

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTABILIZADO DE CERDO Y ESTABILIZADO DE PAVO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO Y SU IMPLICANCIA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PLANTAS DE CEREZO CV. BING.

ENSAYO PUCALAN 2020-2021



ÍNDICE

OBJETIVO	3
MATERIALES Y MÉTODOS	3
Datos meteorológicos	4
Tratamientos	6
Evaluaciones	8
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	9
RESULTADOS	10
Arginina en raíces	10
Densidad aparente y porosidad total	10
Análisis químico de suelos	12
Análisis nutricional de frutos	15
Parámetros productivos	16
Calidad de fruta	18
Distribución de calibres	19
Distribución de color	21
Análisis foliar	22
CONCLUSIONES	26

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTABILIZADO DE CERDO Y ESTABILIZADO DE PAVO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO Y SU IMPLICANCIA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PLANTAS DE CEREZO CV. BING.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del guano bioestabilizado de cerdo y pavo en las características físico-químicas del suelo y su implicancia sobre el rendimiento de plantas de cerezos cv. Bing sobre portainjerto Gisella 6, se realizó un ensayo en un campo comercial, en la localidad de Santa Isabel (34° 326' Latitud sur - 70° 913' Longitud oeste), comuna de Rengo, Región de O'Higgins, Chile

Para cumplir con el objetivo señalado se establecieron tres tratamientos: un tratamiento aplicado con programa de campo, aplicado con fertilización convencional mediante fertirrigación (T1), un tratamiento aplicado con Bioestabilizado de cerdo a dosis de 12 ton/ha durante el mes de agosto (T2) y un tratamiento aplicado con Estabilizado de pavo a dosis de 12 ton/ha durante el mes de agosto (T3).

Para determinar el efecto de los tratamientos se evaluó: contenido de arginina en raíces (i), densidad aparente y porosidad (ii), análisis químico en suelos (iii), contenido de macro y microelementos en hoja (iv), contenido de macro y micronutrientes en frutos (v) interceptación PAR (vi), carga frutal (vii), rendimiento y productividad (viii) y calidad de fruta a cosecha (ix).

Considerando las condiciones de desarrollo de este ensayo se evidencia un efecto de la aplicación de estabilizado de pavo (T3) sobre las características físicas del suelo, observándose una mejor aireación y densidad aparente a los 40 cm de profundidad de suelo. Además, existe un aumento de los macroelementos Nitrógeno y Potasio en las aplicaciones de bioestabilizado de cerdo (T2) y estabilizado de pavo, sin afectar el pH, la conductividad eléctrica y la capacidad de intercambio catiónico (CIC). En cuanto al contenido nutricional en hojas, los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo obtuvieron mayores contenidos de calcio ligado y magnesio en frutos al momento de cosecha.

No fue posible identificar un efecto de los tratamientos sobre la producción y carga frutal. Sin embargo, al normalizar los valor por su PARI, se logra identificar un efecto del tratamiento aplicado con estabilizado de pavo (T3), donde su media de productividad alcanzó 1,81 kg/m²PARI, diferenciándose del programa de campo. Además, al normalizar la carga frutal, la aplicación de estabilizado de pavo obtuvo medias de 186,9 frutos/m²PARI, diferenciándose del programa de campo.

Finalmente, respecto a la calidad de fruta, es posible identificar un efecto del tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo sobre el peso y firmeza de fruto, obteniendo medias significativamente mayores. Además este tratamiento obtuvo significativamente una mayor media de calibre promedio de fruto y mayores proporciones de fruta sobre 26 y 28 mm.

OBJETIVO

Evaluar el efecto del guano bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo en las características físico-químicas del suelo y su implicancia sobre el rendimiento de plantas de cerezos cv. Bing

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó un ensayo en un huerto ubicado en la localidad de Santa Isabel (34° 326' Latitud sur - 70° 913' Longitud oeste), comuna de Rengo, Región de O'Higgins, Chile.

Datos del cultivo

Nombre científico	<i>Prunus avium L.</i>
Variedad	Bing
Portainjerto	Gisella 6
Año de plantación	2007
Distancia de plantación	4,9 x 1,8 m
Sistema de conducción	Tatura
Sistema de riego	Goteo
Fecha de cosecha	02-12-2020
Duración del ensayo	noviembre 2019 – julio 2021



Figura 1. Plantas de cerezos cv.Bing correspondientes al ensayo.

Datos meteorológicos

Todos los datos climáticos fueron obtenidos de una estación meteorológica cercana al predio en el cual se desarrolló el estudio. 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 el Cuadro 2 entrega el registro de temperaturas y precipitaciones en los momentos de aplicación. En las Figuras 2 y 3 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			
Agosto	3,0	16,4	13,4	10,4
Septiembre	4,4	20,0	15,6	0,0
Octubre	5,9	24,0	18,1	0,0
Noviembre	8,8	26,1	17,3	1,0
Diciembre	10,0	28,7	18,7	0,0
Enero	11,4	28,5	17,1	52,6

Cuadro 2. Registro de temperaturas y precipitaciones el día de la aplicación.

Fecha	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
13-08-2020	-0,4	14,7	15,2	0,0
14-08-2020	2,2	14,8	12,6	0,0
17-08-2020	-0,8	17,3	18,1	0,0
18-08-2020	0,3	11,2	10,9	0,0

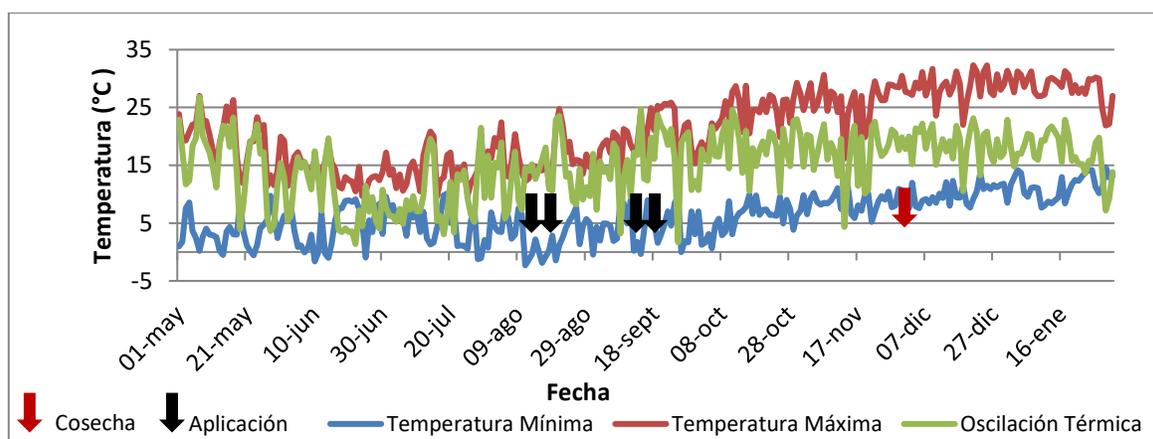


Figura 2. Gráfica de temperaturas máximas, mínimas y oscilación térmica registrada durante el período de ejecución del ensayo.

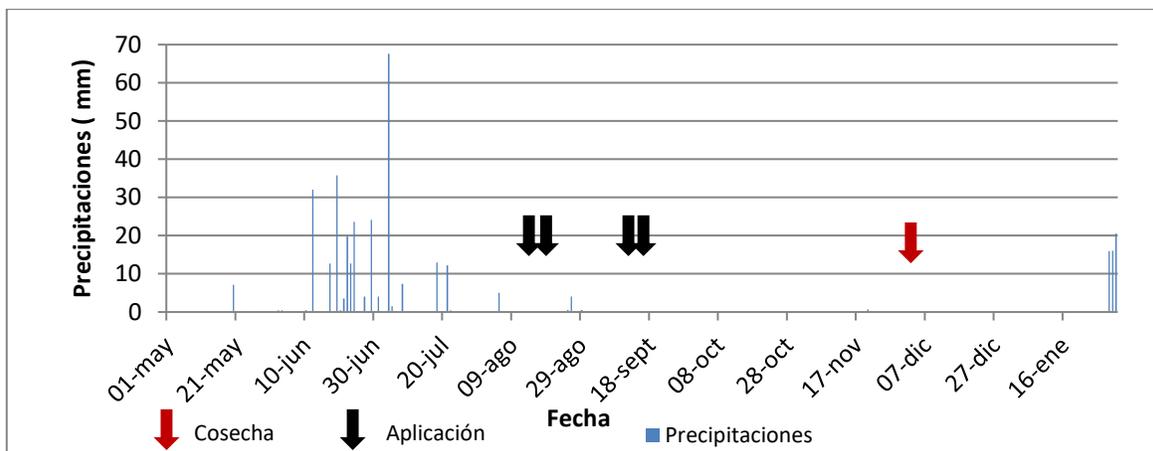


Figura 3. Gráfica de precipitaciones durante el período del ensayo.

Tratamientos

El detalle de los tratamientos aplicados es descrito en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento		Dosis kg/ha	Requerimiento kg/ha	Aplicaciones	Momento de aplicación	Fecha de aplicación (aprox.)
T1	Programa convencional ---	1.20	Zn= 4,2	---	Riegos en octubre	Octubre + Noviembre + Diciembre
		2.500	K ₂ O= 243			
		3.200	MgO= 32			
		4.80	S= 28,2			
		5.60	CaO= 456			
		6. 300	P ₂ O ₅ = 4,2			
		7. n/a	N= 65			
T2	Bioestabilizado de cerdo	15 ton/ha	Zn= 32	1	Receso invernol	Julio-agosto
			K ₂ O= 210			
			MgO= 263			
			S= 34			
			CaO= 525			
			P ₂ O ₅ = 683			
N= 221						
T3	Estabilizado de pavo	12 ton/ha	Zn= 3	1	Receso invernol	Julio-agosto
			K ₂ O= 336			
			MgO= 109			
			S= 50			
			CaO= 420			
			P ₂ O ₅ = 462			
N= 235						

*Programa convencional = (1) Sulfato de Zinc, (2) Nitrato de Potasio, (3) Sulfato de Magnesio, (4) Ácido fosfórico, (5) Calcio Sprint y (6) Muriato de Potasio

La Figura 4 muestra un registro fotográfico durante la ejecución del ensayo.





Figura 4. Aplicación de bioestabilizado durante agosto del año 2020 (A y B). Evaluación de densidad aparente y porosidad del suelo (C y D), estado de las plantas y frutos en noviembre (E y F) y estado de las plantas el día de la cosecha el día 02-12-2020 (G y H).

Evaluaciones

Suelo

Contenido de arginina en raíces

Se realizó un análisis de arginina en raíces, colectando una muestra en 4 subsectores de cada tratamiento.

Densidad aparente y porosidad total

Se realizó un análisis de densidad aparente del suelo mediante cilindros de aluminio. Se extrajeron muestras a los 20 y 40 cm de profundidad de cada subsector. Además, a través de esta medición, es posible calcular indirectamente la porosidad total y el grado de compactación del suelo.

Análisis químico de suelos

Se realizó un análisis químico de suelos completo compuesto por tratamiento, previo a la aplicación de los tratamientos y en poscosecha para los 3 subsectores por tratamiento. La evaluación 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, CIC, CE.

Planta

Análisis foliar

Durante enero se realizó un análisis foliar completo de macro y microelementos en 4 subsectores por tratamiento.

Análisis nutricional de frutos

En la cosecha se tomó una muestra de fruta, en la cual se evaluó el contenido nutricional. Se determinó N-P-K-Ca-Mg-Fe-Mn-Zn-Cu-B, calcio soluble, calcio ligado y materia seca.

Cosecha

Interceptación PAR

Se estimó la fracción de la radiación solar fotosintéticamente activa interceptada (PARi) por planta central de cada repetición.

Rendimiento y carga frutal

Se pesó toda la fruta proveniente de la planta central de cada subsector, y además se pesó una muestra compuesta de 100 frutos, para estimar el número de frutos totales por planta.

Calidad de fruta

En una muestra de 100 frutos por subsector se evaluó el peso de fruto (g), distribución de calibres (calibrador) y distribución de color (escala de rojo claro a negro). En una submuestra de 50 frutos se evaluó la firmeza (g/mm) y en 5 muestras compuestas de 10 frutos cada una se estimó la concentración de sólidos solubles (°Brix).

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Este ensayo no posee un diseño experimental, aplicándose en 3 sectores con los tratamientos de fertilización respectivos. Para comparar los tratamientos, las medias de cada evaluación se sometieron a un análisis t-student en donde se compararon los resultados de 6 subsectores por tratamiento.

RESULTADOS

Arginina en raíces.

Durante el mes de julio del año 2020, se colectaron muestras de raíces de distintos subsectores para determinar el contenido de arginina en raíces. Con esta evaluación no fue posible identificar un efecto de los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo en comparación con el programa de campo, presentándose valores que variaron entre los 25,4 y 28,3% y siendo los tratamientos similares estadísticamente.

Cuadro 4. Medias y p-valor para el contenido de arginina en raíces

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Arginina	mg/g	T1	25,4	T1 vs T2	0,8526
		T2	25,85	T1 vs T3	0,3158
		T3	28,3	T2 vs T3	0,2822

Densidad aparente y porosidad total

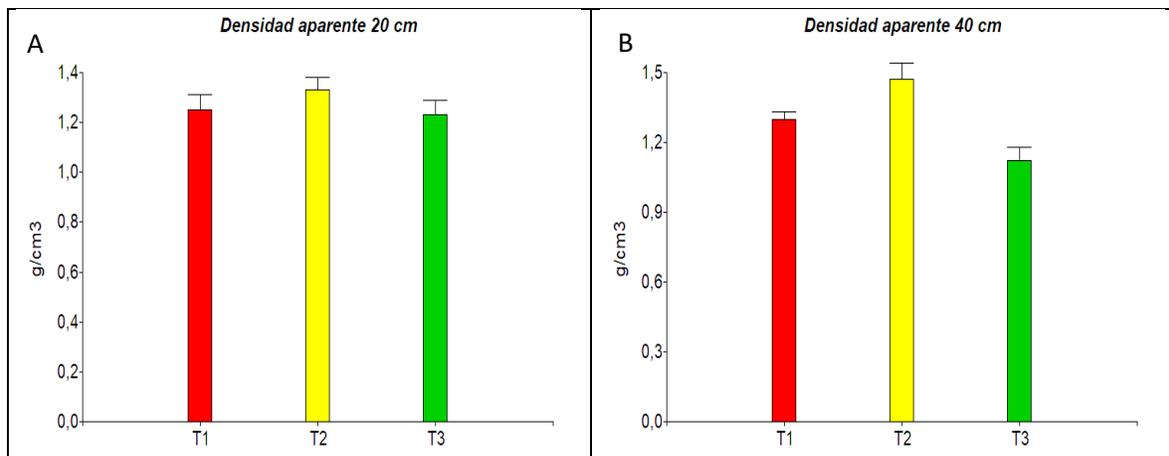
La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g/cm^3) y que describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso y que sirve para evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces. Suelos con altos valores de densidad aparente indican un ambiente pobre para el crecimiento de raíces. El suelo donde se montó este ensayo es de textura Franca, siendo determinado para esta clase textural, un valor apto de densidad aparente cercano a $1,4 \text{ g}/\text{cm}^3$.

En el Cuadro 5, se presentan los resultados de la evaluación realizada a los 20 y 40 cm de profundidad, donde se observa que, a la profundidad de 20 cm, no se identificó un efecto de la aplicación de bioestabilizado de cerdo (T2) y estabilizado de pavo (T3) en comparación con el programa convencional de campo. Sin embargo, en la evaluación realizada a los 40 cm, es posible identificar que el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo obtuvo significativamente menores medias de densidad aparente y mayor porosidad, diferenciándose del tratamiento programa de campo (T1) y bioestabilizado de cerdo (T2). Esto indica que la aplicación de estabilizado de pavo, mejoro la aireación y capacidad de penetración de las raíces en el espacio poroso del suelo. En la Figura 5 quedan graficadas estas diferencias.

Cuadro 5. Media y p-valor para los parámetros de densidad aparente y porosidad en cada uno de los tratamientos.

Variable	Profundidad	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Da	20	g/cm ³	T1	1,25	T1 vs T2	0,3185
			T2	1,33	T1 vs T3	0,8758
			T3	1,23	T2 vs T3	0,2375
Porosidad	20	%	T1	0,53	T1 vs T2	0,3185
			T2	0,50	T1 vs T3	0,8758
			T3	0,53	T2 vs T3	0,2375
Da	40	g/cm ³	T1	1,30	T1 vs T2	0,0468
			T2	1,47	T1 vs T3	0,0242
			T3	1,12	T2 vs T3	0,0029
Porosidad	40	%	T1	0,51	T1 vs T2	0,0468
			T2	0,45	T1 vs T3	0,0242
			T3	0,58	T2 vs T3	0,0029

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



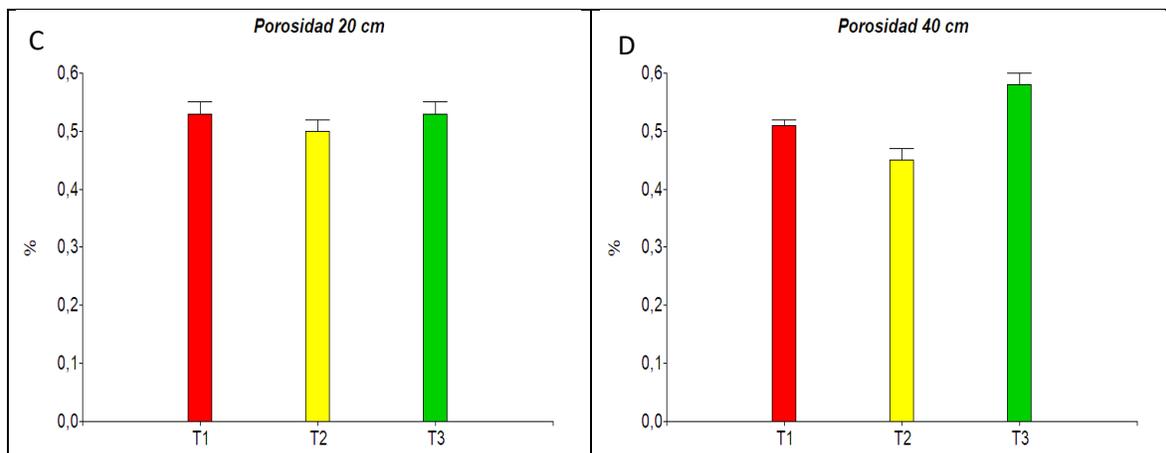


Figura 5. Gráfica de resultados de evaluación de densidad aparente (A y B) y porosidad a 20 y 40 cm (C y D).

Análisis químico de suelos

Previo a la cosecha, se realizó un análisis químico de suelos con el objetivo de caracterizar los parámetros asociados a la fertilidad y al contenido de macro y microelementos. Es posible observar en el Cuadro 6 que los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo (T2) y con estabilizado de pavo (T3) obtuvieron significativamente mayores medias de nitrógeno disponible diferenciándose del programa de fertilización convencional de campo (T1). Además, los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo (T2) y estabilizado de pavo (T3) obtuvieron medias significativamente mayores del contenido de potasio disponible, diferenciándose ambos tratamientos del programa de campo (T1), y a su vez el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo (T3), obtuvo significativamente mayores medias de potasio que el bioestabilizado de cerdo (T2).

Los resultados de pH, conductividad eléctrica y la capacidad de intercambio catiónico indican que la aplicación de bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo, no afectan estas propiedades químicas de suelo.

Cuadro 6. Media y p-valor para los microelementos disponibles asociados al análisis químico de suelos para cada uno de los tratamientos.

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
pH		T1	6,03	T1 vs T2	0,5185
		T2	6,37	T1 vs T3	0,53
		T3	6,37	T2 vs T3	>0,9999
C.Electrica	dS/m	T1	0,87	T1 vs T2	0,27
		T2	1,21	T1 vs T3	0,1503
		T3	3,23	T2 vs T3	0,1292
Materia Orgánica	%	T1	4,37	T1 vs T2	0,1396
		T2	6,47	T1 vs T3	0,1893
		T3	14,1	T2 vs T3	0,2081
N	mg/kg	T1	45,67	T1 vs T2	0,0441
		T2	65	T1 vs T3	0,0421
		T3	81,5	T2 vs T3	0,2906
P	mg/kg	T1	88,33	T1 vs T2	0,1738
		T2	169,33	T1 vs T3	0,1217
		T3	416,67	T2 vs T3	0,1359
K	mg/kg	T1	254	T1 vs T2	0,0277
		T2	463,33	T1 vs T3	0,0005
		T3	721,5	T2 vs T3	0,044
CIC	meq/100g	T1	21,2	T1 vs T2	0,6924
		T2	19,03	T1 vs T3	0,7438
		T3	23,17	T2 vs T3	0,2559

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

Para el caso del análisis de los microelementos, es posible observar que la aplicación de bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo presentó valores similares a los observados en el programa convencional (T1).

Cuadro 7. Media y p-valor para los microelementos disponibles asociados al análisis químico de suelos para cada uno de los tratamientos.

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Fe	mg/kg	T1	85,83	T1 vs T2	0,5821
		T2	66,63	T1 vs T3	0,4928
		T3	59,57	T2 vs T3	0,4059
Mn	mg/kg	T1	33,73	T1 vs T2	0,77
		T2	28,87	T1 vs T3	0,2011
		T3	85,3	T2 vs T3	0,1404
Zn	mg/kg	T1	38,93	T1 vs T2	0,6157
		T2	47,03	T1 vs T3	0,0777
		T3	86,67	T2 vs T3	0,1778
Cu	mg/kg	T1	189,67	T1 vs T2	0,9281
		T2	193	T1 vs T3	0,102
		T3	276,67	T2 vs T3	0,026
B	mg/kg	T1	2,73	T1 vs T2	0,4962
		T2	3,3	T1 vs T3	0,2667
		T3	7,6	T2 vs T3	0,2518

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

Considerando la totalidad de los parámetros analizados en la prueba anterior, se realizó un análisis de componentes principales con el objetivo de visualizar el comportamiento general de cada una de las variables y su relación con cada tratamiento. El análisis CP 1 muestra que el 86,5% de la variabilidad de los datos se responde en sentido horizontal, donde las variables Mn, Cu, B, Zn, M.O y P tienen una mayor relación con el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo, mientras que el tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo, no muestra alguna relación con las variables estudiadas, quedado graficado en la Figura 6.

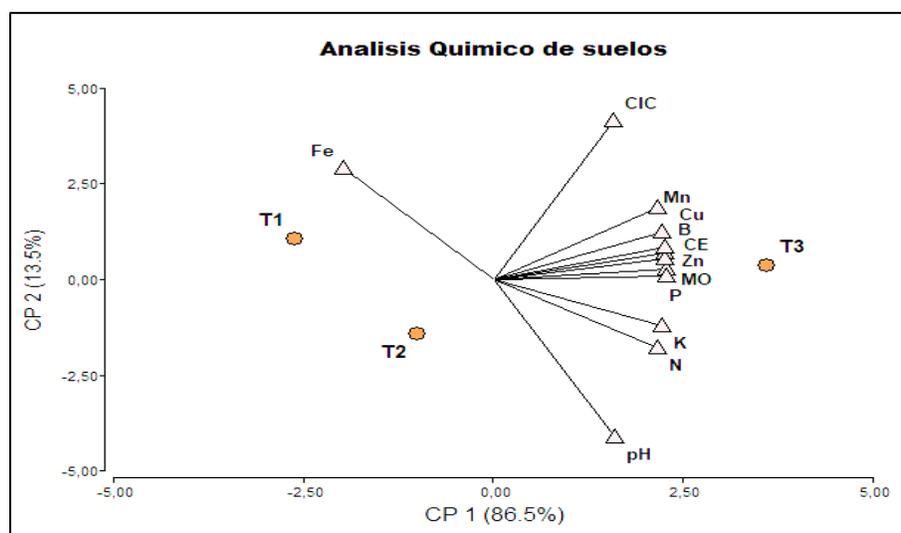


Figura 6. Análisis de componentes principales para los parámetros de fertilidad y microelementos de un análisis químico de suelos.

Análisis nutricional de frutos

A cosecha se colectó una muestra para evaluar el contenido de macro y microelementos en frutos. Como es posible observar en el Cuadro 8, el tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo (T2), obtuvo medias significativamente mayores de contenido de calcio, diferenciándose solo del tratamiento programa de campo (T1). Además, en el contenido de calcio ligado y magnesio en fruta, los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo (T2) y estabilizado de pavo (T3) obtuvieron medias significativamente superiores a el programa convencional (T1).

Cuadro 8. Media y p-valor para los microelementos disponibles asociados al análisis nutricional de frutos para cada uno de los tratamientos.

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
N	mg/100g	T1	280,83	T1 vs T2	0,1712
		T2	319,33	T1 vs T3	0,185
		T3	318	T2 vs T3	0,9686
P	mg/100g	T1	49,17	T1 vs T2	0,0917
		T2	55,67	T1 vs T3	0,7306
		T3	48,33	T2 vs T3	0,0629
K	mg/100g	T1	233,97	T1 vs T2	0,086
		T2	259,03	T1 vs T3	0,0605
		T3	251,73	T2 vs T3	0,6158
Ca	mg/100g	T1	10,77	T1 vs T2	0,054
		T2	11,82	T1 vs T3	0,0661
		T3	11,83	T2 vs T3	0,9734
Ca soluble	mg/100g	T1	8,12	T1 vs T2	0,5468
		T2	7,85	T1 vs T3	0,369
		T3	7,73	T2 vs T3	0,7185
Ca ligado	mg/100g	T1	2,65	T1 vs T2	0,0044
		T2	3,97	T1 vs T3	0,0005
		T3	4,1	T2 vs T3	0,7515
Magnesio	mg/100g	T1	10,47	T1 vs T2	0,0571
		T2	11,75	T1 vs T3	0,0035
		T3	11,82	T2 vs T3	0,9113
Zinc	mg/100g	T1	0,16	T1 vs T2	>0,9999
		T2	0,16	T1 vs T3	>0,9999
		T3	0,16	T2 vs T3	>0,9999
Boro	mg/100g	T1	0,97	T1 vs T2	0,1346
		T2	1,29	T1 vs T3	0,2406
		T3	1,22	T2 vs T3	0,4786
Materia seca	%	T1	21,52	T1 vs T2	0,7171
		T2	21,83	T1 vs T3	0,3686
		T3	22,23	T2 vs T3	0,6738

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

Adicionalmente, dado el comportamiento de las variables evaluadas en el análisis nutricional de fruto, se realizó un análisis de componentes principales, el cual responde en su CP1 en un 76,3% de la variabilidad de los datos. Se puede observar en la Figura 8, que el contenido de K, B, N, Mg, Ca, y calcio ligado, están fuertemente asociados a los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo, mientras que el calcio soluble se encuentra en mayor medida relacionado con el programa de campo.

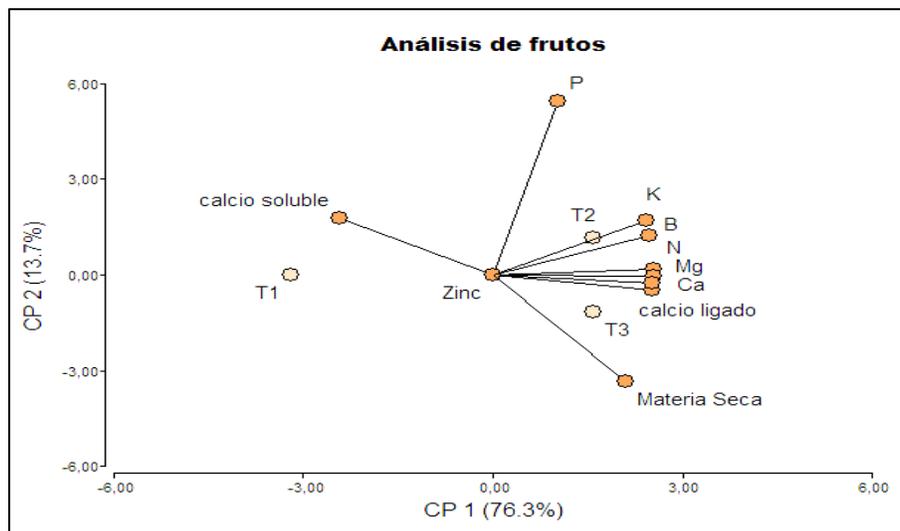


Figura 7. Análisis de componentes principales para los parámetros de macro y microelementos de un análisis de frutos

Parámetros productivos

En el Cuadro 9 se presentan los resultados de los parámetros productivos evaluados al momento de la cosecha. En las variables evaluadas correspondiente a producción y carga frutal expresadas como kg/planta y frutos/planta respectivamente, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo (T2) y estabilizado de pavo (T3) en comparación con el programa de campo. Sin embargo, cabe destacar que las medias de los tratamientos T2 y T3 son numéricamente superiores en estas variables.

Al evaluar los componentes de productividad y carga normalizada, estandarizados por el tamaño de la planta a través de la medición de la radiación fotosintéticamente activa (PARI), se logró identificar un efecto del tratamiento aplicado con estabilizado de pavo (T3) donde su media de productividad alcanzó 1,81 kg/m²PARI, diferenciándose del programa de campo. Además, al normalizar la carga frutal, la aplicación de estabilizado de pavo obtuvo medias de 186,9 frutos/m²PARI, diferenciándose del tratamiento programa de campo. Estas diferencias, quedan graficadas en la Figura 8.

Cuadro 9. Medias y p-valor para las variables de producción (kg/planta y frutos/planta) y productividad (kg/m²PAR_i y frutos/m²PAR_i) para todos los tratamientos.

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Rendimiento	kg/planta	T1	9,8	T1 vs T2	0,1319
		T2	12,5	T1 vs T3	0,0925
		T3	12,3	T2 vs T3	0,9183
Carga frutal	n°frutos/planta	T1	985,6	T1 vs T2	0,3856
		T2	1150,4	T1 vs T3	0,0691
		T3	1268,8	T2 vs T3	0,5424
Productividad	kg/m ² PAR _i	T1	1,4	T1 vs T2	0,1752
		T2	1,72	T1 vs T3	0,0254
		T3	1,81	T2 vs T3	0,6799
Carga normalizada	n°frutos/m ² PAR _i	T1	140,0	T1 vs T2	0,4781
		T2	158,3	T1 vs T3	0,0201
		T3	186,9	T2 vs T3	0,2696

Tratamientos unidos por igual letra, no son significativamente diferentes. Según PCM LSD Fisher (p-valor>0,05).

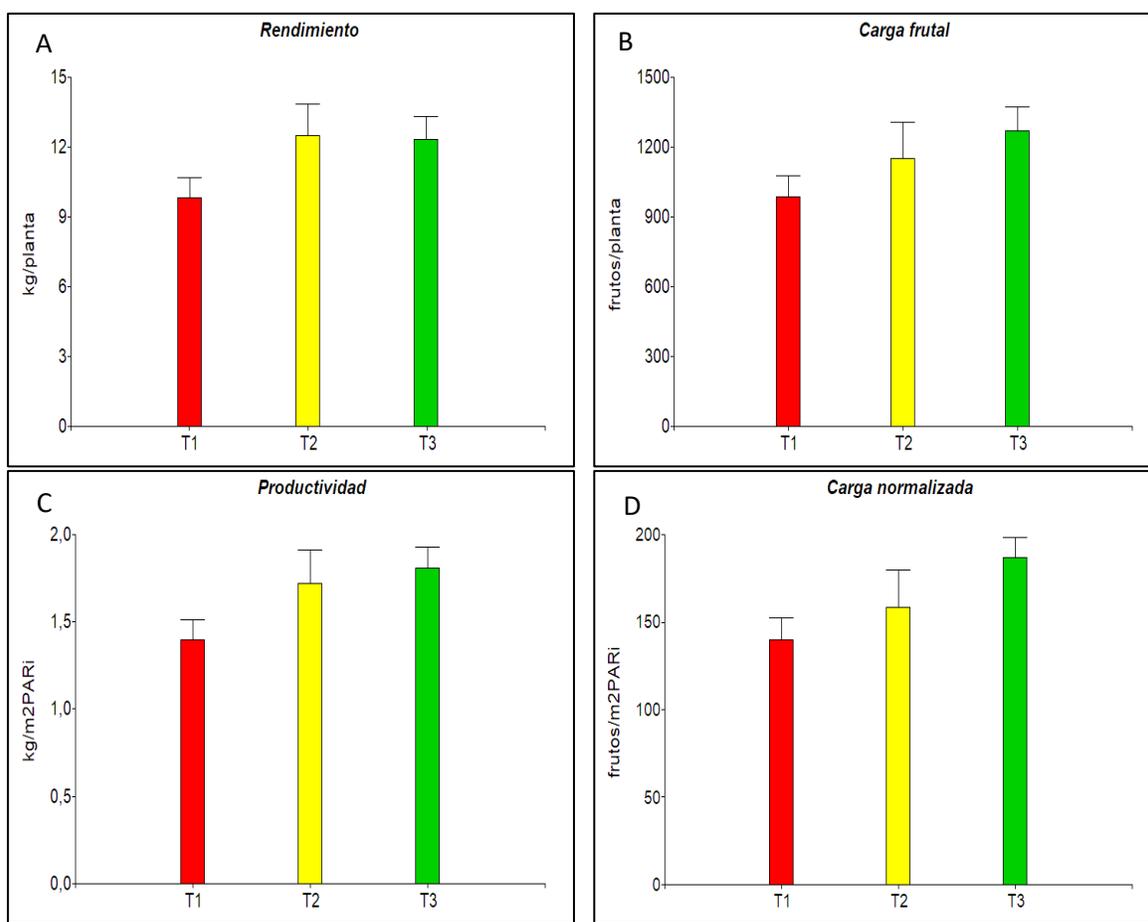


Figura 8. Gráfica para los resultados de rendimiento por planta (A), carga frutal (B), productividad (C) y carga frutal estandarizada (D).

Calidad de fruta

Al momento de cosecha, se evaluaron las variables de peso de fruto, materia seca, firmeza y sólidos solubles de los distintos tratamientos. En el Cuadro 10 se observa que el tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo obtuvo medias de 11,1 g siendo significativamente superior que el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo.

En cuanto a la firmeza, el tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo, obtuvo medias de 299,4 g/mm, significativamente superiores que los tratamientos T1 y T3. Del mismo modo, el tratamiento programa de campo obtuvo medias significativamente mayores que el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo. Cabe destacar que los resultados de la firmeza se encuentran dentro del rango entre 240-300 g/mm, considerada como fruta firme y apta para exportación.

En los parámetros de materia seca y sólidos solubles no es posible identificar un efecto de la aplicación de bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo, obteniendo medias para el porcentaje de materia seca entre los 22,6 y 23,9 % y para la concentración de sólidos solubles medias entre los 22,98 y 23,48 °Brix.

Cuadro 10. Medias y p-valor para las variables de peso de fruto, firmeza de frutos, sólidos solubles y materia seca.

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Peso de fruto	g	T1	10,1	T1 vs T2	0,0656
		T2	11,1	T1 vs T3	0,3018
		T3	9,7	T2 vs T3	0,0149
Materia seca	%	T1	23,9	T1 vs T2	0,2911
		T2	22,6	T1 vs T3	0,4404
		T3	23,0	T2 vs T3	0,7365
Firmeza	g/mm	T1	286,1	T1 vs T2	0,0021
		T2	299,4	T1 vs T3	0,0487
		T3	278,0	T2 vs T3	<0,0001
Sólidos solubles	°Brix	T1	23,48	T1 vs T2	0,4161
		T2	22,98	T1 vs T3	0,8999
		T3	23,41	T2 vs T3	0,4533

Tratamientos unidos por igual letra, no son significativamente diferentes. Según PCM LSD Fisher (p-valor>0,05).

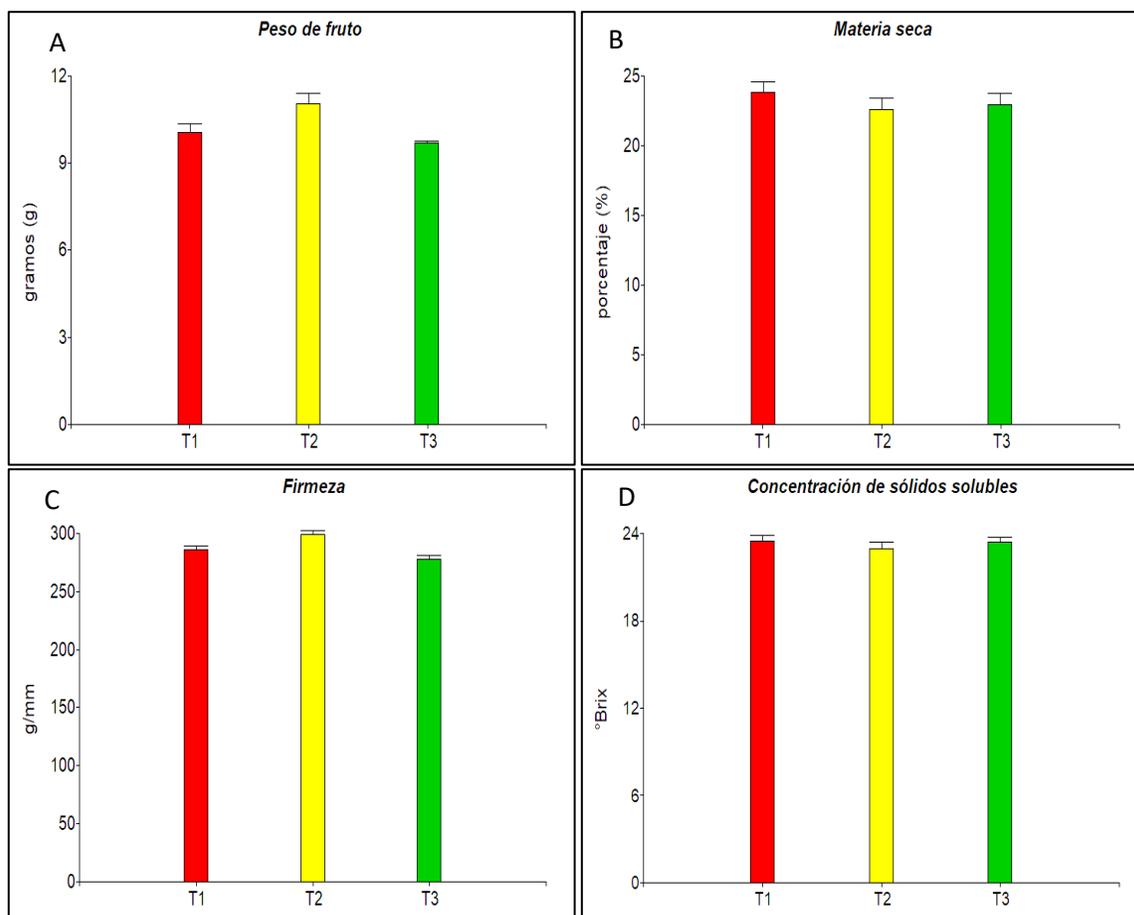


Figura 9. Gráfica de los resultados de análisis de calidad: peso de fruto (A), materia seca (B), firmeza (C) y sólidos solubles (D).

Distribución de calibres

Se evaluó la proporción de fruta por cada categoría de calibres para cada uno de los tratamientos evaluados y el calibre promedio. Los resultados indican que el tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo obtuvo medias significativamente superiores en el calibre promedio de fruto, diferenciándose tanto del programa de campo como del tratamiento con aplicación de estabilizado de pavo.

Al comparar la proporción de fruta sobre los 26 mm, se observa que el tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo tiene medias significativamente superiores, diferenciándose del tratamiento aplicado con estabilizado de pavo. Estas diferencias también se observan al analizar la proporción de fruta con calibres sobre los 28 mm, donde T2 concentra una mayor proporción que el tratamiento aplicado con T3. En la Figura 10 B queda graficada la curva de distribución de calibre donde el tratamiento aplicación con bioestabilizado de cerdo (T2), tiende a los calibres superiores.

Cuadro 11. Medias y p-valor para las variables de calibre promedio y distribución de calibres.

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Calibre promedio	mm	T1	26,39	T1 vs T2	<0,0001
		T2	26,94	T1 vs T3	<0,0001
		T3	25,88	T2 vs T3	<0,0001
<22		T1	0,50	T1 vs T2	>0,9999
		T2	0,50	T1 vs T3	0,5995
		T3	0,67	T2 vs T3	0,5995
22		T1	7,17	T1 vs T2	0,2072
		T2	2,83	T1 vs T3	0,6022
		T3	9,33	T2 vs T3	0,054
24		T1	27,83	T1 vs T2	0,4054
		T2	21,17	T1 vs T3	0,1414
		T3	40,17	T2 vs T3	0,0005
26		T1	46,17	T1 vs T2	0,4232
		T2	51,17	T1 vs T3	0,5309
		T3	42,67	T2 vs T3	0,0707
28	%	T1	17,67	T1 vs T2	0,5325
		T2	22,33	T1 vs T3	0,1194
		T3	6,83	T2 vs T3	0,0082
>30		T1	0,67	T1 vs T2	0,2596
		T2	2,00	T1 vs T3	0,549
		T3	0,33	T2 vs T3	0,1639
>26		T1	64,50	T1 vs T2	0,3166
		T2	75,50	T1 vs T3	0,1868
		T3	49,83	T2 vs T3	0,0003
>28		T1	18,33	T1 vs T2	0,4507
		T2	24,33	T1 vs T3	0,1264
		T3	7,17	T2 vs T3	0,0133

Tratamientos unidos por igual letra, no son significativamente diferentes (p-valor>0,05).

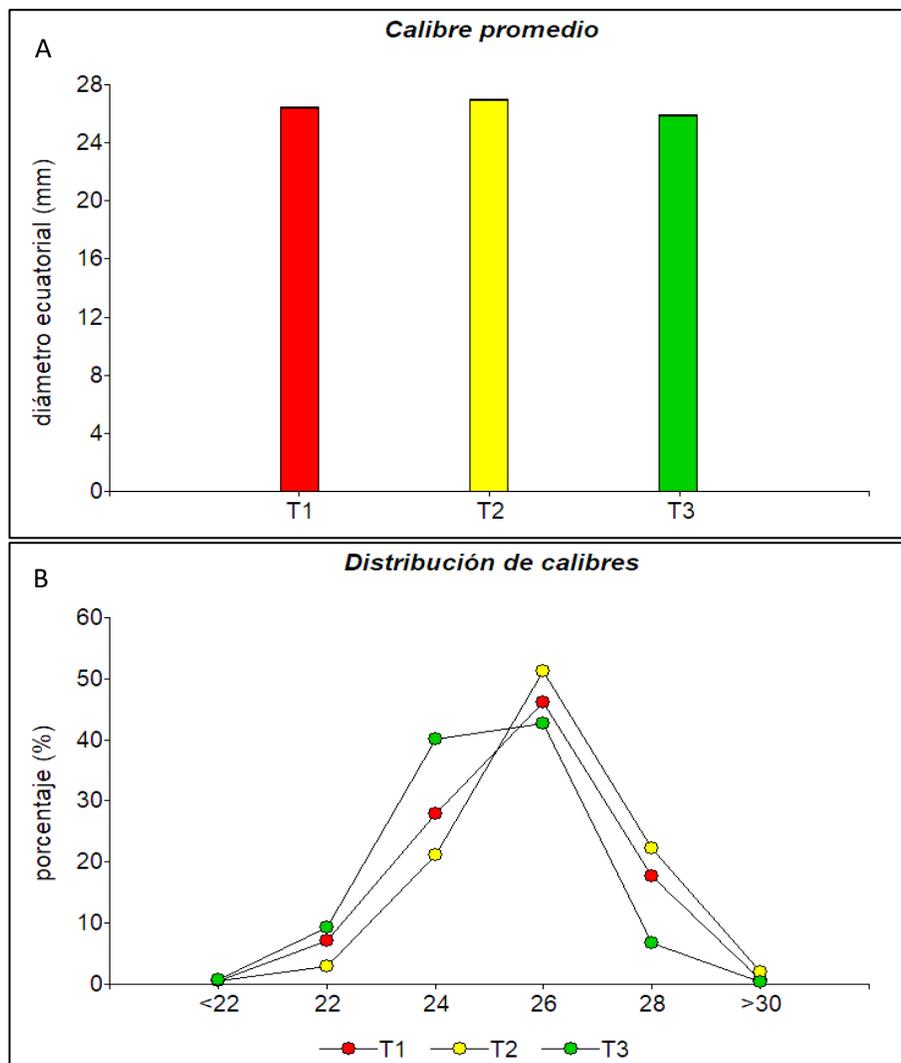


Figura 10. Gráfica de calibre promedio (A) y distribución de calibres de fruta (B).

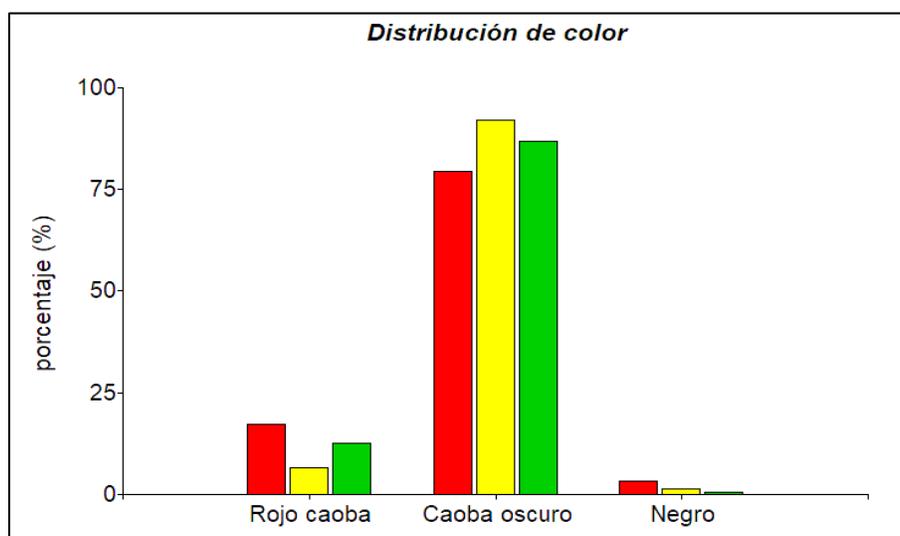
Distribución de color

En el Cuadro 12 se presentan los resultados de la distribución de color de frutos. Se observa que en general los tratamientos concentran su fruta en la categoría caoba oscuro, variando las medias entre 79,5 y 92 %. No es posible identificar un efecto de los tratamientos sobre el color de la fruta, siendo todos los tratamientos similares en términos estadísticos.

Cuadro 12. Medias y p-valor para la distribución de color.

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Rojo caoba		T1	17,2	T1 vs T2	0,1259
		T2	6,7	T1 vs T3	0,5714
		T3	12,5	T2 vs T3	0,4013
Caoba oscuro	%	T1	79,5	T1 vs T2	0,0568
		T2	92,0	T1 vs T3	0,3666
		T3	86,8	T2 vs T3	0,4495
Negro		T1	3,33	T1 vs T2	0,5113
		T2	1,33	T1 vs T3	0,3686
		T3	0,67	T2 vs T3	0,6643

Tratamientos unidos por igual letra, no son significativamente diferentes (p-valor>0,05).

**Figura 11.** Gráfica de distribución de color.

Análisis foliar

Durante el mes de enero, se colectó una muestra de hojas con el objetivo de evaluar el contenido de macro y micronutrientes. En el caso de los macroelementos esenciales, presentando en el Cuadro 13 (N, P, K, Ca y Mg) no se pudo identificar un efecto de la aplicación de los tratamientos en comparación el programa de campo.

Cuadro 13. Medias y p-valor para el contenido de macroelementos correspondiente al análisis foliar en cada uno de los tratamientos

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
N	%	T1	2,02	T1 vs T2	0,658
		T2	2,05	T1 vs T3	0,1172
		T3	2,1	T2 vs T3	0,3813
P	%	T1	0,2	T1 vs T2	0,086
		T2	0,23	T1 vs T3	0,7994
		T3	0,21	T2 vs T3	0,4052
K	%	T1	1,96	T1 vs T2	0,0882
		T2	2,26	T1 vs T3	0,4879
		T3	2,08	T2 vs T3	0,2591
Ca	%	T1	1,69	T1 vs T2	0,8638
		T2	1,72	T1 vs T3	0,5463
		T3	1,78	T2 vs T3	0,3328
Mg	%	T1	0,35	T1 vs T2	0,1832
		T2	0,37	T1 vs T3	0,1914
		T3	0,37	T2 vs T3	0,9025

Tratamientos unidos por igual letra, no son significativamente diferentes (p -valor $>0,05$).

Para el caso del contenido de microelementos, presentado en el Cuadro 14, se observan diferencias en el contenido de Zinc, donde el tratamiento programa de campo obtuvo medias significativamente superiores, diferenciándose del tratamiento aplicado con estabilizado de pavo (T3).

Además, es posible observar mayores contenidos de cobre foliar en el tratamiento aplicado con estabilizado de pavo (T3), obteniendo medias significativamente superiores y diferenciándose del programa de campo (T1) y del tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo (T2). Finalmente existen diferencias en el porcentaje de materia seca, donde el tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo (T2) obtuvo medias significativamente menores, diferenciándose de los tratamientos programa de campo (T1) y estabilizado de pavo (T3).

Cuadro 14. Medias y p-valor para el contenido de microelementos correspondiente al análisis foliar en cada uno de los tratamientos

Variable	Unidad	Tratamiento	Media	t-student	p-valor
Fe	ppm	T1	123,5	T1 vs T2	0,9184
		T2	121,33	T1 vs T3	0,9343
		T3	122	T2 vs T3	0,9718
Mn	ppm	T1	136,5	T1 vs T2	0,792
		T2	144	T1 vs T3	0,6031
		T3	122,33	T2 vs T3	0,3202
Zn	ppm	T1	61,33	T1 vs T2	0,0802
		T2	42,67	T1 vs T3	0,0565
		T3	42,17	T2 vs T3	0,9024
Cu	ppm	T1	15,33	T1 vs T2	0,3939
		T2	16	T1 vs T3	0,0141
		T3	18,33	T2 vs T3	0,0224
B	ppm	T1	137,67	T1 vs T2	0,9095
		T2	138,67	T1 vs T3	0,4853
		T3	131,83	T2 vs T3	0,3165
Materia seca	%	T1	39,32	T1 vs T2	0,003
		T2	35,98	T1 vs T3	0,2469
		T3	38	T2 vs T3	0,0372

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

En forma complementaria al análisis de medias y considerando el comportamiento de las variables evaluadas en el análisis foliar, se realizó un análisis de componentes principales, el cual responde en su CP1 el 60,1% de la variabilidad de los datos. Es posible observar en la Figura 12 que el contenido de N, Cu Ca, está fuertemente asociado al tratamiento aplicado con estabilizado de pavo, mientras que el contenido de Zn está fuertemente asociado al programa de campo.

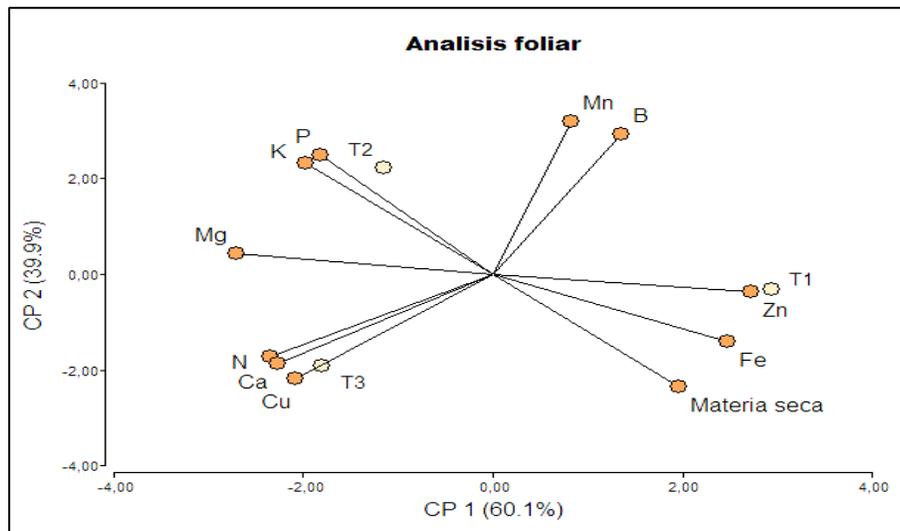


Figura 12. Análisis de componentes principales para los parámetros de macro y microelementos de un análisis foliar.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones de este ensayo, se puede concluir que:

- No se logró identificar un efecto de los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo sobre el contenido de arginina evaluado en el mes de julio del año 2020, presentando los mismos niveles que el programa convencional.
- Existe evidencia de que la aplicación de estabilizado de pavo logra disminuir la densidad aparente y mejorar la porosidad en la evaluación realizada a los 40 cm.
- Se identifica un aumento del contenido de Nitrogeno y Potasio en el suelo, en los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo, siendo este significativamente superior y diferenciándose del programa de campo.
- La aplicación durante receso invernal de bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo, obtuvieron mayores contenidos de calcio ligado y magnesio en frutos al momento de cosecha, diferenciándose estadísticamente del programa de campo. Además la aplicación de bioestabilizado de cerdo, obtuvo medias significativamente mayores en el contenido de calcio en frutos, diferenciándose de la aplicación de estabilizado de pavo.
- En cuanto a los parametros productivos, no es posible identificar un efecto de los tratamientos sobre la producción y carga frutal, respecto del programa convencional. Sin embargo, al normalizar los valor por su PARI, se logra identificar un efecto del tratamiento aplicado con estabilizado de pavo (T3) donde su media de productividad alcanzó 1,81 kg/m²PARI, diferenciándose el tratamiento programa de campo. Además, al normalizar la carga frutal, la aplicación de estabilizado de pavo obtuvo medias de 186,9 frutos/m²PARI, diferenciándose del tratamiento programa de campo.
- El bioestabilizado de cerdo aumenta significativamente el peso de fruto, obteniendo medias significativamente superiores y diferenciándose estadísticamente del tratamiento aplicado con estabilizado de pavo. Además en la firmeza, fue posible evidenciar el efecto del bioestabilizado de cerdo, obteniendo medias significativamente superiores a los tratamientos programa de campo y estabilizado de pavo.
- El tratamiento aplicado con bioestabilizado de cerdo presentó un calibre promedio de fruto superior y concentro una mayor proporción de fruta sobre los 26 y 28 mm, diferenciándose tanto del tratamiento programa de campo como de la aplicación con estabilizado de pavo.