



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Producción de frutilla (*Fragaria x ananassa*), expuesta a deficiencia de Fósforo en un sistema Kratky

Crizón Pérez, María Vanessa

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal Mgtr.

24 de agosto del 2022



Producción de frutilla



Producción aproximada en Ecuador 60 mil ton mensuales
72 millones ton año

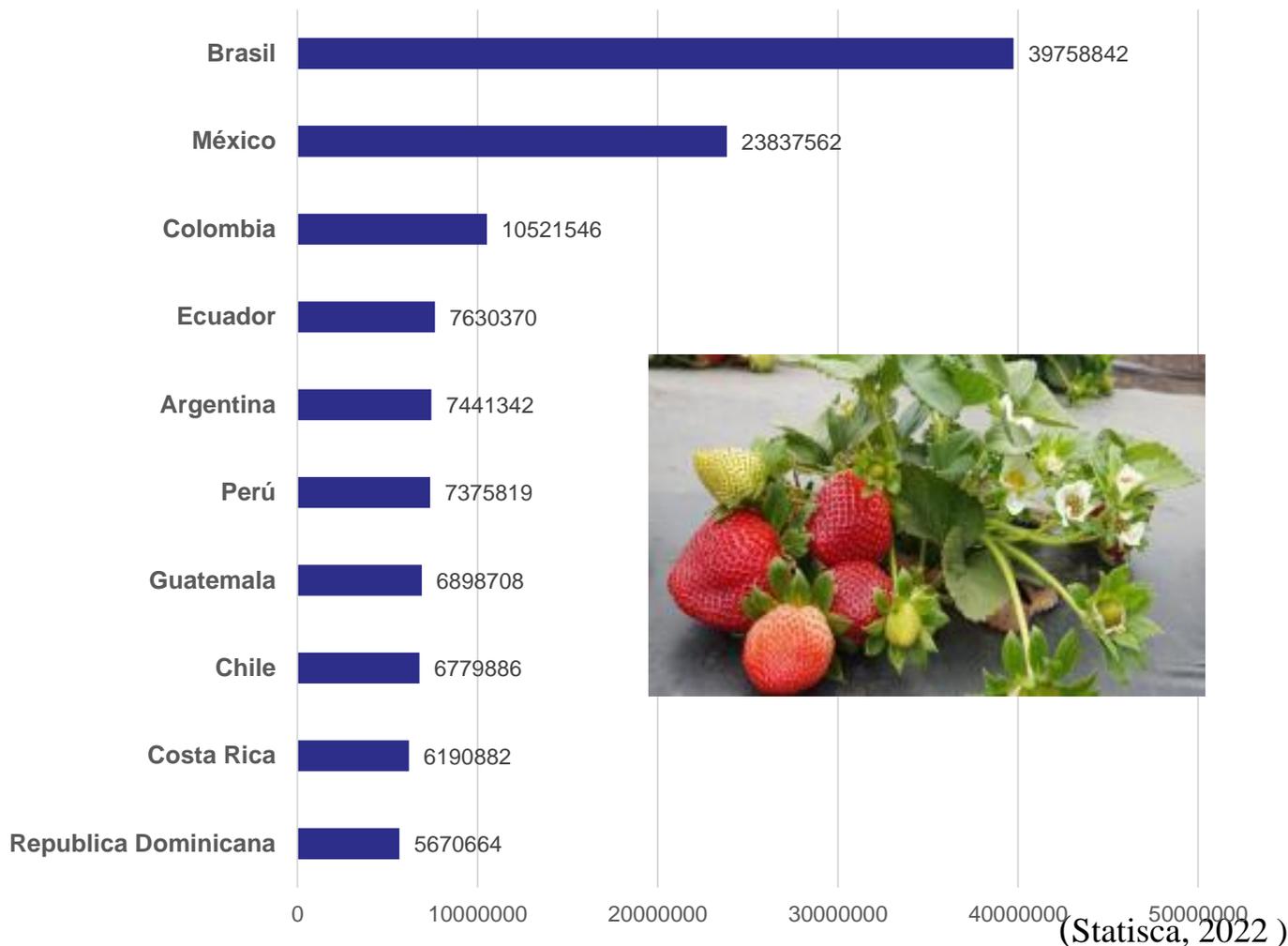
Principales países productores EE.UU, China, España, Polonia, México, Japón, Egipto y Marruecos

Principal país productor sudamericano Brasil con 3 millones de ton/mes

(Tustón, 2012)

Zonas de mayor producción en el país Yaruquí, Pifo, Tababela, Checa, Quinche, Ascázubi

(Tustón, 2012)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Frutilla (*Fragaria x ananassa*)

Propiedades Nutritivas

Alta en vitamina C, E, fibra , beta carotenos

Es diurético, adecuada para la gota y artritis

Contiene acido salicílico

Capacidad antioxidante

(Caminiti, 2015)



Sistema
Hidropónico
Kratky

Condiciones Edafoclimaticos para el cultivo

Altura

1.900-2.600 msnm

Temperatura

10 – 18°C

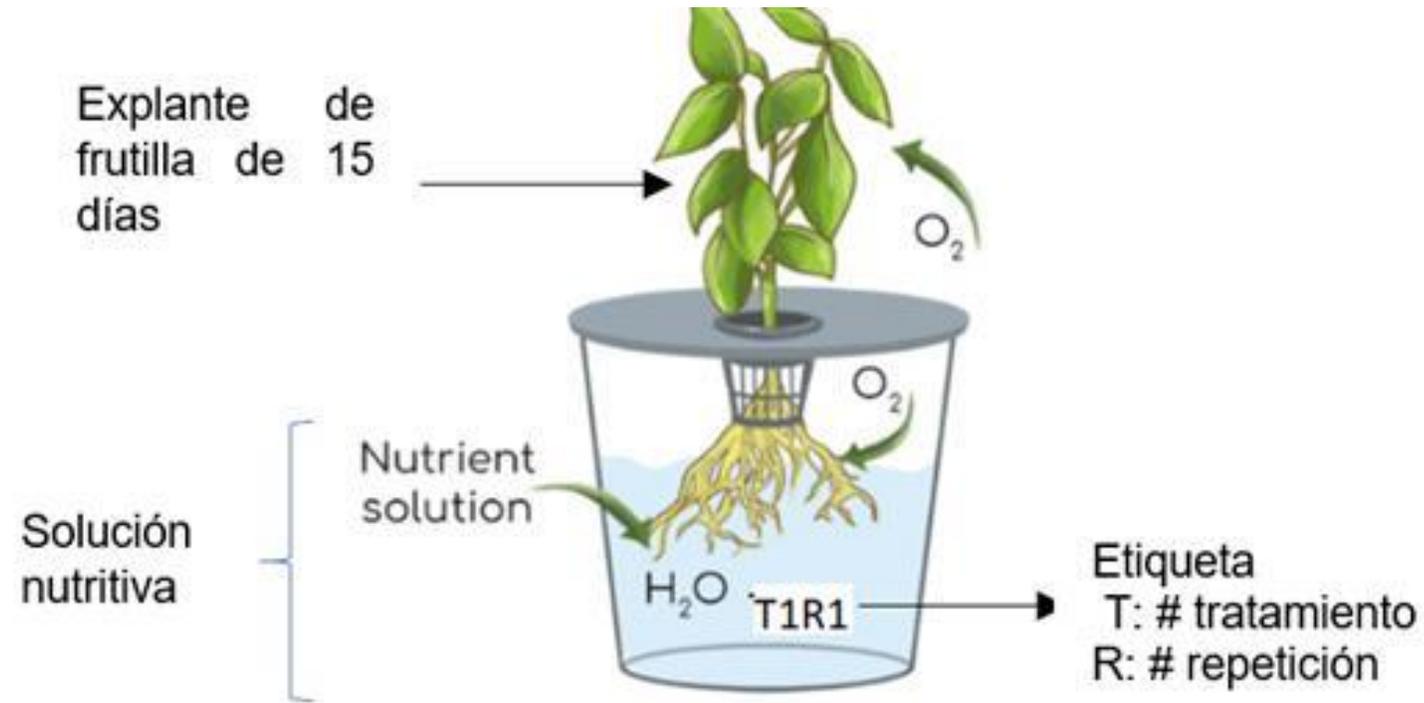
Planta muy tolerable al frio, menos a heladas

(Galárraga, 2015)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sistema Kratky



Nota. Tomado de (Kratky, 2009)

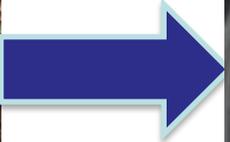
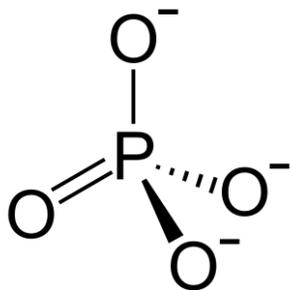


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

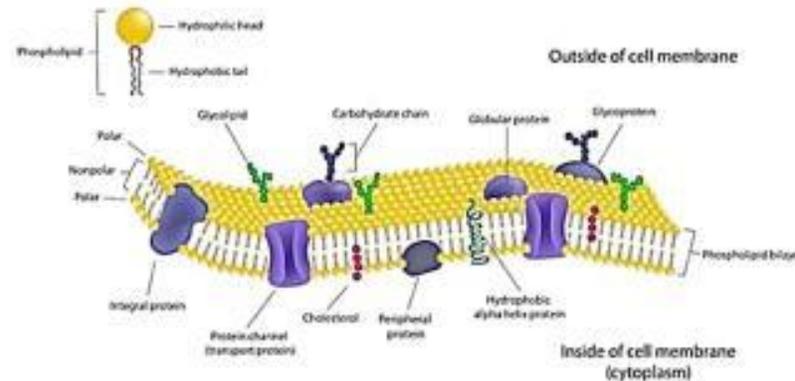
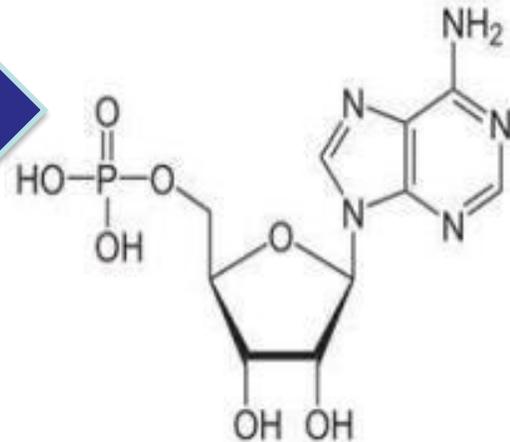
Función del fósforo en la planta



Promotor en el crecimiento



Desarrollo de las raíces y sobre todo este se encarga de la captura y conversión de la energía sola



Procesos metabólicos



ATP

Justificación



Bajo rendimiento del cultivo



Impacto económico



Deficiencias nutrimentales Asociadas al P



OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de deficiencias nutrimentales de P (fósforo) en tres dosis (1,6 meq. L⁻¹; 0,9 meq. L⁻¹ y 0,2 meq. L⁻¹) en la producción de frutilla (*Fragaria x ananassa*) bajo un sistema Kratky.

Específicos

- Analizar el efecto de tres dosis de fósforo sobre las variables agronómicas, productivas, nutrimentales y fisiológicas de frutilla (*Fragaria x ananassa*).
- Determinar la función de fósforo a través de los resultados obtenidos y sintomatología para encontrar el valor óptimo para la planta de frutilla (*Fragaria x ananassa*) de la variedad monterrey.



HIPÓTESIS

H₀: Las plantas de frutilla sometidas a la dosis (0.2 meq· L⁻¹) de P, presentan similar crecimiento y desarrollo que las plantas de frutillas sometidas a las dosis (1.6 meq· L⁻¹ y 0.9 meq· L⁻¹) de P.

H₁: Las plantas de frutilla sometidas a la dosis (0.2 meq· L⁻¹) de P, presentan diferente crecimiento y desarrollo que las plantas de frutillas sometidas a las dosis (1.6 meq· L⁻¹ y 0.9 meq· L⁻¹) de P.



METODOLOGÍA

Área de estudio



Figura 1. Invernadero de horticultura IASA 1

Fuente: Google Earth (2022)

Posición Geográfica 0°23'20" S, 78°24'44" O

Altura 2748 m.s.n.m.

Campo abierto



T. Media
13,96 °C



P. Anual
1285 mm



H.R
68 %

Bajo invernadero



T. Media
18,4 °C



H.R
40,16 %



Luminosidad
1500 $\mu\text{mol.m}^2\text{s}^{-1}$



METODOLOGÍA

Instalación de proyecto



Raíz desnuda, sin hojas
desinfectar las raíces con los fungicidas Terraclor



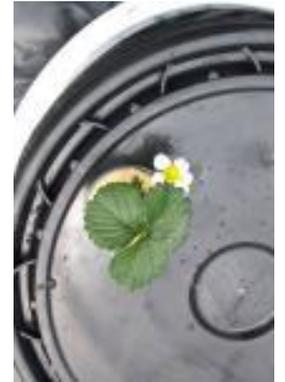
Fase de desarrollo radicular (15 días)



Adquisición de plantas frutilla variedad Monterrey



Preparación de plantas para trasplante



Preparación solución nutritiva
Control pH y CE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA

Sistema Kratky

pyriproxyfen 100g/L
Cartap con la dosis de 500
g.kg-1



Vista frontal

Control de
malezas



Preparación
Solución
nutritiva

Trasplante



Control
pH y CE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Solución nutritiva

Rangos de concentración (meq.L⁻¹) de nutrientes esenciales de acuerdo con Yamazaki

Requerimientos	meq.L ⁻¹	gramos	12 litros
NH ₄ NO ₃	0.5	4	48
KNO ₃	1.64	16,4	194,8
CaNO ₃	2	25,2	303
KH ₂ PO ₄	68	6,8	81,6
MgSO ₄	60	6	72

Nota: Se realizó el control de pH con HNO₃ para tener pH de 5.5 a 6.5 y CE de 1.0 a 2.0 dS/m.

Nota. Micronutrientes en mg. L⁻¹ de solución: H₃BO₃, 2.8; ZnSO₄·7H₂O, 1.98; CuSO₄·5H₂O, 0.54; MnSO₄·2H₂O, 1.81; Na₂MoO₄·2H₂O, 0.27; Fe EDHA, 33.33. Tabla de autoría.

Solución nutritiva pre ensayo
Solución Madre: 12 L (A-B)

Composición de las soluciones de fertilizantes utilizadas para investigar el efecto de las concentraciones de fósforo en el crecimiento y producción de la fresa 'Monterrey'

Tratamiento de P	K ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ PO ₄
	meq. L ⁻¹						
T1	3.9	0.8	5.20	3	8.3	3	1.6
T2	3.9	0.8	5.20	3	8.3	3	0.9
T3	3.9	0.8	5.20	3	8.3	3	0.2

Micronutrientes en mg. L⁻¹ de solución: H₃BO₃, 2.8; ZnSO₄·7H₂O, 1.98; CuSO₄·5H₂O, 0.54; MnSO₄·2H₂O, 1.81; Na₂MoO₄·2H₂O, 0.27; Fe EDHA, 33.33.

Solución nutritiva ensayo
Solución Madre: 4 Litros (A-B)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA

Diseño Experimental

Tratamiento	Descripcion
T1	1.6 meq· L ⁻¹ P, Solución Yamazaki
T2	0.9 meq· L ⁻¹ P, Solución Yamazaki
T3	0.2 meq· L ⁻¹ P, Solución Yamazaki

Análisis de la Información: DCA con nueve repeticiones; Infostat

- Estadística descriptiva
- Análisis de varianza ANAVA
- Modelos lineales generales Mixtos
- Pruebas de comparación de medias LSD Fisher 5%
- Tablas de frecuencia (N° flores; N° estolones)



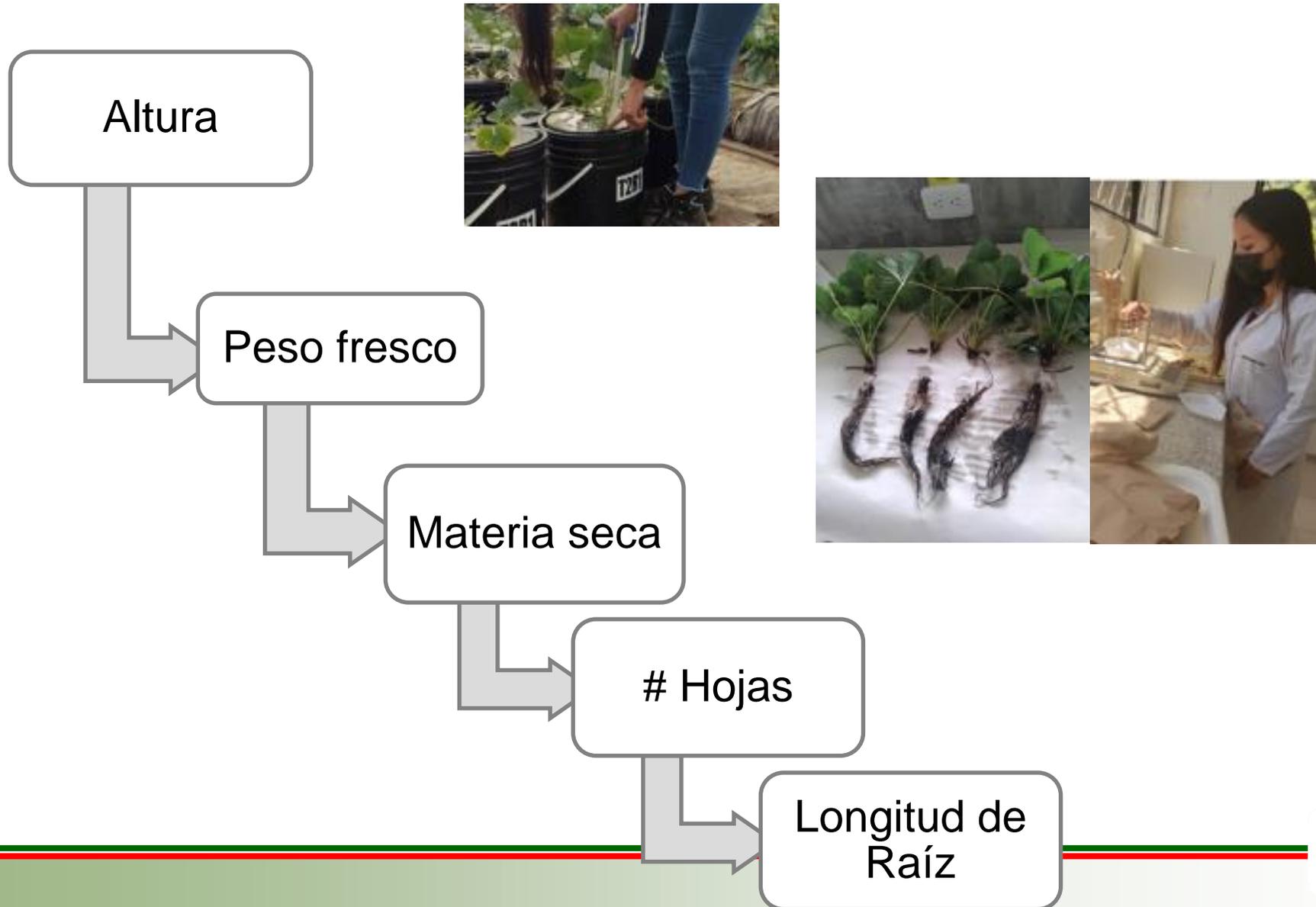
Croquis del ensayo

T1R1	T2R1	T2R9	T3R2	T1R8	T2R7	T3R3	T1R7	T3R9
T2R2	T1R2	T2R3	T1R9	T1R4	T2R4	T1R5	T3R4	T2R6
T3R1	T3R8	T1R3	T3R7	T2R8	T3R6	T2R5	T1R6	T3R5

Nota: T1(1.6 meq· L⁻¹ P), T2 (0.9 meq· L⁻¹ P), T3 (0.2 meq· L⁻¹ P) representan los tratamientos y R1, R2, R3 representan el número de repeticiones por cada tratamiento, tamaño de muestra 27 plantas.



METODOLOGÍA Variables Agronómicas Evaluadas 70 días



METODOLOGÍA Variables Productivas Evaluadas 65 días

Se tomo los de 9 plantas por cada tratamiento

Número de flores



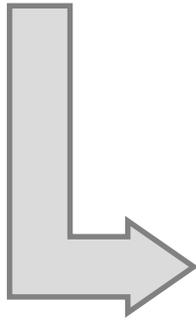
Número de Estolones



METODOLOGÍA

Variables Nutrimientales y Fisiológicas Evaluadas 70 días

Clorofila



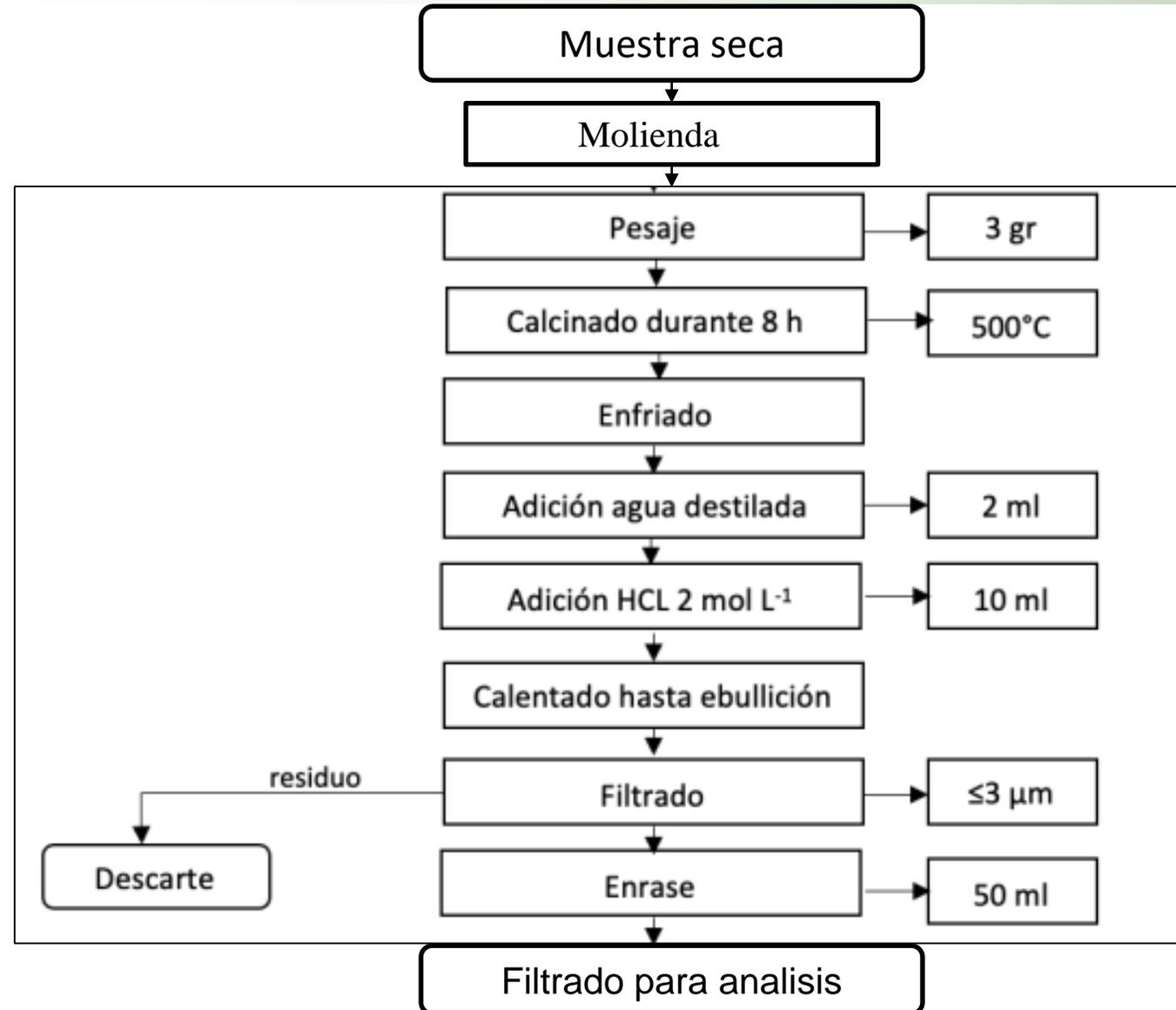
Fósforo



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA

Análisis de laboratorio de P



3 plantas por UE



Análisis por Espectrofotometría



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia de concentración de fósforo en las diferentes variables agronómicas establecidas, para cada tratamiento

(Gómez & Vallejo, 2015) indican 0,5 y 1,0 meq. L⁻¹

(Díaz et al., 2017) desarrollo anormalmente débil del vegetal,

Tratamiento	Número de hojas	Longitud de raíz	Altura
T1	8.00 ± 2.50 <i>a</i>	23.88 ± 4.42 <i>a</i>	19.38 ± 2.06 <i>c</i>
T2	9.33 ± 2.12 <i>a</i>	25.76 ± 4.01 <i>a</i>	24.66 ± 1.72 <i>a</i>
T3	4.56 ± 1.32 <i>b</i>	17.78 ± 3.59 <i>b</i>	11.52 ± 2.71 <i>b</i>



(Jose, 2021) retraso en el desarrollo de raíces jóvenes

Nota. T1(1.6 meq. L⁻¹ P), T2 (0.9 meq. L⁻¹ P), T3 (0.2 meq. L⁻¹ P)

Prueba LSD Fisher (p=0.005)

Medidas con una letra en común no son significativamente diferentes (p < 0.05)

NS, *, **, ***; no significativo o significativo p < 0.05.

Tabla de autoría.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Influencia de concentraciones de fósforo sobre peso húmedo y Materia Seca

(Fernández, 2007) alargamiento del tallo de las plantas, produciendo plantas enanas, lo que provoca un bajo rendimiento, mala calidad y baja biomasa.

(Pellerin et al., 2000) $\geq 0.2\%$ con base en materia seca, lo que puede provocar detenimiento en su crecimiento y desarrollo

Tratamiento	Peso húmedo raíz (g.planta ⁻¹)	Peso húmedo foliar (g.planta ⁻¹)	Peso húmedo total (g.planta ⁻¹)
T1	16.00 ± 4.98 ab	31.73 ± 13.46 b	47.73 ± 17.58 b
T2	26.00 ± 10.21 b	49.00 ± 8.03 b	75.00 ± 17.80 b
T3	7.17 ± 4.80 a	9.20 ± 4.50 a	16.37 ± 9.23 a

Tratamiento	Masa seca raíz (g.planta ⁻¹)	Masa seca foliar (g.planta ⁻¹)	Masa seca total (g.planta ⁻¹)
T1	1.88 ± 0.20 ab	8.14 ± 3.62 b	10.02 ± 3.81 b
T2	2.44 ± 0.79 b	12.24 ± 0.40 b	14.67 ± 0.92 b
T3	1.26 ± 0.60 a	2.88 ± 1.28 a	4.15 ± 1.86 a

Nota. T1(1.6 meq· L⁻¹ P), T2 (0.9 meq· L⁻¹ P), T3 (0.2 meq· L⁻¹ P)

Prueba LSD Fisher (p=0.005)

Medidas con una letra en común no son significativamente diferentes (p < 0.05)

NS, *, **, ***; no significativo o significativo p < 0.05.

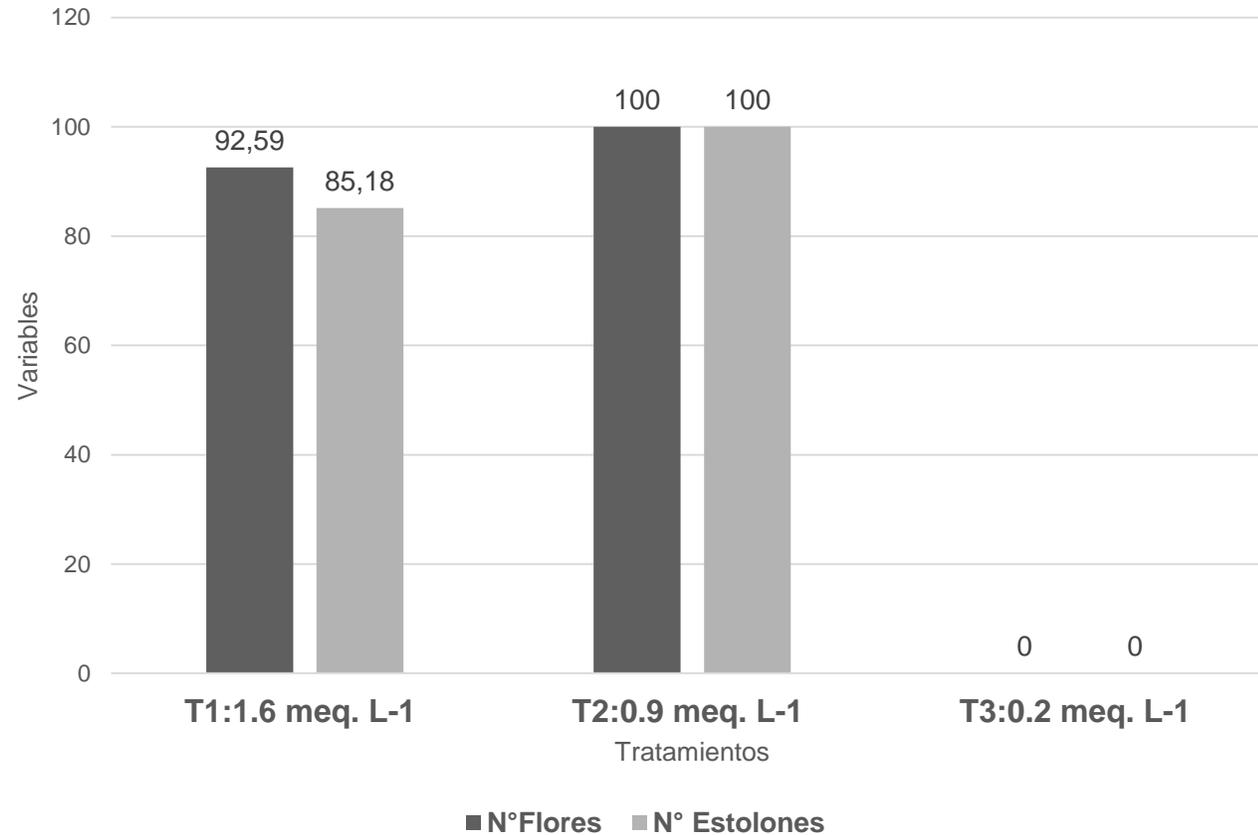
Tabla de autoría.

(Li et al., 2014) adecuada nutrición expansión de las hojas y al crecimiento de la parte superior de la planta



variables productivas, número de flores y estolones

(Ahmad et al.), afecta estos la floración, fructificación y el crecimiento.



(Li et al., 2014) aumento significativo en los estolones de fresa y en las plantas expansión de las hojas y al crecimiento de la parte superior.

Evaluación de clorofila en las hojas de la planta de frutilla

(Leod & Aguila, 2019) hay cambios en coloración y afecta su rendimiento

(Pérez, 2017) proceso fotosintético al participar en la fosforilación de varios intermediarios de la asimilación del CO₂

Tratamiento	Clorofila %
T1	13.18±3.91 <i>ab</i>
T2	15.30±2.05 <i>a</i>
T3	10.69±2.68 <i>b</i>

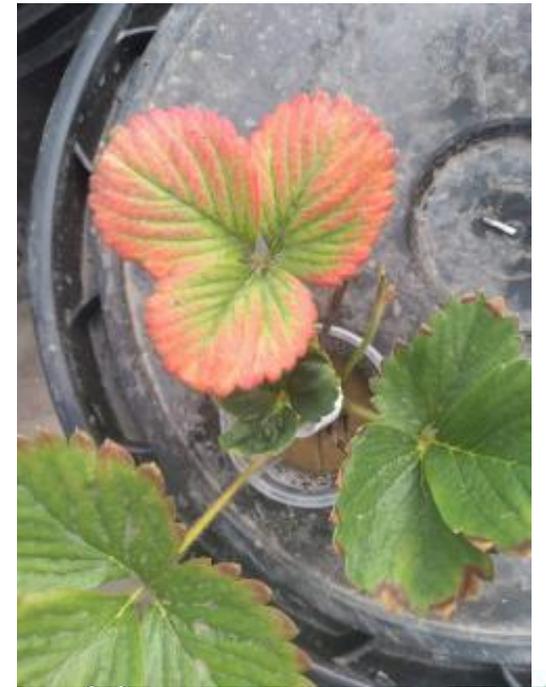
Nota. T1(1.6 meq· L⁻¹ P), T2 (0.9 meq· L⁻¹ P), T3 (0.2 meq· L⁻¹ P)

Prueba LSD Fisher (p=0.005)

Medidas con una letra en común no son significativamente diferentes (p < 0.05)

NS, *, **, ***; no significativo o significativo p <0.05.

Tabla de autoría.



(Estrada, Trejo, et al.), metabolismo vegetal, tales como biosíntesis de glúcidos, biosíntesis de lípidos, síntesis de clorofilas y carotenoides, glucólisis y metabolismo de los ácidos orgánicos



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Contenido de fósforo en las hojas de la planta de frutilla cada tratamiento



Tratamiento	Fósforo %
T1	0.60±0.04 a
T2	0.59±0.07 a
T3	0.22±0.02 b

(Gómez & Vallejo, 2015) indican que las dosis de requerimiento de fósforo óptimo para frutilla son niveles entre 0,5 y 1,0 meq. L-1.



Nota. T1(1.6 meq· L⁻¹ P), T2 (0.9 meq· L⁻¹ P), T3 (0.2 meq· L⁻¹ P)

Prueba LSD Fisher (p=0.005)

Medidas con una letra en común no son significativamente diferentes (p < 0.05)

NS, *, **, ***; no significativo o significativo p < 0.05.

Tabla de autoría.

(Pérez, 2017) acumulación de antocianina en la base de las hojas

CONCLUSIONES

- Al aplicar 0.2 meq.L^{-1} de P (T3), se obtuvieron los valores más bajos para la mayoría de las variables evaluadas en el ensayo para el número de hojas, número de flores, número de estolones, longitud de raíz, altura, contenido de clorofila, contenido de materia seca total, peso húmedo total. El mejor tratamiento que se muestra en la investigación en cuanto a la aplicación de P en el sistema hidropónico de frutilla Kratky fue el T2 (0.9 meq. L^{-1}) ya que presenta los mejores valores. Esto quiere decir que las diferentes concentraciones de P influyeron directamente sobre las variables.
- En las diferentes aplicaciones de fósforo se observó que ha menor concentración de P (0.2 meq. L^{-1}) se presentó menor peso fresco y materia seca de las plantas, mientras que a una concentración de 0.9 meq.L^{-1} de P se obtuvieron peso fresco y materia seca de 16.37 y $4.15 \text{ g.planta}^{-1}$ respectivamente.
- Según los datos obtenidos en evaluación de cada variable por tratamiento se determinó la gran importancia del P. Identificando así la relación directa de este con respecto al crecimiento tanto de la parte aérea foliar como del sistema radicular, ya que al presentarse una dosis deficiente de fósforo las plantas se atrofiaron en área foliar como en sistema radicular, lo que provoca que las plantas no se desarrollen normalmente

RECOMENDACIONES

- Para un desarrollo óptimo y adecuado del cultivo de frutilla se recomienda utilizar concentraciones entre 0.5 y 1.0 meq. L⁻¹ de fósforo.
- Es importante adquirir el material vegetal de lugares o empresas certificadas que garanticen su excelente procedencia, libres de plagas y enfermedades, todo para evitar problemas relacionados con enfermedades preexistentes anteriormente en el cultivos de procedencia.
- Se recomienda, realizar un adecuado manejo de plagas y enfermedades ya que al estar la planta en un estrés sea de exceso o carencia de nutrientes esta tiende a ser mas susceptible a este tipo de vectores, lo que podría confundirse con la sintomatología de la deficiencia.
- Se recomienda realizar más estudios relacionados al sistema Kratky, ya que podría ser un buen tipo de sistema hidropónico, siendo mas automatizado, con respecto al control de pH y CE ya que estos fueron los factores que más problemática dieron en el ensayo, además de la utilización de recipientes más grandes, y que eviten la evaporación y volatización de solución



¡Gracias!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA