



# DESARROLLO DE COLOR EN MANZANAS

Dr. José Antonio Yuri  
Centro de Pomáceas  
Universidad de Talca-Chile  
ayuri@utalca.cl

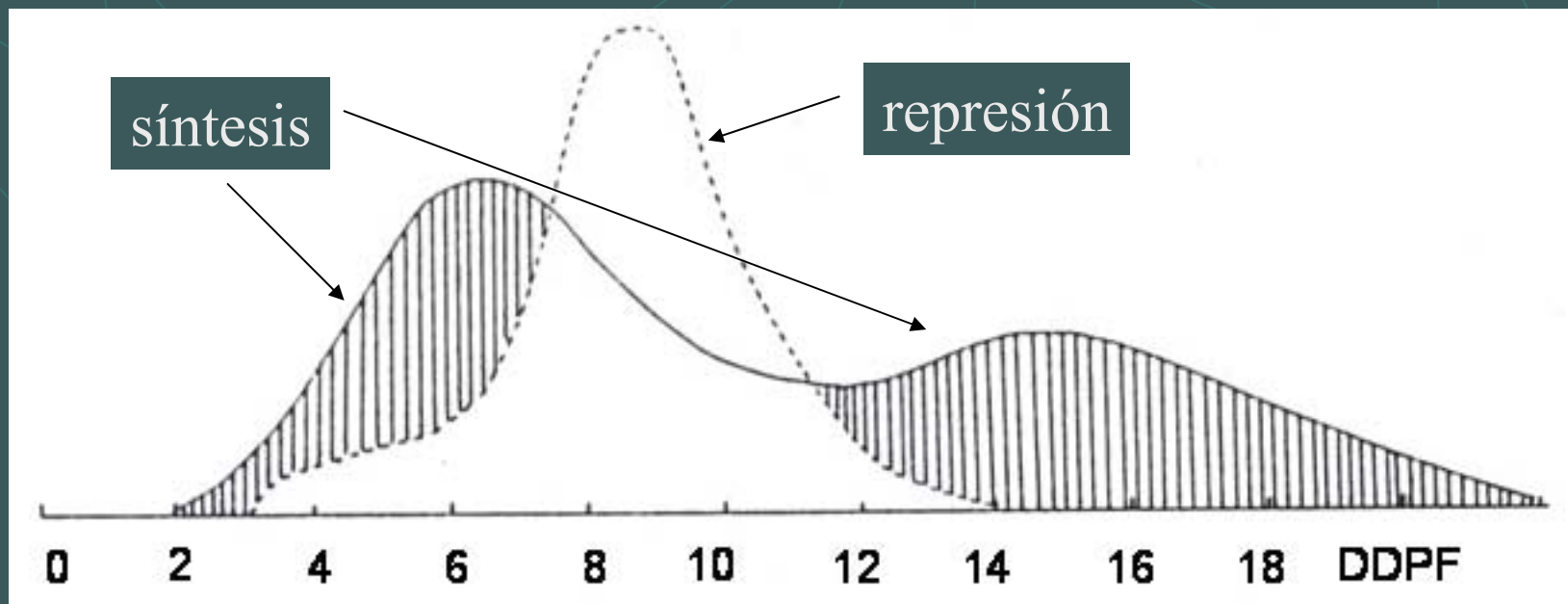
# CONDICIÓN MARCO

EL DESARROLLO DE COLOR DE LA MANZANA ESTÁ DETERMINADO POR FACTORES VARIETALES, CLIMÁTICOS Y DE MANEJO DEL HUERTO.



# DESARROLLO DE COLOR

# FORMACIÓN DE ANTOCIANINAS EN MANZANAS









color de fondo



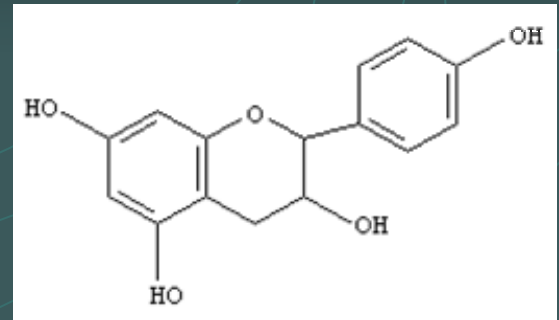
color de cubrimiento



**COLOR DE FONDO:**  
**CLOROFILAS Y CAROTENOIDES**  
(membranas)

**COLOR DE CUBRIMIENTO:**  
**ANTOCIANINAS**  
(vacuolas)

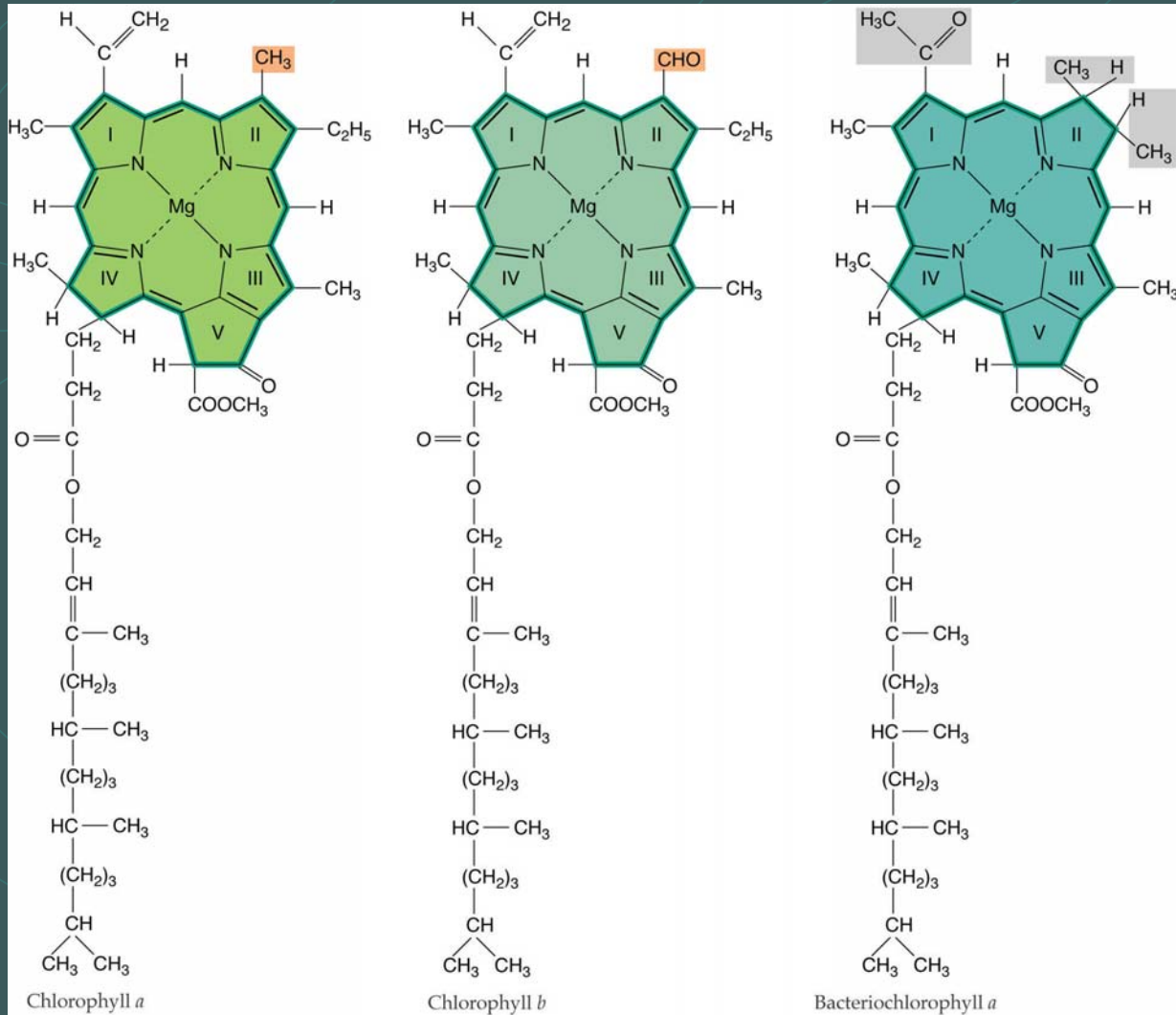
# ANTOCIANINAS

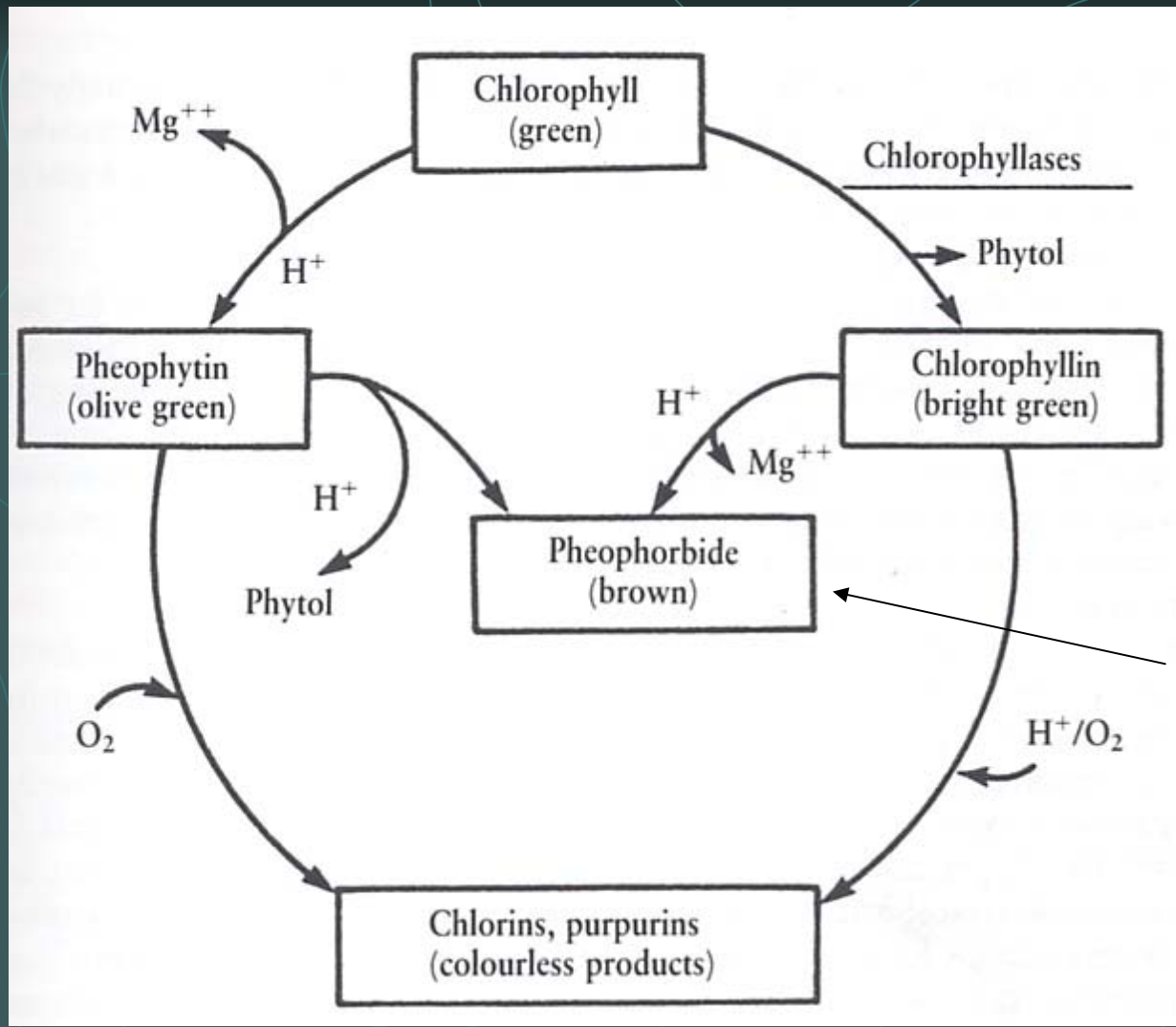


- Los antocianos son un grupo de pigmentos que se localiza en la vacuola de las células de los frutos.
- Antocianidinas y antocianos son compuestos coloreados que derivan de las agliconas de los tres tipos de antocianidinas representadas por la pelargonidina, la cianidina y la delphinidina, y cuando se condensan con uno o más azúcares, principalmente en la posición 3', forman los antocianos.



# CLOROFILAS





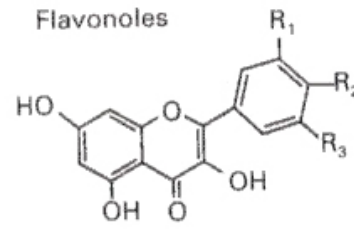
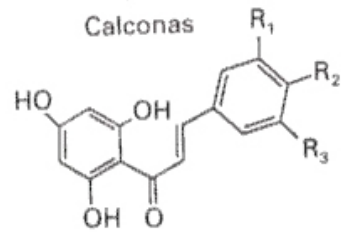
color burro?

# CICLO DE DEGRADACIÓN DE CLOROFILA



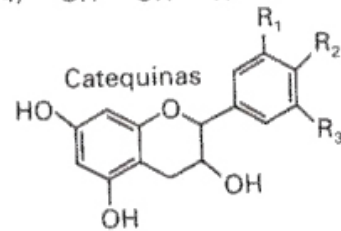
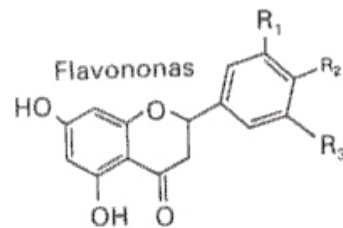
# SÍNTESIS DE PIGMENTOS

# CLASIFICACIÓN DE FLAVONOIDEOS

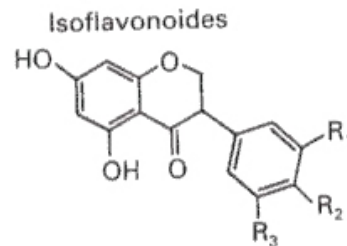
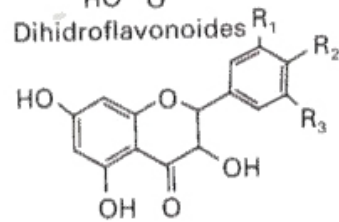
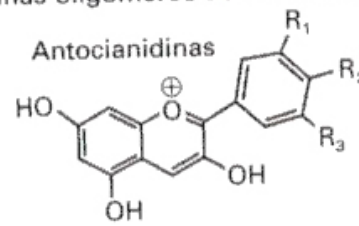
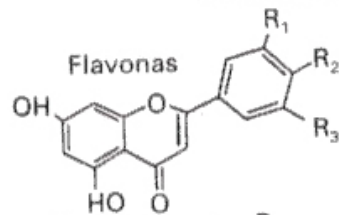


Canferol (33)  
Quercetina (34)

| R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> | R <sub>3</sub> |
|----------------|----------------|----------------|
| H              | OH             | H              |
| OH             | OH             | H              |

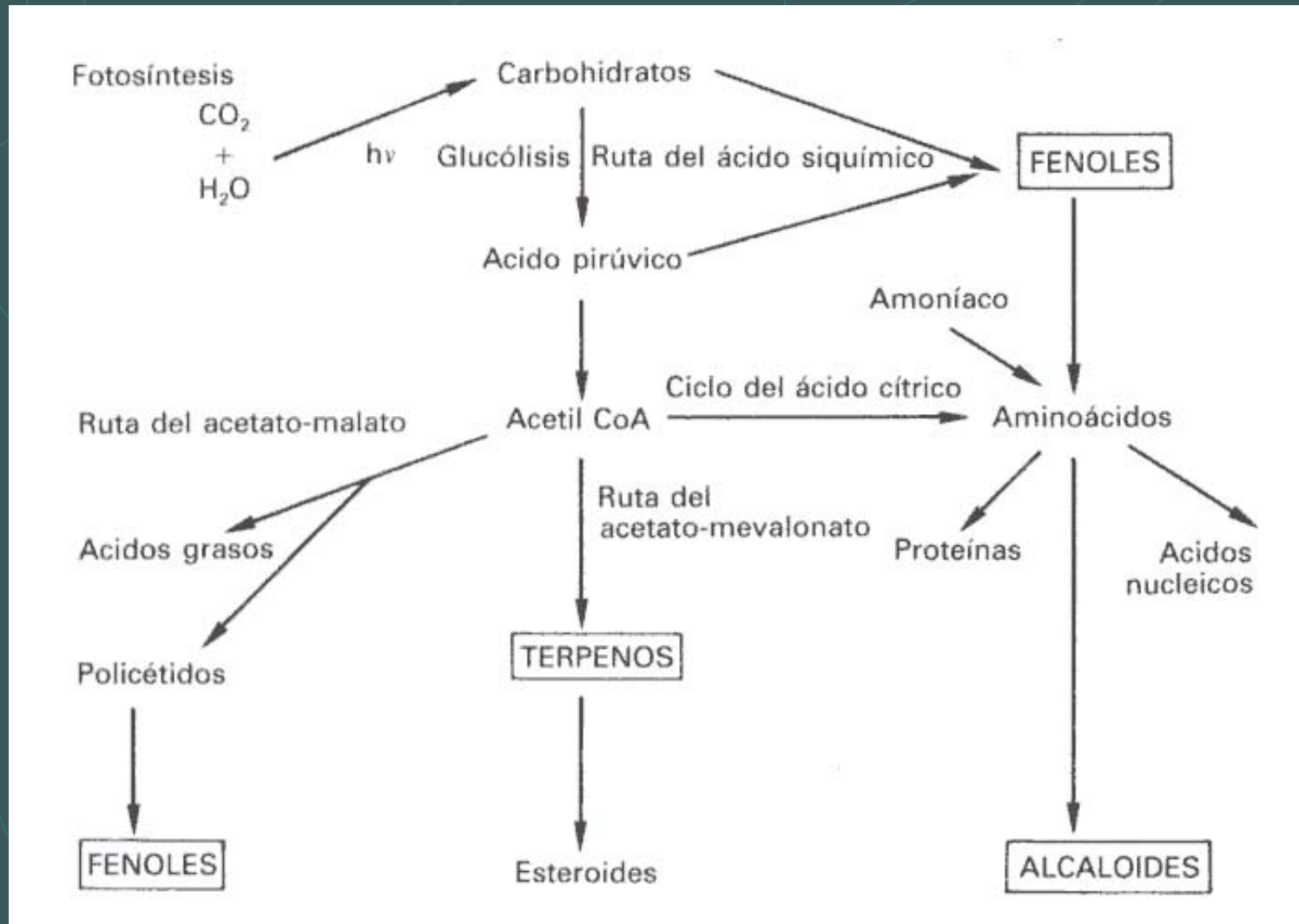


Proantocianidinas oligómeros de flavonoides

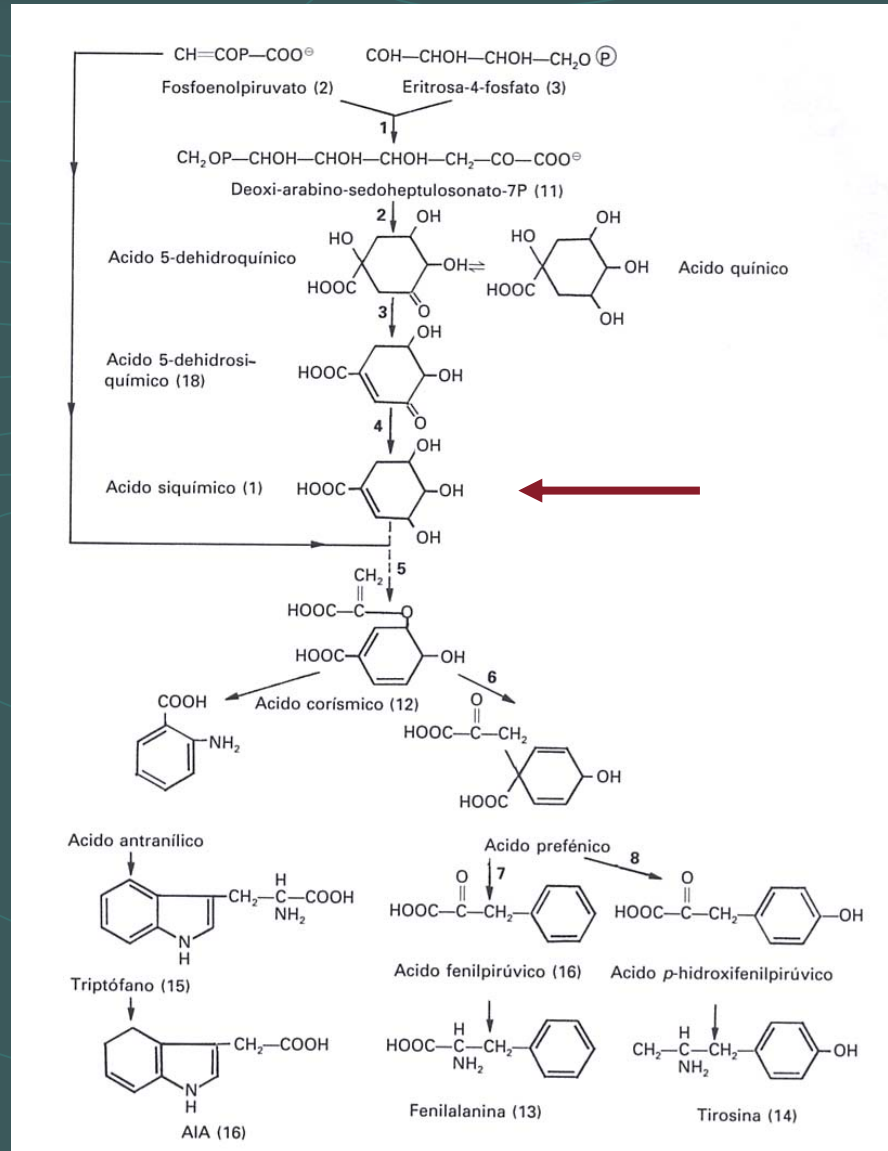




# ORIGEN GRUPOS COMPUESTOS SECUNDARIOS




# RUTA DEL ÁCIDO SHIKÍMICO



A vertical strip on the left side of the slide shows a fragment of a topographic map with contour lines and a yellow line.

# FACTORES QUE INCIDEN EN EL DESARROLLO DE COLOR

A vertical strip on the left side of the slide shows a topographic map of a mountain range, likely the Andes, with contour lines and a yellow line indicating a path or boundary.

GENOTIPO (VARIEDAD)  
DISPONIBILIDAD DE AZÚCARES  
RADIACIÓN SOLAR  
TEMPERATURA  
ELEMENTOS MINERALES  
REGULADORES DE CRECIMIENTO



# GENOTIPO O VARIEDAD

Existe gran diferencia en la capacidad de sintetizar antocianinas entre cvs:  
Red Chief y Scarlet se colorean en condiciones de escasa luminosidad;  
Gala y Fuji son más exigentes en luz



# DISPONIBILIDAD DE AZÚCARES

Carbohidratos esenciales para síntesis de antocianinas: se requiere una adecuada relación hoja/fruto.

Ensayos (1928): aumento desde 23% de coloración con 10 hojas/fruto, a 58% con 75 hojas/fruto. Los SS aumentaron desde un 10 a un 15%, respectivamente.

Se propone una relación hoja/fruto 17-25 para Chile, dado el control del tamaño y vigor de las plantas.

Grandes producciones = merma del color, además de un retraso en la maduración: regulación de la carga.

# RADIACIÓN SOLAR

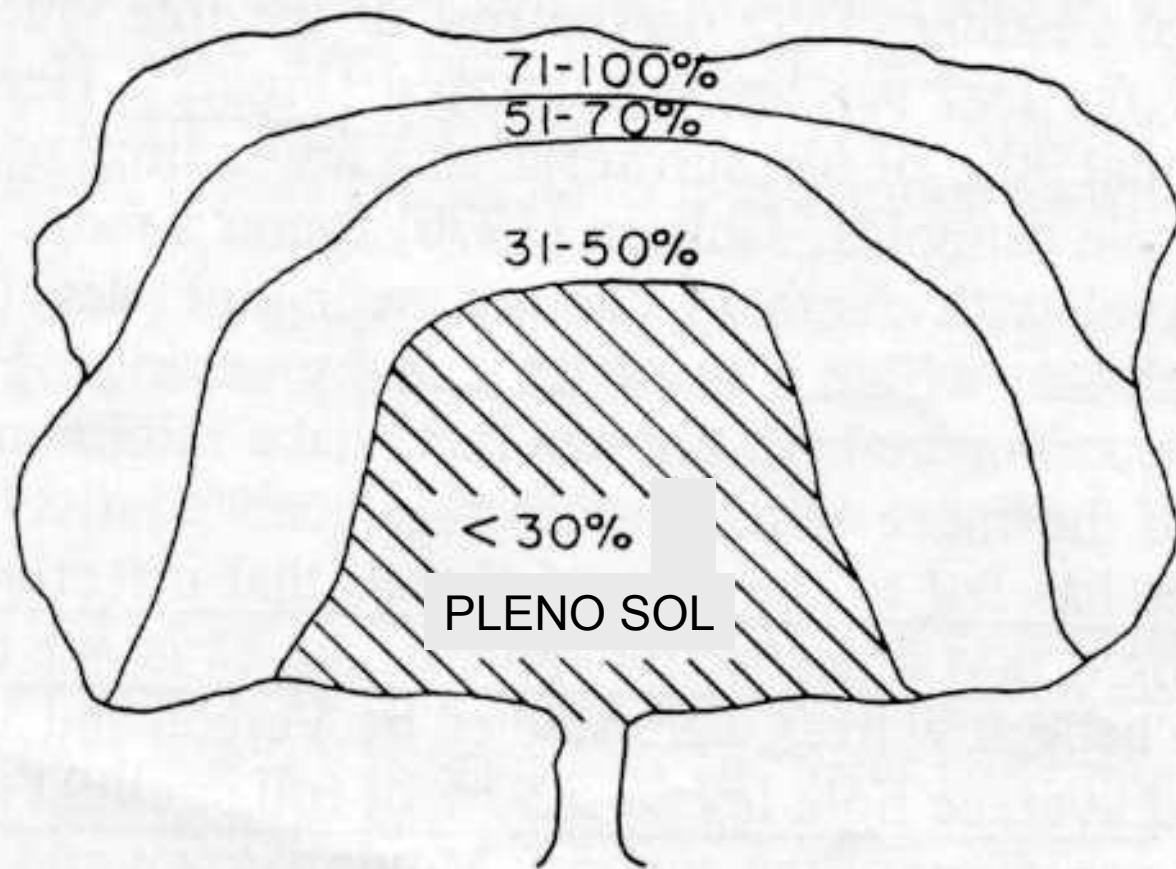
La luz estimula la síntesis de antocianinas, al activar la enzima PAL (Fenilalanina-Amionio-Liasa).

En latitudes con baja intensidad de radiación (Inglaterra), manzanas Cox no pudieron desarrollar más del 25% de color, cuando el IAF > 0.75 (!).

En Chile se ha determinado un IAF entre 2.5-4.0, dependiendo del cv y portainjerto (óptimo 3.5?).

Una mejora en la distribución de la luz en la planta puede obtenerse con el uso de láminas reflectantes.

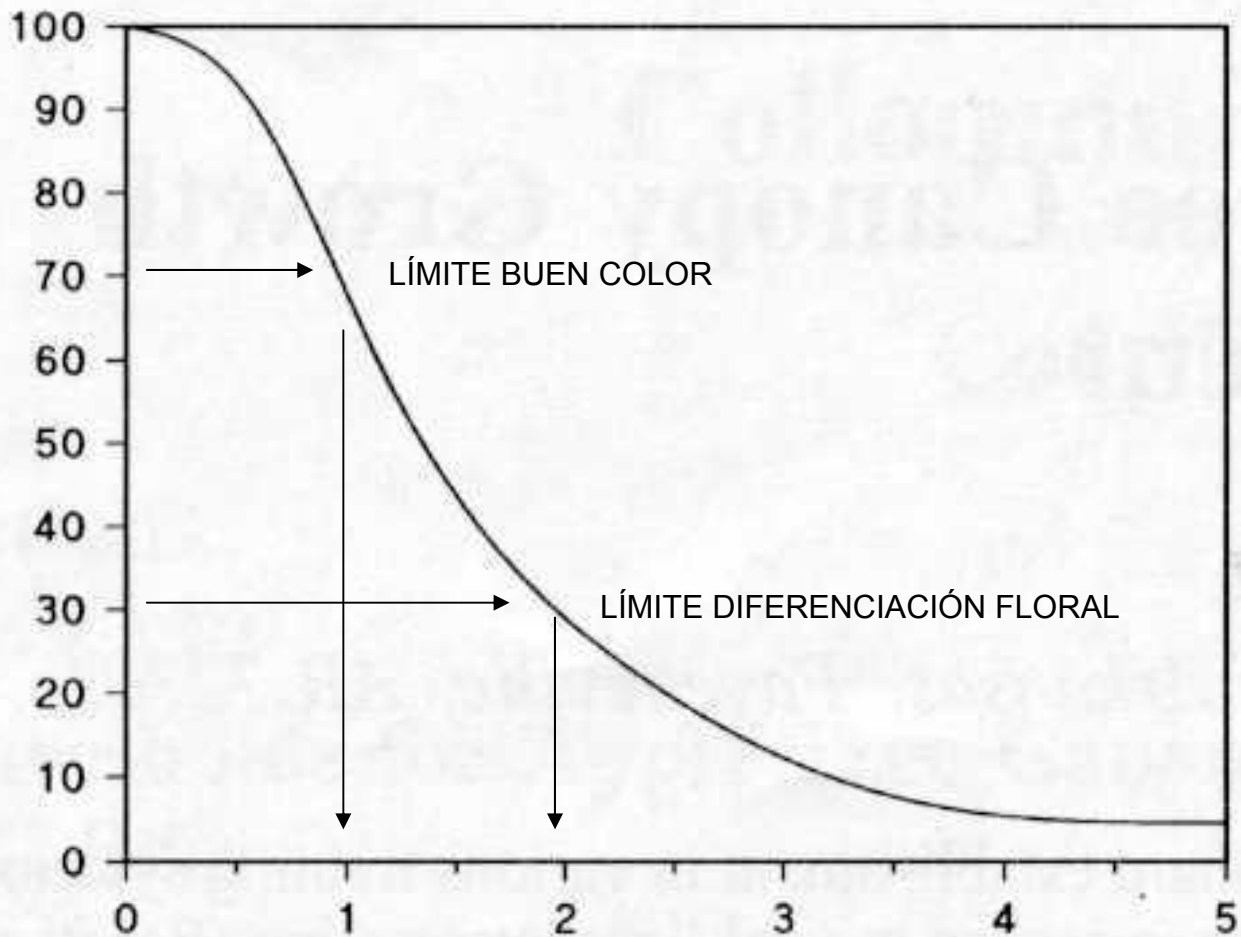
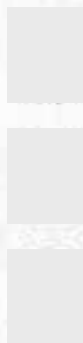






**COLOR:**  
**MAYOR EXIGENCIA DE LUZ**

% LUZ



DISTANCIA DESDE EL ÁPICE A LA BASE (m)

# DESARROLLO FOLIAR

HUERTO SAN CARLOS - VII REGIÓN - CHILE. 2000/2002

| Cultivar   | Peso Fresco (kg) |           | N° Hojas      |           | Área Foliar (m <sup>2</sup> ) |           | IAF        |           |
|------------|------------------|-----------|---------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|-----------|
|            | 2000/2001        | 2001/2002 | 2000/2001     | 2001/2002 | 2000/2001                     | 2001/2002 | 2000/2001  | 2001/2002 |
| Royal Gala | 7,6              | 5,8       | <b>12.210</b> | 11.607    | 32,7                          | 27,3      | <b>5,3</b> | 4,4       |
| Red Chief  | 6,0              | 5,7       | <b>13.740</b> | 13.155    | 21,7                          | 22,3      | <b>2,4</b> | 2,4       |
| Braeburn   | 5,4              | 5,8       | <b>13.806</b> | 17.088    | 20,6                          | 20,1      | <b>2,7</b> | 2,7       |
| Fuji       | 4,0              | 4,0       | <b>11.437</b> | 10.274    | 18,8                          | 17,8      | <b>4,0</b> | 3,7       |

Fuente: Centro de Pomáceas-Universidad de Talca









**CALIBRE:**  
**MENOR EXIGENCIA DE LUZ**

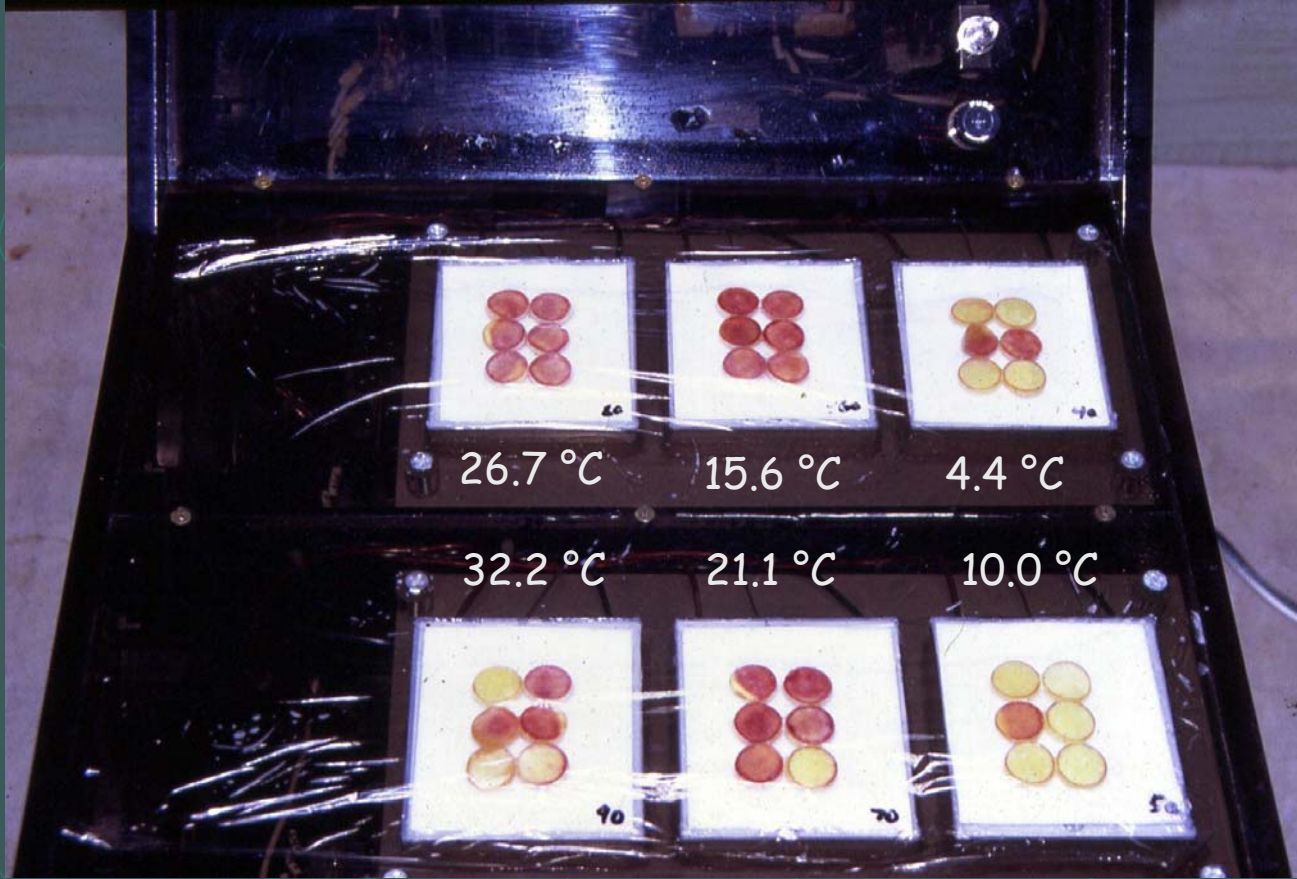
# TEMPERATURA

Para un buen desarrollo de color, la  $T^{\circ}$  de la piel de la manzana debiera mantenerse entre 20-35  $^{\circ}\text{C}$ .

Noches frías en periodos previos a la cosecha favorecerían el color. Bastarían unas pocas noches con  $T^{\circ}$  entre 2-5  $^{\circ}\text{C}$ , seguidas de días calurosos.

El uso de riego elevado es utilizado en algunas zonas calurosas de EEUU para favorecer el color.





Fuente: Dr. E. Curry-USDA

# ELEMENTOS MINERALES

Nitrógeno en exceso = disminución del color (efecto indirecto por + crecimiento vegetativo).

Existe una correlación positiva entre el contenido de clorofila y N en la piel (Granny Smith).

El Manganeso estaría relacionado con una mayor retención del color de fondo de la fruta.

El Potasio, el elemento más extraído en las cosechas, es relevante en el color: reposición anual decisiva.

El Cinc ha sido reportado en algunas situaciones como capaz de estimular el color.





MINOLTA

N = 15  
22.6

SPAD ON  
OFF

AVERAGE ALL DATA CLEAR  
DATA RECALL 1 DATA DELETE

# POTASIO

Apertura estomática: absorción de  $\text{CO}_2$

Favorece el turgor celular: elongación

Cofactor (Piruvato kinasa y almidón sintetasa)

Activa síntesis proteica

Equilibra cargas en el transporte de aniones  
( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^-$  ...)

Rápido transporte en Xilema y Floema

# MAGNESIO

Forma parte de la Clorofila

Esencial en enzimas que envuelven ATP

Quelado con nucleótidos (ATP) y ác. orgánicos

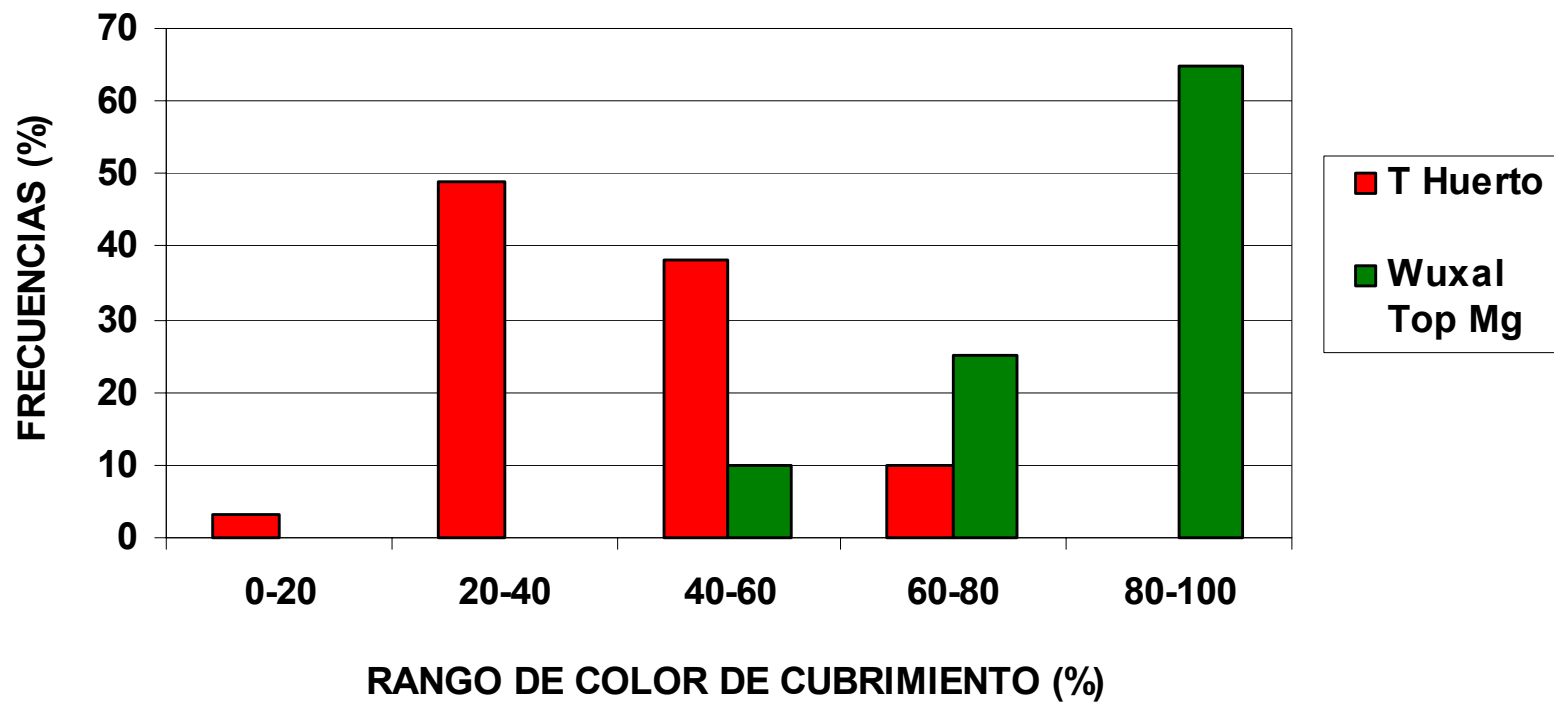
Esencial en la Rubisco (Fotosíntesis)

Síntesis de proteínas: une las partes de los ribosomas, permitiendo el enlace peptídico

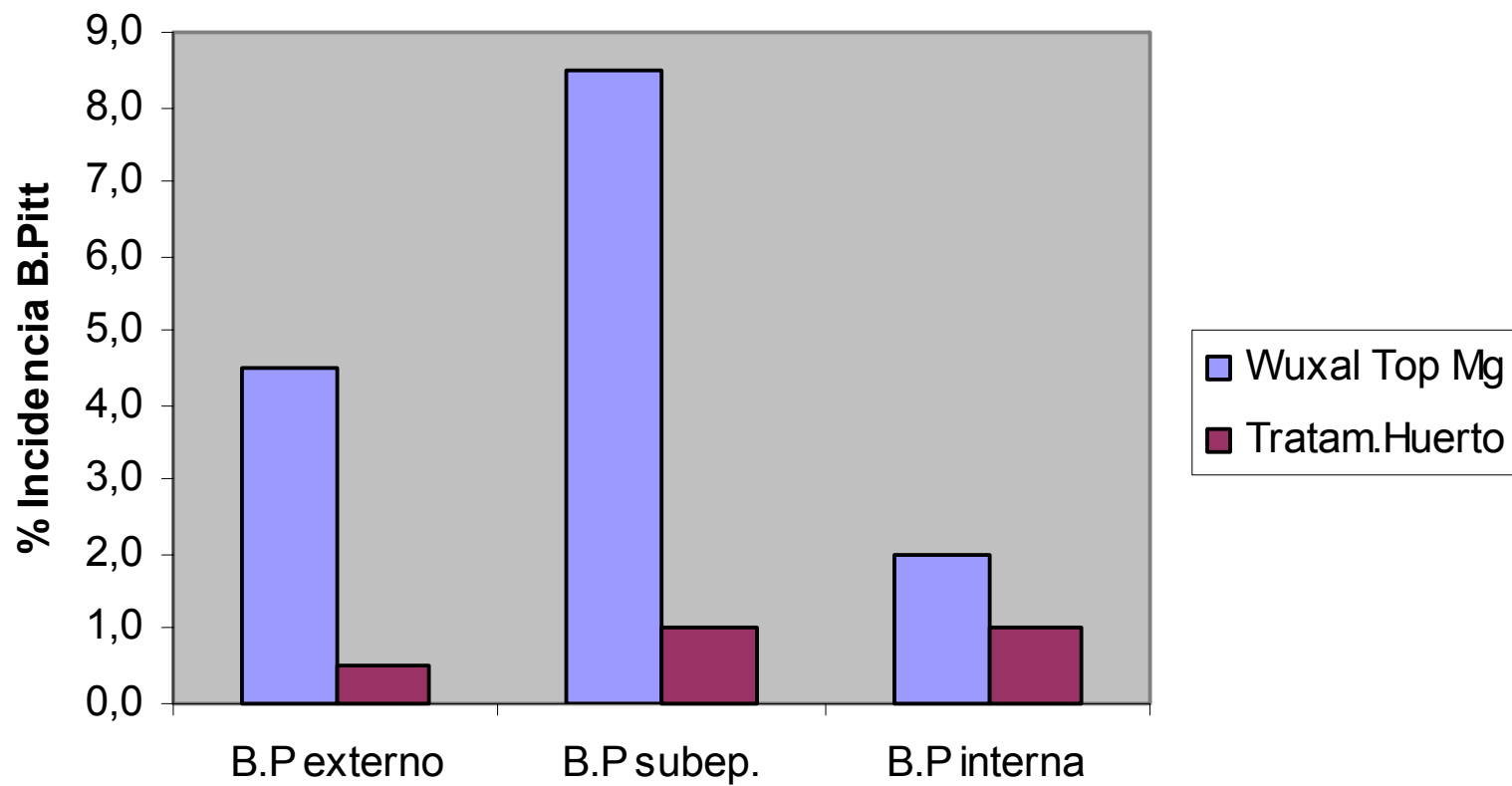




**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS, COLOR DE CUBRIMIENTO VAR.  
FUJI, HUERTO SAN CARLOS, TEMPORADA 2001-2002**







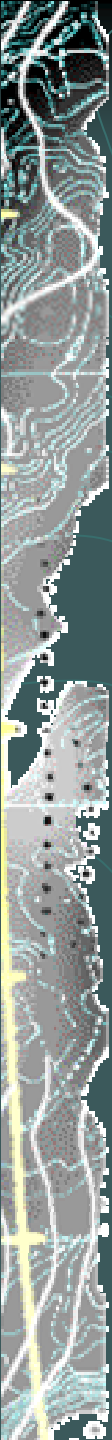
# CINC

Síntesis de auxina: dominancia apical

Enzimas de la respiración anaeróbica

Metabolismo del Nitrógeno

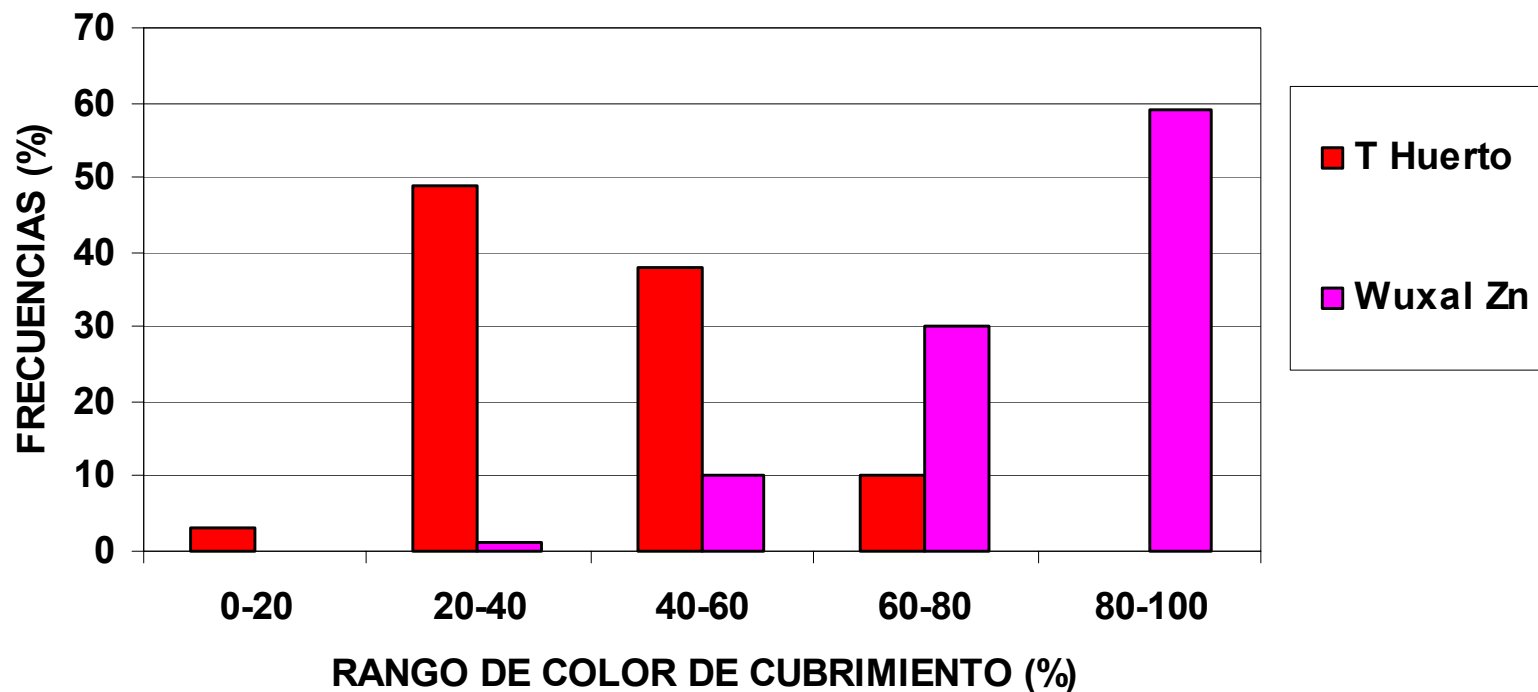
Mantiene estructura de ribosomas en la  
síntesis proteica



4 8 5002



## HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS, COLOR DE CUBRIMIENTO VAR. FUJI, HUERTO SAN CARLOS, TEMPORADA 2001-2002



| Tratamiento       | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | Mn (ppm) | Zn (ppm) | Cu (ppm) | B (ppm) |
|-------------------|-------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|---------|
| T Huerto          | 1,82  | 0,14a | 1,13a | 1,72   | 0,20   | 48,0     | 17,0a    | 6,0      | 38,2    |
| T W. Zn           | 1,80  | 0,23b | 0,86b | 1,74   | 0,19   | 47,4     | 30,6b    | 3,4      | 38,8    |
| Significancia (y) | n.s.  | **    | **    | n.s.   | n.s.   | n.s.     | **       | **       | n.s.    |

# PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN COLOR MANZANOS

**FOLIAR**

Ca →

Ca →

K / Mg →

N →

Zn →

N →

sep

oct

nov

dic

ene

feb

mar

abr

**SUELO**

N / K →

N / K →



# REGULADORES DE CRECIMIENTO

El Etileno es un promotor de la maduración de los frutos y de la abscisión de los órganos.

Esta hormona induciría mayor actividad de la PAL, provocando con ello una mayor coloración de la fruta.

El adelanto en la maduración puede ocurrir por factores externos a ésta (hongos, stress).

Hormonas juveniles (Citoquininas, BA), tienden a mantener el verdor de los órganos (BA puede inducir russet; las Giberelinas lo previenen).



ENE 16 2004





ENE 16 2004

A vertical strip on the left side of the slide shows a fragment of a topographic map with contour lines and a yellow line.

# CONSIDERACIONES FINALES

# CONSIDERACIONES FINALES

- DEBE LOGRARSE UNA EXPOSICIÓN DE TODA LA FRUTA A LA LUZ DIRECTA, AL MENOS ALGUNOS MINUTOS AL DÍA, A FIN DE OBTENER COLORACIÓN.
- ADECUADA NUTRICIÓN MINERAL, CONTROLANDO EL NIVEL DE N (EVITAR EXCESOS) Y RESTITUYENDO EL K. EL ZN PODRÍA FAVORECER EL COLOR.



# LITERATURA DE APOYO

- Faust, M. 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. John Wiley & Sons. N. York. 337.
- Ferree, D. and Warrington, I. 2003. *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Pub., UK. 660 p.
- Jackson, J.E. 2003. *Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press, UK. 488 p.
- Knee, M. 2002. *Fruit Quality and its Biological Basis*. CRC Press, UK. 279 p.
- Saure, M. 1990. External Control of Anthocyanin Formation in Apple. *Sci. Hort.* 42: 181-218.
- Schaffer, B. and Andersen, P. 1994. *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. Vol. 1. CRC Press, USA. 13-42 p.
- Wagenmakers, P.S. 1995. *Light relations in orchard systems*. Wageningen, Holland. 149 p.
- Wills, R.; Graham, D.; Lee, T. and Hall, E. 1989. *Postharvest*. New South Wales University Press, Australia. 174 p.



<http://pomaceas.otalca.cl>