



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Curvas de Extracción de N, P, K, Ca, Mg, en el cultivo de *Fragaria x ananassa* fertilizado con Tecnología micro carbono (TMC) y fertilización convencional

Carrillo Rojas, Francisco Javier

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

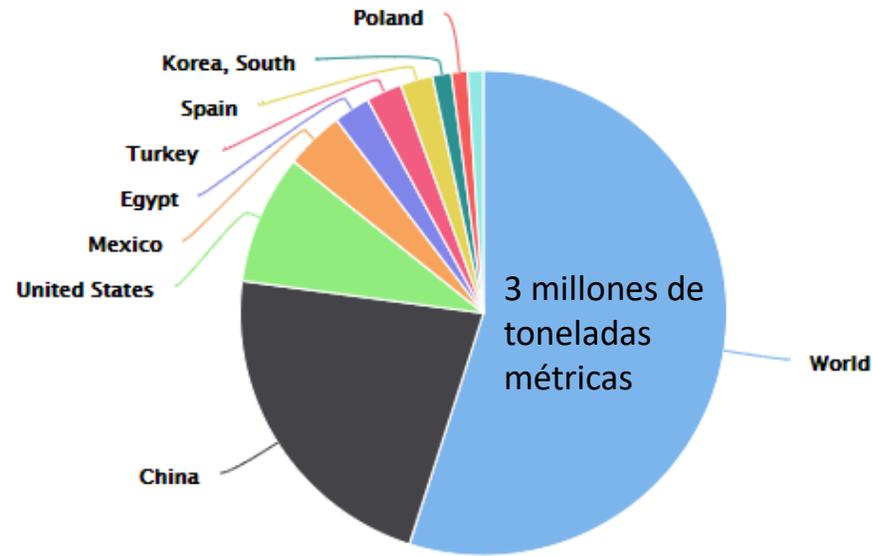
Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero agropecuario

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Anibal Mgtr.

27 de enero de 2022



INTRODUCCIÓN



La fruta en seis provincias

En el país hay 1 200 hectáreas

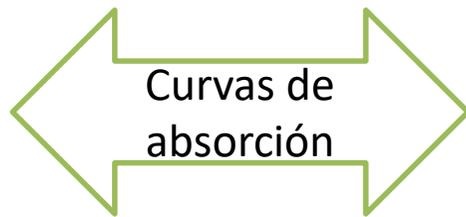


Elaborado por: Luis Chimborazo

Fuente: Comercio (2013)

Identificar la época adecuada de aplicación de fertilizantes

(García, 2014)
(Comercio, 2011).



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

La aplicación excesiva de fertilizantes



Suelo afectado



Rios afectados



Previene transmisión de plagas y enfermedades radiculares



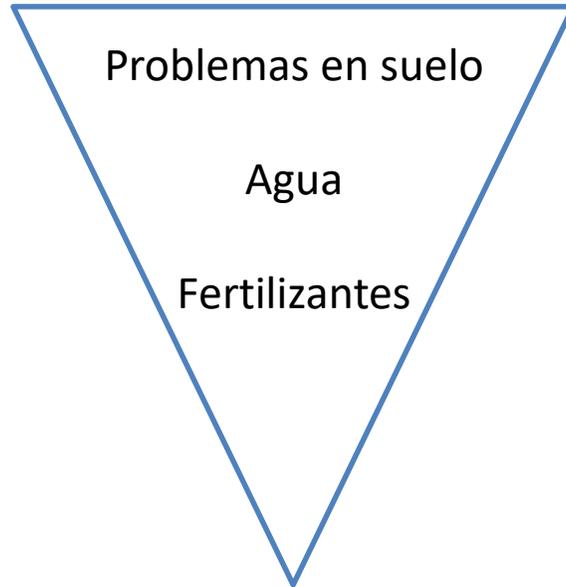
Aplicación de mulch plástico



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

JUSTIFICACIÓN

Limitante



Alternativa



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar curvas de extracción de N, P, K, Ca y Mg, en el cultivo *Fragaria x ananassa* fertilizado con tecnología micro carbono (TMC) y fertilización convencional.

ESPECÍFICOS

- Determinar el contenido de N, P, K, Ca y Mg en plantas de frutilla bajo fertilización tradicional y fertilización de micro carbono.
- Identificar la relación entre el crecimiento y demanda de N, P, K, Ca, Mg mediante curvas de extracción.
- Realizar un boletín técnico, de la extracción de nutrientes con la solución nutritiva empleada para el cultivo de frutilla en siembra directa en suelo.



METODOLOGÍA

Invernadero de Horticultura



Coordenadas referenciales

Longitud 78°24'44"O, latitud 0°23'20"S.

Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui,
Provincia de Pichincha

Condiciones del invernadero

Temperatura mínima: 10°

Temperatura máxima: 35°

Humedad relativa: 50%

Precipitación media anual: 1332.72 mm

(Guacapiña, 2020).



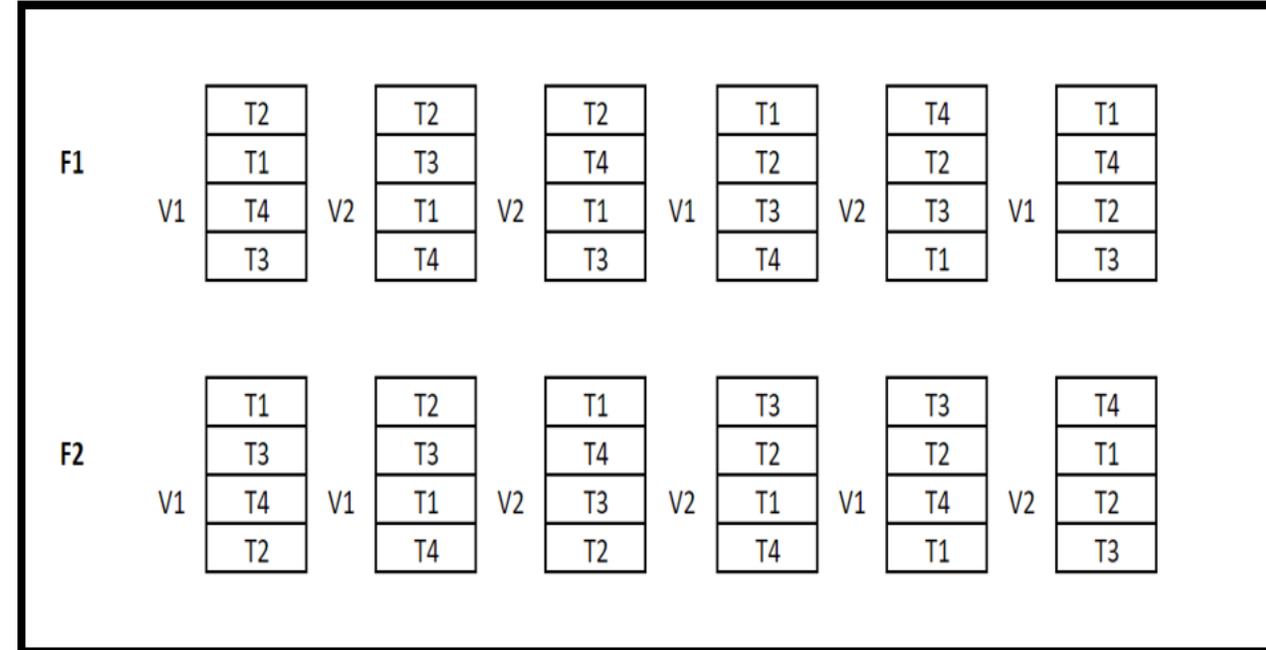
ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Conformación de los tratamientos

| Fertilización | Variedad | Nomenclatura | Tratamiento |
|---|------------------|--------------|-------------|
| Orgánica (TMC) - F1 | Albión (V1) | F1V1 | T1 |
| | San Andreas (V2) | F1V2 | T2 |
| Convencional (Técnica / Mineral) - F2 | Albión (V1) | F2V1 | T3 |
| | San Andreas (V2) | F2V2 | T4 |

Nota: *F= Fertilización *V= Variedad

Croquis del experimento



Nota: (F1= Fertilización TMC, F2= Fertilización Convencional (Técnica), V1= Variedad Albión, V2= Variedad San Andreas, T1= 30 días, T2= 60 días, T3= 90 días, T4= 120 días)

Conformación del experimento en campo



T1: Fertilizantes micro carbono

T2: Fertilizantes convencionales

El experimento contó con doce unidades experimentales, y un total de 31 plantas por cama a doble hilera.

Instalación del Sistema de Evaluación

Trabajo previo del terreno



Muestreo de suelo



Tanque



Bomba



Colocación mulch



Instalación sistema de riego



Desinfección plántulas



Propamocarb
1g.L-1 y
Carbendazin
1.5ml.L-1

Trasplante de las plántulas



Recolección y limpieza de muestras



Pesaje de muestras de raíz



Numero de hojas y Pesaje de muestras



Molido de muestras



Medición de N por Clorofila

METODOLOGÍA

Selección de la planta a medir



Planta seleccionada y medición de la parte media



Medidor de Clorofila



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Medición de nutrientes por absorción atómica y fósforo por espectrofotometría

3 g de la muestra molida

2 ml Agua desionizada

10ml de HCl



Filtrado y Aforo a 50 ml

Fósforo

- Molibdato de amonio
- Vanadato de amonio
- Ácido Nítrico



K, Ca, Mg



- Nitrato de lantano



Análisis estadístico

Diseño Experimental

Se realizó un diseño experimental completamente al azar en parcela subdividida (2 x 2 x 3) con 3 repeticiones.

Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza (ANAVA),
Se verificó la relación entre crecimiento y extracción mediante modelos de regresión lineal de segundo orden
Prueba LSD de Fisher

Variables a medir

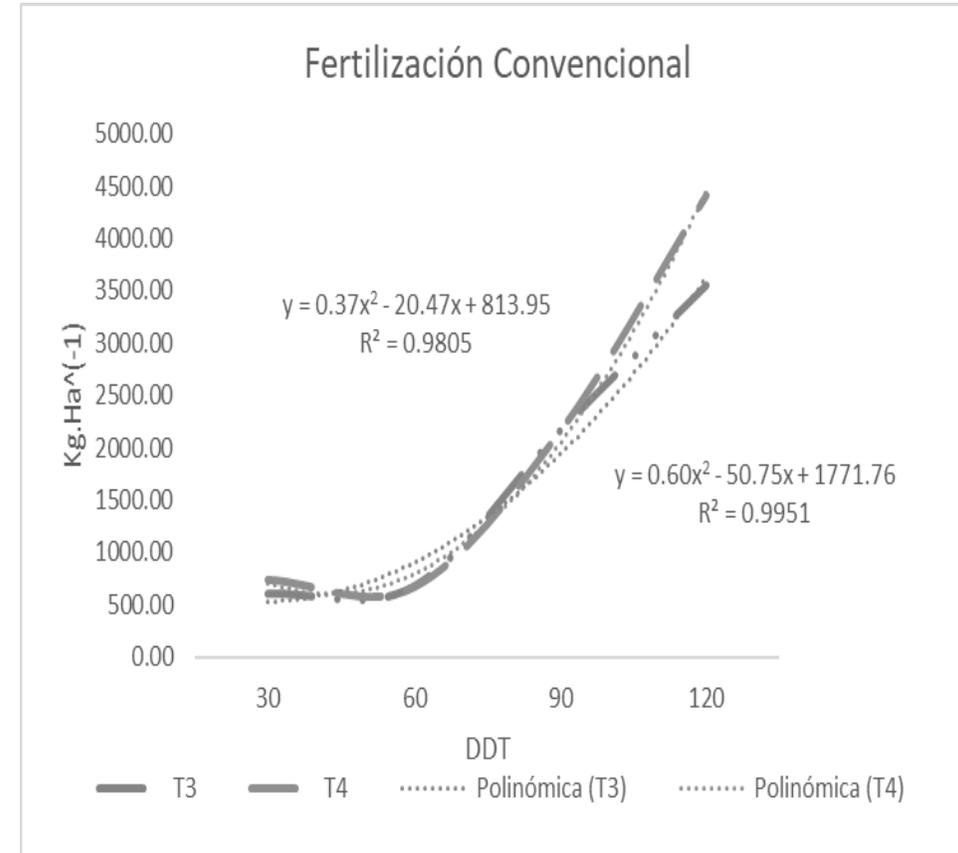
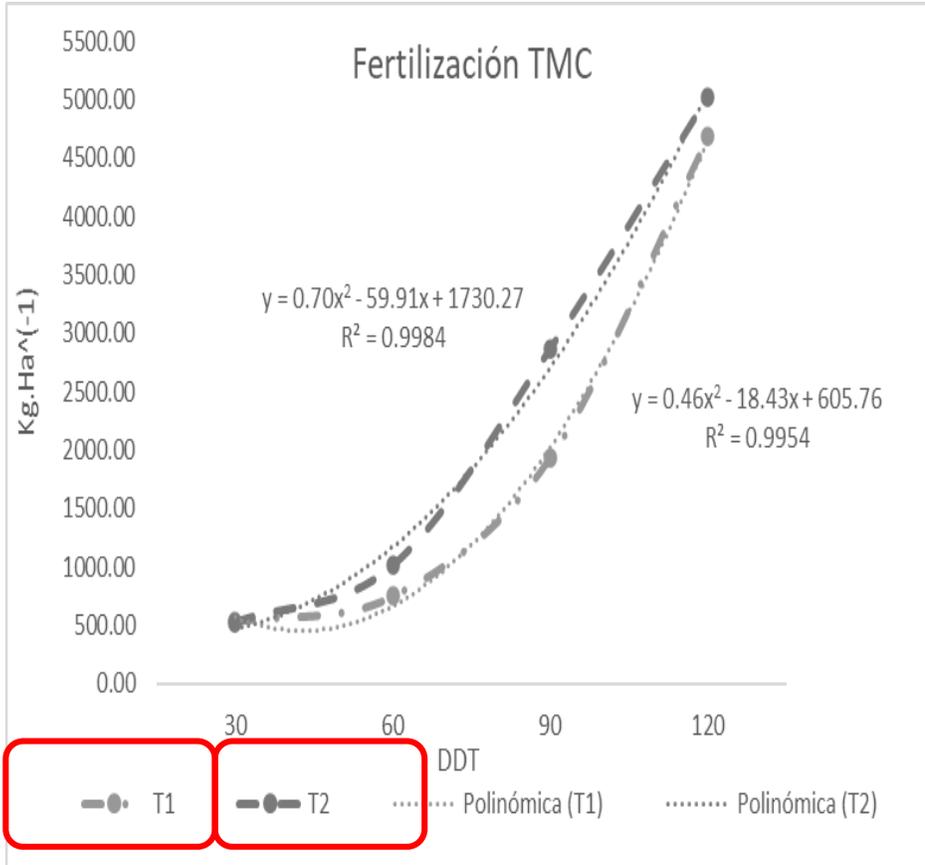
Tamaño de raíz
Peso fresco de raíz, tallos, hojas y flores
Número de tallos
Número de hojas
Número de flores
Análisis de Macro y Micro nutrientes



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Curvas de crecimiento

$(t_{1,13} = 5.03: p = 0.0002)$



(T2: $2868.16 \text{ kg. ha}^{-1}$) (90 DDT)

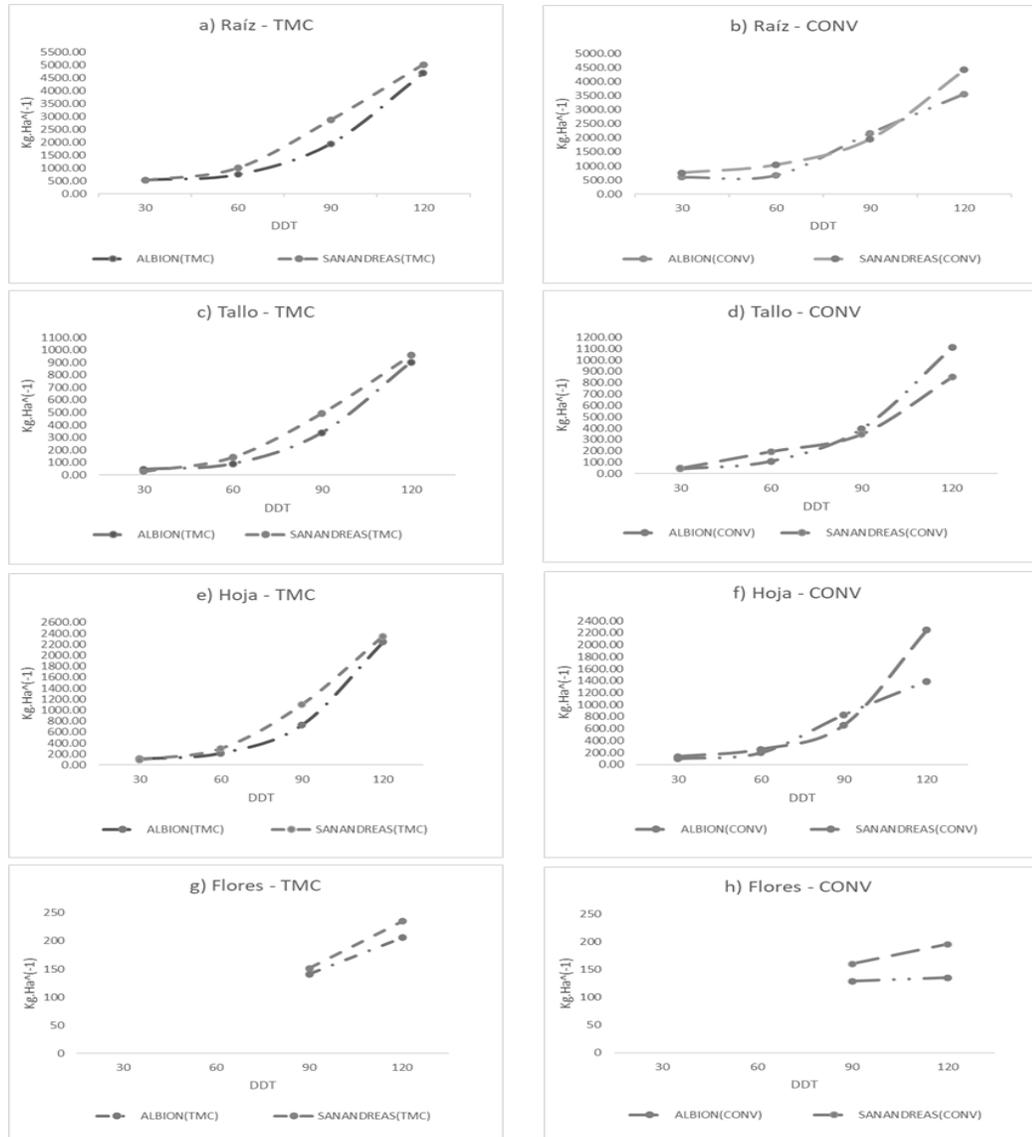
(T1: $4682.72 \text{ kg. ha}^{-1}$, T2: $5024.40 \text{ kg. ha}^{-1}$) (120 DDT)

(Molina, et al. 1993)

>Materia seca > Absorción de elementos



Curvas de crecimiento



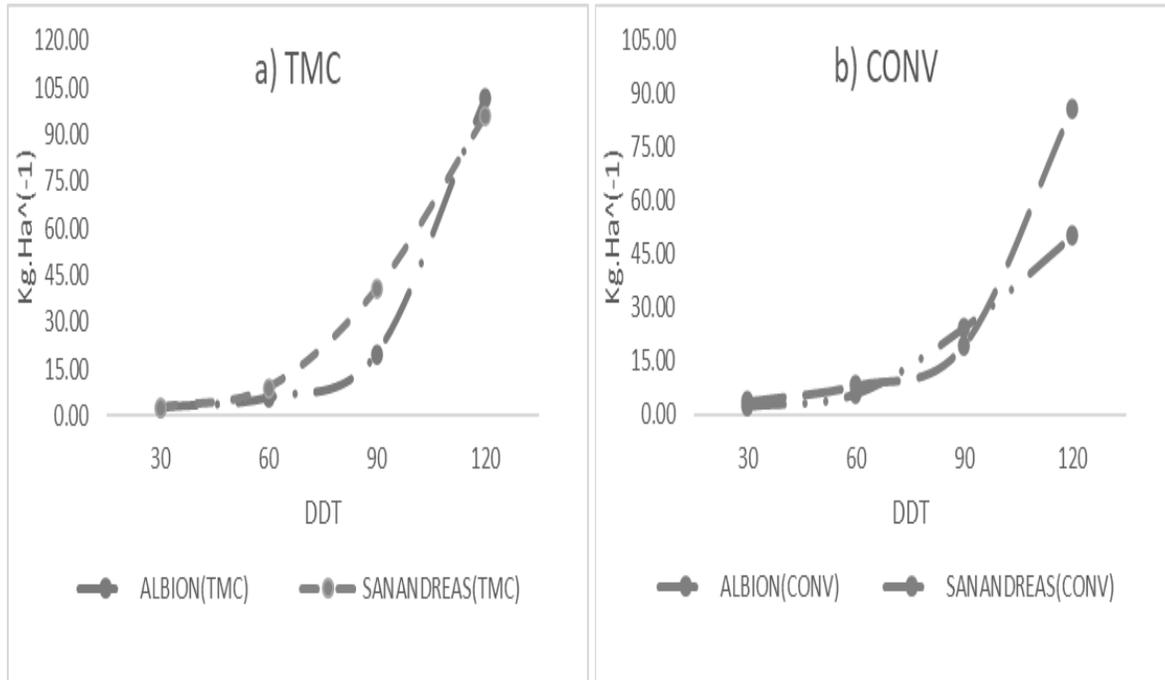
(Kirschbaum, et al., 2012)

La raíz es un órgano de reserva de carbohidratos y minerales

El tallo es un órgano secundario de reserva

En hojas, (T1: 2244.37 $kg. ha^{-1}$, T2: 2348.50 $kg. ha^{-1}$, T3: 1390.95 $kg. ha^{-1}$, T4: 2245.83 $kg. ha^{-1}$),

Nitrógeno



| | | Nitrógeno | |
|-----|--------------|----------------|-----|
| DDT | Tratamiento | media ± DE | |
| 30 | T1(ALB.TMC) | 2.68 ± 0.68 | a |
| | T2(SNA.TMC) | 2.60 ± 1.44 | a |
| | T3(ALB.CONV) | 2.46 ± 0.48 | a |
| | T4*SNA.CONV) | 3.77 ± 0.32 | a |
| 60 | T1(ALB.TMC) | 5.85 ± 1.40 | a |
| | T2(SNA.TMC) | 8.99 ± 3.34 | ab |
| | T3(ALB.CONV) | 5.96 ± 0.90 | a |
| | T4*SNA.CONV) | 8.21 ± 1.43 | ab |
| 90 | T1(ALB.TMC) | 19.83 ± 6.35 | abc |
| | T2(SNA.TMC) | 40.51 ± 18.37 | bc |
| | T3(ALB.CONV) | 24.46 ± 11.16 | abc |
| | T4*SNA.CONV) | 19.57 ± 4.54 | abc |
| 120 | T1(ALB.TMC) | 101.36 ± 64.35 | d |
| | T2(SNA.TMC) | 95.60 ± 18.19 | d |
| | T3(ALB.CONV) | 50.09 ± 22.85 | c |
| | T4*SNA.CONV) | 85.78 ± 32.29 | d |

(Rodríguez y Flórez, 2004)

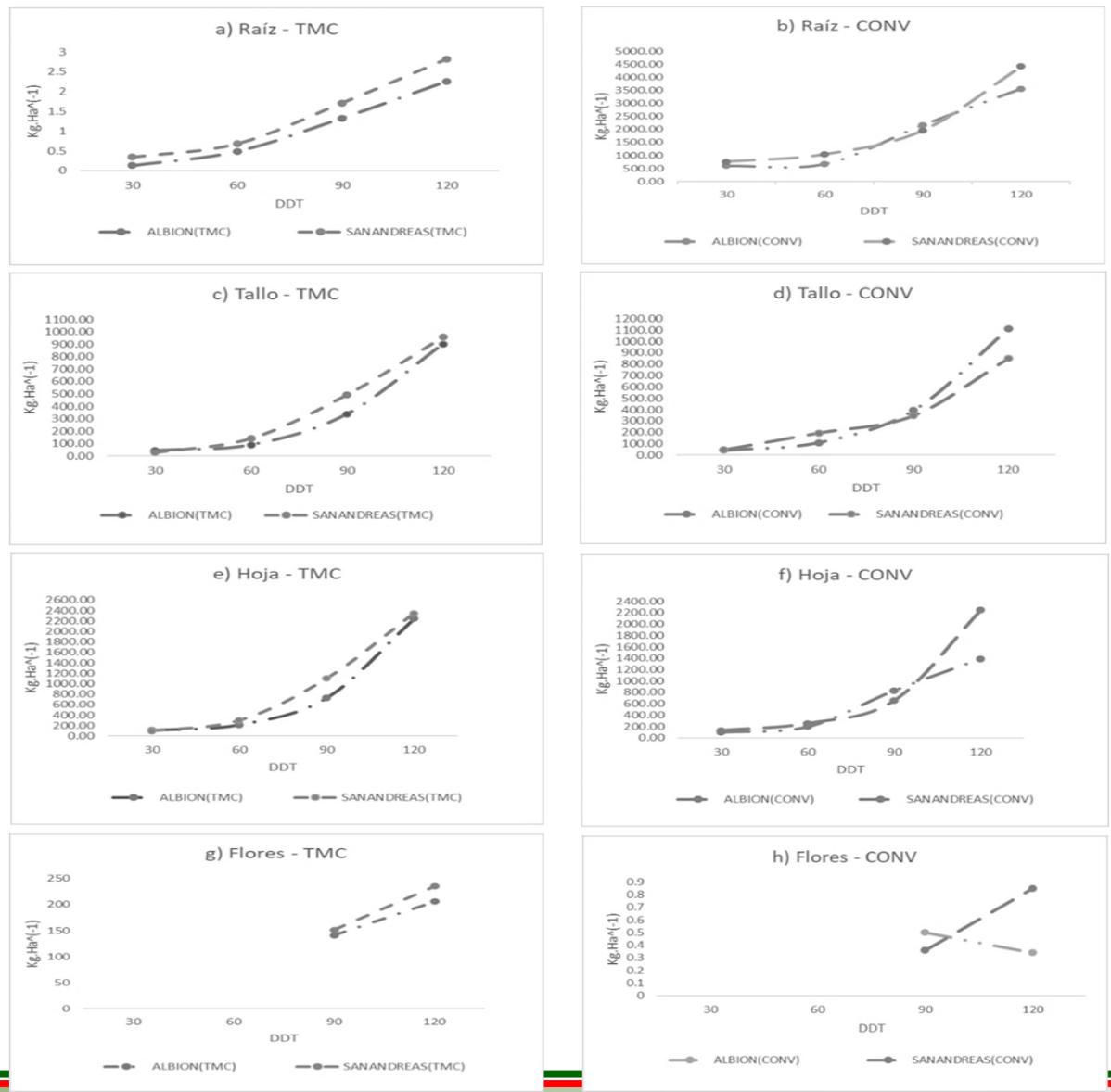
Interviene en el desarrollo de órganos vegetativos y reproductivos



Curvas de absorción de nutrientes

RESULTADOS

Fósforo



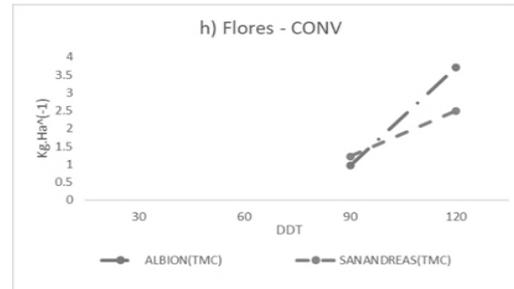
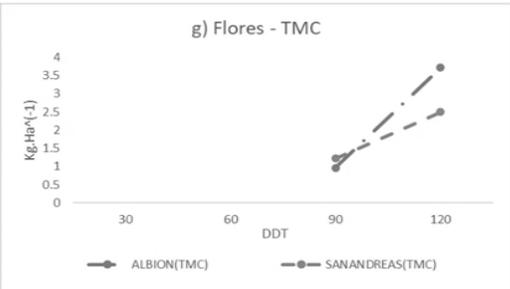
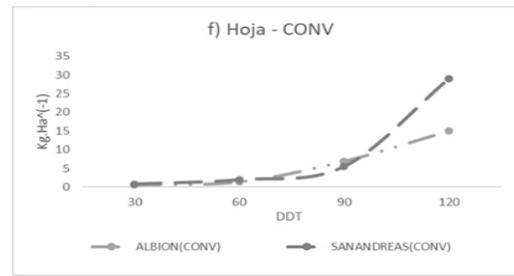
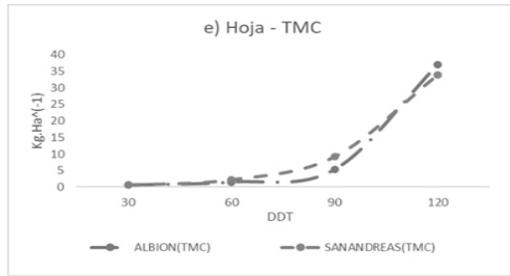
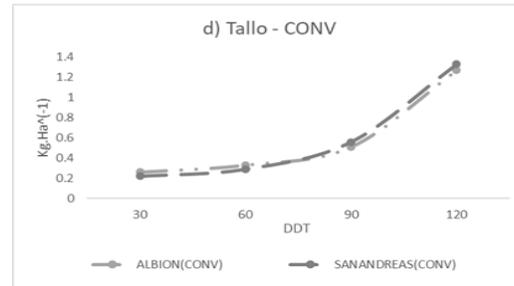
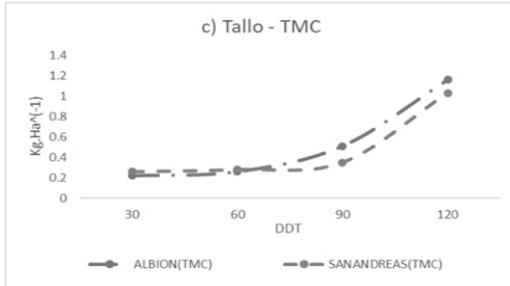
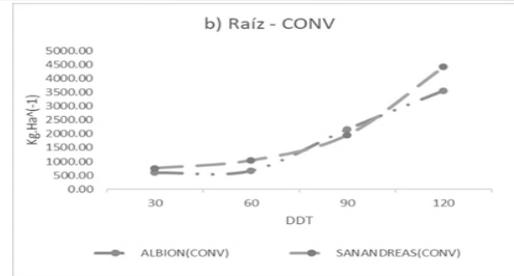
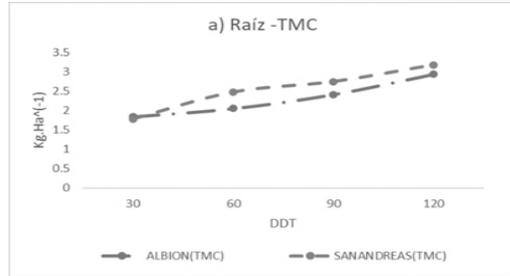
| | | Fósforo | | | |
|-----|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| DDT | Tratamiento | Raíz | Tallo | Hojas | Flores |
| 30 | T1(ALB.TMC) | 0.13 ± 0.06 a | 0.15 ± 0.07 a | 0.32 ± 0.03 a | - |
| | T2(SNA.TMC) | 0.34 ± 0.11 ab | 0.07 ± 0.01 a | 0.19 ± 0.14 a | - |
| | T3(ALB.CONV) | 0.17 ± 0.04 a | 0.08 ± 0.03 a | 0.08 ± 0.05 a | - |
| | T4*SNA.CONV) | 0.17 ± 0.05 a | 0.05 ± 0.04 a | 0.19 ± 0.06 a | - |
| 60 | T1(ALB.TMC) | 0.49 ± 0.05 ab | 0.13 ± 0.04 a | 0.35 ± 0.12 a | - |
| | T2(SNA.TMC) | 0.68 ± 0.04 ab | 0.29 ± 0.16 a | 0.77 ± 0.30 a | - |
| | T3(ALB.CONV) | 0.36 ± 0.14 ab | 0.21 ± 0.11 a | 0.54 ± 0.10 a | - |
| | T4*SNA.CONV) | 1.07 ± 0.22 abc | 0.52 ± 0.27 ab | 0.68 ± 0.18 a | - |
| 90 | T1(ALB.TMC) | 1.33 ± 0.50 bcd | 0.55 ± 0.10 ab | 2.21 ± 0.25 a | 0.34 ± 0.26 a |
| | T2(SNA.TMC) | 1.71 ± 0.06 cd | 1.04 ± 0.48 abc | 3.02 ± 0.97 ab | 0.50 ± 0.21 a |
| | T3(ALB.CONV) | 1.07 ± 0.05 abc | 0.93 ± 0.55 abc | 3.43 ± 2.22 abc | 0.50 ± 0.23 a |
| | T4*SNA.CONV) | 0.74 ± 0.24 abc | 0.20 ± 0.06 a | 0.75 ± 0.31 a | 0.36 ± 0.18 a |
| 120 | T1(ALB.TMC) | 2.26 ± 0.91 de | 2.00 ± 0.88 bcd | 13.24 ± 6.96 d | 0.81 ± 0.36 a |
| | T2(SNA.TMC) | 2.82 ± 2.05 e | 2.17 ± 2.01 cd | 7.76 ± 6.75 c | 0.63 ± 0.32 a |
| | T3(ALB.CONV) | 0.93 ± 0.19 abc | 3.16 ± 3.10 d | 3.55 ± 2.04 abc | 0.34 ± 0.12 a |
| | T4*SNA.CONV) | 2.74 ± 0.67 e | 2.30 ± 0.46 cd | 7.11 ± 2.63 bc | 0.85 ± 0.88 a |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p<0.05)

(Hirzel, 2017) → elemento esencial para el crecimiento y floración

Curvas de absorción de nutrientes

Potasio



| DDT | Tratamiento | Potasio | | | |
|-----|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | Raíz | Tallo | Hojas | Flores |
| 30 | T1(ALB.TMC) | 1.84 ± 0.13 a | 0.22 ± 0.02 a | 0.57 ± 0.12 a | - |
| | T2(SNA.TMC) | 1.78 ± 0.35 a | 0.26 ± 0.04 ab | 0.66 ± 0.36 a | - |
| | T3(ALB.CONV) | 1.99 ± 0.32 ab | 0.26 ± 0.06 ab | 0.64 ± 0.02 a | - |
| | T4*SNA.CONV) | 2.19 ± 0.06 bc | 0.22 ± 0.03 a | 0.78 ± 0.09 a | - |
| 60 | T1(ALB.TMC) | 2.05 ± 0.22 ab | 0.26 ± 0.04 ab | 1.43 ± 0.34 a | - |
| | T2(SNA.TMC) | 2.47 ± 0.23 cd | 0.28 ± 0.04 ab | 2.30 ± 0.83 a | - |
| | T3(ALB.CONV) | 2.60 ± 0.28 de | 0.33 ± 0.02 abc | 1.44 ± 0.08 a | - |
| | T4*SNA.CONV) | 2.47 ± 0.14 cd | 0.29 ± 0.02 abc | 1.92 ± 0.53 a | - |
| 90 | T1(ALB.TMC) | 2.41 ± 0.35 cd | 0.51 ± 0.14 bc | 5.25 ± 1.34 ab | 0.96 ± 0.98 a |
| | T2(SNA.TMC) | 2.74 ± 0.01 def | 0.35 ± 0.13 abc | 9.25 ± 2.70 ab | 1.22 ± 0.32 a |
| | T3(ALB.CONV) | 2.81 ± 0.27 ef | 0.51 ± 0.09 bc | 6.93 ± 2.50 ab | 1.05 ± 0.43 a |
| | T4*SNA.CONV) | 2.89 ± 0.17 efg | 0.56 ± 0.43 c | 5.44 ± 1.21 ab | 1.41 ± 1.03 a |
| 120 | T1(ALB.TMC) | 2.93 ± 0.10 efg | 1.16 ± 0.25 de | 37.10 ± 18.39 c | 3.72 ± 2.66 a |
| | T2(SNA.TMC) | 3.17 ± 0.28 gh | 1.03 ± 0.36 d | 33.96 ± 8.52 c | 2.50 ± 0.36 a |
| | T3(ALB.CONV) | 3.37 ± 0.09 h | 1.27 ± 0.06 de | 14.99 ± 4.73 b | 1.94 ± 0.57 a |
| | T4*SNA.CONV) | 3.07 ± 0.23 fgh | 1.33 ± 0.31 e | 28.99 ± 12.31 c | 2.87 ± 1.30 a |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p≤0.05)

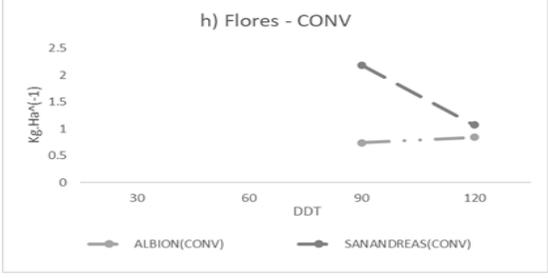
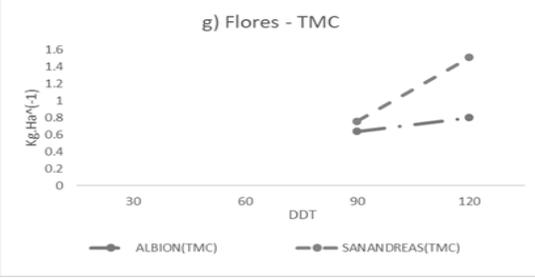
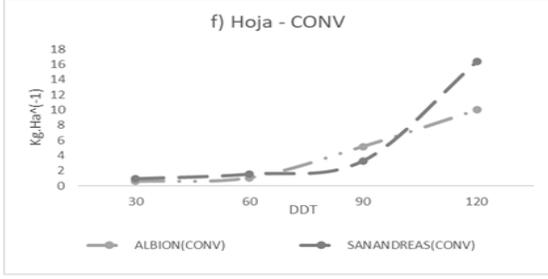
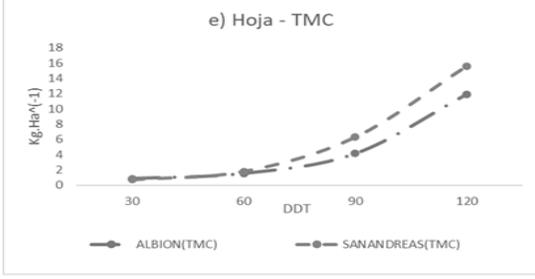
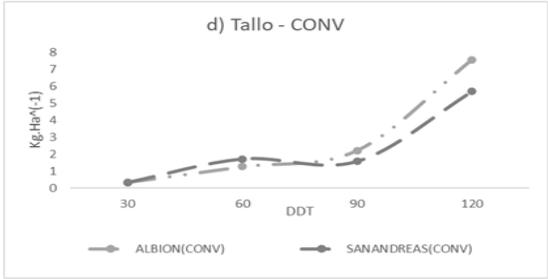
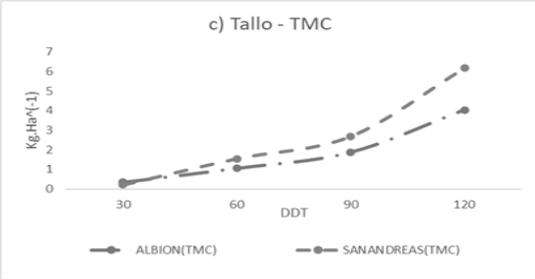
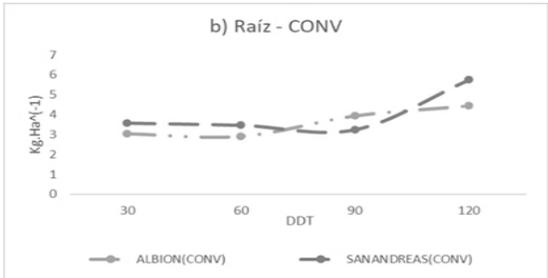
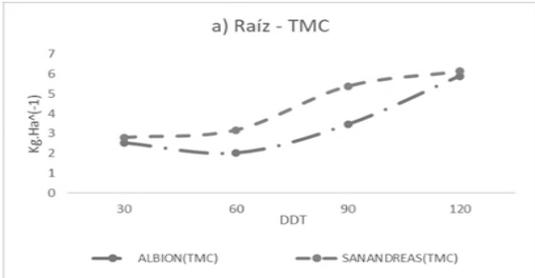
(Rodríguez & Flórez, 2004)

La presencia de potasio tanto en hojas como en flores se ve reflejada en el tamaño de las mismas y su desarrollo



Curvas de absorción de nutrientes

Calcio



| Calcio | | | | | |
|--------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| DDT | Tratamiento | Raíz | Tallo | Hojas | Flores |
| 30 | T1(ALB.TMC) | 2.54 ± 0.06 ab | 0.35 ± 0.17 ab | 0.86 ± 0.33 a | - |
| | T2(SNA.TMC) | 2.81 ± 0.86 abc | 0.21 ± 0.08 a | 0.71 ± 0.32 a | - |
| | T3(ALB.CONV) | 3.04 ± 1.03 abc | 0.33 ± 0.06 ab | 0.58 ± 0.17 a | - |
| | T4*SNA.CONV) | 3.58 ± 0.58 abc | 0.31 ± 0.08 ab | 0.96 ± 0.13 ab | - |
| 60 | T1(ALB.TMC) | 2.03 ± 0.38 a | 1.06 ± 0.16 abc | 1.53 ± 0.39 ab | - |
| | T2(SNA.TMC) | 3.18 ± 0.64 abc | 1.55 ± 0.69 abc | 1.80 ± 0.98 ab | - |
| | T3(ALB.CONV) | 2.91 ± 0.91 abc | 1.25 ± 0.11 abc | 1.05 ± 0.36 ab | - |
| | T4*SNA.CONV) | 3.47 ± 1.05 abc | 1.70 ± 0.68 abc | 1.56 ± 0.71 ab | - |
| 90 | T1(ALB.TMC) | 3.46 ± 0.74 abc | 1.88 ± 0.68 abc | 4.13 ± 0.34 abc | 0.64 ± 0.56 a |
| | T2(SNA.TMC) | 5.39 ± 0.40 def | 2.69 ± 0.87 cd | 6.28 ± 2.24 cd | 0.76 ± 0.36 a |
| | T3(ALB.CONV) | 3.94 ± 1.17 bcd | 2.21 ± 0.12 bcd | 5.19 ± 3.42 bc | 0.74 ± 0.56 a |
| | T4*SNA.CONV) | 3.25 ± 0.80 abc | 1.56 ± 0.42 abc | 3.31 ± 1.00 abc | 2.18 ± 2.13 a |
| 120 | T1(ALB.TMC) | 5.89 ± 1.78 ef | 4.04 ± 1.06 de | 11.92 ± 5.94 ef | 0.80 ± 0.21 a |
| | T2(SNA.TMC) | 6.14 ± 1.86 f | 6.18 ± 0.97 f | 15.59 ± 1.98 fg | 1.51 ± 0.82 a |
| | T3(ALB.CONV) | 4.44 ± 1.45 cde | 7.56 ± 4.19 f | 10.01 ± 4.64 de | 0.84 ± 0.39 a |
| | T4*SNA.CONV) | 5.75 ± 1.08 ef | 5.69 ± 0.48 ef | 16.39 ± 4.56 g | 1.07 ± 0.95 a |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p<0.05)

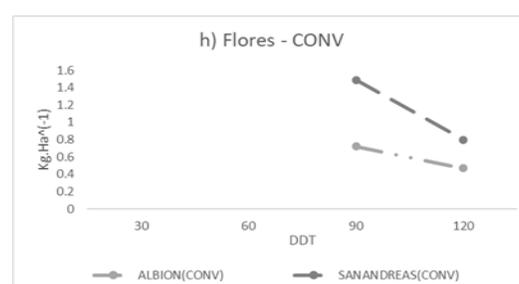
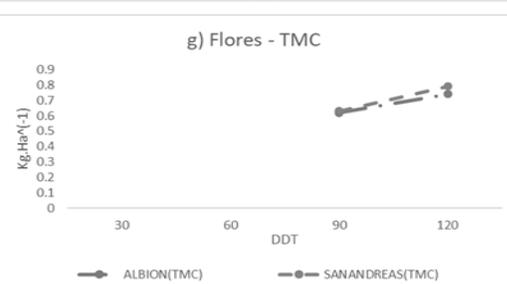
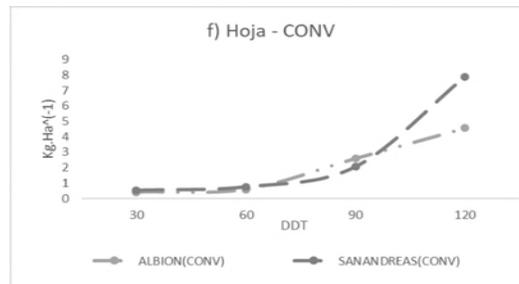
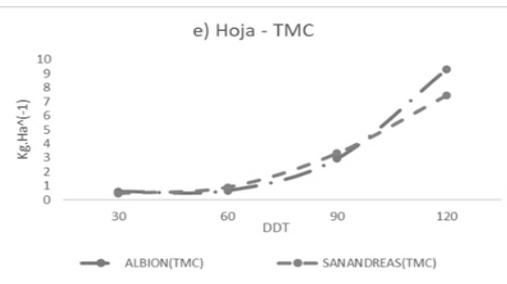
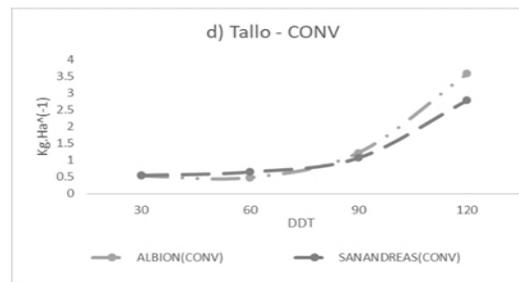
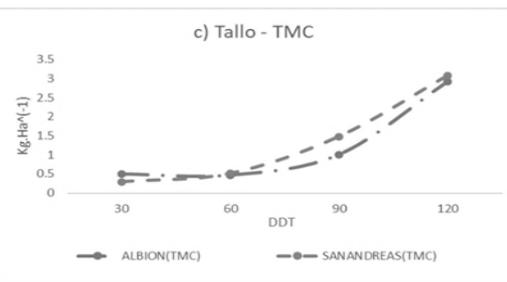
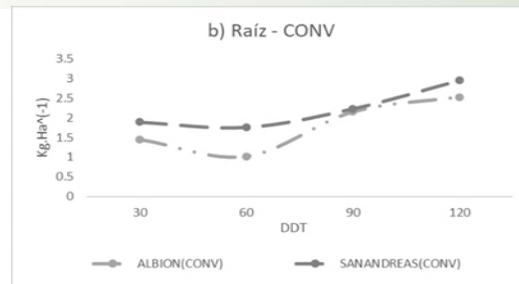
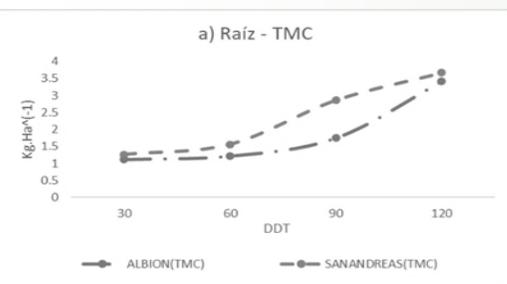
(Demirsoy *et al.*, 2010)
 La concentración de este elemento en la planta depende de la transpiración



Magnesio

Curvas de absorción de nutrientes

RESULTADOS



| | | Magnesio | | | | |
|-----|--------------|------------------|----------------|----------------|---------------|--|
| DDT | Tratamiento | Raíz | Tallo | Hojas | Flores | |
| 30 | T1(ALB.TMC) | 1.12 ± 0.09 a | 0.50 ± 0.14 a | 0.60 ± 0.14 a | - | |
| | T2(SNA.TMC) | 1.26 ± 0.38 ab | 0.29 ± 0.17 a | 0.46 ± 0.13 a | - | |
| | T3(ALB.CONV) | 1.45 ± 0.48 abc | 0.53 ± 0.04 ab | 0.41 ± 0.14 a | - | |
| | T4*SNA.CONV) | 1.89 ± 0.18 bcde | 0.55 ± 0.06 ab | 0.53 ± 0.08 a | - | |
| 60 | T1(ALB.TMC) | 1.22 ± 0.15 ab | 0.47 ± 0.06 a | 0.66 ± 0.18 a | - | |
| | T2(SNA.TMC) | 1.56 ± 0.15 abcd | 0.51 ± 0.02 a | 0.89 ± 0.32 a | - | |
| | T3(ALB.CONV) | 1.02 ± 0.16 a | 0.48 ± 0.03 a | 0.59 ± 0.02 a | - | |
| | T4*SNA.CONV) | 1.76 ± 0.53 abcd | 0.65 ± 0.28 ab | 0.75 ± 0.20 a | - | |
| 90 | T1(ALB.TMC) | 1.75 ± 0.23 abcd | 1.01 ± 0.26 ab | 2.92 ± 1.15 ab | 0.62 ± 0.28 a | |
| | T2(SNA.TMC) | 2.86 ± 0.06 fgh | 1.48 ± 0.43 b | 3.31 ± 0.83 ab | 0.63 ± 0.17 a | |
| | T3(ALB.CONV) | 2.15 ± 0.56 cdef | 1.22 ± 0.24 ab | 2.59 ± 1.20 ab | 0.72 ± 0.54 a | |
| | T4*SNA.CONV) | 2.23 ± 0.61 defg | 1.07 ± 0.13 ab | 2.06 ± 0.26 ab | 1.49 ± 1.33 a | |
| 120 | T1(ALB.TMC) | 3.41 ± 0.76 hi | 2.92 ± 1.22 c | 9.29 ± 6.26 d | 0.74 ± 0.11 a | |
| | T2(SNA.TMC) | 3.67 ± 0.67 i | 3.08 ± 0.64 c | 7.44 ± 0.51 cd | 0.79 ± 0.25 a | |
| | T3(ALB.CONV) | 2.53 ± 0.08 efg | 3.58 ± 1.77 c | 4.56 ± 2.06 bc | 0.47 ± 0.12 a | |
| | T4*SNA.CONV) | 2.95 ± 0.19 ghi | 2.78 ± 0.25 c | 7.90 ± 2.84 d | 0.80 ± 0.50 a | |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p≤0.05)

(Sánchez 2017)
Contenido de clorofila



Extracción total de los fertilizantes

RESULTADOS

T1: Fertilizantes TMC – Variedad Albión

T2: Fertilizantes TMC – Variedad San Andreas

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 16.39 | 64.05 | 56.86 | 15.45 | 38.19 |
| Tallo | - | 12.96 | 74.06 | 43.36 | 32.57 | 40.74 |
| Hojas | 295.32 | 45.97 | 116.74 | 88.05 | 56.38 | 120.49 |
| Flores | - | 2.4 | 7.72 | 3.06 | 3.39 | 4.14 |
| Total | 295.32 | 77.72 | 262.57 | 191.33 | 107.79 | 203.56 |

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 15.34 | 88.62 | 73.96 | 37.72 | 53.91 |
| Tallo | - | 11.66 | 74.72 | 49.17 | 31.83 | 41.85 |
| Hojas | 402.81 | 31.18 | 141.76 | 98.39 | 55.1 | 145.85 |
| Flores | - | 1.88 | 7.23 | 4.43 | 2.9 | 4.11 |
| Total | 402.81 | 60.06 | 312.33 | 225.95 | 127.55 | 245.71 |

T3: Fertilizante Convencional – Variedad Albión

T4: Fertilizante Convencional – Variedad San Andreas

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 12.3 | 68.99 | 59.81 | 28.33 | 42.36 |
| Tallo | - | 14.67 | 96.86 | 53.46 | 39.16 | 51.04 |
| Hojas | 273.36 | 25.02 | 85.05 | 61.48 | 33.64 | 95.71 |
| Flores | - | 1.48 | 6.16 | 3.21 | 2.49 | 3.34 |
| Total | 273.36 | 53.47 | 257.06 | 177.96 | 103.62 | 192.44 |

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 11.37 | 82.13 | 64.99 | 35.56 | 48.51 |
| Tallo | - | 6.94 | 83.57 | 39.84 | 31.18 | 40.38 |
| Hojas | 354.52 | 17.17 | 113.46 | 83.71 | 44.84 | 122.74 |
| Flores | - | 2.01 | 8.65 | 6.25 | 4.47 | 5.35 |
| Total | 354.52 | 37.49 | 287.81 | 194.79 | 116.05 | 216.98 |

(Molina et al. 1993) en Chandler: 169,36 kg.ha⁻¹

(Guacapiña, 2020) en Monterrey: 237,93 kg.ha⁻¹

(Avitia - García, 2014) en Duch: 174 kg.ha⁻¹

N>K>Ca>Mg>P



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

Extracción total de los fertilizantes

RESULTADOS

T1: Fertilizantes TMC – Variedad Albión

T2: Fertilizantes TMC – Variedad San Andreas

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 16.39 | 64.05 | 56.86 | 15.45 | 38.19 |
| Tallo | - | 12.96 | 74.06 | 43.36 | 32.57 | 40.74 |
| Hojas | 295.32 | 45.97 | 116.74 | 88.05 | 56.38 | 120.49 |
| Flores | - | 2.4 | 7.72 | 3.06 | 3.39 | 4.14 |
| Total | 295.32 | 77.72 | 262.57 | 191.33 | 107.79 | 203.56 |

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 15.34 | 88.62 | 73.96 | 37.72 | 53.91 |
| Tallo | - | 11.66 | 74.72 | 49.17 | 31.83 | 41.85 |
| Hojas | 402.81 | 31.18 | 141.76 | 98.39 | 55.1 | 145.85 |
| Flores | - | 1.88 | 7.23 | 4.43 | 2.9 | 4.11 |
| Total | 402.81 | 60.06 | 312.33 | 225.95 | 127.55 | 245.71 |

T3: Fertilizante Convencional – Variedad Albión

T4: Fertilizante Convencional – Variedad San Andreas

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 12.3 | 68.99 | 59.81 | 28.33 | 42.36 |
| Tallo | - | 14.67 | 96.86 | 53.46 | 39.16 | 51.04 |
| Hojas | 273.36 | 25.02 | 85.05 | 61.48 | 33.64 | 95.71 |
| Flores | - | 1.48 | 6.16 | 3.21 | 2.49 | 3.34 |
| Total | 273.36 | 53.47 | 257.06 | 177.96 | 103.62 | 192.44 |

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 11.37 | 82.13 | 64.99 | 35.56 | 48.51 |
| Tallo | - | 6.94 | 83.57 | 39.84 | 31.18 | 40.38 |
| Hojas | 354.52 | 17.17 | 113.46 | 83.71 | 44.84 | 122.74 |
| Flores | - | 2.01 | 8.65 | 6.25 | 4.47 | 5.35 |
| Total | 354.52 | 37.49 | 287.81 | 194.79 | 116.05 | 216.98 |

La relación alta de Ca/Mg provoca una absorción menor de Mg (Rodríguez & Flórez, 2004).

N>K>Ca>Mg>P



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

Extracción total de los fertilizantes

RESULTADOS

T1: Fertilizantes TMC – Variedad Albión

T2: Fertilizantes TMC – Variedad San Andreas

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 16.39 | 64.05 | 56.86 | 15.45 | 38.19 |
| Tallo | - | 12.96 | 74.06 | 43.36 | 32.57 | 40.74 |
| Hojas | 295.32 | 45.97 | 116.74 | 88.05 | 56.38 | 120.49 |
| Flores | - | 2.4 | 7.72 | 3.06 | 3.39 | 4.14 |
| Total | 295.32 | 77.72 | 262.57 | 191.33 | 107.79 | 203.56 |

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 15.34 | 88.62 | 73.96 | 37.72 | 53.91 |
| Tallo | - | 11.66 | 74.72 | 49.17 | 31.83 | 41.85 |
| Hojas | 402.81 | 31.18 | 141.76 | 98.39 | 55.1 | 145.85 |
| Flores | - | 1.88 | 7.23 | 4.43 | 2.9 | 4.11 |
| Total | 402.81 | 60.06 | 312.33 | 225.95 | 127.55 | 245.71 |

T3: Fertilizante Convencional – Variedad Albión

T4: Fertilizante Convencional – Variedad San Andreas

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 12.3 | 68.99 | 59.81 | 28.33 | 42.36 |
| Tallo | - | 14.67 | 96.86 | 53.46 | 39.16 | 51.04 |
| Hojas | 273.36 | 25.02 | 85.05 | 61.48 | 33.64 | 95.71 |
| Flores | - | 1.48 | 6.16 | 3.21 | 2.49 | 3.34 |
| Total | 273.36 | 53.47 | 257.06 | 177.96 | 103.62 | 192.44 |

| Parte de la planta | N | P | K | Ca | Mg | |
|--------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kg. ha ⁻¹ | | | | | X |
| Raíz | - | 11.37 | 82.13 | 64.99 | 35.56 | 48.51 |
| Tallo | - | 6.94 | 83.57 | 39.84 | 31.18 | 40.38 |
| Hojas | 354.52 | 17.17 | 113.46 | 83.71 | 44.84 | 122.74 |
| Flores | - | 2.01 | 8.65 | 6.25 | 4.47 | 5.35 |
| Total | 354.52 | 37.49 | 287.81 | 194.79 | 116.05 | 216.98 |

(Sánchez, 2017) en Albión 41,1kg/ha

(Guacapiña, 2020) en Monterrey: 59.80 kg.ha⁻¹

N>K>Ca>Mg>P

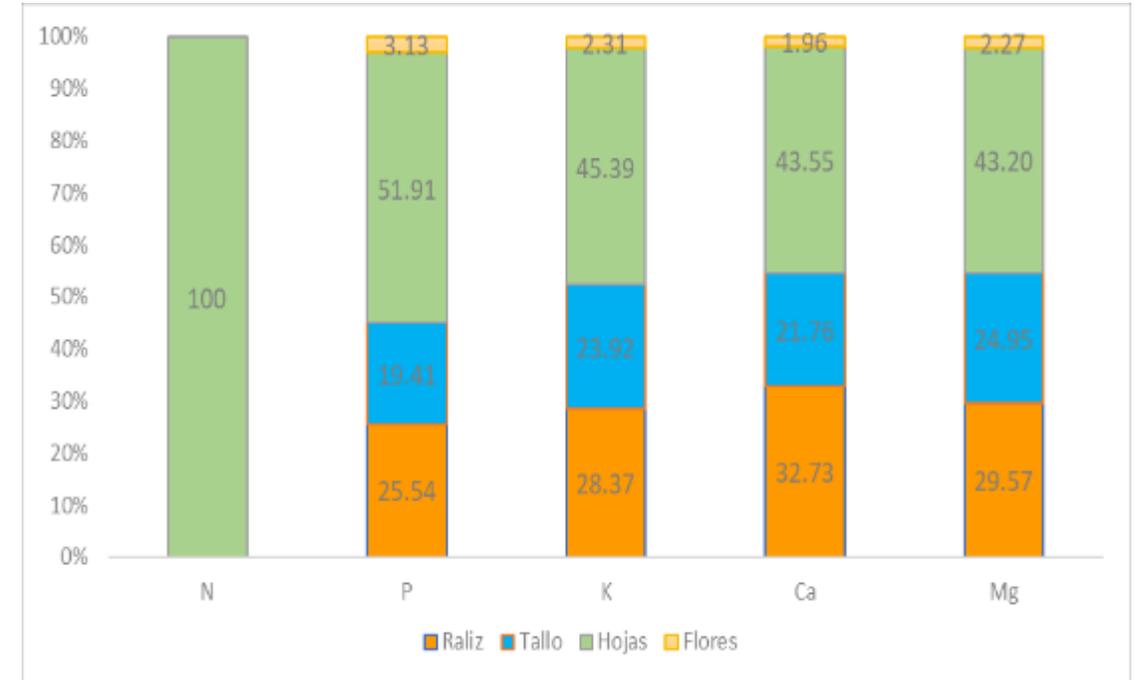
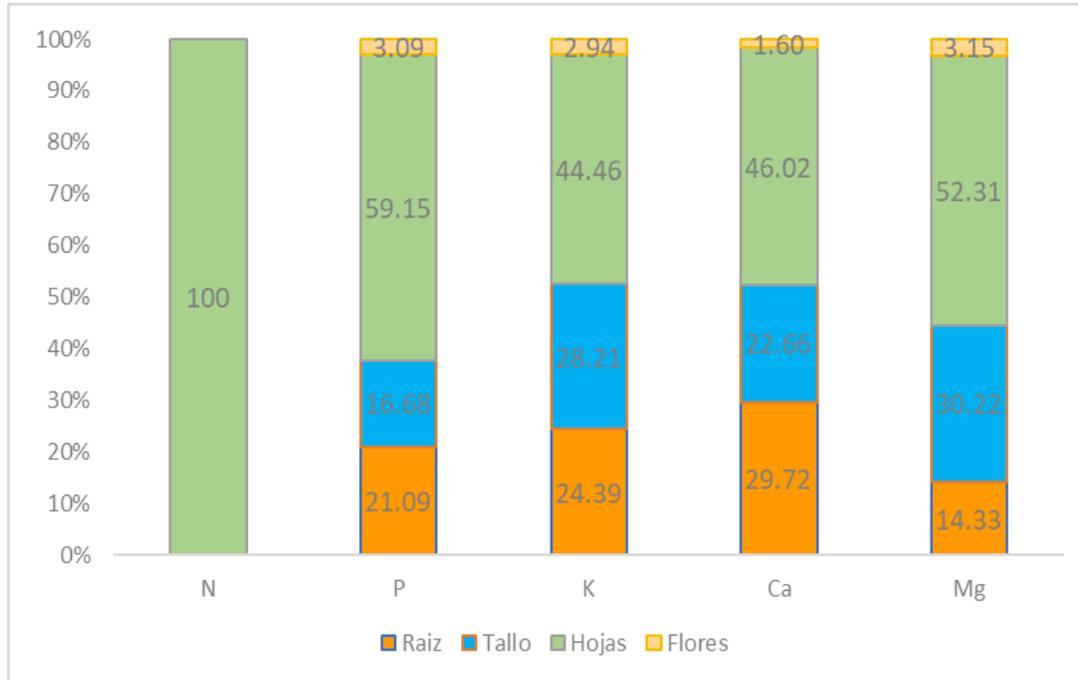


ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

Extracción total de los fertilizantes

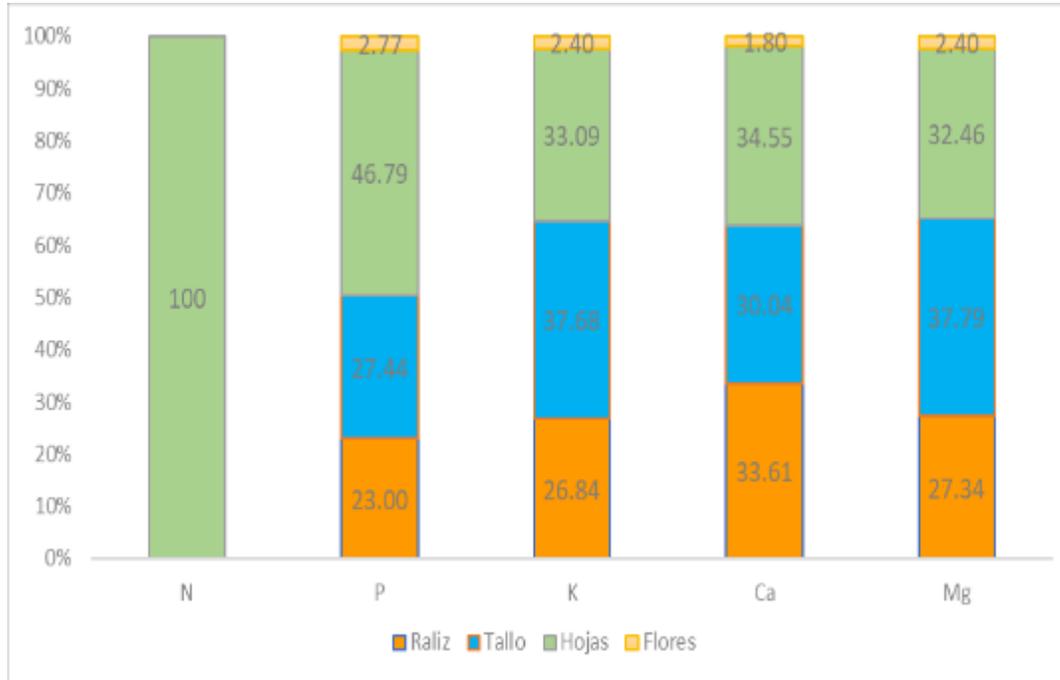
T1: Fertilizantes TMC – Variedad Albión

T2: Fertilizantes TMC – Variedad San Andreas

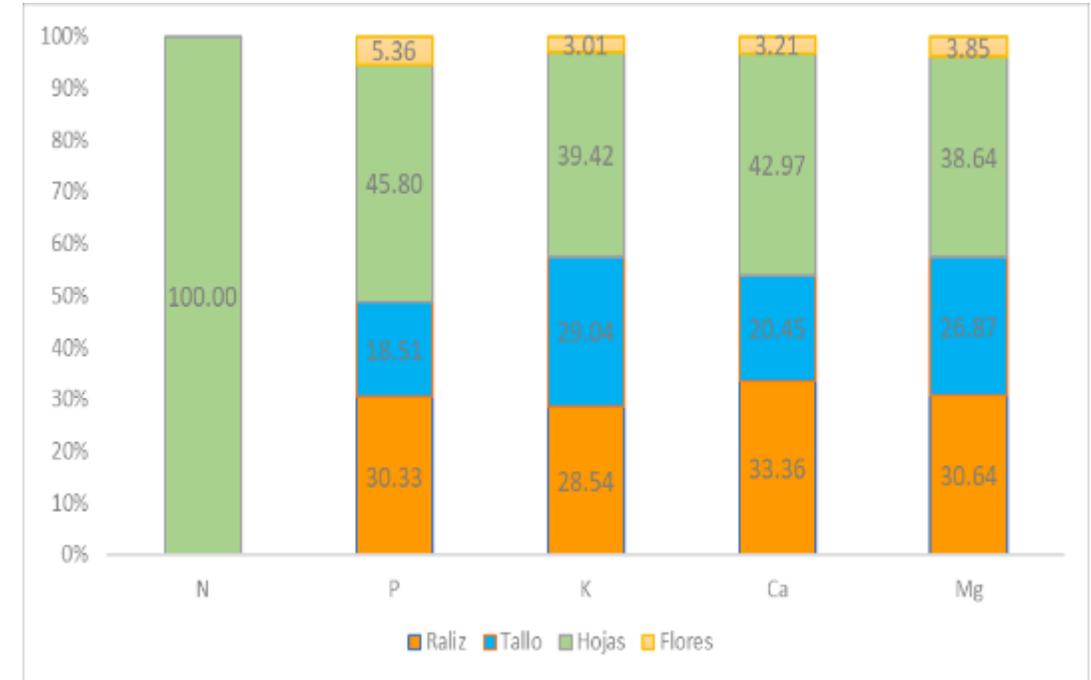


Extracción total de los fertilizantes

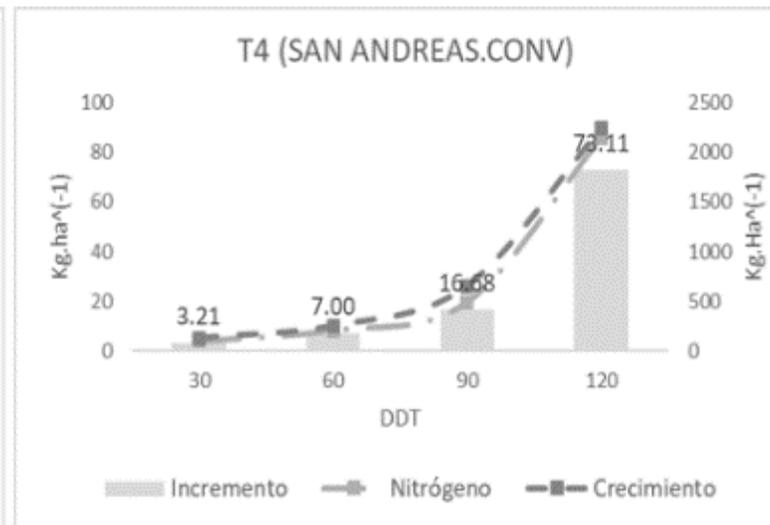
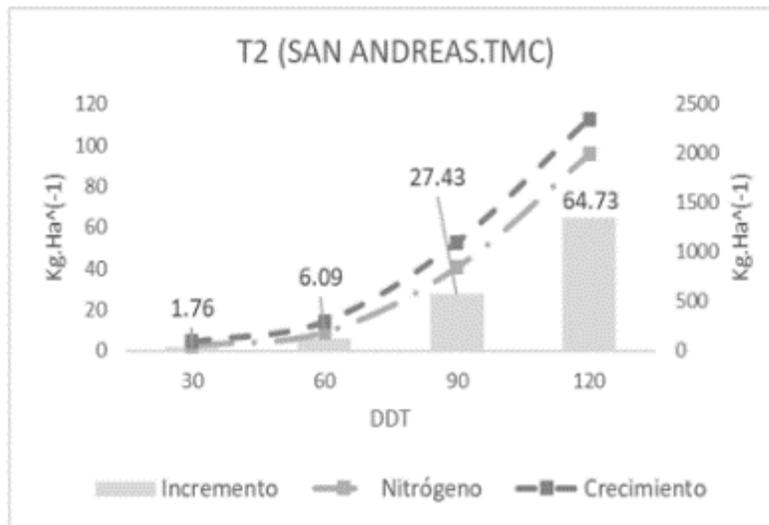
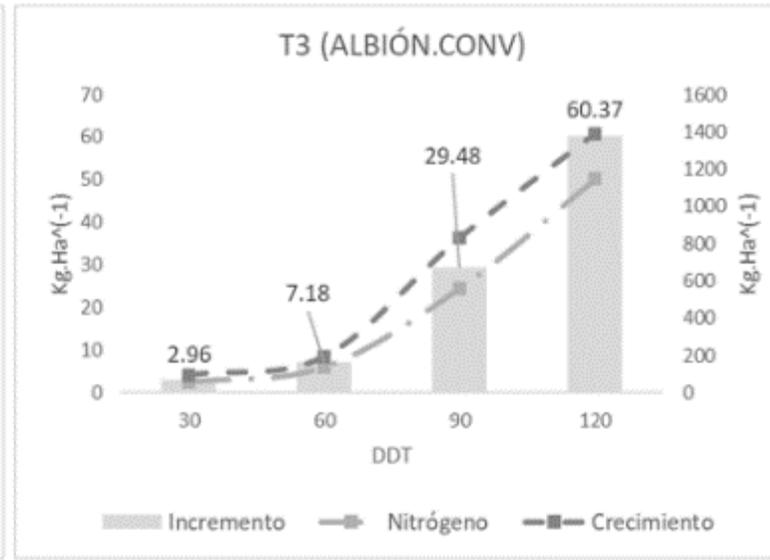
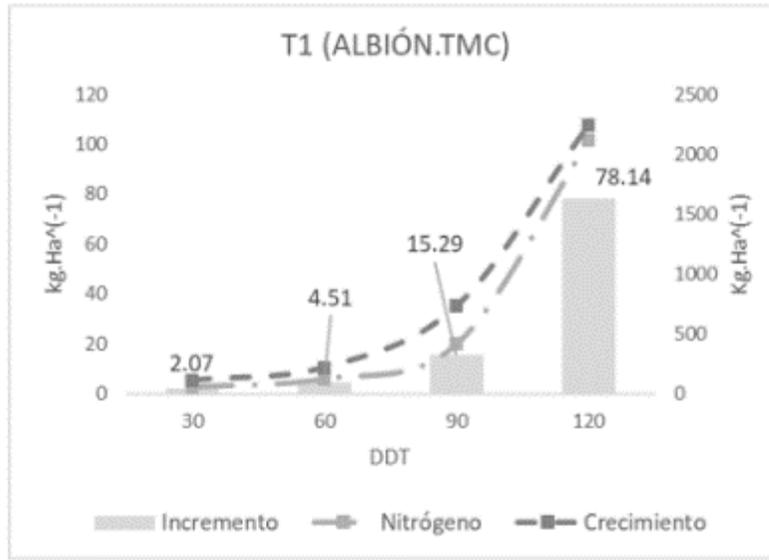
**T3: Fertilizante Convencional –
Variedad Albión**



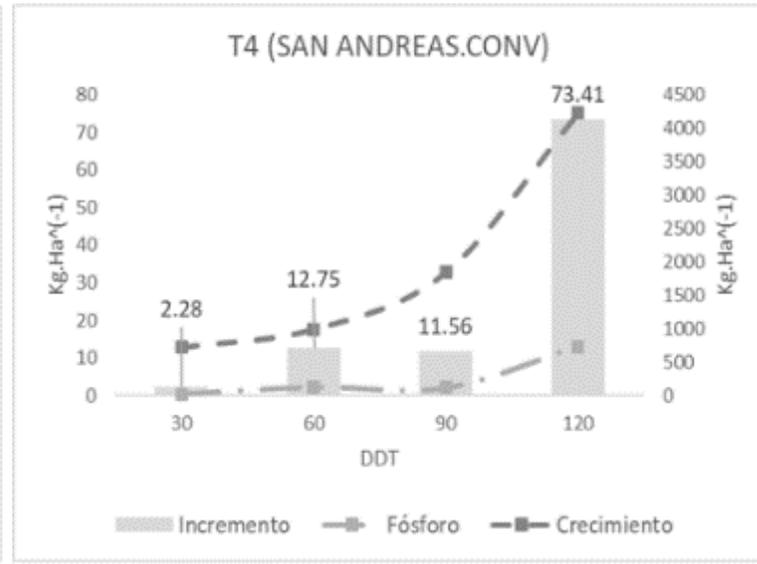
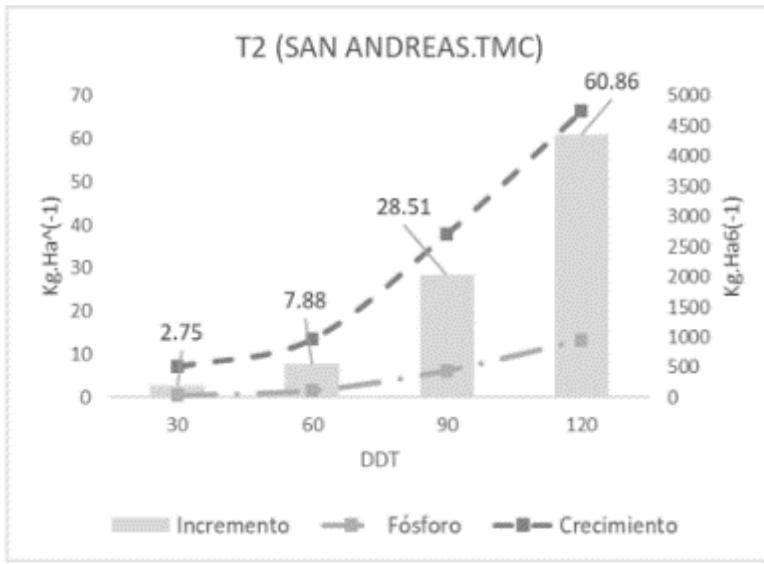
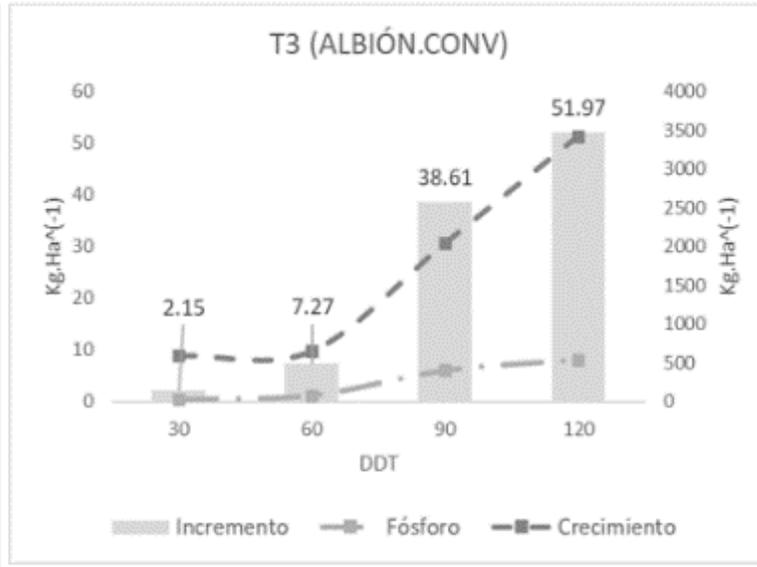
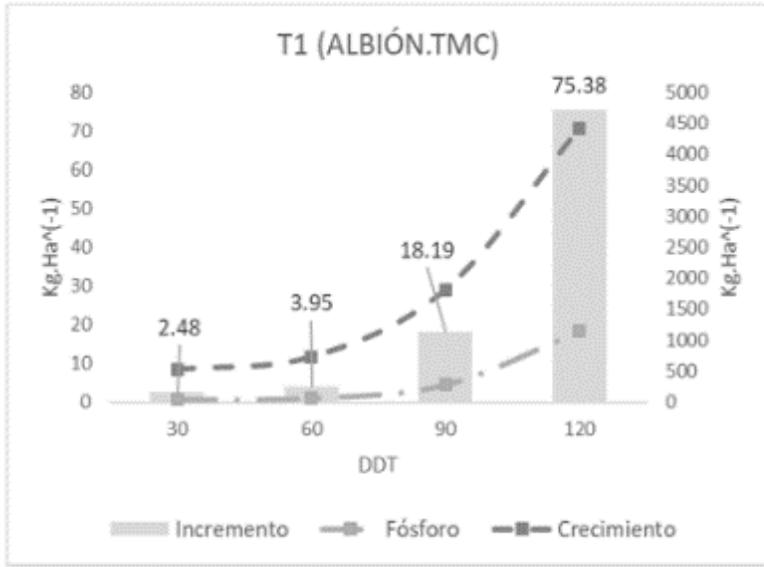
**T4: Fertilizante Convencional – Variedad
San Andreas**



Nitrógeno

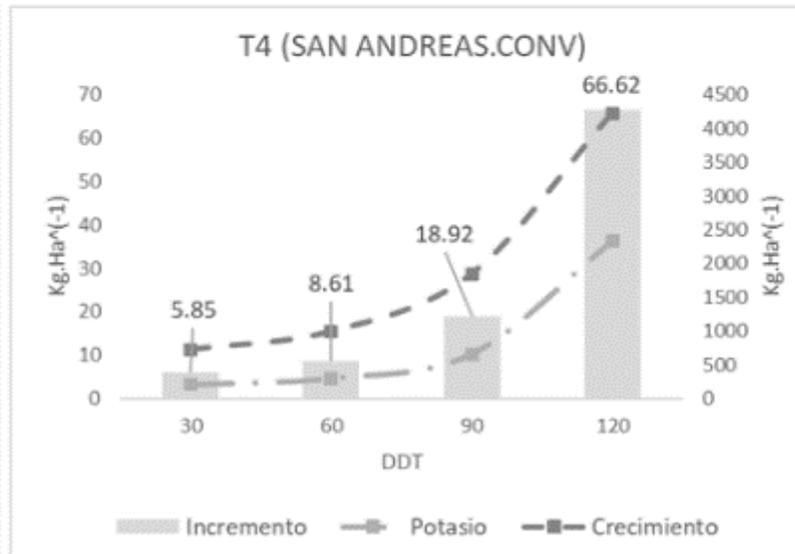
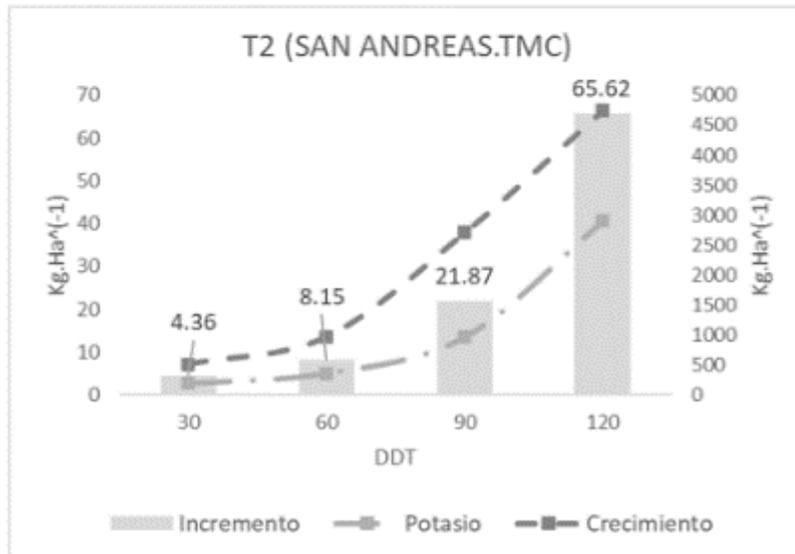
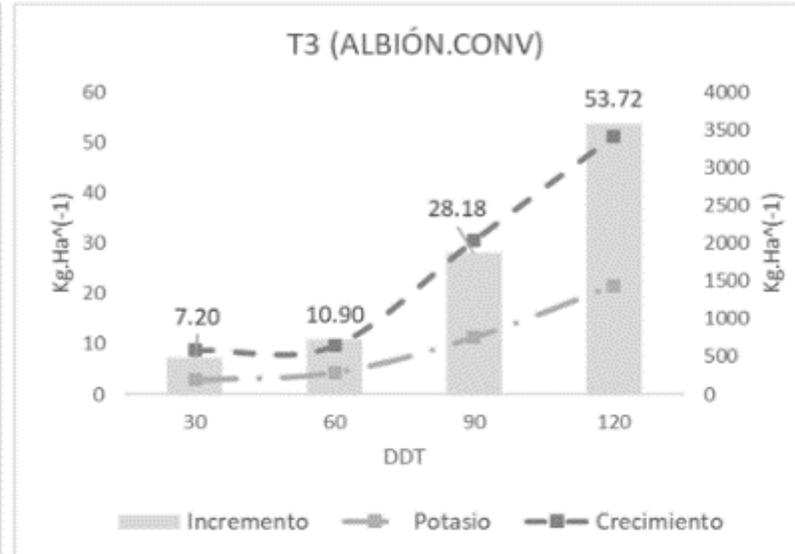
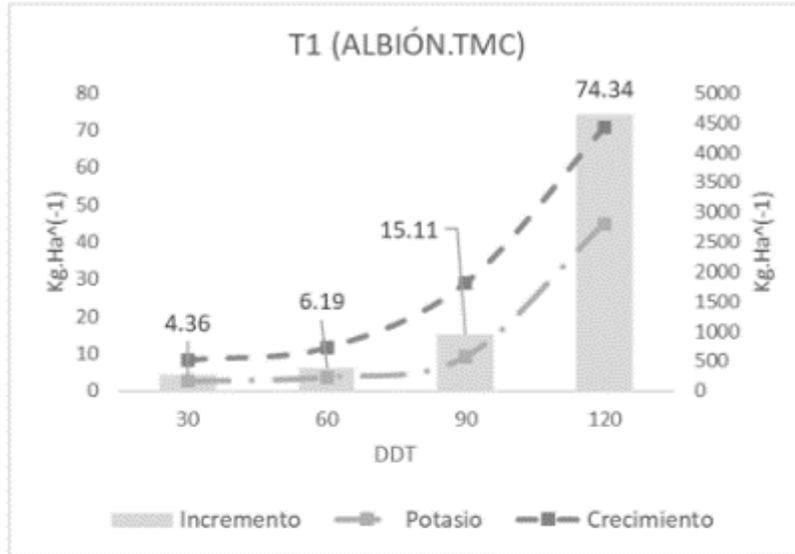


Fósforo



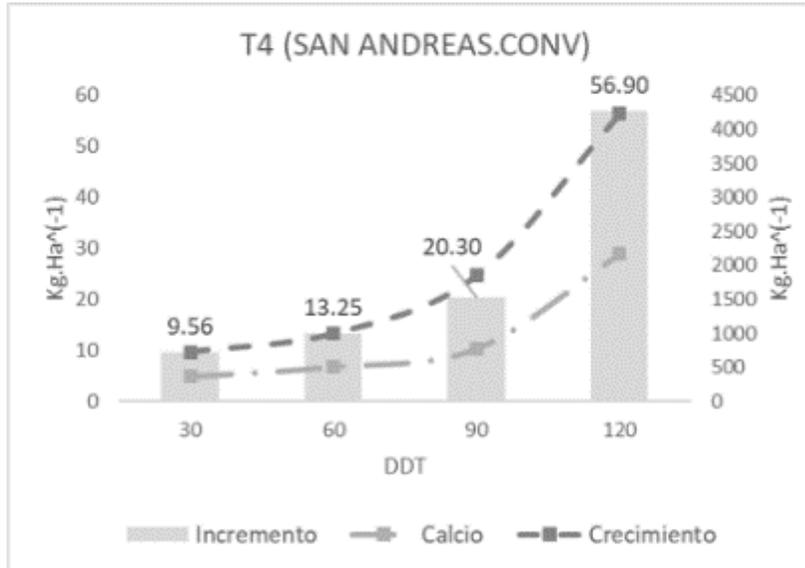
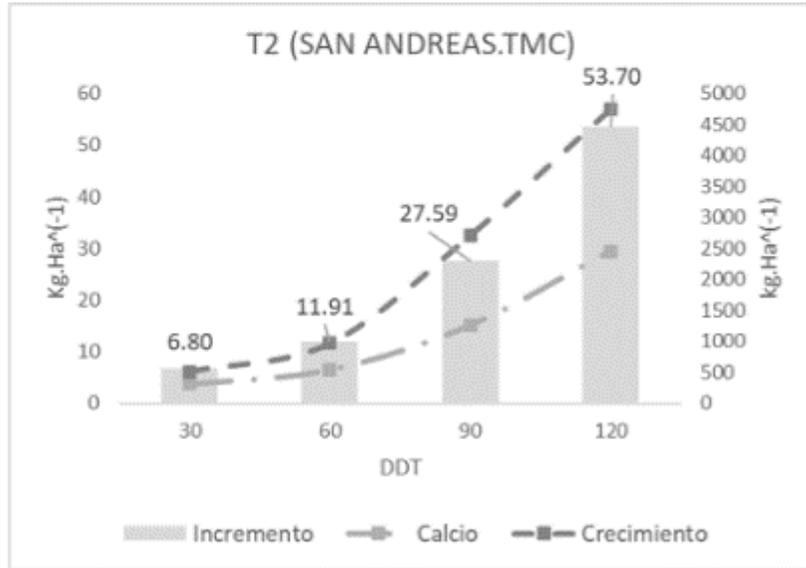
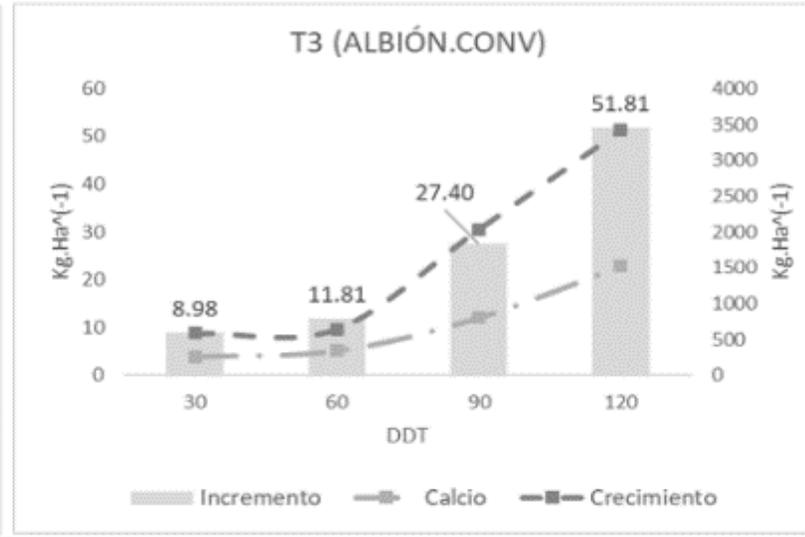
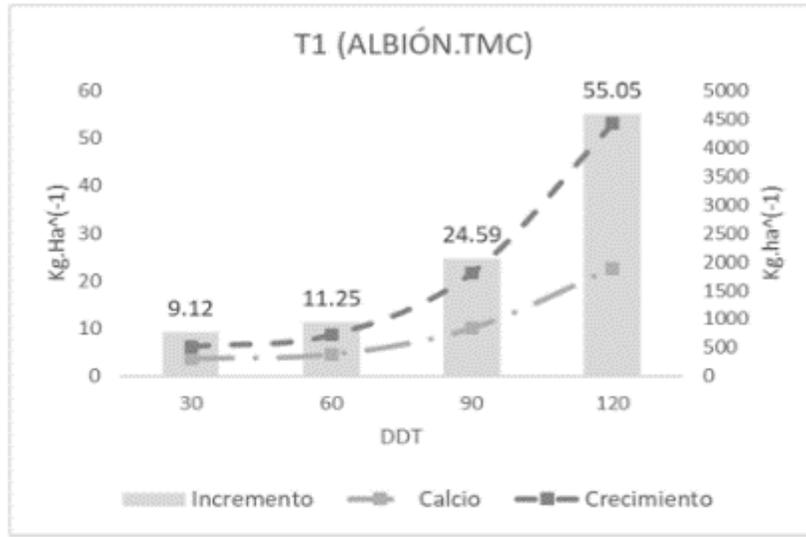
(Molina et al., 1993) aumenta en el tiempo (Hirzel, 2017) es un elemento esencial para el crecimiento y floración

Potasio



Molina et al (1993) en la variedad Chandler
 Avitia-García, *et al.* (2014) en la variedad Dutch y con Guacapiña (2020) en la variedad Monterrey

Calcio



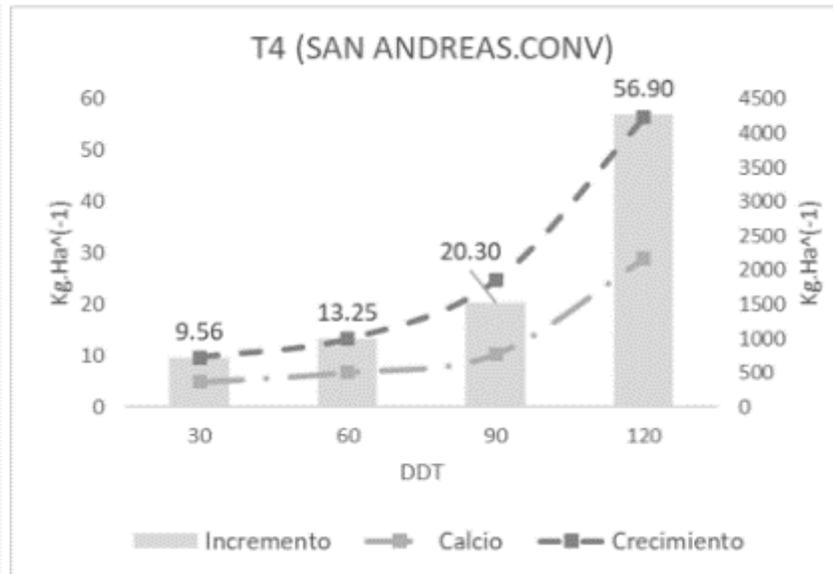
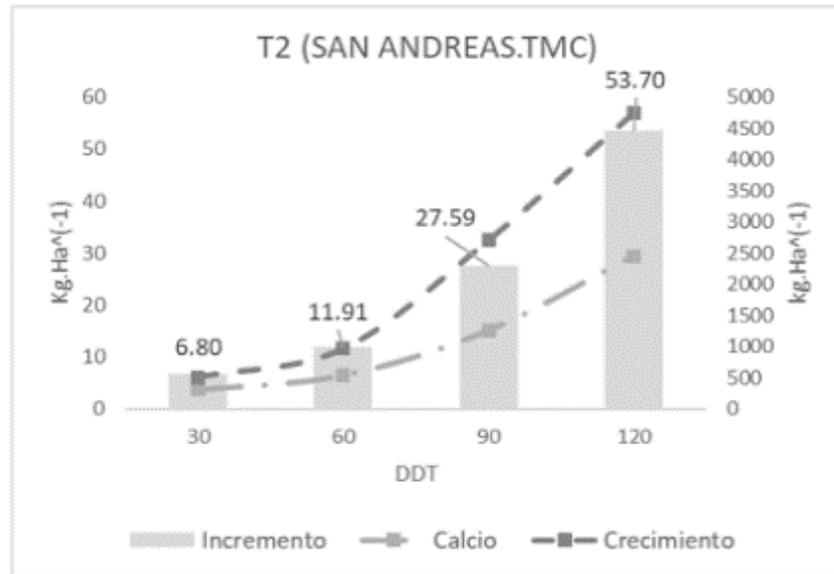
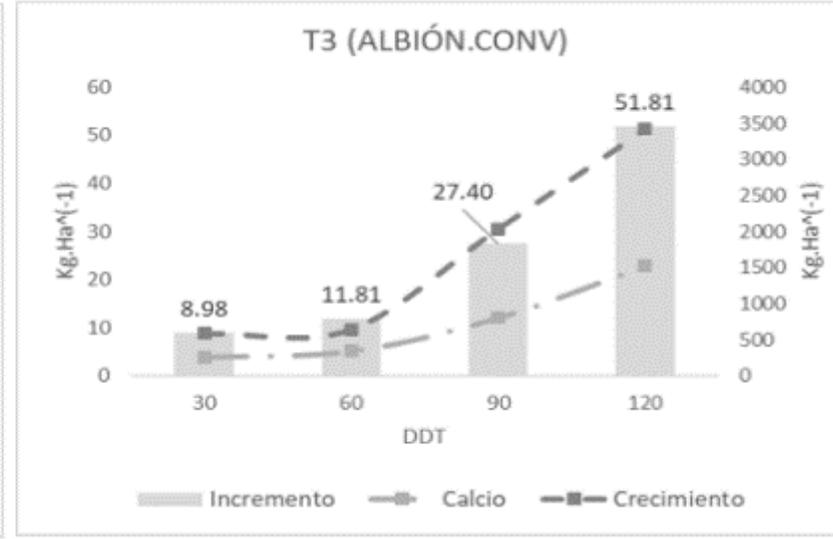
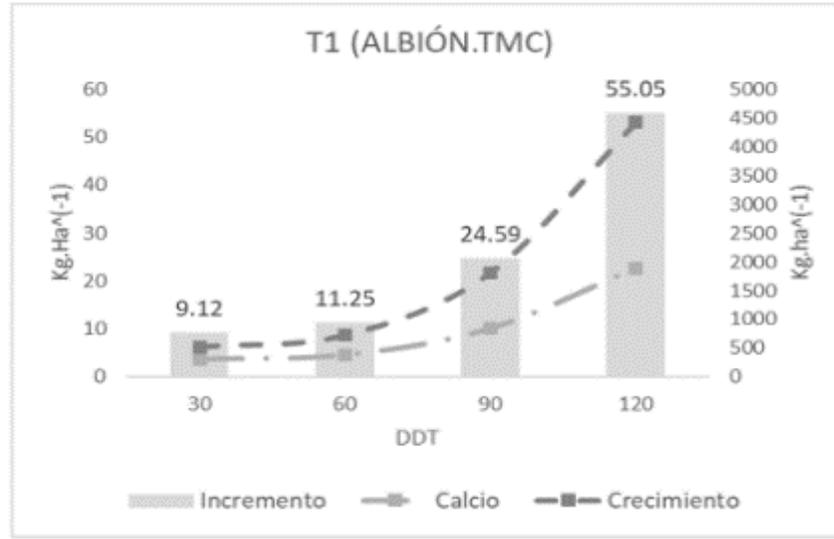
Sánchez (2017) y Guacapiña (2020), coinciden con el incremento Avitia-García, *et al.* (2014) y Molina *et al.* (1993), difiere la interacción



Relación crecimiento y absorción

RESULTADOS

Magnesio



Guacapiña (2020) 24 $kg. ha^{-1}$ con fertilización micro carbono y 18.4 $kg. ha^{-1}$ con fertilización convencional en variedad Monterrey
Molina, 1993 con 16.5 $kg. ha^{-1}$

(T1: 16.35 $kg. ha^{-1}$, T2: 14.99 $kg. ha^{-1}$, T3: 11.15 $kg. ha^{-1}$, T4: 14.43 $kg. ha^{-1}$)



| Tratamiento | 30 DDT | 60 DDT | 90 DDT | 120 DDT |
|-------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|
| T1 | 17.89 ± 1.20 a | 18.57 ± 1.14 | 19.47 ± 0.34 | 20.03 ± 0.72 b |
| T2 | 17.12 ± 0.83 a | 18.77 ± 0.67 | 20.04 ± 1.10 | 20.83 ± 0.93 ab |
| T3 | 14.66 ± 0.03 b | 17.50 ± 1.30 | 19.56 ± 1.23 | 20.46 ± 1.31 ab |
| T4 | 14.27 ± 1.10 b | 17.02 ± 2.17 | 19.28 ± 1.39 | 24.73 ± 4.20 a |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, $p \leq 0.05$)



Peso fresco de raíz

| Tratamiento | 30 DDT | 60 DDT | 90 DDT | 120 DDT |
|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 23.83 ± 3.58 | 35.63 ± 1.87 ab | 45.37 ± 2.65 b | 72.80 ± 16.85 a |
| T2 | 24.77 ± 4.58 | 42.53 ± 7.43 a | 65.80 ± 7.98 a | 75.07 ± 15.97 a |
| T3 | 28.13 ± 6.71 | 27.23 ± 4.21 b | 48.77 ± 7.62 b | 25.33 ± 2.11 b |
| T4 | 34.57 ± 11.09 | 43.93 ± 10.54 a | 48.17 ± 12.45 b | 33.90 ± 5.72 b |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p<0.05)

Peso fresco de tallos

| Tratamiento | 30 DDT | 60 DDT | 90 DDT | 120 DDT |
|-------------|-------------|--------------|---------------|------------------|
| T1 | 5.57 ± 1.60 | 8.60 ± 3.39 | 36.30 ± 10.49 | 70.20 ± 26.97 ab |
| T2 | 4.07 ± 0.49 | 13.60 ± 6.54 | 43.43 ± 10.85 | 77.50 ± 15.68 a |
| T3 | 6.23 ± 2.39 | 10.43 ± 2.51 | 38.43 ± 15.20 | 38.90 ± 9.42 c |
| T4 | 6.10 ± 1.40 | 14.80 ± 7.17 | 30.53 ± 5.42 | 39.97 ± 4.02 bc |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p<0.05)



Peso fresco de hojas

| Tratamiento | 30 DDT | 60 DDT | 90 DDT | 120 DDT |
|-------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| T1 | 8.67 ± 3.71 | 15.67 ± 2.84 | 53.97 ± 11.49 | 113.33 ± 56.55 a |
| T2 | 8.73 ± 2.54 | 22.23 ± 7.42 | 70.17 ± 8.35 | 119.07 ± 19.78 a |
| T3 | 7.70 ± 1.97 | 14.27 ± 0.90 | 55.57 ± 24.45 | 44.43 ± 15.65 b |
| T4 | 11.40 ± 0.40 | 18.30 ± 5.42 | 45.17 ± 6.00 | 77.83 ± 24.82 ab |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p≤0.05)

Peso fresco de flores

| Tratamiento | 30 DDT | 60 DDT | 90 DDT | 120 DDT |
|-------------|--------|--------|---------------|-----------------|
| T1 | - | - | 17.27 ± 15.33 | 14.93 ± 6.25 a |
| T2 | - | - | 14.57 ± 6.05 | 17.50 ± 6.02 ab |
| T3 | - | - | 9.83 ± 4.83 | 5.77 ± 2.40 b |
| T4 | - | - | 9.90 ± 6.52 | 7.87 ± 4.69 b |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, p≤0.05)



Número de Tallos en plantas de frutilla

| Tratamiento | 30 DDT | 60 DDT | 90 DDT | 120 DDT |
|-------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|
| T1 | 22,67 ± 1,15 a | 27,67 ± 4,04 | 88,67 ± 24,79 | 109,33 ± 6,11 |
| T2 | 18,33 ± 1,53 b | 35,00 ± 7,00 | 105,67 ± 20,50 | 112,33 ± 12,17 |
| T3 | 19,33 ± 3,79 ab | 29,67 ± 4,16 | 88,67 ± 6,43 | 94,00 ± 19,97 |
| T4 | 16,33 ± 1,15 b | 29,00 ± 4,36 | 83,33 ± 5,77 | 113,67 ± 15,82 |

Número de Hojas en plantas de frutilla

| | | | | |
|----|--------------|--------------|------------------|------------------|
| T1 | 21.33 ± 2.08 | 29.67 ± 2.08 | 94.67 ± 19.50 a | 114.67 ± 19.43 a |
| T2 | 17.67 ± 2.08 | 34.67 ± 4.04 | 77.00 ± 13.00 ab | 112.00 ± 12.17 a |
| T3 | 19.33 ± 1.15 | 33.67 ± 4.04 | 64.33 ± 14.57 ab | 82.33 ± 14.01 b |
| T4 | 19.33 ± 3.51 | 30.00 ± 7.94 | 74.67 ± 12.42 b | 95.00 ± 11.36 ab |

Número de Flores en plantas de frutilla

| | | | | |
|----|---|---|---------------|---------------|
| T1 | - | - | 23.33 ± 14.01 | 24.67 ± 9.61 |
| T2 | - | - | 26.00 ± 8.72 | 36.00 ± 7.94 |
| T3 | - | - | 24.00 ± 1.00 | 26.33 ± 7.57 |
| T4 | - | - | 22.00 ± 1.73 | 30.00 ± 13.75 |

Nota: Medias que presentan letras distintas, son significativamente diferentes (LSD Fisher, $p \leq 0.05$)



BOLETÍN TÉCNICO



CURVAS DE EXTRACCIÓN DE N, P, K, CA Y MG, EN EL CULTIVO DE *FRAGARIA X ANANASSA* FERTILIZADO CON TECNOLOGÍA MICRO CARBONO (TMC) Y FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL.

2022



CONCLUSIONES

- La absorción nutrimental en variedad Albión de fertilización micro carbono (T1) es $N > K > Ca > Mg > P$ con una acumulación total de $295.32 \text{ kg. ha}^{-1}$, $262.57 \text{ kg. ha}^{-1}$, $191.33 \text{ kg. ha}^{-1}$, $107.79 \text{ kg. ha}^{-1}$, $77.72 \text{ kg. ha}^{-1}$ respectivamente; en variedad San Andreas (T2) es de $402.81 \text{ kg. ha}^{-1}$, $312.33 \text{ kg. ha}^{-1}$, $225.95 \text{ kg. ha}^{-1}$, $127.55 \text{ kg. ha}^{-1}$, $60.06 \text{ kg. ha}^{-1}$ mientras que en los tratamientos de fertilización convencional la acumulación es: $N > K > Ca > Mg > P$ donde en la variedad Albión (T3) tiene una absorción total de $273.36 \text{ kg. ha}^{-1}$, $257.06 \text{ kg. ha}^{-1}$, $177.96 \text{ kg. ha}^{-1}$, $103.62 \text{ kg. ha}^{-1}$, $53.47 \text{ kg. ha}^{-1}$ y en variedad San Andreas es de $354.52 \text{ kg. ha}^{-1}$, $287.81 \text{ kg. ha}^{-1}$, $194.79 \text{ kg. ha}^{-1}$, $116.05 \text{ kg. ha}^{-1}$, $37.49 \text{ kg. ha}^{-1}$.
- El órgano con mayor acumulación de nutrientes es la hoja en todos los tratamientos. T1 hoja (N: 100%, P: 59.15%, K: 44.46%, Ca: 46.02%, Mg: 52.31%); T2 hoja (N: 100%, P: 51.91%, K: 45.39%, Ca: 43.55%, Mg: 43.20%); T3 hoja (N: 100%, P: 46.79%, K: 33.09%, Ca: 34.55%, Mg: 32.46%); T4 hoja (N: 100%, P: 45.80%, K: 39.42%, Ca: 42.97%, Mg: 38.64%).
- La relación entre las curvas de crecimiento y de absorción, nos indica las épocas de mejor aplicación de los fertilizantes, siendo a los 60 días en N, P, K y a los 90 días en Ca y Mg.
- La aplicación de fertilizantes micro carbono (T1 y T2) tienen mayores promedios de absorción de los elementos en las dos variedades Albión y San Andreas frente a los aplicados con fertilización convencional (T3 y T4).



RECOMENDACIONES

- Se recomienda controlar los niveles de alcalinidad del suelo para un mejor control de la movilidad de los nutrientes.
- Se recomienda el uso de fertilización micro carbono (TMC) para la aplicación en suelos salinos ya que presenta un mejor comportamiento en el mismo.
- Se debe ajustar las soluciones nutritivas a los 90 y 120 días que son las épocas de mayor absorción de nutrientes.
- Se recomienda usar el tratamiento conformado por fertilización micro carbono (TMC) en la variedad San Andreas ya que presentó mejores características agronómicas y de absorción.





GRACIAS
POR SU ATENCIÓN