

INFORME FINAL

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO **BRASINOFORTE**, COMO REGULADOR DE CRECIMIENTO, EN EL CULTIVO DE AGUACATE EN 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

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

b) Institución que va a realizar el estudio de Efectividad Biológica.

Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias Agropecuarias
Jesús María, Aguascalientes, México.

c) Tipo de Insumo

<input type="checkbox"/>	Regulador de crecimiento	<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		

d) Título del Trabajo:

Estudio de evaluación de efectividad biológica del producto BRASINOFORTE, como regulador de crecimiento, en el cultivo de aguacate en Peribán, Michoacán.

e) 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 aproximadamente 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).

e) 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.

f) Nombre comercial y/o experimental.

- BRASINOFORTE

g) Garantía de Composición:

Composición garantizada	Concentración
Triacotanol	0.200 %
Brasinoesteroides	0.005 %

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.

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

h) Fecha de inicio del estudio: 04 de diciembre de 2020

i) Fecha de finalización del estudio: 18 de marzo de 2021

j) Cultivo en el que se realizó el estudio:

Aguacate **Variedad:** Hass (Mayor a 5 años de edad)

k) Etapa fenológica de la planta:

En desarrollo vegetativo, en floración, en fruto en canica y en fruto en huevo

l) 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. 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.

m) Distribución de los tratamientos

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

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en campo

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
T2	T3	T1	T5
T4	T5	T2	T2
T3	T2	T5	T1
T1	T4	T3	T4
T5	T1	T4	T3

Números arábigos = Tratamientos

n) Dosis, momento y número de aplicaciones

Los tratamientos que se evaluaron se indican en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos de BRASINOFORTE, como regulador de crecimiento, en el cultivo de aguacate.

TRAT	PRODUCTO	Dosis mL/ha
1	Testigo absoluto	
2	BRASINOFORTE	100
3	BRASINOFORTE	150
4	BRASINOFORTE	200
5	VITAZYME*	1000

o) Momento y número de aplicaciones

Se realizaron cuatro aplicaciones con un intervalo de 30 días entre cada una. La primera aplicación se realizó en desarrollo vegetativo.

Formas de aplicación: Se aplicó de manera foliar.

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

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

p) Demás insumos utilizados en la evaluación:

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

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

1. Fitotoxicidad. Se evaluó a los 30 días después de la cada aplicación, mediante la escala porcentual de la European Weed Research Society (Cuadro 3).

Cuadro 3. Escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society, para evaluar el posible efecto fitotóxico del producto BRASINOFORTE en el cultivo de aguacate.

EFFECTOS 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 midió en 5 frutos de cada punto marcado en la etapa de cosecha. La variable se expresó en cm por fruto.
4. **Diámetro del fruto:** Se midieron 5 frutos de cada punto cardinal marcado en la etapa de cosecha. La variable se expresó en cm por fruto
5. **Rendimiento (t.ha⁻¹).** Se cosecharon los frutos de cada árbol (unidad experimental) y se pesaron en una báscula de 500 g, a la cosecha.

ANÁLISIS DE DATOS. De los datos obtenidos de las variables: peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, 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[®].

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

u) CALENDARIO DE ACTIVIDADES. Se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. 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	04 de diciembre de 2020
2 ^{da} aplicación (30 dd1a) y Fitotoxicidad	03 de enero de 2021
3 ^a aplicación (30 dd2a) y Fitotoxicidad	02 de febrero de 2021
4 ^a aplicación (30 dd3a) y Fitotoxicidad	04 de marzo de 2021
Evaluación etapa de calidad	18 de marzo de 2021

Ddpa: días después de la primera aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Peso del fruto

El análisis de varianza con los datos del **peso del fruto** en el cultivo de aguacate mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias (con $\alpha = 0.05$). Se observó un mayor peso donde se aplicó el regulador de crecimiento Brasinoforte en sus dosis de 100, 150 y 200 mL.ha⁻¹ en comparación con el testigo absoluto.

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

TRATAMIENTOS	Peso del fruto (g)
T1. Testigo absoluto	133.5 C
T2. Brasinoforte (100 mL.ha ⁻¹)	153.5 BC
T3. Brasinoforte (150 mL.ha ⁻¹)	181.2AB
T4. Brasinoforte (200 mL.ha ⁻¹)	206.6 A
T5. Vitazyme* (1000 mL.ha ⁻¹)	192.5 A



Figura 1. Peso del fruto

2. Longitud del fruto

El análisis de varianza con los datos de la **longitud del fruto** en el cultivo de aguacate mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias (con $\alpha = 0.05$). Se observó una mayor longitud del fruto donde se aplicó el regulador de crecimiento Brasinoforte en sus dosis de 100, 150 y 200 mL.ha⁻¹ en comparación con el testigo absoluto.

Cuadro 6. Evaluación de la variable **longitud del fruto**, en el cultivo de aguacate.

TRATAMIENTOS	Longitud del fruto (mm)
T1. Testigo absoluto	85.8 B
T2. Brasinoforte (100 mL.ha ⁻¹)	94.2 A
T3. Brasinoforte (150 mL.ha ⁻¹)	97.0 A
T4. Brasinoforte (200 mL.ha ⁻¹)	100.8 A
T5. Vitazyme* (1000 mL.ha ⁻¹)	95.7 A

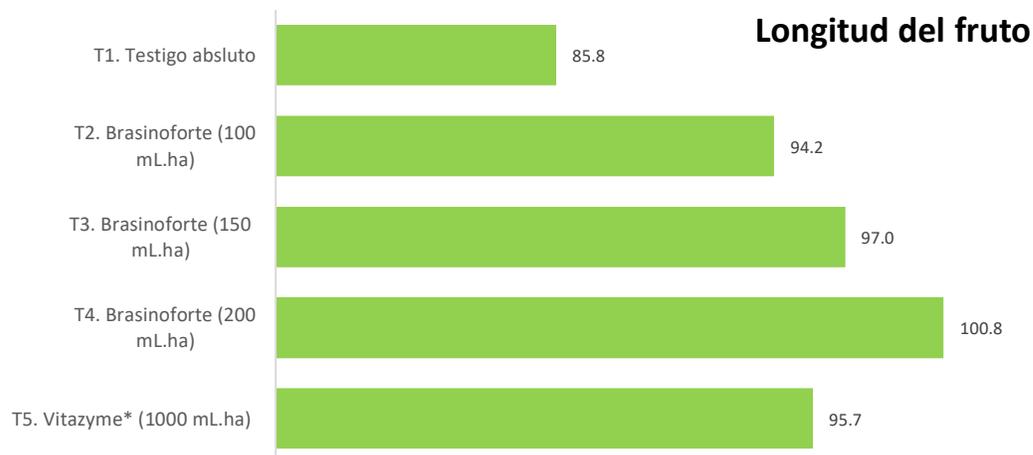


Figura 2. Longitud del fruto

3. Diámetro del fruto

El análisis de varianza con los datos del **diámetro del fruto** en el cultivo de aguacate mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias (con $\alpha = 0.05$). Se observó un mayor diámetro del fruto donde se aplicó el regulador de crecimiento Brasinoforte en sus dosis de 100, 150 y 200 mL.ha⁻¹ en comparación con el testigo absoluto.

Cuadro 7. Evaluación de la variable **Diámetro del fruto**, en el cultivo de aguacate.

TRATAMIENTOS	Diámetro del fruto (mm)
T1. Testigo absoluto	50.4 B
T2. Brasinoforte (100 mL.ha ⁻¹)	58.1 A
T3. Brasinoforte (150 mL.ha ⁻¹)	56.8 A
T4. Brasinoforte (200 mL.ha ⁻¹)	60.3 A
T5. Vitazyme* (1000 mL.ha ⁻¹)	57.0 A

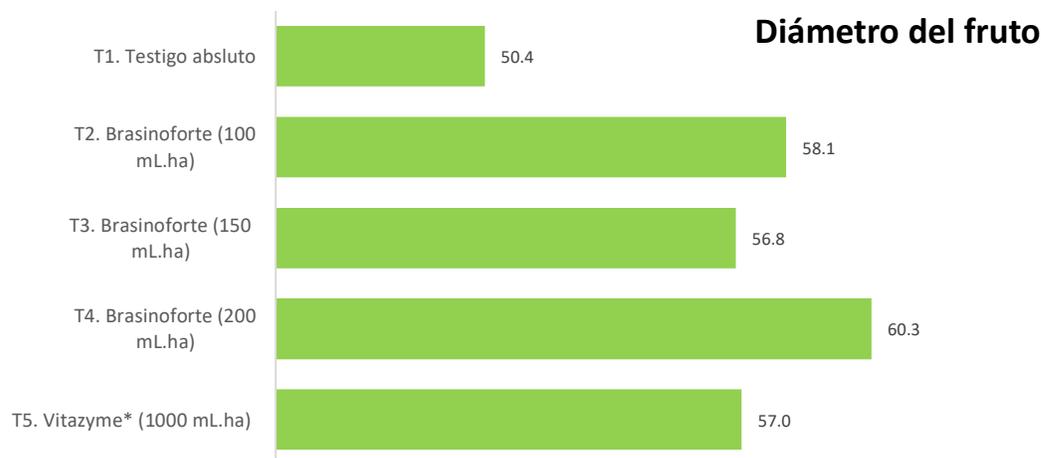


Figura 3. Diámetro del fruto

4. Rendimiento por hectárea

El análisis de varianza realizado con los datos del **Rendimiento por hectárea** en el cultivo de aguacate mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias (con $\alpha = 0.05$). Se observó un mayor rendimiento por hectárea donde se aplicó el regulador de crecimiento Brasinoforte en sus dosis de 100, 150 y 200 mL.ha⁻¹ en comparación con el testigo absoluto.

Cuadro 8. Evaluación de la variable **Rendimiento**, en el cultivo de aguacate.

Tratamientos	Rendimiento t.ha ⁻¹	aumento rendimiento	
		t.ha ⁻¹	%
T1. Testigo absoluto	6.88 C	-	-
T2. Brasinoforte (100 mL.ha ⁻¹)	7.92 BC	1.03	15
T3. Brasinoforte (150 mL.ha ⁻¹)	9.34 AB	2.46	36
T4. Brasinoforte (200 mL.ha ⁻¹)	10.65 A	3.77	55
T5. Vitazyme (1000 mL.ha ⁻¹)	9.93 A	3.04	44

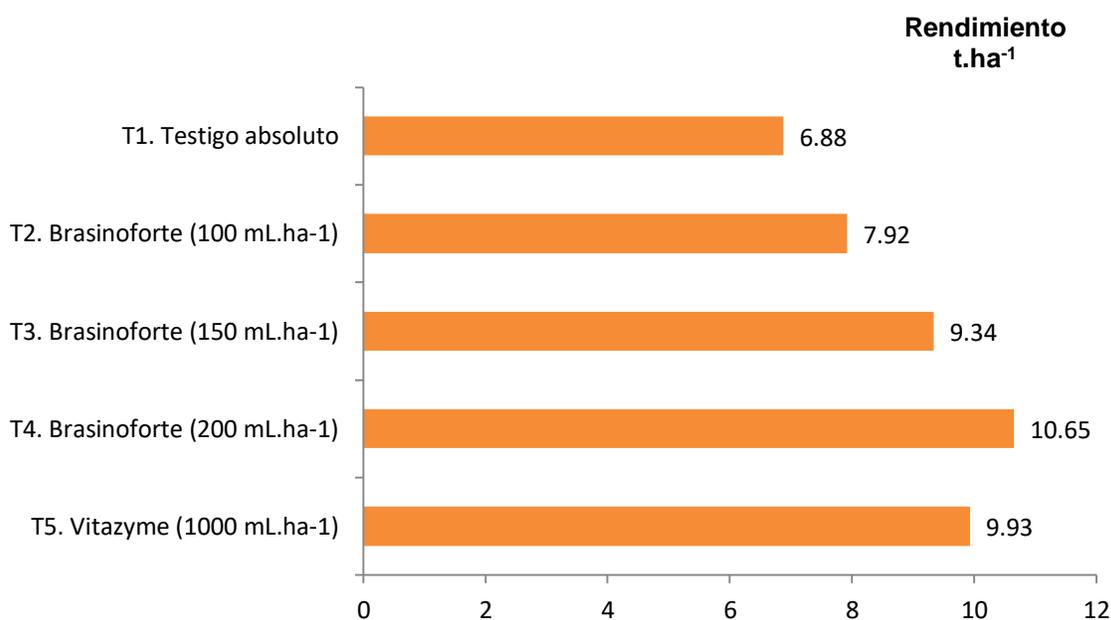


Figura 4. Rendimiento t.ha⁻¹

FITOTOXICIDAD

El producto Brasinoforte en sus dosis de 100, 150 y 200 mL.ha⁻¹, no fueron fitotóxico en el cultivo de aguacate.

CONCLUSIONES

El producto **Brasinoforte** como regulador de crecimiento en sus dosis de 100, 150 y 200 mL.ha⁻¹, obtuvieron un efecto positivo en el peso, diámetro y longitud del fruto y rendimiento en el cultivo de aguacate.

RECOMENDACIÓN

En resumen, la recomendación para el producto Brasinoforte, queda de la siguiente manera:

Cultivo	Dosis (mL.ha⁻¹)	Observaciones
Aguacate	100-200	Realizar 4 aplicaciones de manera foliar con un intervalo de 30 días entre cada aplicación. Realizar la primera aplicación en desarrollo vegetativo. Utilizar un volumen de mezcla aproximado de 1000 L.ha ⁻¹ .

APÉNDICE A

PROGRAMAS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO BRASINOFORTE, COMO REGULADOR DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE AGUACATE.

```
Data aguacate;
options ps=500 ls=80 nodate;
input trat blo PE LO DI REN;
cards;
1 1 166.2 75.11 51.056 3324.8
2 1 157.1 94.04 56.392 3141.6
3 1 167.5 96.374 56.328 3350.8
4 1 197.8 99.98 57.516 3955.2
5 1 191.5 94.56 55.634 3830.4
1 2 139.8 89.466 50.414 2796.6
2 2 153.0 93.314 57.452 3059.84
3 2 172.9 96.13 58.536 3457.2
4 2 201.0 100.892 62.534 4019.8
5 2 193.9 97.578 58.87 3877.6
1 3 107.9 90.28 50.084 2157.6
2 3 161.8 94.51 58.356 3235.6
3 3 187.2 97.208 59.76 3744
4 3 206.8 103.322 61.068 4135.2
5 3 199.7 98.094 55.36 3994
1 4 120.0 88.4 49.96 2400.4
2 4 142.1 95.058 60.312 2841.2
3 4 197.2 98.142 52.704 3944.8
4 4 220.8 98.854 60.146 4415.6
5 4 184.9 92.644 58.074 3698.4
proc anova;
class trat blo;
model PE LO DI REN= trat blo;
means trat/tukey;
title "Evaluación en el cultivo de aguacate";
Run;
```

APÉNDICE B

SALIDAS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO BRASINOFORTE, COMO REGULADOR DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE AGUACATE.

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	5	1 2 3 4 5
blo	4	1 2 3 4

Número de observaciones 20

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: PE

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	14117.40750	2016.77250	7.85	0.0011
Error	12	3084.42200	257.03517		
Total correcto	19	17201.82950			
R-cuadrado		Coef Var	Raiz MSE	PE Media	
		0.820692	9.242925	16.03232	173.4550

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	14071.56200	3517.89050	13.69	0.0002
blo	3	45.84550	15.28183	0.06	0.9801

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: LO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	547.1699596	78.1671371	7.18	0.0016
Error	12	130.5873836	10.8822820		
Total correcto	19	677.7573432			
R-cuadrado		Coef Var	Raiz MSE	LO Media	
		0.807324	3.483534	3.298830	94.69780

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	488.3641572	122.0910393	11.22	0.0005
blo	3	58.8058024	19.6019341	1.80	0.2005

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: DI

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	233.1793348	33.3113335	8.46	0.0008
Error	12	47.2698244	3.9391520		
Total correcto	19	280.4491592			
R-cuadrado		Coef Var	Raiz MSE	DI Media	
		0.831450	3.511068	1.984730	56.52780

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	220.1044092	55.0261023	13.97	0.0002
blo	3	13.0749256	4.3583085	1.11	0.3846

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: REN

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	5643943.762	806277.680	7.83	0.0011
Error	12	1235438.083	102953.174		
Total correcto	19	6879381.845			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	REN Media
0.820414	9.249357	320.8632	3469.032

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	4	5625429.134	1406357.283	13.66	0.0002
blo	3	18514.628	6171.543	0.06	0.9799

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para PE

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	12
Error de cuadrado medio	257.0352
Valor crítico del rango estudentizado	4.50760
Diferencia significativa mínima	36.134

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	206.60	4	4
A	192.50	4	5
B A	181.20	4	3
B C	153.50	4	2
C	133.48	4	1

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para LO

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	12
Error de cuadrado medio	10.88228
Valor crítico del rango estudentizado	4.50760
Diferencia significativa mínima	7.4349

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	100.762	4	4
A	96.964	4	3
A	95.719	4	5
A	94.231	4	2
B	85.814	4	1

Evaluación en el cultivo de aguacate

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DI

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	12
Error de cuadrado medio	3.939152
Valor crítico del rango estudentizado	4.50760
Diferencia significativa mínima	4.4732

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	60.316	4	4
A	58.128	4	2
A	56.985	4	5
A	56.832	4	3

