

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO PROTECSEM, COMO INOCULANTE MICROBIANO, EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO, REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE LOS REYES, MICHOACÁN.

a) NOMBRE, CURP Y DIRECCIÓN 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

a) EMPRESA SOLICITANTE:

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

b) Institución que realizó el estudio de Efectividad Biológica.

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

c) Tipo de Insumo

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

d) Objetivos:

1. Evaluar la eficacia biológica del producto PROTECSEM, como inoculante microbiano, en el cultivo de arándano.
2. Determinar los efectos fitotóxicos posibles del producto PROTECSEM, como inoculante microbiano, en el cultivo de arándano.

e) Nombre comercial y/o experimental.

PROTECSEM

f) Garantía de Composición:

Composición garantizada	Concentración
<i>Paenibacillus azotofixans</i>	1 x 10 ⁸ UFC/g
<i>Bacillus megaterium</i>	1 x 10 ⁸ UFC/g
<i>Bacillus mucilaginosus</i>	1 x 10 ⁸ UFC/g
<i>Bacillus subtilis</i>	1 x 10 ⁸ UFC/g
<i>Trichoderma harzianum</i>	1 x 10 ⁸ UFC/g

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.

El presente estudio se realizará en una parcela comercial de arándano en el municipio los Reyes, Michoacán.

Dirigirse hacia Guadalajara/Morelia avanzar 262 km para después tomar la salida hacia la derecha con dirección hacia Ecuandereo/La Piedad y en 350 metros girar hacia la derecha con dirección a México 37, y en 20.3 km girar hacia la derecha con dirección a México 37, en 700 metros girar hacia la izquierda en dirección a Carr Nacional/México 35 para después girar levemente hacia la izquierda hacia libramiento Zamora-Jacona Nte, en 170 metros continuar derecho sobre dicho

libramiento, para que en 14.1 km girar hacia la derecha con dirección a Jiquilpan-Morelia/Lib. Zamora-Jacona Sur/Morelia-Guadalajara avanzar 8.8 km, girar a la izquierda con dirección a carretera estatal Zamora-Los Reyes continuar por 49.7 km, para posteriormente girar hacia la izquierda y en 1.0 km dar vuelta ligeramente hacia la izquierda Las coordenadas del lugar donde se estableció el estudio son 19°39'03.4"N 102°28'56.1"W.

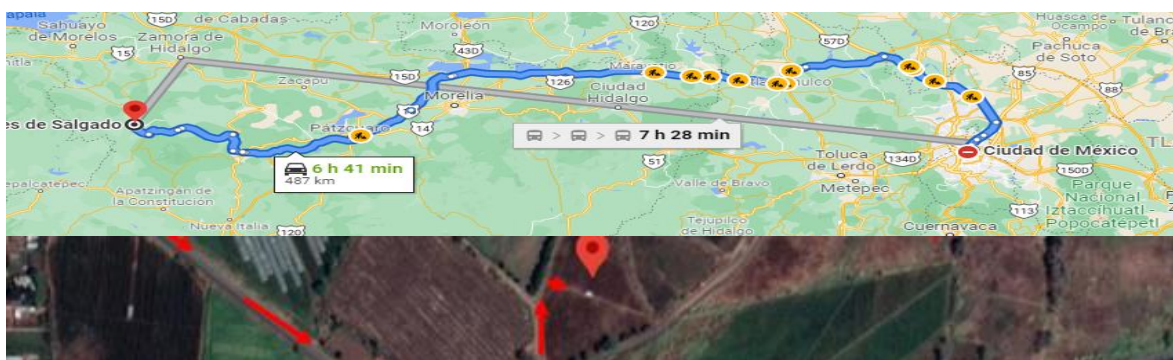


Figura 1. Croquis de ubicación.

g) **Fecha de inicio del estudio:** 26 de abril del 2021

h) **Fecha de finalización del estudio:** 25 de julio del 2021

i) **Cultivo en el que se realizó el estudio:**

Cultivo: Arándano

Variedad: Biloxy

j) **Etapas fenológicas de la planta:**

Crecimiento vegetativo, floración y producción.

k) **Diseño experimental**

1. El experimento se estableció bajo un diseño en Cuadrado Latino, con cuatro filas y cuatro columnas.
2. La unidad experimental quedó constituida por:

En **densidad de siembra convencional** (3 m entre hileras y 1 m entre arbustos): 4 hileras a 3 m entre hileras (igual a 12 m de ancho) por 6 arbustos a 1 m entre arbusto (6 m de largo), equivalente a 72 m² por unidad experimental y 288 m² por tratamiento. La superficie total sería de 1152 m².

Nota: Durante el estudio se realizó la aplicación con siembra convencional

l) 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 después de una aleatorización.

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

Números arábigos = Tratamientos

m) Dosis, momento y número de aplicaciones

Los tratamientos que se evaluaron se indican en el cuadro 2

Cuadro 2. Tratamientos de PROTECSEM, como inoculante microbiano, en el cultivo de arándano. **Densidad de siembra convencional (3 x 1 m).**

TR.	PRODUCTO	Dosis g/ha en drench	g/tratamiento 288 m ²	g/ unid. exp. 72 m ²	Momento aplicación
1	Testigo absoluto	-	-	-	-
2	PROTECSEM	125	3.6	0.90	brotación
3	PROTECSEM	187.5	5.4	1.35	brotación
4	PROTECSEM	250	7.2	1.80	brotación

n) Momento y número de aplicaciones Se realizó una sola aplicación en brotación en todos los tratamientos de Protecsem.

Formas de aplicación: La aplicación se realizó en drench o remojado, dirigido a las raíces y suelo en la base de las plantas (tronqueado).

Equipo de aplicación: Para la aplicación de los productos se utilizó una aspersora motorizada tipo mochila, sin boquilla.

Volumen de agua: 1800 L.ha⁻¹ (Gasto [volumen] de referencia de la zona, previo ajuste).

o) Demás insumos utilizados en la evaluación:

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

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

PARAMETRO DE MEDICIÓN DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA: Se realizó la aplicación en la etapa indicada y una evaluación en la etapa fenológica, considerando las variables siguientes:

1. Fitotoxicidad. Se evaluó a 15 días después de la aplicación, mediante la escala porcentual propuesta por 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 Protecsem como inoculante, en el cultivo de arándano.

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. **Frutos por planta:** Se contabilizó el número de frutos de dos plantas muestreadas al azar en el centro de la unidad experimental (repetición), a los 90 días después de la aplicación. Los resultados se expresaron como valor numérico.
3. **Peso del fruto:** Se pesaron 10 frutos de dos plantas muestreadas al azar, a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos y se pesaron en una báscula digital. La variable se expresó en g por fruto.
4. **Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).** El rendimiento se calculó con el peso de frutos, el número de frutos por planta y por unidad experimental.
5. **Proceso o merma ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).** El proceso o merma se determinó con el peso y numero de frutos desechados por el productor (recolectores) por su mala calidad o calibre.
6. **Longitud del fruto:** Se midió con una cinta métrica en tres frutos al azar por unidad experimental (repetición).
7. **Diámetro del fruto:** El diámetro se midió con un vernier en tres frutos al azar por unidad experimental (repetición). Los resultados fueron reportados en mm.
8. **Brix (%):** Se utilizó un refractómetro digital marca ATAGO®Pallet-100 y se midió en 3 frutos tomados al azar en 2 plantas por unidad experimental.
9. **Número de hojas:** Se tomaron 2 plantas por unidad experimental y se contó el número de hojas a 0 y 90 días después de la aplicación.
10. **Peso Fresco de raíces:** Se tomaron 5 raíces de cada punto cardinal de 2 plantas al azar y se pesaron a 0 y 90 días después de la aplicación.

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

De los datos obtenidos de las variables: peso, rendimiento, proceso o merma, longitud, diámetro, Brix del fruto, peso fresco de la raíz y número de hojas 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[®].

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

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

Cuadro 4. Calendario de actividades del estudio de evaluación de la efectividad biológica del producto PROTECSEM, como inoculante microbiano en el cultivo de arándano.

ACTIVIDAD	FECHA
Fecha de inicio y Aplicación	26/04/2021
Evaluación de las variables (90 dda)	25/07/2021

dda: días después de la aplicación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Frutos por planta

A los **90 dda** el análisis de varianza realizado con los datos del número de frutos por planta en el cultivo de arándano se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto en el tratamiento correspondiente a PROTECSEM a dosis $250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ con **384.5 frutos por planta** y también por los tratamientos de Protecsem a 125 y a $187.5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, con **369.4 y 355.3 frutos por planta**, respectivamente, en comparación con el testigo con **277.1 frutos por planta**. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$) (Cuadro 5) (Figura 2).

Cuadro 5. Evaluación de la variable **frutos por planta** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	Número de frutos 90 dda
T1. Testigo absoluto	277.1 B
T2. PROTECSEM ($125 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	369.4 A
T3. PROTECSEM ($187.5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	355.3 A
T4. PROTECSEM ($250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	384.5 A



Figura 2. Frutos por planta a los 90dda.

2. Peso del fruto

A los **90 dda** el análisis de varianza realizado con los datos de peso del fruto en el cultivo de arándano no se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$), sin embargo, numérica y agronómicamente se observó un mayor peso donde se aplicó **Protecsem** (Cuadro 6) (Figura 3).

Cuadro 6. Evaluación de la variable **peso del fruto** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	Peso del fruto (gramos)
	90 dda
T1. Testigo absoluto	1.9 A
T2. PROTECSEM (125 g.ha ⁻¹)	2.0 A
T3. PROTECSEM (187.5 g.ha ⁻¹)	2.1 A
T4. PROTECSEM (250 g.ha ⁻¹)	2.0 A

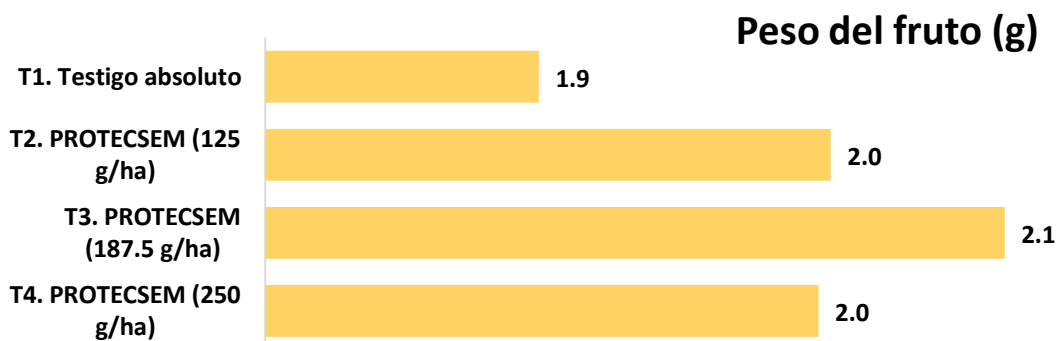


Figura 3. Peso del fruto a los 90 dda.

3. Rendimiento por corte

En el análisis de varianza realizado con los datos de rendimiento en el cultivo de arándano no se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$); sin embargo, numérica y agronómicamente se observó un mayor rendimiento donde se aplicó Protecsem en su dosis de 187.5 y 250 g.ha⁻¹, con rendimientos de **518 y 548 kg.ha⁻¹** (13% y 19% superior al testigo), en comparación con el testigo con **459.8 kg.ha⁻¹** (Cuadro 7) (Figura 4).

Cuadro 7. Evaluación de la variable **rendimiento** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	Rendimiento	Aumento de rendimiento	
	kg.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹	%
T1. Testigo absoluto	459.8 A	-	-
T2. PROTECSEM (125 g.ha ⁻¹)	469.8 A	10.0	2
T3. PROTECSEM (187.5 g.ha ⁻¹)	518.0 A	58.2	13
T4. PROTECSEM (250 g.ha ⁻¹)	548.0 A	88.2	19

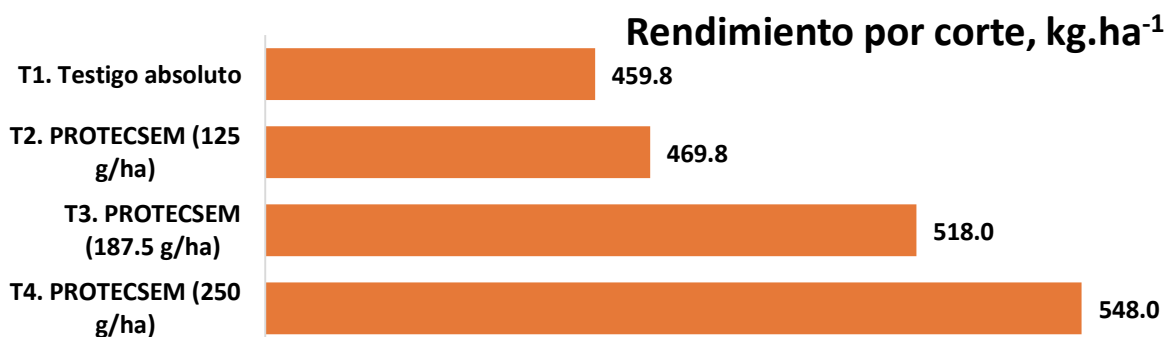


Figura 4. Rendimiento a los 90 dda.

4. Proceso o merma

En el análisis de varianza realizado con los datos de proceso o merma en el cultivo de arándano se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto, pero no entre tratamientos. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$).

Observando que la mayor merma lo obtuvo el testigo absoluto con **149.5 kg.ha⁻¹** y las menores mermas los tratamientos de Protecsem a 250 y 187.5 g.ha⁻¹, con **54 y 55 kg.ha⁻¹**, respectivamente, seguido de Protecsem a 125 g.ha⁻¹, con **78.3 kg.ha⁻¹** (Cuadro 8) (Figura 5).

Cuadro 8. Evaluación de la variable **merma** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	Merma kg.ha ⁻¹
T1. Testigo absoluto	149.5 A
T2. PROTECSEM (125 g.ha ⁻¹)	78.3 B
T3. PROTECSEM (187.5 g.ha ⁻¹)	55.0 B
T4. PROTECSEM (250 g.ha ⁻¹)	54.0 B

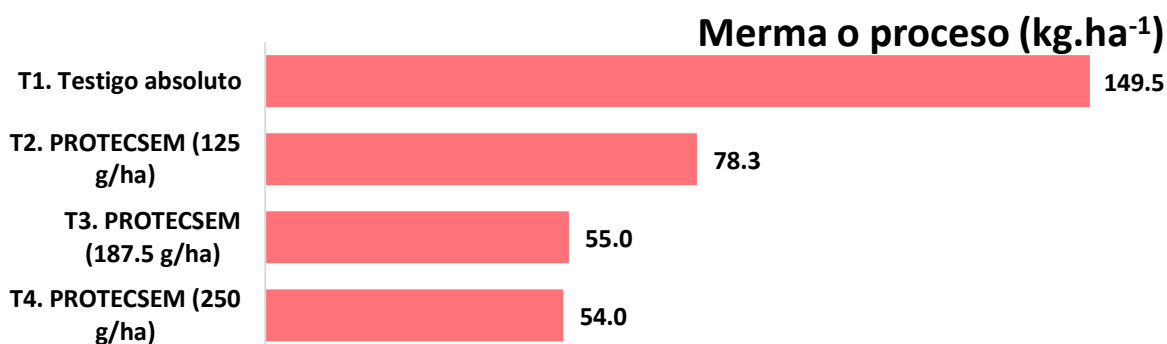


Figura 5. Proceso o merma de la calidad del cultivo de arándano.

5. Longitud del fruto

A los **90 dda** el análisis de varianza realizado con los datos de longitud del fruto en el cultivo de arándano no se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$); sin embargo, numérica y agronómicamente se observó una mayor longitud del fruto donde se aplicó Protecsem (Cuadro 9) (Figura 6).

Cuadro 9. Evaluación de la variable **longitud del fruto** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	Longitud del fruto (mm)
	90 dda
T1. Testigo absoluto	10.5 A
T2. PROTECSEM (125 g.ha ⁻¹)	11.0 A
T3. PROTECSEM (187.5 g.ha ⁻¹)	10.9 A
T4. PROTECSEM (250 g.ha ⁻¹)	11.2 A

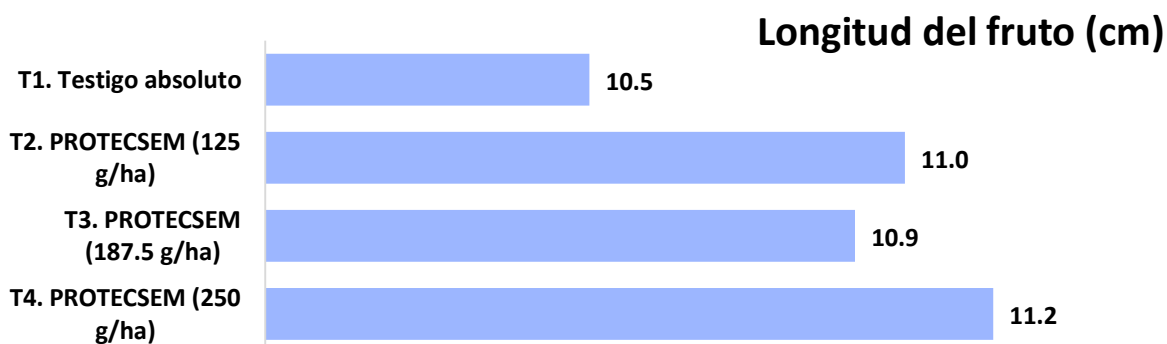


Figura 6. Longitud del fruto a los 90dda.

6. Diámetro del fruto

A los **90 dda** el análisis de varianza realizado con los datos diámetro del fruto en el cultivo de arándano se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto, en algunos tratamientos. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$)

Observando que el mayor diámetro del fruto se mostró en el tratamiento PROTECSEM a la dosis de $250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ con **14.9 mm**, seguido de Protecsem a 187.5 y $125 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, con **14.6** y **14.4 mm**, respectivamente, comparado con el testigo con **13.7 mm** (Cuadro 10) (Figura 7).

Cuadro 10. Evaluación de la variable **diámetro del fruto (mm)** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	Diámetro del fruto 90 dda
T1. Testigo absoluto	13.7 B
T2. PROTECSEM ($125 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	14.4 AB
T3. PROTECSEM ($187.5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	14.6 AB
T4. PROTECSEM ($250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	14.9 A

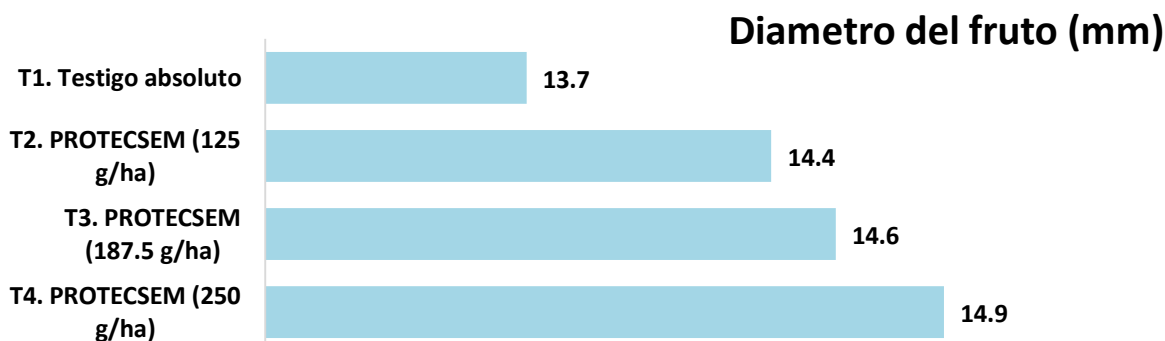


Figura 7. Diámetro del fruto a los 90 dda.

7. °Brix

A los **90 dda** el análisis de varianza realizado con los datos de °Brix en el cultivo de arándano no se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$); sin embargo, numérica y agronómicamente se observó una mayor concentración de azúcares (Brix) donde se aplicó Protecsem en sus tres dosis, con **10.8, 10.7 y 10.1 grados** en Protecsem 250, 125 y 187.5 g.ha⁻¹, respectivamente, comparado con el testigo con **9.2 grados** (Cuadro 11) (Figura 8).

Cuadro 11. Evaluación de la variable **grados Brix** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	°Brix 90 dda
T1. Testigo absoluto	9.2 A
T2. PROTECSEM (125 g.ha ⁻¹)	10.7 A
T3. PROTECSEM (187.5 g.ha ⁻¹)	10.1 A
T4. PROTECSEM (250 g.ha ⁻¹)	10.8 A

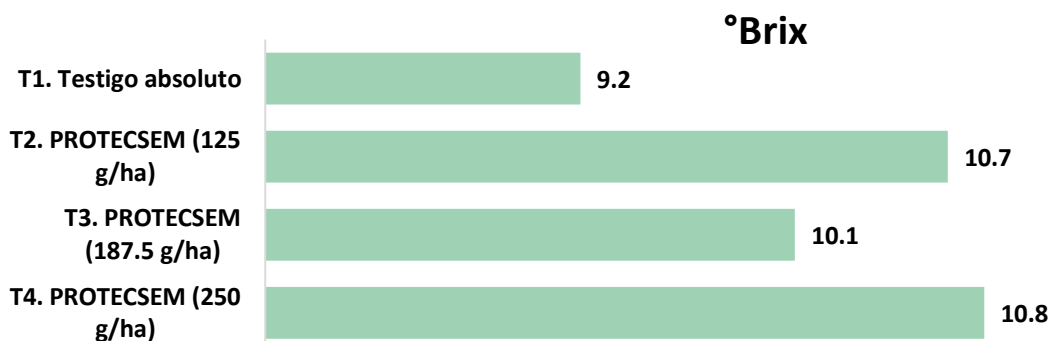


Figura 8. °Brix del fruto a los 90 dda.

8. Numero de hojas

A los 90 dda el análisis de varianza mostró diferencias significativas respecto al testigo en la dosis de Protecsem 250 g.ha⁻¹, con **357 hojas**, seguida por Protecsem 187.5 y 125 g.ha⁻¹ con **346.1 y 340.9 hojas**, comparado en el testigo con **306.5 hojas**. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$). (Cuadro 12) (Figura 9).

Cuadro 12. Evaluación de la variable **número de hojas** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	# de hojas	
	0 dda	90 dda
T1. Testigo absoluto	223.1 A	306.5 B
T2. PROTECSEM (125 g.ha ⁻¹)	221.8 A	340.9 AB
T3. PROTECSEM (187.5 g.ha ⁻¹)	225.5 A	346.1 AB
T4. PROTECSEM (250 g.ha ⁻¹)	222.9 A	357.0 A

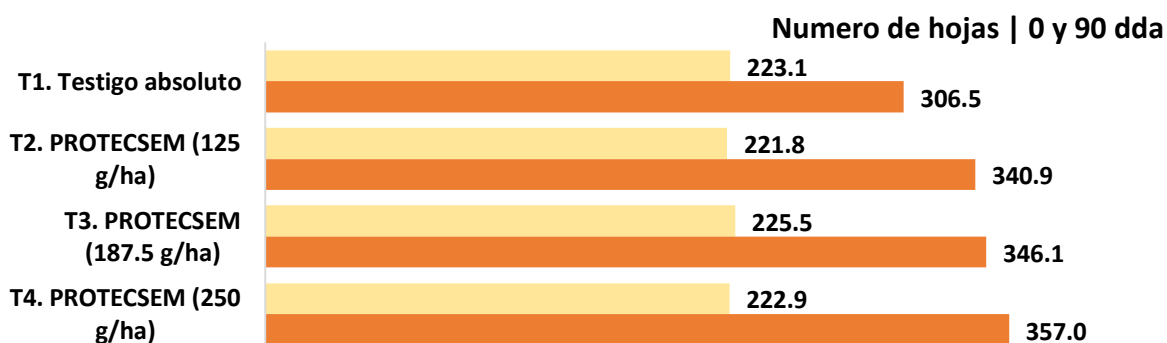


Figura 1. Numero de hojas a los 90 dda.

9. Peso de fresco de las raíces

A los **0 dda** y **90 dda** el análisis de varianza realizado con los datos de peso del fruto en el cultivo de arándano se mostraron diferencias significativas respecto al testigo absoluto, en algunos tratamientos. Lo anterior se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (con $\alpha = 0.05$).

A los **90 dda** se observó mayor peso fresco de raíz en el tratamiento PROTECSEM a la dosis de $250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, con **8.6 g**, seguido de Protecsem a 187.5 y $125 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, con **7.8 y 6.9 g**, comparado con el testigo, con **5.2 g** (Cuadro 13) (Figura 10).

Cuadro 13. Evaluación de la variable **peso de las raíces** en el cultivo de arándano.

TRATAMIENTOS	PFR	
	0 dda	90 dda
T1. Testigo absoluto	3.7 B	5.2 C
T2. PROTECSEM ($125 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	3.6 AB	6.9 B
T3. PROTECSEM ($187.5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	3.7 AB	7.8 AB
T4. PROTECSEM ($250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	3.7 A	8.6 A

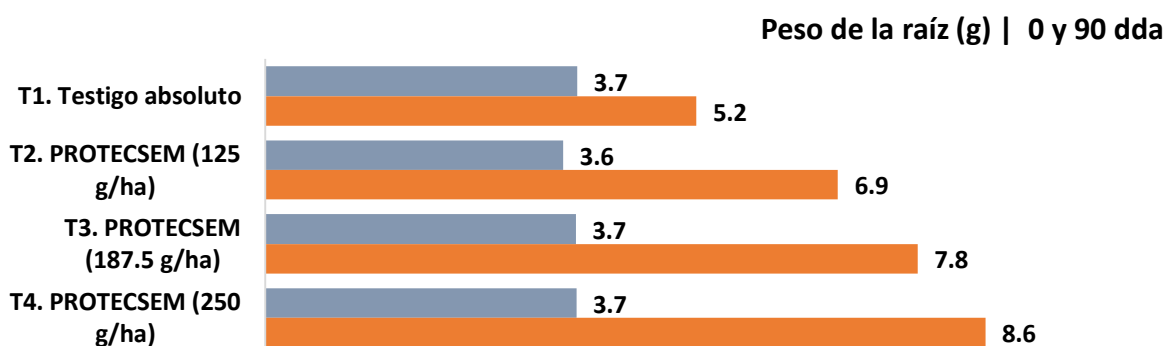


Figura 10. Peso de las raíces a los 90 dda.

FITOTOXICIDAD

El inoculante PROTECSEM en sus dosis de 125, 187.5 y 250 g.ha⁻¹ no fue fitotóxico en el cultivo de arándano.

CONCLUSIONES

El inoculante PROTECSEM en sus dosis de 125, 187.5 y 250 g.ha⁻¹ obtuvo un efecto positivo sobre el desarrollo de frutos, en el rendimiento del cultivo de arándano, mostrando un incremento en la etapa de calidad mediante la evaluación de las variables: rendimiento por corte, peso del fruto, número de frutos por planta, proceso o merma, longitud del fruto, diámetro del fruto, °Brix, número de hoja y peso fresco de las raíces.

RECOMENDACIÓN

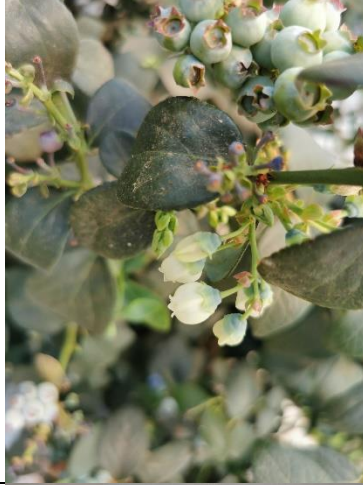
En resumen, la recomendación para el inoculante PROTECSEM, queda de la siguiente manera:

Cultivo	Dosis (g.ha⁻¹)	Observaciones
Arándano	125 - 250	Realizar una aplicación en brotación. La aplicación realizarla en drench, remojando bien el suelo y raíces en la base de las plantas (tronqueado).

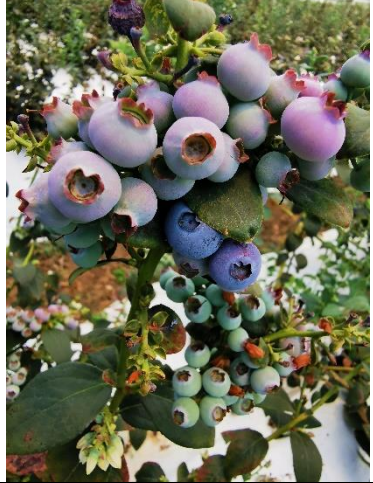
LITERATURA CITADA.

Bernal A, A. 2010. Arándano: Perfil Comercial. Fundación PRODUCE. Colima, Col. 54 p.

T1 Testigo absoluto



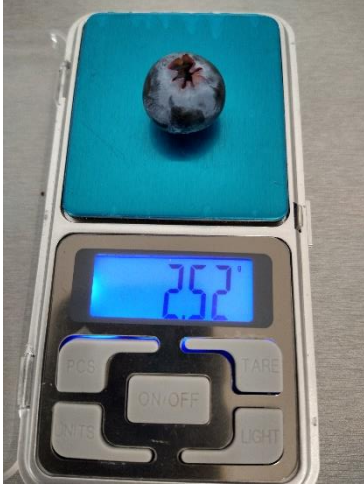
T2 PROTECSEM (125 g.ha⁻¹)



T3 PROTECSEM (187.5 g.ha⁻¹)



T4 PROTECSEM (250 g.ha⁻¹)



Preparación del Producto



Aplicación del Producto

