÓN

Todas las plantas requieren un gran suministro de elementos esenciales para su adecuado crecimiento y desarrollo; la presencia de los macronutrientes y micronutrientes son fundamentales en las primeras etapas de crecimiento de una planta hasta la acumulación de la materia seca (MS), estos elementos cumplen funciones metabólicas importantes dentro de la célula de la planta, ningún elemento puede ser reemplazado por otro, cada uno se encarga de cumplir un función específica permitiendo a la planta completar su ciclo vegetativo, los requerimientos nutricionales deben ser suplementados de acuerdo a cada tipo de planta, lo que permite tener una producción de calidad (Quispe, 2018) aire, agua, etc. (González, 2019) (Siles, 2019).

Debido a que, en el cultivo de pimiento se han realizado pocos estudios de deficiencia nutricional, y los estudios existentes de la familia de la Solonaceae se encuentran desactualizados sobre la importancia que tienen los macronutrientes y su efecto en la producción. Además, no es suficiente especificar a través de un estudio visual de deficiencia nutricional con respecto a los elementos de N, P, K, para ello la comprobación de que la planta necesita de estos nutrientes se ve reflejado en las primeras etapas fenológicas de la planta lo que se mostrará en su desarrollo inicial, debido a que estos elementos cumplen una función estructural. Esta es la manera para determinar como la omisión del elemento va afectar su crecimiento y como una buena nutrición

influye en la producción de biomasa total de las plantas (Siles, 2019) (González, 2019).

Los nutrientes son parte fundamental para una producción de calidad, la demanda de estos elementos son de gran importancia, el cultivo requiere de ellos para lograr completar sus primeras etapas de crecimiento, así prepararse para el llenado de fruto; a la falta de un elemento el cultivo se vuelve propenso a plagas y enfermedades lo cual limita su producción, en la actualidad el uso de prácticas mejoradas en la nutrición del cultivo de pimiento puede aumentar la productividad (Chávez *et al.*, 2018) (Sieiro Miranda *et al.*, 2020). Sin embargo, hay otros estudios recientes sobre la interacción entre nutrientes en donde la influencia de dos nutrientes aumenta el rendimiento en la producción denominado interacción positiva, pero al mismo tiempo puede ocurrir un efecto negativo, lo que disminuiría el rendimiento del cultivo (Fernández Lizarazo *et al.*, 2016) de producción de plantas de alta calidad desde la etapa de vivero. A pesar de que uno de los factores más determinantes para la calidad del material vegetal en vivero es la nutrición, la información existente no considera características inherentes a las plantas ni el balance de nutrientes a partir de las condiciones locales para recomendaciones de fertilización en el país. Con el objetivo de analizar la dinámica nutricional de plantas de cacao (IMC67.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el estado nutricional del cultivo de pimiento a partir de un diagnóstico visual, físico y químico de deficiencia nutricional por la omisión de N, P, K; lo cual nos permitirá

determinar las manifestaciones de deficiencia en la primera etapa fenológica del cultivo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó bajo invernadero en la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se utilizaron bandejas de germinación de 24 cavidades con un sustrato inerte; se aplicó la solución nutritiva correspondiente a la solución concentrada de Hoagland & Arnon (1:20), Tabla 1. Las semillas de pimiento se trataron conforme a las normas de comercialización, se distribuyeron uniformemente 2 semillas por orificio, el sustrato fue humedecido después de la siembra y se procedió a ubicar en el invernadero bajo sombra hasta iniciar la germinación.

A las tres semanas de la siembra, las plantas obtenidas fueron trasplantadas a las canastas de un sistema de hidroponía, que contenía la solución nutritiva de acuerdo con los tratamientos establecidos, las plantas fueron fijadas por el cuello con ayuda de una esponja. Se aplicó aireación constante a la solución nutritiva, por un tubo de plástico que se une a la tubería de aire comprimido. Se midió diariamente el pH de la solución y estabilizándolo entre 5,5 - 6,5, usando HCl 0,1N (si el valor pH era alto > 6,5) o NaOH 0,1N (si el valor pH era bajo < 5,5). Eventualmente se controló plagas y enfermedades, de ser necesario, se usó productos para su control; la solución nutritiva fue renovada cuando la conductividad eléctrica (C.E) llegó a 1,5 dS/m.

## Solución Nutritiva Utilizada (Antes y Después de la Aplicación de los Tratamientos)

### Para las Bandejas de Germinación

La solución nutritiva utilizada en la bandeja de germinación se aplicó inmediatamente después de la emergencia de las plántulas durante la fase inicial de crecimiento (hasta

dos semanas después de la emergencia). Las proporciones en que las diferentes soluciones madre entran en la composición de la solución de trabajo se indican en la Tabla I. Se resalta que en esta fase las plantas son sensibles a la solución concentrada, por lo que es necesario el uso de una solución diluida para evitar daños fisiológicos en los cultivos.

**Tabla I.** Solución nutritiva diluida para aplicar en las bandejas

Soluciones madre	(mL / 5000 mL)
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,5
$\text{KNO}_3$	2,5
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2,5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1
Micronutrientes completos	0,5
Fe EDTA	0,5

**Tabla II.** Composición de la solución nutritiva de (Hoagland & Arnon, 1950)

Fertilizantes/Sales de la solución madre	Concentración de la solución madre (g por L de agua)	Completo	-N	-P	-K
		Volumen de la solución madre por L de la solución final (mL/L)			
1- $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (Mol L-1)	136,09	1	1	-	-
2- $\text{KNO}_3$ (Mol L-1)	101,11	5	-	5	-
3- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Mol L-1)	236,16	5	-	5	5
4- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Mol L-1)	247,47	2	2	2	2
5-KCl (Mol L-1)	74,56	-	5	1	-
6- $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Mol L-1)	147,02	-	5	-	-
7- $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (Mol L-1)	115,31	-	-	-	1
8- $\text{NH}_4\text{NO}_3$ (Mol L-1)	80,04	-	-	-	2
9-Solução de micros (*)		1	1	1	1
10-Solução Fe EDTA (**)		1	1	1	1

*Nota:* (\*)- En 1L: 2,86 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 1,81 g  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; 0,10 g  $\text{ZnCl}_2$ ; 0,04 g  $\text{CuCl}_2$ ; 0,02 g  $\text{H}_2\text{MoO}_4\text{H}_2\text{O}$ .

(\*\*)- 24,9 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  o 24,25 g de  $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; 33,2g EDTA-Na; 89 mL NaOH 1N completar en 800mL  $\text{H}_2\text{O}$ .

Airar una noche bajo sombra, completar a 1 L de agua.

### Para los Tratamientos de los Contenedores

Dos semanas después de la emergencia, se utilizó la solución nutritiva, sin la dilución mencionada anteriormente, es decir, la

solución de trabajo, que debimos mantener hasta el período final del experimento (6 semanas después de la emergencia). Las proporciones en que las diferentes soluciones madre entran en la composición de las

soluciones de trabajo están presentes en la Tabla II. Los números de mL se refiere a 1 L de soluciones finales, correspondientes a la solución original (concentrada) de Hoagland & Arnon (1950).

### Tratamientos Utilizados

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos, tres repeticiones y dos plantas por unidad experimental, dando un total de 48 unidades experimentales Ver Tabla III. Los tratamientos evaluados fueron: T0: fertilización completa; T1: fertilización completa menos nitrógeno (-N); T2: fertilización completa menos fosforo (-P); T3: fertilización completa menos potasio (-K). Las plantas fueron distribuidas en ocho contenedores en un sistema hidropónico.

**Tabla III.** *Tratamientos para la evaluación de elementos faltantes (n, p, k) en plantas de pimiento.*

Grupos	Tratamiento	Número de plantas
T0	Completo	6
T1	-N	6
T2	-P	6
T3	-K	6

### VARIABLES ANALIZADAS

Durante las cuatro semanas que duró el ensayo se efectuaron las evaluaciones referentes al crecimiento y sintomatología. Al final del experimento, se registraron las variables área foliar y materia seca. Por lo tanto, se tuvo las siguientes evaluaciones: altura; diámetro del tallo; número de hojas; descripción de los síntomas de deficiencia; área foliar; materia seca de la parte aérea y de la raíz; análisis

químico de los macronutrientes en la parte aérea y raíces de las plantas.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Sintomatología del Cultivo de Pimiento

Las primeras etapas de crecimiento del cultivo de pimiento son las más importantes al igual que la fase de madurez fisiológica, en donde los nutrientes cumplen funciones estructurales importantes la omisión de uno de estos elementos puede observarse la siguiente sintomatología:

#### *Con Solución Nutritiva Completa*

Se evaluó la primer atapa de crecimiento vegetativo del cultivo de pimiento, las plantas recibieron la solución nutritiva completa las cuales a medida que avanzaban las semanas mostraban un crecimiento y desarrollo normal, los tallos eran vigorosos y las hojas presentaron una coloración verde uniforme con buena área foliar; se muestran plantas de la primera y cuarta semana que fue la última evaluación Fig. 1.; todos los macronutrientes cumplen una función específica en el ciclo de la planta (Silva et al., 2017).

**Fig. 1.** *Efectos del tratamiento completo que contiene (nitrógeno, fosforo, potasio y micronutrientes) en el desarrollo de las primeras etapas fenológicas del pimiento.*





## Omisión de Nutrientes

### *Sin Nitrógeno*

Con deficiencias de N las plantas de pimiento presentaron los síntomas de forma temprana, al momento de la visualización se empezó a observar la disminución de la tonalidad verde de toda la planta, tanto hojas y tallos; se observó clorosis en las hojas viejas Fig.2, este fenómeno sucede por la alta movilidad de este elemento; las plantas presentaron una disminución en su crecimiento; esto se debe a la gran demanda de este nutriente en los componentes de la célula vegetal, es un activador enzimático, actúa en la síntesis de aminoácidos y ácidos nucleicos que son necesarios para la división celular en la planta (Silva et al., 2017).

**Fig. 2.** Efectos de la omisión de nitrógeno en las primeras etapas fenológicas del pimiento.



### *Sin Fósforo*

El síntoma inicial por la deficiencia del fosforo se observó en las hojas jóvenes y viejas de la planta con una coloración verde oscura, en la tercera y cuarta semana la tonalidad de verde oscuro fue más notable en las plantas, presentaron necrosis y clorosis; en los bordes de las hojas se presentó una quemazón, el ángulo de inserción de las hojas era estrecho; el crecimiento en las plantas de pimiento se ve afectado por este nutriente ya que es altamente móvil (Silva et al., 2017), los síntomas se muestran en la Fig.3.

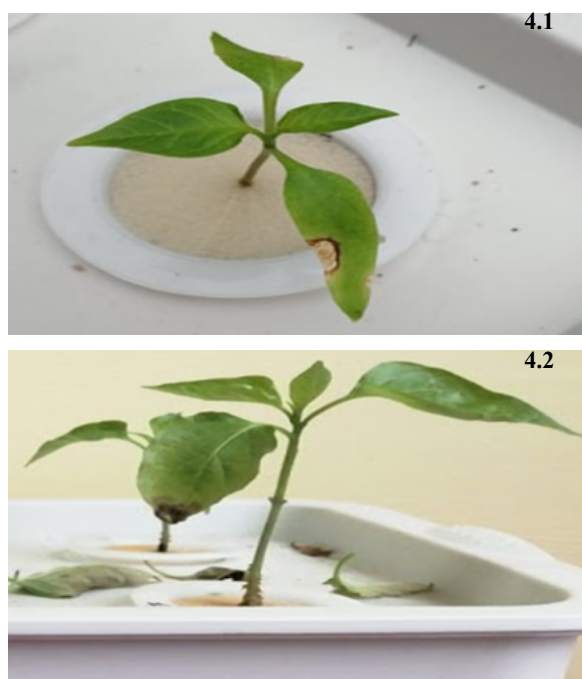
**Fig. 3.** Efectos de la omisión de fosforo en las primeras etapas de crecimiento de la planta de pimiento.



### **Sin Potasio**

La deficiencia de potasio en la primera etapa de crecimiento de las plantas de pimiento es notable; a partir de la segunda semana de evaluación de síntomas se observa una disminución en el crecimiento del tallo de pimiento, a partir de la tercera y cuarta semana se presenta caída de las hojas basales; el potasio cumple una función importante como activador enzimático en el ciclo de la planta (Silva et al., 2017), las plantas se mostraron raquílicas, hubo caída de las hojas viejas como se muestra en la Fig. 4.

**Fig. 4.** Efectos de la deficiencia de potasio en las primeras etapas de crecimiento de las plantas de pimiento.



### **Variables Agronómicas**

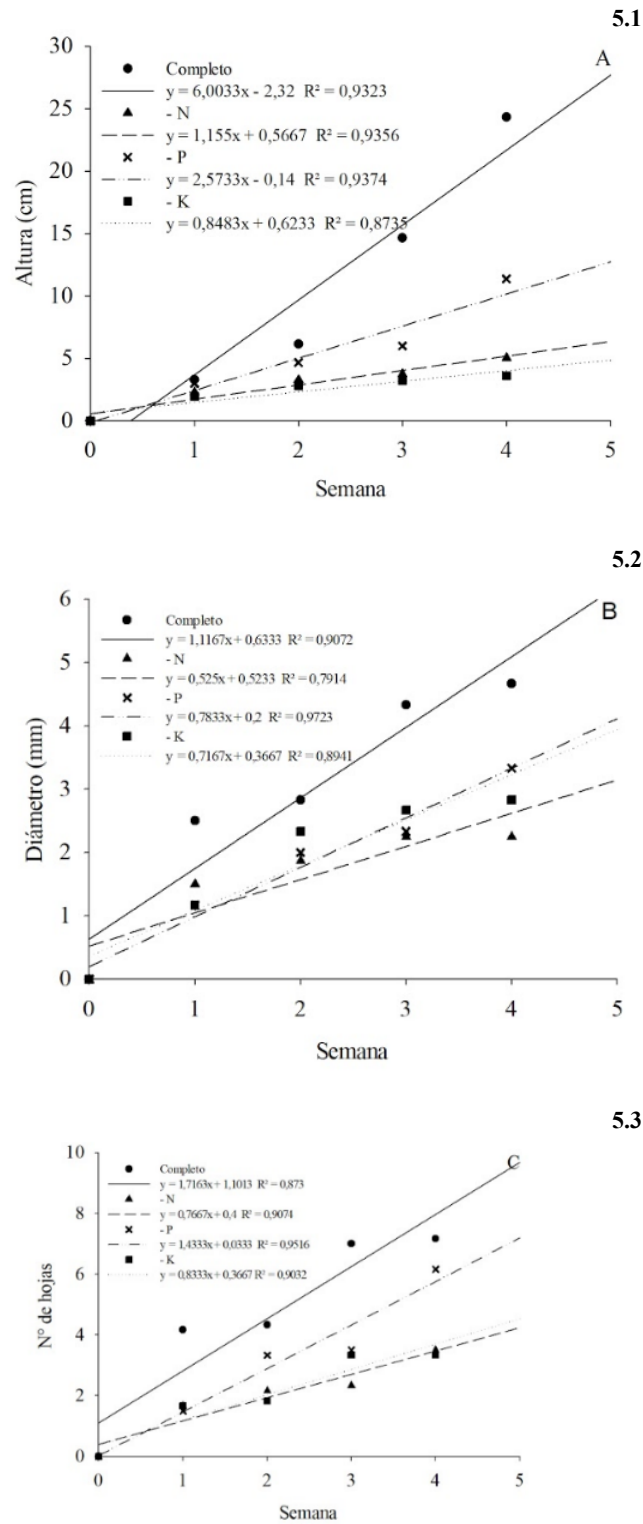
En respuesta a los tratamientos aplicados en relación en relación al comportamiento agronómico en la (figura 5A) se observa que el tratamiento con solución nutritiva completa crece a una velocidad de 6,00 cm por unidad

de tiempo igual al 27.68%, en relación al diámetro (figura 5B) se presentó una tasa de desarrollo de 1,12 mm por unidad de tiempo (21.90%), lo cual influye en el incremento del área foliar en donde el tratamiento completo tiene mayor número de hojas al finalizar el ensayo a diferencia de nitrógeno (-N) y potasio (-K) que están en rangos menores (figura 5C). Estas graficas nos muestran como la relación de los macronutrientes pueden influir en el crecimiento, diámetro del tallo y el número de hojas en las primeras etapas fenológicas de la planta.

Según Bhattacharya el fósforo al ser un elemento que se encuentra en altas concentraciones en los tejidos meristemáticos, es una fuente de energía vía ATP formando parte de las coenzimas NAD Y NADP participando activamente en la síntesis de proteína, al omitir este nutriente se vería afectado de igual forma en el crecimiento y emisión de nuevos órganos vegetativos (Bhattacharya, 2019) (Fariña et al., 2022). De la misma forma Chávez describe que el potasio es un elemento que tiene un efecto sobre la velocidad de crecimiento en una planta especialmente en el área foliar (Chávez et al., 2018). La relación N/P cumple un papel importante para equilibrar la absorción de nitrógeno manteniendo la turgencia de las hojas facilitando el transporte de los nutrientes absorbidos describe (Fernández Lizarazo et al., 2016) de producción de plantas de alta calidad desde la etapa de vivero. A pesar de que uno de los factores más determinantes para la calidad del material vegetal en vivero es la nutrición, la información existente no considera características inherentes a las plantas ni el balance de nutrientes a partir de

las condiciones locales para recomendaciones de fertilización en el país. Con el objetivo de analizar la dinámica nutricional de plantas de cacao (IMC67).

**Fig. 5.** Comportamiento agronómico, en la evaluación de nutrientes, Completo (N, P, K), sin nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K) en la variación A) Altura de la planta (cm), B) diámetro de tallos (mm) y C) número de hojas.





En la Tabla IV se presentan las variables del sistema radicular, volumen radicular, área radicular, diámetro radicular y longitud radicular, presentaron diferencias significativas (Tukey,  $p > 0,05$ ), en relevancia el volumen radicular, con un promedio de 2418,27 mm<sup>3</sup>, los tratamientos completo y sin fosforo son iguales estadísticamente a diferencia del sin nitrógeno y sin potasio que están en rangos inferiores con un promedio de 88,89 mm<sup>3</sup>, las plantas mantuvieron un balance en la relación de absorción de nutrientes donde se reflejan tamaños radiculares diferentes en relación a los tratamientos ejecutados. En el área radicular los mejores tratamientos (completo y sin

fosforo) presentan un promedio de 11848,60 mm<sup>2</sup>; para el diámetro radicular un promedio de 0,47 mm; y para la longitud radicular un promedio de 6040,75 mm.

En relevancia en el área foliar (AF), los tratamientos Completo y sin potasio son iguales estadísticamente con un promedio de 334,28 cm<sup>2</sup>, a diferencia de los tratamientos sin fosforo y sin nitrógeno que no presentan diferencias estadísticas, en los cuales se observa un promedio de 11,05 cm<sup>2</sup>; la mayor área foliar en el caso del tratamiento completo se presenta ya que este cumple con los requerimientos que la planta necesita en las primeras fases de crecimiento.

**Tabla IV.** Efectos de los nutrientes sobre el incremento del área foliar y radicular y su influencia en el diámetro y la longitud.

Tratamientos	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Volumen Radicular (mm <sup>3</sup> )	Área Radicular (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Radicular (mm)	Longitud Radicular (mm)
Completo	211,26 a	3263,35 a	14572,64 a	0,48 a	7012,65 a
-P	13,84 b	1573,20 a	9124,57 a	0,47 b	5068,85 a
-N	8,27 b	104,17 b	663,15 b	0,47 b	404,08 b
-K	457,30 a	73,61 b	419,66 b	0,54 a	233,15 b
CV (%)	16,31	17,59	11,91	8,15	12,16

**Nota:** Promedios con una letra en común, no son significativamente diferente (Tukey,  $p > 0,05$ )

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con lo que describen varios autores en la relación que existe entre el sistema radicular y la parte área foliar (Meyer *et al.*, 2017) grower adoption of this technology has been relatively slow in the United States. One way to help facilitate this transition is to develop simple propagation techniques that yield high quality grafted transplants for small-batch propagators to graft their own plants. Formation of adventitious roots (AR (Barrios *et al.*,

2014) la incorporación de tecnología con el empleo de la siembra directa y el precio del mercado internacional. Las propiedades físicas, químicas y biológicas de cada suelo se ven modificadas por el tipo de sistema de laboreo empleado. El entorno generado por la labranza altera el crecimiento y el equilibrio funcional de los cultivos herbáceos. En el año 2006, se instaló un ensayo en el Partido de Ezeiza (Pampa Ondulada (Oliveira *et al.*, 2020). Como menciono Barrios *et al.* la incorporación de tecnología con el empleo

de la siembra directa y el precio del mercado internacional. Las propiedades físicas, químicas y biológicas de cada suelo se ven modificadas por el tipo de sistema de laboreo empleado. El entorno generado por la labranza altera el crecimiento y el equilibrio funcional de los cultivos herbáceos. En el año 2006, se instaló un ensayo en el Partido de Ezeiza (Pampa Ondulada existe un alto coeficiente en el sistema radicular y el área foliar, plantas con poca área foliar puede presentar pequeños sistemas radiculares (Barrios *et al.*, 2014) la incorporación de tecnología con

el empleo de la siembra directa y el precio del mercado internacional. Las propiedades físicas, químicas y biológicas de cada suelo se ven modificadas por el tipo de sistema de laboreo empleado. El entorno generado por la labranza altera el crecimiento y el equilibrio funcional de los cultivos herbáceos. En el año 2006, se instaló un ensayo en el Partido de Ezeiza (Pampa Ondulada. Esto nos demuestra que el volumen radicular en los tratamientos evaluados va a influenciar en la parte aérea de la planta.

**Tabla V.** Efectos de la acumulación de materia fresca y seca en la raíz y parte aérea de la planta

Tratamientos	PESO FRESCO (mg)	PESO SECO (mg)
<b>Raíz</b>		
Completo	3833,33 a	215,00 a
-P	2159,28 a	153,35 a
-K	150,33 b	18,02 b
-N	104,70 b	10,27 b
CV (%)	13,98	19,37
<b>Parte Aérea</b>		
Completo	15666,67 a	1233,98 a
-P	7102,82 b	555,70 a
-K	279,77 c	30,62 b
-N	470,18 c	33,43 b
CV (%)	8,84	13,87

*Nota:* Medidas con una letra en común, no son significativamente diferente (Tukey,  $p > 0,05$ )

El valor del análisis de la humedad en las plantas se manifiesta en la comprobación de la cantidad de agua presente. A razón de esto en la tabla V se muestra que la mayor acumulación de peso fresco se obtuvo en los tratamientos Completo y sin fosforo, con un promedio de 2996,16 mg en la raíz, habiendo una diferencia significativa en la parte aérea de estos dos tratamientos, en comparación con los tratamientos sin potasio y sin nitrógeno

que tuvieron una menor acumulación de materia fresca similarmente con un promedio de 127,51 mg en la raíz y en la parte aérea 374,97 mg. De acuerdo con Tavares *et al.* al no aplicar NPK se ocasiona una disminución en el peso que puede estar asociado a la deficiencia de nutrientes, causando la reducción de la fotosíntesis, disminución del crecimiento y consecuentemente menor masa fresca (Tavares *et al.*, 2019).

Por otro lado, el crecimiento de una planta da lugar a cambios cuantitativos que, por otros factores, incluye el aumento de biomasa en la raíz y parte aérea. En este caso no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos Completo y sin fosforo, en la raíz con un promedio de 184,17 mg y parte aérea de 894,84 mg; a diferencia de los tratamientos sin potasio y sin nitrógeno que presentaron valores mínimos tanto para raíz con un

promedio de 14,14 mg como parte aérea 32,02 mg presentados en la Tabla V. Los resultados de materia seca coinciden con los obtenidos por Méndez-Natera, cuando se refiere a que los principales parámetros conocidos sobre la materia seca de una planta son el número de hojas por planta y la altura de la misma, un incremento de ambos conlleva a un aumento del peso seco (Méndez-Natera, 2002)stem and leaves.

**Tabla VI.** Efecto de la concentración de nutrientes en la parte aérea y radicular de la planta.

Trata- mientos	Concentración de nutrientes (mg/kg)				
	N	P	K	Ca	Mg
<b>Parte aérea</b>					
Completo	676 a	72,7 a	496 a	201 a	30,6 a
-P	273 a	18,4 b	246 a	93,8 a	15,4 b
-K	17,4 b	0,75 c	7,58 b	5,35 b	0,82 c
-N	12,4 b	0,67 c	3,84 b	2,54 b	0,60 c
CV (%)	12,4	17,28	12,95	14,58	19,44
<b>Raíces</b>					
Completo	115 a	12,4 a	84,6 a	34,4 a	5,2 a
-P	75,2 a	67,7 b	67,7 a	25,8 a	4,3 a
-K	9,21 b	0,40 c	4,02 b	2,83 b	0,40 b
-N	3,80 b	0,21 c	1,18 c	0,78 c	0,20b
CV (%)	13,86	26,78	14,96	17,95	31,22

*Nota:* Medidas con una letra en común, no son significativamente diferente (Tukey,  $p > 0,05$ )

En la Tabla VI los tratamientos son significativamente diferentes en la parte aérea se encontró una concentración de nutrientes en el orden siguiente de menor a mayor estando el -N > -K > -P > Completo; los tratamientos completo y sin fosforo son iguales estadísticamente se encuentran con un promedio de 474,50 mg/kg; a diferencia de los tratamientos sin nitrógeno y potasio están en promedio de 14,90 mg/kg en lo que corresponde la concentración de Nitrógeno en la parte aérea; respectivamente en el fosforo hay una diferencia entre el tratamiento completo teniendo un valor de 72,70 mg/kg

y el fosforo 18,40 mg/kg; para el tratamiento sin nitrógeno y potasio están en un promedio de 0,71 mg/kg; la concentración de potasio para el completo y fosforo están en promedio de 371 mg/kg; a continuación están los tratamientos sin fosforo y potasio con rangos inferiores teniendo un promedio de 5,71 mg/kg; respectivamente para la concentración de Ca en el tratamiento completo muestra igualdad en un promedio de 147,40 mg/kg; mientras que el Mg muestra diferencia entre los tratamientos; para Ca y Mg muestra igualdad estando en rangos de 3,94 mg/kg para Ca y 0,71 mg/kg en Mg. En la concentración

de nutrientes en la parte radicular muestra la misma diferencia entre los tratamientos ejecutados en la parte aérea de la planta.

Guo et al. y Lizarazo et al. concuerdan con los resultados obtenidos en la concentración de nutrientes en la parte aérea y radicular de la planta de pimiento; ellos describen que la deficiencia de nitrógeno en las plantas, estas acumulan azúcares y almidón en las hojas para realizar el proceso de transporte de sacarosa a la raíz, pudiendo presentar una disminución en la producción de fotoasimilados por efectos de la acumulación de carbohidratos en las hojas, esto impide la división celular (GUO et al., 2007)(Lizarazo et al., 2013). Taiz y Zeiger, mencionan que la disminución en la absorción de los nutrientes por medio de las raíces por deficiencia de N puede afectar el metabolismo de la planta de pimiento, disminuyendo la síntesis de proteínas, incluyendo la síntesis de transportadores de membrana que son responsables del transporte activo de Ca y Mg (Taiz et al., 2017).

#### IV. CONCLUSIONES

La omisión de nitrógeno y potasio fueron los tratamientos que más afectaron el desenvolvimiento durante el crecimiento inicial de las plantas de pepino; por lo tanto, las plantas con eficiencia presentaron síntomas específicos, los cuales están íntimamente relacionados con la desorganización de sus tejidos constituyentes.

#### V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios, M., Buján, A., Debelis, S., Sokolowski, A., Blasón, Á., Rodríguez, H., López, S., Grazia, J., Mazo, C., & Gagey, M. (2014). RELACION BIOMASA DE RAIZ / BIOMASA TOTAL DE SOJA ( *Glycine max* ) EN DOS SISTEMAS DE LABRANZA Root Biomass / Total Ratio in Soybean ( *Glycine max* ) Under Two Tillage Systems. *Tierra Latinoamericana*, 32(3), 221–230.
- Bhattacharya, A. (2019). Chapter 5 - Changing Environmental Condition and Phosphorus-Use Efficiency in Plants. In *Changing Climate and Resource Use Efficiency in Plants* (pp. 241–305).
- Chávez, E. S., Ruiz, J. M., Romero, L., Preciado-Rangel, P., Flores-Córdova, M. A., & Márquez-Quiroz, C. (2018). ¿Son los pigmentos fotosintéticos buenos indicadores de la relación del nitrógeno, fósforo y potasio en frijol ejotero? *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(15), 387–398. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1757>
- Fariña, P. R. V., Franco, M. F. S., Aquino, L. A., Macedo, W. R., Pauletti, V., & Silva, C. D. da. (2022). Influência do vigor de sementes na resposta do feijoeiro à adubação com fósforo. *Research, Society and Development*, 11(2), e58011225914. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1757>

org/10.33448/rsd-v11i2.25914

Fernández Lizarazo, J. C., Bohorquez Santana, W., & Rodríguez Villate, A. (2016). Dinámica nutricional de cacao bajo diferentes tratamientos de fertilización con N, P y K en vivero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 367–380. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.4702>

González, A. B. (2019). Efectos de los macronutrientes potasio y fosfato en cultivos hidropónicos: Análisis del crecimiento de la *Lactuca sativa*. *BInvestigación*.

GUO, S. W., ZHOU, Y., GAO, Y. X., LI, Y., & SHEN, Q. R. (2007). New Insights into the Nitrogen Form Effect on Photosynthesis and Photorespiration. *Pedosphere*, 17(5), 601–610. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(07\)60071-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(07)60071-X)

Lizarazo, M. Á., Hernández, C. A., Fischer, G., & Gómez, M. I. (2013). Response of the banana passion fruit (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) to different levels of nitrogen, potassium and magnesium. *Agronomía Colombiana*, 31(2), 184–194.

Méndez-Natera, J. R. (2002). Relación entre el peso seco total y los caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 2(1), 46–53.

Meyer, L. J., Kennelly, M. M., Pliakoni, E. D., & Rivard, C. L. (2017). Leaf removal reduces scion adventitious root

formation and plant growth of grafted tomato. *Scientia Horticulturae*, 214, 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.019>

Oliveira, R. C., Silva, J. E. R., Aguilar, A. S., Marquez, G. R., & Luz, J. M. Q. (2020). Fertilizantes NPK e reguladores de crescimento potencializam a formação de mudas de tomate industrial? *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 30912–30924. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-521>

Quispe, C. T. (2018). Análisis comparativo de macronutrientes NPK y Materia orgánica en suelos de la Estación Experimental de Sapecho – Alto Beni Comparative analysis of macronutrients NPK and organic matter in soils of Sapecho Experimental Station - Alto Beni. *Revista de La Carrera de Ingeniería Agronómica – UMSA*, 4(2), 1089–1096.

Sieiro Miranda, G. L., González Marrero, A. N., Rodríguez Lema, E. L., & Rodríguez Regal, M. (2020). Efecto de los macroelementos primarios en la susceptibilidad a enfermedades. *Centro Agrícola*, 47(3), 66–74.

Siles, P. (2019). *Fertilidad de los suelos en sistemas de pastos, café y cacao en el TeSAC Nicaragua*. <https://www.iagua.es/noticias/colombia/ccafs/15/12/10/que-es-huella-hidrica-y-cual-es-importancia-agricultura>

Silva, A. Z., Anderson, F. W., Nowaki, R. H., CecílioFilho, A. B., & Mendoza-Cortez, J.

W. (2017). Symptoms of Macronutrients Deficiency in Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Agrociencia Uruguay*, 21(2), 31–43. <https://doi.org/10.2477/vol21iss2pp31-43>

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I., & Murphy, A. (2017). Fisiología e Desenvolvimento Vegetal. In *Artmed* (6ta ed.).

Tavares, A. T., Vaz, J. C., Haesbaert, F. M., Reyes, I. D. P., Rosa, P. H. L., Ferreira, T. A., & Nascimento, I. R. (2019). Adubação Npk Como Promotor De Crescimento Em Alface. *Agri-Environmental Sciences*, 5, 0. <https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1215>