




FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRONÓMICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

LABORATORIO  
DE NUTRICIÓN  
VEGETAL


# Resultados de ensayos de nutrición en huertos pilotos

José Ignacio Covarrubias  
Ing. Agr. Mg. Sc. Dr.  
jcovarru@uchile.cl

1



- Contexto
- Resultados ensayo sobre firmeza (calcio)
- Resultados ensayo sobre °Brix (potasio)
- Resultados ensayo sobre estrategias antiestrés



2

2



## Aspectos cualitativos a mejorar en la ciruela "Sweet Pekeetah"





**Azucares**



**Color**




**Firmeza**




3

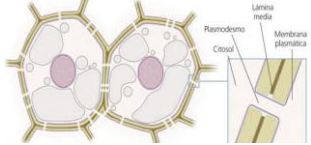
3



## Nutrición cálcica



- El Ca confiere resistencia a la pared celular, al ser componente de pectatos que componen la lámina media.
- En períodos tempranos en la temporada, fertilizar "fuertemente" con Ca al suelo y evitar aportes de cationes que compiten con el Ca.
- Diversos estudios nos han sugerido que las fuentes más efectivas de Ca son las fuentes puras de Ca (óxidos, tiosulfatos, etc.), en dosis no menores a 20 kg/ha.
- Ensayos establecidos en nectarines y uva de mesa, han evidenciado un efecto sinérgico entre el Ca y las auxinas, sobre la textura y presencia de desórdenes



Plasmodesmo  
Lámina media  
Citosol  
Membrana plasmática



Flujo xilemático de  $Ca^{2+}$  - transpiración

4

4





## Metodología



- Estudio fue realizado durante la temporada 2023-2024.
- Fundo Compañía Agrícola El Álamo de Naicura Dos Ltda., comuna de Rengo.
- 80 árboles de ciruelo variedad Sweet Pekeetah, injertados sobre patrón Nemaguard. El huerto fue plantado durante el año 2019 bajo un sistema de conducción en V, con un marco de plantación 4,0 x 2,5 m.

| Tratamiento  | Dosis de aplicación        |                       | Momento de aplicación   |   |
|--------------|----------------------------|-----------------------|---|---|
|              | CaO                        | 2,4-DP                |   |   |
| Sin producto | 0                          | 0                     | -   | -   |
| Ca           | 17,5 g árbol <sup>-1</sup> | 0                     | 90% flor<br>post cuaja  | 13 sep 2023<br>6 oct 2023                 |
| 2,4-DP       | 0                          | 40 mg L <sup>-1</sup> | 100% caída chaqueta   | 12 oct 2023                               |
| Ca + 2,4-DP  | 17,5 g árbol <sup>-1</sup> | 40 mg L <sup>-1</sup> | Ca en 90% flor<br>Ca post cuaja<br>2,4-DP en 100% caída<br>chaqueta | 13 sep 2023<br>06 oct 2023<br>12 oct 2023 |

Producto cálcico: Calciomax 35 flo, Agrospec; Producto auxínico: Stone-Gross®.

7



## Diámetro de frutos y evaluaciones productivas a la cosecha




| Tratamiento          | Diámetro ecuatorial de frutos en el árbol durante la temporada (mm) |           |           |
|----------------------|---|-----------|-----------|
|                      | 11-ene-24   | 26-ene-24 | 08-feb-24 |
|                      | Control   | 57,6 ab   | 63,1 a    |
| Calcio               | 57,8 ab   | 62,6 a    | 65,2 a    |
| 2,4-DP               | 56,6 b  | 61,1 b    | 63,4 b    |
| Calcio + 2,4-DP      | 58,3 a  | 62,9 a    | 65,9 a    |
| <i>Significancia</i> | *   | *         | *         |

| Tratamiento          | Evaluaciones productivas a cosecha |                       |                    |
|----------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------|
|                      | Producción por árbol (kg)          | Frutos por árbol (N°) | Peso por fruto (g) |
| Control              | 33,6                               | 275                   | 122,7 ab           |
| Calcio               | 33,7                               | 256                   | 130,3 a            |
| 2,4-DP               | 29,3                               | 273                   | 102,8 b            |
| Calcio + 2,4-DP      | 31,9                               | 253                   | 126,2 a            |
| <i>Significancia</i> | <i>n.s.</i>                        | <i>n.s.</i>           | *                  |

8

8




## Variables cualitativas de la fruta a cosecha y a salida de frío

| Variables cualitativas de la fruta a cosecha |             |         |                 |             |                          |
|--|-------------|---------|-----------------|-------------|--------------------------|
| Tratamiento                                  | °Brix       | Acidez  | Relación SS%/AC | Peso (g)    | Diámetro Ecuatorial (mm) |
| Control                                      | 15,5        | 1,08 ab | 15,8            | 156,6       | 64,7                     |
| Calcio                                       | 15,6        | 1,08 ab | 17,3            | 157,9       | 64,6                     |
| 2,4-DP                                       | 15,4        | 1,02 b  | 17,1            | 154,3       | 63,9                     |
| Calcio + 2,4-DP                              | 15,1        | 1,21 a  | 15,4            | 154,1       | 64,8                     |
| <i>Significancia</i>                         | <i>n.s.</i> | *       | <i>n.s.</i>     | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i>              |


| Variables cualitativas de la fruta a salida de frío |         |             |                 |             |                          |
|---|---------|-------------|-----------------|-------------|--------------------------|
| Tratamiento   | °Brix   | Acidez      | Relación SS%/AC | Peso (g)    | Diámetro Ecuatorial (mm) |
| Control   | 15,7 b  | 1,49        | 11,1            | 150,1       | 64,0 a                   |
| Calcio  | 16,4 a  | 1,63        | 10,5            | 190,6       | 63,9 a                   |
| 2,4-DP  | 16,0 ab | 1,53        | 11,1            | 145,5       | 62,3 b                   |
| Calcio + 2,4-DP                                     | 15,9 b  | 1,61        | 10,3            | 150,7       | 62,4 b                   |
| <i>Significancia</i>                                | **      | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i>     | <i>n.s.</i> | *                        |

9




## Variables cualitativas a cosecha, a salida de frío y luego de shelf life

| Tratamiento          | Cosecha           |              | Salida de frío    |              | Shelf life        |              | Promedio general  |              |
|----------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                      | Fuerza máxima (N) | Firmeza (Lb) | Fuerza máxima (N) | Firmeza (Lb) | Fuerza máxima (N) | Firmeza (Lb) | Fuerza máxima (N) | Firmeza (Lb) |
| Control              | 37,1              | 8,3          | 32,4 b            | 7,3 b        | 28,5 b            | 6,1 b        | 32,7 b            | 7,4 b        |
| Calcio               | 37,4              | 8,4          | 34,7 a            | 7,8 a        | 31,0 a            | 7,0 a        | 34,3 a            | 7,7 a        |
| 2,4-DP               | 38,9              | 8,7          | 33,5 ab           | 7,5 ab       | 30,9 a            | 7,0 a        | 34,5 a            | 7,8 a        |
| Calcio + 2,4-DP      | 38,4              | 8,6          | 32,9 ab           | 7,4 ab       | 30,2 a            | 6,8 a        | 33,9 a            | 7,6 a        |
| <i>Significancia</i> | <i>n.s.</i>       | <i>n.s.</i>  | *                 | *            | *                 | *            | *                 | *            |



10

10



## Concentración de minerales en la fruta (primera y última medición)


| Tratamiento          | Concentración de minerales 11/01/2024 (mg kg <sup>-1</sup> ) |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | P  | K           | Ca          | Mg          | Fe          | Mn          | Zn          | Cu          | B           |
| Control              | 1531   | 9962        | 1120        | 472         | 36,6        | 4,6         | 16,4        | 10,6        | 77,1        |
| Calcio               | 1403   | 8372        | 1121        | 431         | 23,6        | 5,1         | 16,7        | 7,3         | 59,5        |
| 2,4-DP               | 3475   | 7572        | 2229        | 356         | 43,9        | 3,4         | 15,4        | 12,2        | 80,1        |
| Calcio + 2,4-DP      | 1499   | 9725        | 1228        | 492         | 33,2        | 4,2         | 13          | 6,8         | 74,3        |
| <i>Significancia</i> | <i>n.s.</i>  | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> |

| Tratamiento          | Concentración de minerales 16/02/2024 (mg kg <sup>-1</sup> ) |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | P  | K           | Ca          | Mg          | Fe          | Mn          | Zn          | Cu          | B           |
| Control              | 738 a  | 9405        | 681         | 309         | 16,2        | 6,4         | 7,1         | 5,3         | 52,7        |
| Calcio               | 755 a  | 9211        | 732         | 365         | 18,2        | 5,3         | 7,7         | 5,3         | 47,5        |
| 2,4-DP               | 526 b  | 9201        | 851         | 354         | 17,8        | 5,6         | 11,1        | 5,3         | 38,8        |
| Calcio + 2,4-DP      | 443 b  | 9628        | 808         | 375         | 18,9        | 7,0         | 17,1        | 5,5         | 39,8        |
| <i>Significancia</i> | *  | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> |


11

11



## Conclusiones



- La aplicación de Ca (sin 2,4-DP) incrementa la firmeza de la fruta a cosecha y en postcosecha, sin alterar el peso de los frutos y las variables de la maduración (°Brix, pH, acidez, etc.).
- La aplicación de 2,4-DP (sin Ca) incrementa la firmeza de la fruta en postcosecha, y no modifica las variables de la maduración (°Brix, pH, acidez, etc.). Sin embargo, este tratamiento redujo el tamaño de los frutos.
- La aplicación de Ca + 2,4-DP incrementa la firmeza de la fruta en postcosecha, sin alterar el peso de los frutos y las variables de la maduración (°Brix, pH, acidez, etc.).



12

12



## Efecto de la aplicación de potasio sobre la calidad de la fruta en ciruelos variedad "Sweet Pekeetah"

### Hipótesis



Aplicaciones de potasio al suelo y foliar en ciruelos incrementan la acumulación de azúcares en el fruto y mejoran la calidad de la fruta a cosecha y en poscosecha

### Objetivo general

Determinar el efecto de aplicaciones de potasio al suelo y foliar en la acumulación de azúcares y la calidad en ciruelos 'Sweet Pekeetah' a cosecha y en poscosecha.

13

13

## Metodología

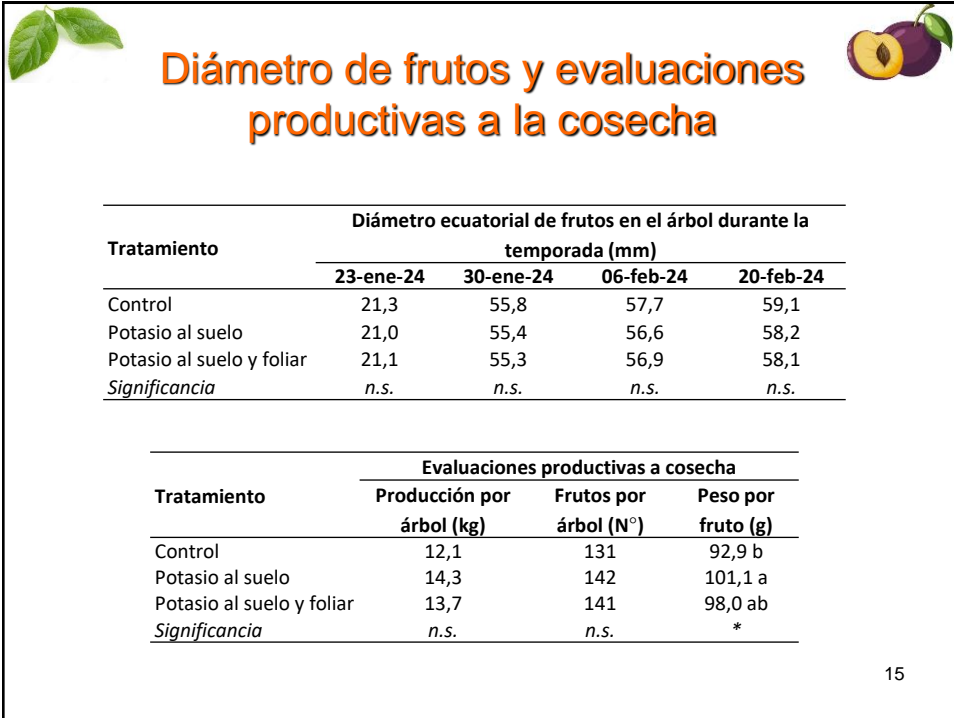
- Estudio fue realizado durante la temporada 2023-2024.
- Agrícola El Barco, comuna de Peralillo.
- 60 árboles de ciruelo variedad Sweet Pekeetah, injertados sobre patrón Mariana 2624. El huerto fue plantado durante el año 2021 bajo un sistema de conducción en eje, con un marco de plantación 4 x 2 m.

| Tratamiento                 | Dosis de aplicación                                   | Momento de aplicación   |
|-----------------------------|---|---|
| Sin producto                | 0   | -   |
| K al suelo                  | 30 g árbol <sup>-1</sup>                              | 9 y 23 enero 2024, 6 y 20 febrero 2024  |
| K al suelo<br>+<br>K foliar | 30 g árbol <sup>-1</sup><br>+<br>250 ml de K en 100 L | 9 y 23 enero 2024, 6 y 20 febrero 2024<br>+<br>18 enero 2024, 1 y 15 febrero 2024 |

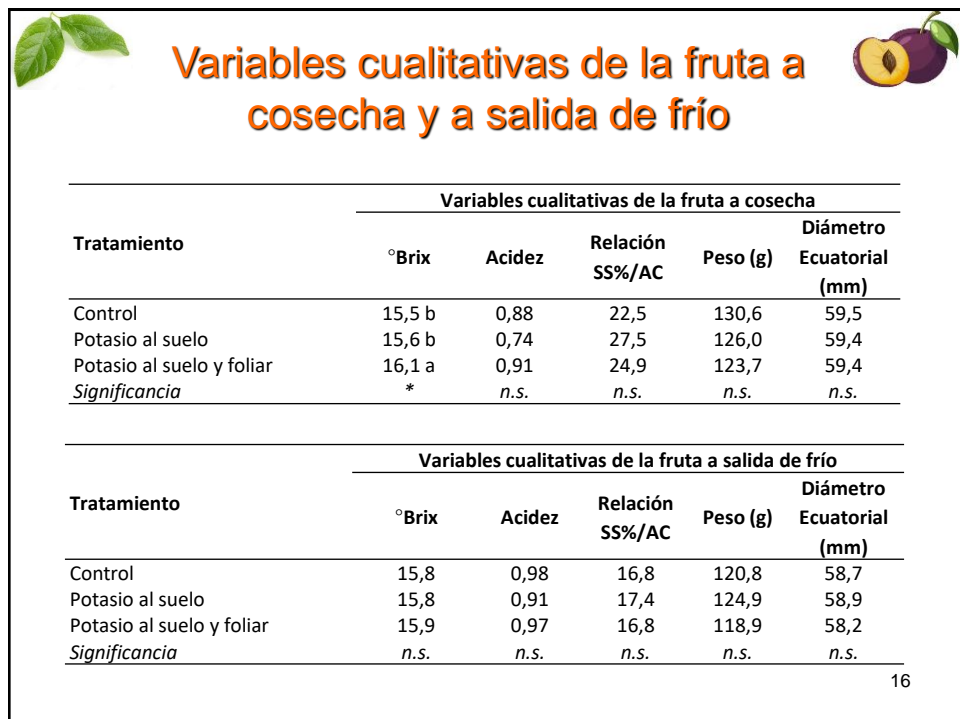
14

Producto foliar potásico: Macroquel K, Agrospec.

14





15



16



## Concentración de minerales en la fruta (primera y última medición)



| Tratamiento               | Concentración de minerales 23/01/2024 (mg kg <sup>-1</sup> ) |           |             |             |             |             |             |             |             |
|---------------------------|--|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           | P  | K         | Ca          | Mg          | Fe          | Mn          | Zn          | Cu          | B           |
| Control                   | 223  | 3630 c    | 496         | 322         | 12,5        | 4,5         | 4,9         | 5,9         | 28          |
| Potasio al suelo          | 207  | 8756 b    | 522         | 367         | 16,9        | 5,6         | 3,9         | 6,2         | 34          |
| Potasio al suelo y foliar | 184  | 9637 a    | 515         | 351         | 12,8        | 3,2         | 4,0         | 5,5         | 35          |
| <i>Significancia</i>      | <i>n.s.</i>  | <b>**</b> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> |

| Tratamiento               | Concentración de minerales 21/02/2024 (mg kg <sup>-1</sup> ) |        |             |             |             |             |        |             |             |
|---------------------------|--|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|
|                           | P  | K      | Ca          | Mg          | Fe          | Mn          | Zn     | Cu          | B           |
| Control                   | 398  | 8599 b | 618         | 299         | 18,5        | 4,4         | 7,6 b  | 6,8         | 38          |
| Potasio al suelo          | 415  | 8617 b | 555         | 293         | 13,9        | 4,3         | 9,1 b  | 5,8         | 35          |
| Potasio al suelo y foliar | 328  | 9894 a | 532         | 283         | 12,7        | 5,2         | 16,5 a | 5,2         | 31          |
| <i>Significancia</i>      | <i>n.s.</i>  | *      | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> | *      | <i>n.s.</i> | <i>n.s.</i> |


17

17



## Conclusiones

- La aplicación de K al suelo incrementa el peso de los frutos y la concentración de dicho mineral en la fruta a cosecha, sin modificar las variables de la maduración (°Brix, pH, acidez, etc.).
- La aplicación de K al suelo + K foliar incrementa su propia concentración y la de sólidos solubles (°Brix) en la fruta (y el tamaño tendencialmente), y no modifica el resto de las variables de la maduración (pH, acidez, etc.).



18

18

## Implicancias de estrategias de manejo antiestrés sobre la calidad de la fruta en ciruelos variedad “Sweet Pekeetah”

### Hipótesis



Aplicaciones de aminoácidos, extractos de algas o de potasio en ciruelos mejoran la calidad de la fruta a cosecha y en poscosecha “en condiciones de estrés”.

### Objetivo general

Determinar el efecto de aplicaciones de aminoácidos, extractos de algas y de potasio en la calidad de la fruta en ciruelos “Sweet Pekeetah” a cosecha y en poscosecha.

19

19

## Metodología

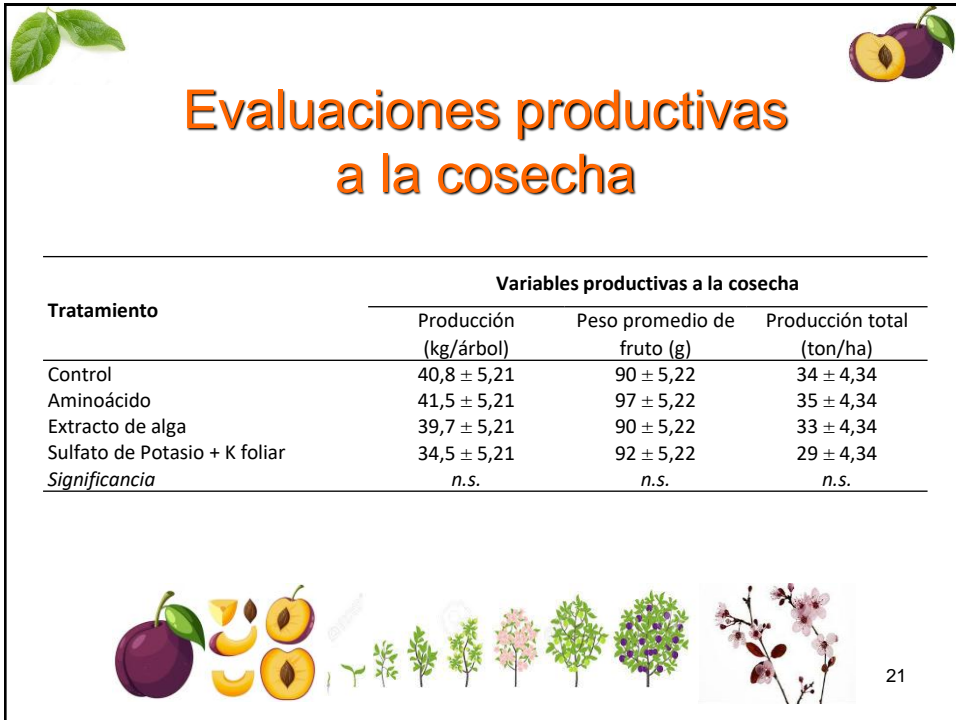
- Estudio fue realizado durante la temporada 2024-2025.
- Agrícola Viento Sur, Itahue, Región del Maule.
- 60 árboles de ciruelo variedad Sweet Pekeetah, injertados sobre patrón Nemaguard. El huerto fue plantado durante el año 2021 bajo un sistema de conducción en copa invertida, con un marco de plantación 4 x 3 m.

| Tratamiento           | Dosis de aplicación  | Momento de aplicación                |
|-----------------------|--|--------------------------------------|
| Sin producto          | 0  | -                                    |
| Aminoácidos           | 5 L ha <sup>-1</sup>   | Cada 15 días a partir del 10/01/2025 |
| Extracto de algas     | 3 L ha <sup>-1</sup>   | Cada 15 días a partir del 10/01/2025 |
| K al suelo + K foliar | 30 g de K árbol <sup>-1</sup><br>+<br>250 ml 100 L <sup>-1</sup> | Cada 15 días a partir del 10/01/2025 |

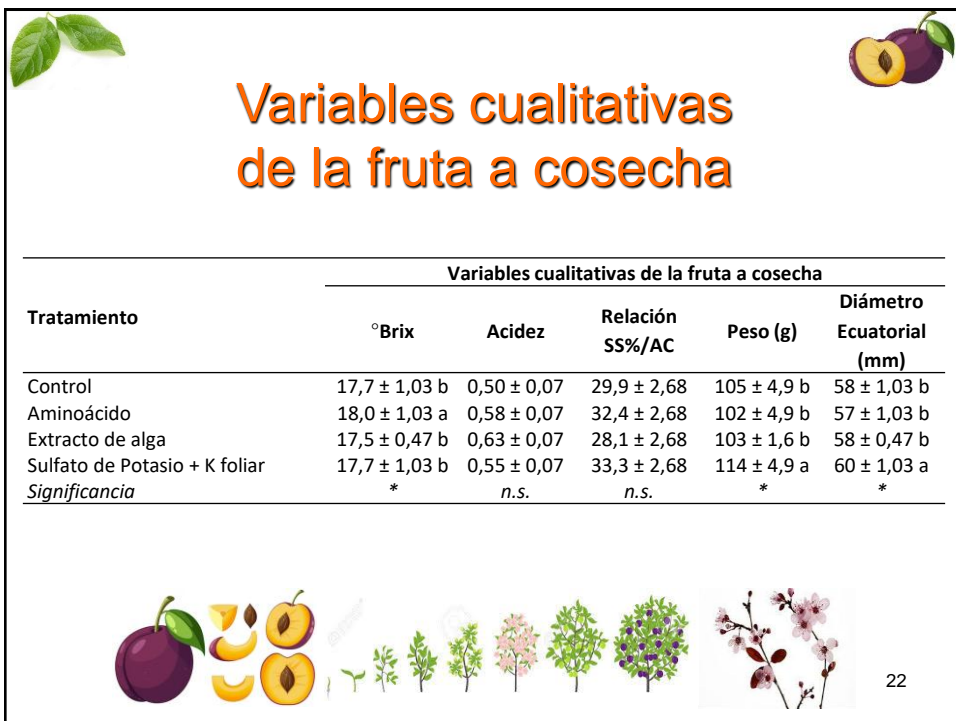
20

Aminoácidos: Aminoterra®; Extracto de algas: Stimplex®; Producto foliar potásico: Macroquel K (Agrospec).


20



21




22




## Variables cualitativas de la fruta a cosecha

| Tratamiento                   | Fuerza Máxima (N) | Biorendimiento (N) | Elasticidad (N/mm) |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Control                       | 11,1 ± 0,25 b     | 11,1 ± 0,39        | 5,2 ± 0,23 b       |
| Aminoácido                    | 11,3 ± 0,25 b     | 11,1 ± 0,39        | 5,5 ± 0,23 a       |
| Extracto de alga              | 11,3 ± 0,25 b     | 11,0 ± 0,39        | 5,3 ± 0,23 ab      |
| Sulfato de Potasio + K foliar | 12,2 ± 0,25 a     | 11,5 ± 0,39        | 5,6 ± 0,23 a       |
| <i>Significancia</i>          | *                 | <i>n.s.</i>        | *                  |




23

23



## Conclusiones preliminares

- Las aplicaciones foliares de aminoácidos incrementan la concentración de sólidos solubles (°Brix) y la elasticidad de la pulpa a la cosecha, sin modificar las variables productivas y aquellas relativas a la maduración (pH, acidez, etc.).
- Las aplicaciones foliares de un extracto de algas no modificaron las variables productivas y aquellas relativas a la maduración (°Brix, pH, acidez, etc.).
- Las aplicaciones de K al suelo y foliar incrementan el tamaño, la firmeza y la elasticidad de la fruta a la cosecha, sin modificar las variables productivas y aquellas relativas a la maduración (pH, acidez, etc.).



24

24



 FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRONÓMICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

 LABORATORIO  
DE NUTRICIÓN  
VEGETAL

# Resultados de ensayos de nutrición en huertos pilotos

José Ignacio Covarrubias  
Ing. Agr. Mg. Sc. Dr.  
jcovarru@uchile.cl

25