



pucalan
enriqueciendo sus cultivos

ENSAYO PUCALÁN BIOESTABILIZADOS

2018-2019



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE GUANO BIOESTABILIZADO DE CERDO Y ESTABILIZADO DE PAVO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO Y SU IMPLICANCIA SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEREZOS (*Prunus avium* L.) CV. BING

ÍNDICE

Lugar	4
Datos del cultivo	4
EVALUACIONES.....	11
Precosecha (previo aplicación de tratamientos)	11
Densidad aparente y porosidad total	11
Análisis químico de suelos	11
Análisis microbiológico	11
Análisis de nemátodos.....	11
Cosecha, 2018.....	11
Interceptación PAR	11
Carga frutal.....	11
Rendimiento y productividad.....	11
Análisis nutricional de frutos	12
Calidad de fruta	12
Poscosecha	12
Análisis foliar	12
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
RESULTADOS	14
Análisis previo a la aplicación	14
Densidad aparente y porosidad total	14
Análisis químico de suelos	15
Análisis microbiológico	16
Componentes del rendimiento	17
Componentes de la productividad	18
Análisis nutricional de frutos	19
Calidad de fruta	23
CONCLUSIONES	27
ANEXOS	28
Análisis químico de suelos	28
Análisis nutricional de frutos	29

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE GUANO BIOESTABILIZADO DE CERDO Y PAVO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO Y SU IMPLICANCIA SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEREZOS (*Prunus avium* L.) CV. BING

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo sobre las características físicoquímicas del suelo y el rendimiento de cerezos cv. Bing, se realizó un estudio en un huerto comercial ubicado en la localidad de Santa Isabel, comuna de Rengo (34° 326' Latitud sur – 70° 913' Longitud oeste), Región de O'Higgins, Chile.

Se utilizaron plantas de cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Bing, injertadas sobre el portainjerto Maxma14, plantadas el año 2007 con un marco de plantación de 1,8 x 4,9 m y conducidos en sistema eje central. Este ensayo se llevó a cabo entre el día 15 de octubre y el 12 de diciembre de 2018.

A fin de cumplir con el objetivo planteado, se establecieron 3 tratamientos: fertilización convencional mediante fertirriego (T0), aplicación de bioestabilizado de cerdo (T1); aplicación de estabilizado de pavo (T2). Las aplicaciones se realizaron los días 17 y 18 de octubre.

Las evaluaciones llevadas a cabo consistieron análisis químico de suelos (i); densidad aparente y porosidad (ii) análisis microbiológico (iii) análisis nutricional de fruto (iv) rendimiento y productividad (v) calidad de fruta (iv).

De acuerdo con los resultados y bajo las condiciones de este ensayo se puede concluir que la condición inicial del suelo evaluada en el análisis químico, microbiológico, densidad aparente y porosidad, fue similar en todos los sectores en donde se aplicaron los tratamientos. La aplicación de estabilizado de pavo aumentó el contenido mineralógico de N, P, K, Mg expresado en $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ y la materia seca (%). En relación con la calidad de fruta, se observó que el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo concentró una mayor proporción de fruta oscura y aumentó los sólidos solubles expresados en °Brix, sin embargo, no se observó un efecto en las demás variables evaluadas (peso de fruto, calibre, y firmeza).

Cabe destacar que los resultados preliminares expuestos en este informe corresponden a la primera temporada de evaluación de un ensayo que considera tres temporadas consecutivas de aplicación.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de guanos bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo representados por la empresa Pucalán sobre las características del suelo, rendimiento y calidad de fruta en cerezos cv. Bing

ANTECEDENTES GENERALES

Lugar

El ensayo se realizó en un huerto perteneciente a la Agrícola Servando Jordán ubicado en la localidad de “Santa Isabel” en la comuna de Rengo (34° 326' Latitud sur – 70° 913' Longitud oeste), Región de O’Higgins, Chile.

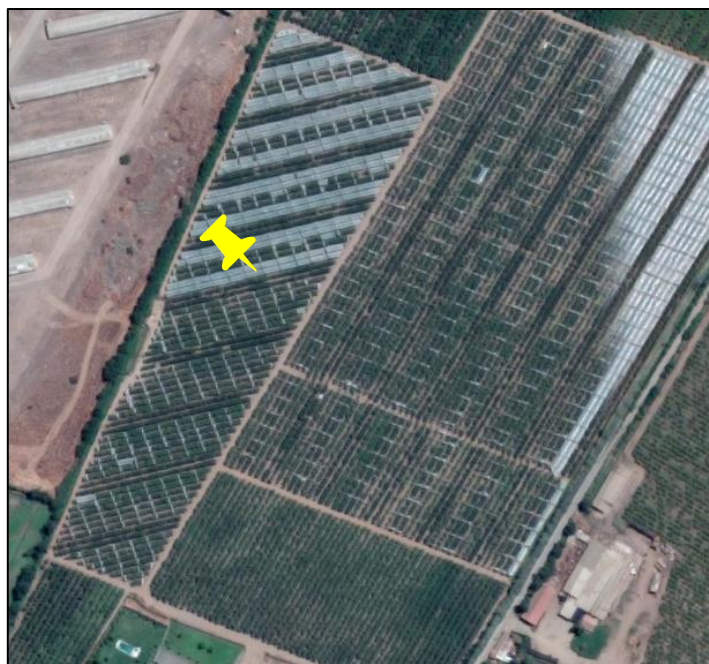


Figura 1. Ubicación del ensayo en la localidad de Santa Isabel.

Datos del cultivo

Nombre científico	<i>Prunus avium</i> L.
Variedad utilizada	Bing
Portainjerto	Maxma 14
Año de plantación	2007
Distancia de plantación	1,8 m x 4,9 m
Sistema de conducción	Tatura (V)
Duración del ensayo	15 octubre 2018 – en desarrollo



Figura 2. Plantas de cerezo cv. Bing correspondientes al ensayo.

Datos meteorológicos

Todos los datos climáticos fueron obtenidos de una estación meteorológica ubicada en el predio en el cual se desarrolló el ensayo. El Cuadro 1 muestra el registro de las temperaturas mínimas y máximas y las precipitaciones durante el período en que se efectuó el ensayo, mientras que en el Cuadro 2 es posible observar el registro de temperaturas y precipitaciones en los momentos de aplicación. En las Figuras 3 y 4 se observan las gráficas para dichos datos.

Cuadro 1. Media aritmética mensual de temperatura mínima, temperatura máxima, oscilación térmica y precipitación acumulada mensual durante el período del ensayo.

Mes	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
°C				
Octubre	7,2	21,3	14,1	20,8
Noviembre	9,3	26,7	17,4	0,0
Diciembre	10,6	28,4	17,8	0,0

Cuadro 2. Registro de temperaturas y precipitaciones los días de las aplicaciones.

Fecha	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
°C				
17/10/2018	5,0	20,1	15,2	0,0
18/10/2018	3,5	23,5	20,0	0,0

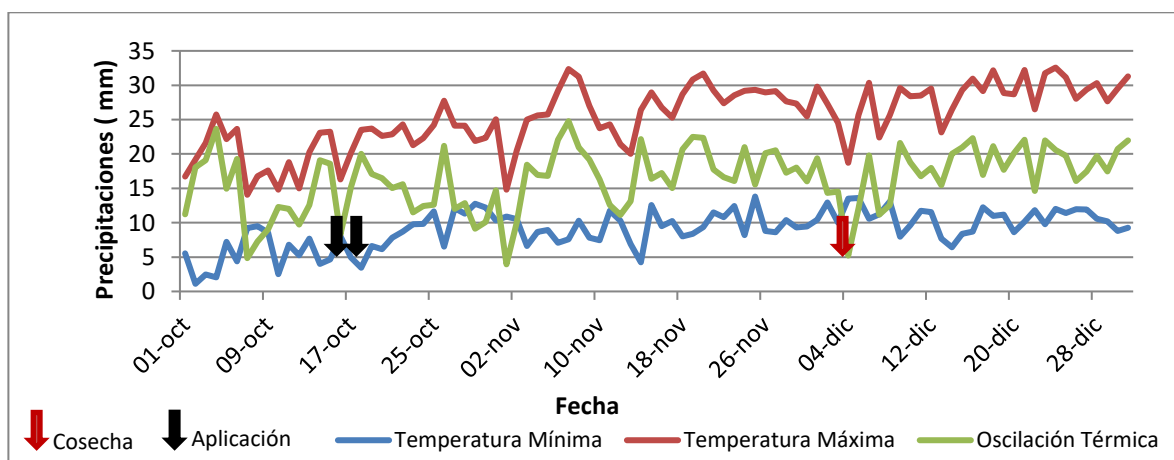


Figura 3. Gráfica de temperaturas máximas, mínimas y oscilación térmica registradas durante el período del ensayo.

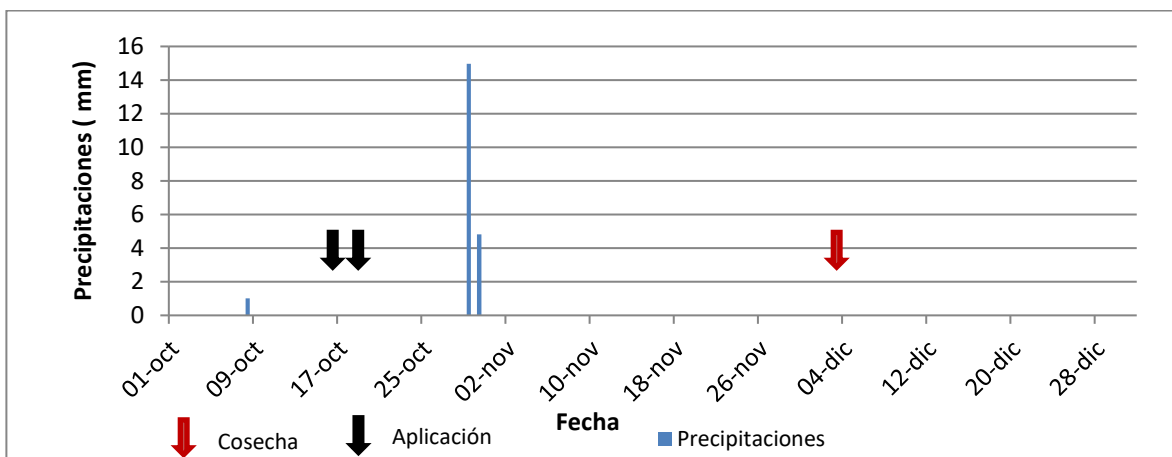





Figura 4. Gráfica de precipitaciones durante el período del ensayo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el ensayo se utilizó un sector completo de riego, considerando una superficie de 4,5 ha. Las evaluaciones se realizaron en una superficie homogénea en cuanto a características de planta y de rendimiento, compuesto de 2 ha. Se aplicaron 3 tratamientos compuestos por 6 subsectores de evaluación cada uno. Cada subsector constó de 1 planta. El detalle de cada uno de los tratamientos se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Producto	Dosis Kg*ha ⁻¹	Aplicaciones	Momento de aplicación	Fecha de aplicación
	Programa convencional (1) Sulfato de Zinc (2) Nitrato de Potasio (3) Sulfato de Magnesio (4) Ácido fosfórico (5) Calcio	(1) 60 (2) 500 (3) 200 (4) 60 (5) 50	-	-	Toda la temporada
	Bioestabilizado de cerdo (1) Zn (2) K ₂ O (3) MgO (4) S (5) CaO (6) P ₂ O ₅ (7) N + Programa convencional (desde 19-11-2018)	8 ton (1) 15 (2) 112 (3) 140 (4) 19 (5) 280 (6) 364 (7) 56	1	Inicio de riego	17 octubre
	Estabilizado de pavo (1) Zn (2) K ₂ O (3) MgO (4) S (5) CaO (6) P ₂ O ₅ (7) N + Programa convencional (desde 19-11-2018)	8 ton (1) 2 (2) 224 (3) 73 (4) 34 (5) 280 (6) 308 (7) 157	1	Inicio de riego	18 octubre

La aplicación del bioestabilizado de cerdo y el estabilizado de pavo se efectuaron mediante la aplicación directa en la sobrehilera de manera manual. La aplicación del programa convencional fue realizada vía riego.

Las Figuras 5 a 7 presentan un registro fotográfico del período de ejecución del ensayo.



Figura 5. Fotografías de la aplicación de guano bioestabilizado de cerdo el día 17 de octubre.



Figura 6. Fotografías de la aplicación de guano estabilizado de pavo el día 18 de octubre



Figura 7. Fotografías del desarrollo de la fruta en precosecha. 19 de noviembre

EVALUACIONES

Precosecha (previo aplicación de tratamientos)

Densidad aparente y porosidad total

Previo al inicio de las aplicaciones de los tratamientos, se realizó un análisis de la densidad aparente del suelo mediante cilindros de aluminio. Se extrajeron muestras a los 20 y 40 cm de profundidad en cada subsector.

Análisis químico de suelos

Se realizó un análisis químico de suelos completo compuesto por tratamiento, previo a la aplicación de los tratamientos, el cual incluyó: CE (pasta saturada); ph; materia orgánica; N, P, K, S, Cu, Fe, Mn, Zn y B disponibles, y, Ca, Mg, Na y K intercambiables.

Análisis microbiológico

Se realizó un análisis microbiológico de suelos consistente en un recuento de UFC totales. Se tomó una muestra compuesta previo a las aplicaciones por tratamiento.

Análisis de nemátodos

Se realizó un análisis de nemátodos previo al inicio de las aplicaciones en una muestra compuesta por tratamiento.

Cosecha, 2018

Interceptación PAR

Se realizó una medición para estimar el tamaño de la planta, dos semanas posteriores a la cosecha, a través de la medición de la radiación solar fotosintéticamente activa interceptada por la planta (PAR) al mediodía solar. La evaluación se realizó mediante un ceptómetro de barra y los resultados se expresaron en m^2 de PAR interceptado/ m^2 de suelo.

Carga frutal

La carga frutal se estimó pesando el total de la fruta de una planta central de cada subsector y pesando una muestra de 100 frutos. Con esto se obtuvo una relación número de frutos/árbol. La carga frutal se expresó como frutos/árbol y frutos/ m^2 de PAR interceptado (m^2 /PARi).

Rendimiento y productividad

Se pesó toda la fruta proveniente de una planta central de cada subsector, con esto se obtuvo el rendimiento de cada tratamiento y se expresó como kg/árbol. La productividad se obtuvo mediante una relación entre los kilogramos obtenidos de cada planta y su respectivo PAR interceptado.

Análisis nutricional de frutos

Durante la cosecha se tomó una muestra por cada subsector y se envió a un laboratorio externo. Esta evaluación se repetirá una vez por temporada y se determinará N-P-K - Ca-Mg - Fe-Mn-Zn-Cu - B y Materia seca.

Calidad de fruta

En una muestra de 100 frutos de cada repetición, se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Peso de fruto, el resultado se expresó en gramos.
- Calibre, mediante el diámetro ecuatorial con un calibrador metálico en un rango de 22 a 30 mm. El resultado se expresó en mm.
- Distribución de calibres, los frutos fueron separados en categorías de calibre según las categorías descritas en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Categorías de calibre para realizar la distribución de calibre en cada tratamiento.

Diámetro ecuatorial (mm)	Categoría
< 22	<L
22-24	L
24-26	XL
26-28	J
28-30	JJ
>30	EP

- Distribución de color, se midió con una tabla usada por la industria, que posee categorías de color específico para cerezas. Los resultados se expresan en número en una escala de 1 (rojo claro) a 5 (negro).

A partir de una muestra de 50 frutos se evaluó:

- Firmeza, mediante el uso de un instrumento de medición no destructivo (Firmtech). Los resultados se expresaron $g \cdot mm^{-1}$
- Concentración de sólidos solubles, mediante el uso de un refractómetro digital y el resultado se expresó en °Brix.

Poscosecha

Análisis foliar

Durante el mes de enero se realizó un análisis foliar completo de una muestra por cada subsector. Estas evaluaciones se realizaron en un laboratorio externo.



DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó una prueba t para muestras independientes, en donde se evaluaron 6 subsectores conformados por una planta, para cada uno de los tratamientos.

Para comparar los tratamientos, los resultados de las evaluaciones de los análisis nutricionales, foliares, rendimiento, carga frutal y calidad de fruta se analizaron mediante el software estadístico Infostat[®]. En caso de encontrar diferencias entre las medias, estas se separaron mediante una prueba de T-student con un 95% de confianza.

RESULTADOS

Análisis previo a la aplicación

Densidad aparente y porosidad total

La densidad aparente se define como la masa contenida en una unidad de volumen de una muestra de suelo, mientras que la porosidad se define como la relación entre los poros (de cualquier tipo) y el volumen total de suelo. Los resultados muestran que **previo a la aplicación** de los tratamientos, la densidad aparente y la porosidad responden a valores normales para un suelo franco, en donde la densidad aumenta a mayor profundidad, siendo una relación contraria para el caso de la porosidad (%). Cuando se compararon los tratamientos, se puede observar que no existieron diferencias estadísticas para ninguna de las variables evaluadas, lo cual establece características iniciales similares del suelo manteniendo una condición previa aplicación homogénea.

Cuadro 5. Media y p-valor para las variables de densidad aparente y porosidad expresadas como $g \cdot cm^{-3}$ y %.

Tratamientos	20 cm profundidad		40 cm profundidad	
	Densidad aparente ($g \cdot cm^{-3}$)	Porosidad (%)	Densidad aparente ($g \cdot cm^{-3}$)	Porosidad (%)
T0	1,10	58,50	1,25	52,67
T1	1,17	56,00	1,16	56,67
T2	1,06	60,00	1,13	57,67

Cuadro 6. Comparaciones entre los tratamientos para las variables de densidad aparente y porosidad.

Comparaciones	20 cm profundidad		40 cm profundidad	
	Densidad aparente	Porosidad	Densidad aparente	Porosidad
p-valor				
T0 y T1	0,5221	0,5293	0,3184	0,2704
T0 y T2	0,6724	0,6968	0,2789	0,2569
T1 y T2	0,2562	0,2713	0,7888	0,8123

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student

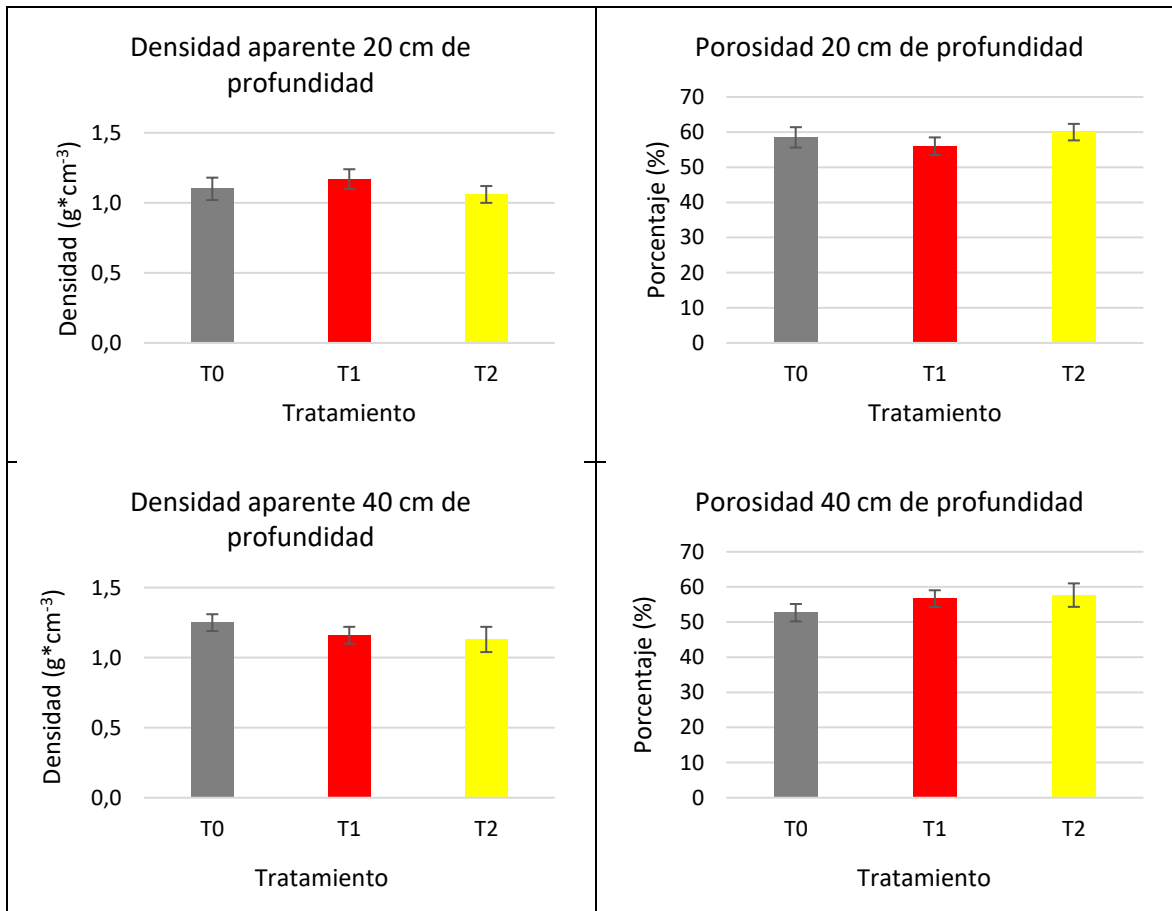


Figura 8. Gráfica de la densidad aparente expresada como g*cm⁻³ y la porosidad expresada como porcentaje (%) para todos los tratamientos.

Análisis químico de suelos

Se realizó un muestreo de suelo **previo a la aplicación de los tratamientos**, en cada uno de los sectores utilizados en el ensayo. Los resultados relacionados con la fertilidad indican que el pH varió entre 6,2 y 6,6 considerándose entre ligeramente ácido y neutro, para el caso de la CE expresada como dS*m⁻¹ los valores fluctuaron entre 0,75 y 0,86 sin presentar problemas. La materia orgánica mostro valores entre 2,6 y 3,1 considerándose como valores medios. Para el caso del N, P y K disponibles en las muestras de suelo, los valores respondieron a rangos adecuados, siendo solo altos en el caso del fósforo. En relación con los cationes intercambiables, los valores de Ca y K obtuvieron valores considerados como adecuados, mientras que el Na se ubicó bajo el rango siendo considerado como bajo. Para el caso de los microelementos disponibles, el FE, Mn y el B presentaron valores altos, mientras que los valores de Zn fueron adecuados. Por el contrario, los valores de Cu fueron identificados como excesivos, lo cual es normal para suelos en esta zona que tienen un alto contenido de cobre. Los resultados establecen que la condición inicial fue homogénea para todos los sectores evaluados. En Anexos se incluye el informe con los resultados del análisis de suelo.

Análisis microbiológico

Previo a la aplicación, se realizó un muestreo en cada uno de los sectores en los cuales se distribuyeron posteriormente los tratamientos, y al igual que el análisis químico, se tomó una muestra de suelo para identificar el nivel de carga bacteriana inicial expresado como UFC (unidades formadoras de colonias). Los resultados muestran que si bien, existen diferencias numéricas en el recuento bacteriano para cada uno de los sectores, las medias se encuentran en un mismo nivel de magnitud (en este caso exponencial 5), por lo cual, en términos generales las muestras de suelo fueron similares, mostrando valores considerados como normales y que no tienen problemas en el desarrollo de las plantas de cerezo.

Cuadro 7. Registro del recuento bacteriano expresado como UFC/g de suelo para 3 sectores previo a la aplicación.

Tratamiento	Recuento bacteriano (UFC/mL)	
	MEDIA	E.E.
T1	4,E+05	3,E+04
T2	3,E+05	3,E+04
T3	7,E+05	2,E+04

Componentes del rendimiento

Los resultados de los componentes del rendimientos se presentan en el Cuadro 8, en donde se puede observar que, para el caso del rendimiento expresado en $\text{kg} \cdot \text{planta}^{-1}$, las medias variaron entre 15,4 y 21,1 para el tratamiento aplicado con el estabilizado de pavo (T2) y la fertilización convencional (T0) respectivamente. Para el caso de la carga frutal, los resultados se concentraron entre los 1736 y 2343 frutos para los tratamientos T2 y T0. Cuando se realizaron las comparaciones entre tratamientos, se obtuvo que el tratamiento aplicado con fertilización convencional se diferenció estadísticamente de la aplicación de estabilizado de pavo solo en el caso del rendimiento, mientras que cuando se compararon los tratamientos T1 y T2, y T0 Y T1 estos no evidenciaron diferencias en ambas variables evaluadas. Cabe destacar que, si bien existen diferencias estadísticas, los resultados en el rendimiento y la carga frutal no deberían responder a un efecto de la aplicación de los guanos, debido a que cuando se realizó la aplicación (17 y 18 de octubre), la carga frutal ya estaba definida.

Cuadro 8. Media para rendimiento y carga frutal expresados en $\text{kg} \cdot \text{planta}^{-1}$ y $\text{frutos} \cdot \text{planta}^{-1}$ respectivamente.

Tratamiento	Producción	
	Rendimiento	Carga frutal
	$\text{kg} \cdot \text{planta}^{-1}$	$\text{frutos} \cdot \text{planta}^{-1}$
T0	21,1	2343,5
T1	16,6	1736,6
T2	15,4	1788,4

Cuadro 9. Comparaciones entre los tratamientos para las variables de rendimiento y carga frutal.

Comparaciones	Producción	
	Rendimiento	Carga frutal
	p-valor	
T0 y T1	0,0953	0,0824
T0 y T2	0,0105	0,0734
T1 y T2	0,6669	0,8748

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

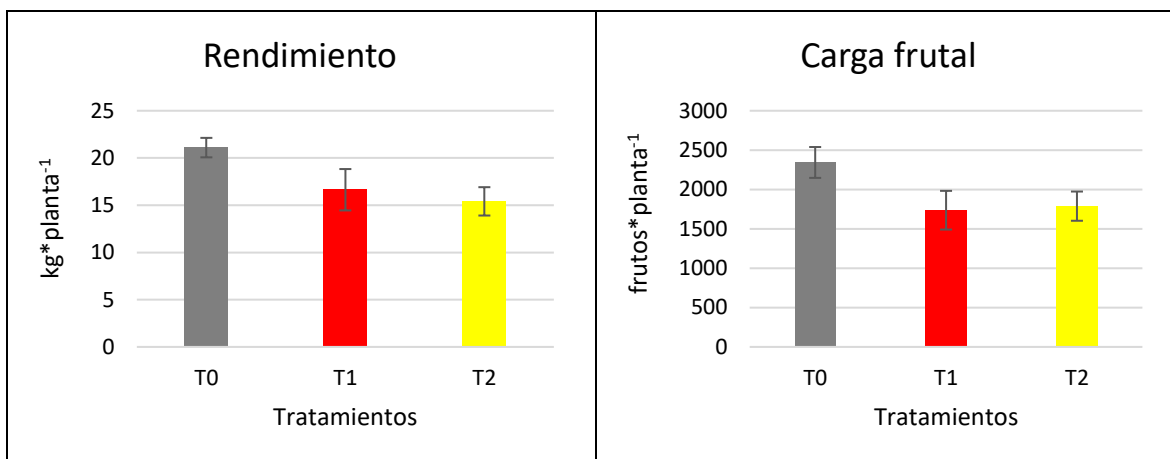


Figura 9. Gráfica del rendimiento como y la carga frutal expresados como $\text{kg} \cdot \text{planta}^{-1}$ y $\text{frutos} \cdot \text{planta}^{-1}$ para todos los tratamientos.

Componentes de la productividad

El rendimiento por planta, entre muchos otros factores está dado por el tamaño del árbol y el vigor expresado, razón por la cual resulta fundamental estandarizar los resultados del rendimiento y la carga frutal de modo tal que permita aislar estos factores identificando un efecto de la aplicación de los tratamientos en las variables productivas. Se evaluó el PAR mediante un ceptómetro de barra, equipo que mediante la medición de la radiación fotosintéticamente activa permite estimar el tamaño de la planta a través de la proyección de su sombra. De esta manera, la evaluación del PAR F muestra que todos los tratamientos interceptaron entre 45,0% y 47,0% de la luz incidente sin presentar diferencias entre ellos reflejando que las plantas utilizadas en el ensayo eran homogéneas. Cuando se estandarizó el rendimiento por el tamaño de la planta estableciendo la productividad de los tratamientos, esta varió entre 3,9 y 5,1 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$ para el estabilizado de pavo (T2) y la fertilización convencional (T0) respectivamente, aunque sin observar diferencias en términos estadísticos entre los tratamientos. Del mismo modo, al evaluar la carga normalizada expresada como $\text{frutos} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$, se puede observar en el Cuadro 11 que no se diferenció ningún tratamiento, siendo todos estadísticamente similares entre sí.

Cuadro 10. Media para tamaño de planta, productividad y carga normalizada expresados como %PAR F, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$ y $\text{frutos} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$

Tratamientos	Productividad		
	Tamaño	Productividad	Carga normalizada
	PAR F	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$	$\text{frutos} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$
T0	47,0	5,1	562,1
T1	45,0	4,2	432,7
T2	45,7	3,9	445,3

Cuadro 11. Comparaciones entre los tratamientos para las variables de tamaño de planta, productividad y carga normalizada.

Comparaciones	Productividad		
	Tamaño	Productividad	Carga normalizada
		p-valor	
T0	0,5197	0,1932	0,1491
T1	0,7338	0,0678	0,1849
T2	0,8763	0,6846	0,8776

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza.

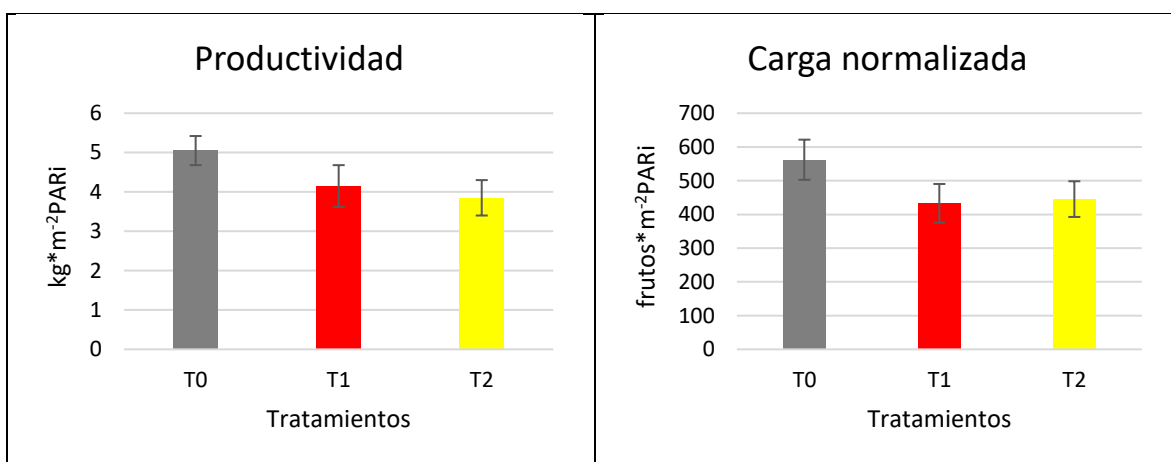


Figura 10. Gráfica del productividad y carga normalizada expresados como %PAR F, $\text{kg}\cdot\text{m}^2\text{PAR}_i$ y $\text{frutos}\cdot\text{m}^2\text{PAR}_i$ para todos los tratamientos.

Análisis nutricional de frutos

Se realizó un análisis nutricional de fruto a cosecha, en donde se evaluó el contenido mineralógico expresado como $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Para el caso del nitrógeno, las medias observadas para todos los tratamientos superaron el rango óptimo, el cual varía entre 160 y $220\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ tal como se puede ver en el Cuadro 12, sólo en el caso del tratamiento aplicado con el estabilizado de pavo se marcó una diferencia en términos estadísticos del testigo absoluto.

Cuadro 12. Media de Nitrógeno expresado en $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ evaluado en los frutos a cosecha.

Tratamientos	Nitrógeno (N)		p-valor
	$\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$		
T0 y T1	321,9 a	342,2 a	0,3775
T0 y T2	321,9 b	385,6 a	0,0153
T1 y T2	342,2 a	385,6 a	0,1519

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

En el Cuadro 13 se muestran los resultados del contenido de fósforo, en donde las medias de los tratamientos variaron entre 30,2 y 38,9 mg*100g⁻¹ para T0 y T2 respectivamente. Cabe destacar que todos superaron el rango óptimo para la exportación que es de 20 mg*100g⁻¹. La aplicación de estabilizado de pavo aumentó significativamente el contenido de P diferenciándose estadísticamente de la fertilización convencional. Los valores mostrados aseguran la principal función de los fosfatos en la calidad de fruta ya que regula la formación de azúcares y almidón.

Cuadro 13. Media de Fósforo expresado en mg*100g⁻¹ evaluado en los frutos a cosecha.

Tratamientos	Fósforo (P)		p-valor
	mg*100g ⁻¹		
T0 y T1	30,2 b	34,0 a	0,0993*
T0 y T2	30,2 b	38,9 a	<0,0001
T1 y T2	34,0 b	38,9 a	0,0816*

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student. * Indica diferencias con 90% de confianza.

La función del Potasio (K) es fundamental en el transporte de carbohidratos, por lo cual está asociado al contenido de sólidos solubles. Un óptimo nivel de este macronutriente permite además tener fruta con más materia seca y garantizar de este modo un mejor comportamiento en su almacenamiento en frío. En el Cuadro 14 se muestran las medias expresada como mg*100g⁻¹ para todos los tratamientos en donde la aplicación de estabilizado de pavo se diferencié estadísticamente de la aplicación convencional y del bioestabilizado de cerdo. Cabe mencionar que el rango mínimo es de 200 mg*100g⁻¹.

Cuadro 14. Media de Potasio expresado en mg*100g⁻¹ evaluado en los frutos a cosecha.

Tratamientos	Potasio (K)		p-valor
	mg*100g ⁻¹		
T0 y T1	209,4 a	214,7 a	0,4141
T0 y T2	209,4 b	245,9 a	0,0001
T1 y T2	214,7 b	245,9 a	0,0015

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

El magnesio (Mg) forma parte importante de la composición de los ribosomas en las células, las cuales regulan la transformación del nitrógeno en proteínas. Los niveles óptimos deben estar entre los 10 y 12 mg*100g⁻¹ y todos los tratamientos cumplen con el rango mínimo, existiendo diferencias estadísticas cuando se comparó el estabilizado de pavo ya sea con el bioestabilizado de cerdo, como con la fertilización convencional.

Cuadro 15. Media de Magnesio expresado en $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ evaluado en los frutos a cosecha.

Tratamientos	Magnesio (Mg)		p-valor
	$\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$		
T0 y T1	10,5 a	10,7 a	0,668
T0 y T2	10,5 b	11,8 a	0,0261
T1 y T2	10,7 b	11,8 a	0,0198

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

La materia seca expresada como porcentaje (%) varió entre 18,6 y 21,3 para los tratamientos T0 y T1 en el primer caso, y para el T2 con la media superior. Tal y como se observó con anterioridad, la aplicación con estabilizado de pavo se diferenció estadísticamente de los demás tratamientos, lo cual se vio reflejado también en el mayor contenido de potasio.

Cuadro 16. Media de Materia seca expresado en porcentaje (%) evaluado en los frutos a cosecha.

Tratamientos	Materia seca		p-valor
	%		
T0 y T1	18,60 a	18,60 a	>0,9999
T0 y T2	18,60 b	21,32 a	0,0005
T1 y T2	18,60 b	21,32 a	0,0026

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

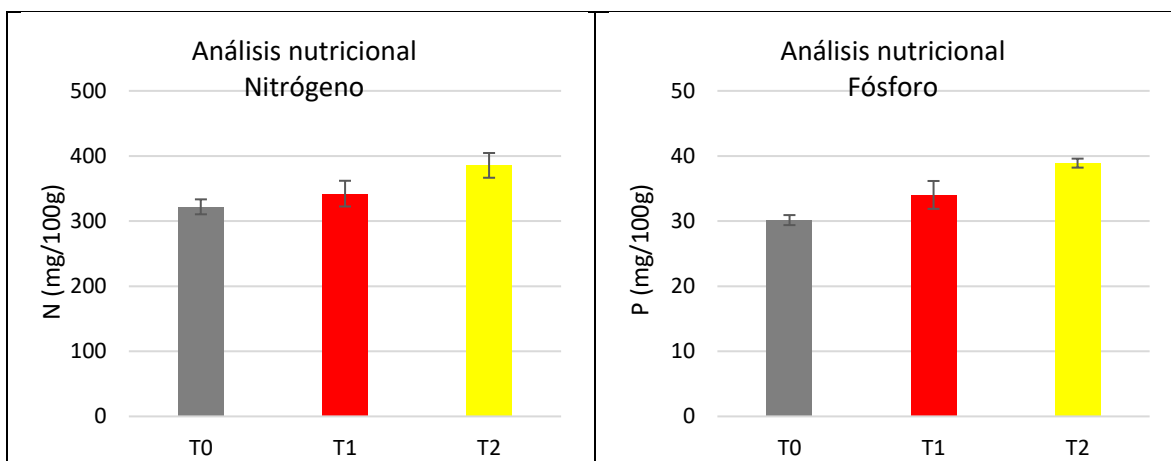


Figura 11. Gráfica del contenido mineralógico de nitrógeno y fósforo para todos los tratamientos evaluado a cosecha.

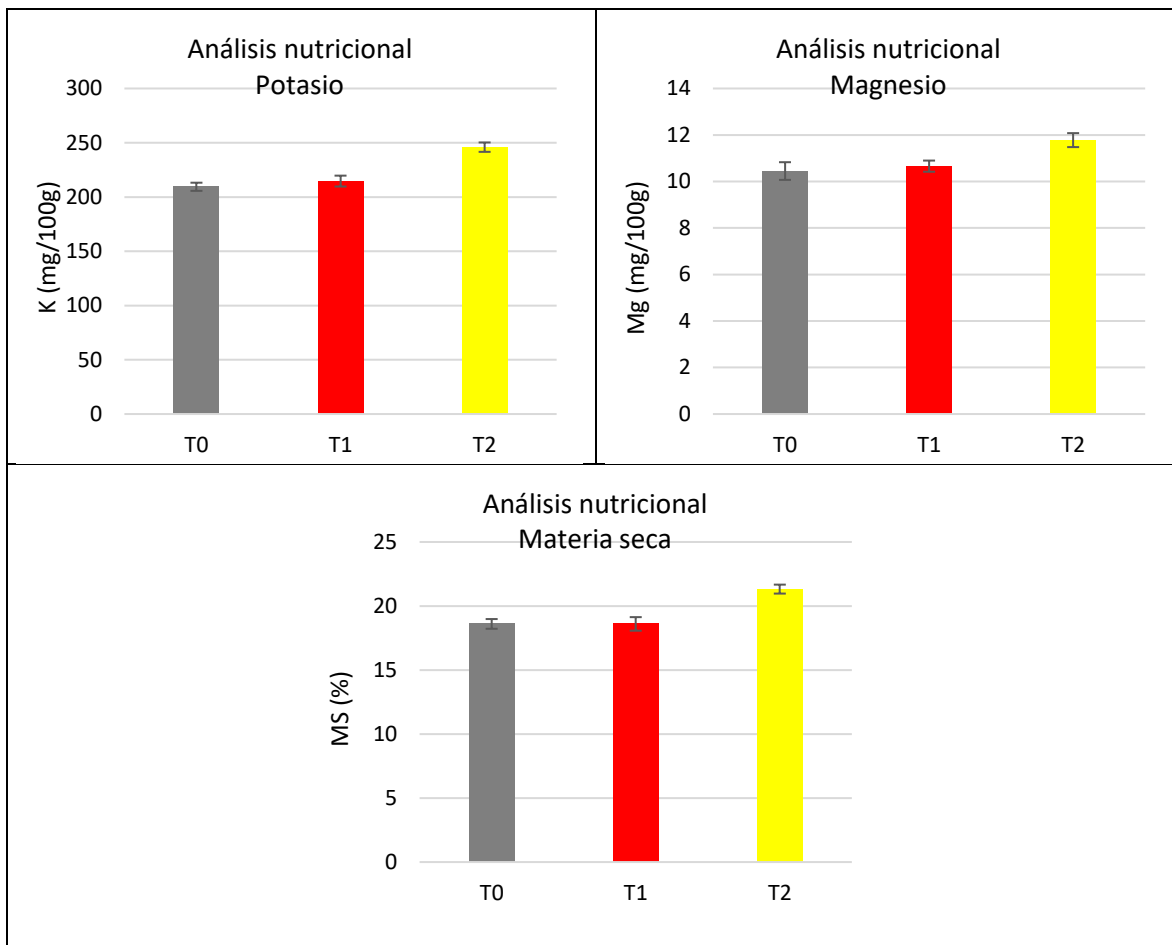


Figura 12. Gráfica del contenido mineralógico de potasio, magnesio y materia seca para todos los tratamientos evaluado a cosecha.

Para el caso del contenido de Zn no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, las medias mostradas superaron el máximo óptimo. El zinc es un promotor de triptófano la cual regula la síntesis de auxinas, fundamental en el desarrollo del fruto. En el caso del B, todas las medias superaron el mínimo exigido de $0,5 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, lo cual tiene una vital relevancia puesto que actúa como cofactor del Potasio. El contenido de calcio se concentró entre los 10 y $12 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, sin identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, todos los valores estaban bajo el óptimo para viajes largos que es de $15 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, lo cual podría significar problemas en poscosecha puesto que el contenido de calcio está altamente asociado a la firmeza de pulpa.

Calidad de fruta

Calibre y distribución de calibres

Se evaluó en una muestra a cosecha para cada tratamiento, la distribución de calibres evaluado a cosecha considerando las categorías de calibre comercial la cual depende del diámetro ecuatorial. Para ninguna de las categorías evaluadas, se pudo identificar un efecto de la aplicación de los tratamientos, puesto que el comportamiento de la curva fue similar entre ellos, tal y como se puede observar en el Cuadro 18 en donde todos los p-valor fueron mayores a 0,05.

Cuadro 17. Medias de categorías de calibres, expresado en porcentaje (%).

Tratamientos	Categorías de calibre (%)						
	22	24	26	28	30	>30	≥28
T0	1,6	20,3	42,0	31,3	3,3	1,4	36,0
T1	1,4	14,1	50,3	28,9	5,0	0,3	34,1
T2	1,2	30,6	51,3	14,9	0,4	0,0	15,3

Cuadro 18. Comparaciones entre los tratamientos para las categorías de calibre.

Comparaciones	Categorías de calibre						
	22	24	26	28	30	>30	≥28
	p-valor						
T0 y T1	0,9121	0,5719	0,3857	0,8450	0,6385	0,4626	0,9049
T0 y T2	0,7543	0,3443	0,2487	0,1736	0,2972	0,3559	0,1379
T1 y T2	0,8334	0,1137	0,9072	0,1917	0,1246	0,3559	0,1534

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

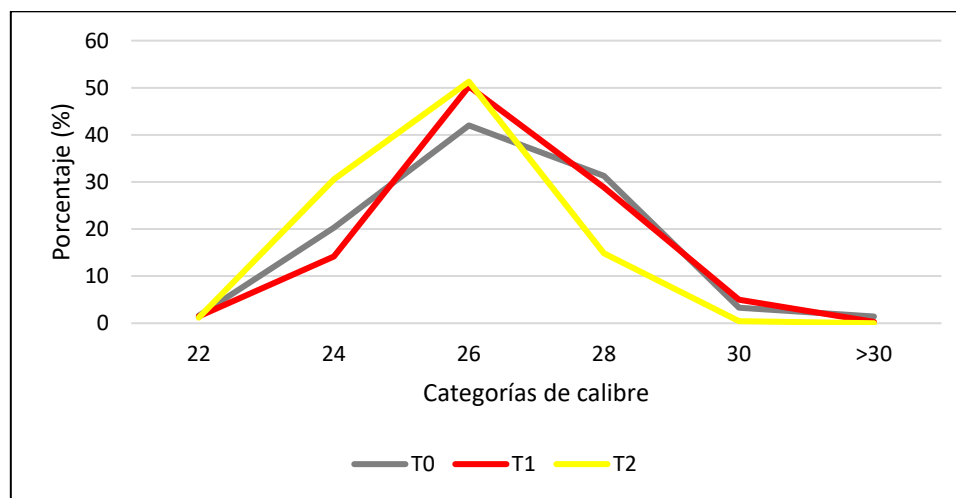


Figura 13. Gráfica de distribución de calibres para todos los tratamientos evaluado a cosecha.

Color y distribución de color

En relación con la distribución del color evaluado a cosecha, se puede observar en el Cuadro 19 que para el caso de la categoría rojo caoba, el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo se diferenció de la fertilización convencional y el bioestabilizado de cerdo concentrando una menor proporción de fruta más clara. Por el contrario, en el caso de la categoría de fruta caoba oscuro, el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo se diferenció estadísticamente de la fertilización convencional al concentrar una mayor proporción de fruta más oscura, lo cual estaría relacionado con los resultados de contenido de potasio.

Cuadro 19. Medias de categorías de color, expresado en porcentaje (%).

Tratamientos	Categorías de color (%)				
	Rojo claro	Rojo	Rojo caoba	Caoba	Negro
T0	0,0	3,3	25,5	61,7	9,5
T1	0,0	0,3	15,3	73,1	11,3
T2	0,0	1,0	8,3	78,0	12,7

Cuadro 20. Comparaciones entre los tratamientos para la categoría de color rojo caoba

Tratamientos	Color (%)		
	Rojo caoba		p-valor
T0 y T1	25,5	15,3	0,1484
T0 y T2	25,5	8,3	0,0514
T1 y T2	15,3	8,3	0,2224

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

Cuadro 21. Comparaciones entre los tratamientos para la categoría de color caoba

Tratamientos	Color (%)		
	Caoba oscuro		p-valor
T0 y T1	61,7	73,1	0,2368
T0 y T2	61,7 b	78,0 a	0,1607*
T1 y T2	73,1	78,0	0,5185

P-valor $\geq 0,10$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 90% confianza. Prueba T-student.

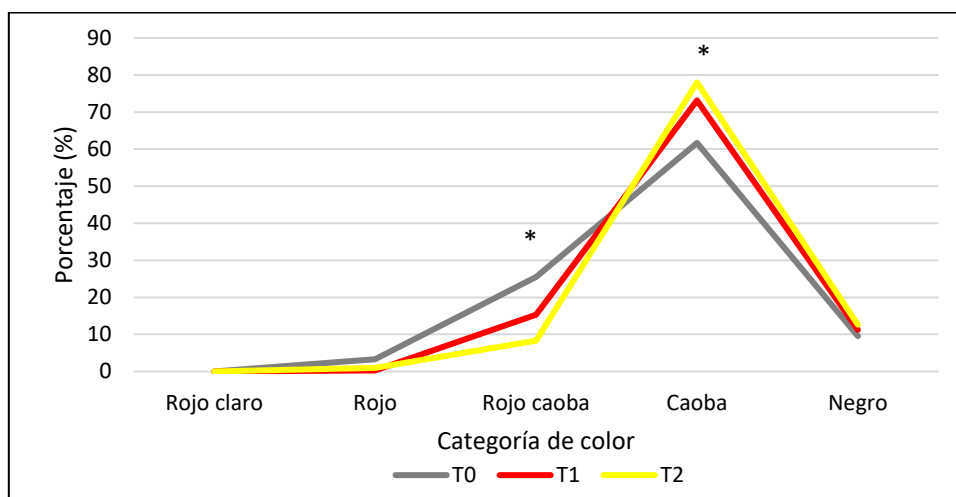


Figura 14. Gráfica de distribución de color para todos los tratamientos evaluado a cosecha.

Peso de fruto, firmeza y sólidos solubles

En relación con el peso de fruto, este varió entre 9,0 y 9,6 gramos sin diferencias estadísticas entre los tratamientos, tal como se puede observar en el Cuadro 22. Si bien, numéricamente la aplicación del bioestabilizado de cerdo tiene una media mayor, esto podría estar relacionado con la menor carga frutal evaluada a cosecha.

Cuadro 22. Comparaciones entre los tratamientos para la variable de peso de fruto expresado en gramos (g).

Tratamientos	Peso de fruto		
	g		p-valor
T0 y T1	9,2	9,6	0,4237
T0 y T2	9,2	9,0	0,6916
T1 y T2	9,6	9,0	0,1609

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

En cuanto a la firmeza, evaluada de forma no destructiva, se puede observar que las medias oscilaron entre 343,3 y 349,9 $\text{g} \cdot \text{mm}^{-1}$ para los tratamientos T1 y T0 respectivamente. Estos valores corresponden a una categoría de fruta muy firme ($>300 \text{ g} \cdot \text{mm}^{-1}$) y no se observaron diferencias entre los tratamientos. Cabe destacar que fruta con más de $250 \text{ g} \cdot \text{mm}^{-1}$ se considera apta para su exportación a mercados del lejano oriente.

Cuadro 23. Comparaciones entre los tratamientos para la variable de firmeza expresado en $\text{g} \cdot \text{mm}^{-1}$.

Tratamientos	Firmeza		
	$\text{g} \cdot \text{mm}^{-1}$		p-valor
T0 y T1	349,9	343,3	0,7097
T0 y T2	349,9	355,1	0,7757
T1 y T2	343,3	355,1	0,4514

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

Para el caso de los sólidos solubles, las medias variaron entre 19,9 y 24,4 °Brix para los tratamientos aplicados con la fertilización convencional y estabilizado de pavo respectivamente. Se puede observar en el Cuadro 23 que el tratamiento T2 se diferenció estadísticamente del T0 y del T1, lo cual responde al mayor contenido de potasio y materia seca visto con anterioridad en el análisis nutricional.

Cuadro 24. Comparaciones entre los tratamientos para la variable de sólidos solubles expresado en °Brix.

Tratamientos	Sólidos solubles		p-valor
	°Brix		
T0 y T1	19,9 b	20,4 b	0,5762
T0 y T2	19,9 b	24,4 a	0,0001
T1 y T2	20,4 b	24,4 a	0,0008

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza. Prueba T-student.

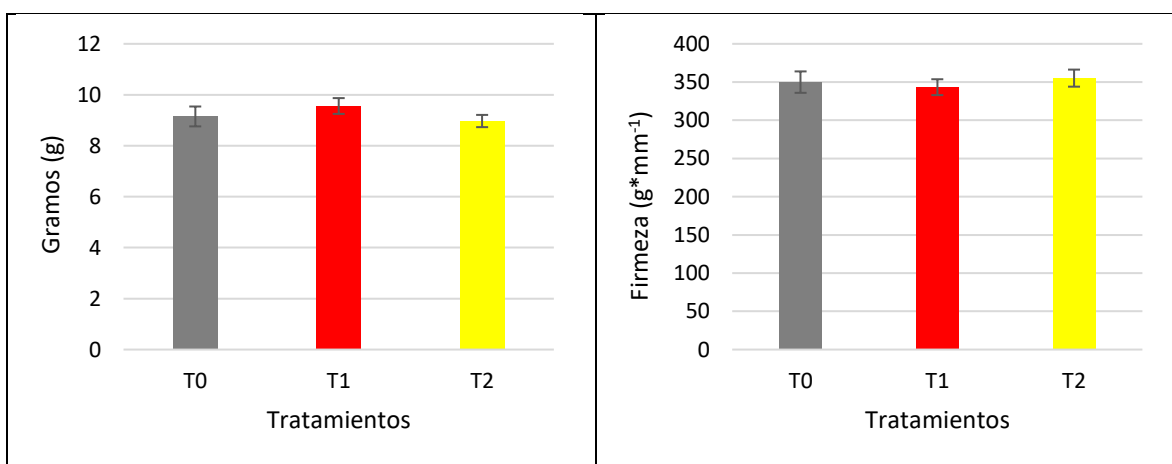


Figura 15. Gráfica de peso de fruto y firmeza para todos los tratamientos evaluado a cosecha.

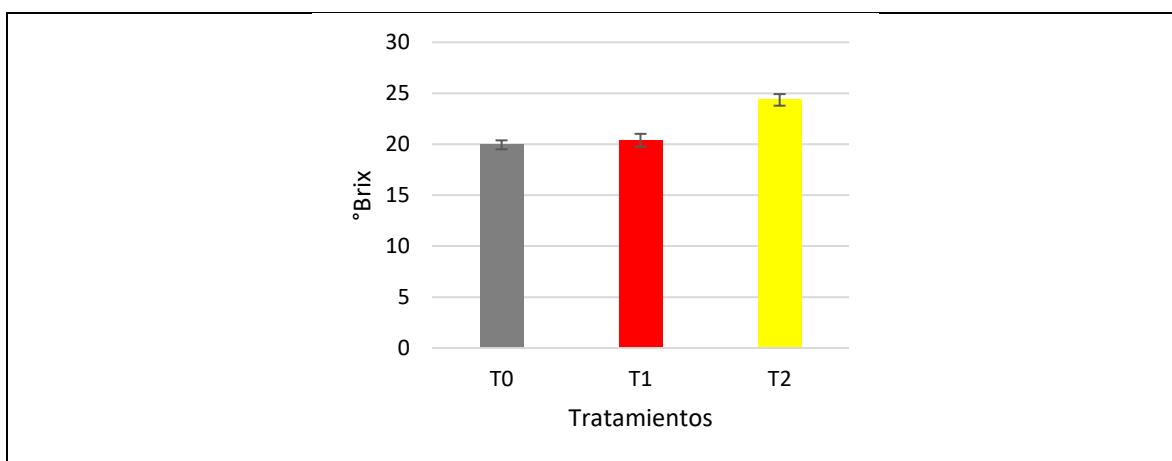


Figura 16. Gráfica de sólidos solubles para todos los tratamientos evaluado a cosecha.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, y bajo las condiciones de este ensayo se puede concluir que:

- ✓ El análisis químico previo a la aplicación considera el suelo como normal y dentro de los rangos óptimos para el desarrollo del cultivo.
- ✓ En el análisis microbiológico previo, todos los sectores se encontraban en un mismo nivel de magnitud por lo que se consideran como suelos similares y sin problemas para el desarrollo del cultivo de cerezo.
- ✓ La densidad aparente y porosidad evaluada inicialmente previo a la aplicación de los tratamientos, fue similar para todos los sectores.
- ✓ La aplicación de estabilizado de pavo aumentó el contenido mineralógico de N, P, K, Mg expresado en $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ y la materia seca (%).
- ✓ La carga frutal y la productividad expresada como $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$ y $\text{frutos} \cdot \text{m}^{-2} \text{PAR}_i$ fueron estadísticamente similares entre los tratamientos.
- ✓ En relación con la calidad de fruta, se observó que el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo concentró una mayor proporción de fruta oscura y aumentó los sólidos solubles expresados en °Brix, sin embargo, no se observó un efecto en las demás variables evaluadas (peso de fruto, calibre, y firmeza).

ANEXOS

Análisis químico de suelos



LABORATORIO AGRICOLA
ANÁLISIS DE SUELO - FOLIAJ - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 146.113 ANÁLISIS SUELO

Productor : Empresas De Servicios Pucalan Sur Ltda.
Predio : Sector Nº 2

Empresa :
Remite : Catalina Atenas

Provincia : Cachapoal
Comuna : Rengo
Localidad : Rengo

Fecha muestreo : 16-10-2018 F.Ingreso : 16-10-2018
Fecha análisis : 16-10-2018 F.Informe : 02-11-2018

Pag. 1/1

Identificación Cuartel		T1	T2	T3
Profundidad muestreo(cm)		20 Cms.	20 Cms.	20 Cms.
Nº de Laboratorio		205051	205052	205053
Fertilidad				
pH (agua, relación 1:2,5)	1:2,5	6,6 Neutro	6,2 Lig.Acido	6,3 Lig.Acido
C.Eléctrica (en extracto)	dS/m	0,75 Sin Problema	0,76 Sin Problema	0,86 Sin Problema
Materia orgánica	%	2,6 Medio	3,0 Medio	3,1 Medio
Nitrógeno disponible (N)	mg/kg	35 Medio	42 Adecuado	48 Adecuado
Fósforo disponible (P)	mg/kg	51 Adecuado	93 Alto	79 Alto
Potasio disponible (K)	mg/kg	249 Adecuado	254 Adecuado	251 Adecuado
Cationes Intercambiables				
Calcio (Ca)	meq/100g	13,1 Adecuado	12,8 Adecuado	10,4 Adecuado
	% CIC	80	83	64
Magnesio (Mg)	meq/100g	2,6 Alto	2,1 Alto	1,8 Adecuado
	% CIC	16	14	11
Potasio (K)	meq/100g	0,64 Adecuado	0,65 Adecuado	0,64 Adecuado
	% CIC	3,9	4,2	4,0
Sodio (Na)	meq/100g	0,10 Bajo	0,10 Bajo	0,11 Bajo
	% CIC	0,81	0,85	0,88
Suma de bases (Ca+Mg+K+Na)		16,4	15,6	13,0
CIC (Cap.Intercambio Catiónico)	meq/100g	16,3	15,5	16,2
Microelementos disponibles				
Hierro (Fe)	mg/kg	56,5 Alto	73,4 Alto	65,4 Alto
Manganeso (Mn)	mg/kg	17,9 Alto	31,4 Alto	19,9 Alto
Zinc (Zn)	mg/kg	19,1 Adecuado	50,3 Adecuado	28,7 Adecuado
Cobre (Cu)	mg/kg	191 Excesivo	203 Excesivo	240 Excesivo
Boro (B)	mg/kg	2,0 Adecuado	2,1 Alto	2,5 Alto

Equivalencias. C.Eléctrica: dS/m = mmhos/cm; Nutrientes: mg/kg = ppm; Cat.Intercambiables: cmol+/kg = meq/100g

Análisis nutricional de frutos



LABORATORIO AGRICOLA
ANÁLISIS DE SUELO - FOLIAR - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 147.240 ANÁLISIS TEJIDOS

Productor : Servando Jordan
Predio : Bing
Empresa :

Especie : Cerezo
Tejido : Fruto
Remite : Catalina Atenas

Provincia : Cachapoal
Comuna : Rengo
Localidad : Santa Isabel

Fecha muestreo : 05-12-2018 F.Ingreso : 05-12-2018
Fecha análisis : 05-12-2018 F.Informe : 18-12-2018

Pag. 1/5

Identificación Cuartel	:	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	Rango Adecuado*
Variedad	:	Bing	Bing	Bing	Bing	
Edad	:					
Nº de Laboratorio	:	32021	32022	32023	32024	
Nitrógeno total	(N) mg/100g	336,0	281,1	361,5	325,9	
Fósforo	(P) mg/100g	30,9	30,3	31,8	29,0	
Potasio	(K) mg/100g	219,0	213,9	219,2	205,8	
Calcio	(Ca) mg/100g	10,5	11,7	10,0	9,0	
Calcio soluble	(Ca) mg/100g	5,1	6,3	5,7	5,5	
Calcio ligado	(Ca) mg/100g	5,4	5,4	4,3	3,5	
Magnesio	(Mg) mg/100g	11,3	11,0	10,7	9,6	
Zinc	(Zn) mg/100g	0,15	0,13	0,14	0,15	
Boro	(B) mg/100g	0,81	0,88	0,74	0,71	
Materia seca	%	18,7	18,3	17,9	19,6	

Análisis realizado en fruto fresco y expresado en mg/100g f.fresco

Pag. 2/5

Identificación Cuartel	:	T1R5	T1R6	T2R1	T2R2	Rango Adecuado*
Variedad	:	Bing	Bing	Bing	Bing	
Edad	:					
Nº de Laboratorio	:	32025	32026	32027	32028	
Nitrógeno total	(N) mg/100g	300,4	326,5	313,9	388,9	
Fósforo	(P) mg/100g	27,0	31,9	33,8	36,3	
Potasio	(K) mg/100g	199,1	199,5	216,2	217,5	
Calcio	(Ca) mg/100g	8,2	11,2	11,0	10,9	
Calcio soluble	(Ca) mg/100g	4,3	5,8	5,9	5,3	
Calcio ligado	(Ca) mg/100g	3,9	5,4	5,1	5,6	
Magnesio	(Mg) mg/100g	9,0	11,1	10,9	10,9	
Zinc	(Zn) mg/100g	0,12	0,13	0,13	0,15	
Boro	(B) mg/100g	0,57	0,78	0,79	0,80	
Materia seca	%	17,4	19,7	18,8	17,7	

Análisis realizado en fruto fresco y expresado en mg/100g f.fresco

Identificación Cuartel				T2R3	T2R4	T2R5	T2R6	Rango Adecuado*
Variedad				Bing	Bing	Bing	Bing	
Edad								
N° de Laboratorio				32029	32030	32031	32032	
Nitrógeno total	(N)	mg/100g	391,3	315,8	301,0	381,1		
Fósforo	(P)	mg/100g	40,8	28,9	30,3	36,4		
Potasio	(K)	mg/100g	231,1	202,5	206,1	215,8		
Calcio	(Ca)	mg/100g	12,0	10,5	9,7	15,2		
Calcio soluble	(Ca)	mg/100g	7,0	6,1	6,5	6,8		
Calcio ligado	(Ca)	mg/100g	5,0	4,4	3,2	8,4		
Magnesio	(Mg)	mg/100g	11,3	10,0	10,2	13,1		
Zinc	(Zn)	mg/100g	0,13	0,11	0,13	0,15		
Boro	(B)	mg/100g	0,66	0,68	0,81	0,97		
Materia seca		%	17,8	18,3	20,6	19,3		

Análisis realizado en fruto fresco y expresado en mg/100g f.fresco

Identificación Cuartel				T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	Rango Adecuado*
Variedad				Bing	Bing	Bing	Bing	
Edad								
N° de Laboratorio				32033	32034	32035	32036	
Nitrógeno total	(N)	mg/100g	434,0	408,5	404,3	341,0		
Fósforo	(P)	mg/100g	38,9	49,9	40,9	37,9		
Potasio	(K)	mg/100g	261,3	287,1	249,6	241,1		
Calcio	(Ca)	mg/100g	10,2	11,6	11,9	10,4		
Calcio soluble	(Ca)	mg/100g	6,0	6,2	7,1	5,4		
Calcio ligado	(Ca)	mg/100g	4,2	5,4	4,8	5,0		
Magnesio	(Mg)	mg/100g	11,6	13,7	12,2	12,0		
Zinc	(Zn)	mg/100g	0,13	0,18	0,13	0,14		
Boro	(B)	mg/100g	0,92	0,66	0,71	0,76		
Materia seca		%	21,0	21,4	20,7	21,7		

Análisis realizado en fruto fresco y expresado en mg/100g f.fresco

Identificación Cuartel			T3R5	T3R6	Rango Adecuado*
Variedad			Bing	Bing	
Edad					
N° de Laboratorio			32037	32038	
Nitrógeno total	(N)	mg/100g	408,0	340,5	
Fósforo	(P)	mg/100g	39,8	37,0	
Potasio	(K)	mg/100g	239,3	238,4	
Calcio	(Ca)	mg/100g	11,2	8,4	
Calcio soluble	(Ca)	mg/100g	5,7	5,4	
Calcio ligado	(Ca)	mg/100g	5,5	3,0	
Magnesio	(Mg)	mg/100g	12,4	10,7	
Zinc	(Zn)	mg/100g	0,15	0,10	
Boro	(B)	mg/100g	0,91	0,71	
Materia seca		%	20,7	22,5	

Análisis realizado en fruto fresco y expresado en mg/100g f.fresco