



VALS
AgroSolutions

**ENSAYO VALS
NITROBRAKE**

2018-2019



EVALUACIÓN DEL APLICACIÓN DE NITROBRAKE SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS Y DE CALIDAD DE FRUTA EN CIRUELO JAPONÉS (*Prunus salicina* L.) VAR. ANGELENO. TEMPORADA II

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
OBJETIVO	4
MATERIALES Y MÉTODO	4
Antecedentes generales	4
Datos meteorológicos.....	5
Tratamientos	7
Evaluaciones.....	9
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	10
RESULTADOS.....	11
Reservas nutricionales.....	11
Retorno floral y fertilidad de primordios.....	12
Cuaja de frutos	13
Largo de brotes.....	14
Potencial hídrico del tallo	15
Componentes del rendimiento	16
Calidad de la fruta	18
Estado nutricional de la hoja	20
Estado nutricional de la fruta	22
CONCLUSIONES.....	25

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE NITROBRAKE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD DE FRUTA EN CIRUELO JAPONÉS (*Prunus salicina* L.) VAR. ANGELENO. TEMPORADA II

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar, por segunda temporada consecutiva, el efecto de la aplicación de Nitrobrake sobre variables productivas y de calidad de la fruta en ciruelo japonés var. Angeleno, se realizó un estudio en un huerto comercial ubicado en un campo perteneciente al Fundo Tipaume (Agrícola Polpaico), ubicado en la localidad de Cerrillos (34° 23' Latitud sur – 71° 46' Longitud oeste), Región de O'Higgins, Chile.

Se establecieron tres tratamientos: un testigo absoluto (T0) con fertilización convencional en base a urea, un T1 con fertilización convencional en base a urea más la aplicación de Nitrobrake (3,5 dmpp) a razón de 18 cc/kg de urea y un T2 con fertilización convencional en base a urea más la aplicación de 3,4 dmpp a razón de 21,7 cc/kg de urea. Esta aplicación fue efectuada vía fertirriego después de la cosecha de la temporada anterior y en dos momentos durante precosecha (19 de octubre y el 29 de noviembre de 2018).

Para determinar el efecto de los tratamientos, se evaluaron las siguientes variables: (i) reservas nutricionales, (ii) retorno floral, (iii) porcentaje de cuaja, (iv) crecimiento de brotes, (v) potencial hídrico, (vi) interceptación PAR, carga frutal y rendimiento, (vii) calidad de fruta (firmeza, peso y tamaño de fruto, concentración de sólidos solubles y distribución de calibres) y (viii) análisis químico foliar y de fruta.

La aplicación de Nitrobrake incrementó el contenido de arginina en raíces y la concentración de almidón en flores, lo cual derivó en un mayor porcentaje de cuaja inicial. Al evaluar el retorno floral no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, mientras que el crecimiento de brotes fue mayor en T2 (3,4 dmpp) con respecto a T0. El estado hídrico de las plantas, por su parte, fue significativamente mejor en plantas aplicadas con Nitrobrake y con 3,4 dmpp.

La aplicación de Nitrobrake incrementó la carga frutal, observándose una relación directa con el positivo efecto que tuvo sobre la cuaja. Con respecto a la calidad de la fruta, esta fue similar entre tratamientos respecto del peso, tamaño y concentración de sólidos solubles.

En relación con el estado nutricional de las hojas, tanto T1 como T2 disminuyeron la concentración de N-nítrico con respecto al testigo absoluto, mientras que el N-amoniaco se vio reducido en hojas de T2, pero no en las de T1. El efecto contrario fue observado en la fruta. No se observaron diferencias estadísticas sobre la concentración de macronutrientes en la hoja (N, P, K, Ca y Mg), sin embargo, en la fruta se observó una mayor concentración de Calcio y magnesio en plantas aplicadas con Nitrobrake.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la aplicación de Nitrobrake sobre variables productivas y de calidad de la fruta en ciruelo japonés var. Angeleno.

MATERIALES Y MÉTODO

Antecedentes generales

El estudio se llevó a cabo en un huerto comercial de ciruelo japonés perteneciente a Agrícola Tipame, ubicado en la localidad de Cerrillos (34° 23' Latitud sur – 71° 46' Longitud oeste), Región de O'Higgins, Chile. El suelo en el cual se estableció el ensayo posee textura franco arcillosa, con un pH en torno a 7,0 – 7,2, sin exceso de sales ni nivel freático en superficie.

Datos del cultivo

Nombre científico	<i>Prunus salicina</i> L.
Variedad utilizada	Angeleno
Portainjerto	Nemaguard
Año de plantación	2004
Distancia de plantación	5 x 2 m
Sistema de conducción	Tatura ("V")
Duración del ensayo	16 de marzo de 2018 – 20 de febrero de 2019



Figura 1. Plantas de ciruelo japonés var. Angeleno 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			
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
Enero	11,0	29,3	18,3	0,0
Febrero	11,8	30,1	18,3	0,0

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

Fecha	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
19-10-2018	6,6	23,7	17,1	0,0
29-11-2018	9,3	27,3	18,0	0,0

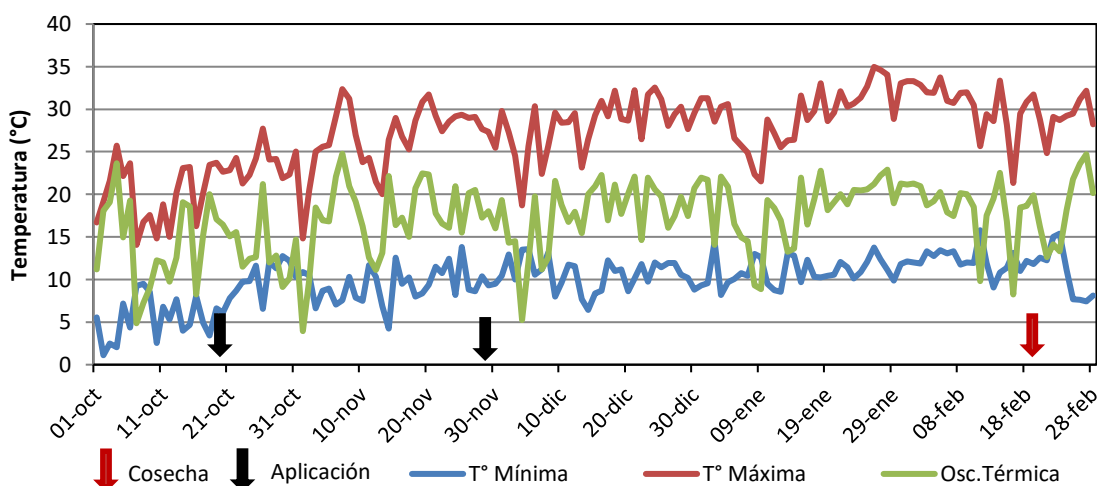


Figura 2. Gráfica de temperaturas máximas, mínimas y oscilación térmica registradas durante el período de ejecución del ensayo.

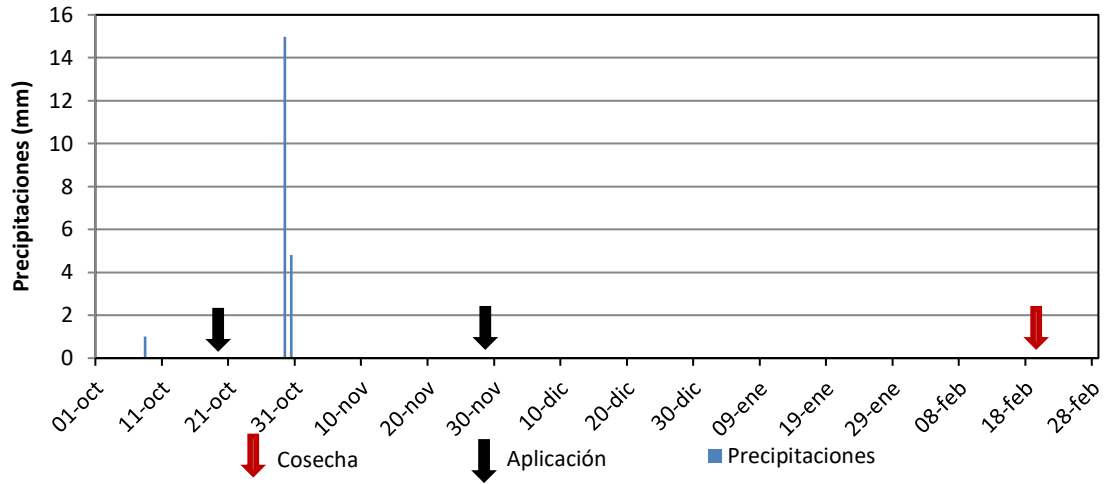


Figura 3. Gráfica de precipitaciones durante el período del ensayo.

Tratamientos

El ensayo consistió en comparar tres programas de fertilización en poscosecha y en precosecha (Cuadro 3). Cada tratamiento estuvo compuesto por 5 submuestras, equivalentes a 5 plantas, en las cuales se llevaron a cabo las evaluaciones. Para esto, cada tratamiento se ubicó en dos hileras contiguas en el huerto. Al momento de la aplicación de T1, se cerraron las líneas de goteo de los otros dos tratamientos. El mismo procedimiento se utilizó para la aplicación de T2. La parcialización de la urea se realizó en cada riego efectuado, partiendo con el segundo riego (a mediados de octubre). La Figura 4 muestra un registro fotográfico realizado durante la ejecución del ensayo.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Producto	Urea (kg/ha)	Concentración (cc/kg urea)	N° aplicaciones	Fecha aplicación
T0	Fertilización con urea	150 + 100	-	-	-
T1	Fertilización con urea	150	18	1 (poscosecha)	16/03/18
	+ Nitrobrake (i.a. 3,5 dmpp)	100	18	2 (precosecha)	19/10/18 29/11/18
T2	Fertilización con urea	150	21,7	1 (poscosecha)	16/03/18
	+ Producto comercial (i,a 3,4 dmpp)	100	21,7	2 (precosecha)	19/11/18 29/11/18



CER

Departamento de Producción Agrícola



Figura 4. Recolección de dardos y ramillas para evaluar retorno floral (A), recolección y conteo de flores para cuaja (B), conteo de frutos cuajados (C) y retenidos (D), hoja aclimatada con bolsa de aluminio para evaluación de potencial hídrico del tallo (E) y estado de los frutos previo a la cosecha (F).

Evaluaciones

Al inicio del ensayo se seleccionaron plantas homogéneas con similar número de laterales, estructura y vigor. A continuación, se detallan las variables estudiadas.

Retorno floral

Durante el receso invernal se evaluó el retorno floral mediante el recuento de primordios florales por yema, provenientes de dardos y ramillas de distintas partes del árbol. Adicionalmente, se evaluó la incidencia de primordios muertos.

Contenido de arginina en raíces

Durante el receso invernal se realizó un análisis de arginina en raíces, tomando una muestra de 4 plantas por tratamiento. Las muestras fueron enviadas a un laboratorio para su análisis. Los resultados se expresaron en términos de concentración de arginina (mg/g)

Contenido de almidón en flores

En el momento de plena flor, se tomó una muestra de 40 g de flores a partir de 4 plantas de cada tratamiento, con el objeto de determinar su contenido de almidón. Las muestras fueron enviadas a un laboratorio externo para ser analizadas. Los resultados se expresaron en términos de concentración de almidón (%).

Cuaja de frutos

Para evaluar la cuaja se contaron 320 flores en de dardos y ramillas distribuidas en 4 secciones en madera de dos o más años provenientes de una rama madre. Estas secciones fueron marcadas para ser identificadas más tarde. Posteriormente, en las mismas secciones se realizó un conteo de frutos para obtener así la proporción de frutos cuajados (post cuaja). Adicionalmente, realizó el mismo conteo durante endurecimiento de carozo para determinar la cuaja final.

Largo de brotes

Posterior a la brotación, se marcaron 6 brotes vegetativos por subsector (por planta) cuando estos alcanzaron una longitud de 15 cm, para evaluar su longitud mediante el uso de una huincha métrica, en tres momentos durante precosecha. Los resultados fueron expresados en términos de crecimiento acumulado.

Potencial hídrico del tallo

Mediante el uso de una bomba tipo Scholander se determinó el potencial hídrico del tallo en el período de máxima demanda hídrica (20 de diciembre y 10 de enero, entre las 12:00 y 14:00 horas) previo a un riego. Para esto se seleccionó una hoja semi expuesta y sana de similar desarrollo en cada planta (o subsector).

Interceptación PAR

Se realizó una medición para estimar el área foliar desarrollada dos semanas después de cosecha, por medio de la fracción de la radiación solar fotosintéticamente activa interceptada por la planta (PARi). Para esto se utilizó un ceptómetro de barra.

Estado nutricional de hojas y frutos

Al momento de cosecha, se recolectaron 4 muestras foliares y 4 muestras de fruta para determinar su estado nutricional. Estas muestras fueron enviadas a un laboratorio externo a fin de efectuar un análisis químico foliar de macro y micronutrientes, además de nitrógeno amoniacal, nítrico y metabolizable.

Carga frutal

La carga frutal se estimó pesando el total de la fruta de la planta o subsector y pesando, además, una muestra de 50 frutos. La carga frutal se expresó como frutos/árbol y frutos/m² de PARi.

Rendimiento y productividad

Se pesó toda la fruta de las 5 plantas por tratamiento, obteniendo con esto el rendimiento por planta, el cual fue expresado como kg/planta. La productividad se obtuvo mediante una relación entre los kilogramos obtenidos de cada planta y su respectiva PARi, expresándose como kg/m² de PARi.

Peso y tamaño del fruto

Se evaluó el peso y diámetro ecuatorial de una muestra de 50 frutos por subsector. Adicionalmente, se realizó una distribución de tamaño para determinar la proporción de fruta correspondiente a cada categoría (< 45 a > 75 mm).

Concentración de sólidos solubles

A partir de una muestra de 25 frutos de cada subsector se evaluó la concentración de sólidos solubles mediante un refractómetro digital. El resultado se expresó en °Brix.

Firmeza

Se tomó al momento de cosecha, una muestra de 25 frutos de cada subsector, a los cuales se les midió la firmeza utilizando un equipo FTA. El resultado se expresó en libras.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó una comparación de medias utilizando 5 plantas o subsectores por tratamiento. Para identificar diferencias significativas, las medias fueron sometidas a una prueba de comparación t-Student al 5 % de significancia ($\alpha = 0,05$).

Debido a que el ensayo no tuvo un diseño experimental, los resultados expuestos en Cuadros presentan las comparaciones de los tratamientos en formato “todos contra todos”.

RESULTADOS

Reservas nutricionales

Las reservas nutricionales se determinaron a partir del contenido de arginina en raíces durante el receso invernal y la concentración de almidón en flores durante plena flor (Cuadro 4). Con respecto al contenido de arginina en raíces, este se vio incrementado con la aplicación de Nitrobrake realizada durante la precosecha y poscosecha anterior, presentando diferencias significativas con respecto a T0 y T2. La concentración de almidón en flores, por su parte, también se vio incrementada con la aplicación de Nitrobrake, con un efecto similar al observado con la aplicación de T2.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre las reservas nutricionales: arginina en raíces y almidón en flores. P-valor < 0,05 indica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Reservas nutricionales	
	Concentración de arginina (mg/g)	Concentración de almidón (%)
T0	12,9 b	3,1 b
T1	15,9 a	3,7 a
p-valor	0,013	0,004
T0	12,9	3,1 b
T2	14,6	3,6 a
p-valor	0,105	0,002
T1	15,9 a	3,7
T2	14,6 b	3,6
p-valor	0,041	0,626

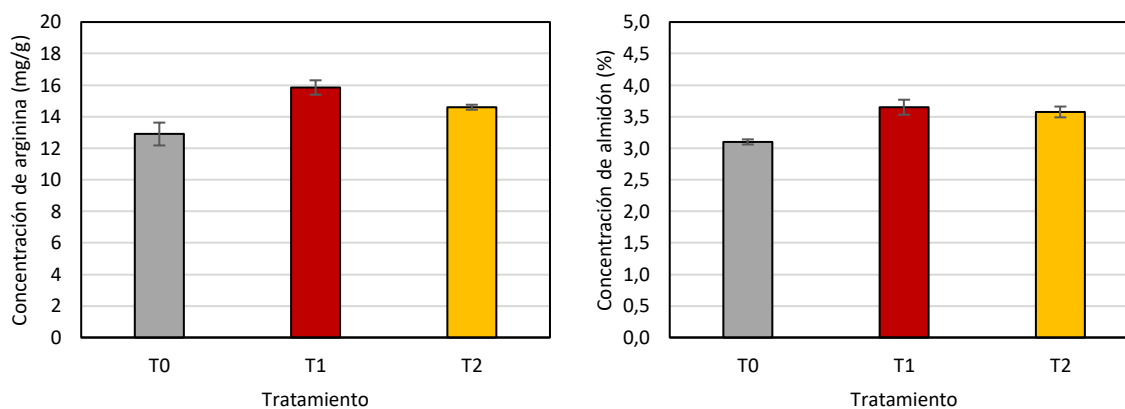


Figura 5. Concentración de arginina en raíces (A) y concentración de almidón en flores (B) observados en cada tratamiento.

El nivel de reservas de la temporada (Julio 2018), estuvo influenciado por el comportamiento del estado nutricional de las plantas después de cosecha (Febrero 2018). En este contexto, se observó una correlación significativa entre la concentración de nitrógeno en la hoja y el contenido de arginina en raíces (relación directa) (Figura 6A). Se identificó también una relación directa entre la concentración de N amoniacal en la hoja y el nivel de almidón en flores (Figura 6B).

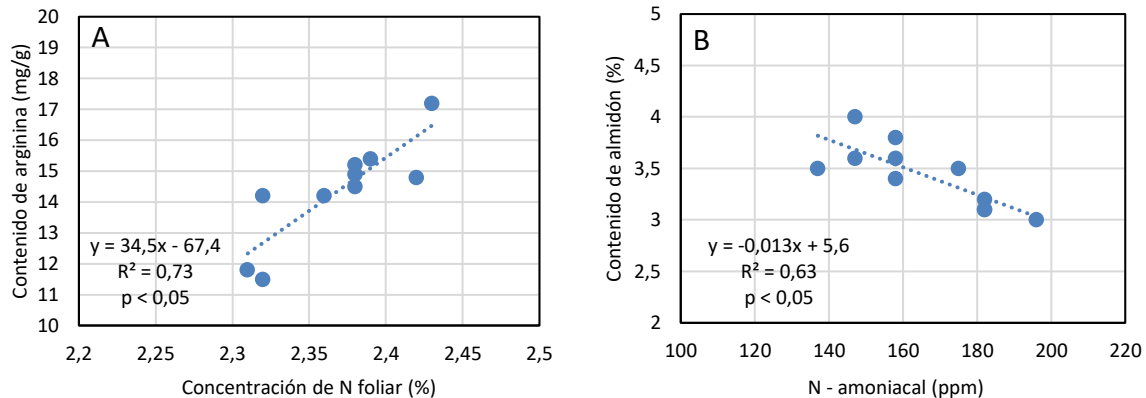


Figura 6. Regresión lineal entre la concentración foliar de nitrógeno y el contenido de arginina en raíces (A) y entre la concentración de N amoniacal en hojas y el contenido de almidón en flores. $P < 0,05$ indica correlación significativa entre las variables.

Retorno floral y fertilidad de primordios

EL Cuadro 5 exhibe el análisis de yemas realizado a dardos y ramillas de cada tratamiento. Al analizar el retorno floral expresado como el número de primordios florales por yema evaluado en dardo y en ramillas, no presentó diferencias significativas entre tratamientos, observándose también un similar porcentaje de fertilidad de primordios en ambas estructuras. Por su parte, el porcentaje de yemas florales presentes en ramillas y en dardos fue estadísticamente similar entre tratamiento.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre el número de primordios florales por yema, el porcentaje de fertilidad y el % de flores observado en ramillas y en dardos. P -valor $< 0,05$ indica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Retorno floral					
	Ramillas			Dardos		
	Primordios/ yema	Fertilidad (%)	% de flores	Primordios/ yema	Fertilidad (%)	% de flores
T0	2,04	95,3	88,3	2,04	97,8	87,8
T1	2,01	99,4	90,5	2,06	100,0	89,4
p-valor	0,769	0,270	0,452	0,752	0,074	0,501
T0	2,04	95,3	88,3	2,04	97,8	87,8
T2	2,04	98,2	91,3	2,00	99,5	89,1
p-valor	>0,999	0,450	0,290	0,472	0,132	0,601
T1	2,01	99,4	90,5	2,06	100,0	89,4
T2	2,04	98,2	91,3	2,00	99,5	89,1
p-valor	0,798	0,545	0,730	0,416	0,374	0,867

Cuaja de frutos

El porcentaje de cuaja fue evaluado posterior a la caída de restos florales (Cuaja inicial) y posteriormente en inicio de endurecimiento de carozo (Cuaja final). Dada a la información del Cuadro 6, la cuaja inicial se vio incrementada con la aplicación de Nitrobrake, siendo estadísticamente distinta de T0 pero similar a T2. No obstante, la cuaja final no presentó diferencias significativas entre T0 y T1, observándose en T2 una media significativamente menor que en los demás tratamientos (Figura 7).

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre la cuaja inicial y final de frutos. P-valor < 0,05 indica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Cuaja (%)	
	Inicial	Final
T0	30,4 b	8,0
T1	48,6 a	8,6
p-valor	0,018	0,745
T0	30,4	8,0 a
T2	41,7	5,0 b
p-valor	0,111	0,038
T1	48,6	8,6 a
T2	41,7	5,0 b
p-valor	0,156	0,026

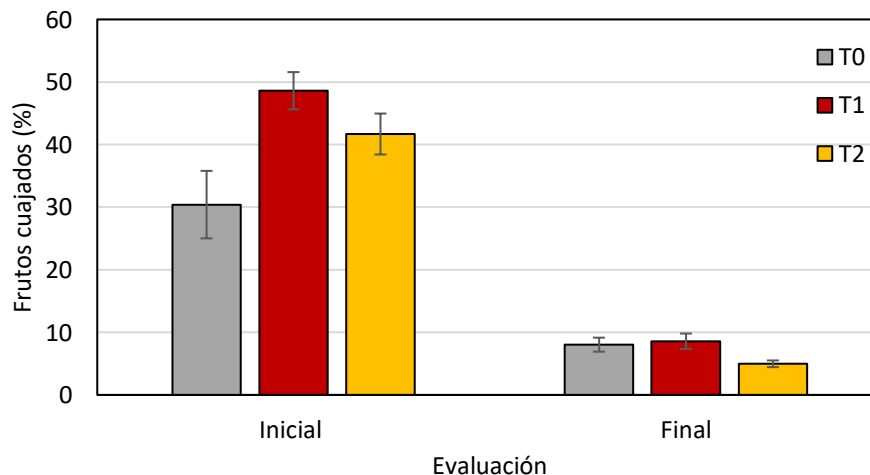


Figura 7. Porcentaje de cuaja inicial y final observado en cada tratamiento.

Largo de brotes

De acuerdo con lo observado en el Cuadro 7, el largo de los brotes presentó diferencias significativas, específicamente, entre T0 y T1, siendo este último estadísticamente mayor en las dos primeras evaluaciones. El largo de brotes de las plantas de T2 fue similar a T1, pero no se logró diferenciar del testigo debido a la alta variabilidad entre las medias. Sin embargo, en la evaluación final, los brotes de T2 presentaron una alta tasa de crecimiento, alcanzando finalmente una media significativamente mayor a T0 aunque similar a T1 (Figura 8).

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos sobre el largo de los brotes evaluado en tres momentos. P-valor < 0,05 indica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Largo del brote (cm)		
	26-sep	22-oct	08-ene
T0	16,0 b	22,3 b	55,7
T1	18,2 a	25,3 a	61,4
p-valor	0,043	0,071	0,449
T0	16,0	22,3	55,7 b
T2	17,8	31,9	84,6 a
p-valor	0,183	0,128	0,072
T1	18,2	25,3	61,4
T2	17,8	31,9	84,6
p-valor	0,713	0,270	0,195

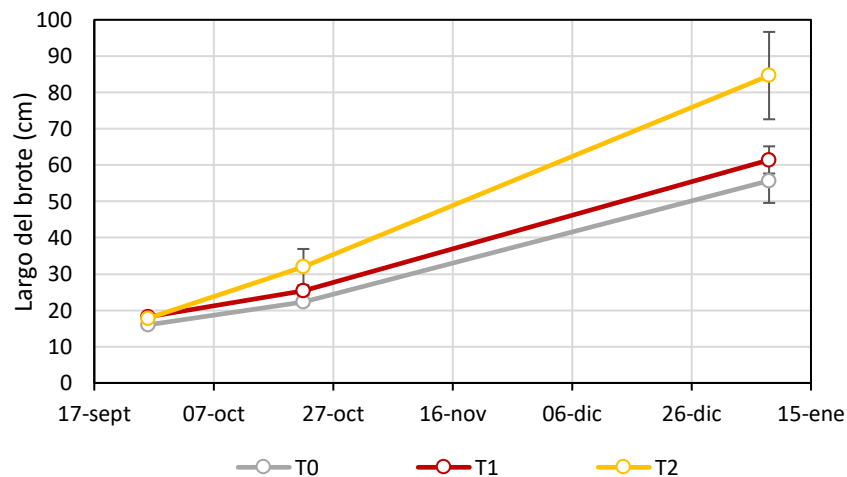


Figura 8. Evolución del crecimiento de los brotes observada en cada tratamiento.

Potencial hídrico del tallo

Uno de los métodos más utilizado y confiable para definir el estado hídrico de la planta, es la medición del potencial hídrico del tallo, según la metodología propuesta por Scholander et al. (1965). Según la metodología descrita, este valor equivale a la tensión que posee la columna de agua dentro de la planta, otorgándole un valor de potencial negativo cuyo máximo es igual a cero. Según estos autores, un valor igual o cercano a cero implica una menor tensión de la columna, implicando una planta bien hidratada o en un mejor estado hídrico, mientras que un valor más negativo, explicaría una alta tensión sobre la columna de agua, lo que se traduce en un estado hídrico más bajo. En ciruelo japonés se habla de estrés hídrico cuando el potencial hídrico alcanza valores más negativos que -14 bares; después de ese punto, la planta comienza a cerrar sus estomas para evitar la pérdida de agua.

De acuerdo a lo anterior, el potencial hídrico evaluado en el periodo de máxima demanda (20 de diciembre) presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo el estado hídrico de plantas de T1 mejor que en T0 (Cuadro 8 y Figura 9). Entre T1 y T2 no se observaron diferencias significativas. La evaluación realizada el 10 de enero no registró diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre el potencial hídrico del tallo observado el 20 de diciembre y el 10 de enero en cada tratamiento. P-valor < 0,05 indica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Potencial hídrico (bares)	
	20 dic	10 ene
T0	-8,9 b	-10,1
T1	-7,6 a	-11,3
p-valor	0,039	0,262
T0	-8,9	-10,1
T2	-8,1	-11,4
p-valor	0,099	0,199
T1	-7,6	-11,3
T2	-8,1	-11,4
p-valor	0,310	0,968

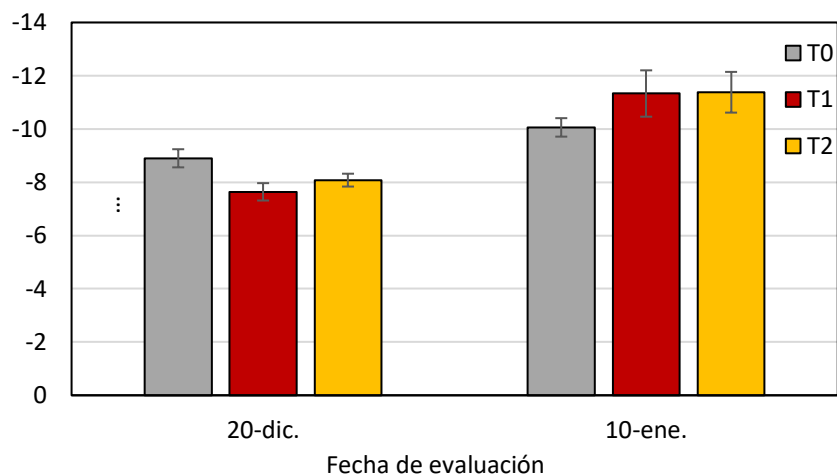


Figura 9. Potencial hídrico del tallo observado en cada tratamiento.

Componentes del rendimiento

De acuerdo con lo expuesto en el Cuadro 9, el rendimiento y la carga frutal fueron estadísticamente mayores en plantas de T1 respecto de T0 y T2. Al normalizar los valores de carga frutal y rendimiento por los m² de PAR interceptado (carga N y productividad, respectivamente), se observó la misma respuesta anterior, con medias mayores a favor de T1. Estas variables son exhibidas gráficamente en la Figura 10.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos sobre los componentes del rendimiento. P-valor ≤ 0,05 indica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Componentes del rendimiento				
	Rendimiento (kg/pl)	Carga frutal (frutos/pl)	PARi (%)	Productividad (kg/m ² PARi)	Carga N (frutos/m ² PARi)
T0	32,1 b	265 b	60,6	5,3 b	44
T1	40,0 a	320 a	62,8	6,4 a	51
p-valor	0,013	0,037	0,351	0,040	0,106
T0	32,1	265	60,6	5,3	44
T2	33,1	264	62,3	5,3	42
p-valor	0,678	0,958	0,274	0,974	0,683
T1	40,0 a	320 a	62,8	6,4 a	51 a
T2	33,1 b	264 b	62,3	5,3 b	42 b
p-valor	0,012	0,039	0,816	0,023	0,064

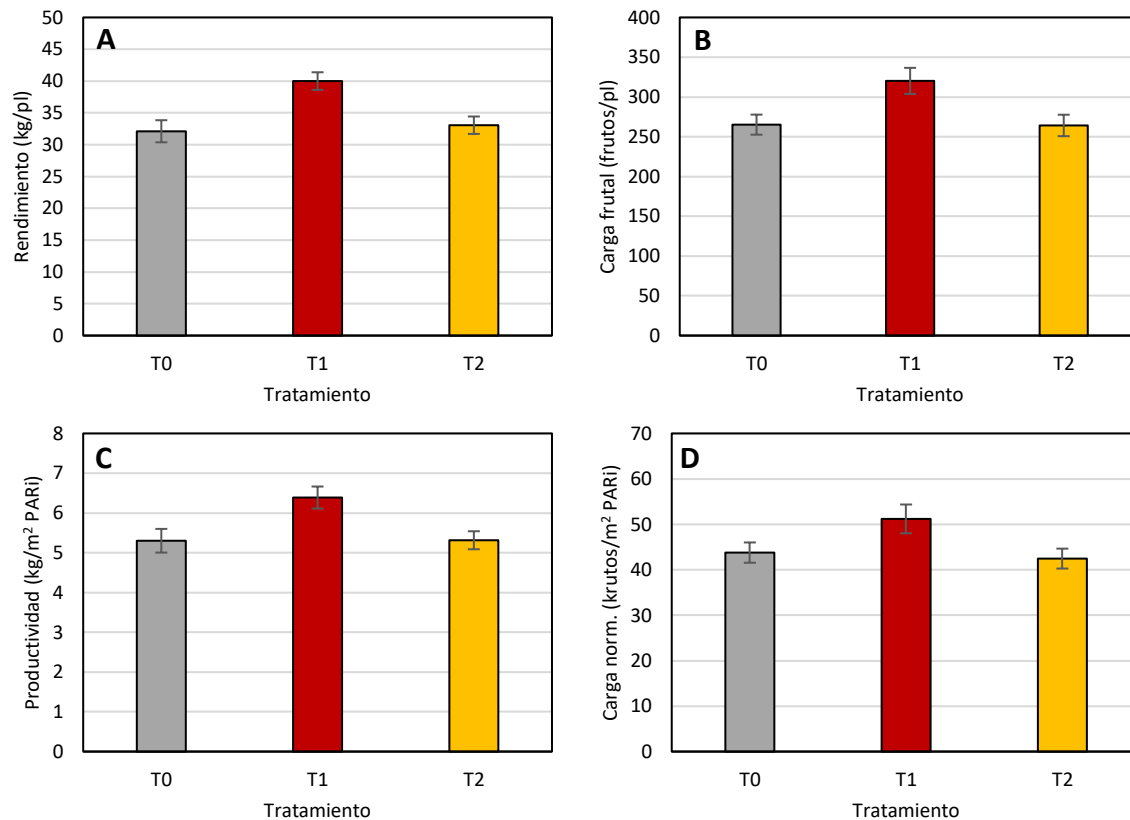


Figura 10. Rendimiento (A), carga frutal (B), productividad (C) y carga frutal normalizada (D) para cada tratamiento.

La respuesta del rendimiento se vio influenciada de forma importante por las reservas nutricionales. En este sentido, las reservas nutricionales se correlacionaron directamente con el nivel de cuaja inicial (Figura 11A y 11B) y con el rendimiento por planta (Figura 11C y 11D).

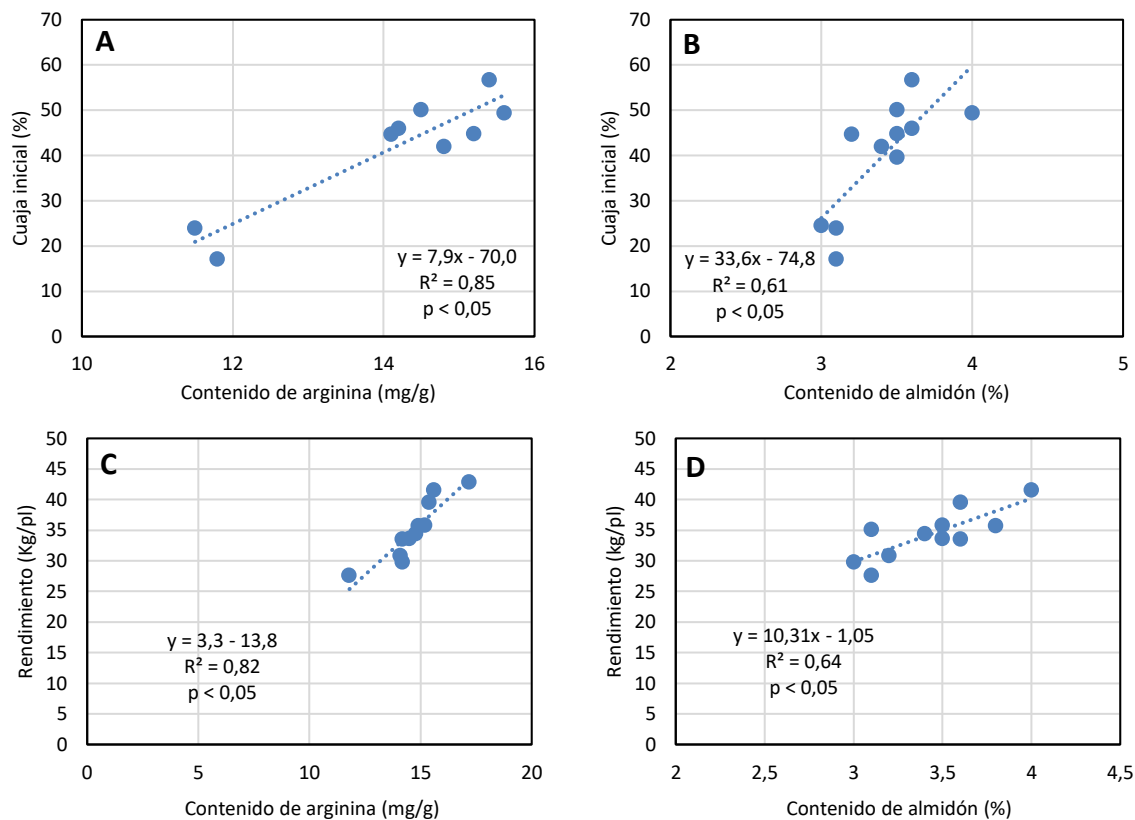


Figura 11. Regresión lineal entre las reservas nutricionales y la cuaja inicial (A y B) y el rendimiento por planta (C y D). $P < 0,05$ indica correlación significativa entre las variables.

Calidad de la fruta

El peso y tamaño de la fruta no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 10). La firmeza, en cambio, fue estadísticamente mayor en T0 respecto de los demás tratamientos, tanto en hombro como en mejilla. Lo anterior podría ser evidencia de una maduración anticipada en T1 y T2, sin embargo, la concentración de sólidos solubles fue estadísticamente similar entre todos los tratamientos.

En relación con la distribución porcentual de la fruta asociada a cada calibre (Cuadro 11), no se observaron diferencias significativas, de igual manera que en relación al diámetro ecuatorial del fruto.

Cuadro 10. Efecto de los tratamientos sobre los componentes de calidad de la fruta. P-valor $\leq 0,05$ indica diferencias significativas entre tratamientos.

Componentes de calidad de fruta					
Tratamiento	Peso del fruto (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	Firmeza mejilla (libras)	Firmeza hombro (libras)	Concentración de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)
T0	121,2	56,7	10,0	11,0 a	15,5
T1	124,9	57,2	9,3	9,9 b	15,4
p-valor	0,418	0,548	0,078	0,016	0,731
T0	121,2	56,7	10,0 a	11,0 a	15,5
T2	125,5	57,0	8,0 b	9,0 b	15,9
p-valor	0,327	0,734	0,001	0,0006	0,461
T1	124,9	57,2	9,3 a	9,9 a	15,4
T2	125,5	57,0	8,0 b	9,0 b	15,9
p-valor	0,858	0,863	0,025	0,041	0,326

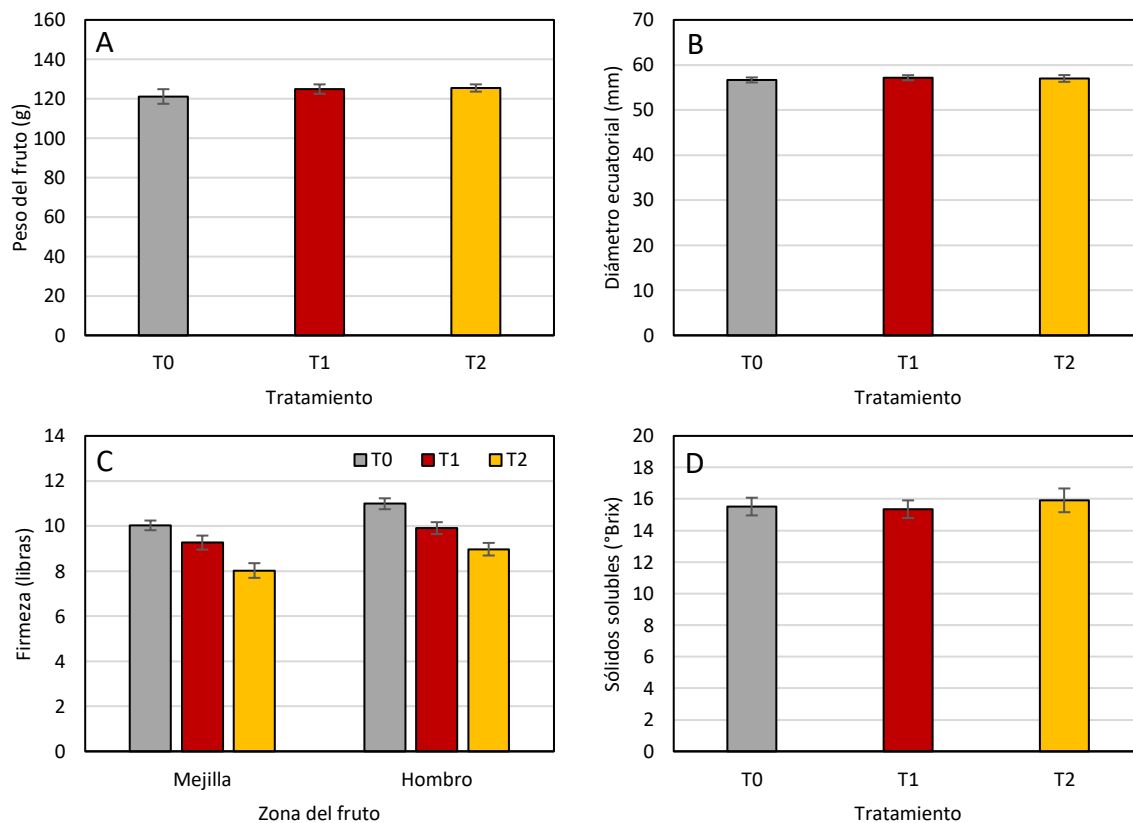


Figura 12. Peso del fruto (A), diámetro ecuatorial (B), firmeza de hombro y de mejilla (C) y concentración de sólidos solubles (D) para cada tratamiento.

Cuadro 11. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de fruta asociado a cada calibre. P-valor < 0,05 indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Cantidad de fruta (%)				
	90 (< 50 mm)	70 (50 – 55 mm)	60 (55 – 60 mm)	50 (60 – 65 mm)	40 (65 – 70 mm)
T0	5	22	53	18	2
T1	2	26	52	17	3
p-valor	0,218	0,704	0,759	0,893	0,290
T0	5	22	53	18	2
T2	4	25	48	21	2
p-valor	0,759	0,804	0,207	0,670	>0,9999
T1	2	26	52	17	3
T2	4	25	48	21	2
p-valor	0,290	0,915	0,232	0,563	0,226

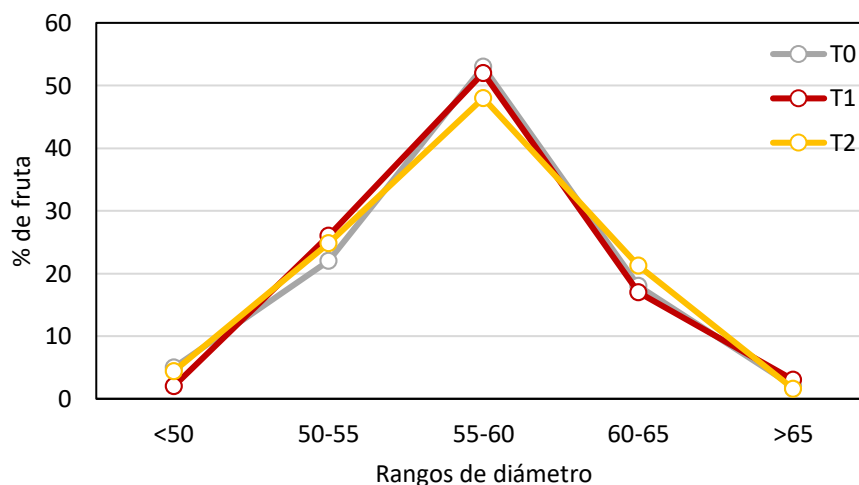


Figura 13. Distribución de la proporción de fruta asociada a una escala de diámetros comercialmente utilizada en ciruelo japonés.

Estado nutricional de la hoja

A mediados de febrero, inmediatamente después de la cosecha, se recolectaron muestras foliares para analizar la concentración de macro y micronutrientes, así como también el nitrógeno en forma nítrica, amoniacal y metabolizado (Cuadro 12).

Con respecto al efecto de los tratamientos sobre los componentes del nitrógeno (nitrógeno total, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal y nitrógeno metabolizado), se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, observándose que la concentración de nitrógeno total fue estadísticamente similar entre tratamientos, mientras que la concentración de N en su forma nítrica fue estadísticamente mayor en T0 respecto a T1 y seguido de T2 con la media más baja. Con respecto al N en su forma amoniacal, este presentó una media estadísticamente mayor respecto de T0, mientras que T1 presentó valores intermedios. En T2 este aumento de la forma amoniacal podría

repercutir negativamente sobre el nivel de reservas de almidón en flores, según lo expuesto en la Figura 6B. En relación al porcentaje del nitrógeno metabolizado, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

Con respecto a los demás macronutrientes, no fue posible identificar diferencias significativas al analizar la concentración de fósforo, potasio, calcio y magnesio (Cuadro 13).

En relación con los micronutrientes analizados, no se observaron diferencias significativas para el caso del hierro, manganeso, zinc y cobre. El boro, por su parte, fue estadísticamente superior en T1 respecto de T2, aunque entre T1 y T0 no existieron diferencias significativas.

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos sobre los componentes nitrogenados en la hoja: nitrógeno total, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal y nitrógeno metabolizado. P valor < 0,05 implica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Nitrógeno total %	Nitrógeno nítrico ppm	Nitrógeno Amoniacal ppm	Nitrógeno metabolizado %
T0	2,31	454,3 a	170,0	97,0
T1	2,34	342,5 b	190,0	97,5
p-valor	0,513	0,007	0,190	0,182
T0	2,31	454,3 a	170,0 b	97,0
T2	2,39	303,3 b	201,5 a	98,0
p-valor	0,196	0,010	0,054	0,182
T1	2,34	342,5 a	190,0	97,5
T2	2,39	303,3 b	201,5	98,0
p-valor	0,271	0,025	0,546	>0,9999

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos sobre la concentración de macronutrientes en hojas. P valor < 0,05 implica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %
T0	0,21	2,81	3,82	0,63
T1	0,21	2,71	3,95	0,62
p-valor	>0,999	0,699	0,745	0,873
T0	0,21	2,81	3,82	0,63
T2	0,21	2,57	3,69	0,58
p-valor	0,766	0,364	0,701	0,355
T1	0,21	2,71	3,95	0,62
T2	0,21	2,57	3,69	0,58
p-valor	0,766	0,435	0,431	0,525
Rangos normales	0,14 – 0,25	1,5 – 3,0	1,5 – 3,0	0,25 – 0,8

Cuadro 14. Efecto de los tratamientos sobre la concentración de micronutrientes en hojas. P valor < 0,05 implica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Hierro	Manganeso	Zinc	Cobre	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
T0	172,0	73,8	28,0	10,0	63,3
T1	173,0	76,5	27,5	9,5	65,0
p-valor	0,648	0,777	0,899	0,620	0,572
T0	172,0	73,8	28,0	10,0	63,3
T2	163,0	71,8	23,5	8,3	53,8
p-valor	0,178	0,843	0,097	0,086	0,067
T1	173,0	76,5	27,5	9,5	65,0 a
T2	163,0	71,8	23,5	8,3	53,8 b
p-valor	0,109	0,620	0,301	0,171	0,017
Rangos normales	50 – 200	20 – 200	20 – 50	4 – 12	30 – 80

Estado nutricional de la fruta

Del mismo modo que en hojas, se recolectaron muestras de frutos para analizar la concentración de macro y micronutrientes, así como también el nitrógeno en forma nítrica, amoniacal y metabolizado (Cuadro 15).

Con respecto al efecto de los tratamientos sobre los componentes del nitrógeno (nitrógeno total, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal y nitrógeno metabolizado, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. La concentración de nitrógeno total en la fruta fue significativamente mayor en T2 respecto de los demás tratamientos, mientras que la concentración de N en su forma nítrica, fue estadísticamente menor en T0 respecto a T1 y T2, comportamiento contrario a lo observado en el análisis foliar. Similar respuesta ocurrió con el N en su forma amoniacal, el cual presentó una mayor concentración en T0, seguido de T1 y T2.

Cuadro 15. Efecto de los tratamientos sobre los componentes nitrogenados en la fruta: nitrógeno total, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal y nitrógeno metabolizado. P valor < 0,05 implica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Nitrógeno total	Nitrógeno nítrico	Nitrógeno Amoniacal	Nitrógeno metabolizado
	%	ppm	ppm	%
T0	99,3	3,7 b	7,6 a	88,5
T1	104,0	4,3 a	4,9 b	91,3
p-valor	0,664	0,003	0,044	0,172
T0	99,3 a	3,7 b	7,6 a	88,5
T2	75,5 b	4,6 a	3,2 b	89,3
p-valor	0,042	0,003	0,006	0,702
T1	104,0 a	4,3	4,9 a	91,3
T2	75,5 b	4,6	3,2 b	89,3
p-valor	0,032	0,114	0,033	0,108

Con respecto a los demás macronutrientes, fue posible identificar diferencias significativas al analizar la concentración de calcio y magnesio (Cuadro 16). En ambos casos, la aplicación de Nitrobrake incrementó la concentración de estos macronutrientes en la fruta. El aumento del calcio estuvo asociado a un aumento del N-nítrico en la fruta ($r = 0,65$; p -valor $< 0,05$).

En relación con los micronutrientes analizados, no se observaron diferencias significativas para el caso del manganeso, zinc, cobre y boro (Cuadro 17). El hierro, por su parte, fue estadísticamente menor en T2 respecto de los demás tratamientos

De acuerdo a lo observado con el N-nítrico (Figura 14A), a medida que su concentración disminuye en la hoja se incrementa en la fruta, lo cual implicó que su movilización desde las hojas a la fruta fue más rápida que el N-amoniaco, el que no presentó ninguna relación entre su concentración en la hoja y la fruta (Figura 14B). Por otra parte, se identificó una relación directa entre la concentración de potasio en la fruta y el tamaño de la fruta (Figura 14C), y entre la concentración de N-amoniaco y la firmeza de la fruta (Figura 14D). En este sentido, la disminución de la firmeza observada en T1 y T2 se debió a que ambos tratamientos presentaron una menor concentración de N-amoniaco en la fruta.

Cuadro 16. Efecto de los tratamientos sobre la concentración de macronutrientes en la fruta. P valor $< 0,05$ implica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
	%	%	%	%
T0	21,3	155,8	5,9 b	6,3 b
T1	23,0	164,9	7,8 a	7,0 a
p-valor	0,166	0,295	0,026	0,011
T0	21,3	155,8	5,9 b	6,3
T2	21,0	156,7	7,5 a	6,5
p-valor	0,780	0,924	0,059	0,466
T1	23,0	164,9	7,8	7,0
T2	21,0	156,7	7,5	6,5
p-valor	0,154	0,431	0,690	0,072

Cuadro 17. Efecto de los tratamientos sobre la concentración de micronutrientes en la fruta. P valor $< 0,05$ implica diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamiento	Hierro	Manganeso	Zinc	Cobre	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
T0	0,28	0,05	0,13	0,04	0,91
T1	0,28	0,05	0,13	0,05	0,84
p-valor	0,942	0,391	0,891	0,382	0,308
T0	0,28 a	0,05	0,13	0,04	0,91
T2	0,21 b	0,05	0,11	0,04	0,93
p-valor	0,059	0,228	0,207	0,550	0,889
T1	0,28 a	0,05	0,13	0,05	0,84
T2	0,21 b	0,05	0,11	0,04	0,93
p-valor	0,056	0,391	0,189	0,628	0,452

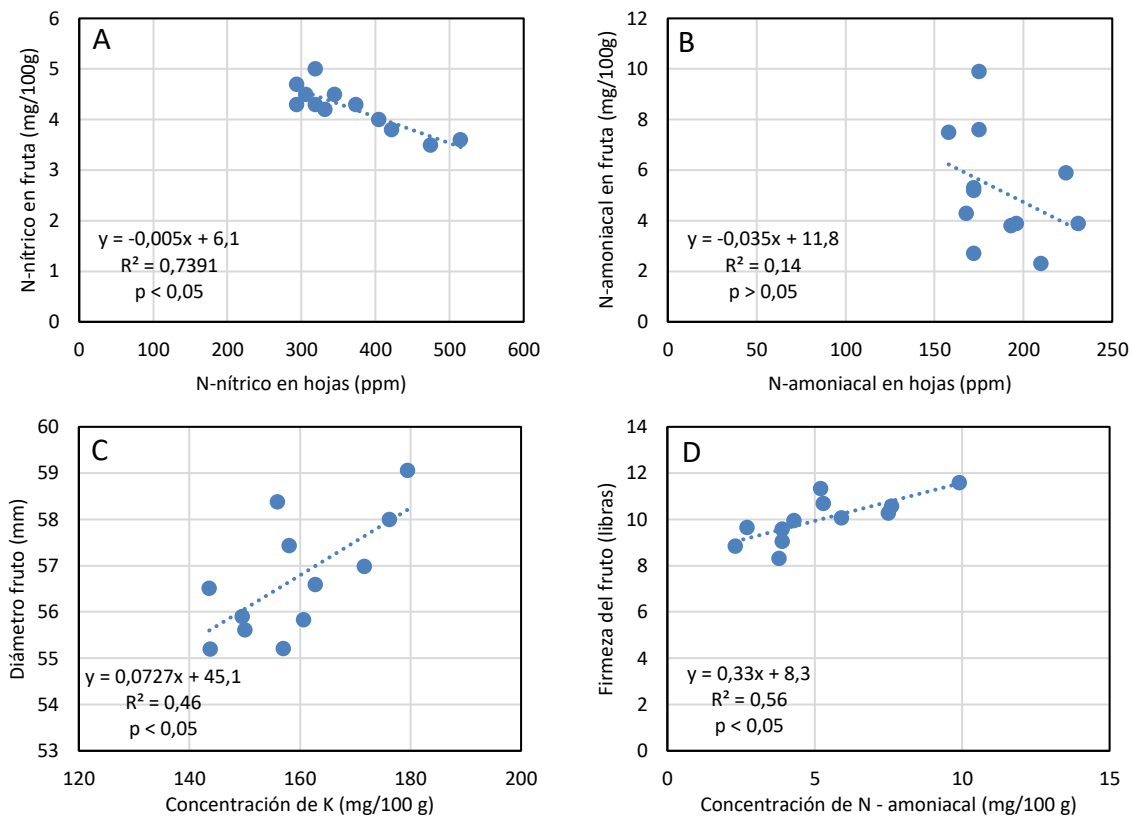


Figura 14. Regresión lineal entre el N-nítrico en hojas y en la fruta (A), entre el N-amoniaco en hojas y en la fruta (B); entre la concentración de potasio en la fruta y el tamaño de la fruta (C) y entre la concentración de N-amoniaco y la firmeza de la fruta (D). $P < 0,05$ indica correlación significativa entre las variables.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente ensayo se puede concluir que:

- ✓ La concentración de arginina se ve incrementada con la aplicación de Nitrobrake (3,5 dmpp) en poscosecha, al igual que la concentración de almidón en flores. Similar efecto tiene la aplicación de 3,4 dmpp sobre esta última variable.
- ✓ Plantas con mayor concentración de nitrógeno foliar en poscosecha presentan una mayor concentración de arginina en raíces. Por otra parte, un mayor nivel de N-amoniaco en hojas se traduce en una menor concentración de almidón en flores.
- ✓ El retorno floral no presenta diferencias significativas entre tratamientos.
- ✓ La cuaja de frutos se ve favorecida con la aplicación de Nitrobrake (3,5 dmpp), sin embargo, previo a cosecha se observa un similar número de frutos cuajados respecto el testigo absoluto.
- ✓ El crecimiento acumulado de brotes se ve incrementado en T2 (3,4 dmpp) respecto del testigo absoluto.
- ✓ Previo a la cosecha, el estado hídrico de las plantas se ve favorecido tanto por T1 como por T2.
- ✓ En plantas de similar tamaño, el rendimiento es incrementado con la aplicación de Nitrobrake (3,5 dmpp) debido a un aumento en la carga frutal. Plantas que presentan mayor carga frutal tuvieron un mayor nivel de arginina en raíces.
- ✓ Con respecto al testigo absoluto, tanto T1 (3,5 dmpp) como T2 (3,4 dmpp), disminuyen la firmeza de los frutos a cosecha. Las demás variables de calidad presentan similares medias entre tratamientos (peso, tamaño y concentración de sólidos solubles).
- ✓ La distribución de calibres resulta similar entre los tratamientos, al igual que el peso y la concentración de sólidos solubles.
- ✓ En relación con el estado nutricional de las hojas, tanto T1 (3,5 dmpp) como T2 (3,4 dmpp) disminuyen la concentración de N-nítrico con respecto al testigo absoluto, mientras que el N-amoniaco se ve reducido en hojas de T2, pero no en las de T1.
- ✓ No se observan diferencias estadísticas sobre la concentración de macronutrientes en la hoja (N, P, K, Ca y Mg). Con respecto a la concentración de micronutrientes, tampoco se observan diferencias, con excepción del boro, cuya concentración se ve disminuida por la aplicación de T2 (3,4 dmpp).

- ✓ En la fruta se observa una disminución de la concentración de nitrógeno en plantas de T2, mientras que la concentración de N-nítrico es estadísticamente menor en T0 aunque este último presenta una mayor concentración de N-amoniaco.
- ✓ La aplicación de Nitrobrake (3,5 dmp) incrementa la concentración de calcio y magnesio en la fruta. El aumento del calcio está asociado a un aumento del N-nítrico en la fruta.