



 SiCar Farms®

Dr. Miguel Angel Manzanilla Ramírez

Manejo sostenible de limón con énfasis en la nutrición.

inifap

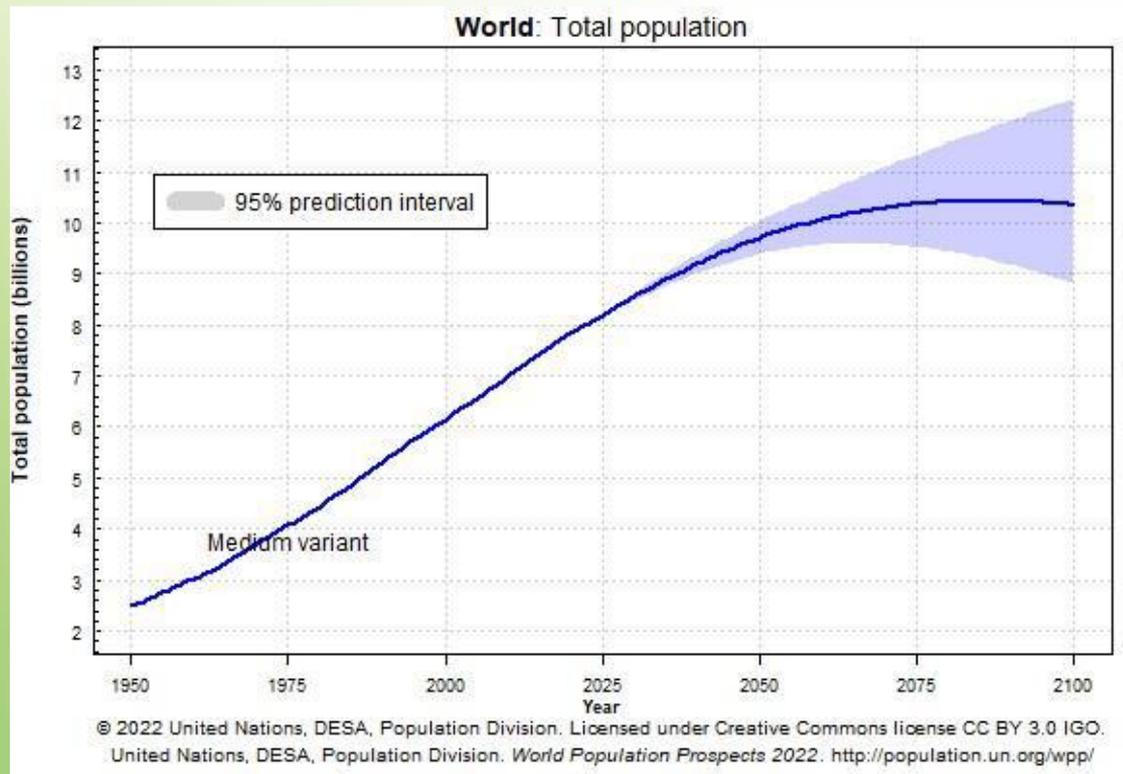
AGRICULTURA INDUSTRIALIZADA

- FERTILIZANTES QUÍMICOS (DE SÍNTESIS QUÍMICA)
- PESTICIDAS SINTÉTICOS (INSECTICIDAS, FUNGICIDAS, HERBICIDAS, ETC.)
- PLANTAS DE ALTO RENDIMIENTO EN AMBIENTES FAVORABLES
- RIEGO, SUELOS PLANOS Y PROFUNDOS
- LABOREO EXCESIVO
- MONOCULTIVOS
- HOMOGENIZACIÓN Y PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD (CUATRO ESPECIES DE ANIMALES + 10 ESPECIES DE PLANTAS = 80% DE LA ALIMENTACIÓN HUMANA)
- ENERGÍA EXTERNA (FÓSIL) EXCESIVA
- CALENTAMIENTO MUNDIAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

1

La protección del medioambiente

Población





Sostenibilidad



¿Qué significa el término de sostenibilidad? La sostenibilidad se basa en el principio de asegurar las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras, siempre sin renunciar a la protección del medioambiente, el crecimiento económico y el desarrollo social.

- Ambiental
- Económica
- Social



inifap



Sostenibilidad

1

La protección del medioambiente

Es la gestión eficiente de recursos naturales en la actividad productiva, permitiendo su preservación para las necesidades futuras.

2

El crecimiento económico

Implica el uso de prácticas económicamente rentables que sean tanto social como ambientalmente responsables

3

La inclusión social

La sostenibilidad social busca fortalecer la cohesión y estabilidad de las poblaciones, su desarrollo vital y equitativo.

1

La protección del medioambiente

- El sistema alimentario mundial **no está proporcionando una buena nutrición:**
- Está provocando la **degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad**
- Se necesita **una transformación profunda** para enfrentar los desafíos de la desnutrición persistente y la pobreza rural, agravada por las crecientes consecuencias del cambio climático.

1

La protección del medioambiente

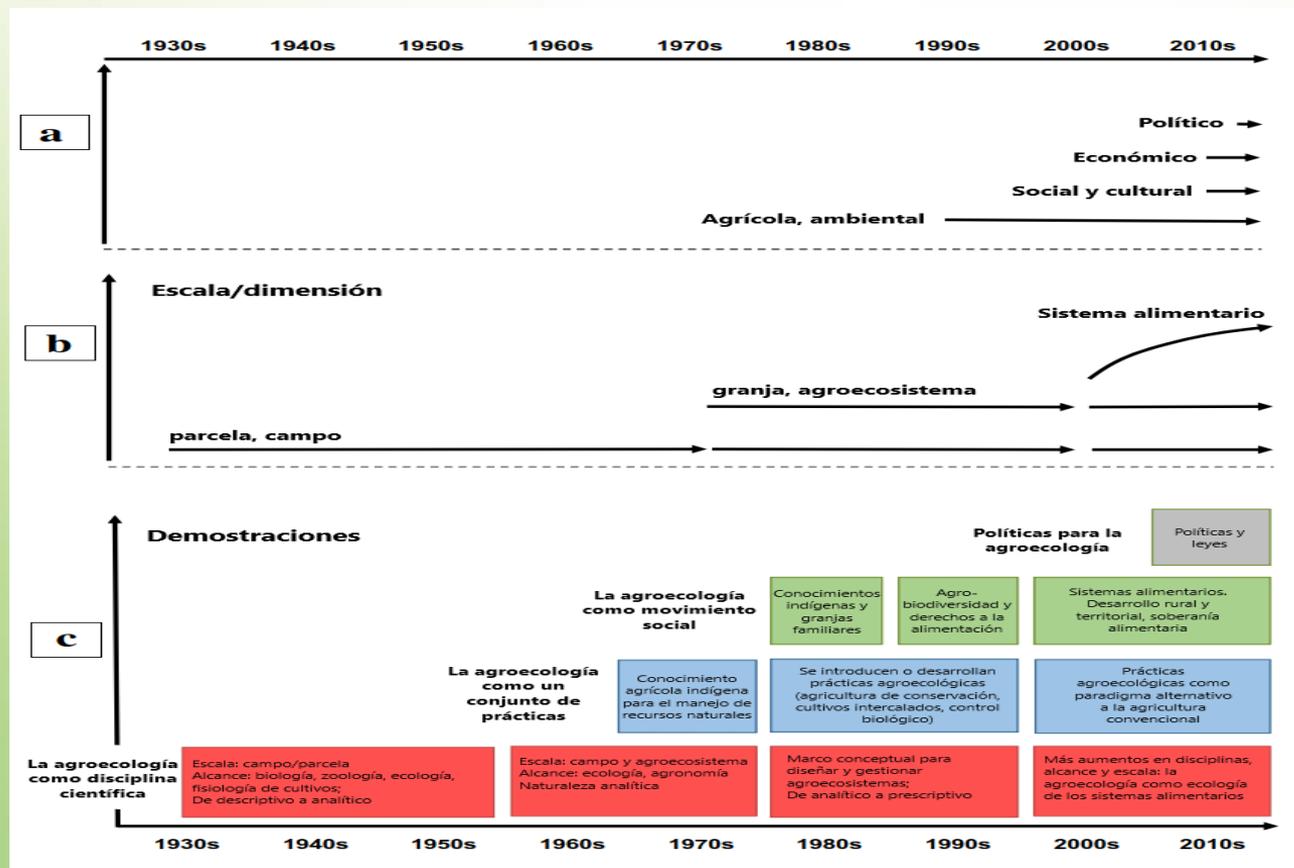
La agroecología considera tres enfoques

- Conjunto de prácticas
- Ciencias
- Movimiento social

Las prácticas agrícolas agroecológicas buscan optimizar los procesos ecológicos, **minimizando así la necesidad de insumos externos** al proporcionar una variedad de servicios ecosistémicos.



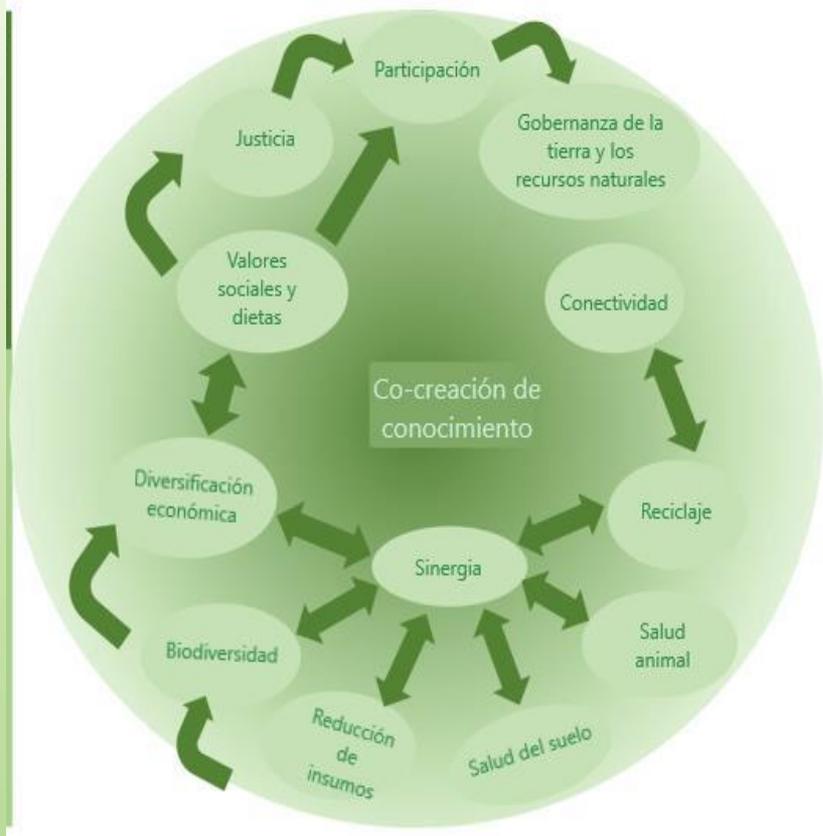
La protección del medioambiente



1

La protección del medioambiente

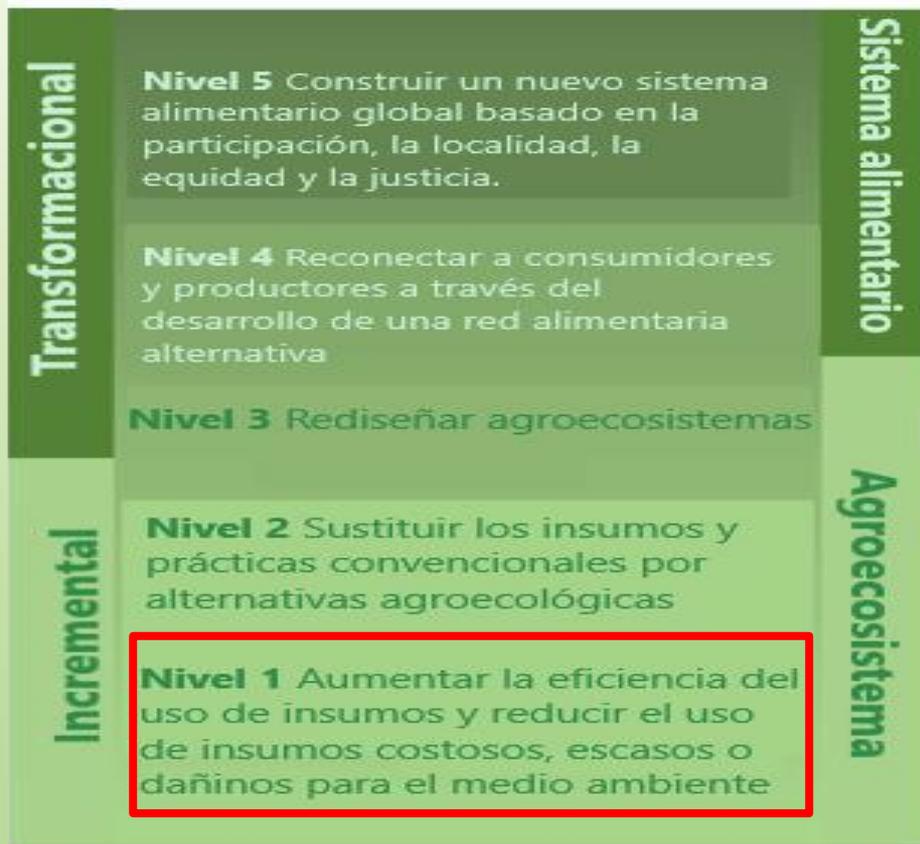
Principios consolidados de **agroecología** relacionados



1

La protección del medioambiente

Niveles de transición hacia sistemas alimentarios sostenibles



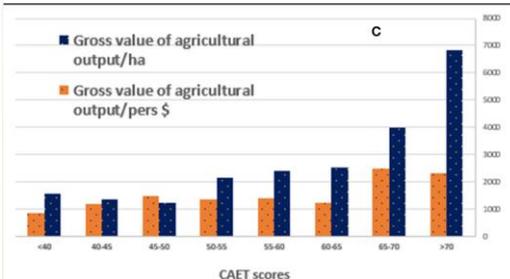
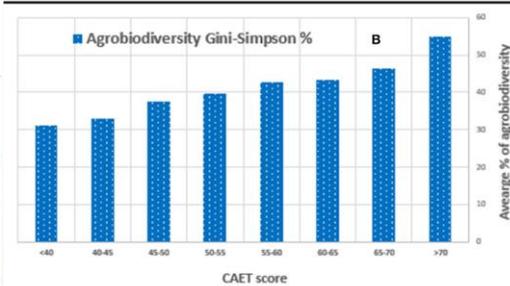
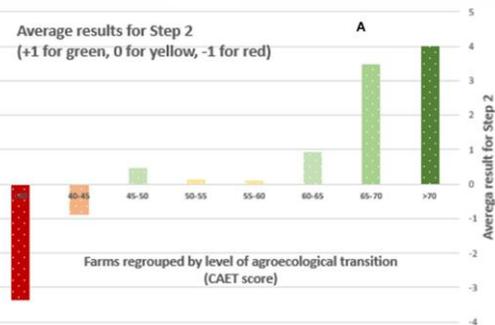


La protección del medioambiente

Niveles de transición hacia sistemas alimentarios sostenibles



Core criteria of performance	Results	Traffic light approach
Secure land tenure	No document but perception of secure land tenure	Acceptable
Productivity	USD 9,460/ha/year (Thailand average: 1,678) USD 10,915/FWU/year (Thailand average: 3204)	Positive
Income	USD 9,460/FWU/year (Thailand average: 3204)	Positive
Value added	USD 6744/ha/year (Thailand average: 2036)	Positive
Exposure to pesticides	Use of pesticides of class II (moderately toxic) with less than 4 mitigation strategies	Unsustainable
Dietary diversity	Minimum Dietary Diversity for Women 8/10	Positive
Women's empowerment	A-WEAI score 0.849	Positive
Youth employment	No young people in the household	N/A
Agricultural biodiversity	Gini-Simpson index 54.7%	Acceptable
Soil health	data not collected	N/A



1

La protección del medioambiente

Agricultura Regenerativa: Estrategias para la recuperación de suelos degradados

LA AGRICULTURA REGENERATIVA COMO ALTERNATIVA A LA AGRICULTURA INDUSTRIAL (Newton et al. 2020).

- La agricultura regenerativa es un modelo alternativo de producir alimentos que puede tener un impacto medioambiental y/o social menor -o incluso netamente positivo.
- No existe una definición legal o reglamentaria del término agricultura regenerativa ni tampoco ha surgido una definición generalizada en el uso común.
- El término agricultura REGENERATIVA se empezó a usar a partir de 1982.



1

La protección del medioambiente

iniap

Agricultura Regenerativa:

LOS TRES PILARES DE LA AGRICULTURA REGENERATIVA

➤ SALUD DEL SUELO

➤ MANEJO RACIONAL DE **LOS RECURSOS HÍDRICOS**

➤ INCREMENTO DE LA BIODIVERSIDAD



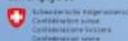
Funciones del Suelo

Los suelos aportan servicios ecosistémicos que permiten la vida en la Tierra



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Con el apoyo de



Federal Research Institute of Agricultural Sciences, Education and Research (FiBL)
Federal Office for Agriculture (FOAG)

www.commission.ch

1

La protección del medioambiente



Para la mayoría de los suelos, el contenido de carbono en la MO es de aproximadamente el 58% (FAO, 2017).

La reserva de COS es de 1,500 Pg de C (1 Peta gramo = 10^{15} g) o 15 mil millones de toneladas, en el primer metro de profundidad del suelo (FAO, 2017),

La cual es mayor que la cantidad combinada en la atmósfera y la vegetación terrestre (aproximadamente 800 Pg de C) (FAO y ITPS, 2015).

1

La protección del medioambiente

PROCESO DE CAPTURA DE CARBONO ATMOSFÉRICO EN EL SUELO

Absorción de
CO₂ por las
plantas
(fotosíntesis)



Disminución
de CO₂ de la
atmósfera



PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE DEL SUELO



CAPTURA DE CARBONO ORGÁNICO
EN EL SUELO

2

El crecimiento económico

Inicio citricultura
Siglo XX

Poco conocimiento
ancestral

CARACTERISTICAS:

- 95,186 ha Limón
- Portainjertos:
90% *C. macrophylla*
- Trópico Seco 100% Riego**
- Industria diversificada
- Mercado: 80% Nacional
- Michoacán , Colima, Oaxaca, Guerrero (4)
Var. Colimex; Lise; Mestizo

Limones en México



CARACTERISTICAS:

- 109,876 ha Limón persa
- Portainjertos:
Naranja Agrio
Volkameriana
Trifoliados
C. Macrophylla
- Trópico húmedo temporal y Riego**
- Industria diversificada
- Mercado: 80% Exportación
- Veracruz , Oaxaca, Jalisco (15)
Var. Persa (Chino, Peruano, Doble persa, Arbolito)

inifap

2

El crecimiento económico

LIMÓN PERSA
[*Citrus latifolia*]

Entidad	Superficie		Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	PMR (DlIs/udm)	Valor Producción (miles de Pesos)	Valor Producción (millones dlIs)
	Sembrada	Cosechada						
Campeche*	1,872.5	1,771.5	16,650.2	9.4	11,279.2	626.6	187,799.8	10,433.3
Chiapas	2,832.3	2,514.6	17,198.4	6.8	5,733.7	318.5	98,610.0	5,478.3
Jalisco	6,031.8	5,254.0	94,774.9	18.0	10,227.8	568.2	969,340.1	53,852.2
Michoacán**	3,236.5	3,132.5	34,651.1	11.1	11,688.3	649.3	405,011.4	22,500.6
Nayarit**	3,001.0	2,679.5	32,914.8	12.3	9,709.6	539.4	319,587.8	17,754.9
Oaxaca	16,819.2	15,828.7	211,126.1	13.3	6,399.3	355.5	1,351,067.1	75,059.3
Puebla	3,065.8	2,872.0	43,416.6	15.1	10,205.8	567.0	443,099.6	24,616.6
Quintana Roo*	4,701.5	3,810.5	42,141.4	11.1	10,343.7	574.7	435,898.9	24,216.6
Sinaloa**	1,339.9	1,339.9	22,040.8	16.5	10,687.8	593.8	235,566.2	13,087.0
Sonora	1,200.0	460.0	9,289.3	20.2	7,923.9	440.2	73,606.9	4,089.3
Tabasco	7,236.8	7,227.3	90,380.6	12.5	4,762.8	264.6	430,463.0	23,914.6
Veracruz	52,857.5	52,429.3	866,888.5	16.5	7,228.6	401.6	6,266,392.9	348,132.9
Yucatán*	5,788.5	4,884.3	107,553.3	22.0	7,050.7	391.7	758,328.8	42,129.4
	109,983.2	104,204.0	1,589,025.9	14.2	8,710.8	483.9	11,974,772.6	665,265.1

Siap 2023

1

La protección del medioambiente

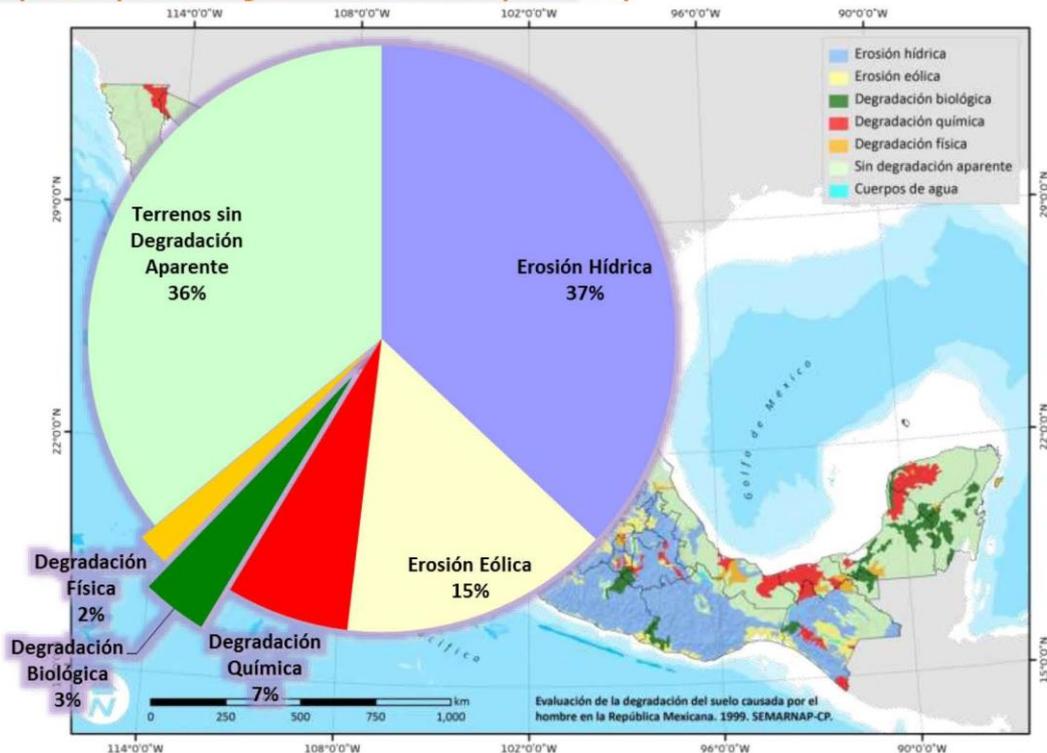
Agricultura Regenerativa:

ESTADO DE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS EN MÉXICO

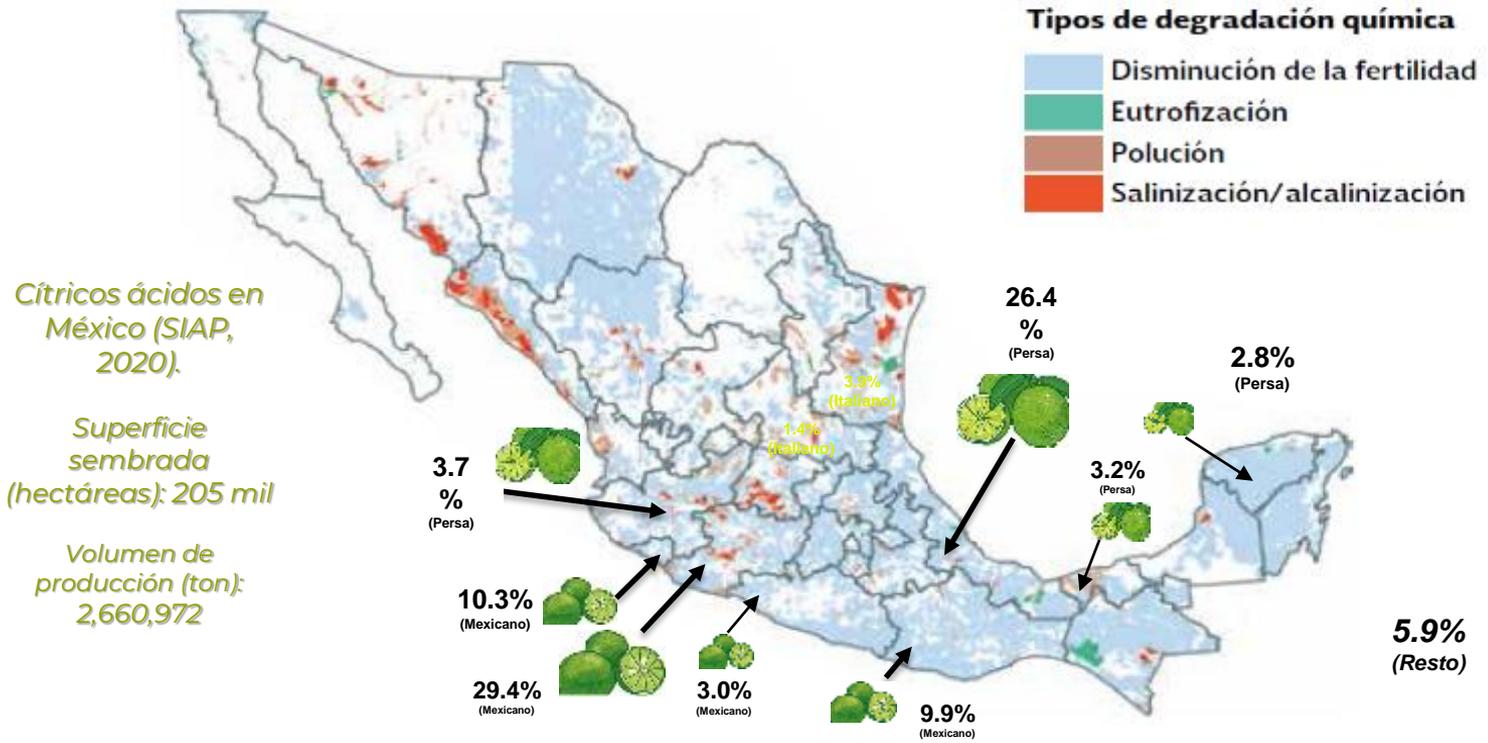
Degradación del suelo

Principales Tipos de Degradación del Suelo (GLASOD)

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Degradación química de suelos según tipos específicos en México, 2002 (SEMARNAT y CP, 2012).



1

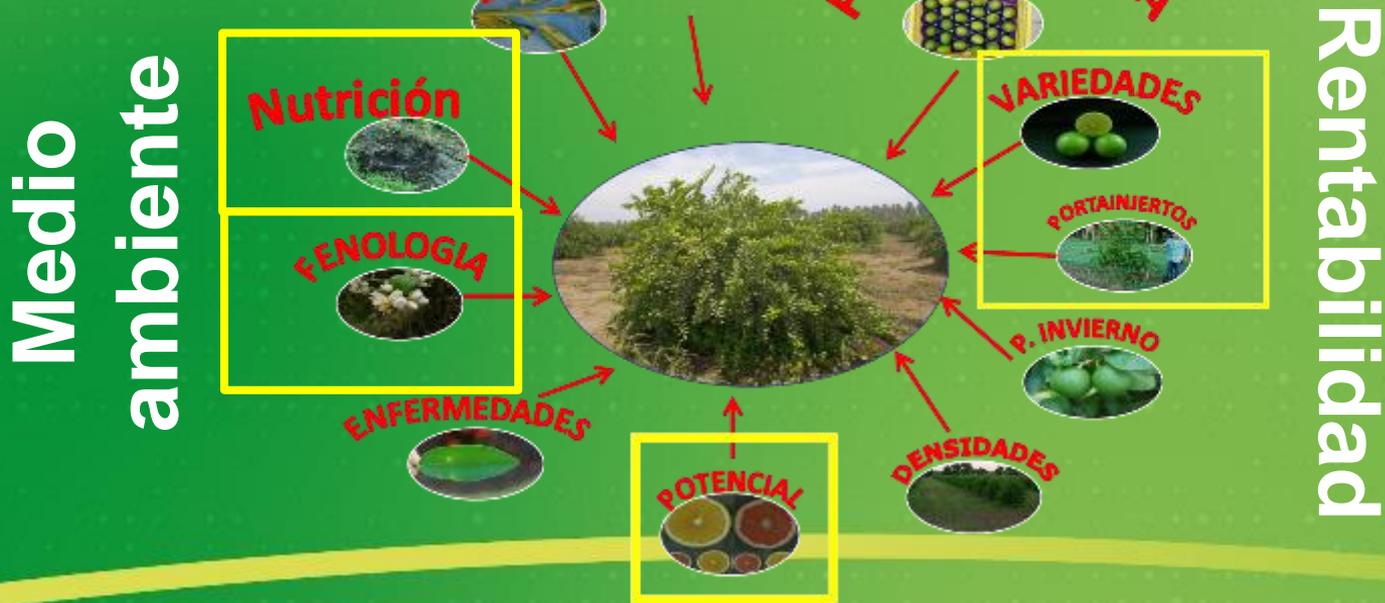
La protección del medioambiente

DIMENSIONES DE LA AGRICULTURA REGENERATIVA (Newton et al. 2020)

PROCESOS	RESULTADOS
Labranza de conservación	Mejora de la salud del ecosistema
Protección/cobertura del suelo	Incremento de la biodiversidad
Uso de cultivos de cobertura	Mejoramiento de la calidad del agua
Uso de rotaciones de cultivos	Mejoramiento de la salud del suelo
Uso cultivos asociados	Incremento de la captura de carbono
Incorporar árboles	Reducción de las emisiones de GEI
Integración de ganado	Mejoramiento del bienestar de los animales
Uso de control natural de plagas	Mantenimiento o incremento de los rendimientos de cultivos
Uso de fertilizantes orgánicos	Mejoramiento del acceso y/o seguridad alimentaria
Incluir el conocimiento local	Mejoramiento de la calidad de los alimentos y/o salud humana
Etc.	Mejoramiento del bienestar social y/o económico de las comunidades
	Incremento de la rentabilidad de las unidades de producción
	Etc.

Fregoso 2023

MANEJO INTEGRADO "SOSTENIBLE" DEL CULTIVO



CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL PACIFICO CENTRO - CAMPO EXPERIMENTAL TECOMAN

2

El crecimiento económico

VARIEDAD



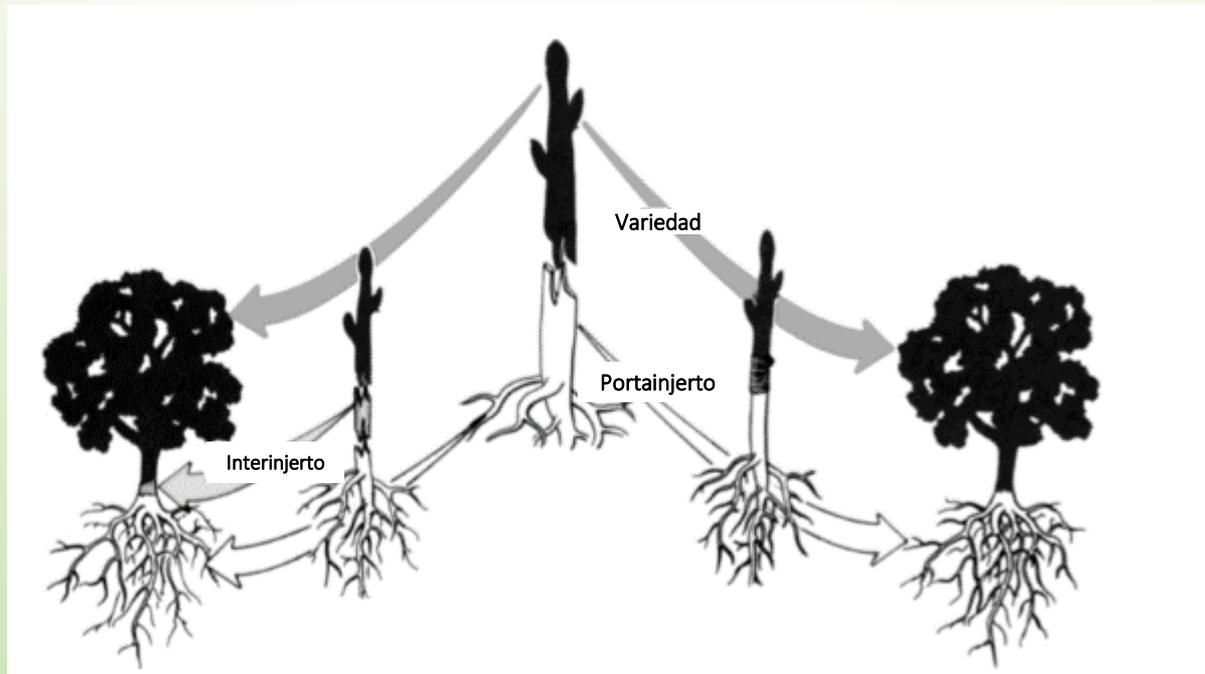
PORTAINJERTO



Material propagativo- Certificado

2

El crecimiento económico



2

El crecimiento económico

VARIEDAD

Competitividad



Fruta grande
sin semillas

Fruta pequeña
con semillas

2

El crecimiento económico

Manchado sectorial (WP)

Los severos y se desarrollan más rápidamente a temperaturas cálidas y especialmente drásticos en regiones desérticas.

- California 10 a 15
- Belice 6 a 8
- Arabia Saudita 4 años.

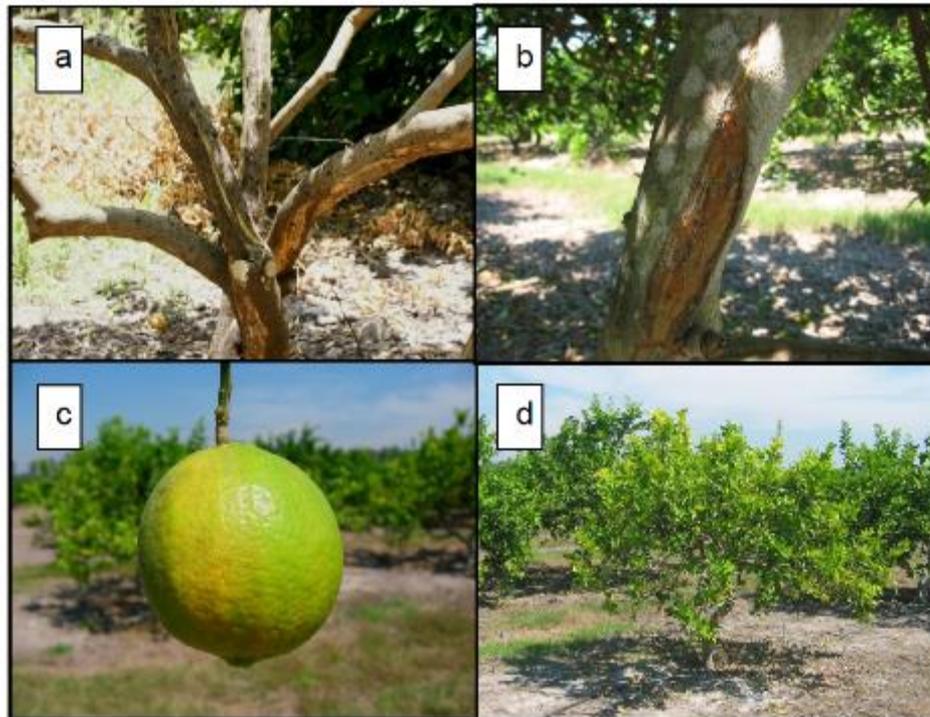


Figura 8. Síntomas de wood pocket en limón persa: ramas y tronco con rajaduras (a,b), manchado sectorial del fruto (c) y árbol con declinamiento.

INVESTIGACION SOBRE PORTAINJERTOS EN COLIMA

Los resultados 12 años de investigación indicaron que los mejores portainjertos para limón mexicano son :



ENFERMEDAD	VOLKAMERIANA	MACROFILA	N. AGRIO
TRISTEZA	Tolerante	Susceptible	Susceptible/Naranja
EXOCORTIS	Tolerante	Tolerante	Tolerante
CACHEXIA	Susceptible	Susceptible	Tolerante

Factores		Patrones (Portainiertos)								
		Citrus macrophylla	Citrus volkameriana	Citrus amblycarpa	Poncirus trifoliat	Naranja Agrio	Mandarina Cleopatra	Citrange Troyer	Citrange Carrizo	Citrumelo Swingle
Textura	Arcilloso	😊	😐	😊	😊	😊	😐	😐	😐	😐
	Migajón	😊	😐	😊	😐	😊	😐	😊	😊	😊
	Arenoso	😐	😊	😊	😐	😐	😊	😐	😐	😐
Clima	Frio	😞	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😐	😐
	Sequía	😊	😊	😊	😊	😐	😐	😞	😞	😊
Enfermedades	Phytophthora	😊	😐	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Fusarium	😊	😞	😞	😊	😊	😞	😊	😊	😊
	Tristeza	😞	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊
	Psorosis	😐	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Exocortis	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😞	😞
	Xyloporosis	😞	😊	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊
	Blight	😞	😞	😊	😞	😊	😊	😐	😞	😊
Nematodos	<i>R. similis</i>	😞	😞		😞	😞	😞	😞	😊	😞
	<i>T. semipenetrans</i>	😞	😞		😊	😞	😞	😊	😊	😊
Otros	Mal drenaje	😊	😐	😐	😐	😐	😞	😊	😞	😐
	Salinidad	😊	😐	😊	😞	😐	😊	😐	😞	😞
	Alcalinidad	😊	😐	😊	😞	😊	😐	😞	😞	😞
	Producción	😊	😊	😊	😊	😐	😐	😊	😊	😊
	Tamaño de arbol	😊	😊	😊	😞	😐	😐	😐	😊	😊



Satisfactorio, resistente o tolerante



Intermedio



Aceptable ó insatisfactorio

Material propagativo- Certificado



2

El crecimiento económico

iniap

Manejo sostenible de la nutrición y consumo de agua



2

El crecimiento económico

Nutrición de cultivos (Alcantar-González *et al.*, 2016):

¿Qué nutrimentos son los limitantes en la huerta?

¿En qué cantidad?

¿En qué estado fenológico?

¿Cómo afecta producción y calidad?

¿Dónde hacemos nutrición?

2 El crecimiento económico

Qué es nutrición, fertilización, fertirriego:

Nutrición (nutrición mineral): El estudio de la absorción de elementos minerales inorgánicos y su asimilación por las plantas (Pandey, 2015).

Fertilización: Acción y efecto de fertilizar (*Diccionario de la lengua española*). Fertilizar: hacer que la tierra sea fértil o más fértil.

Fertirriego: la combinación de agua y fertilizantes para nutrir los cultivos, cuyas ventajas son varias, ya que, entre otras cosas, reduce los costos de aplicación de fertilizante por hectárea, pues se utiliza el mismo equipo de riego. Además, esta técnica reduce el daño en los cultivos, al aplicar de los nutrientes en forma exacta y uniforme (SIAP, 2016).

Fertilización tradicional

Cantidad de fertilizante por aplicar (Kg/árbol/año) en limón considerando la edad y la densidad de población.

Densidad Arboles/Ha	Edad del árbol (años)								
	2 a 4 (Años)			5 a 8 (años)			Más de 9 (Años)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
100	0.9	0.450	0.450	1.4	0.600	0.600	1.5	0.650	0.650
120 – 190	0.8	0.400	0.400	1.15	0.540	0.540	1.3	0.600	0.600
200 – 300	0.7	0.300	0.300	0.8	0.400	0.400	0.9	0.450	0.450
Más de 300	0.6	0.280	0.280	0.8	0.380	0.380	0.7	0.350	0.350

Fertilización tradicional

CUADRO 8. DOSIS DE FERTILIZANTE PARA ÁRBOLES EN DESARROLLO Y NÚMERO DE APLICACIONES POR AÑO.

EDAD DEL ÁRBOL EN AÑOS	GRAMOS DE N, P, K POR ÁRBOL POR APLICACIÓN			NÚMERO DE APLICACIONES	GRAMOS DE N, P, K APLICADOS POR ÁRBOL POR AÑO		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	20	20 ^z	0	4	80	20 ^z	0
2	30	5	8	4	120	20	32
3	35	8	10	4	140	32	40
4	50	10	20	4	200	40	80
5	125	40	60	4	500	160	240
6	225	75	110	4	900	300	440
7	260	90	130	4	1040	360	520
8	300	100	150	4	1,200	400	600
9 ^y	375	125	187.5	4	1,500	500	750

^zEn una sola aplicación hecha en el fondo de la cepa al momento de plantar.

^y A partir de esta edad se consideran árboles adultos y debe mantenerse esta última fórmula de fertilización para años subsecuentes.

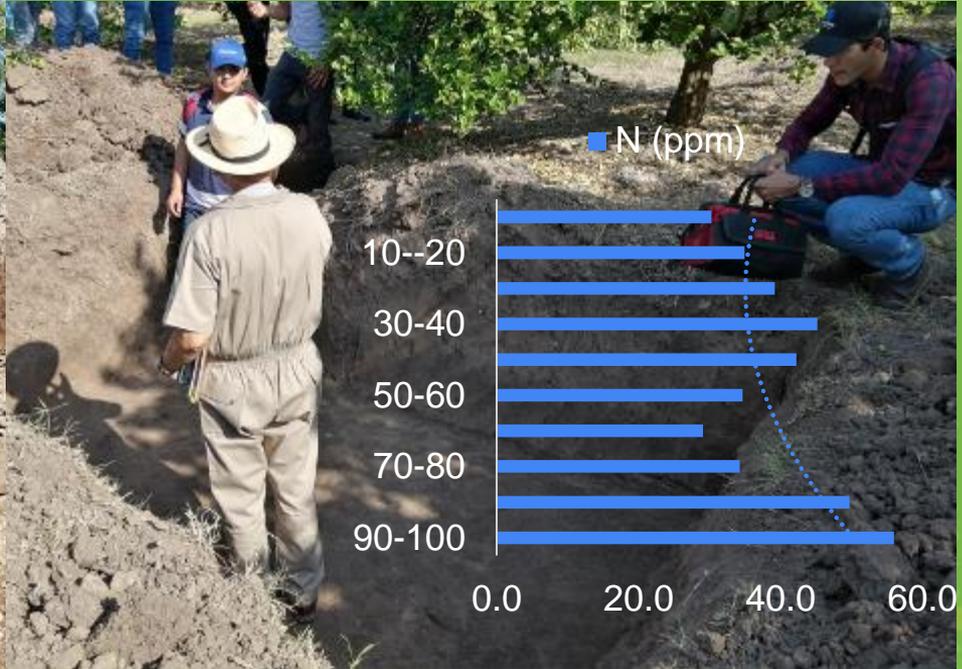
Diagnóstico Nutricional



- Análisis de laboratorio de suelo y follaje.
- Síntomas de deficiencias.
- Experiencias de fertilización locales.
- **Remoción de nutrimentos**
- Aplique solo lo que la planta requiere (Fertirriego)
- Considere fuentes alternativas como abonos orgánicos y biofertilizantes.
- *Huanglongbing* produce deficiencias de elementos secundarios y menores, supleméntelas con la ayuda del análisis.

Elementos y/o herramientas a considerar para un programa de nutrición en limón con HLB (etapa productiva):

- ✓ Diagnóstico de sitio (huerta o sección): consiste en el análisis de fertilidad de suelo y diagnósticos complementarios; como la descripción del perfil, monitoreo de nutrimentos en solución del suelo y análisis foliar.



inifap Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP

PRODUCTOR: ING. MIGUEL MANZANILLA (PROYECTO LIMON)
 NOMBRE DEL PREDIO: Huerta Limón PAD
 LOCALIZACIÓN DEL PREDIO: D.E. INIFAP Tecomán
 Fecha de Recepción de la Muestra: 12 de Marzo de 2012

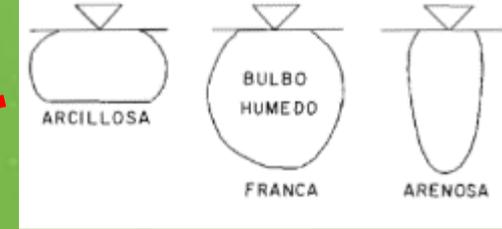
CULTIVO: Limón
 MUNICIPIO: Tecomán, Col.
 No. DE REPORTE: 51/12
 Entrega de Resultados: 23 de Marzo de 2012

REPORTE DE ANALISIS DE SUELO

DETERMINACION	RESULTADO	INTERPRETACION GENERAL*
ANÁLISIS DE FERTILIDAD		
pH (1:2 En agua) ⁽¹⁾	7.75	Moderadamente alcalino
Materia Orgánica (%) ⁽²⁾	2.01	Medio
Nitrógeno Nitrato (N-NO ₃) (ppm) ⁽³⁾	73.87	Alto
Fósforo (P) (ppm) ⁽⁴⁾	9.77	Bajo
Potasio (K) (ppm) ⁽⁵⁾	209.54	Medio
Calcio (Ca) (ppm) ⁽⁶⁾	3820.35	Moderadamente alto
Magnesio (Mg) (ppm) ⁽⁷⁾	297.58	Medio
Sodio (Na) (ppm) ⁽⁸⁾	119.32	Medio
Cobre (Cu) (ppm) ⁽⁹⁾	2.15	Alto
Hierro (Fe) (ppm) ⁽¹⁰⁾	9.88	Medio
Manganeso (Mn) (ppm) ⁽¹¹⁾	9.78	Medio
Zinc (Zn) (ppm) ⁽¹²⁾	0.57	Medio
Boro (B) (ppm) ⁽¹³⁾	0.01	Muy bajo
Carbonatos totales (%) ⁽¹⁴⁾	25.03	Alfamente calcáreo
ANÁLISIS FÍSICO		
Ávena (%)	21.48	
Arcilla (%)	17.50	
Limo (%)	80.92	
Textura ⁽¹⁵⁾		Franco limoso
Capacidad de campo (C.C.) % ⁽¹⁶⁾	31.00	
Punto de marchitamiento permanente (P.M.P.) % ⁽¹⁷⁾	16.28	
Humedad aprovechable (H.A.) % ⁽¹⁸⁾	14.72	
Densidad aparente (g/cm ³) ⁽¹⁹⁾	1.46	

pH
MO

Nutrimientos



BASES INTERCAMBIABLES ⁽²⁰⁾			
Bases Intercambiables	En Porcentaje (%)	Porcentaje (%) Seguro	En mg/100g (cmol/kg)
Calcio (Ca ⁺⁺)	54.48	85.0 a 75.0	19.08
Magnesio (Mg ⁺⁺)	10.85	15.0 a 20.0	2.45
Sodio (Na ⁺)	2.30	0 a 5.0	0.52
Potasio (K ⁺)	2.37	4.5 a 7.0	0.54
Capacidad de intercambio Catiónico (CIC)			22.57

MÉTODOS DE EMPLEADOS
 (1) POTENCIOMETRICO
 (2) METODO FALLET Y BLACK
 (3) MET. CALOMETRICO POR REDUCCION CON DIAMMO.
 (4) METODO CLAS. (M. METODO BRIT.)
 (5) MET. POR ABSORCION DE LUMEN. COMPARACION EN ESPECTROFOTOMETRO DE AA.
 (6) MET. CON VITR. QUANTIFICACION EN METODO HANSEN Y HANSEN.
 (7) METODO BARCELOS
 (8) CALCULO
 (9) MEDICION EN CONDUCTIVIMETRO
 (10) METODO SPECTROFOTOMETRICO DE AA.
 (11) TITULACION
 (12) METODO DE LA PIRETA
 (13) MET. COLOMETRICO NOMETRICO

ANALISTA Y RESPONSABLE
M.C. Rosa Martínez Pamatz
 M.C. ROSA MARTÍNEZ PAMATZ

SALINIDAD			
Conductividad Eléctrica (C.E.) en Extracto de Saturación dSim ⁽²¹⁾ : 3.900			
* Cationes y aniones en extracto de saturación			
Cationes ⁽²²⁾	meq/L	Aniones *	
meq/L			
Calcio (Ca ⁺⁺)	33.50	Carbonato (CO ₃) ⁽²³⁾	1.62
Magnesio (Mg ⁺⁺)	3.57	Bicarbonato (HCO ₃) ⁽²⁴⁾	0.81
Sodio (Na ⁺)	3.21	Cloruro (Cl ⁻) ⁽²⁵⁾	2.46
Potasio (K ⁺)	0.64	Sulfato (SO ₄) ⁽²⁶⁾	36.81
Suma	40.72	Suma	40.70
DETERMINACION	RESULTADO	INTERPRETACION	
Relación de Absorción de sodio (R.A.S.) ⁽²⁷⁾	0.75	Sin problema	
Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I.) % ⁽²⁸⁾	0.00	Libre de sodio	
Clasificación del suelo de acuerdo a C.E. en Extracto de Saturación		Moderadamente salino	

Salinidad



* NOTA: LA INTERPRETACION GENERAL NO ES ESPECIFICA DE ALGUN CULTIVO EN PARTICULAR

Condiciones de un suelo fértil para la nutrición vegetal



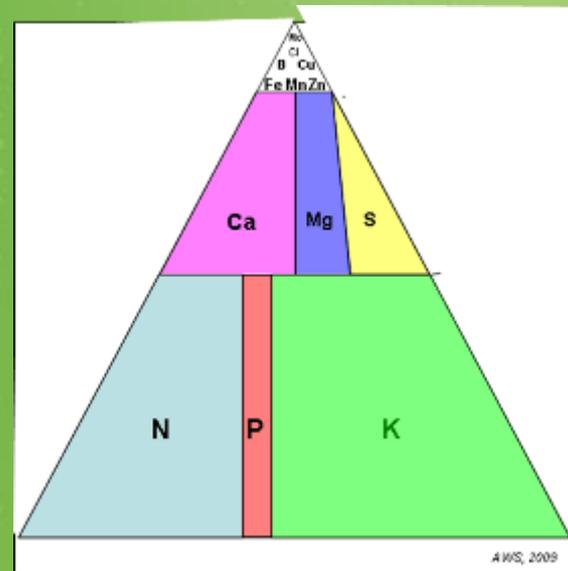
Nutrientes esenciales para el crecimiento de las cítricos

Macronutrientes

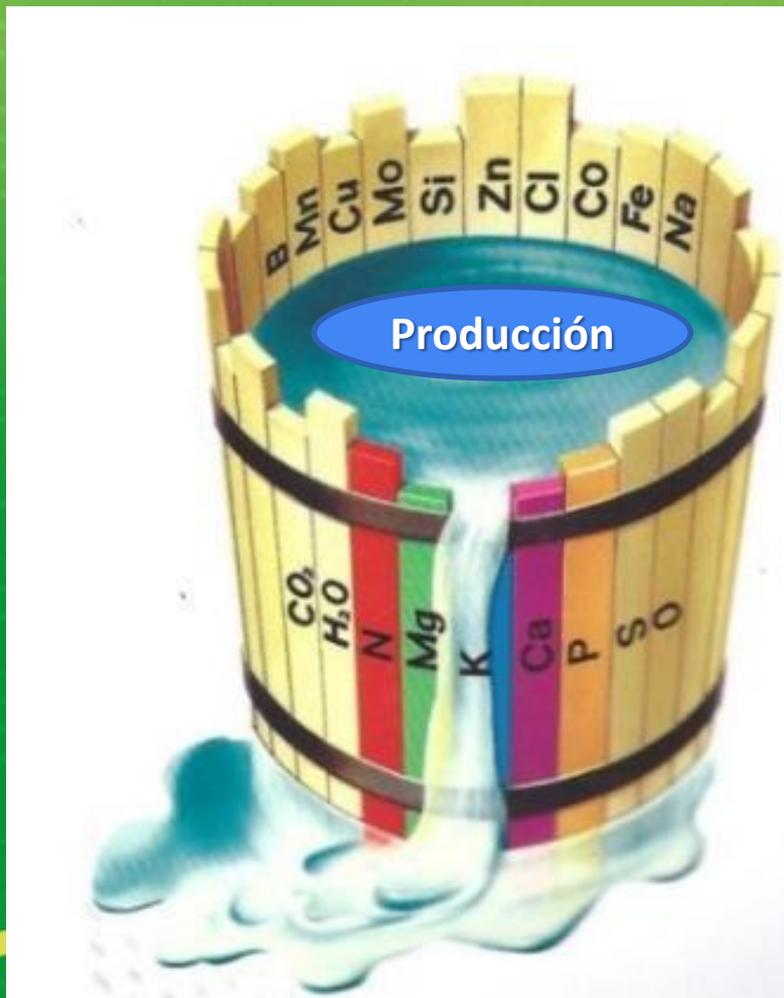
- **Carbón (C)***
 - **Hidrógeno (H) ***
 - **Oxígeno (O)***
 - **Nitrógeno (N)**
 - **Fósforo (P)**
 - **Potasio (K)**
 - **Calcio (Ca)**
 - **Magnesio (Mg)**
 - **Azufre (S)**
- 81 %
- 18.7 %

Micronutrientes

- **Hierro (Fe)**
 - **Zinc (Zn)**
 - **Manganeso (Mn)**
 - **Cobre (Cu)**
 - **Boro (B)**
 - **Molibdeno (Mo)**
 - **Cloro (Cl)**
 - **Níquel (Ni)**
- 0.32 %

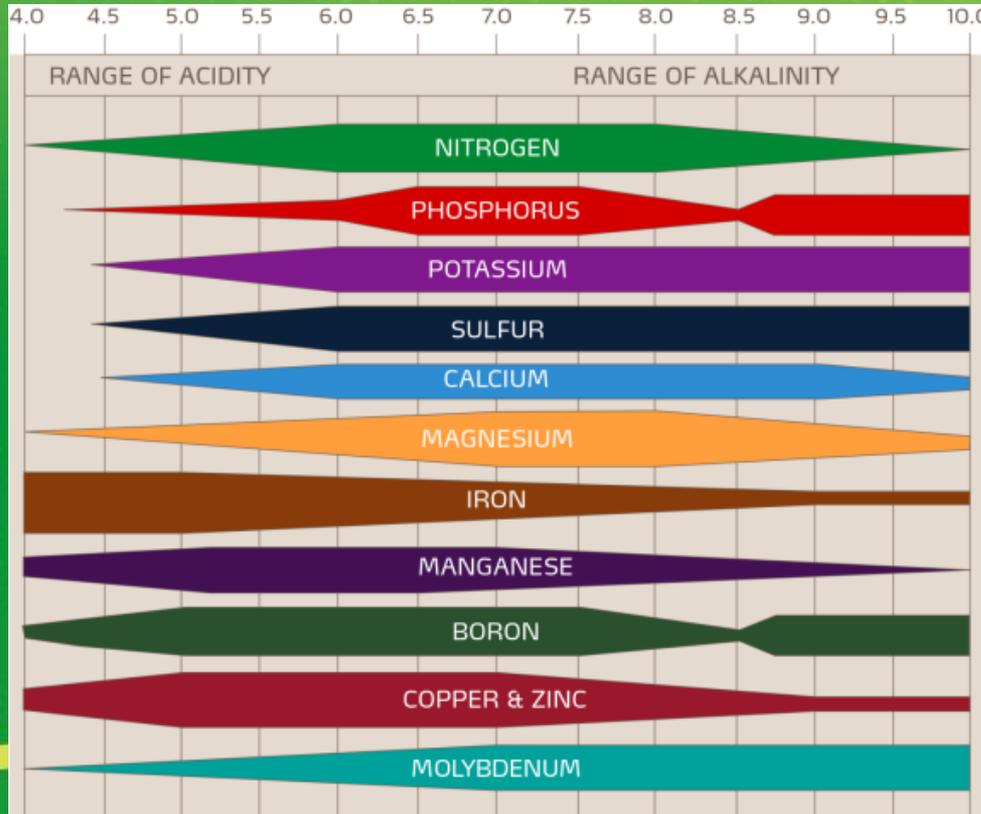


*No minerales: Tomados del agua y del aire



Ley del mínimo

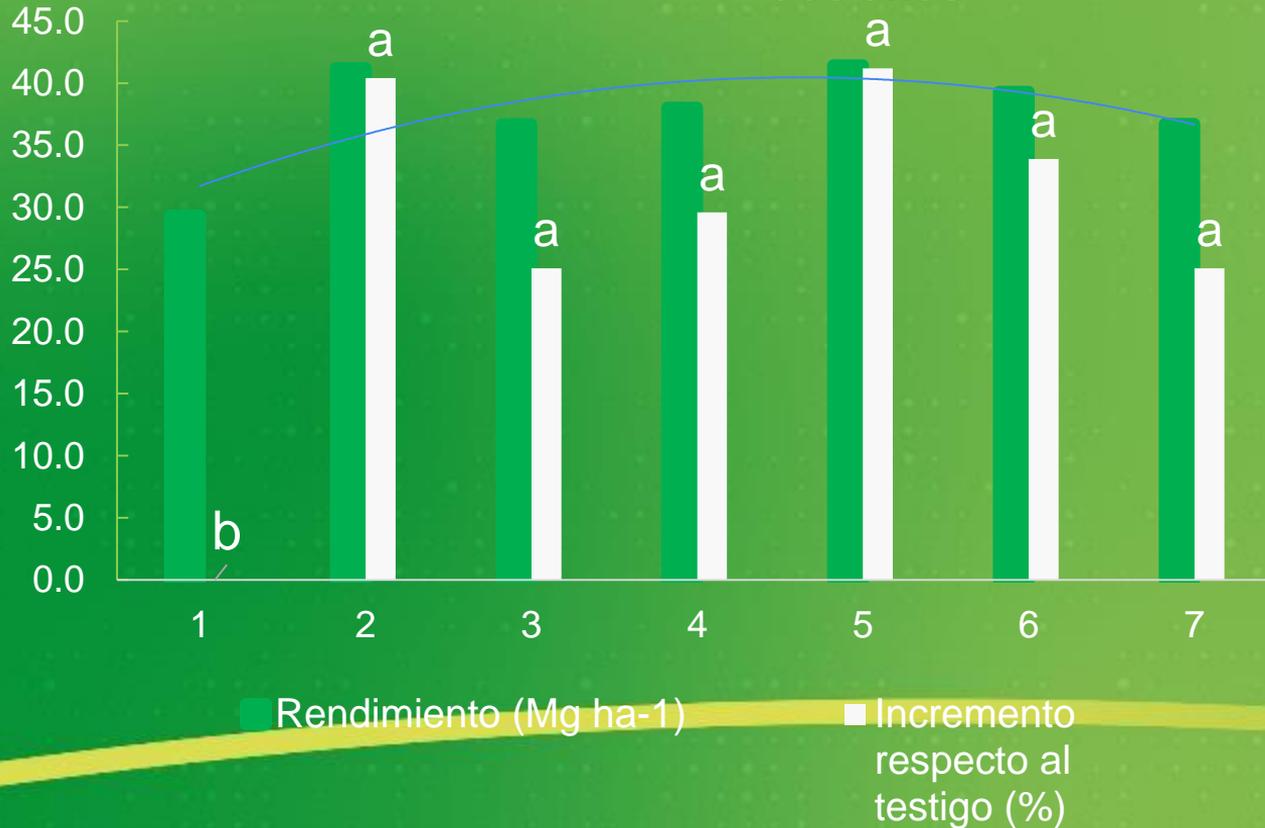
Efecto del pH del suelo en la disponibilidad de los nutrientes



pH: 6-7
Cítricos: 5.5 - 7

¿Qué efecto en la producción de limón?

Efecto en rendimiento de limón con la aplicación de mejoradores de suelo durante dos años



Tratamientos	Dosis (kg árbol ⁻¹ año)
1. Testigo	Sin mejorador
2. Azufre	0.63
3. Ácido sulfúrico	7.30
4. Polisulfuro de potasio	2.23
5. Tiosulfato de potasio	2.88
6. Tiosulfato de amonio	1.97
7. Nitrosul	0.54

Pérez-Zamora, 2002.

➤ Remoción de nutrimentos

- ✓ Emplear lo suficiente: básicamente son los elementos a considerar para la generación de fórmulas de nutrición. Nutrimentos extraídos en kilogramos por tonelada de fruta de limón de limón mexicano (Maldonado, 1999; Maldonado *et al.*, 2001).

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Zn	Mn	Cu
1.86	0.42	2.49	1.11	0.15	0.17	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002

Orden de requerimiento
nutrimental para frutos:

K>N>Ca>P>Mg

K>N>P>Mg



Fórmula para la nutrición de limón en producción:

$$\text{Dosis} = \frac{(\text{DEM} - \text{OFE}) * 1.5}{\text{ERF}}$$

DEM= Exportación de nutrientes en kilogramos/tonelada de fruta (meta teórica de rendimiento).

OFE= datos o valores del análisis de suelo.

1.5 = Es un valor de compensación para cubrir la demanda del resto de la planta.

ERF: eficiencia del fertilizante.

Planteamiento fue sustentado en base a la propuesta de Etchevers 1987; Rodríguez, 1993; Maldonado et al., 2008 (fertilización por restitución).

Déficit negativo aumentar 30%, de acuerdo al elemento que corresponda.

Valores positivos utilizar la dosis calculada (es de mantenimiento). Valores positivos muy altos y extremadamente altos, no aplicar fertilizante.

➤ Remoción de nutrientes

Morelos

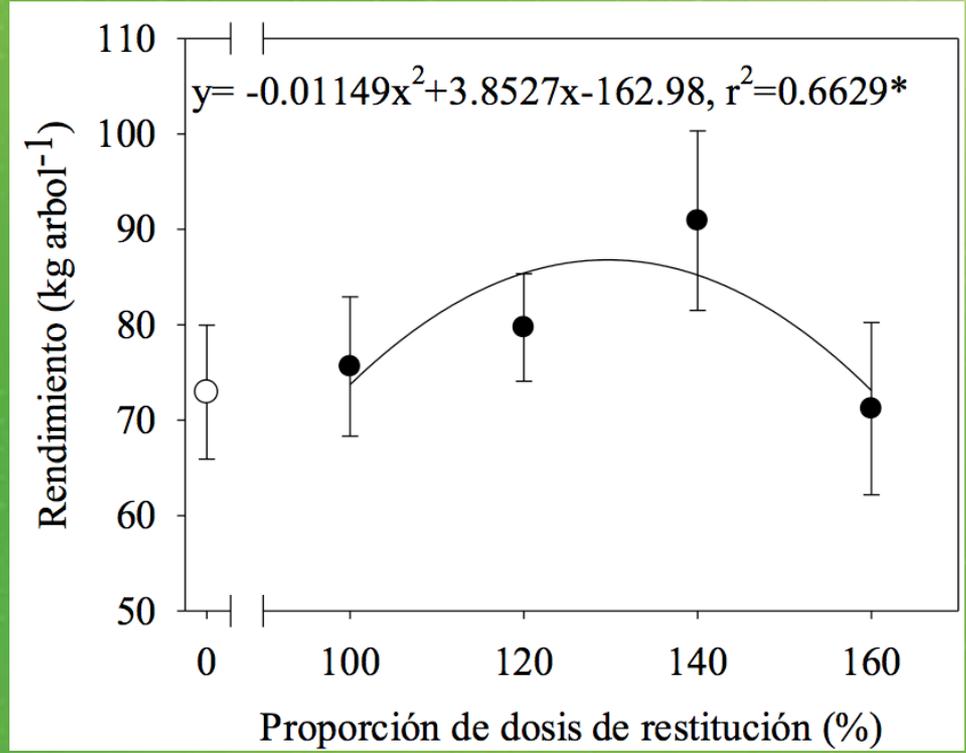
N	P	K
0.9	0.97	0.16

Cuadro 3. Dosis de nutrición (Kg ha⁻¹) evaluados en limón Persa.

TRATAMIENTO	N (SA)	P (DAP)	K (SP)
Sin fertilización	0.0	0.0	0.0
Restitución	110.67	53.55	28.20
Restitución +20%	132.09	64.26	33.55
Restitución +40%	153.51	74.97	39.27
Restitución +60%	179.93	85.68	44.98

SA=Sulfato de amonio, DAP=fosfato diamónico y SP=sulfato de potasio

Rendimiento en limón persa fertilizado con diferentes dosis de restitución.



En conclusión, el limón Persa mostró efecto positivo al aplicar la dosis de restitución y el incremento adicional entre 20 y 60% de la dosis de restitución

➤ Remoción de nutrimentos

La remoción de nutrimentos en los huertos de limón persa, estuvo afectada por factores:

- Densidad de población
- Fertilización (frecuencia y fuente)
- Manejo del agua (Régimen y frecuencia)
- Suelo y clima

Veracruz

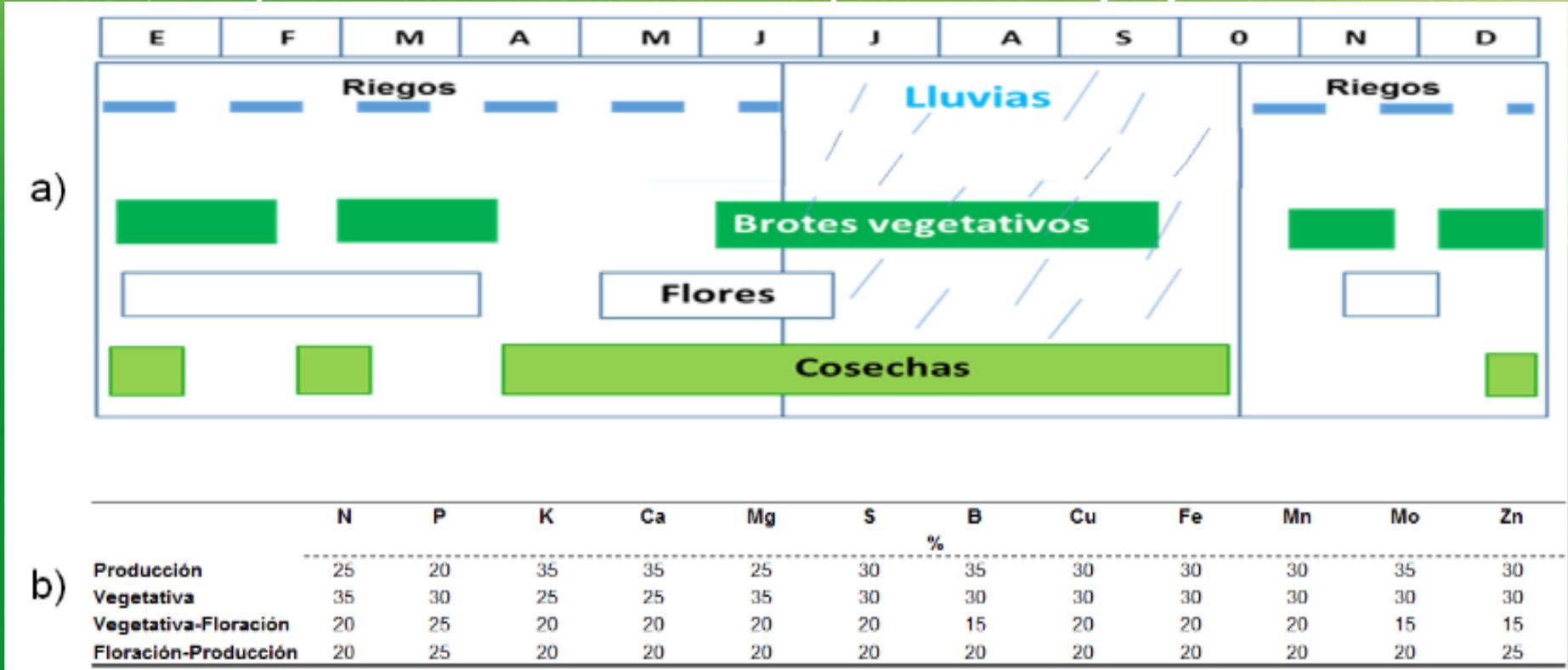
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Zn	Mn	Cu
2.1	0.3	1.5	1.4	0.1	0.1	0.008	0.002	0.0008	0.0006	0.0009

Nayarit

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Zn	Mn	Cu
1.9	0.2	2.2	1.2	0.2	0.1	0.003	0.002	0.001	0.001	0.007

Mellado-Vázquez et al., 2017

- ✓ Adición oportuna. Contempla etapas fenológicas o productivas del cultivo, es decir, incorporar nutrimentos considerando periodos de mayor y menor demanda.



a) Esquema general de las etapas productivas de limón en Colima (Robles *et al.*, 2014), y b) propuesta para la distribución porcentual de los nutrimentos durante el año.

2

El crecimiento económico

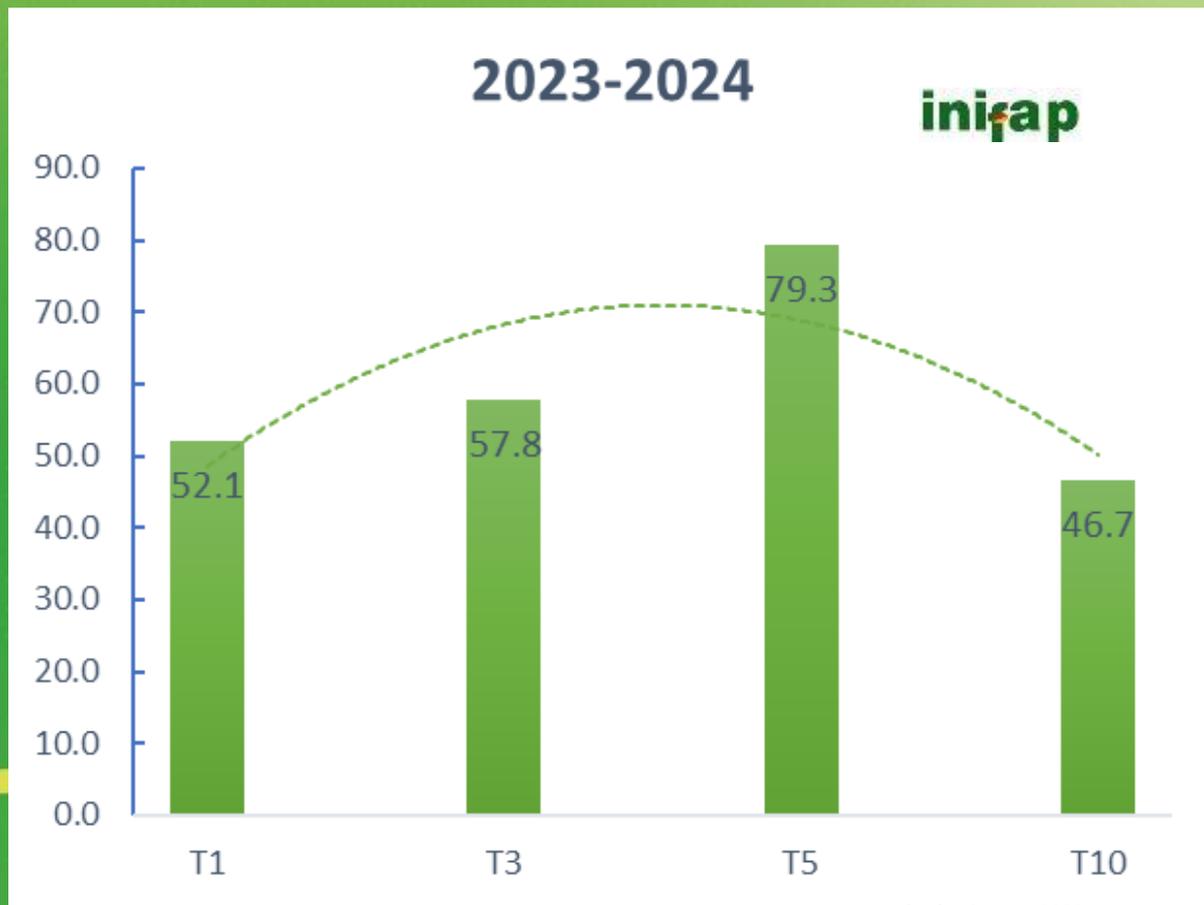
La evaluación se realizó en una plantación de limón mexicano (*C. aurantifolia*) pH>7.8 y altos contenidos de CaCO_3 .

T1 (tratamiento control) fue el sugerido para plantas de limón mexicano en la región, y consiste en la proporción: 2-1-1 o 20-10-10 de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente (Medina *et al.*, 2001).

(T3 y T5), consistieron en la aplicación mensual de fertilizantes con base a la oferta del suelo (análisis de fertilidad), más los datos de la extracción de nutrientes por tonelada de fruta para limón mexicano (Maldonado *et al.*, 2001). Dicho método es conocido como fertilización por restitución (FR) (Maldonado *et al.*, 2008).

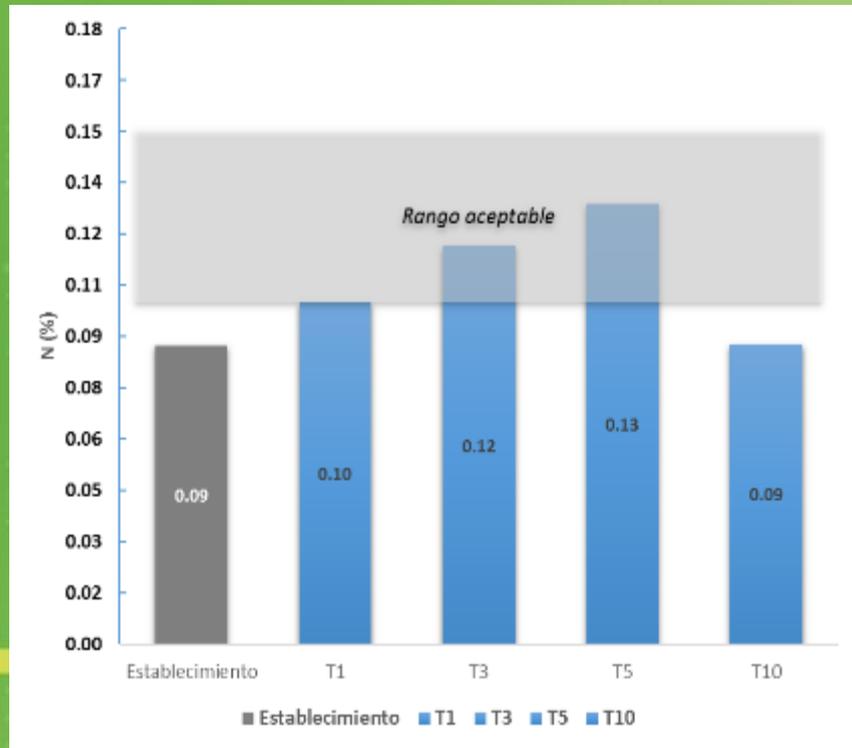
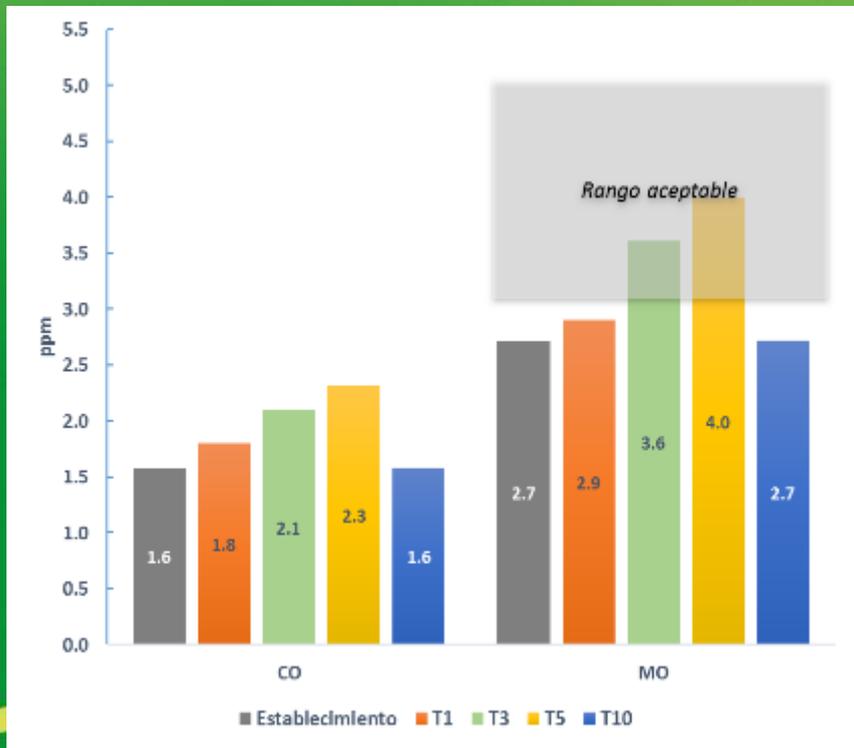
T10 El tratamiento cero fertilizante

➤ Remoción de nutrientes



➤ Remoción de nutrimentos

Efecto sobre algunas variables de fertilidad de suelo, utilizando distintos tratamientos de nutrición durante cinco años



EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN TIPO “DRENCH” PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LIMÓN MEXICANO (García-Preciado *et al.*, 2023).



12 kg de fosfonitrato
1.75 kg fosfato-monopotásico
7.0 kg sulfato de potasio
1.0 kg sulfato de magnesio

5.0 kg nitrato de calcio
0.25 kg microelementos

Total fertilizantes= 27 kg

Por árbol= 270 gr

La fórmula es para 100 árboles

Testigo= sulfato de amonio aplicado en dos ocasiones durante el periodo de lluvias 2.5 kg de fertilizante por árbol. Dividido en dos partes, una en julio (1.0 kg) y otra en octubre (1.5 kg).



La tecnología de aplicación tipo “Drench”,

1

La protección del medioambiente

Perspectivas de la fertilización orgánica-complementaria

Es una práctica con crecimiento ascendente a nivel mundial debido a una mayor **sensibilidad** ecológica y económica.

- **Puede reducir o sustituir** la fertilización química convencional.
- Promueve **mayor calidad de los suelos**, es amigable con el ambiente y sostenible para los agrosistemas.
- Constituye **una alternativa** para la producción agrícola orgánica.
- La **combinación** de la fertilización biológica y química representa un **manejo integral y racional** de la fertilidad.



Tipos de abonos orgánicos

- Aguas residuales
- Estiércoles
- Compostas
- Microorganismos (HMA, BPCV/fijadoras N)
- Biosólidos
- Bioles

1

La protección del medioambiente

Beneficios en las propiedades biológicas del suelo



Incrementa y diversifica la actividad biológica del suelo

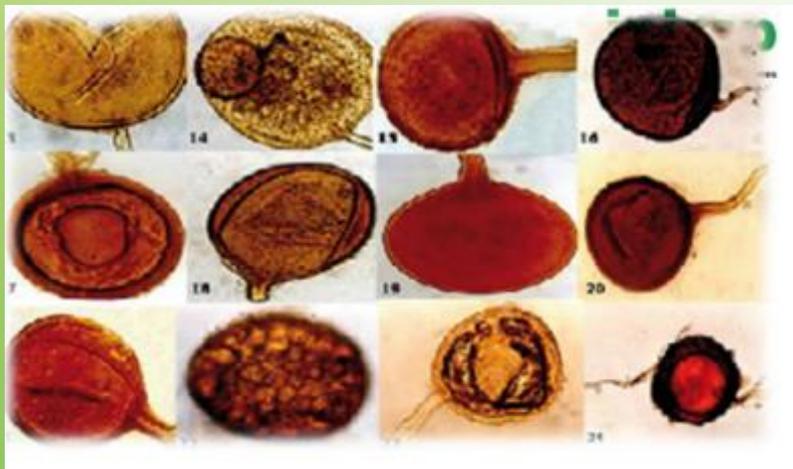
- ❖ Aumenta la carga microbial que se encarga de la mineralización de los compuestos orgánicos
- ❖ Es fuente de energía para los microorganismos del suelo
- ❖ Práctica amigable con el ambiente y sostenible

1

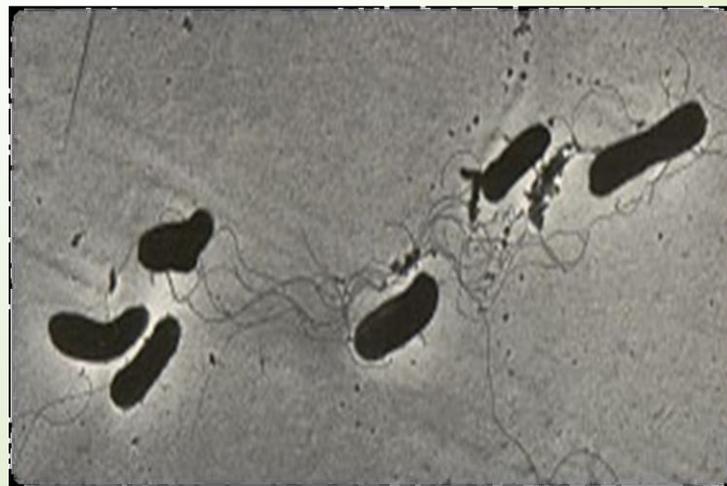
La protección del medioambiente

Principales Microorganismos Utilizados como Bioinoculantes

Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA)



Bacterias Fijadoras de N/Promotoras de Crecimiento (rhizobacterias)



Combining cover crops and compost



Rate 1: 4.5 tons of compost/acre/year; Rate 2: 9 tons of compost /acre/year

Cover crops in citrus: field trials

Tree growth:

- Canopy diameter
- Canopy volume
- Leaf area

Soil nutrients : SOM and N
Soil microbial community

Weed growth

Co-PIs:

Dr. Davie Kadyampakeni (CREC)
 Dr. Ramdas Kanissery (SWFREC)
 Dr. Tara Wade (SWFREC)



Fruit yield and quality

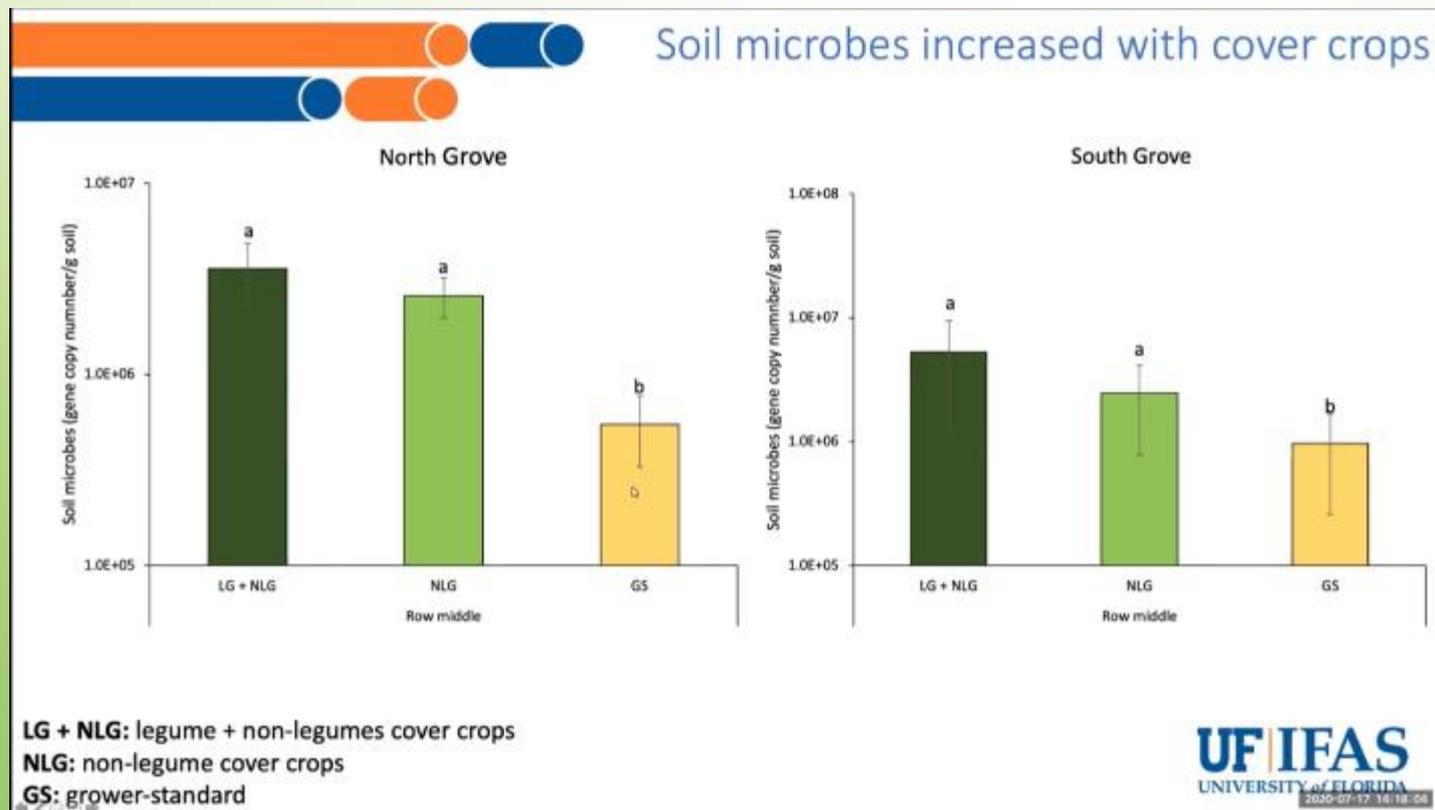
Economic benefits

Root growth and density



1

La protección del medioambiente



1

La protección del medioambiente

Establecimiento del frijol común intercalado con cítricos en el norte de Veracruz

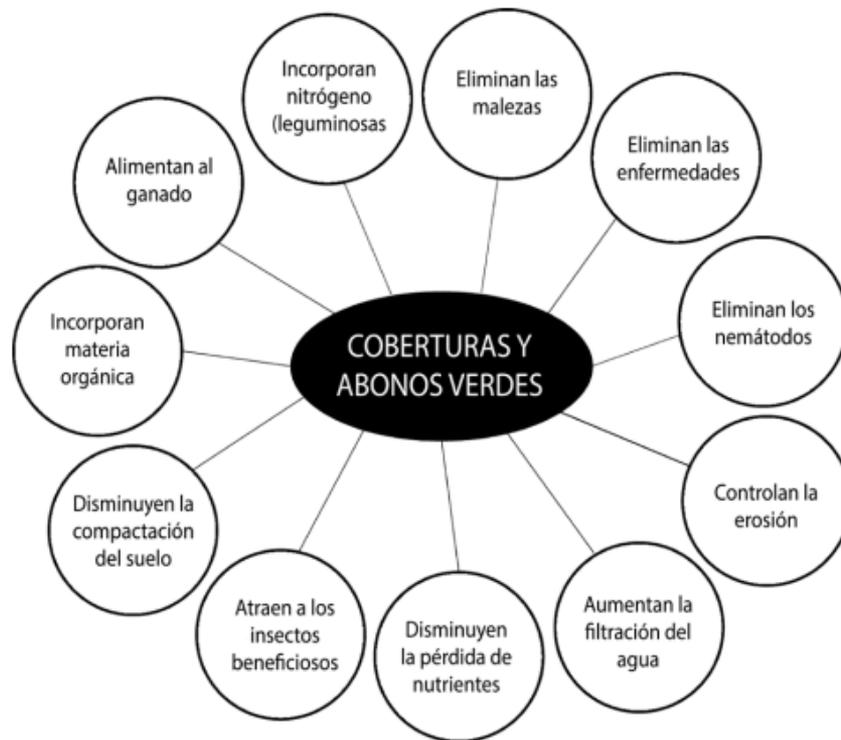


1

La protección del medioambiente



CUBRIR LAS FUNCIONES DE CULTIVO



Rosset y Altieri, 2018

Análisis foliares:

- Confirma deficiencias, toxicidades o desequilibrios nutricionales.
- Determina si el árbol ha tenido un aporte suficiente de nutrientes esenciales.
- Identifica toxicidades y deficiencias ocultas cuando los síntomas visibles no aparecen.
- Evalúa la efectividad de los programas de fertilización.
- Proporciona una manera de comparar varios tratamientos de fertilizantes.
- Determina la disponibilidad de elementos no probados por otros métodos.



Utilidad de los análisis del suelo y del tejido foliar como herramientas de manejo de nutrientes en los cítricos

Propiedad o nutriente	Análisis de suelo	Análisis foliar
pH	★	
Materia Organica	★	
N		★
P	★	★
K		★
Ca	★	★
Mg	★	★
Cu	★	★
Zn,Mn,Fe,B		★

Drawing from Arnold W. Schumann, ©2009.

iniñap Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y
Nutrición Vegetal del INIFAP

CULTIVO: Limón
MUNICIPIO: Armería, Col.
No. DE REPORTE: 202-13
Entrega de Resultados: 2 de Octubre de 2013

Fecha de Recepción de la Muestra: 17 de Septiembre de 2013

REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR DE LIMÓN

NUTRIENTES

DETERMINACIÓN	RESULTADO
Nitrógeno (N) Total (%) ⁽¹⁾	2.950
Fósforo (P) (%) ⁽²⁾	0.040
Potasio (K) (%) ⁽²⁾	2.510
Calcio (Ca) (%) ⁽³⁾	8.340
Magnesio (Mg) (%) ⁽³⁾	4.800
Sodio (Na) (ppm) ⁽³⁾	153.80
Hierro (Fe) (ppm) ⁽³⁾	104.65
Cobre (Cu) (ppm) ⁽³⁾	8.85
Manganeso (Mn) (ppm) ⁽³⁾	34.58
Zinc (Zn) (ppm) ⁽³⁾	23.54
Boro (B) (ppm) ⁽⁴⁾	312.00

2.40 - 3.0
0.15 - 0.50
1.60 - 2.50
1.50 - 5.00
0.25- 1.00

60 - 200
5 - 35
20 - 200
20- 100
30- 100

ppm: miligramos por kilo
ppm: Partículas por millón
%: Porcentaje

METODOLOGÍAS EMPLEADAS

- (1) DETERMINACIÓN CON EL EQUIPO TRUSPEC CN MARCA LEGO
(2) MET. COLORIMÉTRICO MOLIBDOVANADATO DE AMONIO
(3) ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA
(4) MET. COLORIMÉTRICO AZOMETINA H

Guía para diagnosticar el estado nutrimental de **N, P, K** en limón Mexicano^(x) en base al análisis foliar.

Nutrimento	Unidad	Deficiencia		Abasteci- Miento Optimo	Exceso
		Aguda	Latente		
Nitrógeno	%	< 1.890	1.89 – 2.05	2.050 – 2.35	> 2.38
Fósforo	%	< 0.134	0.138 – 0.154	0.154 – 0.24	> 0.24
Potasio	%	< 0.350	0.35 – 0.48	0.480 – 0.99	> 0.99

^(x) Orozco-Romero, 1979

Guía para diagnosticar el estado nutrimental de **N, P, K** en limón^(x) en base al análisis foliar.

Nutrimento	Unidad	Deficiencia		Abasteci- Miento Optimo	Exceso
		Aguda	Latente		
Nitrógeno	%	< 1.890	1.89 – 2.05	2.050 – 2.35	> 2.38
Fósforo	%	< 0.134	0.138 – 0.154	0.154 – 0.24	> 0.24
Potasio	%	< 0.350	0.35 – 0.48	0.480 – 0.99	> 0.99

^(x) Orozco-Romero, 1979

Guía para diagnosticar el estado nutrimental de nutrientes secundarios y micronutrientes de cítricos en Florida (x) en base al análisis foliar.

Nutrientes	Unidad	Deficiencia Aguda	Abastecimiento			Exceso
			Latente	Optimo	Alto	
Nutrientes Secundarios						
Mg	%	< 0.20	0.20 – 0.29	0.30 – 0.49	0.50 – 0.70	> 7.0
Ca	%	< 1.5	1.5 – 2.9	3.0 – 4.9	5.0 – 7.0	> 7.0
S	%	< 0.14	0.14 – 0.19	0.20 – 0.30	121 – 200	> 0.30
Micronutrientes						
Fe	ppm	< 35	35 – 59	60 – 120	121 – 200	> 200
Zn	ppm	< 17	18 – 24	25 – 100	101 – 300	> 300
Mn	ppm	< 17	18 – 24	25 – 100	101 – 300	> 300
Cu	ppm	< 3.0	3.0 – 4.0	5 – 16	17 – 20	> 20
Mo	ppm	< 0.05	0.06 – 0.09	0.10 – 1.00	2.0 – 5.0	> 5.0

(x) Fuente: Tucker *et al.*, 1995; Koo, 1984.

Aplicación foliar de nutrientes

La aplicación de macronutrientes al suelo se ve favorecida sobre la aplicación foliar debido a la alta demanda de absorción por parte de los árboles de cítricos.

El fertilizante aplicado al suelo está sujeto a diversos destinos, entre ellos la lixiviación, el escurrimiento y la fijación en formas no disponibles para las plantas.

Los fertilizantes en solución aplicados al follaje de los árboles son menos propensos a estas pérdidas, pero sólo pequeñas cantidades de nutrientes pueden penetrar en las hojas.

Se puede considerar la aplicación de fertilizantes foliares para los nutrientes N, P, K, Mg, Zn, Mn y B. Es especialmente útil cuando las propiedades del suelo, como el pH alto, inhiben la disponibilidad de nutrientes.

La aplicación de fertilizantes foliares puede reducir o eliminar las aplicaciones de micronutrientes al suelo, ya que se absorben en bajas cantidades.

CADA 30 DÍAS

Plan para el manejo integral de huertas cítricas

RAIZ



Requerimiento de agua (**litro/árbol/día**) en árboles de limón.

MES	DIAMETRO DE COPA DE LOS ARBOLES			
	9 m	7m	5m	3m
Enero	235	142	43	5.0
Febrero	252	152	47	5.0
Marzo	268	162	50	5.5
Abril	284	172	53	5.8
Mayo	333	201	62	6.9
Junio	333	201	62	6.9
Julio	341	206	63	7.1
Agosto	300	181	56	6.2
Septiembre	284	171	53	5.9
Octubre	252	152	47	5.2
Noviembre	252	152	47	5.2
Diciembre	243	147	45	5.0



inifap Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y
Nutrición Vegetal del INIFAP

RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. MIGUEL MANZANILLA
NOMBRE DEL PROYECTO: Alta Densidad
LOCALIZACIÓN DEL PREDIO: Campo Experimental Tacomán
Fecha de Recepción de la Muestra: 30 de Noviembre de 2011

CULTIVO: Limón
MUNICIPIO: Tecomán, Col.
No. DE REPORTE: 280/11
Entrega de Resultados: 2 de Diciembre de 2011

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA

DETERMINACIONES	RESULTADO	CLASIFICACION GENERAL*
pH ⁽¹⁾	7.907	Moderadamente alcalino
Conductividad Eléctrica (C.E.) dS/m 25°C ⁽¹⁾	0.805	Baja en sales
Cationes ⁽²⁾		
Calcio (Ca ⁺⁺) (meq/L)	3.79	No se especifica
Magnesio (Mg ⁺⁺) (meq/L)	1.26	No se especifica
Sodio (Na ⁺) (meq/L)	1.12	No se especifica
Potasio (K ⁺) (meq/L)	0.09	No se especifica
Suma de Cationes (meq/L)	6.26	
Relación de Absorción de Sodio ⁽⁶⁾	0.70	Muy baja en sodio
Porcentaje de Sodio intercambiable (%) ⁽⁶⁾	17.82	No se especifica
Aniones		
Cloruros (Cl ⁻) ⁽⁶⁾ (meq/L)	2.00	Sin problema
Sulfatos (SO ₄ ²⁻) ⁽⁶⁾ (meq/L)	1.66	No se especifica
Carbonatos (CO ₃ ²⁻) ⁽⁴⁾ (meq/L)	0.95	No se especifica
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻) ⁽⁴⁾ (meq/L)	1.68	Muy baja en bicarbonatos
Suma de Aniones (meq/L)	6.29	
Carbonato de Sodio Residual (meq/L) ⁽⁶⁾	0.00	Buena
Salinidad Potencial (meq/L) ⁽⁶⁾	2.93	Buena
Salinidad Efectiva (meq/L) ⁽⁶⁾	2.50	Buena
Clasificación de Agua para Riego	C2S1	Peligro de salinidad medio y de sodio bajo
Dureza (meq/L de CaCO ₃) ⁽⁶⁾	14.824	Medianamente dura
Sólidos Totales Disueltos (ppm) ⁽⁶⁾	387.20	Ningun grado de restricción en su

ANALISTA Y RESPONSABLE
M. C. Rosa Martínez Páramo
M. C. ROSA MARTÍNEZ PÁRAMO

* Referencias:

* Integró Curso de Interpretación de análisis de suelo para formular Recomendaciones de fertilización, 2006
* CSR SERVICIOS Interpretación de Análisis de Aguas

MÉTODOS EMPLEADOS

- (1) POTENCIOMETRÍA
- (2) CONDUCTIVIMETRO
- (3) ESPECTROPOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA
- (4) TITULACIÓN ÁCIDO BASE
- (5) TITULACIÓN DE MOHOR
- (6) CALCULADO POR FÓRMULA
- (7) MÉTODO COLORIMÉTRICO CON AZOMETINA H
- (8) MÉTODO COLORIMÉTRICO POR REDUCCIÓN CON CADMIO

3

Riego tradicional

Tres veces por semana

Riego

Lámina de riego



Climatología



Temperatura
Precipitación
HR
Radiación
Viento

Suelo



Humedad disponible
CC-PMP
Tasa máxima de infiltración

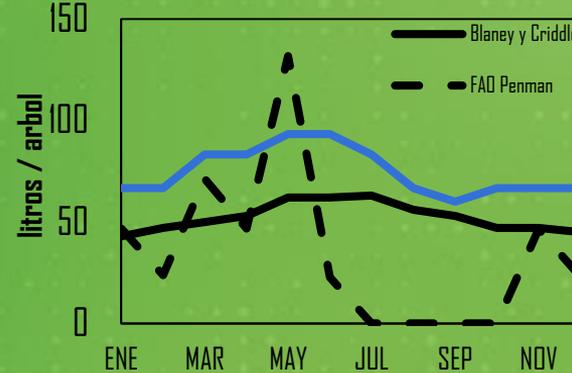
Cultivo



Siembra
Kc
Profundidad de las raíces

Evapotranspiración

Régimen de Riego en Limón



Estación Climatológica
Contenido de humedad en el suelo

Estación Dispositivos

Riego tiempo real

Ahorro de agua 20-40%

Conclusiones

ES NECESARIO MEJORAR EL DESEMPEÑO DE AGROECOSISTEMAS CITRÍCOLAS (TRANSICIÓN)

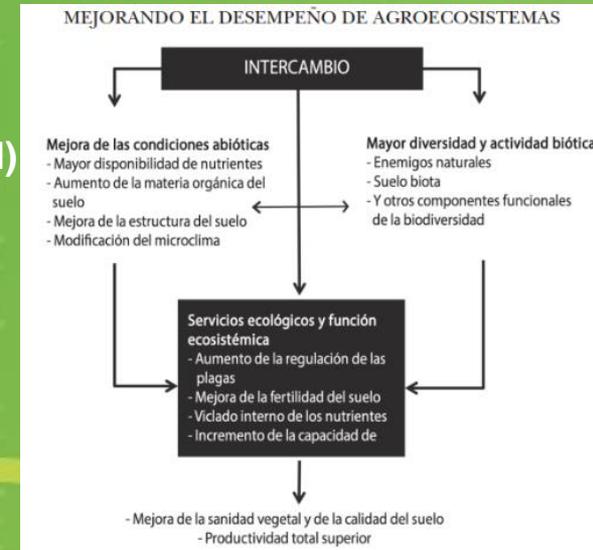
- Mejorando las condiciones ambióticas (Disponibilidad de nutrientes, M.O., estructura de suelo, microclima, manejo del agua)
- Mayor diversidad y actividad biótica (Asociaciones, enemigos naturales, biota-suelo.)

PARA:

- Aumentar la regulación de plagas y enfermedades (Fitosanidad)
- Mejorar la fertilidad del suelo y cuidado del agua
- Mejorar ciclado de interno de nutrientes

LOGRAR:

- Mejorar la sanidad vegetal y calidad del suelo
- Sin comprometer la Productividad y la rentabilidad



Conclusiones

Recordando que: En el caso de la citricultura, no tuvo un proceso de agricultura tradicional

- Son necesarios estudios que amplíen nuestros conocimientos de las interacciones ecológicas en los sistemas citrícolas diversificados con experiencias locales.
- Para disponer de una base sólida para diseñar sistemas eficientes con un mayor potencial de aplicabilidad en las zonas de producción de limón.

De poco sirve transferir tecnologías de un lugar a otro si el conjunto de interacciones ecológicas asociadas a esas técnicas no puede replicarse (Altieri 2002).

Lo que sí es transferible son los principios agroecológicos (sostenibles) básicos.



Gracias