



Trabajando para
todos los peruanos

Manejo del Cultivo de Palto (*Persea americana*) en Valles Interandinos del Perú

Ayacucho-Perú

2017

JUAN IGNACIO TINEO CANCHARI

Especialista en Frutales de Valles Interandinos
INIA-Perú

Ubicación de los valles interandinos del Perú

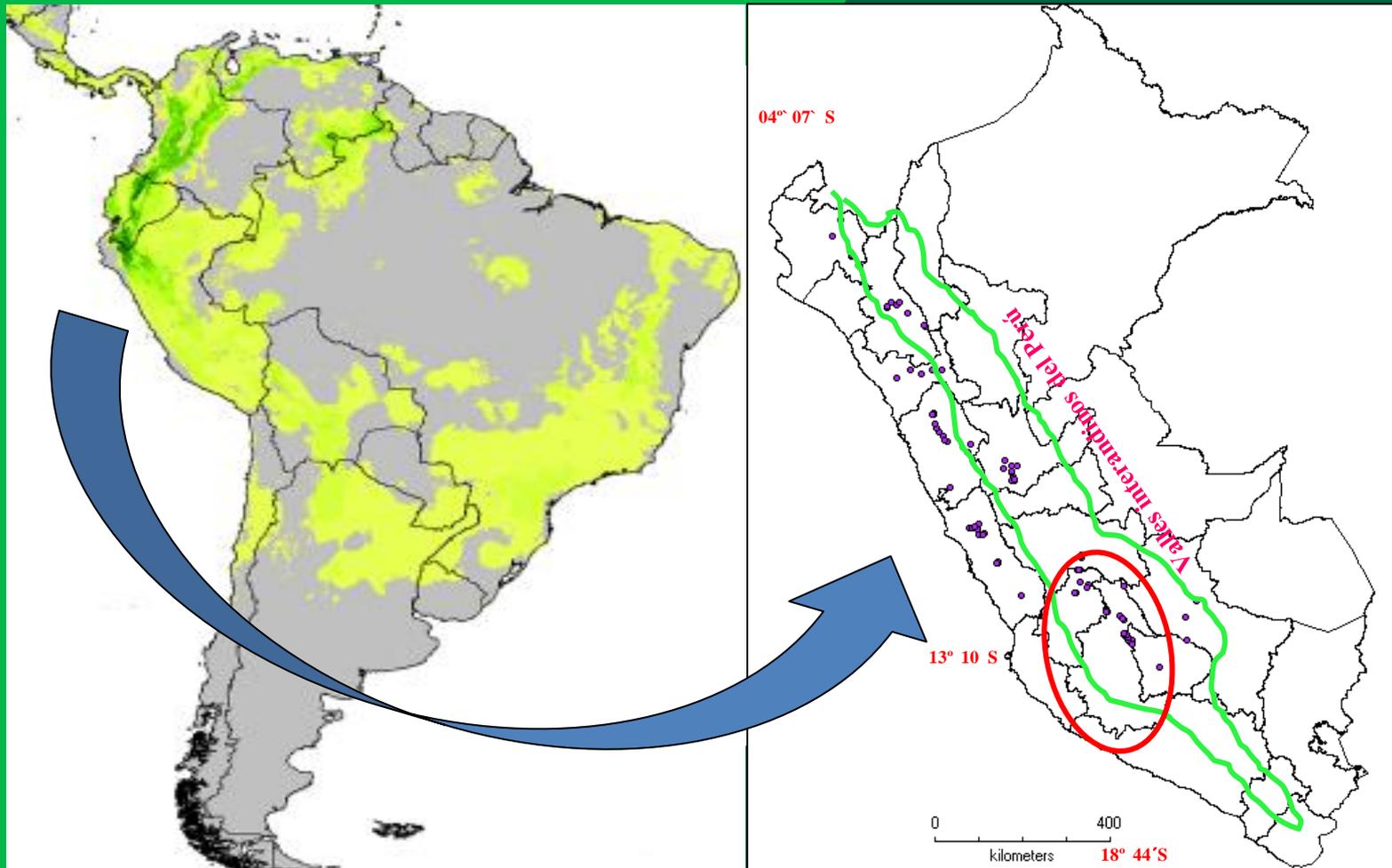


PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Zonas de vida de la región Ayacucho



- NIVAL SUBTROPICAL
- NIVAL TROPICAL
- bosque húmedo - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- bosque húmedo - MONTANO BAJO TROPICAL
- bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL
- bosque húmedo - PREMONTANO TROPICAL
- bosque húmedo - SUBTROPICAL
- bosque muy húmedo - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- bosque muy húmedo - MONTANO SUBTROPICAL
- bosque muy húmedo - MONTANO TROPICAL
- bosque muy húmedo - PREMONTANO TROPICAL
- bosque muy húmedo - SUBTROPICAL
- bosque muy húmedo - TROPICAL
- bosque pluvial - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- bosque pluvial - MONTANO BAJO TROPICAL
- bosque pluvial - MONTANO SUBTROPICAL
- bosque pluvial - MONTANO TROPICAL
- bosque pluvial - SUBTROPICAL
- bosque seco - MONTANO BAJO SUBTROPICAL**
- bosque seco - PREMONTANO TROPICAL
- bosque seco - SUBTROPICAL
- desierto desecado - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- desierto desecado - SUBTROPICAL
- desierto perárido - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- desierto perárido - SUBTROPICAL
- desierto semiárido - SUBALPINO SUBTROPICAL
- desierto superárido - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- desierto superárido - SUBTROPICAL
- desierto árido - MONTANO SUBTROPICAL
- estepa - MONTANO SUBTROPICAL
- estepa espinosa - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- matorral desértico - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
- matorral desértico - MONTANO SUBTROPICAL
- matorral desértico - SUBALPINO SUBTROPICAL
- matorral desértico - SUBTROPICAL
- monte espinoso - SUBTROPICAL
- páramo húmedo - SUBALPINO SUBTROPICAL
- páramo muy húmedo - SUBALPINO SUBTROPICAL
- páramo pluvial - SUBALPINO SUBTROPICAL
- páramo pluvial - SUBALPINO TROPICAL
- tundra húmeda - ALPINO SUBTROPICAL
- tundra muy húmeda - ALPINO SUBTROPICAL
- tundra pluvial - ALPINO SUBTROPICAL
- tundra pluvial - ALPINO TROPICAL

Fuente: ZEE y OT

Origen y Distribución del palto

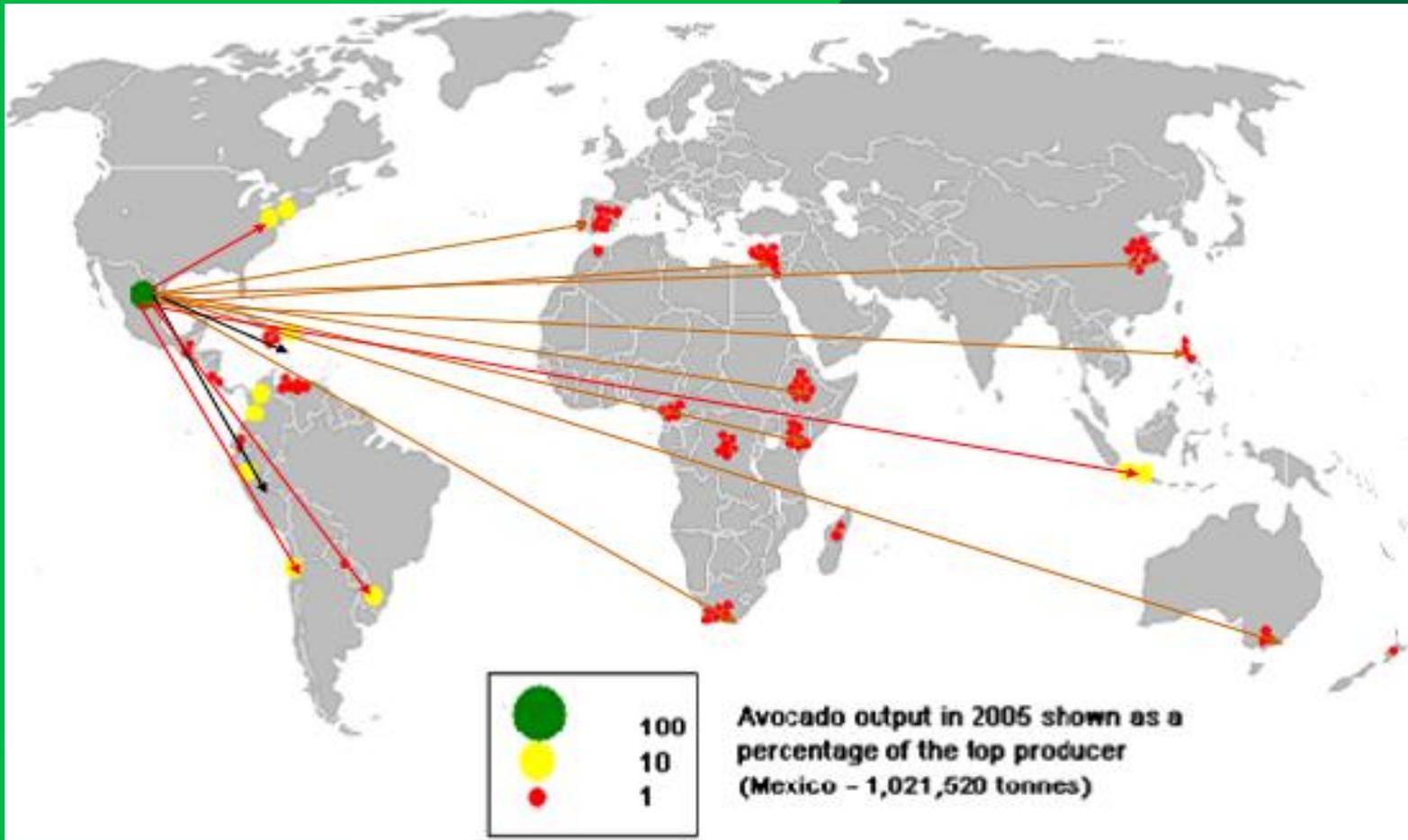
¿ Por que se llama Palto en el Perú y no Aguacate ?

- El palto es originario de México
- Después de la conquista fue introducido a España en 1600
- De España se diseminó a todo el mundo, llegando a Cuba en 1700, a Brasil en 1809, a África en 1870, a la India en 1892, a Nueva Zelanda en 1910, y a la región que hoy ocupa Israel en 1931.
- De México se diseminó por América central, las Antillas y parte del norte de América del Sur
- Entre **Perú y Ecuador** existió la cultura de los paltos donde prospero el cultivo de palto

Zonas productoras de palto en México



Distribución del palto en el mundo



Estacionalidad del Palto FUERTE en los valles interandinos de Ayacucho-Peru

Estacionalidad según Provincias

MAYOR OFERTA
 MENOR OFERTA

Distritos y Provincias	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Luricocha-Huanta												
San Miguel-La Mar												
Rio Pampas-Ocros y Chincheros												

Fuente : I Foro Internacional de palto- Ayacucho (Setiembre del 2009)

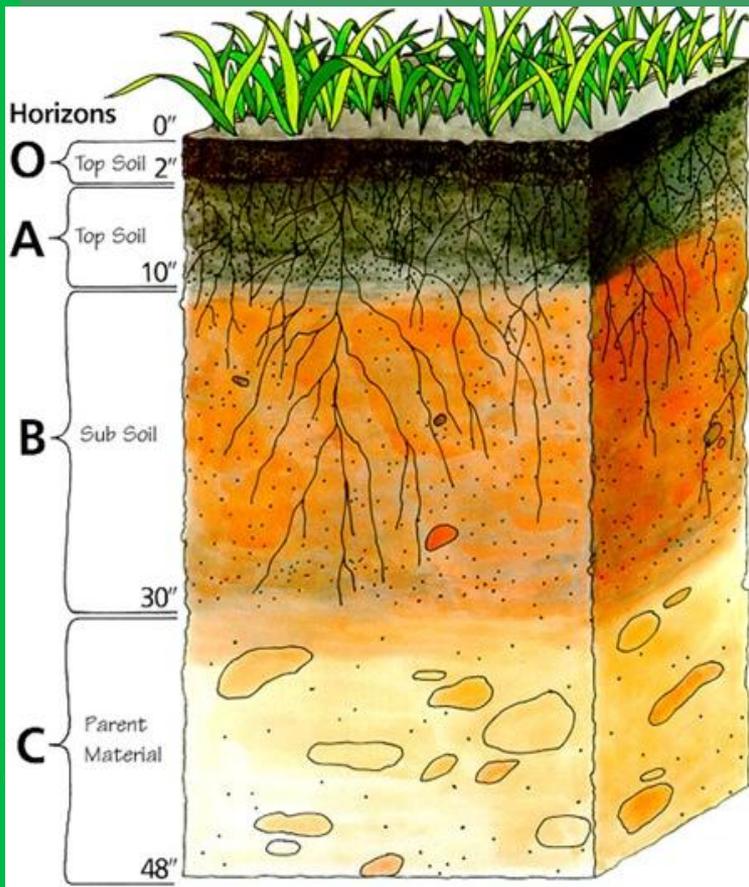
PROBLEMÁTICA DEL SUELO

¿QUE ES SUELO?

- Es el soporte para el hombre y los animales
- Es el gran almacén de nutrientes y agua para el desarrollo de las plantas .
- Los suelos son sistemas complejos, dinámicos, donde ocurren procesos químicos, físicos, biológicos , por lo que existen gran variedad de suelos existentes en el planeta.



Perfil del Suelo



O = Restos orgánicos recientes

A=Mineral parcialmente humificada,
zona de lixiviación
intensa meteorización de color oscuro
presencia de M.O

E = Presencia de oxido de Fe y Al

B=Zona de acumulación moderada
meteorización de color claro

C= zona del material rocoso.

Suelos óptimos para la Coca y el Cacao en el VRAEM



Perfil de suelo para el Café



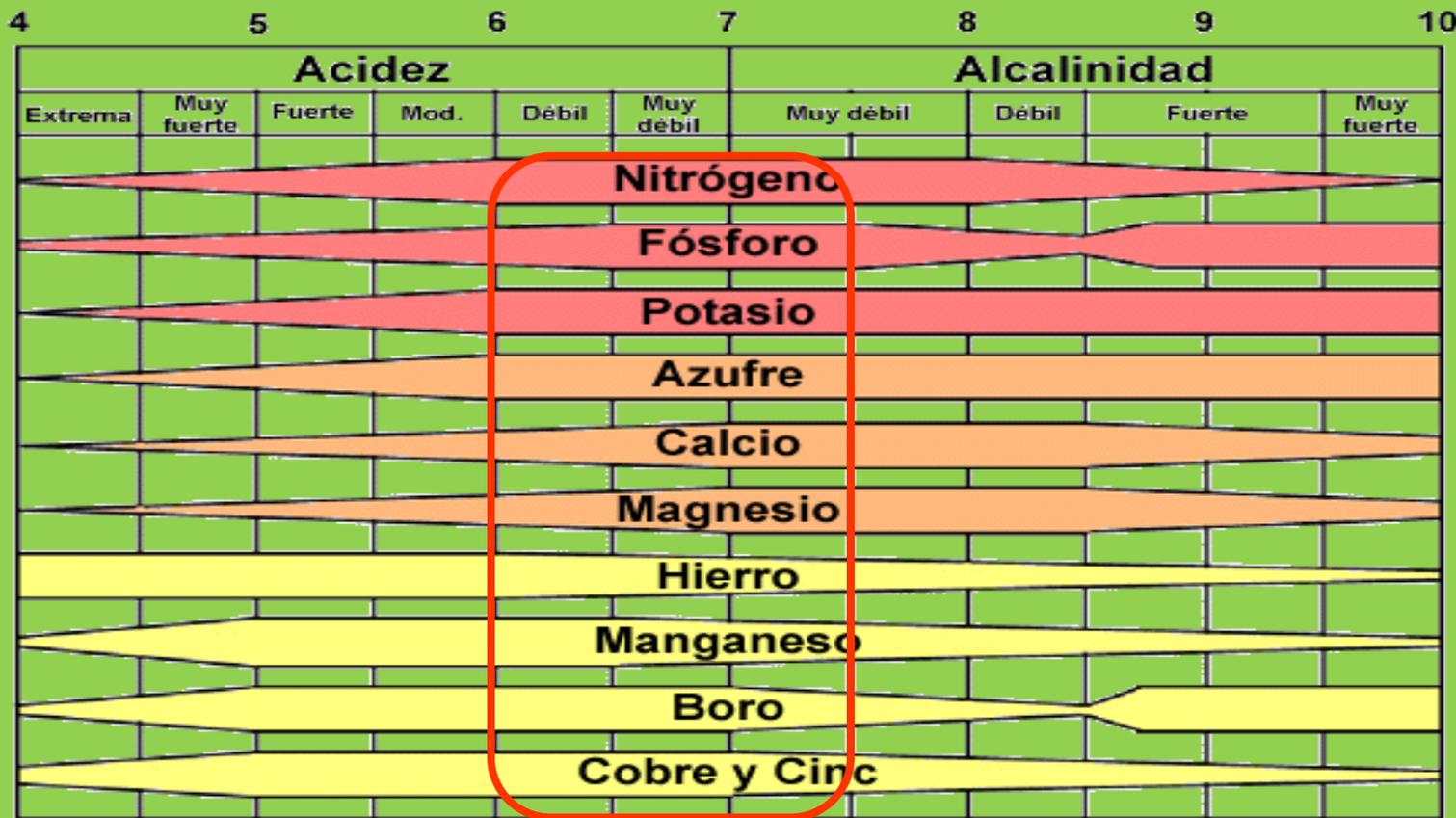
Perfil de suelo para la Coca

importancia del pH para los cultivos

- La planta absorbe nutrientes de acuerdo al pH
- Valores extremos de pH provocan la precipitación de nutrientes y no están disponibles.
- En pH de suelos y aguas de riego cercanos o inferiores a 6.5, se ve afectada la correcta absorción de fósforo, hierro y manganeso (clorosis férrica).
- Cuando el pH es muy ácido tiene que encalarse el suelo con 4.0 tn de cal /ha. para subir el pH en 1



Disponibilidad de nutrientes de acuerdo al pH del suelo

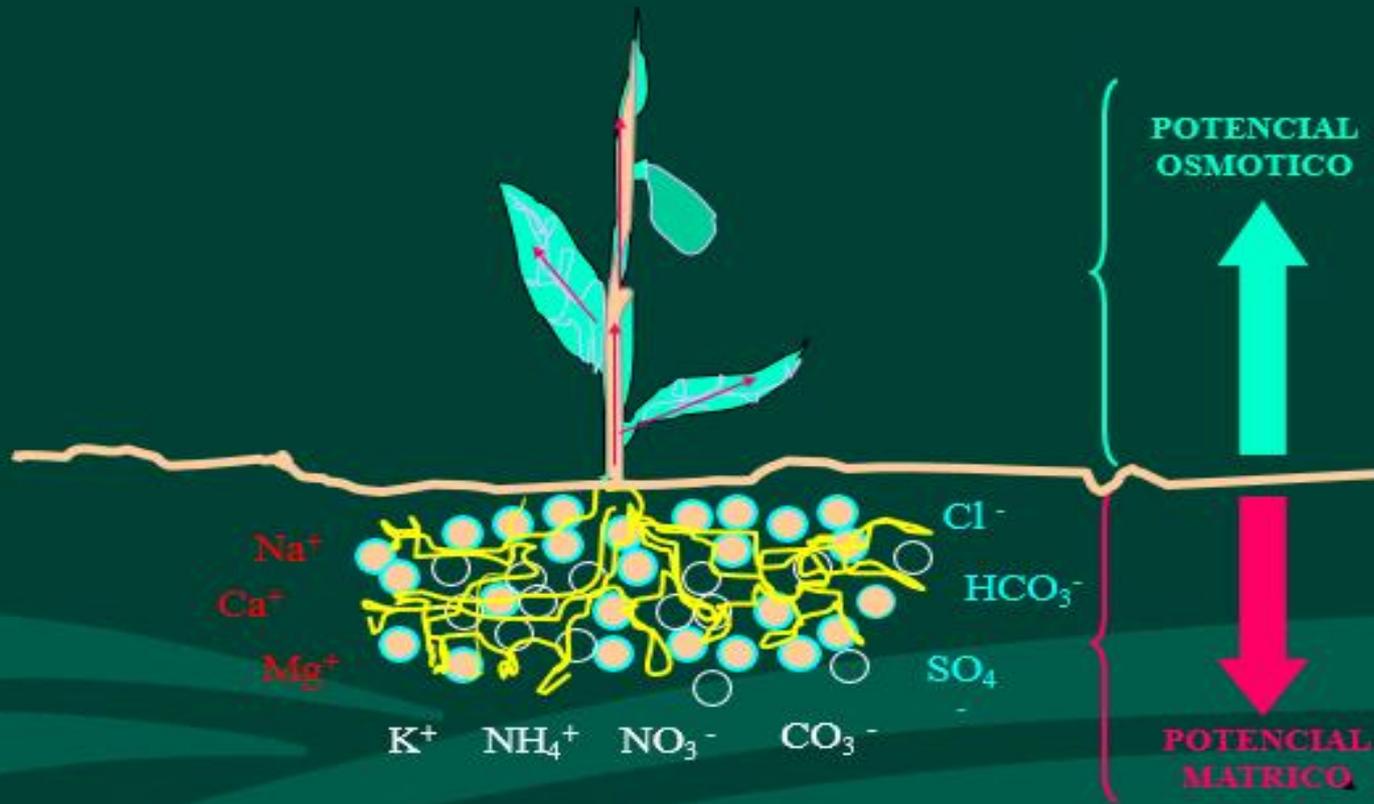


Situación del palto en valles interandinos del Perú

- ❑ Ayacucho cuenta con valles de alto potencial para la producción de palta (2000 hasta 2700 msnm.)
- ❑ Sin embargo , Huanta y otros lugares cuenta con suelos superficiales pobres en M.O.(< 2.0) , con alto contenido de CO3 (3-14%) y de textura arcillosa.
- ❑ Las plantas presentan caída de hojas y una clorosis marcada por efecto de la salinidad asociado a la muerte regresiva de la planta causado por enfermedades fungosas.
- ❑ Efecto de salinidad , suelos por encima de CE= 3.0 dS/ m o mmhos/cm
- ❑ La solución esta en la subsolacion del suelo en la preparación del terreno



Efecto de la salinidad



Valores del CIC en me/100g de suelo

<u>valores me/100g</u>	<u>calificación</u>
6 – 10	baja
10 – 20	media
20 – 30	alta

la CIC depende del % y tipo de arcilla, y del contenido de materia orgánica.

<u>textura</u>	<u>% arcilla</u>	<u>CIC me/100g</u>
arenosa	< 15	< 12
media	15 – 25	11 – 20
arcillosa	> 25	> 20

PROBLEMA DE LA BAJA PRODUCCION DEL PALTO EN LOS VALLES INTERANDINOS DEL PERU

¿ Por qué los rendimientos del palto son bajos en los valles interandinos ?

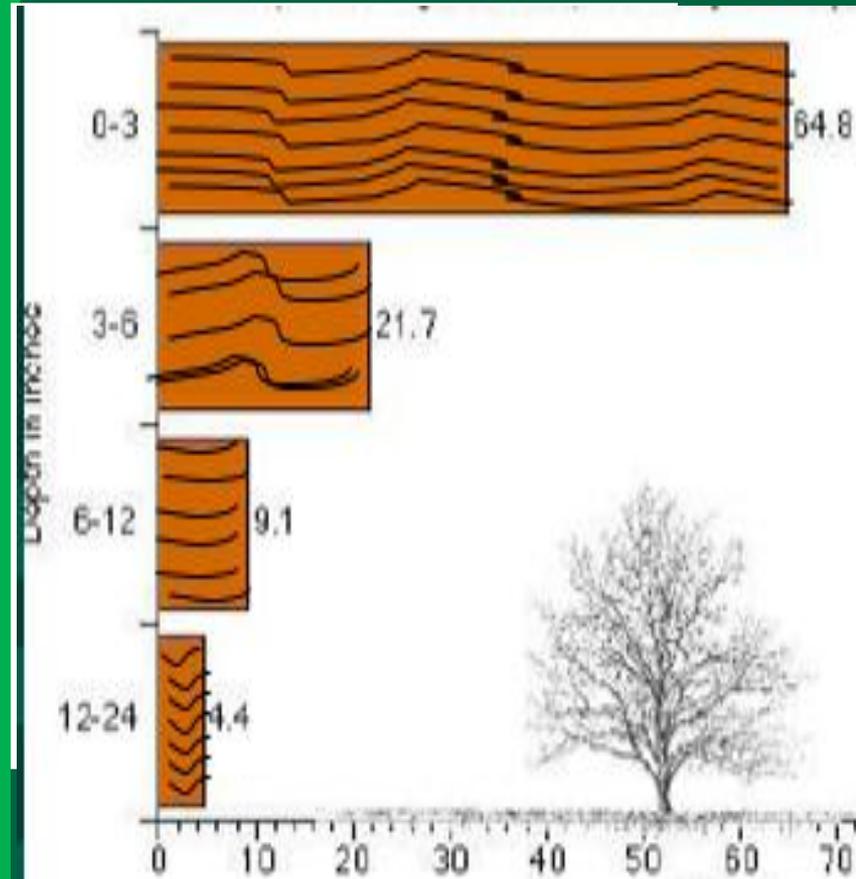
- Para producir bien el palto, se requiere una alta producción de fotosintatos, para el desarrollo de la planta, fructificación y del sistema radicular.
- Cuando hay condiciones favorables de suelo, se pueden obtener hasta más de 20 t/ha. pero nuestro rendimiento nacional promedio es de 9 t/ha., cuando en Chile pueden llegar hasta 25 t/ha.
- El palto en México crece en suelos con cenizas volcánicas, de textura franco arenosa, con baja densidad aparente, 0,5-0,8 g/cm³, alta capacidad de aire (46%), alto contenido de materia orgánica y pH ligeramente ácidos de 5 a 6.

¿ Por qué los rendimientos del palto son bajos en los valles interandinos ?

- Las raíces son poco profundas , extensamente suberizadas, con pocos pelos radicales, muy sensibles a la falta de oxígeno y con una captación pobre de agua .
- El palto para un buen desarrollo de la planta y una producción de 25 tn/ha. requiere al menos 30 % de aire en el suelo y cuando hay deficiencia de oxígeno (< de 17% de aire) se reduce el rendimiento a 9 t/ha. , por que se no desarrolla bien los brotes ,ni las hojas , ni la raíz originando necrosis de la raíz con una fuerte caída de hojas.
- Otros factores de estrés para la baja productividad del palto, son el añerismo, la salinidad, suelos pobres en M.O., etc., pero sin duda el mal manejo del riego

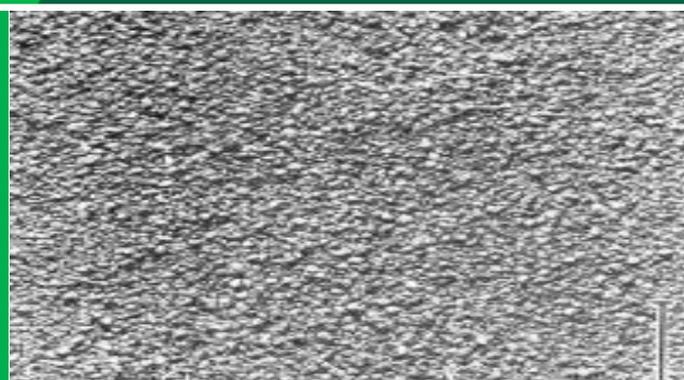
ASFIXIA RADICULAR

- Una de las principales causas de bajos rendimientos de PALTO en la sierra es la asfixia radicular
- Los huertos en valles interandinos están plantados en condiciones de suelos desfavorables .
- Estos suelos son arcillosos y rocosos con baja capacidad de aire (< 30%)
- En muchos casos se riegan en forma inadecuada para estas condiciones, lo cual agudiza mas el problema.



¿ Como deben ser los suelos para el Palto?

- Suelos de depósitos volcánicos (como ceniza volcánica, piedra pómez, carbonillas y lava) .
- Suelos de textura granulada.
- Buena acumulación de humus.
- Alta productividad natural.



Estructura granulada



Estructura laminar

¿Que síntomas presenta la plantas con asfixia radicular?

- Cuando hay poco aire en el suelo se deteriora el sistema radicular para posteriormente afectar la parte aérea.
- Hay reducción en el crecimiento y muerte del sistema radicular, que incide en el crecimiento de los brotes; en reducción del desarrollo de las hojas, caída de las hojas y quemadura en la punta de las hojas.
- Las plantas que disponen entre 10% y 21% de O_2 presentan un rápido crecimiento .
- Cuando presenta niveles menores a un 5% de O_2 en el suelo puede dañar y dar muerte a la raíz del palto.
-

Asfixia radicular en el palto



Síntomas de asfixia radicular en la planta de Palto



Pocas raíces y de mala calidad



Arboles con hojas inclinadas y angostas



Caída de frutos abundantes



Caída de hojas durante la floración

Síntomas de asfixia radicular en las hojas y floración del Palto



Hojas con asfixia radicular



Aborto floral



Hojas normales



Floración normal

Plantación en Churcampa- Peru $CE > 3.0 \text{ dS/m}$



Clorosis férrica en Churcampa -Peru CE > 3.0 dS/m





200 has . de plantación de palto de la Empresa AGRICOLA AYACUCHO-en Huanta-
Ayacucho en el 2010

Subsolacion del terreno



Densidad Aparente

Es el peso de la unidad de volumen de suelo (espacio poroso y solido)

$$D_a = \frac{M_s}{V_t}$$

Es muy variable en los suelos y es afectado por el manejo

Suelos	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4
La Molina FrAo	1.51 g/cc	1.55 g/cc	1.60 g/cc	1.60 g/cc
Chancay FrAo	1.48 g/cc	1.52 g/cc	1.55 g/cc	1.57 g/cc
Carabaillo FrAo	1.40 g/cc	1.43 g/cc	1.43 g/cc	1.48 g/cc
Sta Ines FrAo	1.45 g/cc	1.48 g/cc	1.51 g/cc	1.52 g/cc
Chincha FrAo	1.48 g/cc	1.51 g/cc	1.55 g/cc	1.57 g/cc
Sayán FrAo	1.45 g/cc	1.46 g/cc	1.45 g/cc	1.50 g/cc

Compactación del suelo con el paso del TRACTOR a 80 cm



Limpieza y preparación de hoyos con retroexcavadora



Apertura de hoyos de 2 x 1 x 2 m de prof. para palto en suelos pesados



Plantación con sistema de riego por goteo en la costa del Perú



Plantación de palto en Quillota -Chile



Plantación de palto en Quillota -Chile



PROBLEMÁTICA DE LA POLINIZACION EN EL PALTO

Floración

FENÓMENO DE DICOGAMIA O DESINCRONISACIÓN FLORAL

- **FLORES TIPO A**, abren en la mañana como femeninas con pistilo erecto y sobre saliente estigma brillante y las anteras sin polen cierra y se reabren en estado masculino en la tarde del día siguiente
- **FLORES TIPO B**, abren en estado femenino en la tarde su estigma receptivo y las anteras sin polen se cierran en la tarde y se reabre en estado masculino en la mañana siguiente y actuando solo como masculino.

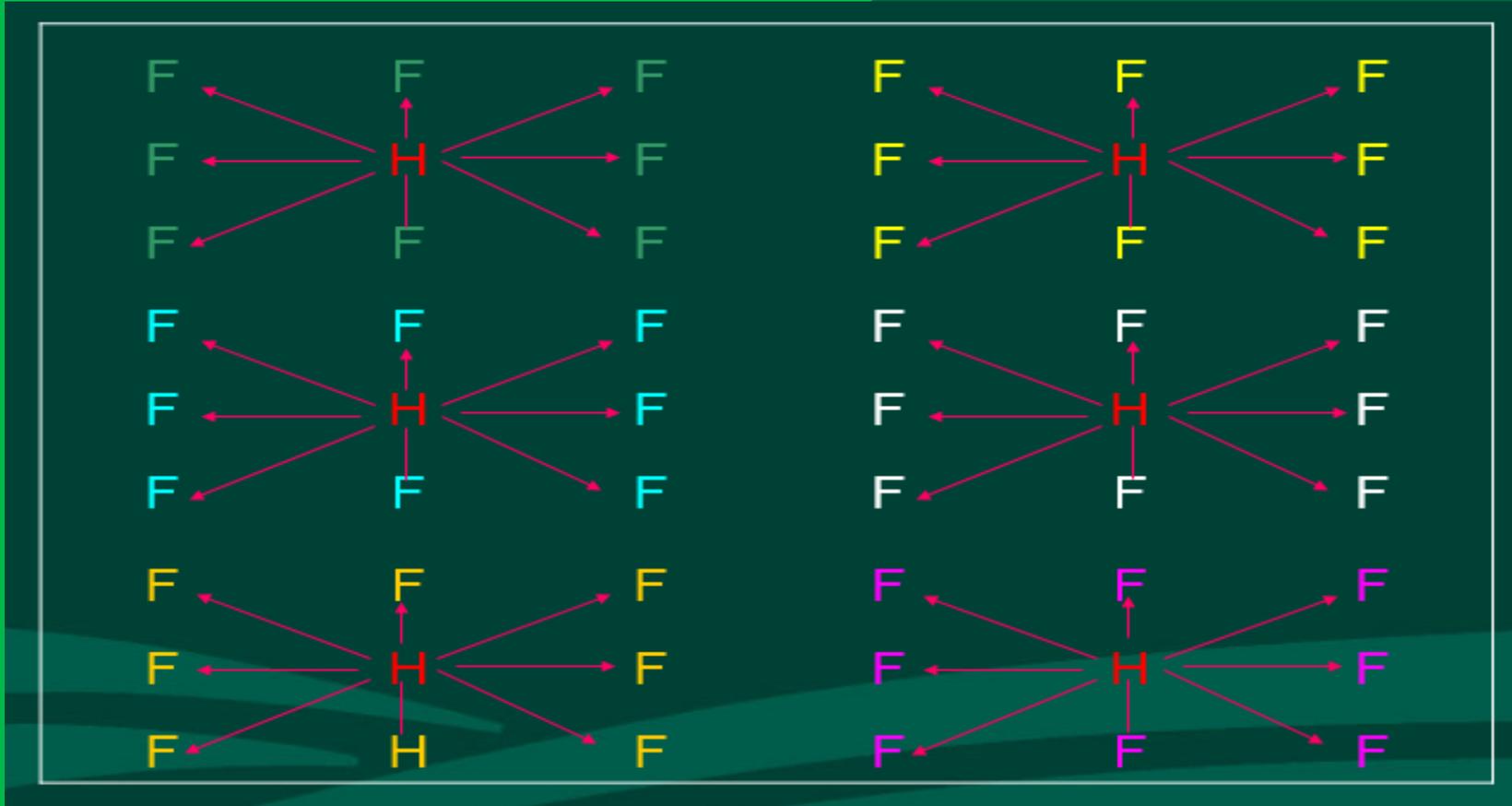
Los paltos tienen un millón de flores pero solo el 0.02% llegan a frutos.

Polinización natural en el palto



DIA		Tipo A (Hass)	Tipo B (Fuerte)
1° día	Mañana	Femenina ♀	
	Tarde		Femenina ♀
NOCHE			
2° día	Mañana		Masculino ♂
	Tarde	Masculino ♂	

Distribución de las plantas polinizantes en el campo



PROBLEMÁTICA DE PROPAGACION DE LA PLANTA EN VIVERO

Situación de los viveros en los valles interandinos

- ❑ Mal manejo de los viveros, donde se produce plantones de mala calidad.
- ❑ No existe plantas madres identificadas para la extracción de yemas y semillas de calidad libres de patógenos.
- ❑ Mala preparación de mezcla de sustratos y envases no adecuados .
- ❑ En los valles interandinos , durante los meses de junio y julio la temperatura llega por debajo de 0 °C durante las noches afectando fuertemente el desarrollo de la planta



Cama levantada con ripio de piedra



Cama levantada con ripio de piedra



Manejo, formulación y Desinfección de Sustratos

Preparación de camas y del sustrato

- El material empleado en camas almacigueras debe ser permeable para lograr un buen drenaje.
- El piso debe contar con un pequeño desnivel , sobre el se pondrá una capa de 15 cm. de ripio y piedra.
- La proporción de la mezcla de sustrato puede variar según al tipo de textura de tierra agrícola.
- En la práctica se debe calibrar la proporción de la mezcla aumentando o disminuyendo arena fina según sea el tipo de suelo.
- Introducir los dedos al sustrato cuando este en capacidad de campo, luego calibrar hasta que sea suave y no oponga resistencia, entonces esta será la mezcla ideal.

Preparación del sustrato



Combinación de la mezcla con la proporción establecida



Sarandeo de la mezcla con la proporción establecida

Desinfección del sustrato

•Solarización

Cubrir totalmente la cama o sustrato con una manta plástica transparente , sellando los bordes con tierra durante 2 semanas.

*Agua Hervida.

También podemos desinfectar con agua caliente cama o sustrato.

Desinfección del sustrato



Desinfección del sustrato con Agua hervida



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Recolección de la semilla



Selección de morfotipos de fruto de palta mexicana para patrón



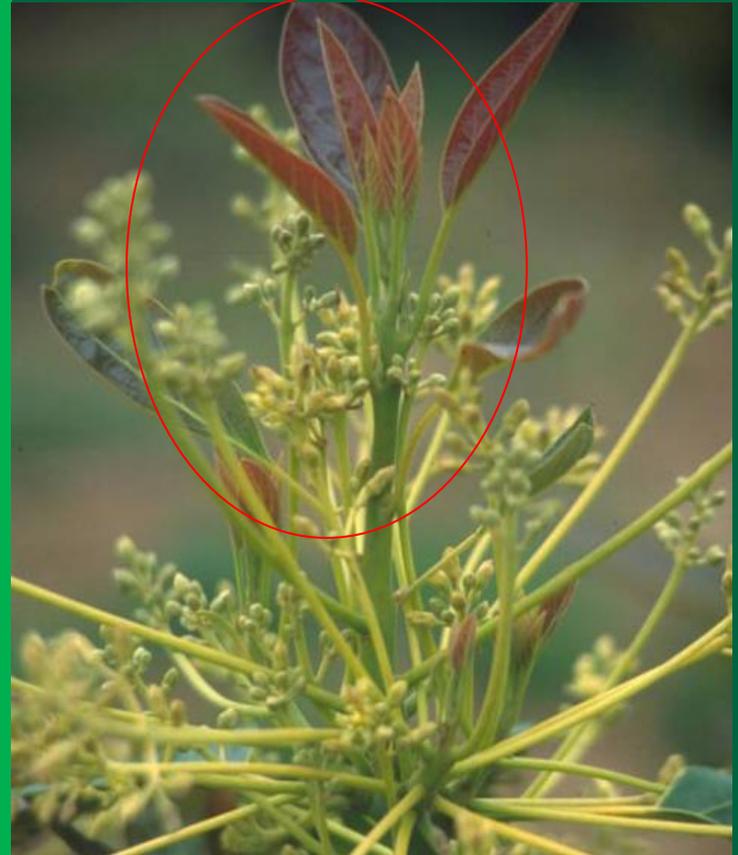
Para evitar la muerte regresiva en valles interandinos es establecer patrones de 3 meses de edad y luego injertar en campo definitivo



Poda en el palto

Poda en verde o despunte

- El objetivo de esta poda es evitar el desbalance del N, cuando entra en competencia entre los frutitos recién cuajados y los brotes vigorosos.
- Eliminar el 30 % de los brotes de las flores indeterminadas, durante la plena floración.



Problemática del gwa

- ❑ No existe un manejo adecuado de riego , lo que ocasiona la pudrición radicular (*Phytophthora cinnamoni*). Felizmente en la sierra de ayacucho esta enfermedad no es muy frecuente.
- ❑ Escasez e Agua , por lo que se riega cada 3 meses .
- ❑ Falta de agua de calidad para el riego
- ❑ El canal Cachi- Huanta tiene cierto grado de salinidad.
- ❑ Las plantaciones de palto por debajo de 2300 msnm solo prosperan con riego de agua de puquial
- ❑ Los agricultores no riegan en forma adecuada



- El agua en el palto es muy esencial para que las flores se abran y para que se desarrollen buenos frutos.
- Los sistemas de riego por manto, por tabla y por surco requieren grandes cantidades de agua y una nivelación del suelo
- El mejor método para regar frutales es el riego por goteo o microaspersión
- Si la plantación está en ladera se utiliza el riego localizado que puede ser por goteo o microaspersión
- **En la región andina es necesario 1,200 mm de lluvia distribuida en el año. En plena producción requiere de 8,000 a 12,000 m³ /ha.**

Riego por gravedad

- Cuando se establecen plantaciones en terreno ligeramente inclinado y se cuenta con buena dotación de agua es mejor regar por gravedad.
- Al regar por gravedad se debe tener mucho cuidado de no inundar el suelo tratando de humedecer a la planta con poco caudal.



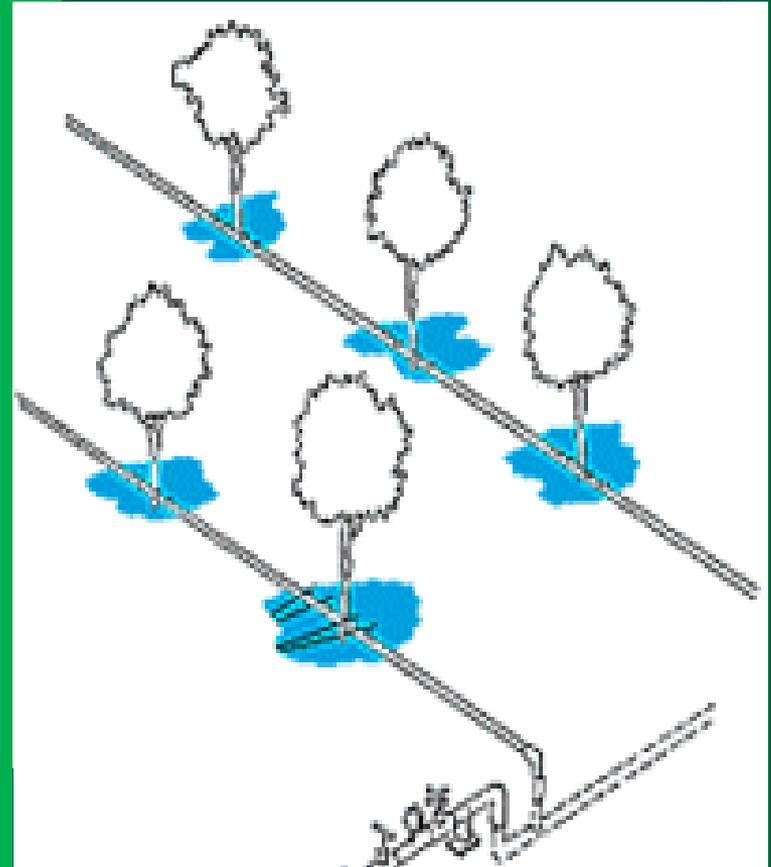
Riego con micro aspersores

- El sistema se basa en el riego árbol por árbol, en forma de pequeña lluvia, formando un círculo mojado en la zona ocupada por las raíces.
 - Un micro aspersor tiene accesorios para ir cambiando y adaptando a distintas etapas de desarrollo del palto.
 - De esta manera puede irse cambiando el diámetro de rociado del micro aspersor desde 0.50 m. hasta 4.0 m.
- En España es preferible regar con micro aspersores que cubran el 30-40 % del suelo a razón de 25 litros por hora.

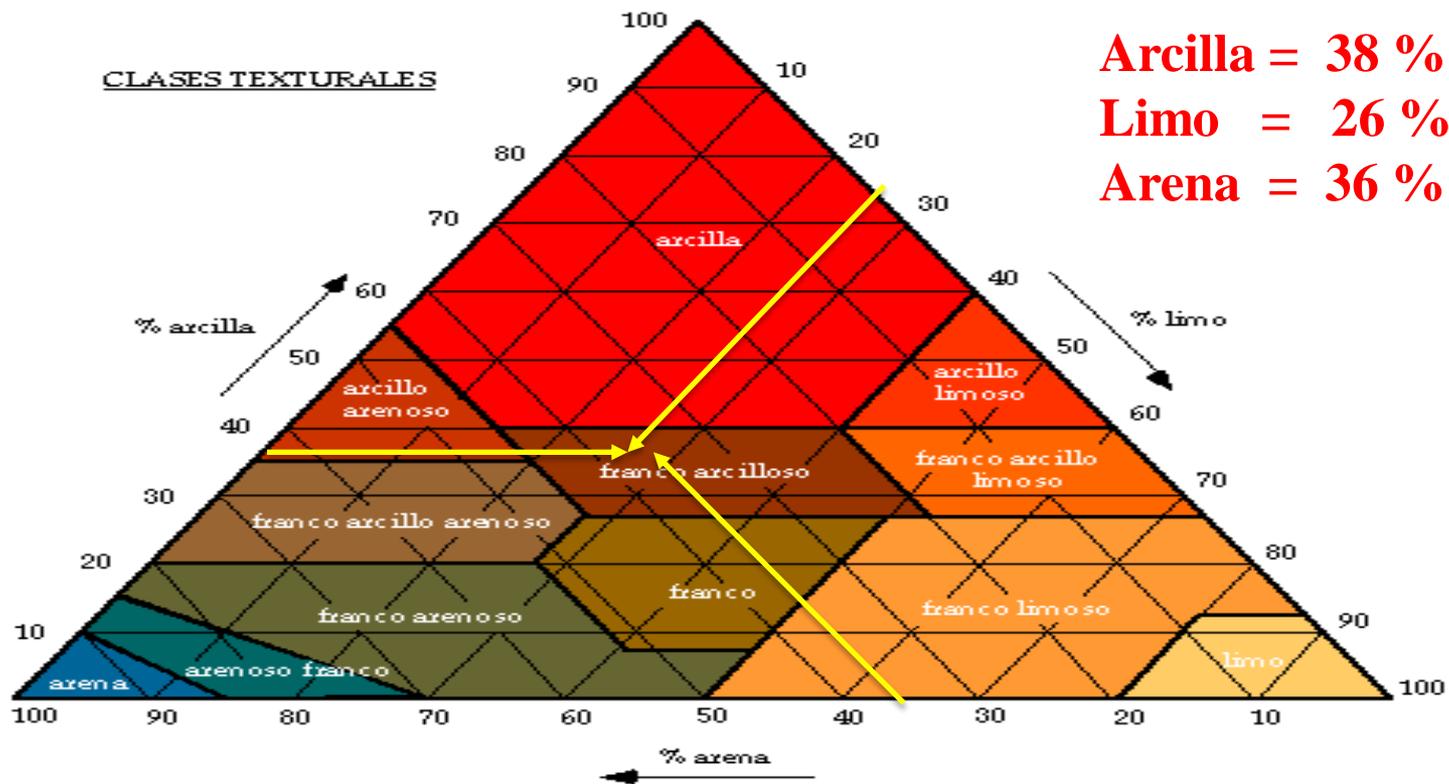


Riego por goteo

- Se humedece solo la parte cercana a las raíces y la planta absorbe el volumen necesario y los nutrientes que necesitan.
- Se debe colocar entre 4 y 6 micro tubos (emisores) por árbol : en plantas jóvenes **4** y en árbol mayor de 3 años **6**.
- Los goteros se reparten alrededor de la planta.
- Debe mojar gran parte de la zona de raíces y no al tronco.



Determinación de la textura del suelo



SUELO FRANCO ARCILLOSO

Análisis textural del Suelo

Arcilla = 38 %

Limo = 26 %

Arena = 36 %

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CAMPO (Peele)

$$\begin{aligned} \text{C.C.} &= 0.48 \text{ Arcilla} + 0.162 \text{ Limo} + 0.023 \text{ Arena} + 2.62 \\ &= 0.48(38) + 0.162(26) + 0.023(36) \\ &= 18.24 + 4.212 + 0.828 + 2.62 \end{aligned}$$

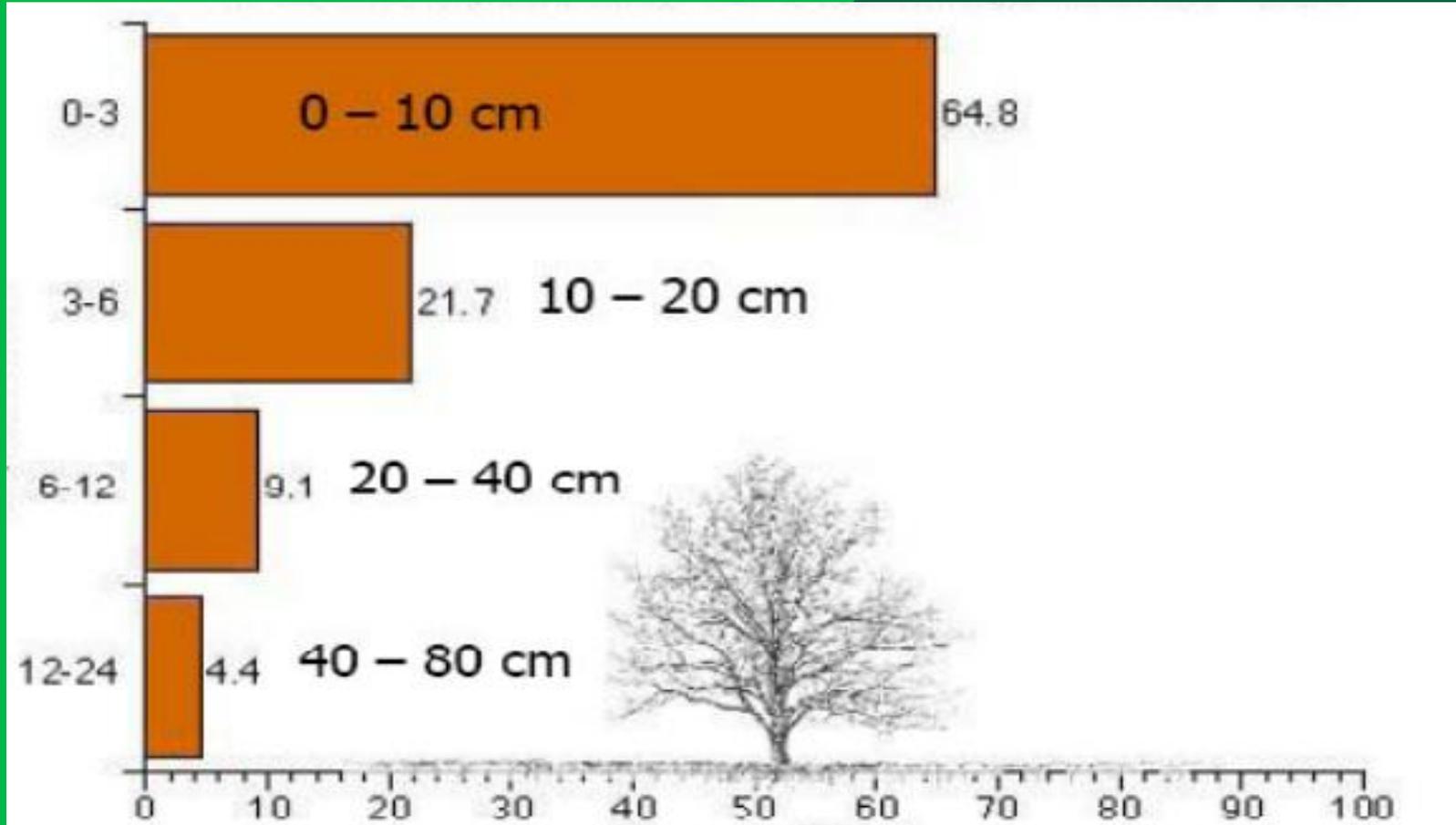
$$\text{C.C.} = 25.90 \%$$

CALCULO DEL PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (Briggs)

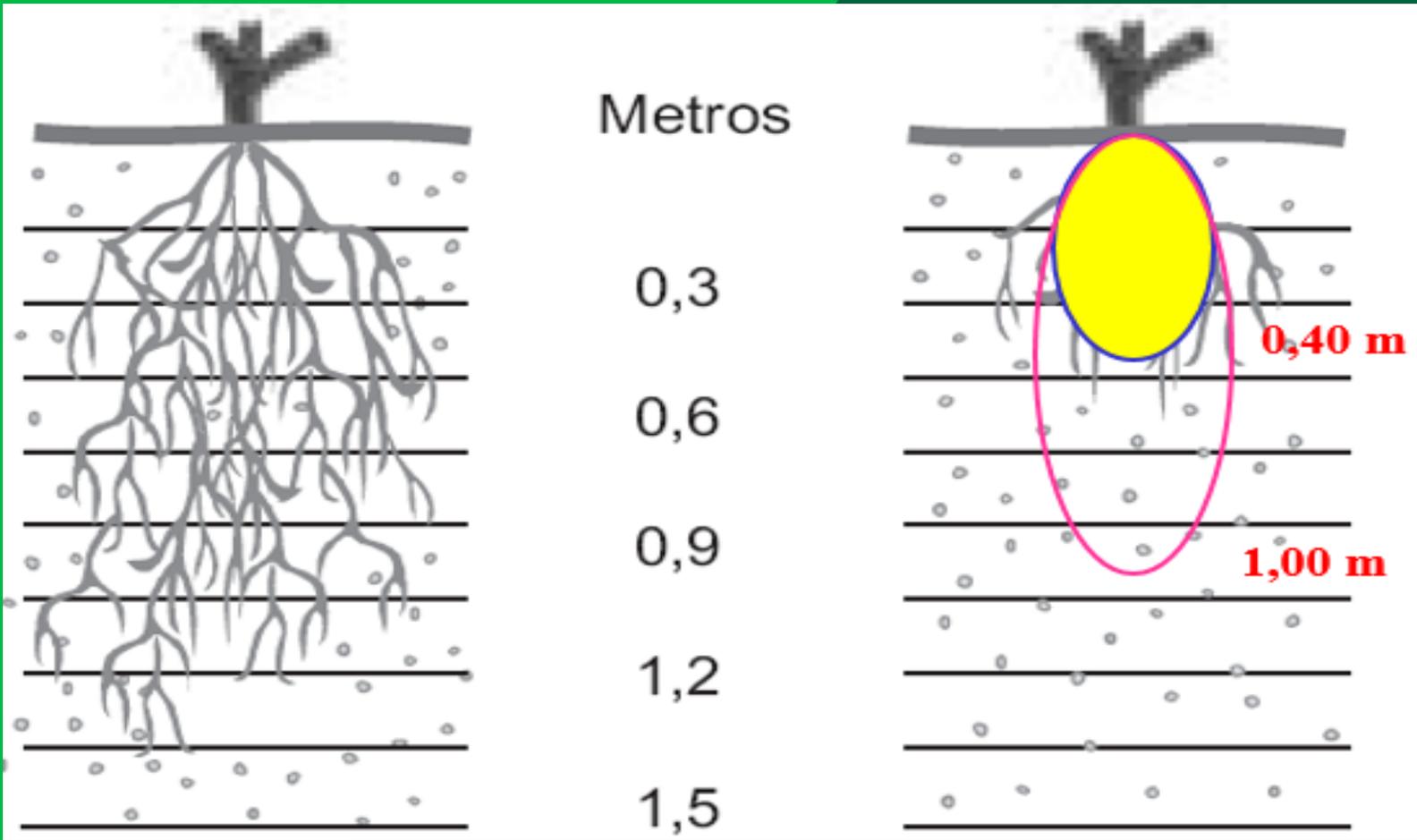
$$\begin{aligned} \text{P.M.P.} &= 0.303 \text{ Arcilla} + 0.102 \text{ Limo} + 0.0147 \text{ Arena} \\ &= 0.303(38) + 0.102(26) + 0.0147(36) \\ &= 11.514 + 2.652 + 0.5292 \end{aligned}$$

$$\text{P.M.P.} = 14.70 \%$$

Desarrollo de las raíces del palto



PROFUNDIDAD EFECTIVA DE LA RAIZ DEL PALTO



CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN UN SUELO A LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DE LA RAÍZ

Profundidad total de la raíz : $P_t = 0.80 \text{ m}$
Profundidad efectiva de la raíz : $P_r = 0.40 \text{ m} = 400 \text{ mm}$

Densidad aparente del suelo : $D_a = 1.60 \text{ gr/cm}^3$

Capacidad de Campo : $CC = 25.90 \%$

Punto de Marchitez Permanente : $PMP = 14.70 \%$

Agua Disponible:

Agua disponible en peso : $adp = 8.01 \%$

Agua disponible en volumen : $adv = adp \times D_a$

Agua disponible en volumen : $adv = 8.01 \times 1.60$

Agua disponible en volumen : $adv = 12.82 \%$

Kc de frutales según su desarrollo

Crop	$K_c \text{ ini}^e$	$K_c \text{ mid}$	$K_c \text{ end}$	Maximum Crop Height (h) (m)
n. Fruit Trees				
Almonds, no ground cover	0.40	0.90	0.65 ¹⁸	5
Apples, Cherries, Pears ¹⁹				
- no ground cover, killing frost	0.45	0.95	0.70 ¹⁸	4
- no ground cover, no frosts	0.60	0.95	0.75 ¹⁸	4
- active ground cover, killing frost	0.60	1.20	0.95 ¹⁸	4
- active ground cover, no frosts	0.80	1.20	0.65 ¹⁸	4
Apricots, Peaches, Stone Fruit ^{19, 20}				
- no ground cover, killing frost	0.45	0.90	0.65 ¹⁸	3
- no ground cover, no frosts	0.55	0.90	0.65 ¹⁸	3
- active ground cover, killing frost	0.50	1.15	0.90 ¹⁸	3
- active ground cover, no frosts	0.80	1.15	0.65 ¹⁸	3
Avocado, no ground cover	0.60	0.85	0.75	3
Citrus, no ground cover ²¹				
- 70% canopy	0.70	0.65	0.70	4
- 50% canopy	0.65	0.60	0.65	3
- 20% canopy	0.50	0.45	0.55	2
Citrus, with active ground cover or weeds ²²				
- 70% canopy	0.75	0.70	0.75	4
- 50% canopy	0.80	0.80	0.80	3
- 20% canopy	0.85	0.85	0.85	2
Conifer Trees ²³	1.00	1.00	1.00	10
Kiwi	0.40	1.05	1.05	3
Olives (40 to 60% ground coverage by canopy) ²⁴	0.65	0.70	0.70	3-5
Pistachios, no ground cover	0.40	1.10	0.45	3-5
Walnut Orchard ¹⁹	0.60	1.10	0.65 ¹⁸	4-5

Fuente: FAO. ROMA. 2006.

CALCULO DE LAMINA BRUTA DE AGUA

Volumen de agua / ha. a 1 mm de altura de suelo:

$$V_a = 10000 \text{ m}^2 \times 0.001 \text{ m} = 10 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Volumen de tierra / ha. a 0.40 m ó 400 mm de profundidad

$$V_t = 10000 \text{ m}^2 \times 0.40 \text{ m} = 4000 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Vt de agua al 12.82 % por almacenar en 4000 m³

$$L_n = 4000 \times 12.82/100 = 513 \text{ m}^3 / \text{ha.} \quad L_n = 51.30 \text{ mm}$$

CALCULO DE LAMINA BRUTA DE AGUA

Eficiencia sistema por goteo : $ef = 90\%$

Lámina Bruta de agua : $LB = LN / ef = 51.30 / 0.90$
 $LB = 57.0 \text{ mm}$

Calculo de la frecuencia o intervalo de riego

Evaporación - método tanque “A”

Evaporación del tanque / día : $E_v = 7.3$ mm/ día

Coeficiente del cultivo : $K_c = 0.8$

Evapotranspiración del cultivo : E_{Tc}

$E_{Tc} = K_c \times E_v = 0.8 \times 7.3$ mm/día : $E_{Tc} = 5.84$ mm/ día

$F_c = LB / E_{Tc} = 57.0$ mm / 5.84 mm : $F_c = 9.76$ días

$F_c =$ Cada 10 días

Calculo de la demanda de agua

Demanda de agua = 570 m³/ha * 3 riegos mes* 6 meses = 10260 m³/ha.

Fertilización en palto

Fertilización en valles interandinos

- Para una adecuada fertilización, es necesario conocer primero las condiciones del suelo.
- Realizar un muestreo y enviar una buena muestra al laboratorio de suelos para su análisis.
- Se debe contar con un especialista profesional para asesorar en la interpretación y formulación de los análisis de suelos.
- Junto a esto también se debe evaluar la parte foliar de la planta
- De igual forma hacer un análisis del agua de riego que llega a las áreas cultivadas.

¿ QUE HACER ANTES DE LA FERTILIZAR ?

- Análisis de suelo
- Análisis foliar
- **Análisis microbiológico**
- Extracción de nutrientes

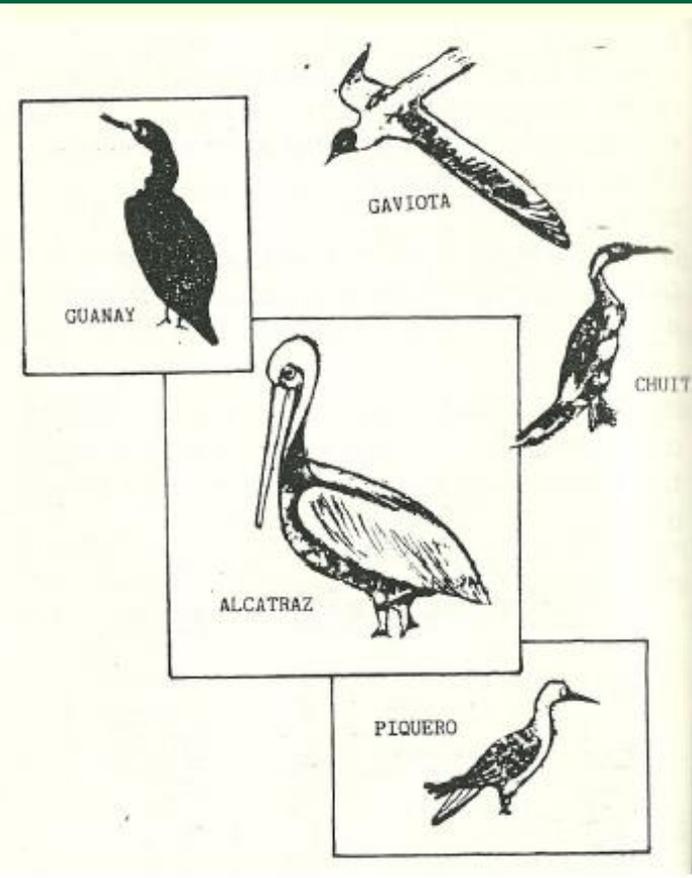
¿Como Fertilizar ?

- Realizar previamente el análisis del suelo cada tres años
- Realizar el análisis foliar cada año para saber la extracción de nutrientes por la planta .
- En el palto se recomienda aplicar el abono en 3 momentos de la fenología de la planta.
- La aplicación del fertilizante se debe realizar cuando el suelo se encuentra húmedo.



RIQUEZA DEL GUANO DE ISLA

Elemento	Formula	Conc.	Conc. Prom.
N	N	10-14%	10%
P	P ₂ O ₅	10-12%	10%
K	K ₂ O	2-3%	3%
Ca	CaO	8%	8%
Mg	MgO	0.50%	0.50%
S	S	1.50%	1.50%
Fe	Fe	0.032%	0.032%
Zn	Zn	0.000%	0.000%
Cu	Cu	0.002%	0.002%
Mn	Mn	0.020%	0.020%
B	B	0.016%	0.016%



RIQUEZA DE LOS ESTIERCOLES

ESTIERCOL	N	P	K
Guano de Isla	15.0	10.0	3.0
Gallinaza	15.0	10.0	4.0
Oveja	8.2	2.1	8.4
Caballo	6.7	2.3	7.2
Cerdo	4.5	2.0	6.0
Vaca	3.4	1.3	3.5

Riqueza de los fertilizantes químicos

Nutriente	N	P ₅ O ₅	K ₂ O	CaO	S
Urea	46				
Nitrato de amonio	31				
Superfosfato triple de calcio		46		18	
Fosfato di amónico	18	46			
Sulfato de potasio			50		18
Cloruro de potasio			60		

Fertilizantes Químicos



Formulación de fertilización



$$E = Sf_1 + Ef_2 + Qf_3$$

Cantidad de Fertilizante químico

$$Q = (E - (Sf_1 + Ef_2)) / f_3$$

Como el estiércol no aporta mucho

$$Q = (E - Sf_1) / f_3$$

Coeficiente de mineralización

Zona de frio (> 3500 msnm)	0.010
Zona de frio (> 3000 a 3500 msnm)	0.015
Zona Templado (2500 a 3000 msnm.)	0.025
Zona templada (1500 a 2500 msnm.)	0.030
Zona cálida (1000 a 1500 msnm.)	0.040
Zona calida (0 a 1000 msnm.)	0.050

Calculo de cantidad de nutrientes en el suelo (kg /ha.)

Resultados de análisis de suelos		Calculo de nutrientes en el suelo (kg/ha)	Cantidad de nutrientes en el suelo (kg/ha)
MO(%)	2.44	$N = 2.44 * 1000 * 0.025$	61.00
N total (%)	0.135	$N = 0.135 * 20000 * 0.025$	67.50
P (ppm)	1.00	$P_2O_5 = 1.00 * 4.58$	4.58
K (ppm)	98.00	$K_2O = 98.00 * 2.4$	235.20

Extracción de nutrientes para producción de palta

1 t/ha		10 t/ha		20 t/ha	
Fuerte (kg/ha)	Hass (kg/ha)	Fuerte (kg/ha)	Hass (kg/ha)	Fuerte (kg/ha)	Hass (kg/ha)
3.2	7.0	32	70	64	140
1.2	1.7	12	17	24	34
4.2	19.1	42	191	84	382

Coefficientes de disponibilidad de nutrientes

Coefficientes	N	P	K
f1 (disponible del suelo)	0.40	0.10-0.40	0.40
f2 (disponible del fertilizante orgánico)	0.30	0.30	0.50
f3 (disponible del fertilizante mineral)	0.30-0.70	0.20-0.30	0.50-0.80

Calculo de Formulación de fertilización para Fuerte

$$Q = (E - Sf_1) / f_3$$

$$Q N = (64 - 67.5 * 0.40) / 0.60 = 61.70$$

$$Q P_2O_5 = (24 - 4.58 * 0.20) / 0.20 = 115.40$$

$$Q K_2O = (84 - 235.2 * 0.40) / 0.70 = -14.40$$

Dosis = 70-120-50 kg /ha de N, P₂O₅ y K₂O

Calculo de Formulación de fertilización para Hass

$$Q = (E - Sf_1) / f_3$$

$$Q N = (140 - 67.5 * 0.40) / 0.60 = 188.30$$

$$Q P_2O_5 = (34 - 4.58 * 0.20) / 0.20 = 165.42$$

$$Q K_2O = (382 - 235.2 * 0.40) / 0.70 = 411.43$$

Dosis = 200-170-415 de N, P₂O₅ y K₂O

Fertilización por planta en valles interandinos

Momento de aplicación	N	P	K
Inicio de floración	1/3 N	Todo P	1/2 K
Cuajado	1/3 N		1/2 K
Maduración de fruto	1/3 N		

Nutrición de la planta

1.-Elementos mayores mayores:

- Nitrógeno
- Potasio
- Fósforo

2. Elementos secundarios

- Calcio
- Azufre
- Magnesio

3.-Elementos menores:

- Hierro
- Zinc
- Cobre
- Cloro
- Boro
- Manganeso
- Molibdeno
- Níquel

4.Nutrientes no minerales

- Oxígeno
- Hidrógeno
- Carbono: Único elemento no mineral que la planta toma. Procede siempre del aire

¿Que produce la deficiencia en la planta ?

Las deficiencias de nutrientes son comunes en el campo. Existen tipos diferentes de sintomatología de deficiencias:

- Clorosis foliar
- Necrosis foliar
- Acumulación de antocianinas (follaje purpúreo)
- Deformaciones foliares
- Marchitamiento de brotes



NITROGENO

- Nitrógeno es el elemento más importante para el crecimiento y vigor de la planta
- Formador de proteínas, aminoácidos y enzimas.
 - Es esencial en el crecimiento de brotes, ramas y frutos.
- Interviene en la respiración y fotosíntesis.
- Producción de arginina.
- En exceso puede ocasionar daños a las plantas.



Deficiencia produce clorosis de las hojas

FOSFORO

- Aportador de energía, participa en la transferencia de energía de la planta.
- Esencial en la formación de azúcares en la planta.
- Estimula el crecimiento de raíces.



Deficiencia produce una coloración rojiza en la hojas

POTASIO

- Calidad en las cosechas, el palto lo consume en grandes cantidades.
- Interviene en el ahorro del agua en las plantas.
- Esencial en la síntesis y transporte de azúcares y ácidos en los frutos.
- Determina la calidad de la cosecha.



Deficiencia produce
decoloración en la hoja

CALCIO

- Crecimiento de brotes y yemas.
- Esencial en el crecimiento y división celular.
- Ayuda al control del stress ambiental.
- Conveniente determinar su disponibilidad.



Produce necrosis apical y en bordes en las hojas

MAGNESIO

Base de la fotosíntesis.

- Constituye parte de la clorofila.
- Esencial en la regulación hormonal.
- Participa en la absorción de nutrientes.
- Importante en el balance con el Ca.



**Deficiencia produce clorosis
en la hoja**

AZUFRE

- Forma proteínas y grasas.
- Forma parte de aminoácidos(metionina y cesteina).
- Es complemento de la fertilización nitrogenada



Deficiencias produce clorosis amarillento en las hojas juvenes

ZINC

- Interviene en la elongación de las plantas y producción de hormonas.
- Interviene en la formación de semillas.
- Puede ser reducido por efecto del fósforo.
- Su deficiencia produce enanismo.



Deficiencias produce una coloración oscura en las hojas de arboles juvenes

ZINC

- La deficiencia de zinc son comunes en suelos calcáreos de pH.
- La deficiencia del zinc produce deformación de la fruta, observándose frutas redondeadas
- Disminución de la producción, que termina con el decaimiento total del árbol.
- Presenta quemazón en la punta de las hojas y en el fruto.
- Por tanto la alternativa más recomendable es la aplicación del zinc al suelos de 3 Kg de $ZnSO_4$ por árbol (equivalente a 200 Kg/ há).



Deficiencias produce quemazón en los frutos

MANGANESO

- Esencial para la fotosíntesis.
- Su deficiencia en suelos calcáreos, produce deformaciones y clorosis de la hoja.

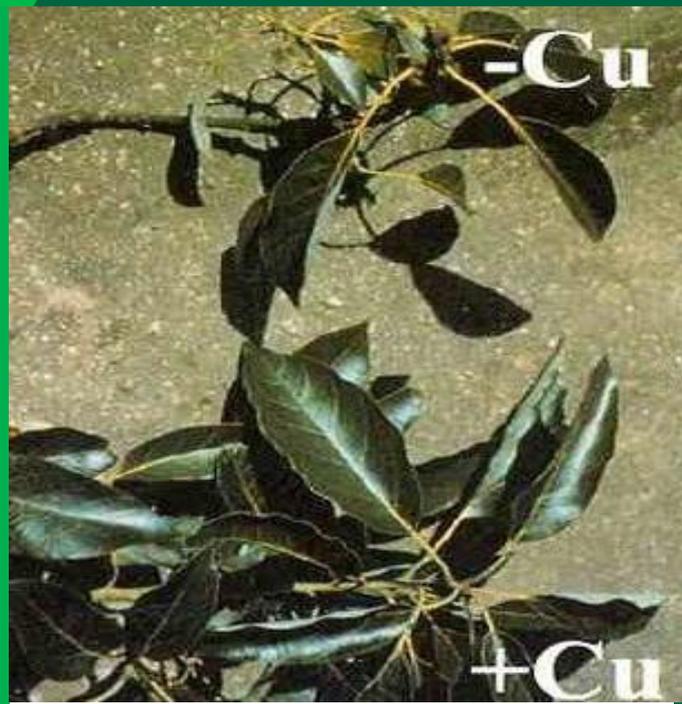


Deficiencias produce clorosis moteado en las hojas

COBRE

Es esencial en la respiración de la planta de vid.

- Interviene en la defensa de las plantas a los patógenos.
- Requerido en cantidades muy pequeñas.
- Puede ser aportado por la materia orgánica.



Deficiencia produce deformación y coloración oscura en la hojas

BORO



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



- Interviene en la activación del crecimiento del tubo polínico y su deficiencia produce menor cuajado y baja producción.
- Participa en la síntesis y movimiento de azúcares.
- La deficiencia de boro se produce en suelos de pH alcalino, por el antagonismo entre el calcio y boro .
- Produce frutos deformados y “encorchados”
- Aplicar en aspersiones al suelo previas a la floración.
- La deficiencia del boro afecta al cuajado disminuyendo la producción y la calidad de fruta.



**Deficiencia
produce
necrosis en el
fruto y
clorosis en la
hojas**

HIERRO

- La deficiencia del hierro es un problema en suelos carbonatados de pH alcalino.
- El hierro interviene en la síntesis de la molécula de clorofila por que es cofactor de varias enzimas que catalizan su formación.
- Con déficit de hierro las hojas quedan con bajos niveles de clorofila cuyos efectos repercuten fuertemente en los rendimientos.
- Aplicar quelato Fe-EDDHA al suelo (15 g/árbol al primer año hasta 150g/árbol al sexto año)
- No es recomendable las aspersiones foliares debido a la muy baja movilidad.



Deficiencia produce amarillamiento característico en las hojas

FERTILIZACION FOLIAR



Ca

MICROELEMENTOS

Zn

Mg

Fetrilon Combi 200 g /moch 15 lt

Cu

B

Wuxal 200 ml /moch 15 lt

Mo

Fe

Cl

Consecuencias del estrés hídrico y nutricional de la planta

PSEUDOFUMAGINA (*Akaropeltopsis sp*)

•Descripción

•La planta stresada segrega una exudación azucarada por falta o deficiencia de agua, desnutrición , ataque de insectos y debido a las altas temperaturas (> 30° C) y luego el micelio del hongo *Akaropeltopsis sp* se prolifera como una mancha o hollín

•Control

•Podar las ramas con canchros ,nódulos y totalmente negros, luego proteger los cortes con pasta cicatrizante y desinfectante **SANIX**

•Aplicar a las ramas afectadas **Oxicloruro de Cobre (CUPRAVIT)** a una dosis de 50 a 75 gr/mochila de 15 lt.

•Aplicar **Caldo Sulfocalcico** a una dosis de 2 lt. /mochila de 15 lt.



TUMORACIONES O CHUPONES (*Inonotus sp*)

- Los especialistas de la UNA La Molina encontraron en los tumores hongos como *Phomopsis*, *Phoma*, *Coniothirium* y *Pestalotiopsis*, pero que estos no causan hipertrofias o deformaciones, por tanto son ocasionados por ataque de queresas y trips.
- Sin embargo la UNSCH reporta que las deformaciones o chupos se debe a los hongos llamados *Inonotus sp*.
- *Control*
 - *Eliminar con una navaja las tumoraciones de las ramas poco afectadas y cubrir con una pasta cicatrizante*
 - *Eliminar las ramas las ramas totalmente tumoradas*
 - *Abonar la planta con estiercol (2 kg / planta) y abono foliar*



Preparación del Caldo Sulfocalcico

2 kg de azufre + 1 kg de cal viva + 10 lt de agua

- Hacer hervir en un recipiente metálico
- Cuando el agua haya empezado a hervir se agrega el azufre y la cal con mucho cuidado por que el azufre es inflamable
- Agitar constantemente la mezcla durante 45 minutos
- El caldo estar listo cuando se torna de color vino tinto a color teja o ladrillo.
- Enfriar ,filtrar, agregar 2 cucharas de aceite comestible
- Guardar en envases oscuros y bien tapados en sombra
- Después de retirar todo el caldo en el fondo del recipiente se queda una pasta de color verde amarillento que debe ser utilizados como pasta cicatrizante



Preparación del caldo bordales

- Se prepara 1kg de Sulfato de cobre + 1kg de cal en 10 lt. de agua
- Se debe preparar en recipientes plásticos separados : el sulfato de cobre en un recipiente y la cal en otro recipiente.
- Echar el sulfato de cobre (azul) sobre la cal (blanco)
- Agitar hasta homogeneizar la mezcla



CONCLUSIONES

- Ante la problemática de la producción del palto en los valles interandinos del Perú, se realizó el estudio de suelo, agua y planta con el objetivo de determinar los factores principales que inciden en la baja producción y buscar alternativas de manejo técnico.
- El estudio se hizo en los valles interandinos de Huanta, San Miguel y Rio Pampas, en el departamento de Ayacucho-Perú durante 10 años .
- Como resultado de los análisis de suelos se encontró que la mayoría de los suelos tenían textura arcillosa o franco arcillosa, con alto contenido de CO_3 (4-14%), $\text{pH} \geq 8.0$ y $\text{CE} \geq 3.0$ dS/m.
- La mayoría de las plantaciones presentaban asfixia radicular con la consiguiente caída de hojas, flores y frutos, por lo que se probó diferentes técnicas de manejo, entre ellos ubicar las plantaciones en suelos de textura suelta con pH de 5.5 a 7.5 que tengan densidades aparentes de 0,80-1,20 g/cm³, y permita una aireación del 30%, removiendo el suelo hasta 1 m. de profundidad con arados subsoladores

CONCLUSIONES

- Antes de iniciar con la plantación de palto se debe realizar una calicata de por lo menos 2 m de profundidad y el análisis de suelo.
- Al preparar el suelo Subsolar al menos hasta 1m de profundidad con la ayuda de una retroexcavadora y preparar hoyos de 2 m. de profundidad
- Para el control de la Fumagina y Akaropeltopsis se aplico el caldo sulfocalcico y caldo bórdales
- Para bajar la alcalinidad de los suelos con pH > de 7.5, se aplico azufre en polvo (100 g/planta) al momento de la fertilización a fin de mejorar la disponibilidad de los nutrientes.
- Para el riego se determinó un requerimiento de agua de 8.000 a 12.000 m³ /ha. y una dosis de fertilización de 80-70-50 kg/ha de N,P₂O₅ y K₂O para Fuerte y de 200-170- 415 kg/ha de N,P₂O₅ y K₂O para Hass.
- Se ha determinado que los patrones mexicanos de forma redondeada son los mas adecuados para el injerto de Fuerte y Hass por que presentan mayor vigor que el resto de los morfo tipos



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

GRACIAS...!

JUAN IGNACIO TINEO CANCHARI

jtineo2002@yahoo.es

Cel: (051) 966055258

