



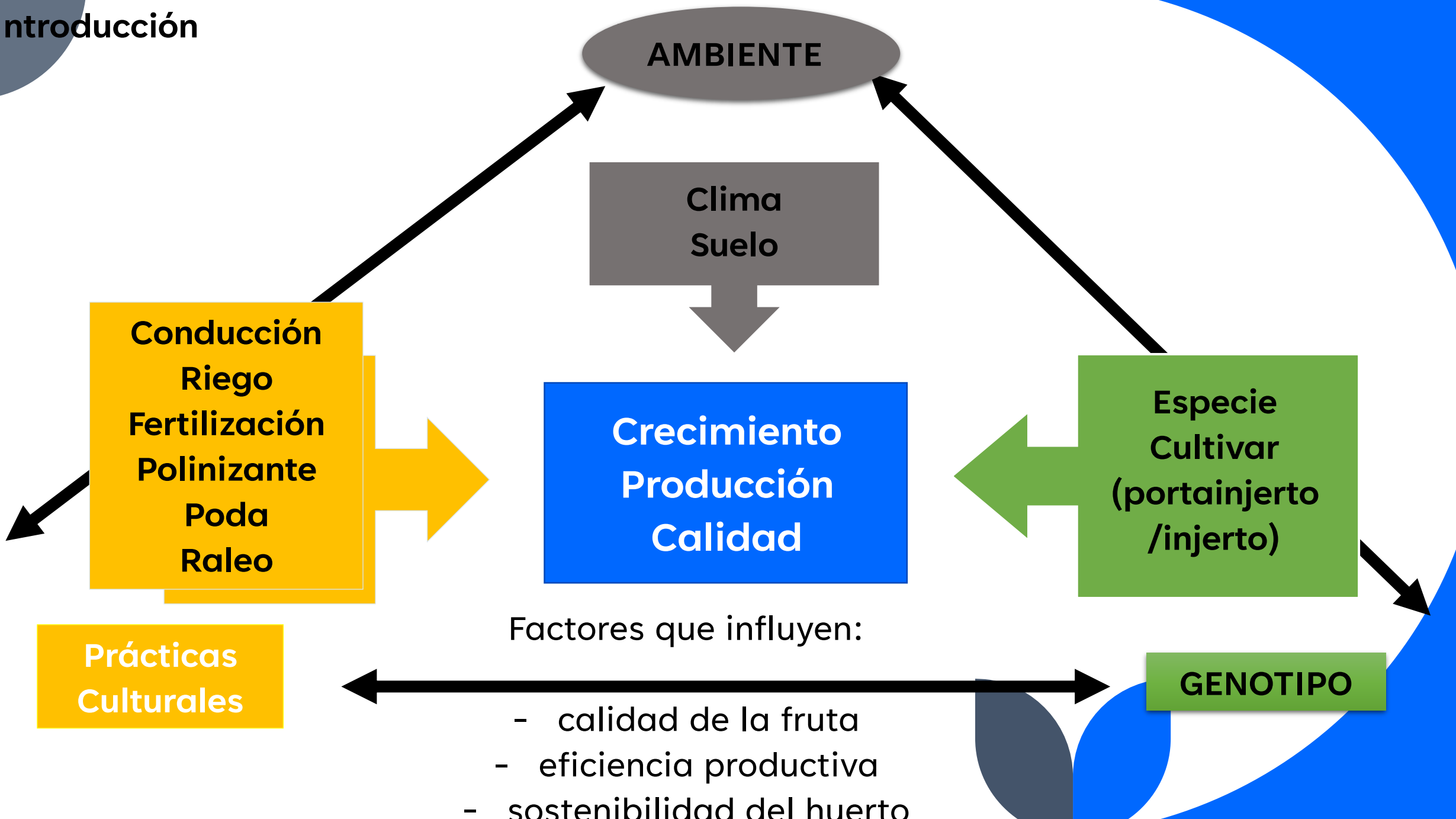
**ICA3**

Instituto de Ciencias  
Agroalimentarias,  
Animales y  
Ambientales

# Radiación interceptada y carga frutal: 'Sweet Pekeetah'



Karen Mesa Juliani  
Julio 2024



# Introducción

Prácticas culturales

Combinación Sweet Pekeetah / pi

Sistema riego, conducción, polinizante, poda, raleo

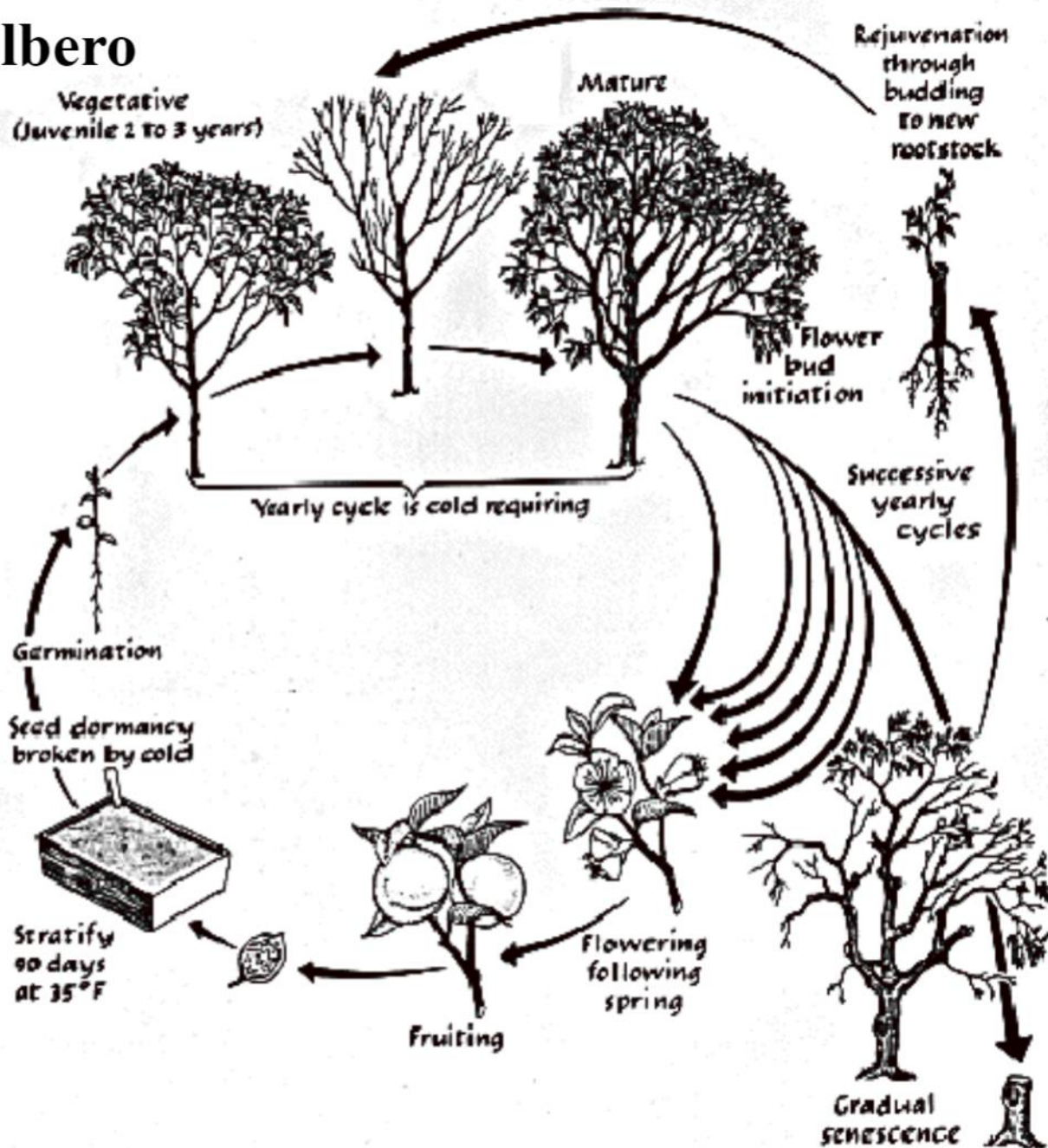
- (1) Definidas en el establecimiento del huerto
- (2) Definidas ciclo anual de manejo

Carga frutal  
Radiación interceptada

- Eficiencia productiva
- Calidad fruta



## albero

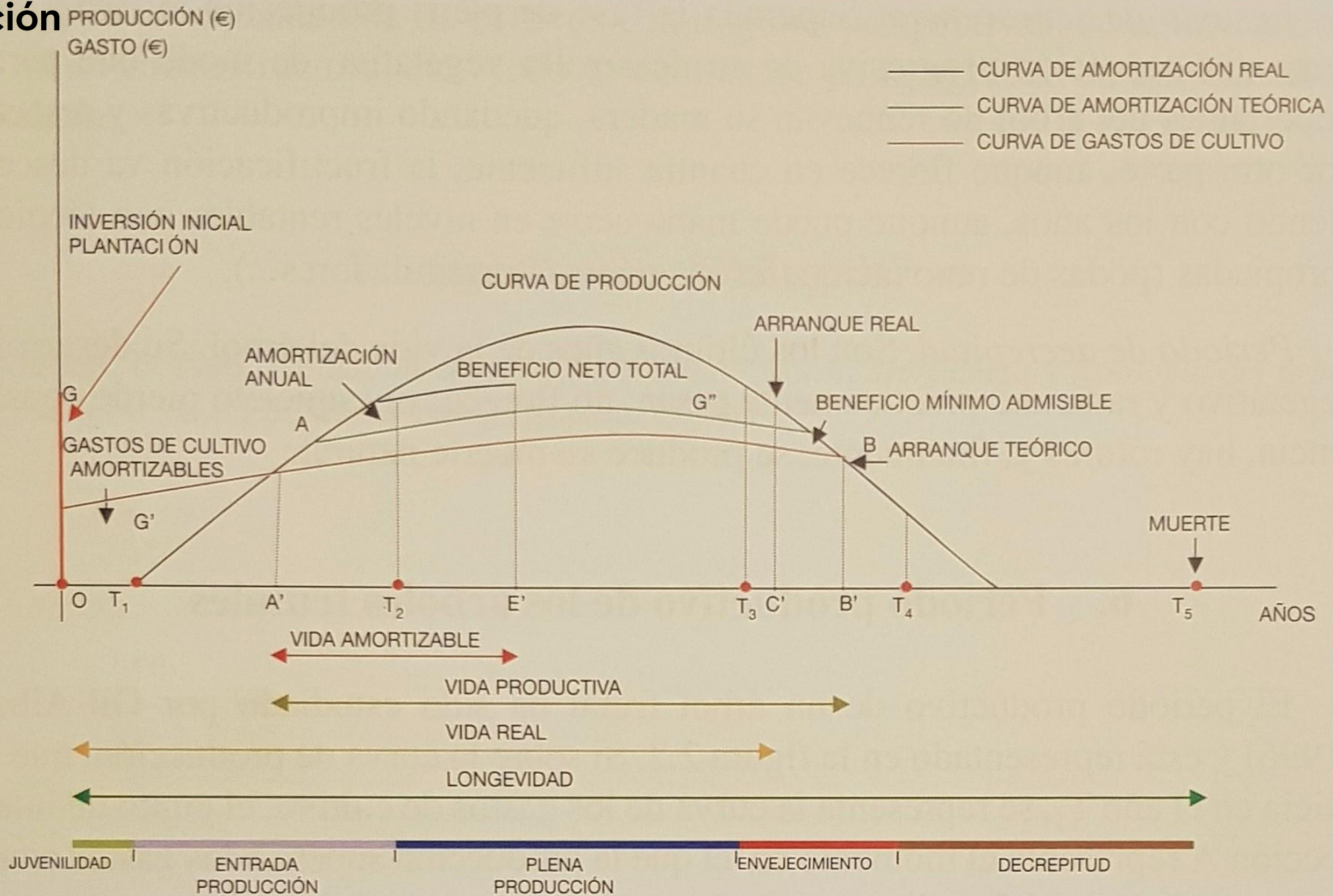


## Ciclo ontogénico

- 1.- Fase improductiva – juvenil
- 2.- Fase productiva vegetativa
- 3.- Fase productiva reproductiva – equilibrio fisiológicos
- 4.- Fase senescencia

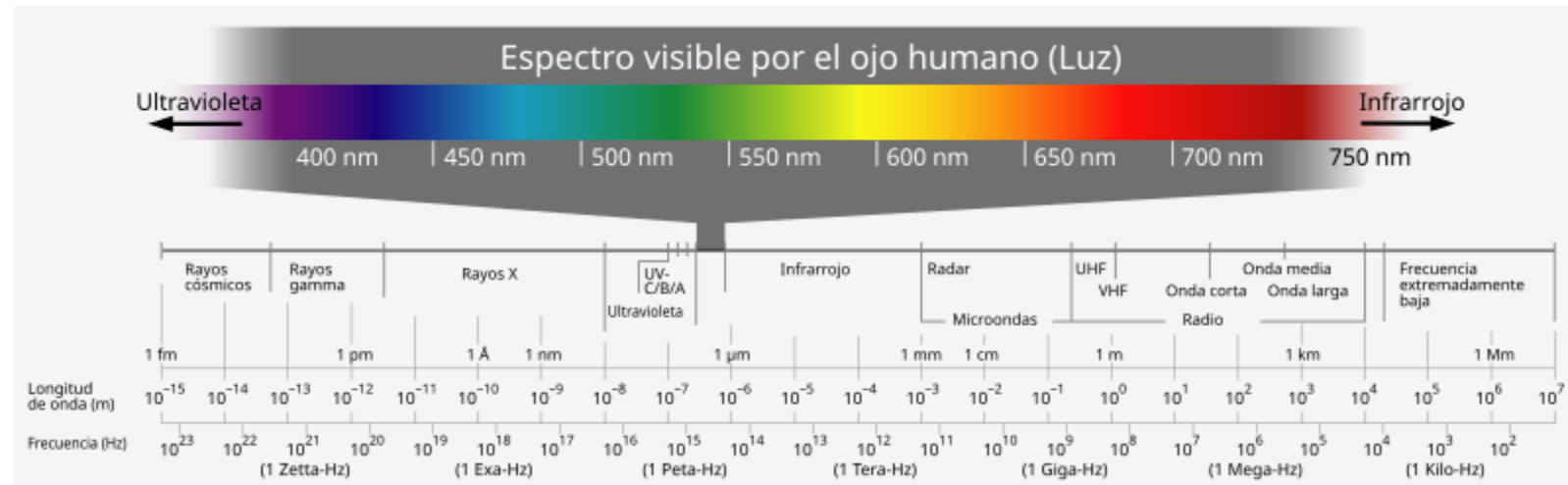


# Introducción



(Fuente: Gil-Albert, 1996)

**Radiación solar:** La radiación solar es la energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas. Comprende una gama de longitudes de onda que incluyen la luz visible, la radiación ultravioleta (UV) y la radiación infrarroja (IR).



### Luz Visible (380-750 nm):

- **Rango de Colores:** Incluye todos los colores visibles desde el violeta (380 nm) hasta el rojo (750 nm).
- **Importancia en la Fotosíntesis:** Las plantas utilizan principalmente las longitudes de onda en el rango de 400-700 nm para la fotosíntesis, conocido como radiación fotosintéticamente activa (PAR).

## Importancia de la radiación solar en las plantas:

- 1) **Fotosíntesis** (donde las plantas convierten la luz solar en energía química - fotoasimilados)
- 2) **Crecimiento y desarrollo de las plantas.** Desarrollo morfológico de las hojas y brotes; iniciación floral y cuaje

- Fotoperiodismo:** Influencia de la duración del día y la noche en la floración y otros procesos de desarrollo.
- Fotomorfogénesis:** Efectos de la calidad y cantidad de luz en la forma y estructura de las plantas.

### 3) Regulación de la Transpiración

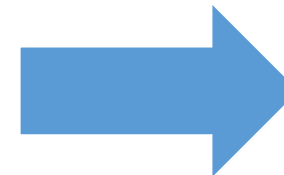
- Estomas:** Aberturas en las hojas que regulan el intercambio de gases y la pérdida de agua.
- Influencia de la Luz:** La radiación solar afecta la apertura y cierre de los estomas, controlando la transpiración y la temperatura interna de la planta (Ej. Estrés térmico).

### 4) Influencia en la Carga Frutal. Desarrollo y calidad de fruta

- Maduración de los Frutos:** La radiación solar afecta la síntesis de compuestos como azúcares y pigmentos que determinan la calidad del fruto.
- Distribución de la Luz:** En el caso del ciruelo japonés, una buena distribución de la luz dentro del dosel del árbol es crucial para una maduración uniforme y una alta calidad de los frutos.

## Importancia de la radiación solar en las plantas:

- fotosíntesis
- desarrollo morfológico de las hojas y brotes
- iniciación floral y cuaje de frutas
- desarrollo y calidad de la fruta



## Factores que limitan productividad del huerto:

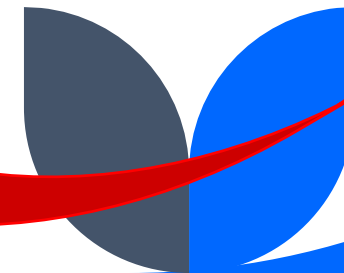
1. interceptación de luz



Producción de materia seca  
(asimilados fotosíntesis)



**Prácticas de manejo : poda de formación  
producción (“procesos manejables”)**





Radiación interceptada = cantidad de luz disponible por el follaje, y que no golpea el piso del huerto (Rom, 1991)

$f(x)$  = densidad de plantación  
tamaño y forma de la copa  
índice de área foliar

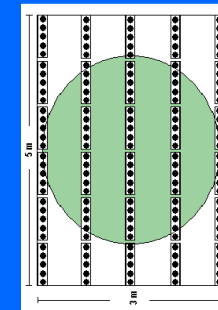
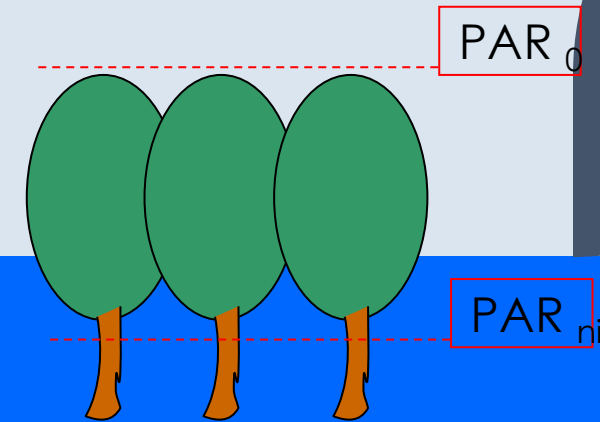
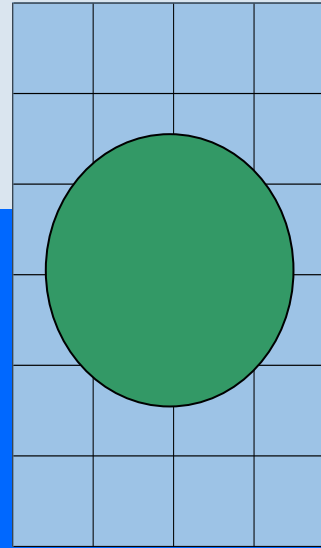
$$f = \frac{PAR_o - PAR_{ni}}{PAR_o}$$

Donde,

$f$  = fracción de la radiación interceptada.

$PAR_o$  = radiación incidente sobre el huerto.

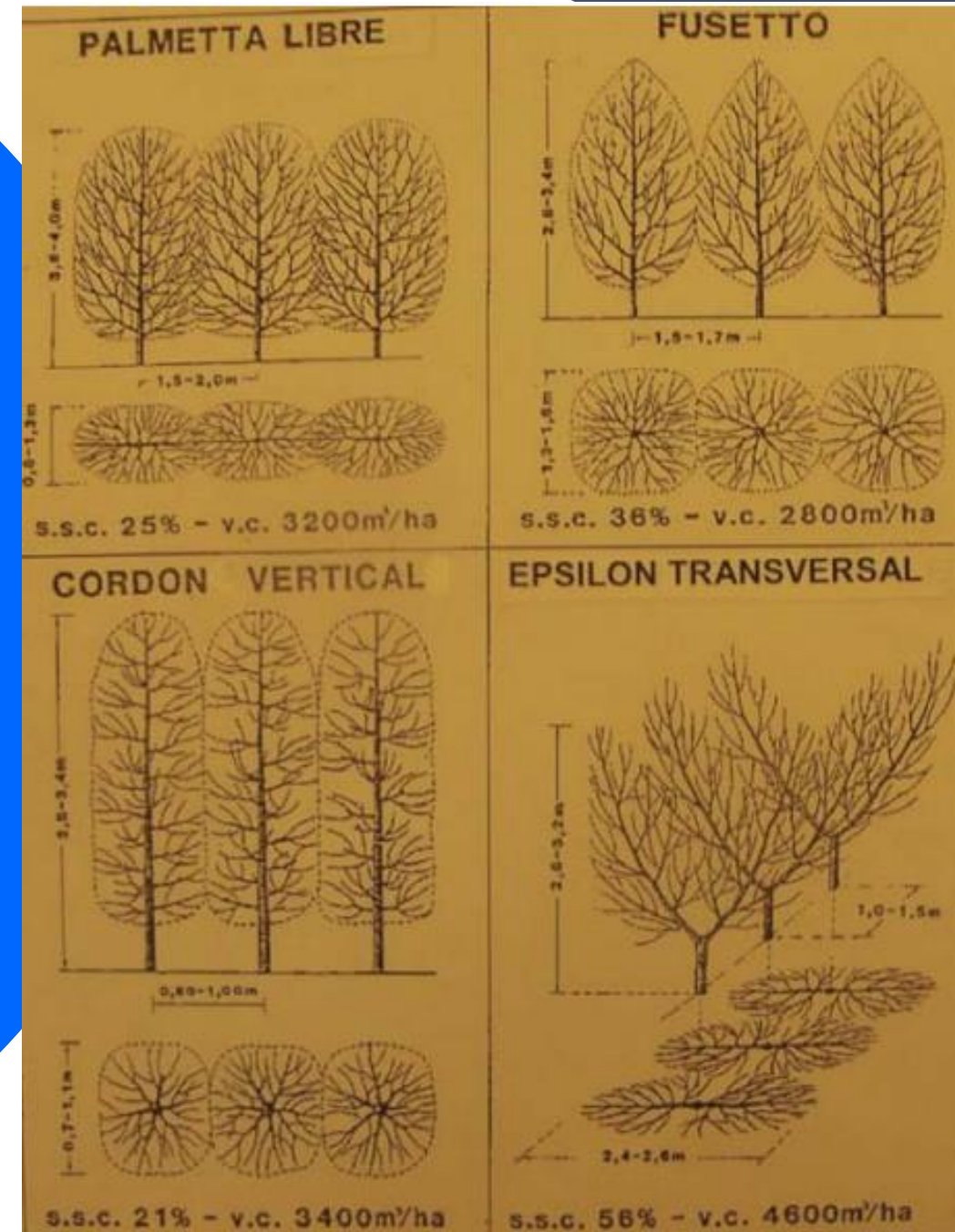
$PAR_{ni}$  = radiación que llega al suelo sin ser interceptada por el huerto

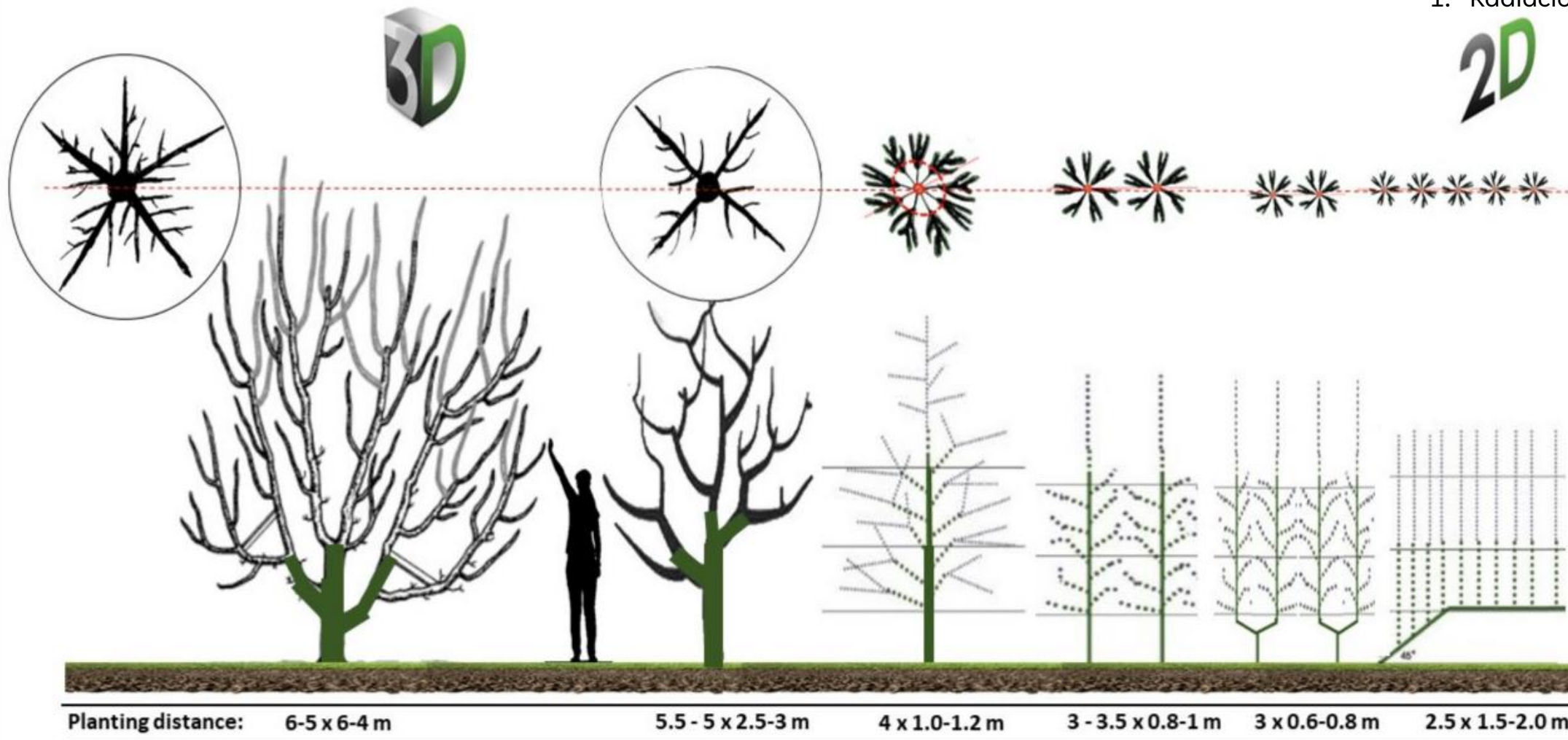


# Aprovechamiento de la Radiación Solar

Distribución de la Luz en el Dosel del Árbol: Cómo la estructura del árbol afecta la captación de luz

Forma y volumen de las copas por hectárea y distancias de plantación, sugeridas para distintos sistemas de conducción (Bellini, 1998).






Evolución de los sistemas de conducción utilizados o actualmente en uso durante las últimas décadas: desde el tradicional vaso abierto pasando por el líder central modificado, eje, bieje y multieje. La parte superior de la figura muestra la proyección en sección transversal del dosel. Iglesias, I et al., 2021. Nuevos modelos agronómicos para una producción eficiente y sostenible de ciruelo europeo y japonés. *Rev. Frutic. Espec. Ciruelo* **2021**, 70–99.

# Diseño del huerto

- Distancia de plantación:



vigor combinación injerto/portainjerto  
sistema de conducción  
altura final de los árboles

¿Qué ocurre, cuando existen errores en la densidad de plantas por hectárea?



¿Qué ocurre, cuando existen errores en la densidad de plantas por hectárea?

Dificultades  
en el manejo  
del huerto



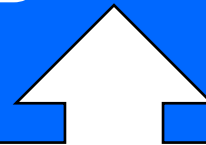
Sombreamiento  
prematureo en los  
árboles



Reduce  
tamaño y  
calidad de la  
fruta



Provoca la  
muerte de  
yemas y  
ramillas



Mayor distancia entre las hileras que la que hay entre los árboles sobre ella

Por esto, se prefiere el diseño rectangular, más que el tradicional en cuadrado, que utiliza igual distancia de los árboles en ambos sentidos

# Sistemas de conducción

## Objetivo



- Forma o estructura de la planta de acuerdo con el sistema de conducción elegido + densidad de plantación permite captar eficientemente la energía solar para asegurar la máxima producción y calidad de frutos.
- Precocidad, la estructura debe formarse en el menor tiempo posible, debiendo asegurarse, además, que el sistema facilite la ejecución de las labores culturales, como tratamientos fitosanitarios, raleo de frutos, cosecha, entre otros = **costos de producción**.
- Ventajas y desventajas, dependiendo de la situación en particular, por lo que la regla básica para la elección del sistema de conducción es su facilidad de manejo y el costo de aplicación o mantención.

# Aspectos a considerar en la elección del sistema de conducción

1. Luz

2. Clima

3. Combinación variedad/portainjerto

4. Densidad de plantación

5. Suelo

6. Mano de obra

7. Estructura versus precocidad

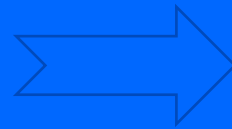
# 1. LUZ

- Sistema de conducción
- Densidad de plantación
- Tamaño de la planta /vigor

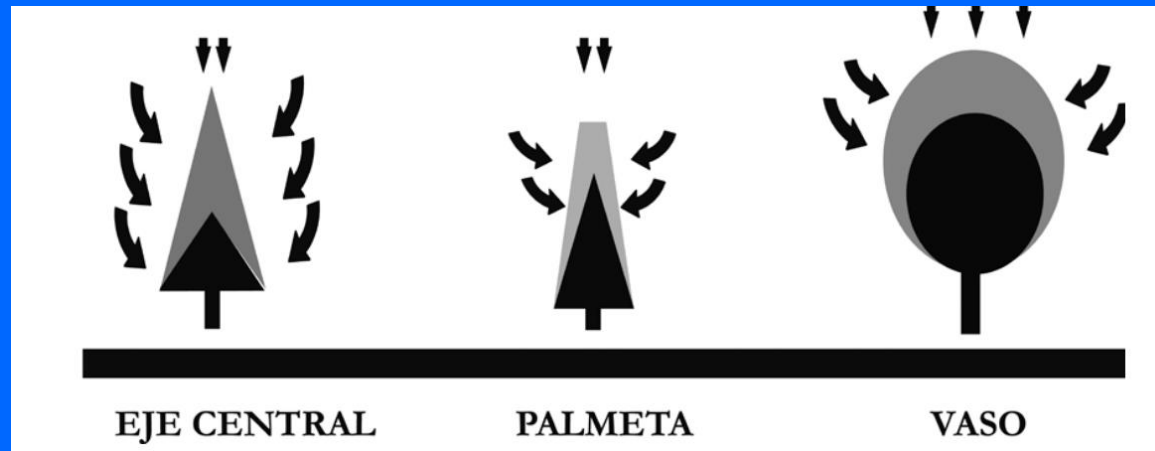
Optimizar interceptación de luz

✓ Copas continuas 100% interceptación, copas discontinuas (frutales) 70-80% interceptación

Distribución de la luz al interior de la copa

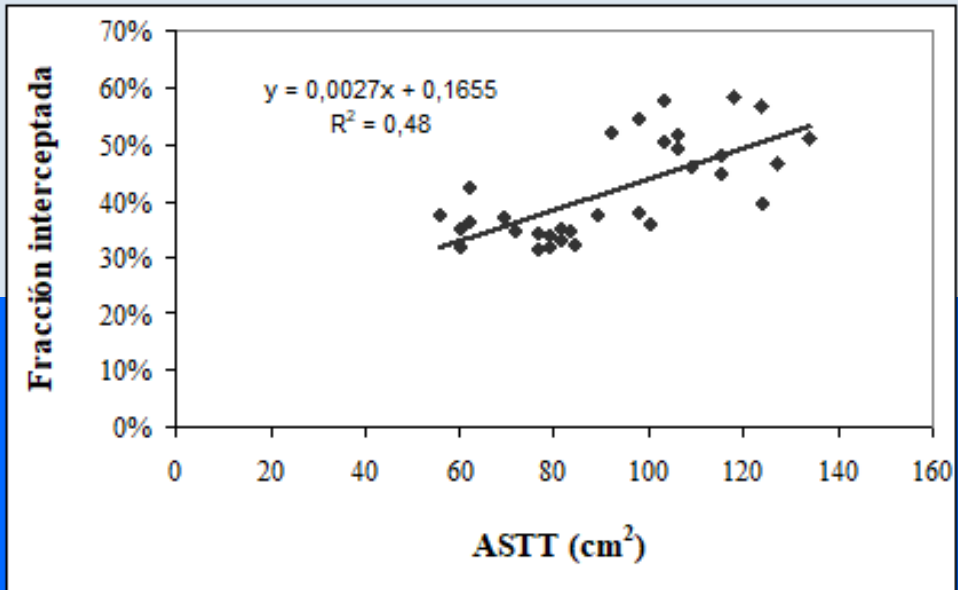


Relación superficie/volumen





# Estructura Epigea: 1.- copa o canopia



Interrogantes:

- Edad de la planta?
- Especie y variedad?
- Sistema de conducción? Formación?

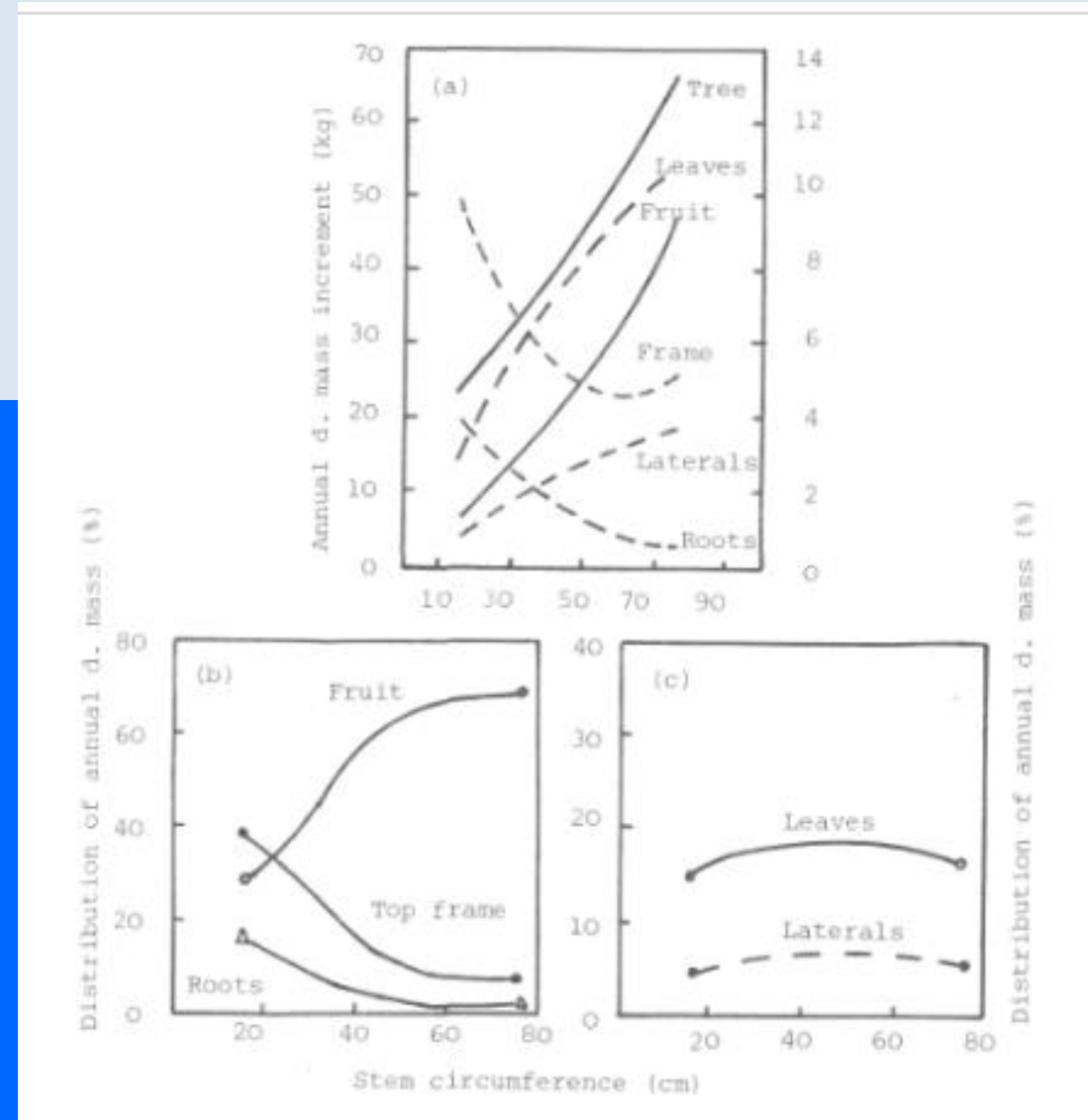
Productividad  $f(x)$  lineal por radiación interceptada

No necesariamente conduce a un alto rendimiento y calidad de la fruta



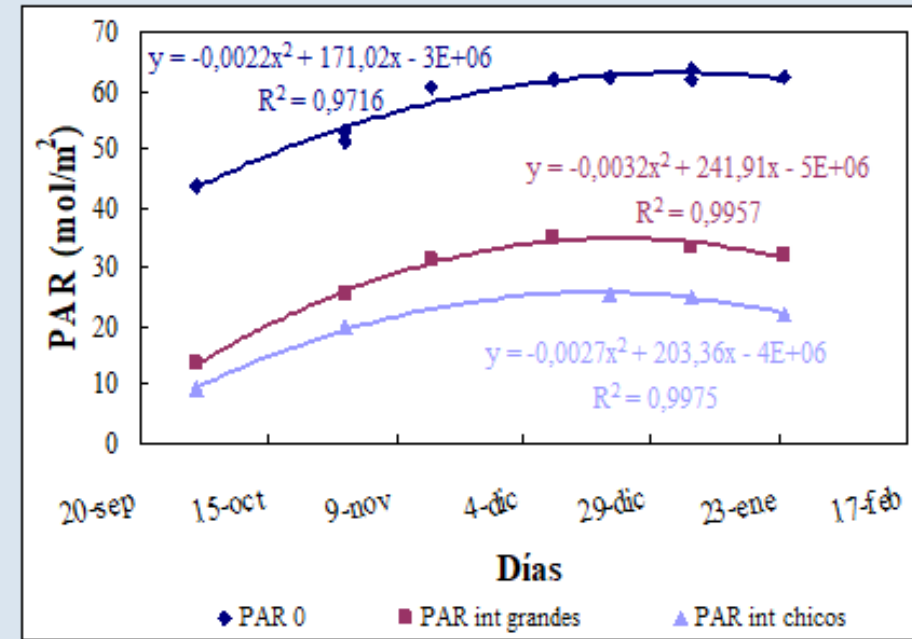
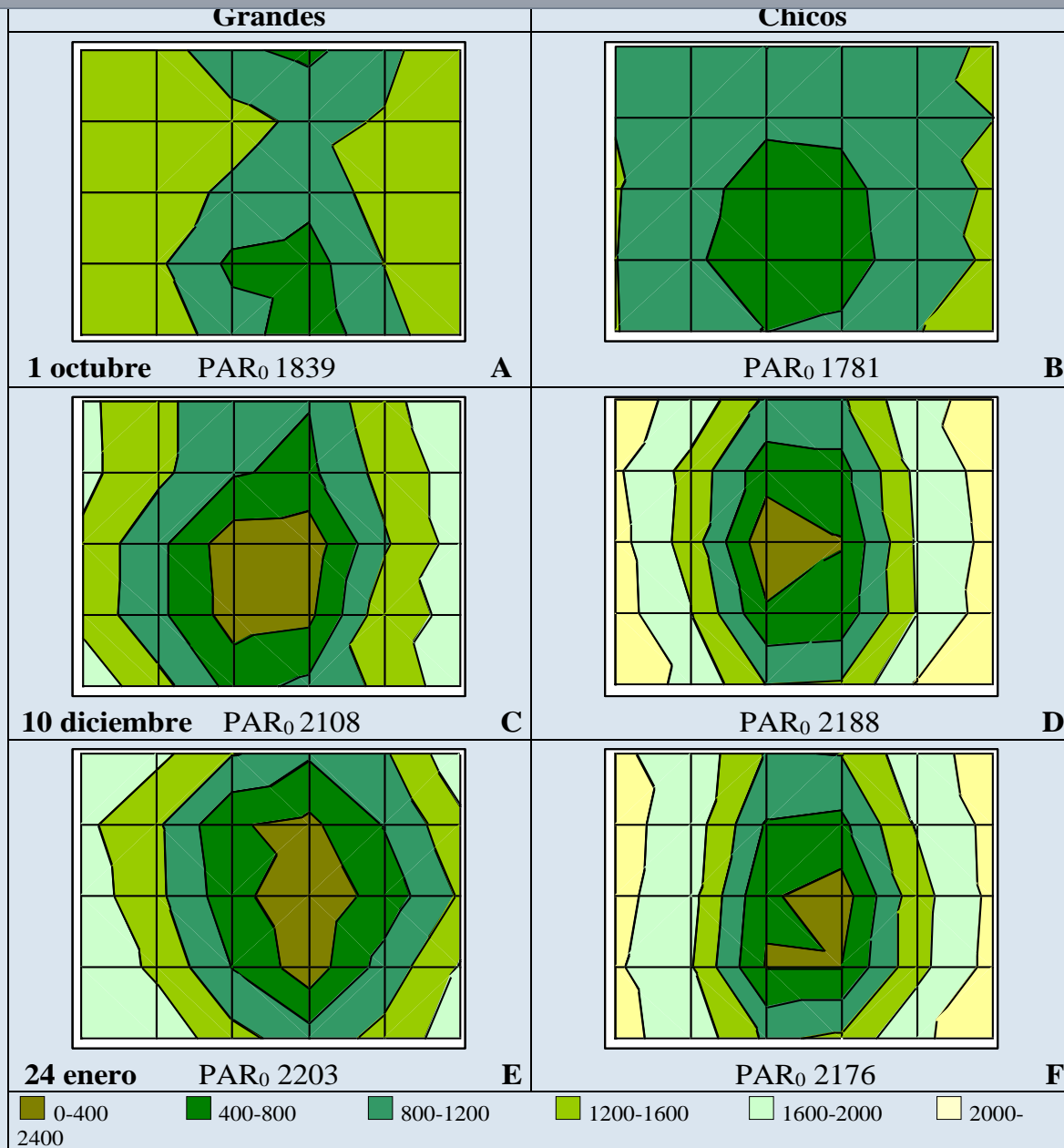
## Patrón crecimiento: raíz- hoja – fruto:

1. edad de la planta
2. estructura permanente, o temporal
3. relación fuente-sumidero
4. estado nutricional planta



Chalmers and van den Ende, 1975

# Estructura Epigea: 1.- copa o canopia



PAR interceptado para ambos tamaños de árboles y PAR<sub>0</sub> sobre el huerto, para cada fecha de medición.

# Estructura Epigea: 1.- copa o canopia

Radiación interceptada



## IAF = Índice de Área Foliar

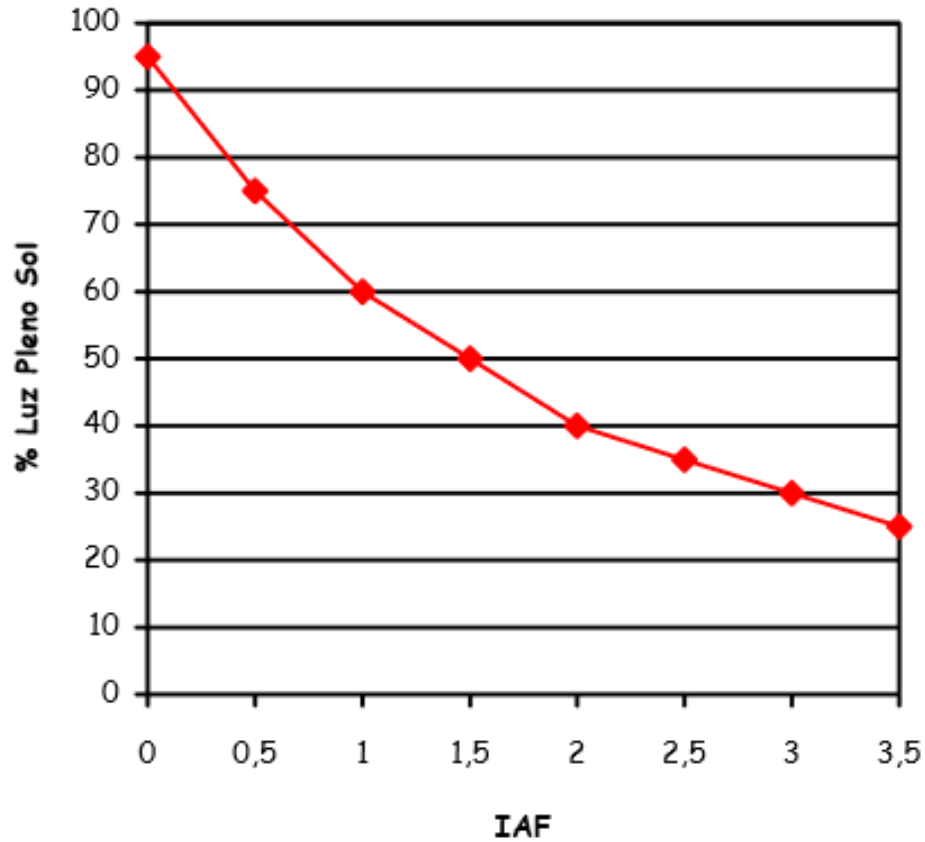
- es un importante atributo de la cubierta vegetal, ya que las hojas son el elemento dominante en la interceptación solar y en el proceso fotosintético, que determina la capacidad de la planta o del cultivo para crecer y desarrollarse (Oliveira y Santos, 1995; Wilhelm *et al.*, 2000).
- TOTAL del área de una cara del tejido fotosintético por unidad de superficie de suelo
- IAF  $f(x)$  = especie  
estado de desarrollo  
estación del año  
prácticas de manejo

Parámetro dinámico, que cambia día a día

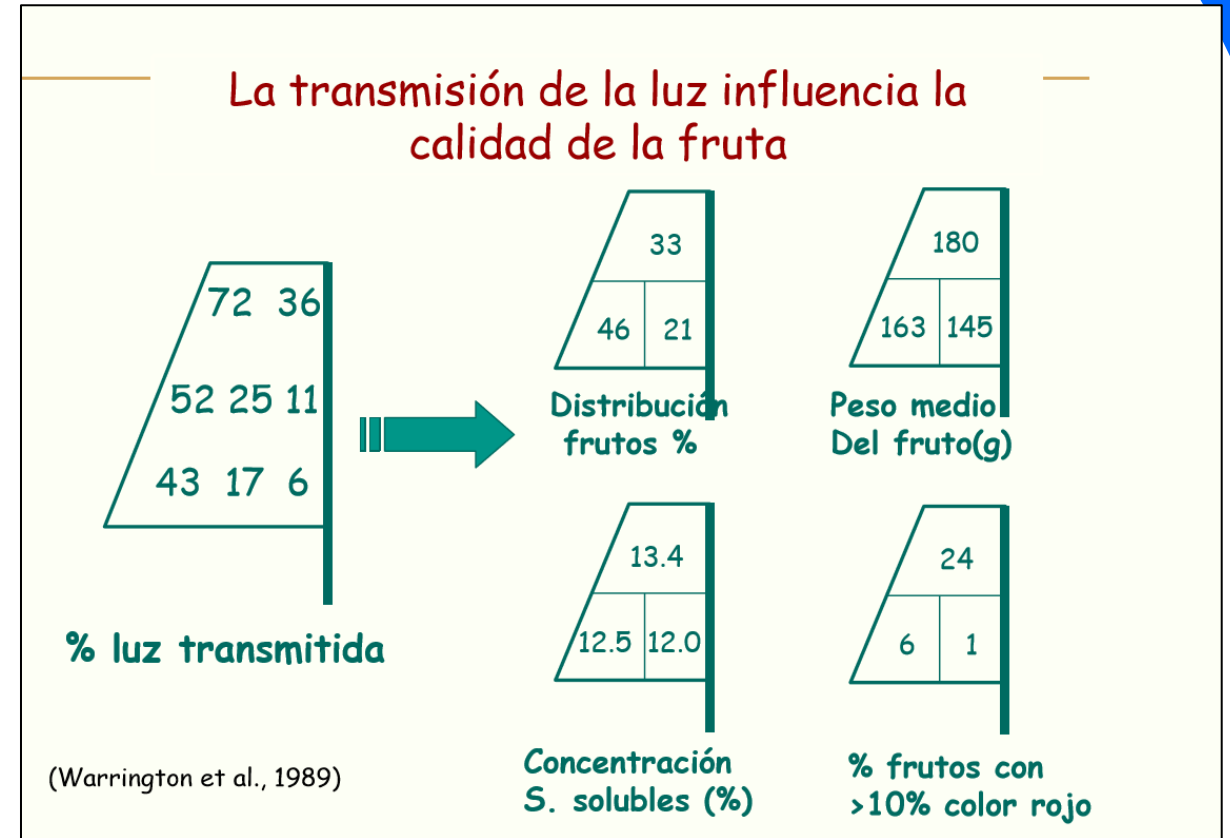


# Estructura Epigea: 1.- copa o canopia

Representación de la extinción de luz en la medida que el IAF aumenta



Yuri, J.A.; Ormazábla, J. 2002

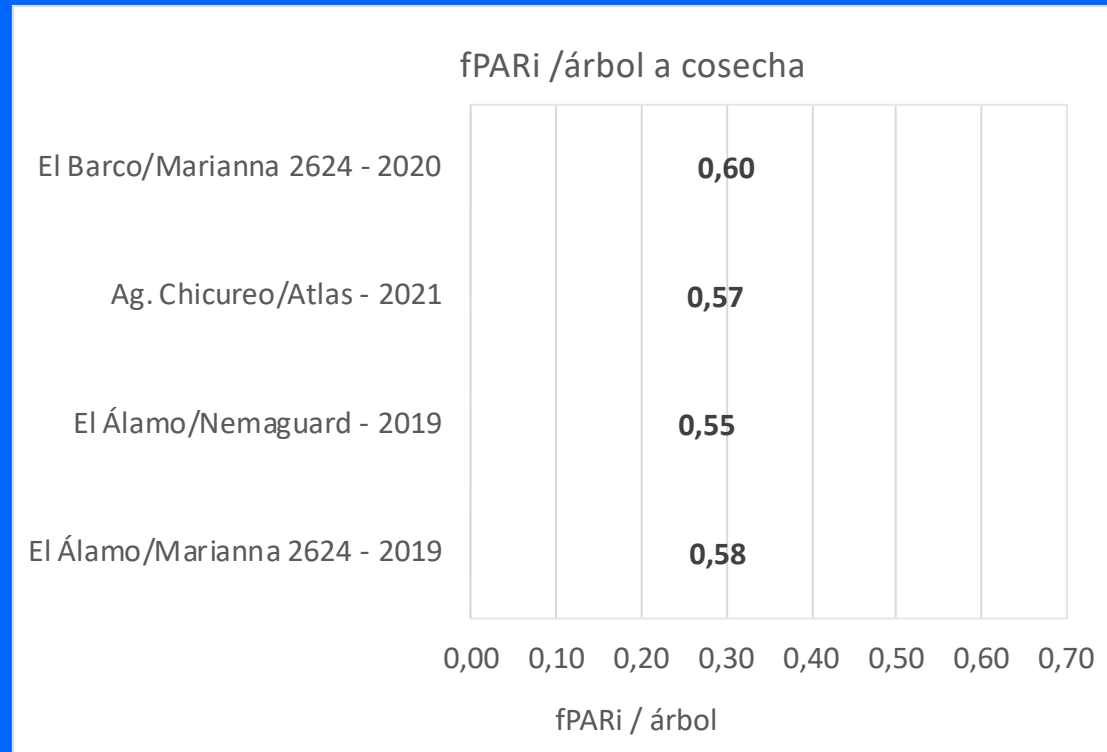


Fuente: adaptado por Frías, M. 2010

# CARACTERÍSTICAS SITIOS DE ESTUDIO: genotipo/ prácticas culturales

Empresa beneficiaria	Sup. (ha)	Año plant.	Portainjerto	Sist. Conducción	Var. polinizante/ portainjerto	Prod. (Tn/ha) 2023	Dist. Plant. (m)	Datos calidad cosecha 2023	Fecha cosecha 2023
<b>Cía. Agrícola El Alamo de Naicura Dos Ltda.</b>	5,56	2019 (4,56 ha) 2023 (1 ha)	Nemaguard Marianna 2624	Tatura Trellis (5 pisos)	Leticia/Nemaguard Leticia/Marianna 2624	30,4	2x4	16,3°Brix 6,2 -7,1 lb	14/02/23
<b>Soc. Agrícola Chicureo Ltda.</b>	5,84	2021	Atlas	Tatura Trellis (5 pisos)	Suplum 36/Nemaguard Autumn Giant/Atlas	20	2x4	15,5°Brix 6-7 lb	20/02/23
<b>Soc. Agr. El Barco Ltda</b>	2,5	2020	Marianna 2624	Eje central	Autumn Giant/Marianna 2624 D'agen//Marianna 2624	25	2x4	15°Brix 5-6,5 lb	10- 15/02/23

# FRACCIÓN DE RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA INTERCEPRADA POR ÁRBOL (fPARI) A COSECHA



Marco plantación:  
2 x 4 = 8 m<sup>2</sup>/planta

70-75% máxima interceptación  
5,6 – 6 m<sup>2</sup>

60% = 4,80 m<sup>2</sup>

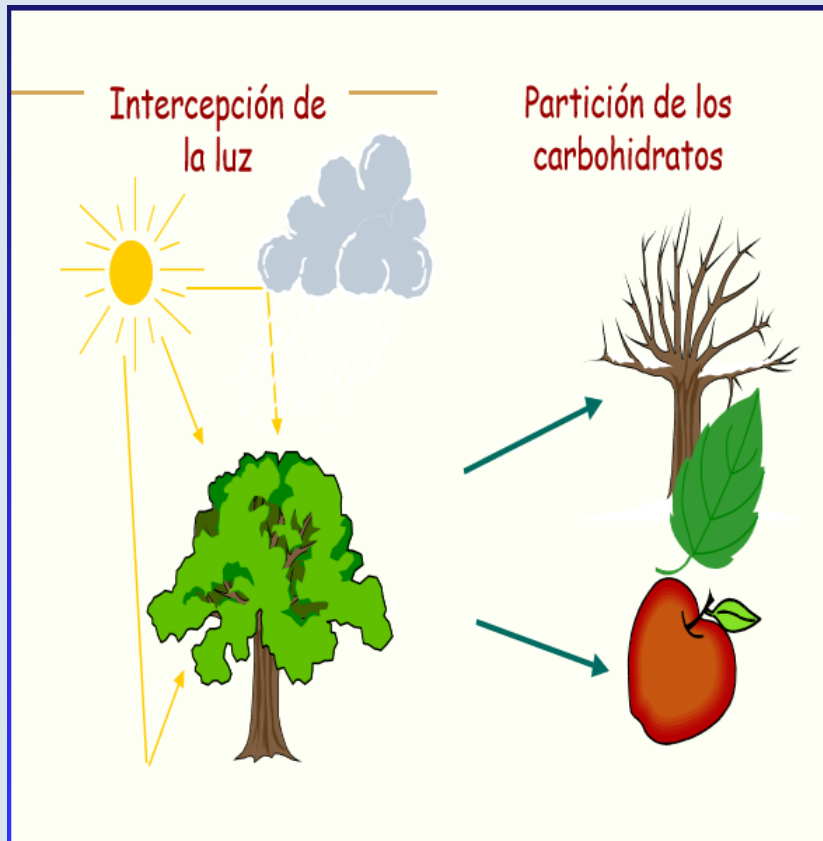
57% = 4,56 m<sup>2</sup>


55% = 4,40 m<sup>2</sup>

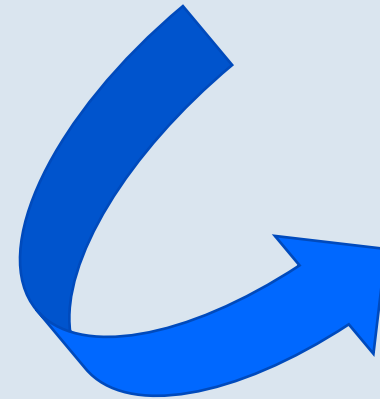
58% = 4,64 m<sup>2</sup>

# Estructura Epigea: 1.- copa o canopia

## RESUMEN, importancia de la Luz (interceptación)



Producción   $f(x)$  interceptación de luz



Kilos de fruta  
Dardos y brotes  
Hojas  
Raíces  
Reservas

# Factores que influyen sobre el tamaño de los árboles

- Portainjerto: vigorizantes > enanizantes
- Calidad del suelo
- Clima
- Latitud: debido a la inclinación de los rayos solares, mientras mayor es la latitud, mayor debe ser la distancia entre hileras o menor la altura de los árboles.



Sweet Pekeetah sobre Nemaguard plantada el 2019. El Alamo. Fotografías enero-febrero 2024



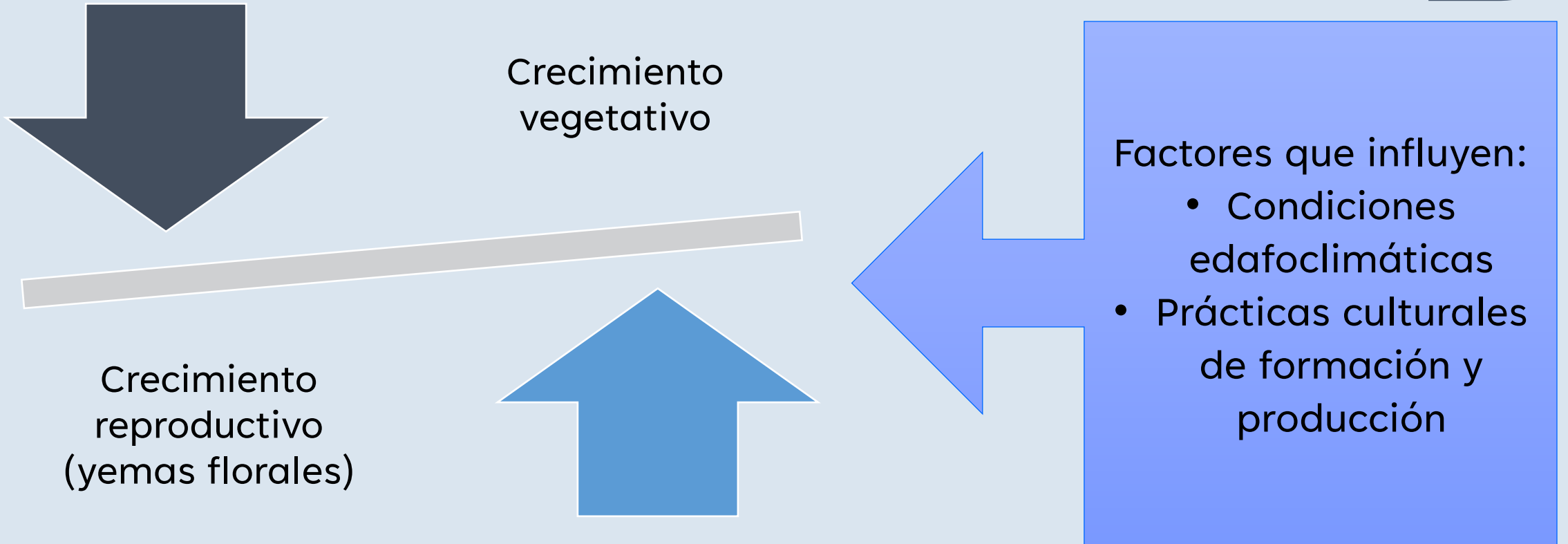
Sweet Pekeetah sobre Marianna 2624 plantada el 2019. El Alamo.



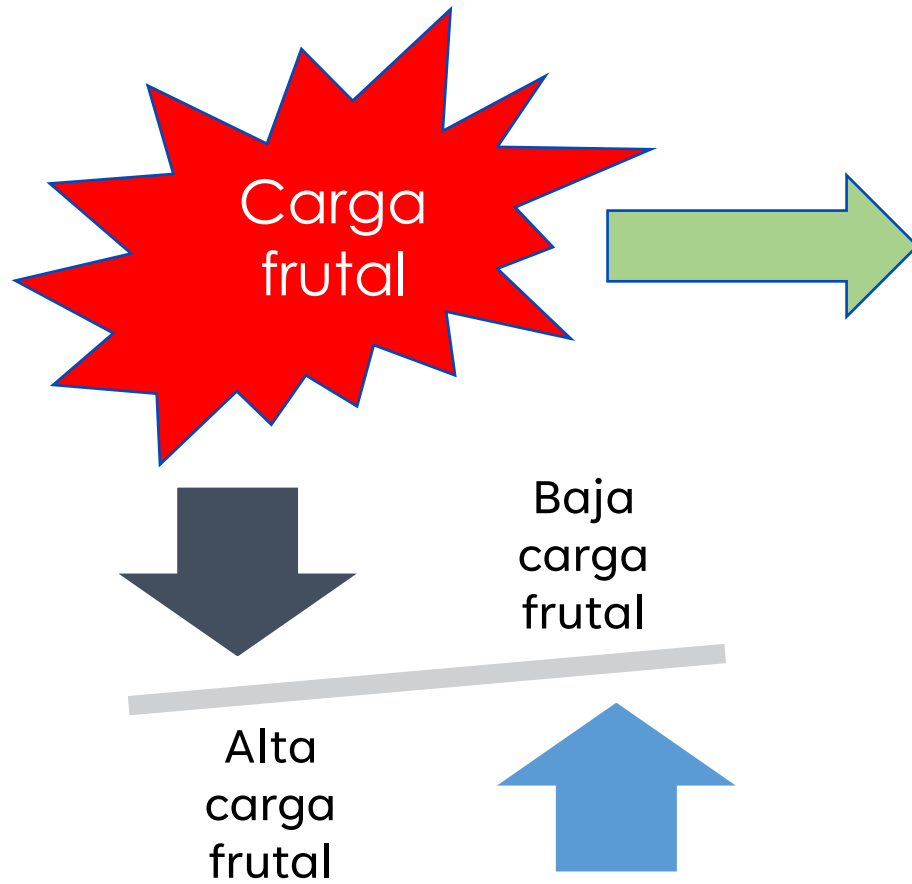
## Consideraciones generales:

- Los árboles deben ser plantados en un diseño tal que, junto a su conducción y formación, permita la máxima captación de luz y su mejor distribución dentro del follaje.
- Distancia de plantación excesiva, redundará en menores rendimientos, puesto que no se aprovecha totalmente el espacio disponible.
- Distancia de plantación insuficiente, si bien puede determinar mayores rendimientos en los primeros años, rápidamente se hará necesario incurrir en elevados gastos.

# FASE REPRODUCTIVA ADULTA

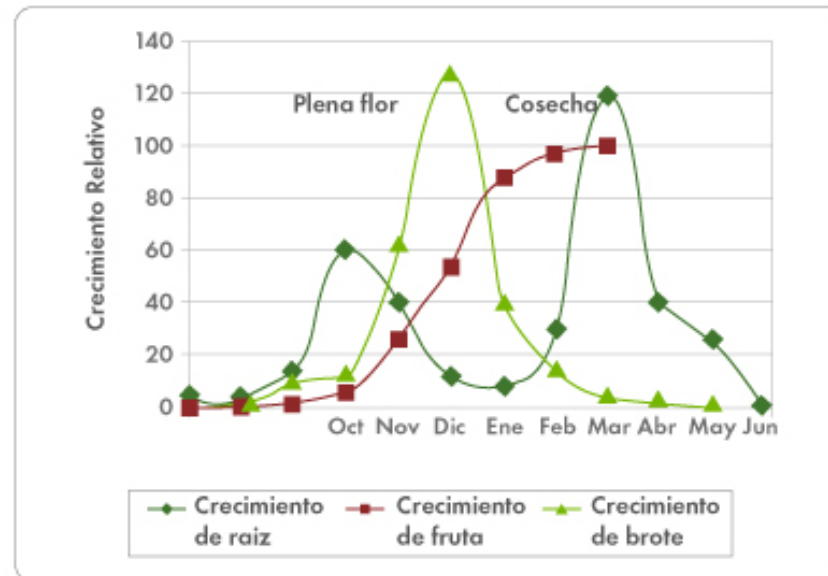


# Relación fuente/sumidero



## Crecimiento del fruto:

- por competencia entre los mismo frutos
- disponibilidad de recursos



# Estrategias para equilibrar la carga frutal y la captación de luz: poda y raleo.

- La poda es una práctica que regula la capacidad vegetativa y reproductiva de las plantas.
- Definida genéticamente por la variedad
- Influenciada fuertemente por el portainjerto
- Condiciones de clima, suelo y manejo del cultivo.



# I. Según época de aplicación

## Invierno o “seca”

- Durante el receso vegetativo, desde caída de hoja hasta antes de brotación
- Vigorizante, importante en plantas jóvenes
- Retrasa la entrada en producción (huertos baja densidad)

## Verano o “en verde”

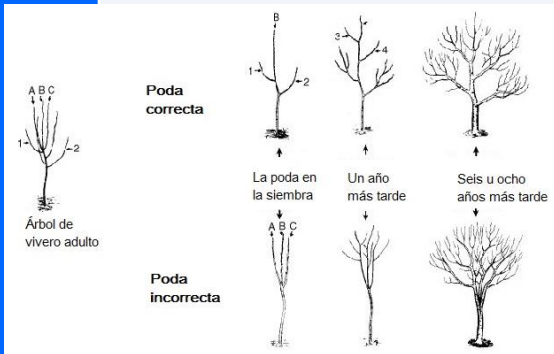
- Primavera-verano (presente hojas), desde que los brotes elongan, hasta antes de caída de hojas
- Desvigorizante
- Preferente en plantaciones alta densidad
- Despunte o “pellizco” brotes mal ubicados (eliminar competencia)

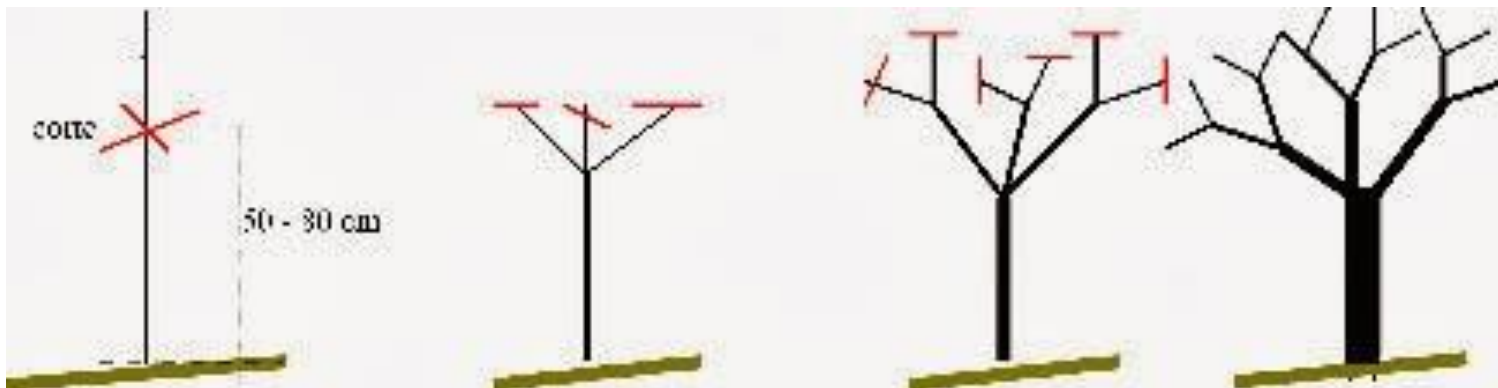




## II. Según objetivo

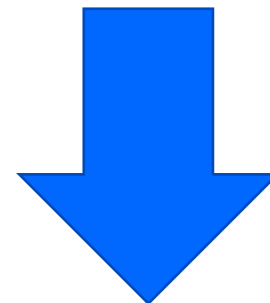
Plantación	Formación	Fructificación o producción
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regular parte aérea y radicular al momento de plantación</li> <li>Eliminación brotes anticipados, para favorecer crecimiento vigoroso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según sistema de conducción elegido, define el esqueleto o estructura de la planta</li> <li>Poda durante los primeros años, pero se puede efectuar durante la vida productiva, como medida correctiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realiza anualmente</li> <li>Regular producción, y asegurar renovación de elementos de fructificación.</li> <li>Durante los primeros años se superpone con la poda de formación</li> </ul>





### Objetivo formación:

- Decisiva en el futuro desempeño
- Tiempo necesario para armazón o esqueleto del árbol – relación carga frutal – desarrollo vegetativo
- Correcto y óptimo aprovechamiento de la luz
- Facilidad en prácticas de manejo (aplicación químicas, cosecha)



Maximizar el rendimiento del huerto  
Calidad de fruta

**Inicio formación:** - huerto  
- vivero

2 a 3 años, aunque continúa durante toda la vida útil de la planta (plena producción)



Máxima interceptación rápidamente

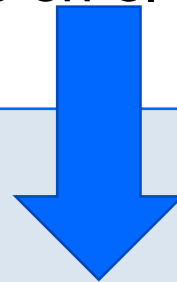
- Alta densidad de plantación / correcta densidad de plantación
- Sistemas de formación adecuados
  - Vigor inicial de las plantas

Adecuada penetración y distribución

# PODA DE PRODUCCIÓN

Se efectúa cuando la planta ya está formada, con el fin de:

- Definir la carga frutal
- Regular el equilibrio vegetativo-reproductivo (forma y estructura adecuada)
- Garantizar una armónica y racional distribución de los frutos en la planta (directa relación con el buen aprovechamiento de la luz por parte de los árboles)
- Mantener una producción constante en el tiempo (promover renovación anual de la madera)



¿cómo favorecer una mayor producción?  
¿cómo favorecer la calidad de la fruta?  
¿con que intensidad realizar la poda?



***En materia de poda es imposible establecer pautas rígidas y uniformes, pues el tipo y la cantidad de madera que es necesario remover depende de cada caso en particular y son demasiadas las variables involucradas en el proceso. Antes de iniciar la poda de producción, es necesario reafirmar conceptos y responder a interrogantes clave, de las cuáles dependerá el éxito de la labor:***

### **¿Por qué es necesario podar?**

- Para desarrollar una estructura fuerte, capaz de soportar alta carga frutal.
- Para mantener el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y productivo y asegurar altos rendimientos y calidad de fruta.
- Para mantener (“contener”) la altura y ancho de la copa.
- Para mantener una copa abierta, con adecuada iluminación, mejorar el cubrimiento de las aplicaciones y facilitar la ejecución de las labores, como la cosecha.
- Para remover ramas quebradas o “enfermas”.
- Para mantener la madera fructífera en toda la copa del árbol.
- Para modificar la carga frutal antes de la floración, y reducir la fruta que debe ser removida en el raleo manual.



# Efectos fisiológicos de la poda

El crecimiento vegetativo y la fructificación están inversamente relacionados, siendo antagónicos y competitivos.

## 1. Crecimiento vegetativo

- La poda estimula el vigor de la planta en el punto de corte.
- A mayor intensidad en la **poda de rebaje**, más fuerte la respuesta en crecimiento vegetativo, menor número de brotes de mayor longitud, que van en detrimento del crecimiento reproductivo (disminución del número de yemas frutales, mayor caída de frutos).
- Por el contrario, en el caso de los **cortes de raleo**, el vigor se diluye en el resto de la rama o árbol.
- De la misma manera, una función importante de los cortes de raleo es eliminar ramas vigorosas e improductivas, mejorando la iluminación en el interior del árbol.



## 2. Fructificación

- La poda tiende a retrasar la entrada en producción, por el efecto que tiene en la estimulación del vigor. En plantas jóvenes, en formación, la poda intensa -sobre todo de rebaje- retrasa marcadamente la entrada en fructificación.
- Por ello se recomienda disminuir o minimizar los cortes de rebaje, reemplazando los mismos por raleo de ramas, con el fin de poner rápidamente el cultivo en producción.
- En general, se puede decir que el desafío de la poda es *inducir suficiente crecimiento vegetativo, para asegurar un área foliar bien iluminada, de alta eficiencia, que no compita con la fructificación.*



# Cosecha temporada 2024

Huerto/portainjerto – año plantación	Producción (kg/árbol)	Carga frutal (fr/árbol)	Tamaño frutos (g/fruto)	Calibre equivalente
EL ALAMO/MARIANNA 2624 - 2019	26,9 ± 3,6	146 ± 12	184,2 ± 9,5	GRANDE
EL ALAMO/NEMAGUARD -2019	27,7 ± 7,0	185 ± 56	150,9 ± 7,3	MEDIANO
AG. CHICUREO/ATLAS - 2021	52,8 ± 3,6	519 ± 35	101,8 ± 5,4	PRECALIBRE
EL BARCO/MARIANNA 2624 - 2020	22,5 ± 3,5	221 ± 39	102,0 ± 1,7	PRECALIBRE



Peso de fruto (g)	Categoría calibre				
	PC	CHICO	MEDIANO	GRANDE	SC
	<111	≥111 y <130	≥130 y <152	≥152 y <207	≥ 207

# DISTRIBUCIÓN DE CALIBRES

## Categoría calibre

Peso de fruto  
(g)

PC

CHICO

MEDIANO

GRANDE

SC

<111

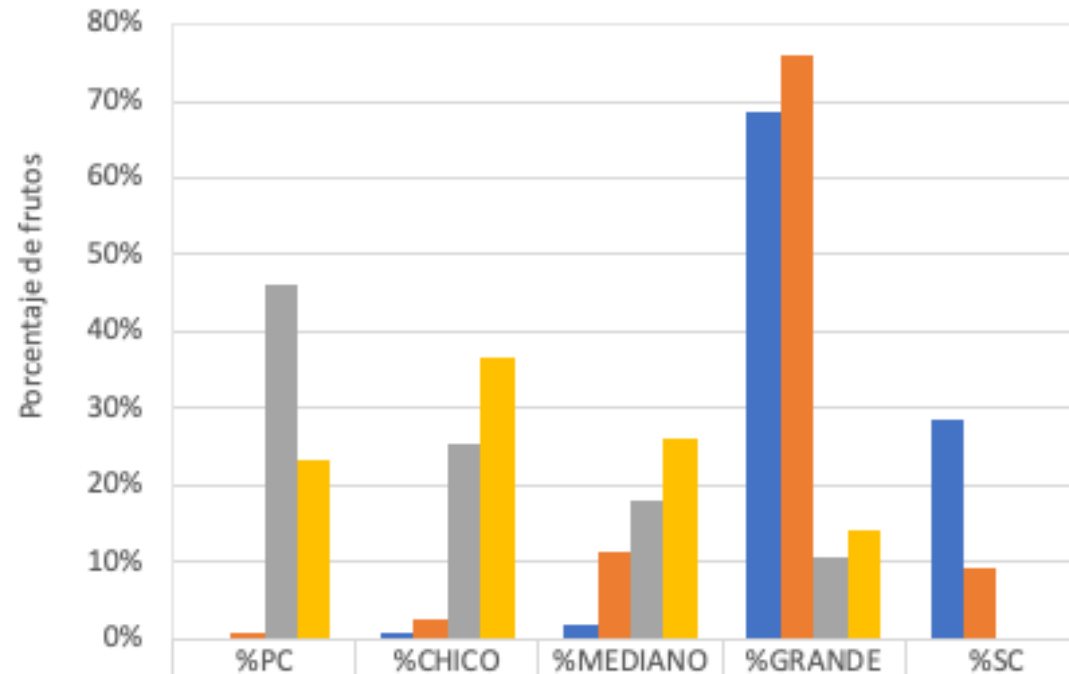
≥111 y <130

≥130 y <152

≥152 y <207

≥ 207

DISTRIBUCIÓN CALIBRES



	%PC	%CHICO	%MEDIANO	%GRANDE	%SC
■ El Álamo/Marianna 2624	0%	1%	2%	69%	29%
■ El Álamo/Nemaguard	1%	3%	11%	76%	9%
■ Ag. Chicureo/Atlas	46%	25%	18%	11%	0%
■ El Barco/Marianna 2624	23%	37%	26%	14%	0%

# Estimación de la producción (kg/m<sup>2</sup> interceptado) en función de la cobertura del huerto y el peso medio de fruto

		Productividad (kg/m <sup>2</sup> interceptado*ha <sup>-1</sup> )			
Peso medio fruto (g)	kg /PARm <sup>2</sup>	% Cubrimiento			
		50%	60%	70%	80%
92.8	5.3	26274	31529	36784	42039
94.3	5.3	26297	31556	36816	42075
103.4	5.1	25457	30548	35640	40731
132.2	7.2	36016	43219	50422	57626
136.6	6.8	34243	41092	47940	54789
138.4	7.3	36625	43950	51276	58601
144.3	7.8	39208	47049	<del>54891</del>	62732
146.5	7.9	39660	47592	55524	63456
148.8	7.6	37809	45370	52932	60494
162.4	8.2	41059	49270	57482	65694
173.1	8.6	42789	51347	59905	68463



## CONCLUSIONES

- Los niveles de carga frutal afectan la productividad y tamaño medio de fruto.
- La poda y otras prácticas de manejo se hacen manualmente, y son determinantes en los costos de producción, y deben disminuirse para aumentar las utilidades.
- Esta disminución depende principalmente de la forma de conducción del huerto, pues plantas altas aumentan los costos de poda, raleo, deshojado y cosecha, por el mayor tiempo requerido para efectuar estos manejos.
- Así, esto debe ser abordado desde la implementación del huerto, escogiendo un sistema de conducción que garantice alta cobertura de vegetación, pero que requiera el mínimo de mano de obra, factor más incidente en los costos de manejo del huerto
- 
- La poda es una práctica artificial, que interfiere, o modifica, si se quiere, el crecimiento y producción natural de los árboles. En este sentido, es beneficiosa cuando se utiliza bien, pero puede causar perjuicios, a veces irreparables, si se efectúa erróneamente

**Gracias**