



**ENSAYO FERTUM
FERTUM CIRUELO, TANTEHUE**

2016-2017



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PRODUCTO FERTUM CIRUELO EN LA DISMINUCIÓN DE FRUTA
BORRACHA EN CIRUELO CV. D'AGEN**

ÍNDICE

RESUMEN	3
OBJETIVO	4
ANTECEDENTES GENERALES	4
Lugar	4
Datos del cultivo	4
Datos meteorológicos	5
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Diseño experimental	7
EVALUACIONES	8
Precosecha	8
Seguimiento de contenido de sólidos solubles y firmeza	8
Cosecha	8
Área de sección transversal del tronco	8
Carga frutal	8
Rendimiento y productividad	8
Análisis químico del fruto	8
Calidad de la fruta	8
Peso fresco	8
Contenido de sólidos solubles	8
Firmeza	9
Materia Seca	9
Post Cosecha	9
Peso Seco en cancha	9
Calibre	9
Incidencia fruta borracha en cancha de secado	9
RESULTADOS	10
Precosecha	10
Seguimiento de contenido de sólidos solubles y firmeza	10
Cosecha	11
Área de sección transversal del tronco (ASTT)	11
Componentes de rendimiento	12
Análisis químico del fruto	13
Calidad de la fruta	14
Post Cosecha	16
Peso Seco en cancha	16
Incidencia fruta borracha en cancha de secado	17
Calibre	19
Análisis de componentes principales	20
CONCLUSIONES	23

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PRODUCTO FERTUM CIRUELO EN LA DISMINUCIÓN DE FRUTA BORRACHA EN CIRUELO (*Prunus domestica*) CV. D'AGEN

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del producto Fertum Ciruelo sobre la disminución de fruta borracha en Ciruelo D'Agen, se realizó un estudio en el Fundo Tantehue de Agrícola Superfruit, ubicado en la comuna de Melipilla (-33°52'21.14" Latitud Sur; -71°12'40.96" Longitud Oeste), Región Metropolitana, Chile.

Se utilizaron plantas de cerezo (*Prunus domestica*) cv. D'Agen, plantadas el año 1992, con un marco de plantación de 5 x 3,5 m. Este ensayo se llevó a cabo desde el día 14 de Diciembre de 2016 hasta el 23 de Febrero de 2017, momento en que se realizó la última evaluación.

A fin de cumplir con el objetivo planteado, se consideraron cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno: T0 ó Testigo, sin aplicación. T1: tres aplicaciones de Fertum ciruelo con fruta a los 10, 13 y 17°Brix. T2, tres aplicaciones de Fertum ciruelo con fruta a los 11, 13, 14°Brix. T3, tres aplicaciones de Fertum ciruelo con fruta a los 12, 13, 14°Brix

Se evaluaron las siguientes variables por tratamiento: seguimiento de contenido de sólidos solubles y firmeza carga frutal previo a cosecha, área de sección transversal del tronco, carga frutal expresada presentada como frutos*árbol⁻¹, rendimiento y productividad, como n°frutos*cm⁻² de ASTT y kg* cm⁻² de ASTT, respectivamente, calidad de la fruta como: peso fresco, contenido de sólidos solubles, firmeza y materia seca, análisis químico del fruto, condición de fruta en post cosecha (peso seco en cancha, calibre e incidencia de fruta borracha en cancha de secado).

En este estudio se pudo observar que tres aplicaciones de Fertum ciruelo a los 10°, 13° y 17°Brix en plantas con una carga frutal promedio de 1696 frutos fueron efectivas en disminuir la incidencia de fruta borracha.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de Fertum Ciruelo, representado por la empresa Fertum en la disminución de fruta borracha de Ciruelo cv. D'Agen.

ANTECEDENTES GENERALES

Lugar

El ensayo se realizó en el Fundo Tantehue de Agrícola Superfruit, ubicado en la comuna de Melipilla (-33°52'21.14" Latitud Sur; -71°12'40.96" Longitud Oeste), Región Metropolitana, Chile.

Datos del cultivo

Nombre Científico	<i>Prunus domestica</i>
Variedad Utilizada	D'Agen
Portainjerto	N/A
Año de plantación Tantehue	1992
Distancia de plantación	5 x 3,5 m
Sistema de conducción	Copa
Fecha de cosecha	03 de Febrero de 2017
Duración del ensayo	14 de Diciembre de 2016 hasta 23 de Febrero de 2017



Figura 1. Fotografía representativa del estado inicial y marcateo de los tratamientos en plantas seleccionadas para el ensayo.

Datos meteorológicos

Todos los datos climáticos fueron obtenidos de una estación meteorológica ubicada en el mismo huerto. Los Cuadros 1-2 y las Figuras 2-3 muestran el registro de las temperaturas mínimas y máximas, considerándose también las precipitaciones durante el periodo de duración del ensayo.

Es importante señalar que durante el desarrollo del ensayo las aplicaciones del producto no se vieron afectadas por eventos de lluvia.

Cuadro 1. Media aritmética de las temperaturas y acumulación de precipitaciones mensuales.

Mes	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
Diciembre	10,9	27,2	16,2	17,0
Enero	12,0	33,2	21,1	0,0
Febrero	13,1	27,8	14,7	0,0

Cuadro 2. Datos climáticos el día de las aplicaciones.

Fecha	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
14-12-2016	10,6	25,9	15,3	0,0
21-12-2016	10,6	25,9	15,3	0,0
29-12-2016	10,7	30,7	17,5	0,0
05-01-2017	10,7	30,7	17,5	0,0
10-01-2017	12,4	32,4	20,0	0,0
13-01-2017	13,6	35,9	22,3	0,0

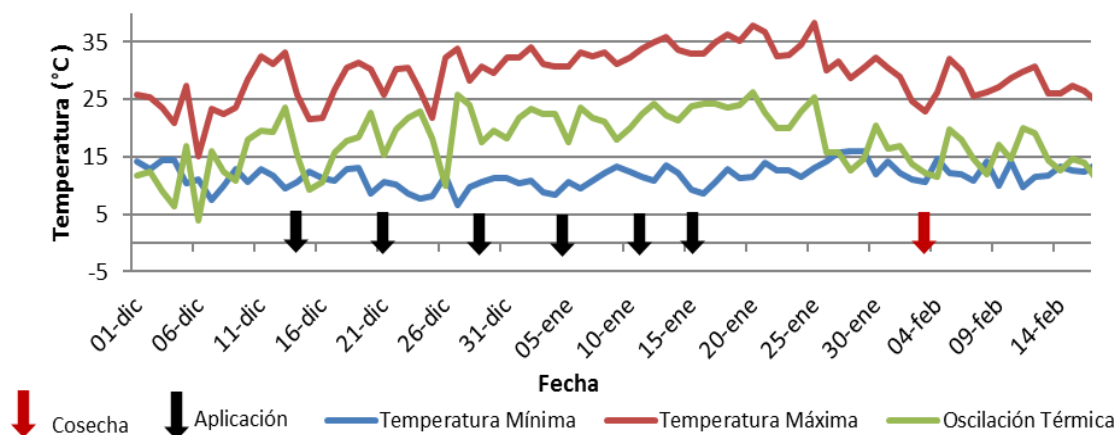


Figura 2. Temperatura máxima, mínima y oscilación térmica diaria durante el periodo de estudio.

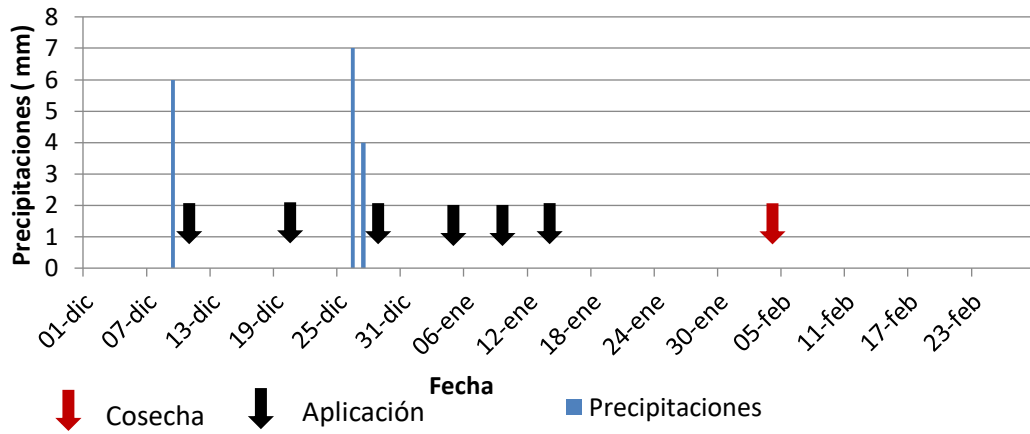


Figura 3. Precipitaciones ocurridas mensuales durante el periodo de estudio. Flechas indican momentos de aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

Para el ensayo se utilizó una superficie de 1750 m² en los cuales se sortearon los tratamientos en un diseño completamente aleatorizado. Este estuvo constituido por cuatro tratamientos compuestos por cinco repeticiones cada uno; cada repetición estuvo compuesta de cinco plantas. Para cada evaluación se realizó un análisis de varianza, considerándose diferencias significativas si el valor $p < 0,05$, y un test de LSD de Fisher. El detalle de cada uno de los tratamientos se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción del diseño experimental considerando los detalles de cada tratamiento.

Tratamiento	Producto	Mojamiento (L*ha ⁻¹)	Dosis (L*ha ⁻¹)	N° aplicaciones	Fecha de Aplicación	Momento de Aplicación (°Brix)
0	Testigo sin aplicación	-	-	-	-	-
1	Fertum Ciruelo	1500	5	3	14 Dic + 29 Dic + 13 Ene	10 + 13 + 17
2	Fertum Ciruelo	1500	5	3	21 Dic + 29 Dic + 10 Ene	11 + 13 + 14
3	Fertum Ciruelo	1500	5	3	23 Dic + 29 Dic + 10 Ene	12 + 13 + 14

EVALUACIONES

Se seleccionaron plantas homogéneas de acuerdo a un número similar de laterales, estructura y vigor. Las mediciones consideran la media (\bar{X}) y el error estándar (E.E) para todas las variables.

Precosecha

Seguimiento de contenido de sólidos solubles y firmeza

Se realizaron mediciones para determinar el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) y firmeza (Lb) los días 14, 21, 29 de Diciembre, 5 y 13 de Enero, a partir de muestras de 20 frutos por repetición.

Cosecha

Área de sección transversal del tronco

Se realizó una medición del área de sección transversal del tronco (ASTT), para cada planta central de cada repetición, utilizada para normalizar los resultados de rendimiento y carga frutal. Dichos resultados fueron utilizados para calcular la productividad y carga frutal corregida. Los resultados fueron expresados en cm^2 de ASTT.

Carga frutal

La carga frutal se estimó pesando el total de la fruta de la planta central de cada unidad experimental y además una muestra de cincuenta frutos. Con esto se obtuvo una relación número de frutos/árbol. La carga frutal se expresó como frutos/árbol y frutos/ cm^2 de ASTT.

Rendimiento y productividad

Se pesó toda la fruta de la planta central de cada unidad experimental, 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 se expresó como kg/ cm^2 de ASTT.

Análisis químico del fruto

Se determinó el contenido mineralógico del fruto a partir de muestras de 1 kg obtenidas de cada planta central de cada repetición

Calidad de la fruta

Peso fresco

Se determinó el peso del fruto a partir de una muestra de 40 frutos por planta central, reportándose los resultados como gramos (g) por unidad de fruto.

Contenido de sólidos solubles

Mediante el uso de un refractómetro digital, se determinó el contenido de sólidos solubles al momento de cosecha, considerando una muestra de 40 frutos por planta central de cada repetición. Los resultados fueron expresados en $^{\circ}$ Brix.

Firmeza

Mediante el uso de un FTA, se midió la firmeza a partir de una muestra de 40 frutos obtenidos de la planta central al momento de cosecha. Los resultados fueron expresados en libras (Lb).

Materia Seca

A partir de una muestra de 40 frutos obtenidos de la planta central, se obtuvo el porcentaje de materia seca, mediante el secado en horno a 65°C durante 96 horas. Los resultados fueron expresados como porcentaje de materia seca, respecto al peso fresco de cada fruto.

Post Cosecha

Peso Seco en cancha

A partir de una muestra de 40 frutos obtenidos de la planta central, se obtuvo el porcentaje de materia seca, mediante el secado en cancha durante 13 días de exposición al sol.

Calibre

A partir de una muestra de 40 frutos obtenidos de la planta central, se obtuvo el calibre medido como número de frutos secos por libra.

Incidencia fruta borracha en cancha de secado

Se realizaron dos evaluaciones de secado; en la primera, 100 frutos obtenidos de la planta central de cada repetición fueron dispuestos en cancha de secado en CER, de esto se obtuvo el porcentaje de incidencia de fruta borracha y peso seco, de lo cual se presentan los respectivos promedios y análisis estadísticos; para la segunda evaluación se dispuso un bins de cada tratamiento a secar en condiciones de campo en la localidad de Tantehue, de esto se obtuvo una muestra de 100 frutos de cada tratamiento y se obtuvo el porcentaje de incidencia de fruta borracha y peso seco de lo cual se presentan los promedios por tratamiento.

RESULTADOS

Precosecha

Seguimiento de contenido de sólidos solubles y firmeza

Al determinar el contenido de sólidos solubles a partir del 14 de Diciembre de 2016 hasta el 13 de Enero de 2017, se pudo observar que desde el 21 de Diciembre las medias de los tratamientos con Fertum Ciruelo fueron mayores que las del testigo hasta la última fecha de evaluación. El día 29 de Diciembre los tratamientos T2 y T3 presentaron medias significativamente mayores que el testigo y T1. Para la fecha de la última evaluación de seguimiento, todos los tratamientos con Fertum Ciruelo fueron significativamente mayores al testigo (Cuadro 4 y Figura 4)

Cuadro 4. Seguimiento del Contenido de sólidos solubles en distintas fechas de medición. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tratamiento	Contenido Sólidos solubles (°Brix)				
	14-dic	21-dic	29-dic	05-ene	13-ene
T0	9,4	9,4	12,8 a	13,7	16,2 a
T1	9,5	11,4	13,1 a	13,5	17,6 b
T2	9,7	11,8	13,7 b	13,8	17,6 b
T3	9,6	11,7	13,8 b	13,9	17,8 b
Valor p	0,6206	0,2413	0,0254	0,4121	<0,0001

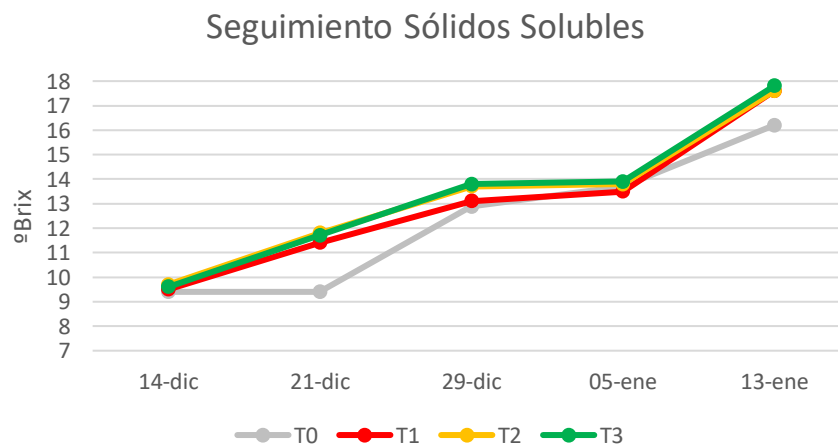


Figura 4. Seguimiento del Contenido de sólidos solubles en distintas fechas de medición.

Al realizar un seguimiento de la firmeza del fruto en las mismas fechas de evaluación de sólidos solubles, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 5 y Figura 5).

Cuadro 5. Seguimiento de Firmeza del fruto en distintas fechas de medición.

Tratamiento	Firmeza (Lb)				
	14-dic	21-dic	29-dic	05-ene	13-ene
T0	20,6	17,8	15,6	12,6	9,2
T1	20,6	18,4	15,6	12,2	8,8
T2	20,4	18,2	15,4	12,8	9,6
T3	20,8	18,2	15,6	11,8	9,2
Valor p	0,4191	0,7297	0,9173	0,5105	0,6077

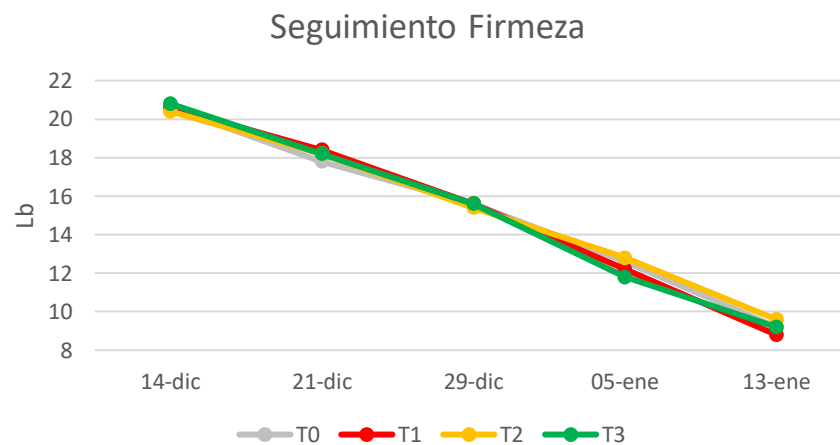


Figura 5. Seguimiento de Firmeza del fruto en distintas fechas de medición.

Cosecha

Área de sección transversal del tronco (ASTT)

Al momento de cosecha se evaluó el área de sección transversal del tronco (ASTT). El ASTT de los árboles del tratamiento T2, demostraron ser significativamente menores que el resto de los tratamientos. Estos valores serán utilizados para normalizar el rendimiento y la carga frutal, obteniéndose la productividad y carga frutal corregida por cm^2 de ASTT (Cuadro 6 y Figura 6).

Cuadro 6. Área de sección transversal de tronco (ASTT) para los distintos tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tratamiento	ASTT (cm ²)
	\bar{X}
T0	419 a
T1	410 a
T2	362 b
T3	434 a
valor p	0,037

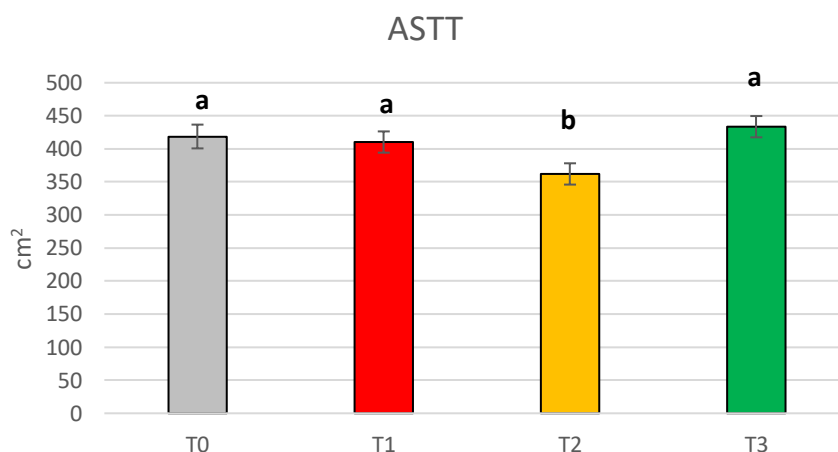


Figura 6. Área de sección transversal de tronco (ASTT) para los distintos tratamientos.

Componentes de rendimiento

En términos de carga frutal, los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí. El tratamiento T1 obtuvo la media más baja en relación al resto de los tratamientos, pero no logró diferenciarse estadísticamente (Cuadro 7 y Figura 7.A y 7.B), lo mismo ocurrió al corregir el valor por cm² de tronco.

En cuanto al rendimiento y la productividad los tratamientos con Fertum Ciruelo no presentaron diferencias significativas en relación al testigo (Cuadro 7 y Figura 7.C).

Cuadro 7. Componentes de rendimiento para los distintos tratamientos.

Tratamiento	Carga Frutal (N°Frutos/planta)	Carga Frutal/ cm ² de ASTT	Rendimiento (Kg/planta)	Productividad (Kg planta/cm ² de ASTT)
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
T0	2781	6	66,5	0,15
T1	1696	4	43,5	0,10
T2	2602	7	59,4	0,16
T3	2421	6	61,8	0,14
valor p	0,3494	0,2116	0,2787	0,2132

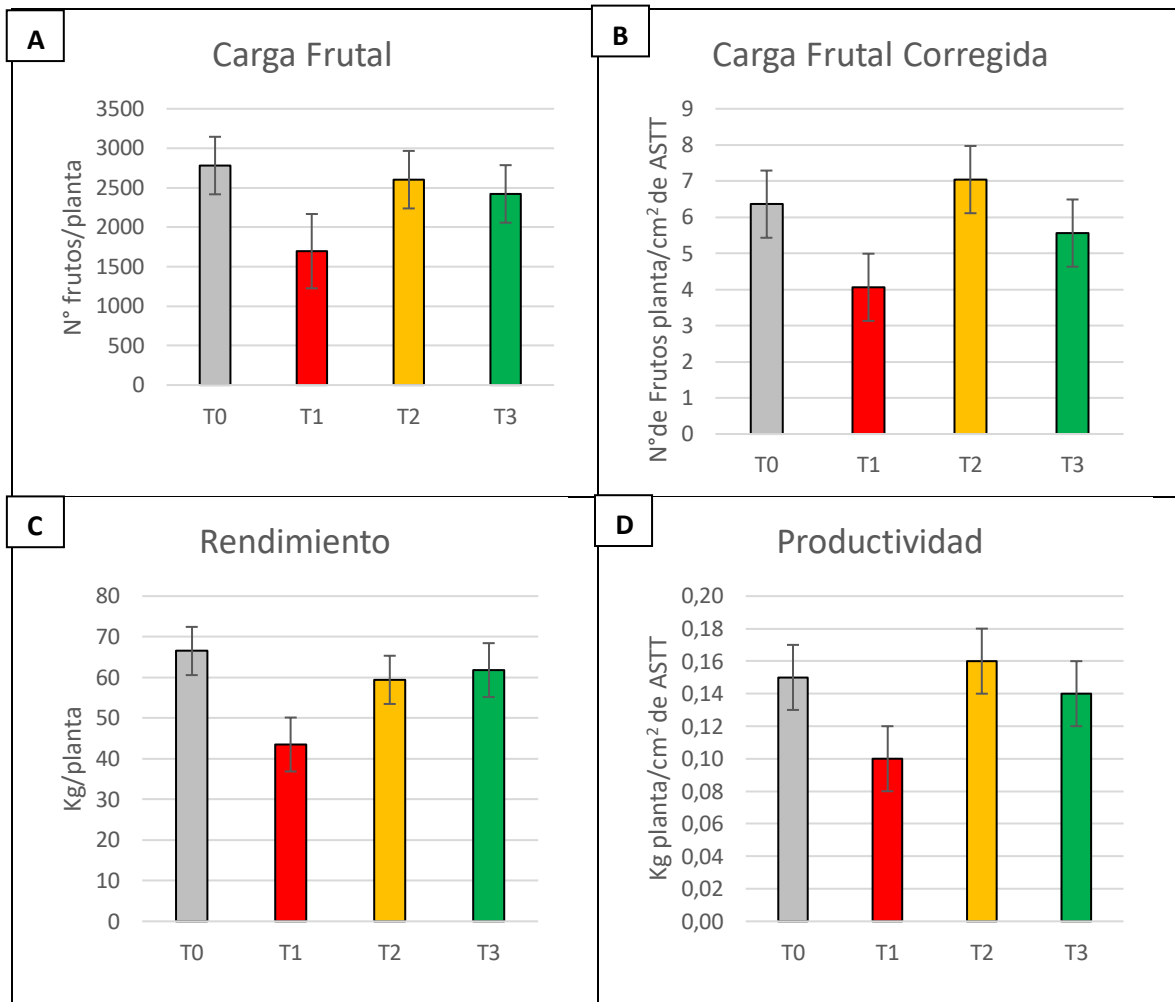


Figura 7. (A) Carga frutal, (B) Carga frutal corregida, (C) Rendimiento y (D) Productividad para los distintos tratamientos.

Análisis químico del fruto

Al analizar la composición química del fruto, si bien no se observó un efecto significativo de aplicaciones de Fertum Ciruelo en la acumulación de macro y micronutrientes en la fruta (Cuadro 8), los tratamientos de Fertum Ciruelo presentaron medias superiores al testigo en Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe) y Boro (B).

Cuadro 8. Análisis químico del fruto.

Tratamiento	mg/100 g (Peso Seco)									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T0	188	22,5	236	9,7	9,6	0,20	0,19	0,17	0,03	0,61
T1	208	23,9	249	10,8	10,7	0,23	0,21	0,20	0,04	0,67
T2	203	21,5	233	10,2	10,2	0,23	0,19	0,18	0,05	0,81
T3	193	21,2	237	12,1	10,2	0,30	0,18	0,19	0,04	0,77
Valor p	0,3862	0,881	0,9151	0,1878	0,2999	0,2197	0,8677	0,5672	0,4447	0,2373

Calidad de la fruta

Con respecto a la calidad de fruta evaluada durante la cosecha como la concentración de sólidos solubles, el peso unitario del fruto, la firmeza y el porcentaje de materia seca la variación entre tratamientos no fue significativa.

Para descartar un efecto de la carga frutal sobre las variables de calidad de fruto se realizó en análisis de covarianza usando la carga frutal como covariable siendo esta no significativa, por lo que se descartó la influencia sobre los parámetros evaluados.

Cuadro 9. Variables de calidad para los distintos tratamientos.

Tratamiento	Peso (g)	°Brix	Firmeza (Lb)	Porcentaje Materia Seca
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
T0	24,0	20,6	5,9	24,0
T1	25,5	21,7	5,3	24,7
T2	26,5	20,4	5,9	22,2
T3	25,9	21,7	6,2	23,2
valor p	0,3852	0,2963	0,098	0,1303

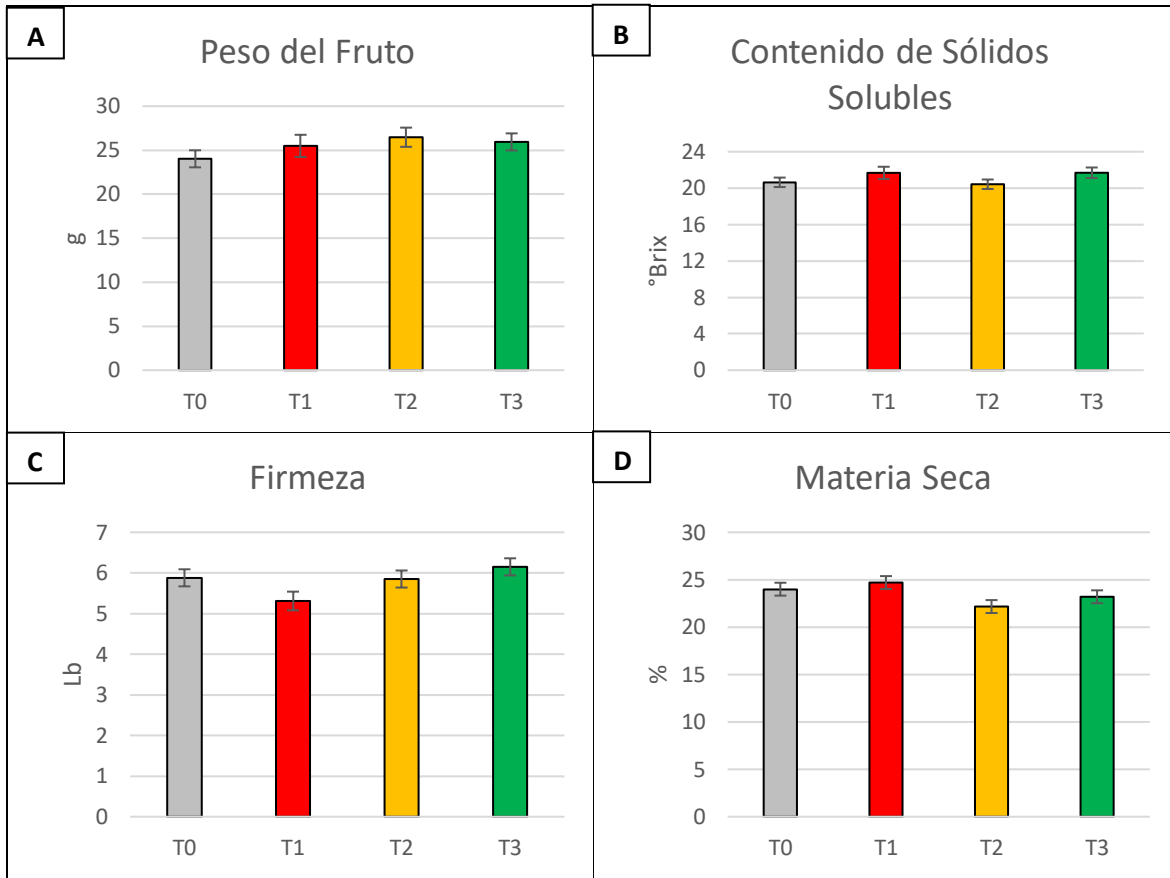


Figura 8. (A) Peso unitario del fruto, (B) Contenido de sólidos solubles, (C) Firmeza, (D) Porcentaje de Materia Seca para los distintos tratamientos.

Post Cosecha

Las muestras cosechadas (Figura 9) fueron distribuidas aleatoriamente en cancha sobre una malla raschel e identificadas según tratamiento y repetición. Al transcurrir 13 días, éstas fueron sacadas para realizar las evaluaciones correspondientes.



Figura 9. Muestras en secado en cancha.

Peso Seco en cancha

El peso seco en cancha varió entre 23 y 28% entre los distintos tratamientos. Si bien se observan algunas diferencias numéricas entre ellos estas no fueron significativas (Cuadro 10 y Figura 10).

Cuadro 10. Porcentaje de peso seco en cancha para los distintos tratamientos.

Tratamiento	Porcentaje de Peso Seco (%)
	\bar{X}
T0	23
T1	28
T2	24
T3	23
valor p	0,0862

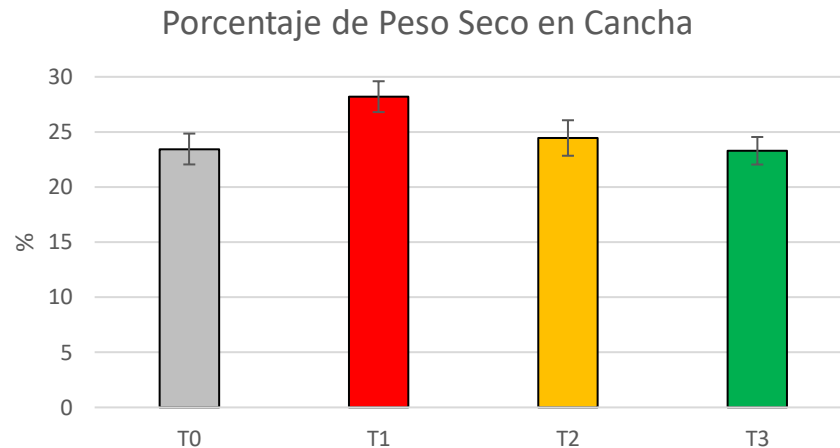


Figura 10. Porcentaje de peso seco en cancha para los distintos tratamientos.

Incidencia fruta borracha en cancha de secado

Los resultados sugieren que aplicaciones de Fertum disminuyen la incidencia de fruta borracha (Figura 11) en canchas de secado de ciruelas D’Agen. El tratamiento T1, consideró aplicaciones más anticipadas que T2 y T3, presentando un 15% de incidencia de esta condición, siendo significativamente menor al testigo. Esto corresponde a un 55,6% de disminución de borracha respecto al tratamiento testigo.

Los tratamientos T2 y T3, a pesar de no presentar diferencias significativas con el testigo, mostraron un 8,9 y 7,7 % de disminución de fruta borracha en cancha, tendiendo a mejorar la condición de la fruta (Cuadro 11 y Figura 12). Una tendencia similar se observó en la cancha demostrativa del campo (Cuadro 12 y Figura 13).



Figura 11. Figura representativa de criterio de selección de Fruta Borracha.

Cuadro 11. Porcentaje de incidencia de fruta borracha en cancha de secado y porcentaje de disminución de fruta borracha respecto al testigo. Letras distintas muestran diferencias significativas ($p < 0,05$)

Tratamiento	Porcentaje de Incidencia Fruta Borracha		Porcentaje disminución fruta borracha
	\bar{X}	E.E	
T0	33,8 a	4,4	
T1	15,0 b	2,1	55,6
T2	30,8 a	5,1	8,9
T3	31,2 a	4,5	7,7
p valor	0,0461		

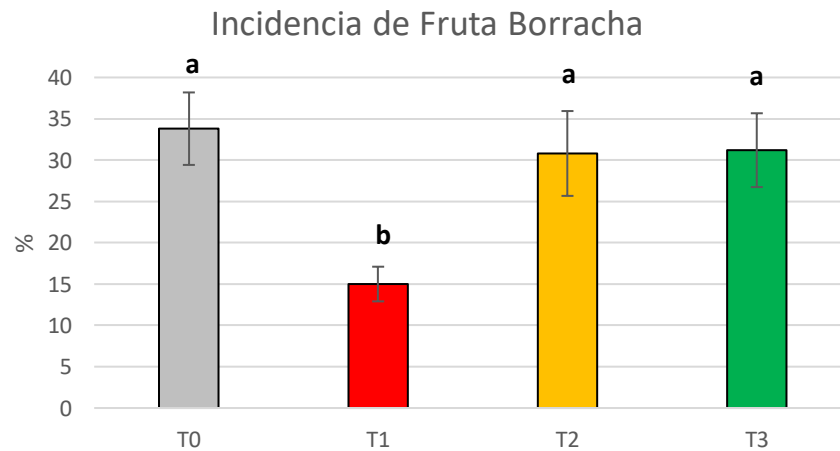


Figura 12. Porcentaje de incidencia de fruta borracha en cancha de secado.



Figura 13. Figura representativa de demostración de secado en cancha del campo.

En el Cuadro 12 se presentan los valores de porcentaje de peso seco e incidencia de fruta borracha en ciruelos secados en el campo de Tantehue.

Cuadro 12. Porcentaje de secado en cancha demostrativa del campo.

Tratamiento	Porcentaje de Peso Seco (%)	Incidencia Fruta Borracha
	\bar{X}	\bar{X}
T0	25	28
T1	29	22
T2	27	26
T3	28	25

Calibre

Considerando que un mayor valor de calibre (n°frutos/libra) significa que la fruta es más pequeña, la obtención de menores valores de calibre es favorable, debido a que representan fruta más grande. Tomando en cuenta lo anterior, los tratamientos de Fertum, T1, T2 y T3 tendieron a presentar fruta de mayor tamaño, obteniendo calibres 14, 13 y 7% menor que el testigo, sin embargo, no se observó un efecto significativo en relación a T0 (Cuadro 13 y Figura 14).

Cuadro 13. Calibre para los distintos tratamientos.

Tratamiento	Calibre (N°Frutos/Libra)
	\bar{X}
T0	84
T1	72
T2	73
T3	78
valor p	0,4484

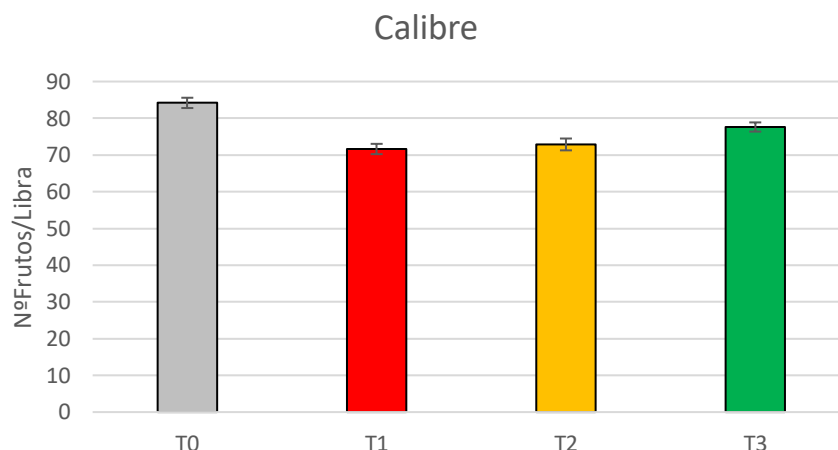


Figura 14. Calibre para los distintos tratamientos.

Análisis de componentes principales

A modo de explicar qué variables disminuyen o aumentan la incidencia de fruta borracha, se realizó un análisis de componentes principales. Se observó que, variables como el aumento en la acumulación de nitrógeno (N), porcentaje de peso seco en cancha, peso fresco, contenido de sólidos solubles y contenido de cobre (Cu), contribuyen a la disminución de la incidencia de fruta borracha. Por otro lado, un mayor calibre (frutos más pequeños), y una mayor acumulación de Boro (B) contribuyen a un aumento de la incidencia en fruta borracha en cancha (Figura 15). Se observó que el tratamiento T1 fue el que tendió a disminuir más la fruta borracha, en comparación a T0, T2 y T3. Además, se realizaron correlaciones entre la incidencia de fruta borracha y cada variable estudiada en el ensayo (Cuadro 20). Si bien no se observaron correlaciones significativas entre las variables que tienden a disminuir la fruta borracha, es importante destacar que minerales como el zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y nitrógeno (N) están involucrados en dicho proceso, además de la acumulación de sólidos solubles y obtención de frutos más grandes. En cuanto a variables que correlacionen significativamente con el aumento de la incidencia de fruta borracha se encuentran la acumulación de boro (B), fruta con tamaño más pequeño (mayor calibre) y mayor carga frutal.

Cuadro 14. Correlación de diferentes variables con la incidencia de fruta borracha.

Variable 1	Variable 2	Pearson	p-valor
Incidencia de Fruta Borracha	Peso Fresco	-0,47	0,5321
	Brix	-0,91	0,0949
	Porcentaje Peso Seco en Cancha	-0,84	0,1636
	Fe	-0,63	0,3727
	Cu	-0,82	0,1796
	Zn	-0,8	0,2042
	Carga Frutal	-0,15	0,8463
	N	-0,67	0,332
	Calibre	0,96	0,0372
	B	0,94	0,0599
	Carga/ASTT	0,45	0,
	Rendimiento	0,87	0,1308
	Firmeza	0,65	0,353
	Materia Seca	0,57	0,433
	Mn	0,23	0,7683
	K	0,58	0,4249
	Mg	0,26	0,7426
	Ca	0,39	0,6071
	P	0,31	0,6879

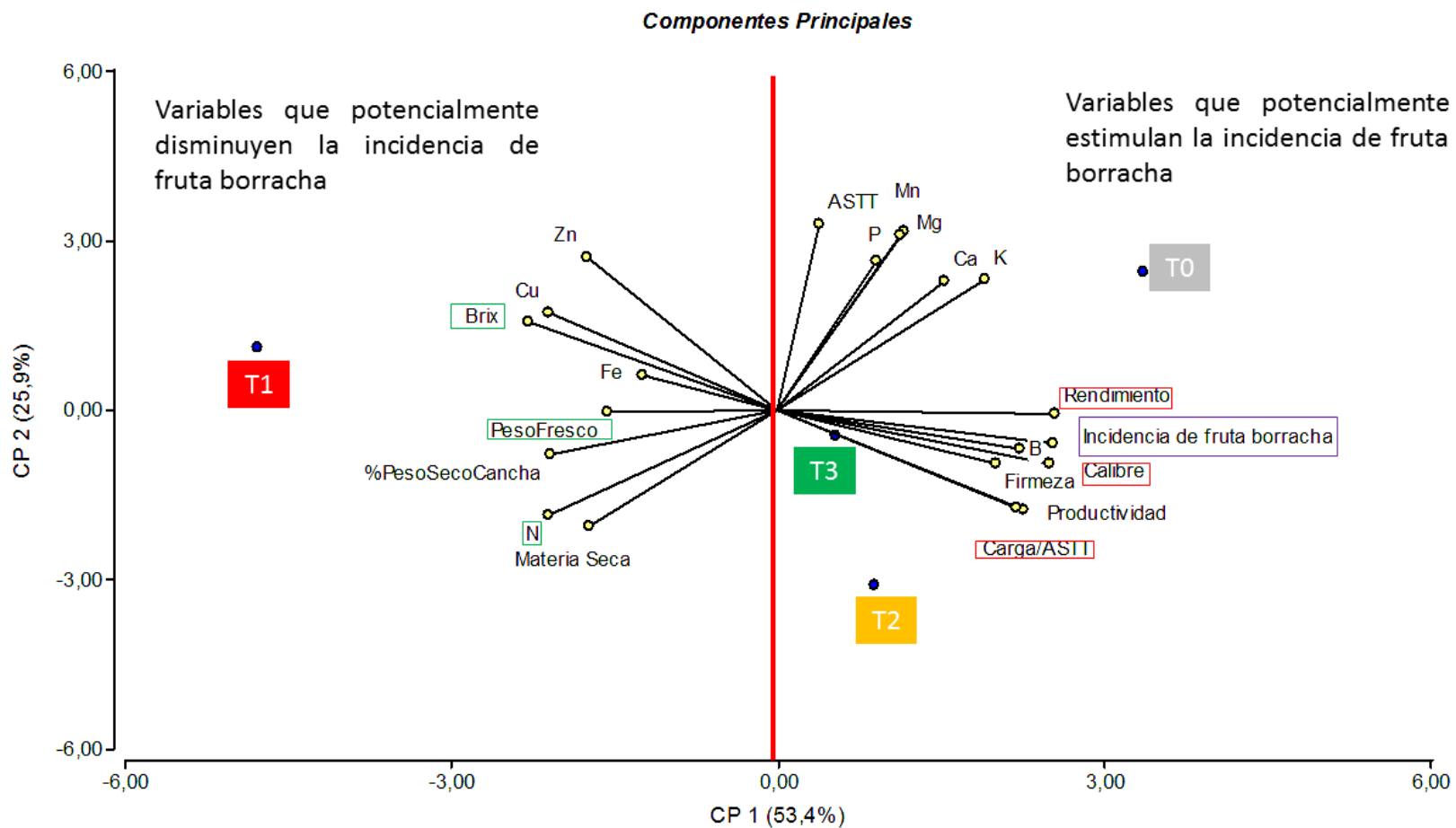


Figura 15. Gráfico de componentes principales. Variables a la izquierda del valor “0” en eje X tienden a disminuir la incidencia de fruta borracha, se destacan las principales, según longitud de vector, en cuadros verdes. Variables a la derecha del valor “0” en eje X, tienden a aumentar la incidencia de fruta borracha, se destacan las principales, según longitud de vector, en cuadros rojos. La incidencia de fruta borracha se destaca en cuadro morado. Tratamientos T0, T1 y T2 se señalan con puntos azules.

CONCLUSIONES

Dadas las condiciones en que se desarrolló el presente ensayo se puede concluir que:

- Tres aplicaciones de la mezcla desarrollada por Fertum y denominada Fertum ciruelo a los 10°, 13° y 17°Brix en plantas con una carga frutal promedio de 1696 frutos fueron efectivas en disminuir la incidencia de fruta borracha en un 55,6% con respecto al tratamiento testigo.
- En términos nutricionales, variables como alto contenido de nitrógeno, zinc y cobre, que contiene la mezcla Fertum ciruelo, tienden a disminuir la incidencia de fruta borracha. Por otro lado, el mayor contenido de boro contribuye a aumentarla.