



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y
Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

**EFFECTO DEL FOSFITO POTÁSICO EN EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO EN TRES
VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN SANTA MARTHA DE CUBA,
PROVINCIA DEL CARCHI.**

Autores:

Pablo Roberto Canelos Chamorro

Diego Armando PUSDÁ Montenegro

Director:

Ing. Gladys Yaguana



El Problema

El tizón tardío de la papa es una de las enfermedades más devastadoras a nivel mundial.

Hoy en día se emplea gran cantidad de agroquímicos, en especial fungicidas para controlar esta enfermedad.

Por otro lado, está el aumento de cepas resistentes a determinados fungicidas.

Justificación

La papa ha sido desde hace mucho tiempo un cultivo de alta prioridad en el Ecuador, por lo que ocupa un lugar trascendental en la alimentación humana.

En el actual entorno productivo es urgente avanzar hacia una agricultura más productiva y sustentable, además, amigable con el medio ambiente.

Los fosfitos, a más de mejorar la defensa natural de las plantas, actúan como un compuesto nutricional.

En las zonas productoras de papa, tanto a alta como a baja escala se debería establecer un manejo más comprometido con la conservación del medio ambiente.

Objetivo General

- ▶ Determinar la efectividad del fosfito potásico en el control de Tizón Tardío en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi.

Objetivos Específicos

- ▶ Determinar la relación entre los tratamientos y la severidad del ataque de tizón tardío de acuerdo al valor del área bajo la curva del progreso de la enfermedad, que por sus siglas en inglés se denomina AUDPC.
- ▶ Establecer cuál es el tratamiento más eficaz para el control de la enfermedad.
- ▶ Determinar el rendimiento del cultivo en cada tratamiento.
- ▶ Comparar el impacto ambiental causado por la aplicación de Fosfito Potásico en relación con el control químico convencional mediante la Tasa de Impacto Ambiental (TIA)

Hipótesis

- ▶ Se puede controlar eficientemente el Tizón Tardío con el uso de Fosfito Potásico en las dosis y en las mezclas estratégicas con los fungicidas que se va a estudiar

Materiales y métodos

Caracterización del área de estudio

- ▶ UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA LOCALIDAD

Barrio San Vicente, parroquia Santa Martha de Cuba, cantón Tulcán, Provincia del Carchi.

Zona: 18N

Coordenadas en X: 193754

Coordenadas en Y: 10070656

Altitud: 2650 msnm

▶ CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones meteorológicas de la zona durante el ensayo fueron: precipitación media mensual de 127,9 mm/mes, temperatura media de 12,4°C, humedad relativa de 86,7% y un valor de Heliofanía de 785,8 horas desde el mes de septiembre del 2011 hasta el mes de marzo del 2012.

(INAMHI Anuario meteorológico, 2015)

▶ CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

Textura Franca arenosa. Con un porcentaje de materia Orgánica de 11,17%, pH ligeramente ácido de 6,6. Pendiente de 1 a 2% con buen drenaje.

• Materiales de Campo

- ▶ Libreta de campo
- ▶ Flexómetro
- ▶ Azadones
- ▶ Palas
- ▶ Estacas
- ▶ Piola
- ▶ Rótulos

• Equipo de oficina

- ▶ Laptop
- ▶ Memory flash USB
- ▶ Calculadora
- ▶ Cámara fotográfica
- ▶ Impresora
- ▶ Escaner

• Maquinaria y equipo de campo

- ▶ Navegador GPS
- ▶ Bombas de fumigar de 20 l
- ▶ Tanques
- ▶ Cámara fotográfica
- ▶ Filmadora
- ▶ Balanza
- ▶ Equipo de fumigación
- ▶ Materiales de cosecha
(costales, gavetas, etc.)

• Insumos

- ▶ Semilla de papa variedad Superchola
- ▶ Semilla de papa variedad ICA Única
- ▶ Semilla de papa variedad Diacol Capiro
- ▶ Fertilizantes Edáficos: (18-46-00), (10-30-10), (Sulphomag), (13-00-44)
- ▶ GLASS K (Fosfito de potasio)
- ▶ REVUS (Mandipropamid)
- ▶ AMISTAR (Azoxistrobin)
- ▶ FORUM (Dimethomorph)
- ▶ Insecticidas
- ▶ Fungicidas
- ▶ Herbicidas
- ▶ Fertilizantes Foliares
- ▶ Coadyuvantes

Métodos

• Factores en estudio

Factor A: Variedades:

- ▶ V1: Variedad Superchola
- ▶ V2: Variedad Única
- ▶ V3: Variedad Capiro

Factor B: Control:

- ▶ C1: Control convencional: Realizado por el agricultor.
- ▶ C2 Fosfito Potásico
- ▶ C3: Fosfito Potásico + Azoxystrobin
- ▶ C4: Fosfito Potásico + Mandipropamid
- ▶ C5: Fosfito Potásico + Dimethomorph

• Tratamientos

| | | |
|-----|------|---|
| T1 | V1C1 | Variedad Superchola + Manejo convencional: Realizado por el agricultor |
| T2 | V1C2 | Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K) |
| T3 | V1C3 | Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K) con Azoxitrobina (AMISTAR) |
| T4 | V1C4 | Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K) con Mandipropamid (REVUS) |
| T5 | V1C5 | Variedad Superchola + Fosfito Potásico (GLASS K) con Dimetomorph (FORUM) |
| T6 | V2C1 | Variedad Única + Manejo convencional: Realizado por el agricultor |
| T7 | V2C2 | Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K) |
| T8 | V2C3 | Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K) con Azoxitrobina (AMISTAR) |
| T9 | V2C4 | Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K) con Mandipropamid (REVUS) |
| T10 | V2C5 | Variedad Única + Fosfito Potásico (GLASS K) con Dimetomorph (FORUM) |
| T11 | V3C1 | Variedad Capiro + Manejo convencional: Realizado por el agricultor |
| T12 | V3C2 | Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K) |
| T13 | V3C3 | Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K) con Azoxitrobina (AMISTAR) |
| T14 | V3C4 | Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K) con Mandipropamid (REVUS) |
| T15 | V3C5 | Variedad Capiro + Fosfito Potásico (GLASS K) con Dimetomorph (FORUM) |

• Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A.) con 15 tratamientos y 4 repeticiones; con un arreglo factorial $A \times B$, en donde el factor A fueron las variedades, en tanto que el factor B correspondió a las estrategias de control para Tizón Tardío

• Características del experimento

▶ Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo constituida por $19,8\text{m}^2$ ($4,4\text{m} \times 4,5 \text{ m}$). Cinco surcos con una densidad de siembra de $0,3 \text{ m}$ entre plantas y $1,1 \text{ m}$ entre surcos, 14 plantas por surco y 70 plantas/parcela. La parcela neta fue de $11,88 \text{ m}^2$ con 36 plantas.

▶ Características de las unidades experimentales

- ❖ Numero de parcelas : 60
- ❖ Área total del ensayo : 2359,8 m² (27,6m x 85,5m)
- ❖ Área del bloque : 718,2m² (8,4m x 85,5m)
- ❖ Área de la parcela : 19,8m² (4,4m x 4,5m)
- ❖ Densidad de siembra : 0,30m x 1,10 m
- ❖ Número de tubérculos por sitio : Un tubérculo de aproximadamente 60 gramos

•Análisis Estadístico

| Fuentes de Variación | Grados de libertad |
|-----------------------------|---------------------------|
| Total | 59 |
| Bloques | 3 |
| Tratamientos | 14 |
| Variedades (V) | 2 |
| Estrategias de Control (C) | 4 |
| Interacción (V) x (C) | 8 |
| Error | 42 |
| \bar{X} | |
| CV% | |

• Análisis Funcional

Se utilizó:

- ▶ **TUKEY AL 5%** para los tratamientos
- ▶ **DMS AL 5%** para variedades
- ▶ **DUNCAN AL 5%** para estrategia de control

• Variables a evaluarse

▶ Vigor de planta

Se determinó a los 75 días después de la siembra, tomando en cuenta aspectos generales de la planta como: sanidad, cobertura de suelo, altura de planta. Para calificar se empleó la siguiente escala:

| Cuantificación de Vigor | Descripción |
|-------------------------|---|
| 1 | Planta con ataques importantes de plagas o enfermedades, plantas poco desarrolladas, deficiencias bien marcadas como clorosis, presencia de stress. |
| 2 | Planta con algún signo de ataque de plagas o enfermedades, se presenta algunos síntomas de deficiencias como clorosis, poco desarrollo |
| 3 | Planta sana, sin presencia de plagas, con buena cobertura, desarrollo foliar e intensidad en el color de las hojas. |

▶ Altura de planta

Se evaluó a los 85 días después de la siembra. Se realizó desde el cuello hasta el ápice del tallo principal. Se tomaron cinco plantas al azar por surco, dando un total de 20 muestras/parcela. Los resultados se expresaron en centímetros.

▶ Severidad del Tizón Tardío

Para evaluar la resistencia de un determinado material genético a este tipo de enfermedad se utilizó el parámetro conocido como área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC, por sus siglas en inglés: “Area Under Disease Progressive Curve”).

▶ Número de tubérculos por planta

En cada unidad experimental se cosecharon cinco plantas al azar por surco, dando un total de 20 muestras/parcela y se determinó el número de tubérculos por planta.

▶ Rendimiento por planta

Se registró el peso de la producción total de los tubérculos de la parcela neta y se dividió para el número de plantas cosechadas. El resultado se expresó en kilogramos por planta.

▶ Rendimiento Total

Se procedió a pesar el total de tubérculos de la parcela neta de todos los tratamientos en las cuatro repeticiones y luego se clasificó en tres categorías: papa comercial de primera (tubérculos mayores a 60 g), papa comercial de segunda (tubérculos entre 31 g a 60 g), y papa desecho (tubérculos menores a 30 g) y se expresó en kg/ha.

• Manejo Específico del Experimento

▶ Preparación del terreno

Con la ayuda de la maquinaria agrícola se realizó una labor de arado con un mes de anticipación a la siembra. Un paso de rastra, posteriormente el surcado con un espaciamiento de 1,10 metros de separación, con ayuda de yunta y azadones.

▶ Manejo de plagas

La primera aplicación preventiva para gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache) Coleoptera: Curculionidae se realizó con Diflubenzurón 250 cm³ en 200 litros de agua, 15 días después de la siembra.

La polilla *Tecia solanivora* (Povolny) Lepidoptera: Gelichiidae; así como la pulguilla *Epitrix* spp. Coleoptera: Chrysomelidae, se controlaron con (Diflubenzurón + lambdacihalotrina) 250 g en 200 litros de agua, de igual manera como para el gusano blanco.

Para la alta incidencia de mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) Diptera: Agromyzidae; como también trips *Frankliniella tuberosi* (Moulton) Thysanoptera: Thripidae, se aplicó Avamectina en dosis de 100 cm³ en 200 litros de agua en mezcla con Metomil 100g en 200 litros de agua.

► Fertilización

Se realizó de acuerdo con los resultados del análisis del suelo (Anexo 1), la necesidad del cultivo fue de 120-300-100-50 kg/h de N, P₂O₅, K₂O y S respectivamente. Se utilizaron los fertilizantes: DAP (18-46-00), 10-30-10, Sulphomag (22% K₂O - 22%S - 18%MgO), Nitrato de Potasio KNO₃ (13-00-44).

En cada unidad experimental se aplicó en el retape 0,35 kg de 10-30-10; 1,10 kg de DAP (18-46-00); 0,46 kg de Sulphomag; mientras que en el aporque 0,2 kg de KNO₃ (13-00-44).

▶ Siembra

A una distancia de 0,30 m entre plantas. Se colocó un tubérculo semilla previamente desinfectado/sitio de siembra, lo que dio un total de 14 tubérculos semilla por surco.

Para evitar el efecto de los tratamientos entre unidades experimentales se sembró alrededor de cada una de las parcelas experimentales.

▶ Control fitosanitario

Para homogenizar la incidencia de *Phytophthora infestans* se aplicó a los 35 días después de la siembra Propineb 400 g en 200 litros de agua con un surfactante Break Thru (Polyether - Polymethylsiloxane), 50 cm³ en 200 litros de agua.

Posteriormente, se realizaron los controles de acuerdo con las especificaciones de los productos en estudio y conforme con dosificaciones establecidas.

▶ Control de Malezas

Después de 10 días transcurridos de la siembra se aplicó un herbicida (Metribuzina 200 cm³/200 litros de agua) para el control de malezas. Posteriormente, se hizo un rascadillo a los 45 días después de la siembra.

▶ Medio Aporque

Se realizó a los 60 días después de la siembra, de manera manual con azadón. En esta labor incorporó el nitrato de potasio en banda lateral, a unos 10 cm del cuello de las plantas y luego se apegó la tierra, formando camellones.

▶ Aporque

Transcurridos 75 días después de la siembra, se realizó esta labor colmando al máximo la tierra a los lados y entre los tallos.

▶ Cosecha

Se hizo manualmente con azadón, se clasificó los tubérculos en las tres categorías: papa comercial de primera (tubérculos mayores a 60 g), papa comercial de segunda (tubérculos entre 31 a 60 g) y papa desecho (tubérculos menores a 30 g). Se colocó en sacos y después se realizó los cálculos de los rendimientos.

RESULTADOS

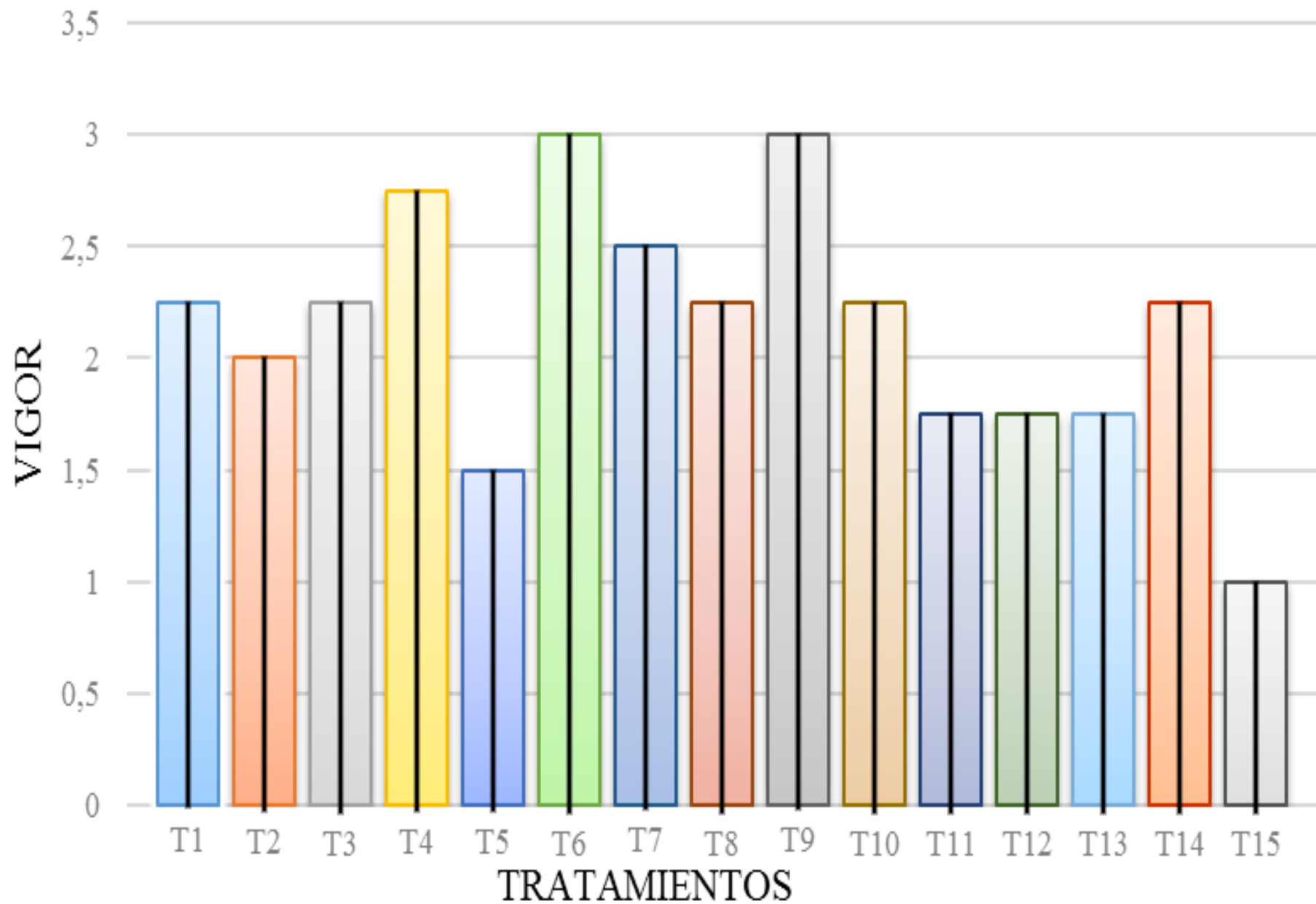
▶ Vigor de Planta

| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|------|--------------------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 0,95 | 5,05** |
| Tratamientos | 14 | 1,21 | 6,42** |
| Variedades (V) | 2 | 4,05 | 21,53** |
| Control (C) | 4 | 1,89 | 10,06** |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 0,15 | 0,82 ^{ns} |
| Error | 42 | 0,19 | |
| | \bar{X} | | 2,15 |
| | CV% | | 20,17 |

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

VIGOR DE PLANTA



Prueba de Tukey al 5% para Vigor de planta de los tratamientos

| TRAT. [§] | PROM. (Categoría) | RANGOS | | | |
|--------------------|-------------------|--------|---|---|---|
| T6 | 3 | A | | | |
| T9 | 3 | A | | | |
| T4 | 2,75 | A | B | | |
| T7 | 2,5 | A | B | C | |
| T1 | 2,25 | A | B | C | |
| T3 | 2,25 | A | B | C | |
| T8 | 2,25 | A | B | C | |
| T10 | 2,25 | A | B | C | |
| T14 | 2,25 | A | B | C | |
| T2 | 2 | A | B | C | D |
| T11 | 1,75 | | B | C | D |
| T12 | 1,75 | | B | C | D |
| T13 | 1,75 | | B | C | D |
| T5 | 1,5 | | | C | D |
| T15 | 1 | | | | D |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para Vigor de planta de las variedades

| TRAT. § | PROM. (Categoría) | RANGOS | |
|---------|-------------------|--------|---|
| V2 | 2,6 | A | |
| V1 | 2,15 | A | B |
| V3 | 1,7 | | B |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

Prueba de Duncan al 5% para Vigor de planta de las estrategia de control

| TRAT. § | PROM. (Categoría) | RANGOS | |
|---------|-------------------|--------|---|
| C4 | 2,67 | A | |
| C1 | 2,33 | A | |
| C2 | 2,08 | A | B |
| C3 | 2,08 | A | B |
| C5 | 1,58 | | B |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

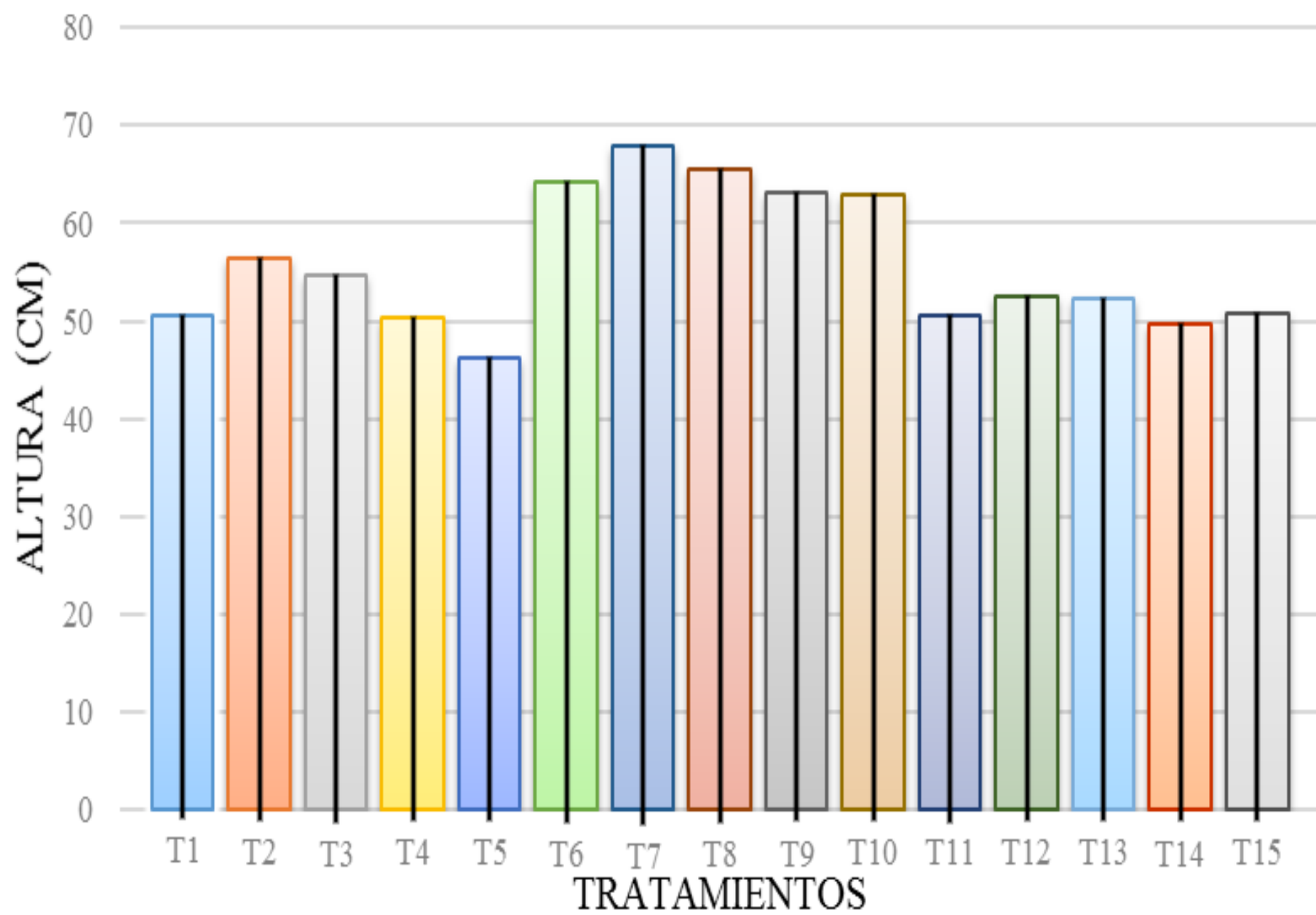
▶ Altura de Planta

| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|---------|----------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 15,09 | 3,16* |
| Tratamientos | 14 | 196,59 | 41,21** |
| Variedades (V) | 2 | 1198,75 | 251,29** |
| Control (C) | 4 | 66,01 | 13,84** |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 11,34 | 2,38* |
| Error | 42 | 4,77 | |
| | \bar{X} | | 55,83 |
| | CV% | | 3,91 |

*: Significativo al 5%

** : Significativo al 1%

ALTURA DE PLANTA



Prueba de Tukey al 5% para la Altura de planta de los tratamientos

| TRAT. § | PROM. (cm) | RANGO | |
|---------|------------|-------|---|
| T7 | 67,95 | A | |
| T8 | 65,6 | A | |
| T6 | 64,3 | A | |
| T9 | 63,1 | A | |
| T10 | 62,85 | A | |
| T2 | 56,45 | B | |
| T3 | 54,7 | B | |
| T12 | 52,55 | B | C |
| T13 | 52,25 | B | C |
| T15 | 50,85 | | C |
| T1 | 50,45 | | C |
| T4 | 50,4 | | C |
| T11 | 50,05 | | C |
| T14 | 49,65 | | C |
| T5 | 46,25 | | D |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para Altura de planta de las variedades

| TRAT. § | PROM. (cm) | RANGOS |
|---------|------------|--------|
| V2 | 64,76 | A |
| V1 | 51,65 | B |
| V3 | 51,07 | B |

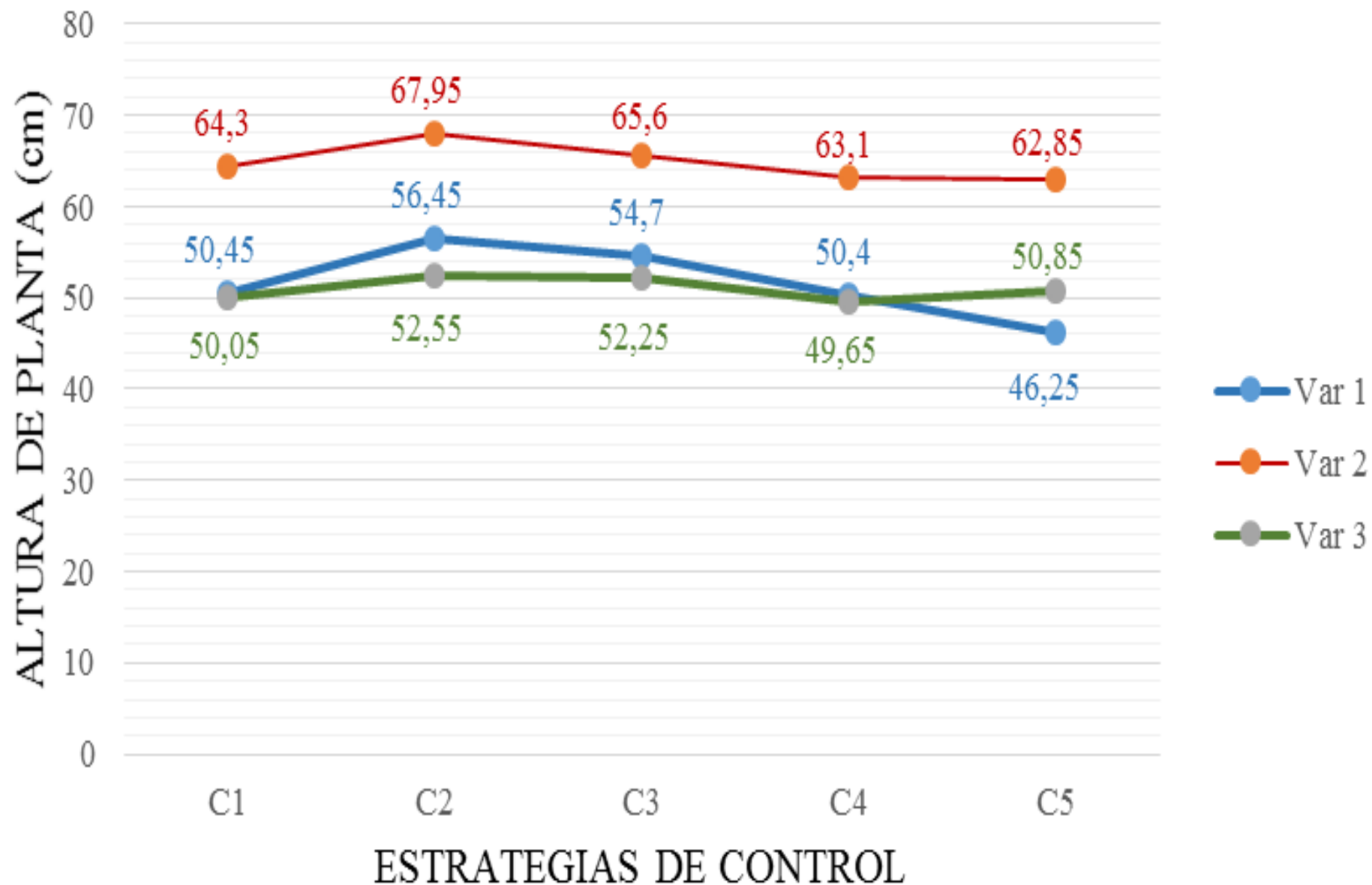
(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

Prueba de Duncan al 5% para Altura de planta de las estrategia de control

| TRAT. § | PROM. (cm) | RANGOS |
|---------|------------|--------|
| C2 | 58,98 | A |
| C3 | 57,52 | A |
| C1 | 54,93 | B |
| C4 | 54,38 | B |
| C5 | 53,32 | C |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

ALTURA DE PLANTA 85 DDS

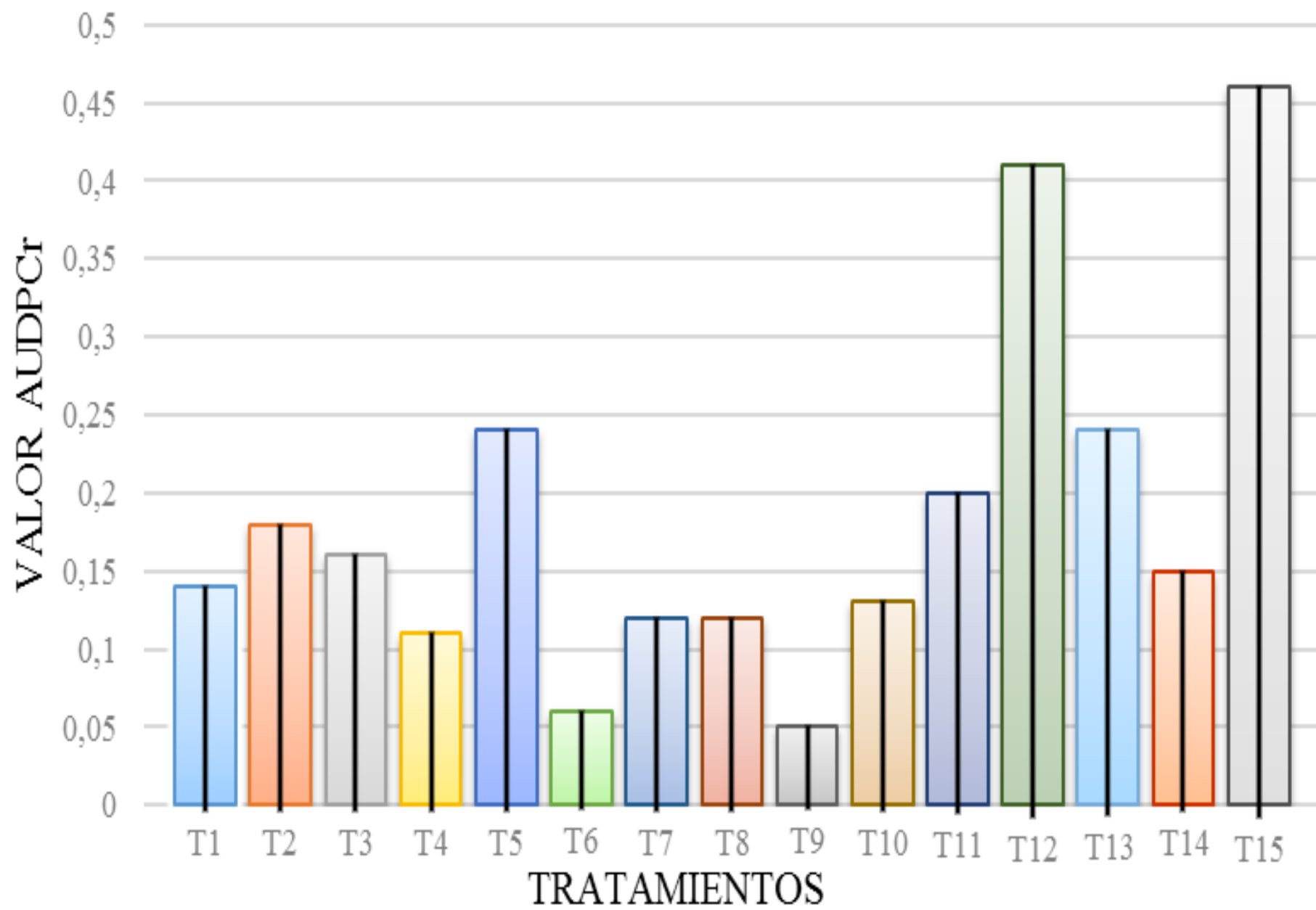


▶ SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO

| ADEVA | | | |
|-----------------------|-----------|--------|----------|
| Factores de Variación | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 0,003 | 7,46** |
| Tratamientos | 14 | 0,054 | 147,58** |
| Variedades (V) | 2 | 0,201 | 553,52** |
| Control (C) | 4 | 0,062 | 170,11** |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 0,013 | 34,84** |
| Error | 42 | 0,0004 | |
| | \bar{X} | | 0,19 |
| | CV% | | 10,27 |

** : Significativo al 1%

AUDPCr



Prueba de Tukey al 5% para Severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) de los tratamientos

| TRAT. [§] | PROM. | RANGOS | |
|--------------------|-------|--------|---|
| T15 | 0,46 | A | |
| T12 | 0,41 | B | |
| T13 | 0,24 | C | |
| T5 | 0,24 | C | D |
| T11 | 0,20 | C | D |
| T2 | 0,18 | | E |
| T3 | 0,16 | | E |
| T14 | 0,15 | | F |
| T1 | 0,14 | | F |
| T10 | 0,13 | | F |
| T7 | 0,12 | | G |
| T8 | 0,12 | | G |
| T4 | 0,11 | | G |
| T6 | 0,06 | | H |
| T9 | 0,05 | | H |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

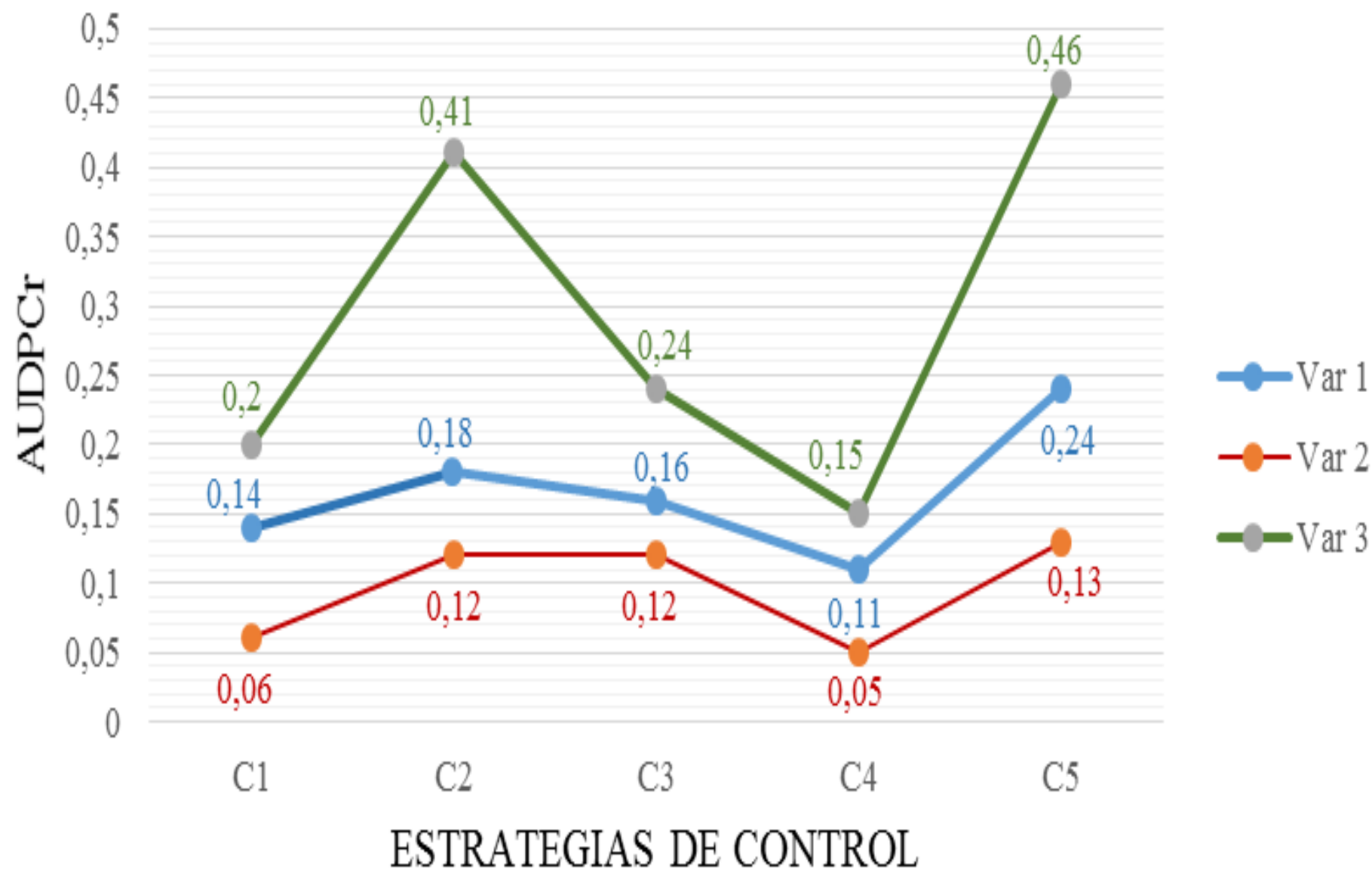
Prueba de DMS al 5% para Severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) de las variedades

| TRAT. | PROM. | RANGOS |
|-------|-------|--------|
| V3 | 0,29 | A |
| V1 | 0,17 | B |
| V2 | 0,10 | C |

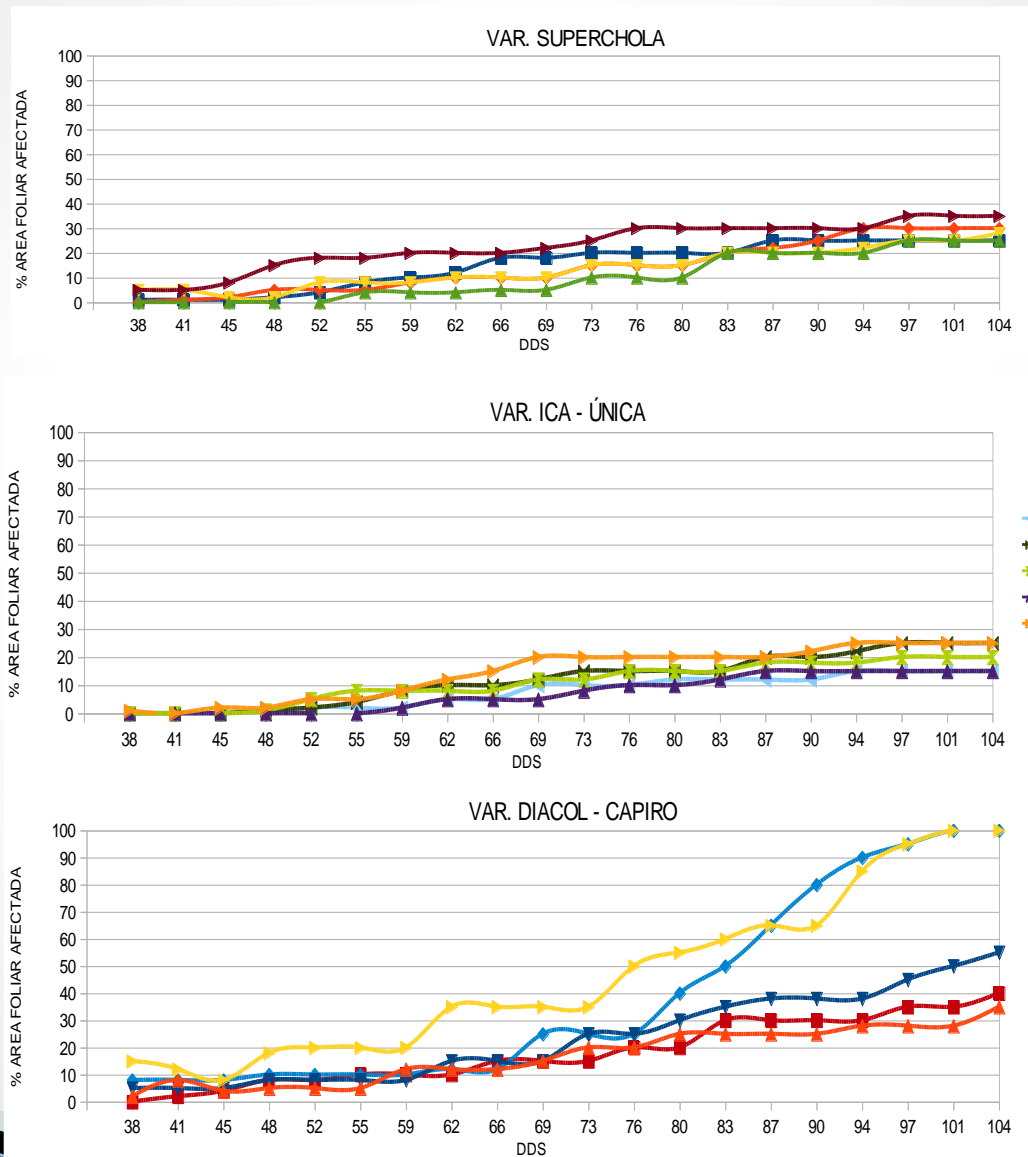
Prueba de Duncan al 5% para Severidad de Tizón Tardío (AUDPCr) de las estrategia de control

| TRAT. | PROM. | RANGOS |
|-------|-------|--------|
| C5 | 0,28 | A |
| C2 | 0,24 | B |
| C3 | 0,17 | C |
| C1 | 0,13 | D |
| C4 | 0,10 | E |

SEVERIDAD DE TIZÓN TARDÍO (AUDPCr)



Curvas de progreso de la enfermedad de tizón tardío



▶ Número de tubérculos por planta

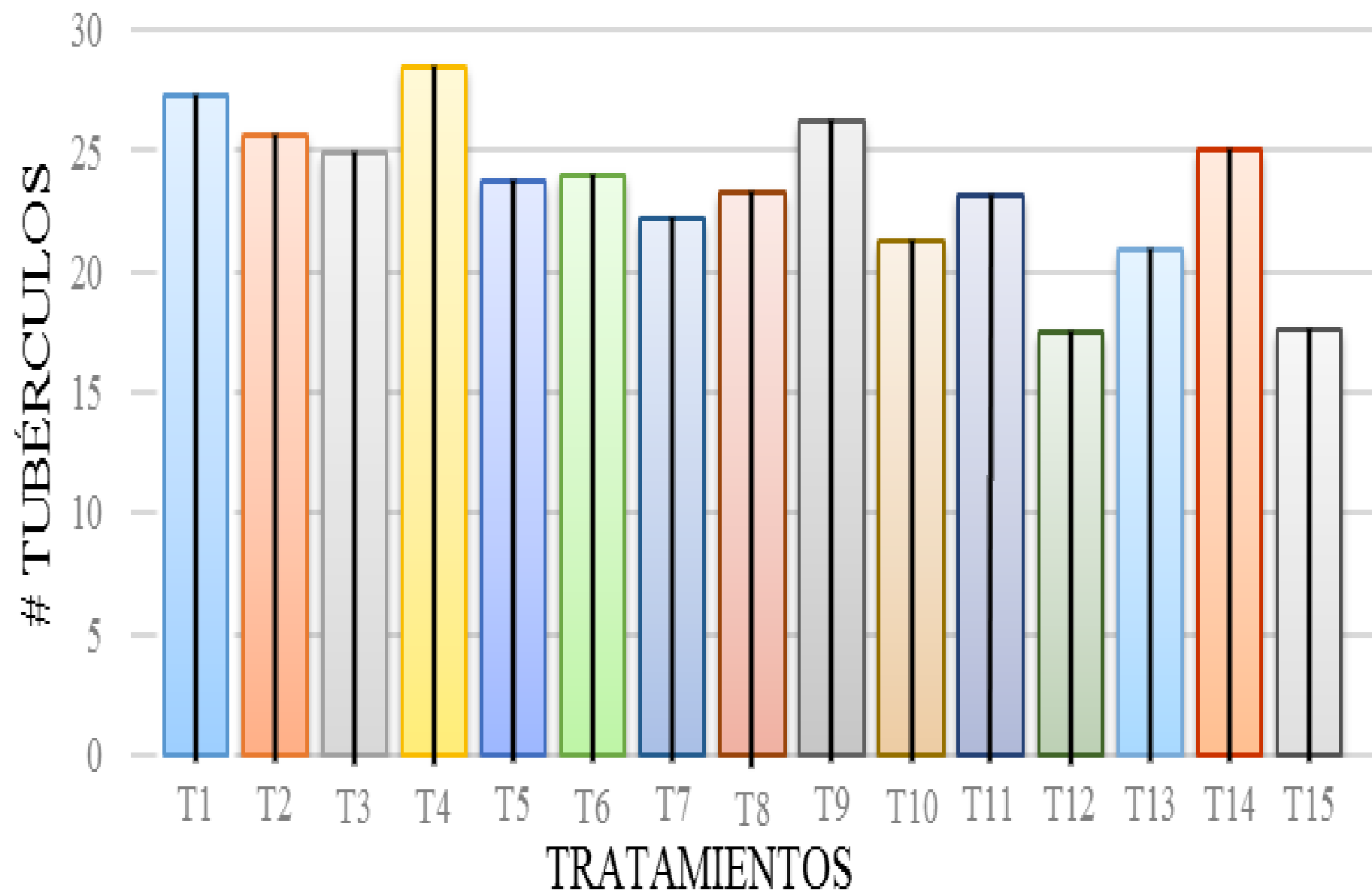
| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|-------|--------------------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 10,01 | 4,43* |
| Tratamientos | 14 | 39,97 | 17,70** |
| Variedades (V) | 2 | 132,1 | 58,52** |
| Control (C) | 4 | 64,53 | 28,59** |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 4,65 | 2,06 ^{ns} |
| Error | 42 | 2,26 | |
| | \bar{X} | | 23,42 |
| | CV% | | 6,42 |

*: Significativo al 5%

** : Significativo al 1%

ns: No significativo

NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA



Prueba de Tukey al 5% para número de tubérculos por planta de los tratamientos

| TRAT. % | PROM. (tubérculos/planta) | RANGOS | | | | | | |
|---------|---------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 28,5 | A | | | | | | |
| T1 | 27,25 | A | B | | | | | |
| T9 | 26,25 | A | B | C | | | | |
| T2 | 25,6 | A | B | C | D | | | |
| T14 | 25,05 | A | B | C | D | E | | |
| T3 | 24,9 | A | B | C | D | E | | |
| T6 | 24,05 | | B | C | D | E | F | |
| T5 | 23,7 | | B | C | D | E | F | |
| T8 | 23,3 | | | C | D | E | F | |
| T11 | 23,15 | | | C | D | E | F | |
| T7 | 22,2 | | | | D | E | F | |
| T10 | 21,25 | | | | | E | F | G |
| T13 | 20,95 | | | | | | F | G |
| T15 | 17,65 | | | | | | | G |
| T12 | 17,45 | | | | | | | G |

([§]) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para número de tubérculos por planta de las variedades

| PROM. | | |
|-------|---------------------|--------|
| TRAT. | (Tubérculos/planta) | RANGOS |
| V1 | 25,99 | A |
| V2 | 23,41 | B |
| V3 | 20,85 | C |

Prueba de Duncan al 5% para número de tubérculos por planta de las estrategia de control

| PROM. | | |
|--------|---------------------|--------|
| TRAT.§ | (Tubérculos/planta) | RANGOS |
| C4 | 26,60 | A |
| C1 | 24,82 | A |
| C3 | 23,05 | B |
| C2 | 21,75 | C |
| C5 | 20,87 | C |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

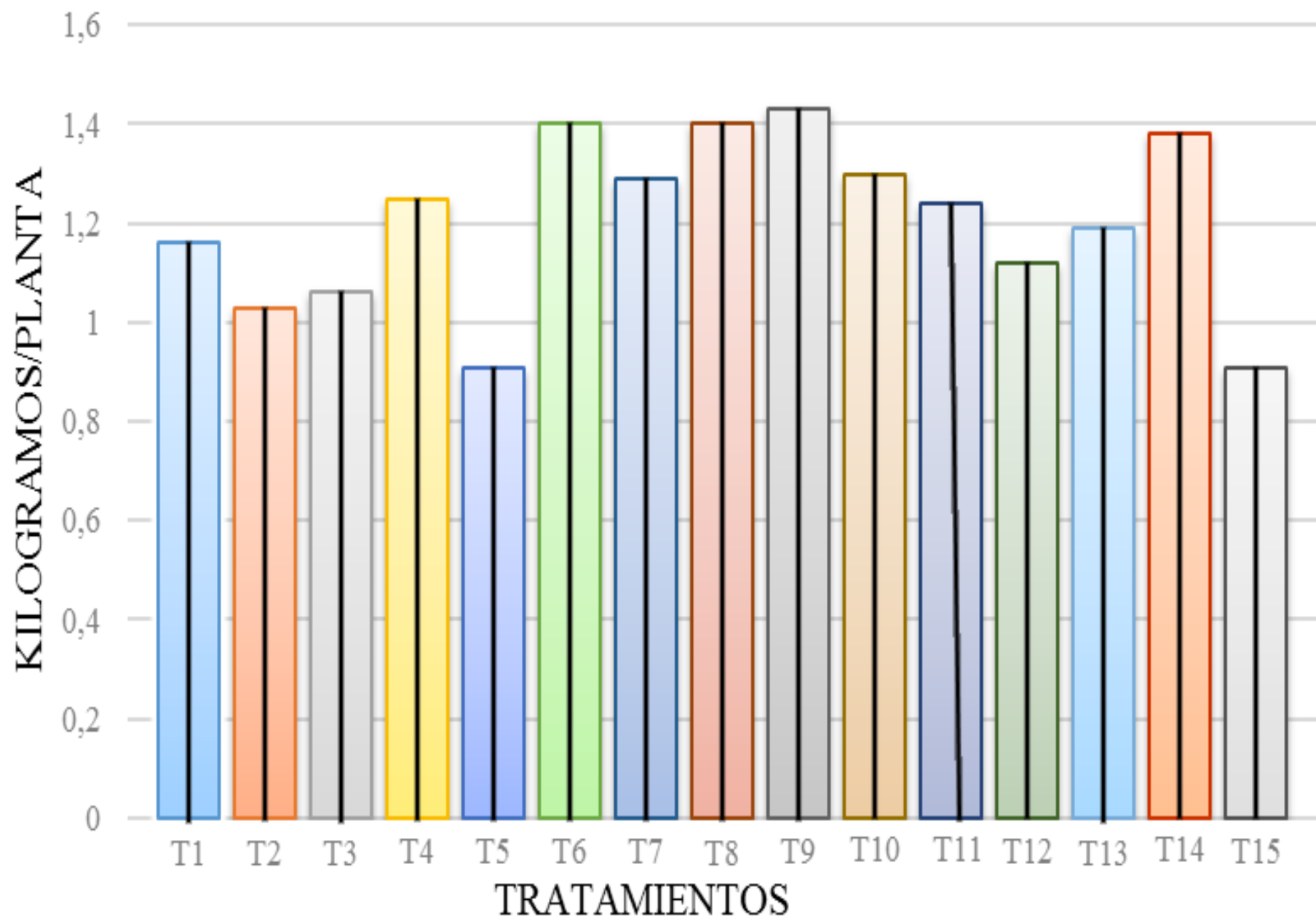
► Rendimiento por planta

| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|------|--------------------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 0,02 | 1,64 ^{ns} |
| Tratamientos | 14 | 0,12 | 12,57** |
| Variedades (V) | 2 | 0,41 | 44,20** |
| Control (C) | 4 | 0,17 | 18,46** |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 0,02 | 1,72 ^{ns} |
| Error | 42 | 0,01 | |
| | \bar{X} | | 1,2 |
| | CV% | | 8,05 |

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

RENDIMIENTO POR PLANTA



Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento por planta de los tratamientos

| TRAT. [§] | PROM. (kg/planta) | RANGOS | | | | |
|--------------------|-------------------|--------|---|---|---|---|
| T9 | 1,4325 | A | | | | |
| T6 | 1,4 | A | B | | | |
| T8 | 1,395 | A | B | | | |
| T14 | 1,3825 | A | B | | | |
| T10 | 1,295 | A | B | C | | |
| T7 | 1,29 | A | B | C | | |
| T4 | 1,2525 | A | B | C | D | |
| T11 | 1,235 | A | B | C | D | |
| T13 | 1,19 | A | B | C | D | |
| T1 | 1,16 | | B | C | D | |
| T12 | 1,12 | | | C | D | E |
| T3 | 1,0575 | | | C | D | E |
| T2 | 1,0275 | | | | D | E |
| T5 | 0,91 | | | | | E |
| T15 | 0,91 | | | | | E |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para el rendimiento por planta de las variedades

| TRAT. § | PROM. (kg/planta) | RANGOS |
|---------|-------------------|--------|
| V2 | 1,3625 | A |
| V3 | 1,1675 | B |
| V1 | 1,0815 | B |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

Prueba de Duncan al 5% para Rendimiento por planta de las estrategia de control

| TRAT. § | PROM. (kg/planta) | RANGOS |
|---------|-------------------|--------|
| C4 | 1,36 | A |
| C1 | 1,27 | A B |
| C3 | 1,21 | A B |
| C2 | 1,15 | B C |
| C5 | 1,04 | C |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

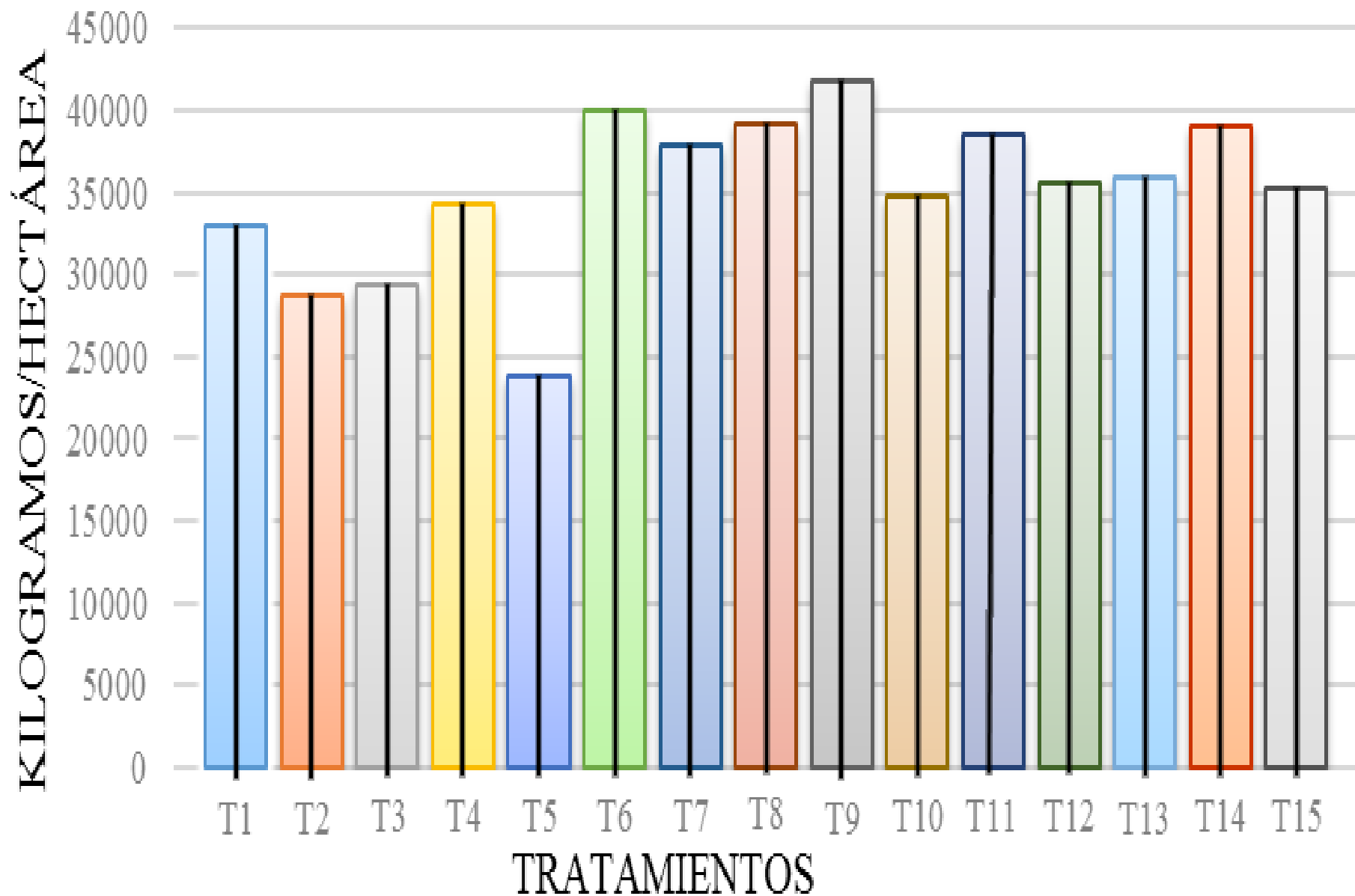
► Rendimiento Total

| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|--------|----------------------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 22,03 | 1,35 ^{ns} |
| Tratamientos | 14 | 364,93 | 22,42 ^{**} |
| Variedades (V) | 2 | 1721,8 | 105,79 ^{**} |
| Control (C) | 4 | 354,44 | 21,78 ^{**} |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 30,96 | 1,90 ^{ns} |
| Error | 42 | 16,28 | |
| | \bar{X} | | 69,54 |
| | CV% | | 5,8 |

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

RENDIMIENTO TOTAL



Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento Total de los tratamientos

| TRAT. [§] | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | | | | | | |
|--------------------|----------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|
| T9 | 82,58 | A | | | | | | |
| T6 | 79,05 | A | B | | | | | |
| T8 | 77,70 | A | B | C | | | | |
| T14 | 77,10 | A | B | C | | | | |
| T11 | 76,10 | A | B | C | | | | |
| T7 | 75,10 | A | B | C | D | | | |
| T13 | 71,15 | | B | C | D | | | |
| T12 | 70,60 | | B | C | D | | | |
| T15 | 69,80 | | B | C | D | | | |
| T10 | 68,70 | | | C | D | | | |
| T4 | 67,90 | | | C | D | E | | |
| T1 | 65,15 | | | | D | E | F | |
| T3 | 58,18 | | | | | E | F | |
| T2 | 56,80 | | | | | | F | G |
| T5 | 47,15 | | | | | | | G |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para Rendimiento Total de las variedades

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | |
|---------|----------------------------|--------|---|
| V2 | 76,63 | A | |
| V3 | 72,95 | A | |
| V1 | 59,04 | | B |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

Prueba de Duncan al 5% para Rendimiento Total de las estrategia de control

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | | |
|---------|----------------------------|--------|---|---|
| C4 | 75,86 | A | | |
| C1 | 73,43 | A | B | |
| C3 | 69,01 | | B | |
| C2 | 67,50 | | B | C |
| C5 | 61,88 | | | C |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

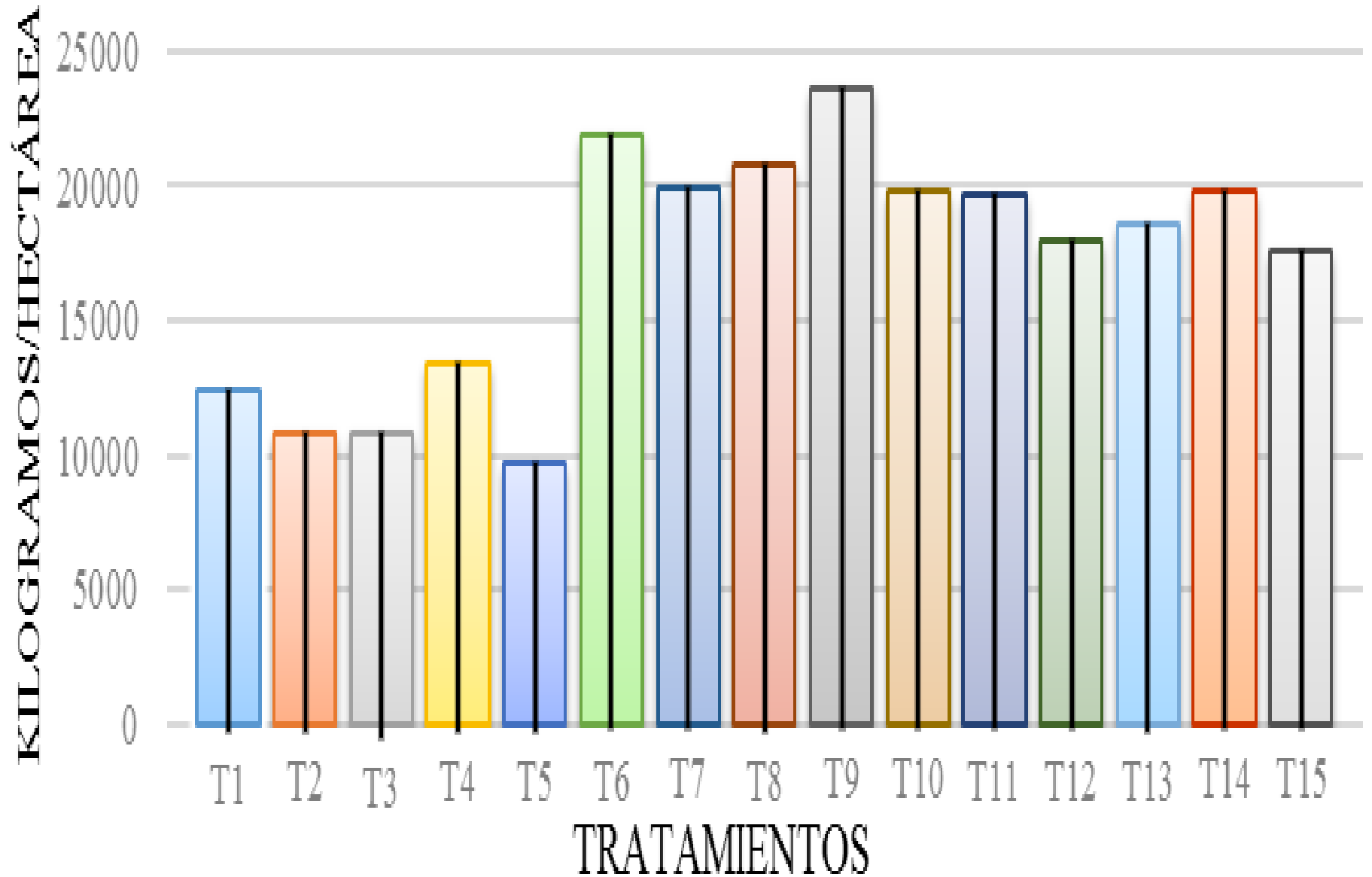
▶ Papa comercial de Primera

| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|---------|----------------------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 10,81 | 2,01 ^{ns} |
| Tratamientos | 14 | 316,96 | 59,05 ^{**} |
| Variedades (V) | 2 | 2040,56 | 380,19 ^{**} |
| Control (C) | 4 | 82,68 | 15,40 ^{**} |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 3,2 | 0,60 ^{ns} |
| Error | 42 | 5,37 | |
| | \bar{X} | | 33,89 |
| | CV% | | 6,84 |

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

RENDIMIENTO PAPA COMERCIAL DE PRIMERA



Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento papa comercial de primera de los tratamientos

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|---|---|---|
| T9 | 46,80 | A | | | | |
| T6 | 43,40 | A | B | | | |
| T8 | 41,08 | | B | C | | |
| T7 | 39,45 | | B | C | D | |
| T10 | 39,23 | | B | C | D | |
| T14 | 39,20 | | B | C | D | |
| T11 | 38,98 | | B | C | D | |
| T13 | 36,85 | | | C | D | |
| T12 | 35,60 | | | C | D | |
| T15 | 34,88 | | | | D | |
| T4 | 26,48 | | | | E | |
| T1 | 24,50 | | | | E | F |
| T2 | 21,48 | | | | E | F |
| T3 | 21,30 | | | | E | F |
| T5 | 19,10 | | | | | F |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para el Rendimiento papa comercial de primera

| TRAT. | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | |
|-------|----------------------------|--------|---|
| V2 | 41,99 | A | |
| V3 | 37,1 | | B |
| V1 | 22,57 | | C |

Prueba de Duncan al 5% para Rendimiento papa comercial de primera de las estrategia de control

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | | |
|---------|----------------------------|--------|---|---|
| C4 | 37,49 | A | | |
| C1 | 35,63 | A | B | |
| C3 | 33,08 | | B | C |
| C2 | 32,18 | | B | C |
| C5 | 31,07 | | | C |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

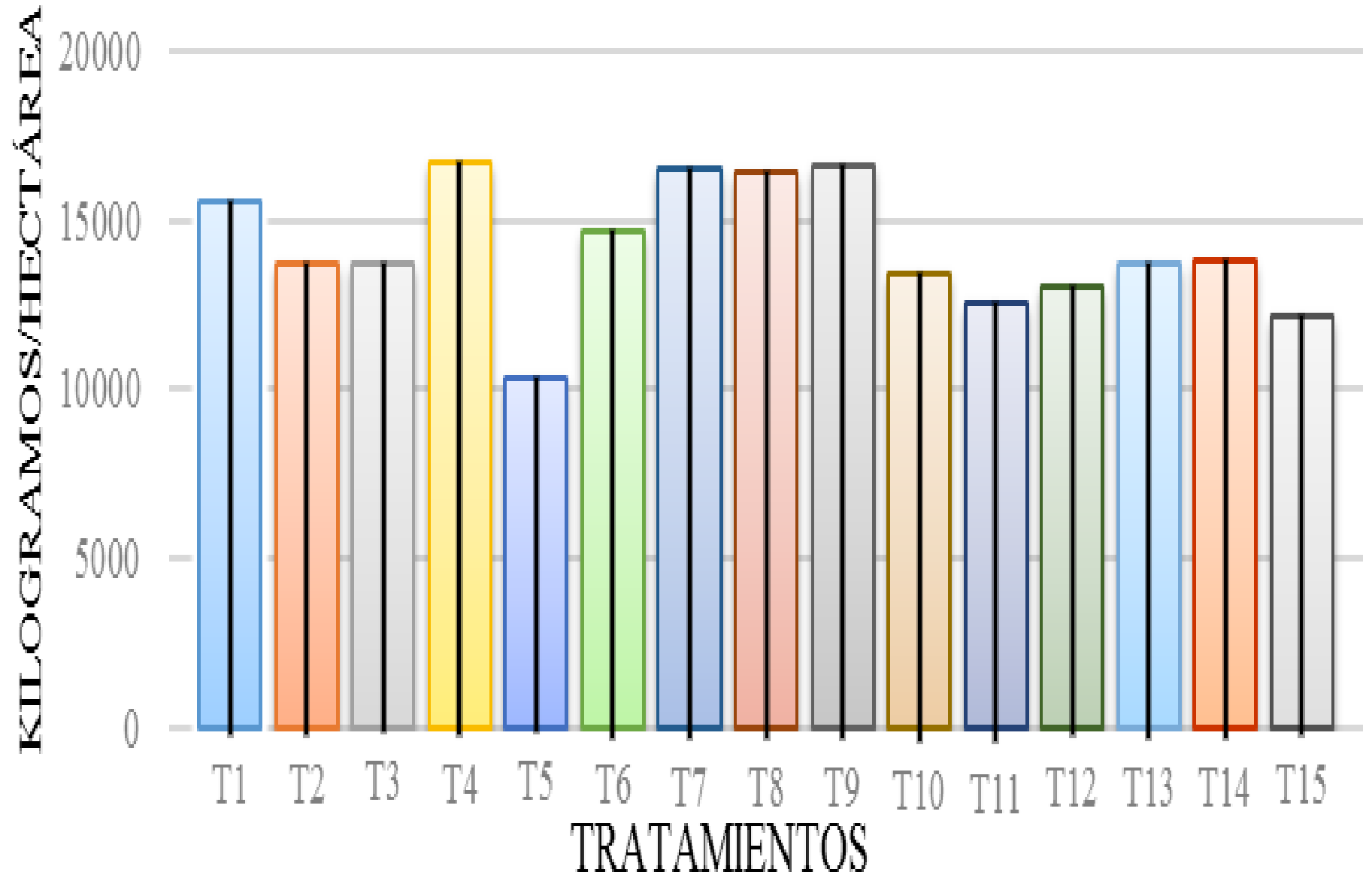
▶ Papa comercial de segunda

| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|--------|---------------------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 2,09 | 0,37 ^{ns} |
| Tratamientos | 14 | 55,12 | 9,75 ^{**} |
| Variedades (V) | 2 | 122,74 | 21,71 ^{**} |
| Control (C) | 4 | 87,3 | 15,44 ^{**} |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 22,13 | 3,91 ^{**} |
| Error | 42 | 5,65 | |
| | \bar{X} | | 28,08 |
| | CV% | | 8,47 |

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

RENDIMIENTO PAPA COMERCIAL DE SEGUNDA



Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento Total papa comercial de segunda de los tratamientos

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|---|---|
| T4 | 33,025 | A | | | |
| T9 | 32,95 | A | | | |
| T7 | 32,675 | A | | | |
| T8 | 32,575 | A | | | |
| T1 | 30,8 | A | B | | |
| T6 | 28,975 | A | B | C | |
| T14 | 27,25 | A | B | C | |
| T13 | 27,225 | A | B | C | |
| T2 | 27,1 | A | B | C | |
| T3 | 27,05 | A | B | C | |
| T10 | 26,475 | | B | C | D |
| T12 | 25,725 | | B | C | D |
| T11 | 24,8 | | B | C | D |
| T15 | 24,1 | | | C | D |
| T5 | 20,525 | | | | D |

§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para el Rendimiento de papa comercial de segunda de las variedades

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | |
|---------|----------------------------|--------|---|
| V2 | 30,73 | A | |
| V1 | 27,7 | A | B |
| V3 | 25,82 | | B |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

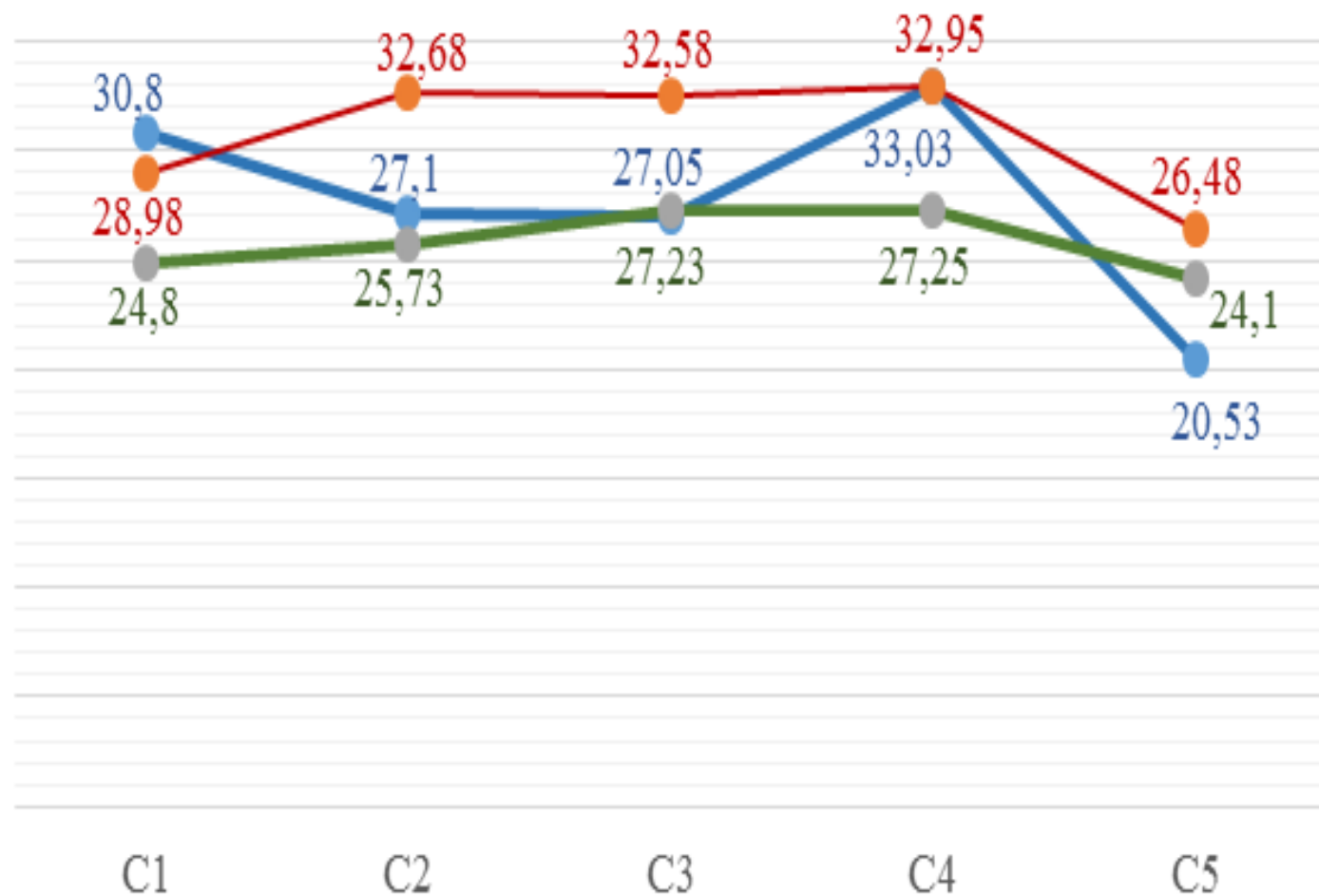
Prueba de Duncan al 5% para Rendimiento papa comercial de segunda de las estrategias de control

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | |
|---------|----------------------------|--------|---|
| C4 | 31,08 | A | |
| C3 | 28,95 | A | |
| C2 | 28,50 | A | |
| C1 | 28,19 | A | |
| C5 | 23,70 | | B |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

RENDIMIENTO PAPA COMERCIAL DE SEGUNDA

KILOGRAMOS/PARCELA NETA



ESTRATEGIAS DE CONTROL

- Var 1
- Var 2
- Var 3

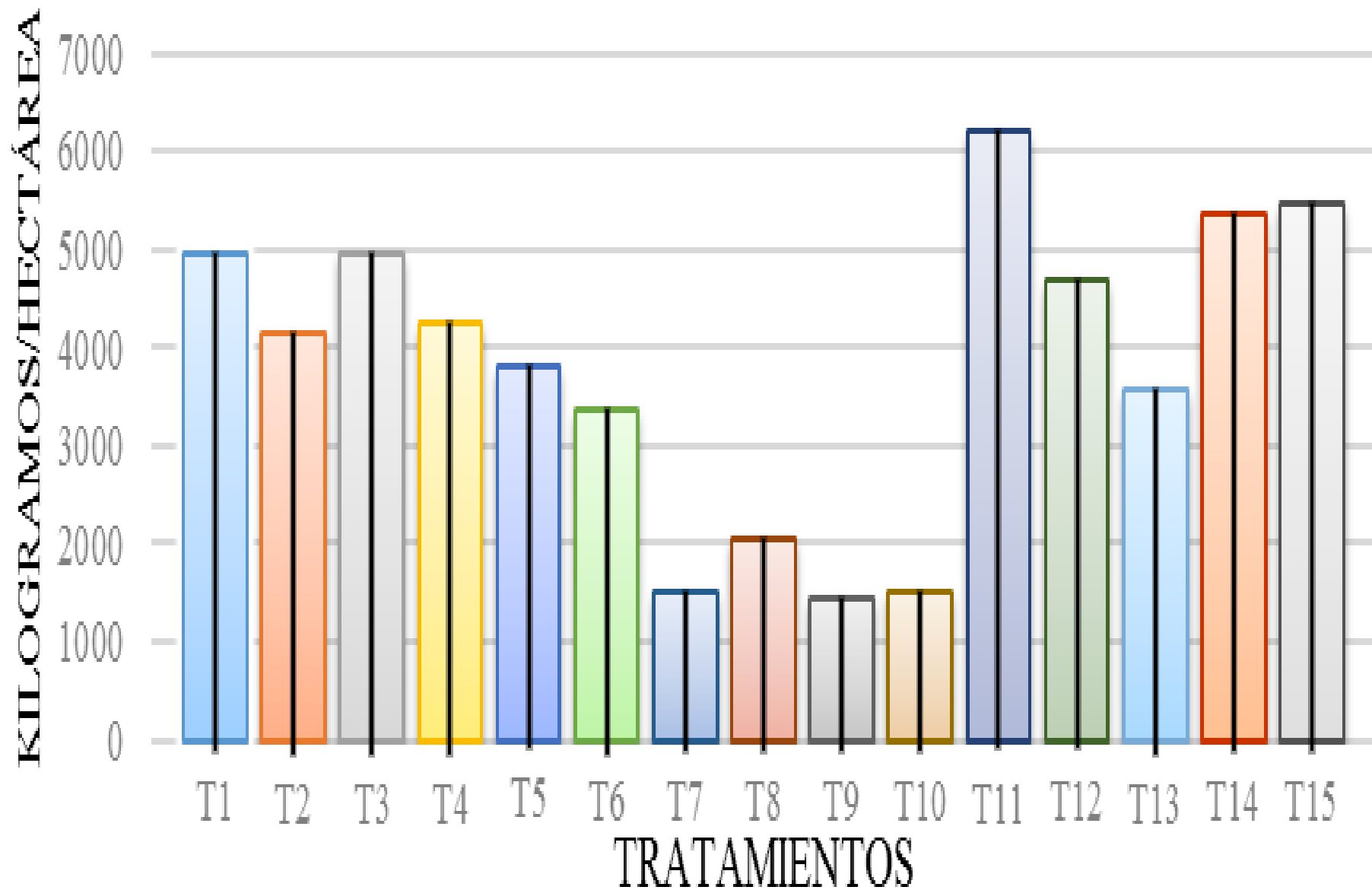
▶ Papa desecho

| Factores de Variación | ADEVA | | |
|-----------------------|-----------|--------|---------------------|
| | GL | CM | F calc. |
| Total | 59 | | |
| Bloques | 3 | 3,38 | 0,95 ^{ns} |
| Tratamientos | 14 | 38,56 | 10,86 ^{**} |
| Variedades (V) | 2 | 209,12 | 58,89 ^{**} |
| Control (C) | 4 | 16,11 | 4,54 ^{**} |
| Interacción (V)x(C) | 8 | 7,14 | 2,01 ^{ns} |
| Error | 42 | 3,55 | |
| | \bar{X} | | 7,57 |
| | CV% | | 24,9 |

ns: No significativo

** : Significativo al 1%

RENDIMIENTO PAPA DESECHO



Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento papa desecho de los tratamientos

| TRAT. ^s | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS | | | |
|--------------------|----------------------------|--------|---|---|---|
| T11 | 12,33 | A | | | |
| T15 | 10,83 | A | B | | |
| T14 | 10,65 | A | B | | |
| T1 | 9,85 | A | B | | |
| T3 | 9,83 | A | B | | |
| T12 | 9,28 | A | B | | |
| T4 | 8,40 | A | B | C | |
| T2 | 8,23 | A | B | C | |
| T5 | 7,53 | A | B | C | D |
| T13 | 7,08 | | B | C | D |
| T6 | 6,68 | | B | C | D |
| T8 | 4,05 | | | C | D |
| T10 | 3,00 | | | | D |
| T7 | 2,98 | | | | D |
| T9 | 2,83 | | | | D |

(^s) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Prueba de DMS al 5% para el Rendimiento de papa desecho de las variedades

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS |
|----------------|-----------------------------------|---------------|
| V3 | 10,03 | A |
| V1 | 8,77 | A |
| V2 | 3,91 | B |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS al 5%

Prueba de Duncan al 5% para Rendimiento papa desecho de las estrategia de control

| TRAT. § | PROMEDIO (kg/parcela neta) | RANGOS |
|----------------|-----------------------------------|---------------|
| C1 | 9,6167 | A |
| C4 | 7,2917 | A |
| C5 | 7,1167 | A |
| C3 | 6,9833 | A |
| C2 | 6,825 | A |

(§) Los promedios seguidos con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

Conclusiones

- ▶ La severidad del ataque de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) depende de la variedad y su resistencia genética, así como de la estrategia de control. La variedad ICA Única con el manejo (Fosfito Potásico + Mandipropamid) y también ICA Única con control químico convencional, fueron los que presentaron la menor severidad de tizón tardío al haber presentado los valores más bajos de AUDPCr (0,06 y 0,05); en tanto, la variedad Diacol Capiro con Fosfito Potásico + Dimethomorph, presentó la mayor severidad de tizón tardío, con las lecturas más altas de AUDPCr (0,46).

- ▶ Las moléculas de fosfitos muestran diferencia como estrategias de control de la enfermedad. El más eficaz fue C4 (Fosfito Potásico + Mandipropamid), con un AUDPCr de 0,10; y, el menos eficaz, C5 (Fosfito Potásico + Dimethomorph) que mostró un AUDPCr de 0,28.
- ▶ El vigor de la planta se relaciona con la variedad, determinándose mayor vigor en la variedad ICA Única, que mostró también la mayor altura de planta, con un promedio de 64,76 cm, por su mayor rusticidad; seguida de la variedad Superchola; y finalmente, Diacol Capiro, que es la más susceptible.

- ▶ A mejor vigor de la planta existe mayor resistencia al ataque de tizón tardío. Los tratamientos que mostraron el mayor vigor fueron T6 (variedad ICA Única y control químico convencional) y T9 (variedad ICA Única con Fosfito Potásico + Mandipropamid); mientras, el tratamiento de menor vigor fue T15 (variedad Diacol Capiro + GLASS K con Dimethomorph).
- ▶ En cuanto al rendimiento, la variedad ICA Única con la estrategia de control (Fosfito Potásico + Mandipropamid) obtuvo el mayor rendimiento total con una media de 46,34 t/ha.

- ▶ El uso de fosfito potásico favorece el menor impacto ambiental en relación con el manejo convencional al que se le asignó un valor de IA de 100%). Los tratamientos con fosfitos, mostraron menores valores de impacto. Al considerar los niveles de reducción del impacto ambiental, el Fosfito Potásico + Dimethomorph, reduce un 61.20%; Fosfito Potásico, 62,59%; el Fosfito Potásico + Mandipropamid, 62,82%; y, el Fosfito Potásico + Azoxystrobin, que fue la tecnología reportó una disminución del 62,84% en comparación con el control químico convencional.

Recomendaciones

- ▶ Emplear el cálculo del valor AUDPCr en futuros ensayos, pues resultó ser una herramienta muy útil para medir la eficacia de los agroquímicos empleados para el control de tizón tardío; así como, para determinar la severidad e incidencia de la enfermedad.
- ▶ Evaluar el uso de fosfito potásico como fuente de nutrición complementaria y como medio de prevención del tizón tardío en el cultivo de papa.

- ▶ Realizar ensayos con la utilización de Fosfito potásico en rotación con los fungicidas del grupo de las “estrobirulinas”, por ser de bajo impacto ambiental y por su influencia positiva en la productividad del cultivo.
- ▶ Proponer estudios de seguimiento debido a la aparición de nuevos ingredientes activos en el control de tizón tardío y así poder evaluarlos con el fin de determinar su eficacia en campo.

- ▶ Evaluar las aplicaciones de otros tipos de productos que actúan como inductores de defensa (elicitors), ya que podrían ser una alternativa racional para con el medio ambiente en el proceso de control de enfermedades del cultivo.
- ▶ En razón de la dinámica del mercado de los agroquímicos, se sugiere evaluar nuevas moléculas, siempre que causen menores impactos al ambiente, lo cual se ratifique a través de la determinación de la tasa de impacto ambiental.

IMPACTO AMBIENTAL

- ▶ El CIA es un método fácilmente aplicable y una herramienta de gran ayuda para técnicos agrónomos de diferentes ramas. Este puede ser usado eficientemente para comparar desde el punto de vista del impacto, diferentes estrategias o programas de manejo de plagas y enfermedades de un cultivo

- ▶ La fórmula del CIA tiene 3 componentes:
 - Agricultor
 - Consumidor
 - Ecológico

▶ La “Tasa de Impacto Ambiental” (a partir de ahora denominada TIA), es la aplicación práctica del CIA, sirve para valorar exactamente los sistemas de producción o tecnologías y las estrategias de manejo de plagas y enfermedades. Este método incorpora variables como: dosificación (kilogramos o litros por hectárea), concentración del ingrediente activo en cada pesticida aplicado y el número de aplicaciones que se realiza por ciclo de cultivo en cada situación específica.

▶ Ej.:

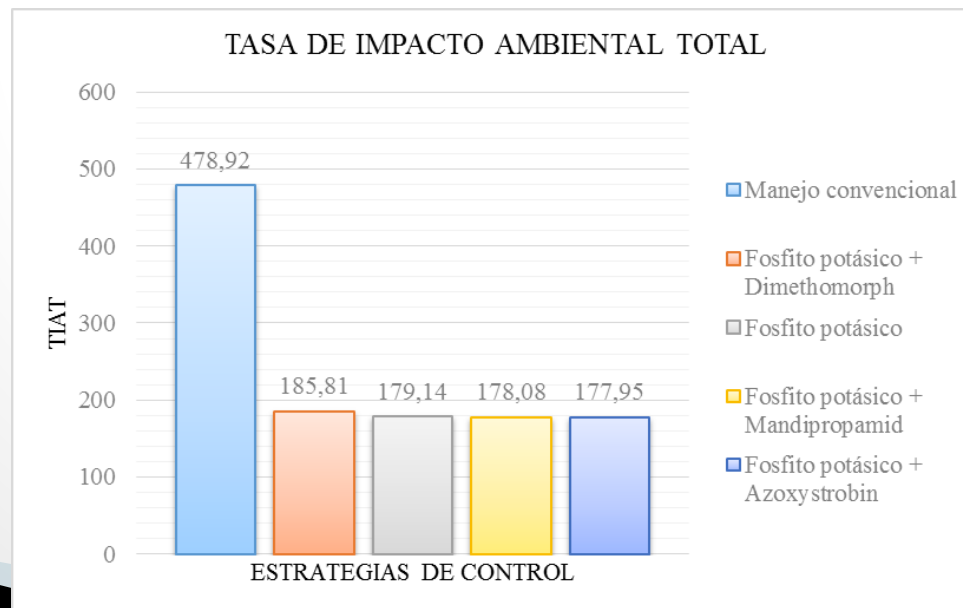
$$\text{Mancozeb TIA} = 14.6 \times 1 \times 0.8 \times 16 = 186.88$$

Tasa de impacto ambiental total de las estrategias de control

| Controles | # Aplicaciones | TIA | % I.A. | Reducción I.A. (%) |
|----------------------------------|----------------|--------|--------|--------------------|
| Manejo convencional | 9 | 478,92 | 100 | 0 |
| Fosfito potásico + Dimethomorph | 9 | 185,81 | 38,8 | 61,2 |
| Fosfito potásico | 9 | 179,14 | 37,4 | 62,6 |
| Fosfito potásico + Mandipropamid | 9 | 178,08 | 37,18 | 62,82 |
| Fosfito potásico + Azoxystrobin | 9 | 177,95 | 37,16 | 62,84 |

TIA: Tasa de impacto ambiental

I.A.: Impacto ambiental



Muchas gracias