



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Producción de Fresa (*Fragaria x ananassa*), expuesta a deficiencias nutrimentales de Potasio en un sistema semi hidropónico.

Tocte Paucar, Marjorie Dayana

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal Mgtr.

29 de agosto de 2022



Introducción

CULTIVO DE FRESA

1300 y 3600 msnm

Sistemas semi hidropónico

30 000 TM en Ecuador -2007



Deficiencia de potasio

Disminución de vigor

Disminución de calidad y rendimiento

Afectan a los costos de producción



Objetivos

Objetivo general

Producir Fresa (*Fragaria x ananassa*), expuesta a deficiencias nutrimentales de Potasio en un sistema semi hidropónico

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de tres dosis de Potasio, sobre las variables agronómicas y productivas de fresa (*Fragaria x Ananassa*).
- Determinar el rendimiento y calidad de fruto por tratamiento expuesto a tres dosis con deficiencia de Potasio.
- Realizar un análisis comparativo de costos mediante el análisis de presupuesto parcial.



Hipótesis

H0: No existen diferencias sobre las variables agronómicas y productivas de “fresa” (*Fragaria x Ananassa*) en los tratamientos evaluados.

H1: Existen diferencias sobre las variables agronómicas y productivas de “fresa” (*Fragaria x Ananassa*) en los tratamientos evaluados.

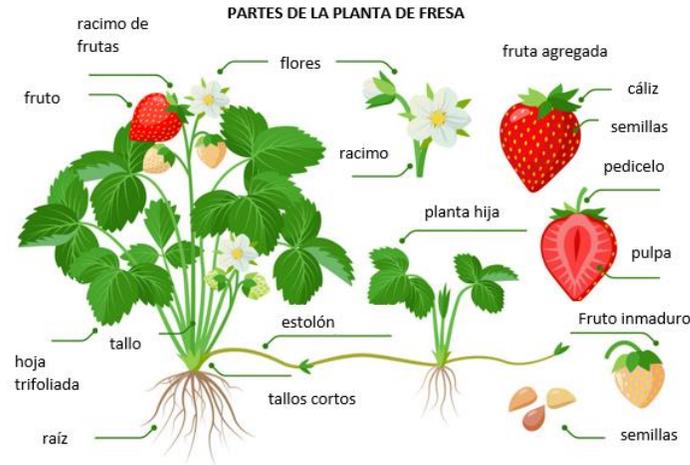


Marco Teórico

Fresa (*Fragaria x Ananassa*)

Familia: *Rosaceae*

Género: *Fragaria*



Variedad Monterrey

Fácil crecimiento

Resistentes a heladas

Tolerantes a sombra moderada

Temperaturas de: 12,78° C – 32,22° C

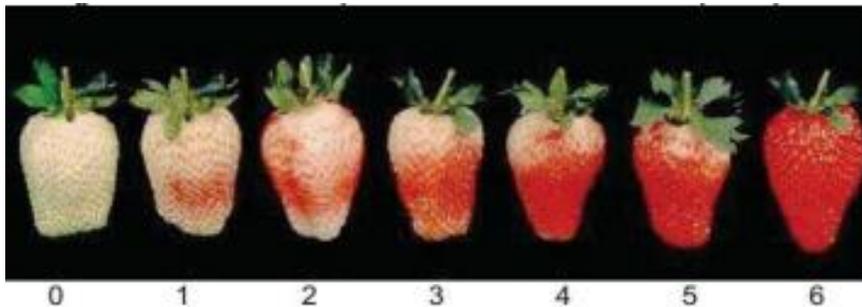
Tamaño de fruta: 2,54 – 5,08 cm

Altura de planta: 15,24 – 30,32 cm

Diámetro de planta: 25,40 – 130,48 cm

Densidad de siembra: 62 000 pts* Ha-1

Rendimiento 81 Tn *Ha -1



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Marco Teórico

Suelo

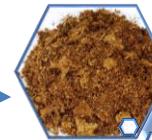


Semi hidroponía

Contenedores



Sustratos



Turba



Cascarilla de arroz



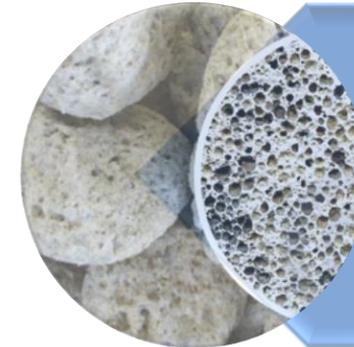
Fibra de coco



Pomina



Pomina



- * Origen volcánico
- * Excelente estabilidad física y larga durabilidad
- *Granulometría: 2,00 mm - 850 μ m
- *Porosidad: 24,2%
- *Capacidad de campo: 36,20 %
- pH: 6,4



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Marco Teórico

Soluciones nutritivas

Compuestas

iones inorgánicos de sales solubles

ciertos compuestos orgánicos

Componente de Solución nutritiva Yamazaki

Nutriente	Cantidad (mg*L ⁻¹)
N	77
P	15
K	117
Ca	40
Mg	12
S	16
Fe	1,96
Cu	0,06
Zn	0,07
Mn	0,03
B	0,02
Mo	0,05



Macronutrientes

Nitrógeno

- Producción de aminoácidos para la síntesis de proteínas..

Fósforo

- Parte de los procesos de fosforilación, fotosíntesis..

Potasio

- Activación enzimática, fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos, balance de agua.

Micronutrientes

Pequeñas cantidades como hierro, boro, magnesio, zinc, cobre y molibdeno.

Se agregan como productos líquidos con el objetivo de aumentar su disponibilidad.



Metodología



- Longitud: 78°24'44'' E
- Latitud: 0°23'20'' S
- Altitud: 2748 msnm
- °T: 13,6 °C
- Precipitaciones: 1 332,72 mm



- Temperatura: 18,4 °C
- Humedad relativa: 40,16 %
- Radiación: 658,91 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$



Metodología

- Fundas : 0,1*0,20 m.
- Sustrato: 100% pomina.
- Sistema de riego por goteo
- Goteros: múltiples de 1,6 L·H⁻¹

- PENTACLORONITROBENCENO (Terraclor) 3 g·l⁻¹
- PROPAMOCARB HYDROCHLORIDE (Previlan) 3 ml·L⁻¹



Instalación de sistema semi hidropónico



Material vegetal



Desinfección de plantas



Trasplante y riego



Metodología

Fertilización Inicial

- A los 16 ddt durante 25 días



Fertilización Final

- A los 41 ddt se realizó un lavado del sustrato por cuatro días.
- A los 45 ddt se inicio con las diferentes dosis de K (4 meq·L⁻¹, 2,25 meq·L⁻¹ y 0,5 meq·L⁻¹)

Requerimiento para la formulación de la Solución Yamazaki expresada en meq·L⁻¹

	Requerimiento						
	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ²⁻	H ₂ PO ₄	SO ₄ ²⁻
Cantidades (meq·L ⁻¹)	0,5	2	3	1	5	0,5	1

Requerimiento en meq·L⁻¹ de los tratamientos con diferentes concentraciones de K

Tratamiento	Requerimiento (meq·L ⁻¹)						
	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ²⁻	H ₂ PO ₄	SO ₄ ²⁻
T1	0,8	5,2	4	3	8,3	1,6	3
T2	0,8	5,2	2,25	3	8,3	1,6	3
T3	0,8	5,2	0,5	3	8,3	1,6	3

Nota. T1: 4 meq·L⁻¹ de K, T 2: 2.25 meq·L⁻¹ de K y T 3: 0.5 meq·L⁻¹ de K.



Metodología

Manejo del cultivo

Podas

- A los 45 ddt

Manejo de malezas

- Cada 15 días

Manejo de plagas

- CARTAP (PADAN 50 SP)
: dosis de $0,75 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$



Metodología

Variables de Crecimiento

Altura de planta y longitud de raíz



Número de hojas y estolones



Contenido de clorofila.



- HANSATECH modelo CL-01.

Peso fresco y seco



Metodología

Variables producción

Peso y tamaño de fruto

Sólidos solubles (°Brix)

Dureza de fruto

Número de flores y frutos

Análisis Foliar

Evaluación económica



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Metodología

Diseño experimental

T1R1	T3R2	T2R3	T3R4
T3R1	T1R2	T1R3	T2R4
T2R1	T2R2	T3R3	T1R4

Nota: T1: 4 meq·L⁻¹ , T2: 2,25 meq·L⁻¹ y T3: 0,5 meq·L⁻¹(T3).

Análisis de la Información: DCA con tres repeticiones

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Producción de las plantas de frutilla

μ = Media general

δ_i = Efecto del i-ésima dosis de K en la fertilización

e_{ij} = Error experimental.

- Análisis de varianza.
- Pruebas de comparación de medias LSD Fisher 5%
- Estadística descriptiva

Resultados y Discusión

Variables de Crecimiento

Altura de la planta, número de hojas y estolones.

Variables de Respuesta	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Altura de la planta (cm)	26,40 ± 1,90 a	25,20 ± 2,49 a	21,70 ± 1,06 b
Número de hojas	8,20 ± 1,55 a	8,20 ± 2,25 a	7,40 ± 2,32 a
Número de estolones	2,80 ± 1,03 a	2,20 ± 1,14 a	2,00 ± 0,67 a

(Malvi, 2011)

Menores dosis de potasio, disminuye el calcio, incrementa magnesio, estimula la división celular y expansión meristemática aumenta,

(Encalada, 2020)

A los 80ddt, un promedio de 24,7 cm a dosis de 3,9 meq·L⁻¹ de potasio,

Nota: T1=4 meq·L⁻¹ de K; T2=2,25 meq·L⁻¹ de K; T3=0,5 meq·L⁻¹ de K.

A los 70ddt bajo el efecto de los tratamientos en altura de la planta ($F_{2,27} = 16,41; p < 0.001$). No se encontraron diferencias significativas para las variables número de hojas ($F_{2,27} = 0,50; p = 0,6131$) y número de estolones ($F_{2,27} = 1,86; p \leq 0.1755$) en los diferentes tratamientos



Resultados y Discusión

Variables de Crecimiento

Longitud de raíz, peso fresco y seco.

Tratamiento	T1	T2	T3
Peso fresco foliar (g)	76,18 ± 0,63 a	74,58 ± 0,61 a	67,00 ± 3,19 b
Peso seco foliar (g)	13,13 ± 0,26 a	12,75 ± 0,19 a	11,53 ± 0,39 b
Longitud de raíz (cm)	36,88 ± 0,85 a	35,88 ± 0,48 a	33,63 ± 0,63 b
Peso fresco raíz (g)	32,43 ± 0,93 a	24,83 ± 0,77 c	29,40 ± 0,36 b
Peso seco raíz (g)	3,6 ± 0,08 a	2,70 ± 0,08 c	3,08 ± 0,26 b

(Latta, 1992)

Potasio acumulado alrededor de estomas, cierre de estomas, estrés hídrico, deficiencia de potasio incrementa carbohidratos.



(Encalada, 2020)

A los 80 ddt, dosis mayores a 3 meq·L⁻¹ en K, obtiene menor peso radicular y menor longitud de raíz.

(Jara & Suni, 1999)

A dosis menores a 5 meq·L⁻¹ el peso fresco y seco disminuyen.

(Roberts, 2011)

Menores dosis de potasio, longitudes radicales pequeñas y crecimiento lento.



Resultados y Discusión

Variables de Crecimiento

Contenido de clorofila y Nitrógeno.

(Chiqui & Lema, 2010)

Clorofila interviene en la fructificación

Tratamiento	T1	T2	T3
Contenido de clorofila (%)	13,01 ± 0,94 a	12,51 ± 0,73 a	11,50 ± 0,66 b
Contenido de Nitrógeno (%)	1,97 ± 0,17 a	1,87 ± 0,11 a	1,72 ± 0,10 b

(Warren *et al*, 2005)

Potasio y Nitrógeno favorecen síntesis de clorofila.

Nota: T1=4 meq·L⁻¹ de K; T2=2,25 meq·L⁻¹ de K; T3=0,5 meq·L⁻¹ de K.



Resultados y Discusión

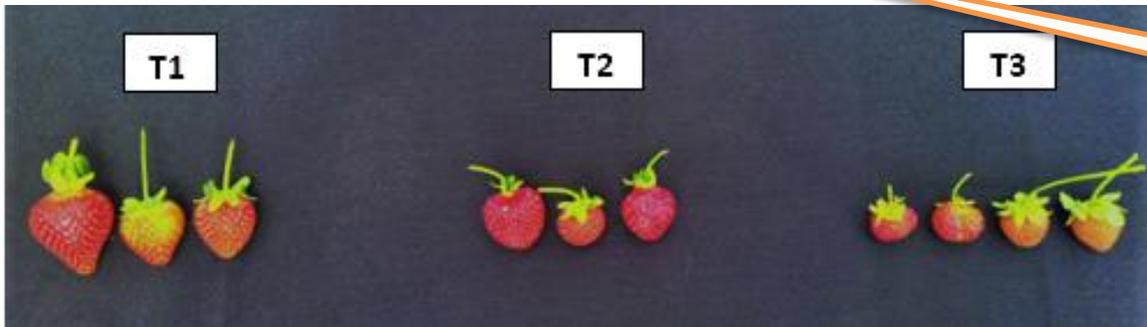
Variables de Producción

Peso y tamaño del fruto.

Tratamiento	T1	T2	T3
Longitud fruto (mm)	44,75 ± 0,42 a	36,95 ± 0,99 b	32,93 ± 0,82 c
Diámetro fruto (mm)	34,79 ± 0,12 a	32,97 ± 0,89 b	32,65 ± 0,20 b
Peso fruto (g)	20,40 ± 0,23 a	17,33 ± 0,15 b	12,38 ± 0,15 c

(Mixquititla,2020)

Dosis de 5 a 9 meq·L⁻¹ , mayores dosis mayor peso, longitud y diámetro de fruto.



(Roberts,1997)

Potasio extiende el periodo de llenado e incrementa el peso.

Nota: T1=4 meq·L⁻¹ de K; T2=2,25 meq·L⁻¹ de K; T3=0,5 meq·L⁻¹ de K.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Resultados y Discusión

Variables de Crecimiento

Sólidos solubles (° Brix) y dureza de fruto

Tratamiento	T1	T2	T3
Sólidos solubles (°Brix)	11,93 ± 0,81 a	8,42 ± 0,37 b	8,63 ± 0,41 b
Dureza fruto (kg*fuerza ⁻¹)	0,15 ± 0,06 b	0,28 ± 0,05 a	0,67 ± 0,34 a

(Roberts, 1997)

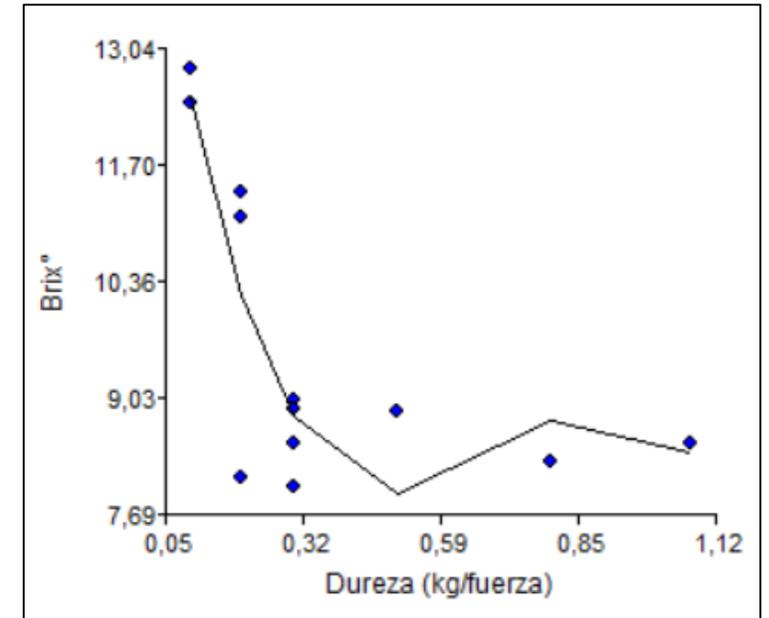
El potasio influye en el transporte de azúcares, color, aromas y almidones.

(Juárez et al. 2007)

Mayor cantidad de potasio mayor sólidos solubles.

(Juárez et al. 2007)

Calidad de fruto entre 7 a 12°Brix.



Nota: La ecuación de esta gráfica

$$\begin{aligned} \text{brix} &= 15,77 - 38,77 \text{ dureza} \\ (\text{kg/fuerza}) &+ 60,43 \text{ dureza} \\ (\text{kg/fuerza})^2 &- 28,64 \text{ dureza} \\ (\text{kg/fuerza})^3 & \end{aligned}$$



Resultados y Discusión

Variables de Crecimiento

Número de flores y frutos.

Tratamiento	Nº de Flores	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Porcentaje %
T1	0	6	0,60	60
	1	2	0,20	20
	2	2	0,20	20
T2	0	5	0,50	50
	1	5	0,50	50
	2	0	0,00	0
T3	0	8	0,80	80
	1	0	0,00	0
	2	2	0,20	20

Nota: T1=4 meq·L⁻¹ de K; T2=2,25 meq·L⁻¹ de K; T3=0,5 meq·L⁻¹ de K.

(Juárez et al. 2007)

Deficiencia de potasio, floración lenta o incompleta .

(Encalada. 2020)

Mayor número de flores y frutos a mayores dosis de 4 meq·L⁻¹ de K.

Tratamiento	Nº de Frutos	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Porcentaje %
T1	0	5	0,50	50
	1	0	0,00	0
	2	4	0,40	40
	3	1	0,10	10
T2	0	6	0,60	60
	1	0	0,00	0
	2	1	0,10	10
	3	3	0,30	30
	0	7	0,70	70
T3	1	0	0,00	0
	2	1	0,10	10
	3	2	0,20	20

Nota: T1=4 meq·L⁻¹ de K; T2=2,25 meq·L⁻¹ de K; T3=0,5 meq·L⁻¹ de K.



Resultados y Discusión

Análisis Foliar

Tratamiento	T1	T2	T3
Contenido de potasio (%)	0,42	0,39	0,31
Ceniza (%)	2,07	1,89	1,88

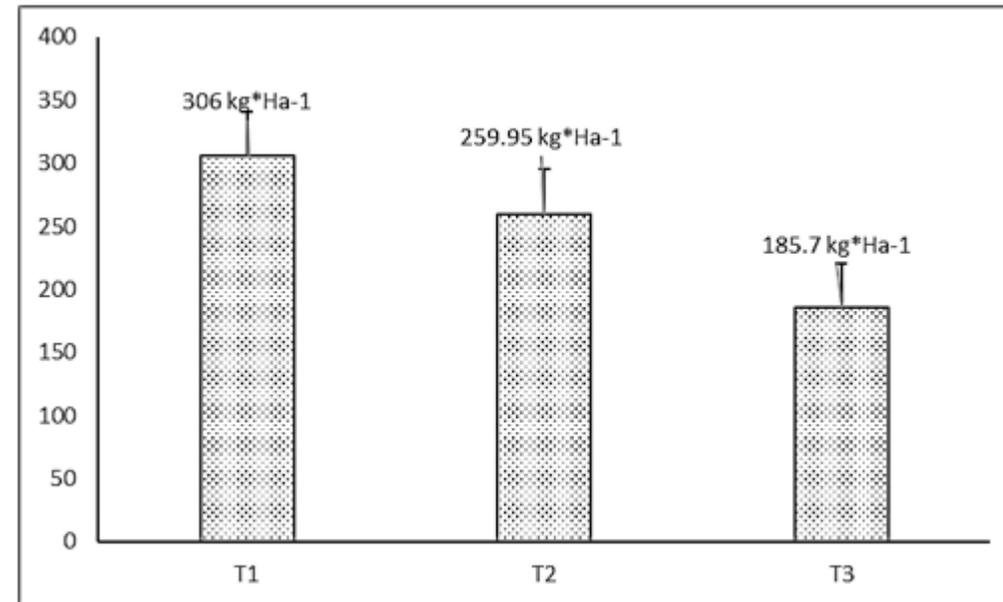
(Bolda, 2012)

Potasio en precosecha de 1,5% a 2,5% y para cosecha 0,2 % a 0,4%.

(Mixquititla. 2020)

Dosis de 5 a 7 meq·L⁻¹ de K
rendimientos de 4335 kg·Ha.

Rendimiento



Resultados y Discusión

Tratamiento	Beneficio neto (USD)	Costo variable (USD)	Dominancia
T3	561,24	561,639914	D
T2	593,09	593,613674	ND
T1	604,17	604,915274	ND

Los tratamientos T1(4 meq·L⁻¹), y T2 (2,25 meq·L⁻¹), fueron no dominados, lo cual significa que, si se invierten 11,30 USD para producción de frutillas, se obtendrá una tasa de retorno marginal de 96,98%.

Tratamiento	Costo variable (USD)	Costo variable marginal (USD)	Beneficio neto (USD)	Beneficio neto marginal (USD)	Tasa de retorno marginal (%)
T1	604,91	11,30	604,02	11,88	96,28
T2	593,61		593,14		



Conclusiones

- Se logra evaluar las diferentes soluciones nutritivas en tres diferentes dosis con alteraciones en potasio donde las dosis de $4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ y $2,25 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K presentaron mejor acción sobre las variables agronómicas en el sistema semi hidropónico en base a solución Yamazaki, obteniendo mayor altura (26,40 cm y 25,20), peso fresco foliar (76,18 g y 74,58 g), peso seco foliar (13,13 g y 12,75 g), longitud de raíz (36,88 cm y 35,88 cm), contenido de clorofila (13,01 % y 12,51 %), contenido de nitrógeno (1,97 % y 1,87%), en comparación con el tratamiento de $0,5 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K . Mientras que solo en la dosis de $4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K se obtuvo mayor peso fresco de raíz (32,43 g) y peso seco de raíz (3,6 g), en comparación de las otras soluciones que presentaron menores valores para las variables descritas.
- La dosis de $4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K mostró un mejor comportamiento sobre las variables productivas, obteniendo un 40 % de plantas con una y dos flores y un 50% de plantas con dos y tres frutos. con relación al resto de los tratamientos.
- Al los 70 ddt, se determinó que la dosis de $4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K permitió obtener un mayor rendimiento ($306 \text{ kg}\cdot\text{Ha}^{-1}$), con una calidad de fruto en solidos solubles de 11,93 °Brix y dureza de $0,15 \text{ kg}\cdot\text{fuerza}^{-1}$. Mientras que se obtuvo a dosis de $2,25 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K calidad de fruto con solidos solubles de 8,42 °Brix y $0,28 \text{ kg}\cdot\text{fuerza}^{-1}$ sobre la dosis de $0,5 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K.
- Se logra realizar un análisis comparativo de costos donde se justifica la aplicación de los tratamientos T1 ($4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$) y T2 ($2,25 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$) en K debido a que se obtuvo una tasa de retorno marginal de 96,28 %, lo cual significa que por cada dólar que se invierte en la producción de fresa fertirrigadas a dosis de $4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ y $2,25 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K se recuperara 0,96 USD.



Recomendaciones

- *Se recomienda aplicar fertirrigación en fresa con soluciones nutritivas a $4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K hasta la fase vegetativa y soluciones nutritivas mayores a $4 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ en K para obtener mayor producción en fresa en la fase de floración y fructificación.
- *Para observar mayores diferencias significativas sobre las variables agronómicas, el contenido de potasio para análisis foliar y rendimiento, se recomienda realizarlo a partir de los 120 ddt.
- *Se recomienda realizar futuras investigaciones con las mismas concentraciones de potasio en los diferentes tratamientos, evaluando el impacto en el crecimiento y rendimiento a diferentes días después del trasplante.



AGRADECIMIENTOS



CARRERA DE
AGROPECUARIA



GRACIAS

