

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO **BRASINOFORTE**, COMO REGULADOR DE CRECIMIENTO (TIPO 1), EN EL CULTIVO DE **AGUACATE** REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE PERIBÁN MICHOACÁN.

a) NOMBRE, CURP Y DIRECCION DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO:

Dr. ALBERTO MARGARITO GARCÍA MUNGUÍA. PROFESOR INVESTIGADOR.

almagamu@hotmail.com

CURP: GAMA850405HHGRNL08

Km. 3 Carretera a la Posta, Jesús María, Aguascalientes. México. Universidad Autónoma de Aguascalientes

Centro de Ciencias Agropecuarias

Departamento de Fitotecnia

Jesús María, Aguascalientes

CP. 20131

b) EMPRESA INTERESADA: QUÍMICA LUCAVA, S.A. de C.V. Carretera Panamericana, Km 284, 2da. Fracción de Crespo, C.P. 38110, Celaya, Gto. México.

c) Institución que realizó el estudio de Efectividad Biológica.
Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias Agropecuarias
Jesús María, Aguascalientes, México.

d) Tipo de Insumo

<input type="checkbox"/>	Fertilizante orgánico	<input type="checkbox"/>	Mejorador de suelo orgánico o biológico
<input checked="" type="checkbox"/>	Regulador de crecimiento	<input type="checkbox"/>	Inoculante
<input type="checkbox"/>	Humectante	<input type="checkbox"/>	Enraizador
<input type="checkbox"/>	Nutriente		

e) Título del Trabajo:

Estudio de evaluación de efectividad biológica del producto BRASINOFORTE, como regulador de crecimiento (Tipo 1), en el cultivo de aguacate realizado en el municipio de Peribán, Michoacán.

f) Introducción

1. Importancia del cultivo

El cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) ha adquirido una gran importancia en el mercado internacional, dejando de ser una fruta exótica para incorporarse a la dieta de muchos países. De esta forma, se ha incrementado la producción a nivel mundial en 550,000 t durante los últimos 15 años, generando empleos al demandar mano de obra, riegos, cuidado nutritivo y fitosanitario, cosecha, movilización, empaque, selección, transporte, mercado y ventas al mayoreo y menudeo (Téliz y Mora, 2007).

1.1 Producción en México

La producción de aguacate en México es de 1,889,353.60 toneladas; el principal productor de aguacate en México es el estado de Michoacán, quien produce 1,477,263.54 toneladas anuales, equivalentes al 78.18% de la producción nacional; le sigue el estado de Jalisco, con una producción de 143,504.57 toneladas que corresponden al 7.59%; el estado de México produce el 5.78% con una producción de 109,209.09 toneladas (SIAP, 2016).

g) Objetivos:

1. Evaluar la efectividad biológica del producto BRASINOFORTE, como regulador de crecimiento, en el cultivo de aguacate.
2. Determinar los efectos fitotóxicos posibles del producto BRASINOFORTE, como regulador de crecimiento en el cultivo de aguacate.

h) Nombre comercial y/o experimental.

BRASINOFORTE

i) Garantía de Composición:

Ingredientes activos	Concentración
Brasinoesteroides	0.006 %
Triacantanol	0.300 %

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.

El estudio se instaló en una parcela comercial de aguacate en el municipio de Peribán, Michoacán.

j) Fecha de inicio del estudio: 25 de septiembre de 2023

k) Fecha de finalización del estudio: 23 de enero de 2024

l) Cultivo en el que se realizó el estudio:

Cultivo: Aguacate

Variedad: Hass (mayor a 5 años de edad)

m) Etapa fenológica de la planta:

Desarrollo vegetativo y frutos tamaño canica

n) Diseño experimental

1. El experimento se estableció bajo un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones.
2. La unidad experimental quedó constituida por 2 árboles plantados a una distancia entre ellos 4 m y de 7 m entre hileras (28 m²). Es decir, se utilizaron 56 m² por unidad experimental y 224 m² por tratamiento (8 árboles).
3. La parcela útil estuvo conformada por la cara interna de cada árbol.

o) Distribución de los tratamientos

La distribución de los tratamientos en campo después de una aleatorización quedó como se indica a continuación.

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
T4	T1	T2	T3
T3	T2	T4	T1
T1	T3	T3	T4
T2	T4	T1	T3

Números arábigos = Tratamientos

p) Dosis, momento y número de aplicaciones

Los tratamientos que se evaluaron se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos de BRASINOFORTE, como regulador de crecimiento, en el cultivo de aguacate.

Trata- mientos	PRODUCTO	Dosis (mL/ha)
1	Testigo absoluto	---
2	BRASINOFORTE	100
3	BRASINOFORTE	150
4	BRASINOFORTE	200

q) Momento y número de aplicaciones

Se realizaron tres aplicaciones con un intervalo de 30 días entre cada una. La primera aplicación se realizó en yema.

Formas de aplicación: Se aplicó de manera foliar.

Equipo de aplicación: Se utilizó una aspersora motorizada con boquilla de cono regulable.

Volumen de agua: 1000 L.ha⁻¹ (Gasto [volumen] de referencia de la zona, previo ajuste).

r) Demás insumos utilizados en la evaluación:

No se utilizó otro tipo de insumos que interfiera en el desarrollo de este estudio.

s) Variables de estimación de la efectividad biológica y método de evaluación.

1. Fitotoxicidad. Se evaluó a los 30 después de cada aplicación, mediante la escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society (Cuadro 2)

Cuadro 2. Escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society, para evaluar el posible efecto fitotóxico del producto BRASINOFORTE en el cultivo de aguacate.

EFECTOS SOBRE EL CULTIVO	FITOTOXICIDAD AL CULTIVO (%)
Sin efecto	0.0-1.0
Síntomas muy ligeros	1.1-3.5
Síntomas ligeros	3.6-7.0
Síntomas que no se reflejan en el Rendimiento	7.1-12.5**
Daño medio	12.6-20.0
Daños elevados	20.1-30.0
Daños muy elevados	30.1-50.0
Daños severos	50.1-99.0
Muerte completa	99.1-100

Transformación de la escala porcentual logarítmica de la EWRS a escala porcentual. ** Limite de aceptabilidad.

2. **Peso del fruto:** Se pesaron 5 frutos de cada punto marcado en la etapa de cosecha. La variable se expresó en g por fruto.
3. **Longitud del fruto:** Se midieron 5 frutos de cada punto marcado en la etapa de cosecha. La variable se expresó en mm por fruto.
4. **Diámetro del fruto:** Se midieron 5 frutos de cada punto marcado en la etapa de cosecha. La variable se expresó en mm por fruto
5. **Rendimiento (t/ha).** Se cosecharon los frutos de cada árbol de cada unidad experimental, y se pesaron en una báscula de 500 g, a la cosecha.

t) **Método de evaluación, el cual debe permitir un análisis estadístico acorde al diseño experimental y escala de evaluación utilizada.**

ANÁLISIS DE DATOS. De los datos obtenidos de las variables: peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto y rendimiento, fueron analizados estadísticamente a través de un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$), mediante el paquete estadístico SAS[®].

u) **Tamaño de muestra y método de muestreo.** El tamaño de muestra se especificó anteriormente en cada variable.

v) **CALENDARIO DE ACTIVIDADES.** Se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Calendario de actividades del estudio de evaluación de la efectividad biológica del producto BRASINOFORTE en el cultivo de aguacate.

ACTIVIDAD	FECHA
Fecha de inicio y 1 ^{ra} aplicación	25 de septiembre de 2023
2 ^{da} aplicación (30 dd1a) y Fitotoxicidad	25 de octubre de 2023
3 ^a aplicación (30 dd2a) y Fitotoxicidad	24 de noviembre de 2023
4 ^a aplicación (30 dd3a) y Fitotoxicidad	24 de diciembre de 2023
Evaluación etapa de calidad	23 de enero de 2024

Dd1a. días después de la primera aplicación,
 Dd2a. días después de la segunda aplicación.
 Dd3a. días después de la tercera aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Peso del fruto

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con los datos de **peso del fruto** en el cultivo de aguacate, el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo absoluto y entre tratamientos. Lo anterior se corroboró al realizar la comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$).

Observándose que el mejor resultado se presentó con Brasinoforte a 200 mL/ha, con una media de **198.6 g**, mientras que, las dosis de 100 y 150 mL/ha presentaron medias de **145.7 y 180.7 g**, respectivamente, en comparación del testigo absoluto, con media de **127.5 g** (Cuadro 4)(Figura 1).

Cuadro 4. Evaluación de la variable **peso del fruto** en el cultivo de aguacate (g).

Tratamientos	Peso del fruto (gramos)
T1. Testigo absoluto	127.5 D
T2. Brasinoforte (100 mL/ha)	145.7 C
T3. Brasinoforte (150 mL/ha)	180.7 B
T4. Brasinoforte (200 mL/ha)	198.6 A

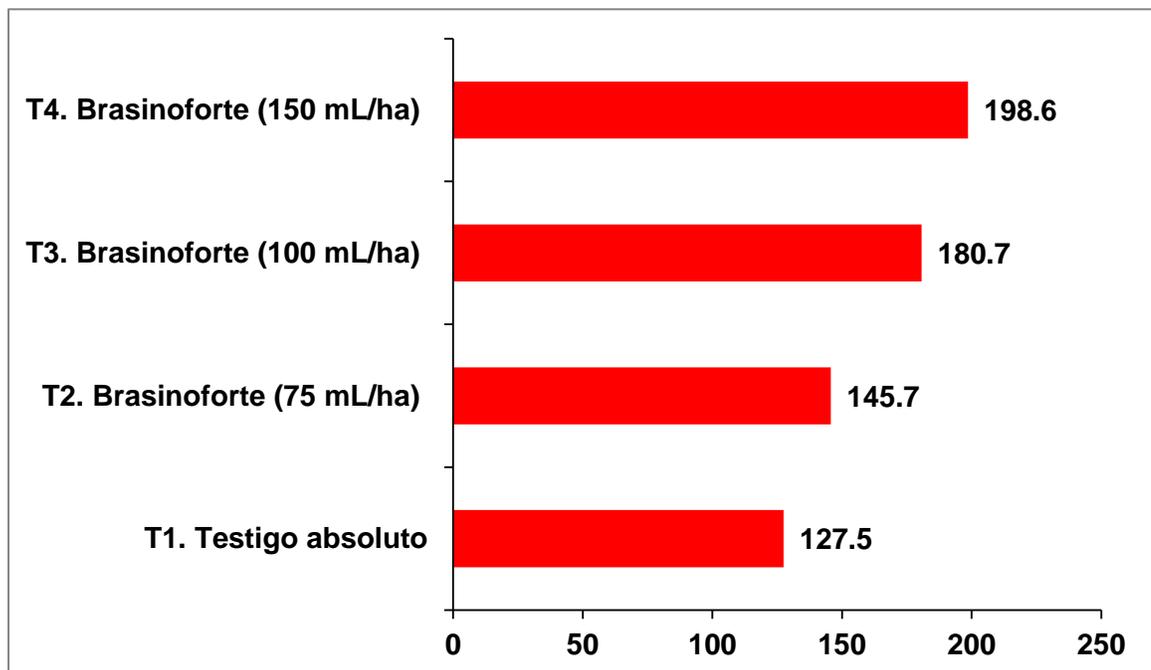


Figura 1. Peso del fruto (g)

2. Longitud del fruto

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con los datos de **longitud del fruto** en el cultivo de aguacate, el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos de Brasinoforte con respecto al testigo absoluto y entre tratamientos. Lo anterior se corroboró al realizar la comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$).

Observándose que el mejor resultado se presentó con Brasinoforte a 200 mL/ha, con una media de **93.4 mm**, mientras que, las dosis de 100 y 150 mL/ha presentaron medias de **86.4 y 89.9 mm**, respectivamente, en comparación del testigo absoluto con media de **81.6 mm** (Cuadro 5)(Figura 2).

Cuadro 5. Evaluación de la variable **longitud del fruto** en el cultivo de aguacate.

Tratamientos	Longitud del fruto (mm)
T1. Testigo absoluto	81.6 D
T2. Brasinoforte (100 mL/ha)	86.4 C
T3. Brasinoforte (150 mL/ha)	89.9 B
T4. Brasinoforte (200 mL/ha)	93.4 A

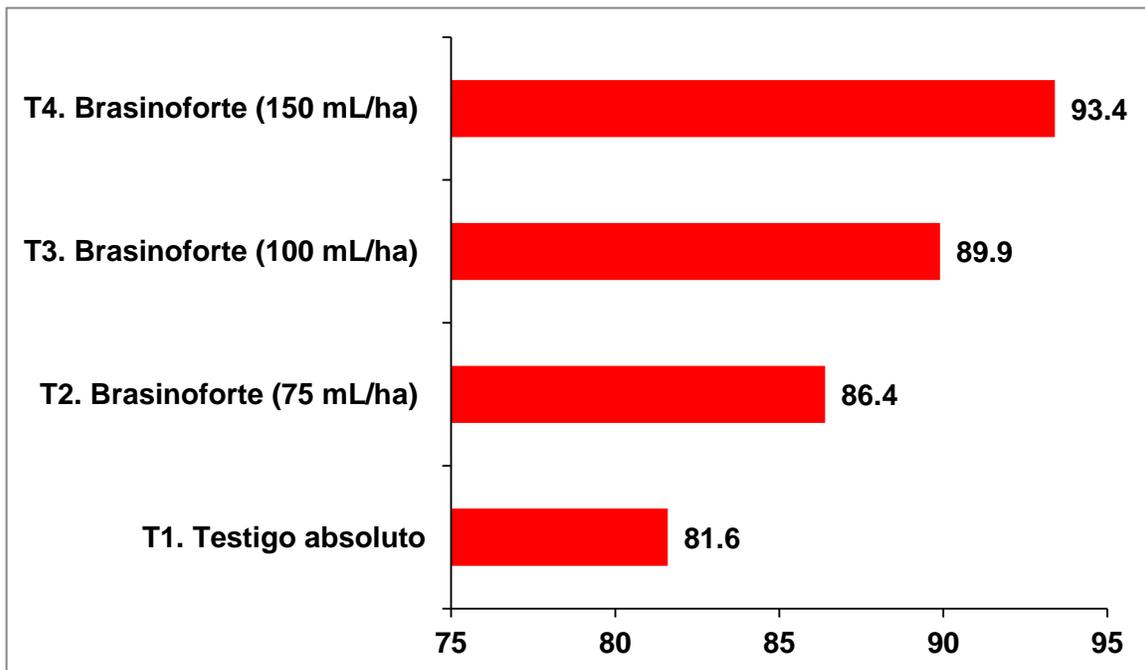


Figura 2. Longitud del fruto (mm)

3. Diámetro del fruto

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con los datos de **diámetro del fruto** en el cultivo de aguacate, el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos de Brasinoforte con respecto al testigo absoluto y entre tratamientos. Lo anterior se corroboró al realizar la comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$).

Observándose que el mejor resultado se presentó con Brasinoforte a 200 mL/ha, con una media de **66.5 mm**, mientras que, las dosis de 100 y 150 mL/ha presentaron medias de **62.1 y 61.9 mm**, respectivamente, en comparación del testigo absoluto con media de **56.7 mm** (Cuadro 6)(Figura 3).

Cuadro 6. Evaluación de la variable **diámetro del fruto** el cultivo de aguacate.

Tratamientos	Diámetro del fruto (mm)
T1. Testigo absoluto	56.7 C
T2. Brasinoforte (100 mL/ha)	62.1 B
T3. Brasinoforte (150 mL/ha)	61.9 B
T4. Brasinoforte (200 mL/ha)	66.5 A

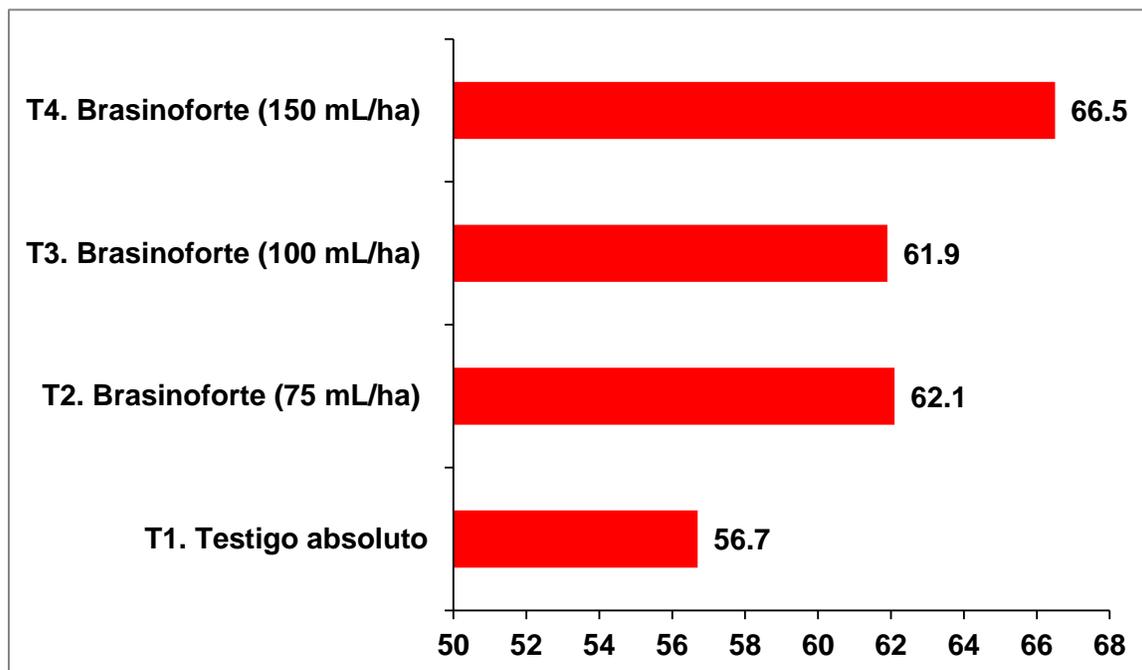


Figura 3. Diámetro del fruto (mm)

4. Rendimiento

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con los datos de **rendimiento** en el cultivo de aguacate, el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos de Brasinoforte con respecto al testigo absoluto y entre tratamientos. Lo anterior se corroboró al realizar la comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$).

Observándose que el mejor resultado se presentó con Brasinoforte a 200 mL/ha, con una media de **39.00 t/ha**, mientras que, las dosis de 100 y 150 mL/ha presentaron medias de **28.64 y 35.50 t/ha**, respectivamente, en comparación del testigo absoluto con media de **25.04 t/ha** (Cuadro 7)(Figura 4).

Cuadro 7. Evaluación de la variable rendimiento el cultivo de aguacate

	t/ha	Aumento sobre Testigo	
		t/ha	%
T1. Testigo absoluto	25.04 D	-	-
T2. Brasinoforte (100 mL/ha)	28.64 C	3.61	14.4
T3. Brasinoforte (150 mL/ha)	35.50 B	10.46	41.8
T4. Brasinoforte (200 mL/ha)	39.00 A	13.96	55.8

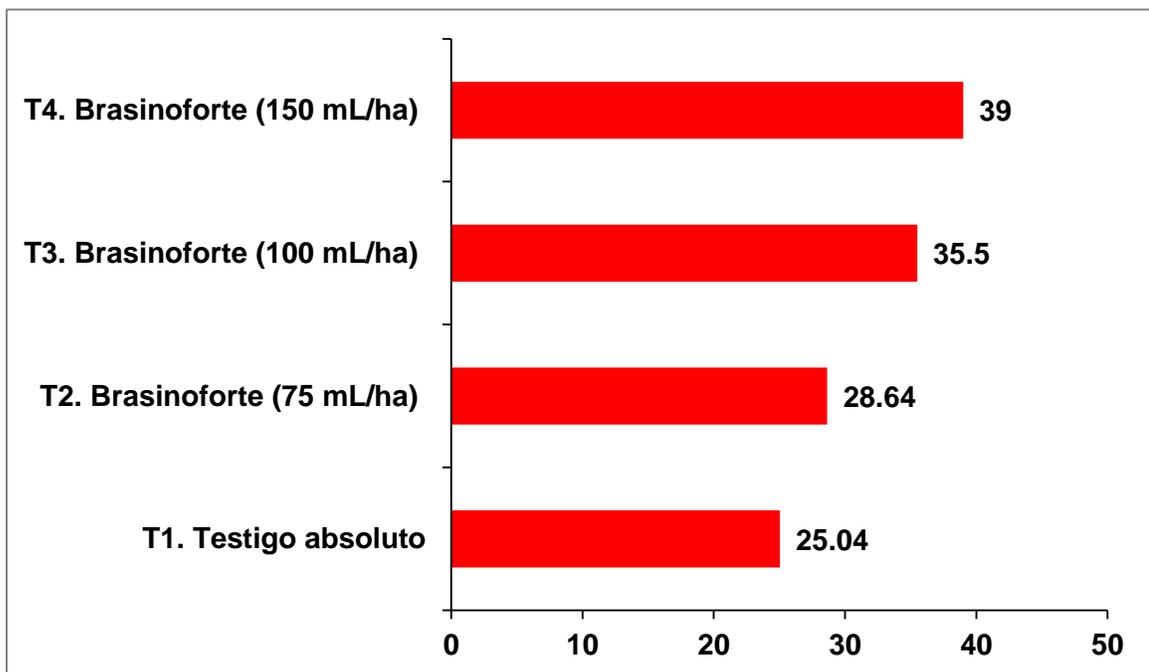


Figura 4. Rendimiento (t/ha)

FITOTOXICIDAD

El producto BRASINOFORTE, en tres aspersiones foliares, con intervalos mensuales, en dosis de 100, 150 y 200 mL/ha, no fue fitotóxico en el cultivo de aguacate.

CONCLUSIONES

El producto BRASINOFORTE en tres aspersiones foliares con intervalos mensuales, en dosis de 100, 150 y 200 mL/ha, obtuvo efectos positivos sobre el crecimiento y en general, mostrando un incremento en la etapa de calidad y cosecha, mediante la evaluación de las variables: peso, diámetro y longitud del fruto y rendimiento en cosecha.

RECOMENDACIONES

Realizar tres aplicaciones por aspersión foliar del producto BRASINOFORTE, con intervalos de 30 días, la primera aplicación en yema, con dosis de 100, 150 o 200 mL/ha.

APÉNDICE A

Programas para realizar el Análisis De Varianza Y Prueba De Tukey de las variables del estudio de efectividad biológica de los diferentes productos, en el cultivo de aguacate.

ENTRADAS

```

Data;
options ps=500 ls=80 nodate;
input trat blo P L D R;
Cards;
1 1 125.4 82.7 56.7 69.0
2 1 145.2 87.1 59.9 79.8
3 1 177.0 89.3 63.4 97.4
4 1 192.6 94.1 65.7 105.9
1 2 131.4 81.4 54.5 72.3
2 2 141.0 85.4 65.0 77.6
3 2 163.4 90.2 62.5 89.9
4 2 200.9 93.5 68.8 110.5
1 3 126.9 81.1 56.8 69.8
2 3 149.4 86.1 61.2 82.2
3 3 187.3 90.3 60.7 103.0
4 3 202.2 93.7 64.8 111.2
1 4 126.2 81.3 58.7 69.4
2 4 147.3 87.1 62.5 81.0
3 4 194.9 89.7 61.0 107.2
4 4 198.5 92.3 66.5 109.2;

Proc anova;
class trat blo;
model P L D R = trat blo;
means trat/tukey;
Title "variables";
Run;

```

SALIDAS

```

              variables
          Procedimiento ANOVA
Información del nivel de clase
Clase      Niveles  Valores
trat        4      1 2 3 4
blo         4      1 2 3 4
Número de observaciones    16

Variable dependiente: P

Fuente          DF      Suma de      Cuadrado de
Modelo          6      12739.23000  2123.20500  F-Valor  Pr > F
Error          9      476.39000   52.93222
Total correcto 15      13215.62000

R-cuadrado      0.963953
Coef Var       4.460732
Raiz MSE       7.275453
P Media        163.1000

Fuente          DF      Anova SS      Cuadrado de
trat           3      12542.94500  4180.98167  F-Valor  Pr > F
blo            3      196.28500   65.42833   1.24     0.3525

Variable dependiente: L

Fuente          DF      Suma de      Cuadrado de
Modelo          6      303.9987500  50.6664583  F-Valor  Pr > F
Error          9      4.8356250   0.5372917

```

Total correcto	15	308.8343750				
R-cuadrado		Coef Var	Raiz MSE	L Media		
0.984342		0.834557	0.733002	87.83125		
				Cuadrado de		
Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F	
trat	3	302.7318750	100.9106250	187.81	<.0001	
blo	3	1.2668750	0.4222917	0.79	0.5313	

Variable dependiente: D

		Suma de	Cuadrado de			
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	6	199.8687500	33.3114583	10.36	0.0013	
Error	9	28.9406250	3.2156250			
Total correcto	15	228.8093750				
R-cuadrado		Coef Var	Raiz MSE	D Media		
0.873516		2.901938	1.793216	61.79375		
				Cuadrado de		
Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F	
trat	3	192.0818750	64.0272917	19.91	0.0003	
blo	3	7.7868750	2.5956250	0.81	0.5210	

Variable dependiente: R

		Suma de	Cuadrado de			
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	6	3851.925000	641.987500	40.17	<.0001	
Error	9	143.832500	15.981389			
Total correcto	15	3995.757500				
R-cuadrado		Coef Var	Raiz MSE	R Media		
0.964004		4.456094	3.997673	89.71250		
				Cuadrado de		
Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F	
trat	3	3792.952500	1264.317500	79.11	<.0001	
blo	3	58.972500	19.657500	1.23	0.3544	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para P

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 9
 Error de cuadrado medio 52.93222
 Valor crítico del rango estudentizado 4.41490
 Diferencia significativa mínima 16.06

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	198.550	4	4
B	180.650	4	3
C	145.725	4	2
D	127.475	4	1

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para L

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 9
 Error de cuadrado medio 0.537292
 Valor crítico del rango estudentizado 4.41490
 Diferencia significativa mínima 1.6181

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	93.4000	4	4
B	89.8750	4	3
C	86.4250	4	2
D	81.6250	4	1

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para D

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05
 Error de grados de libertad 9
 Error de cuadrado medio 3.215625
 Valor crítico del rango estudentizado 4.41490
 Diferencia significativa mínima 3.9584

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
--------------------	-------	---	------

A	66.450	4	4
B	62.150	4	2
B	61.900	4	3
C	56.675	4	1

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para R

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	9
Error de cuadrado medio	15.98139
Valor crítico del rango estudentizado	4.41490
Diferencia significativa mínima	8.824

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	109.200	4	4
B	99.375	4	3
C	80.150	4	2
D	70.125	4	1

APÉNDICE B

Condiciones climáticas prevalecientes durante el desarrollo del estudio instalado, en el municipio de Peribán, Michoacán.

Fecha	Temperatura (°C)
	Mín. / Máx
25/09/2023	16 / 34
26/09/2023	16 / 33
27/09/2023	15 / 33
28/09/2023	16 / 33
29/09/2023	16 / 32
30/09/2023	17 / 32
01/10/2023	16 / 32
02/10/2023	15 / 32
03/10/2023	16 / 33
04/10/2023	16 / 27
05/10/2023	15 / 30
06/10/2023	16 / 30
07/10/2023	17 / 26
08/10/2023	15 / 23
09/10/2023	21 / 28
10/10/2023	16 / 26
11/10/2023	14 / 21
12/10/2023	12 / 27
13/10/2023	12 / 29
14/10/2023	16 / 27
15/10/2023	15 / 27
16/10/2023	14 / 25
17/10/2023	10 / 25
18/10/2023	9 / 28
19/10/2023	12 / 29
20/10/2023	14 / 29
21/10/2023	13 / 29
22/10/2023	16 / 28
23/10/2023	11 / 28

24/10/2023	9 / 29
25/10/2023	12 / 27
26/10/2023	17 / 28
27/10/2023	17 / 27
28/10/2023	13 / 28
29/10/2023	13 / 30
30/10/2023	13 / 29
31/10/2023	13 / 25
01/11/2023	11 / 25
02/11/2023	8 / 28
03/11/2023	11 / 29
04/11/2023	11 / 28
05/11/2023	9 / 28
06/11/2023	7 / 29
07/11/2023	10 / 31
08/11/2023	10 / 32
09/11/2023	12 / 30
10/11/2023	16 / 30
11/11/2023	15 / 26
12/11/2023	13 / 24
13/11/2023	12 / 24
14/11/2023	14 / 25
15/11/2023	11 / 27
16/11/2023	10 / 27
17/11/2023	11 / 29
18/11/2023	11 / 29
19/11/2023	8 / 25
20/11/2023	10 / 28
21/11/2023	10 / 21
22/11/2023	12 / 24
23/11/2023	11 / 24
24/11/2023	9 / 28
25/11/2023	7 / 28
26/11/2023	7 / 29
27/11/2023	11 / 25
28/11/2023	12 / 29
29/11/2023	12 / 25
30/11/2023	12 / 26
01/12/2023	12 / 26
02/12/2023	11 / 25
03/12/2023	13 / 23
04/12/2023	12 / 18
05/12/2023	11 / 22
06/12/2023	11 / 25
07/12/2023	11 / 19
08/12/2023	9 / 27
09/12/2023	9 / 29
10/12/2023	9 / 24
11/12/2023	11 / 18
12/12/2023	7 / 24
13/12/2023	8 / 23
14/12/2023	8 / 24
15/12/2023	11 / 26
16/12/2023	9 / 28
17/12/2023	9 / 28
18/12/2023	7 / 28

19/12/2023	8 / 28
20/12/2023	9 / 28
21/12/2023	9 / 27
22/12/2023	10 / 27
23/12/2023	9 / 26
24/12/2023	12 / 25
25/12/2023	9 / 24
26/12/2023	10 / 18
27/12/2023	9 / 24
28/12/2023	6 / 24
29/12/2023	6 / 25
30/12/2023	6 / 25
31/12/2023	6 / 25
01/01/2024	6 / 26
02/01/2024	8 / 24
03/01/2024	7 / 28
04/01/2024	5 / 25
05/01/2024	7 / 26
06/01/2024	7 / 26
07/01/2024	7 / 19
08/01/2024	8 / 24
09/01/2024	8 / 26
10/01/2024	6 / 25
11/01/2024	7 / 27
12/01/2024	6 / 30
13/01/2024	9 / 27
14/01/2024	8 / 27
15/01/2024	8 / 30
16/01/2024	8 / 30
17/01/2024	10 / 30
18/01/2024	11 / 28
19/01/2024	12 / 28
20/01/2024	12 / 27
21/01/2024	10 / 29
22/01/2024	9 / 27

w) Firma del responsable del estudio de efectividad biológica