

INTERPRETACION ANALISIS DE SUELOS

IVAN VIDAL P.

Ing. Agrónomo, M.Sc. Dr.

Diplomado en Riego 2017





Uso Análisis de Suelos

- Clasificación de Suelos
- Mejoramientos de suelos: Areas afectadas por sales, algún elemento tóxico, acidez
- Impacto de prácticas agronómicas
- Fertilidad de suelos y recomendación de fertilización.



Errores más comunes en la Fertilización

1. Considerar sólo N-P-K
2. No realizar análisis de suelo, tejidos y aguas
3. No conocer el potencial del suelo
4. Mala sincronización
5. Uso de una "receta"

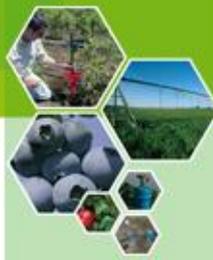




- Para solucionar los problemas producción muchos buscan la solución sobre el suelo. Pero, ¿qué hay bajo el suelo?.



Hacer estudio de Suelos previo a diseño Sistema de Riego y Plantación



Ej: Fases de suelos presentes en una superficie de 30 has



FASE DELGADA (< 40cm)



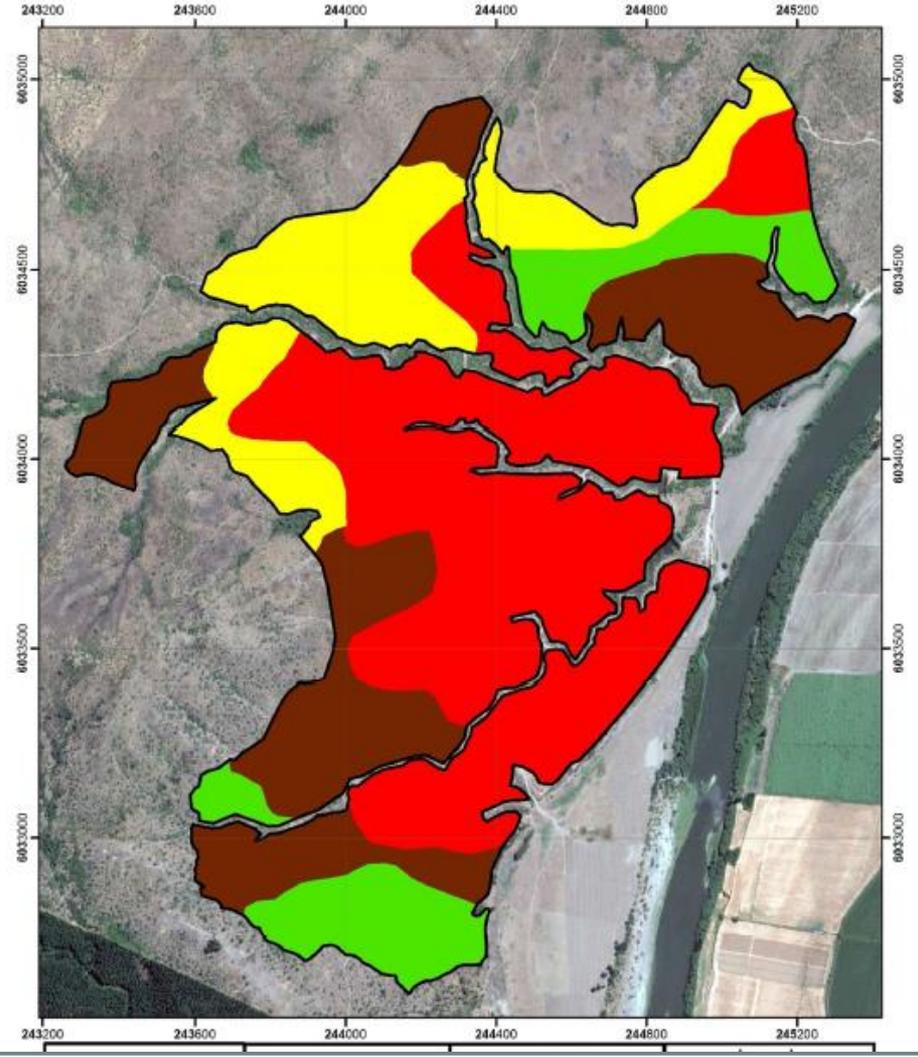
FASE PROFUNDA (> 80cm)



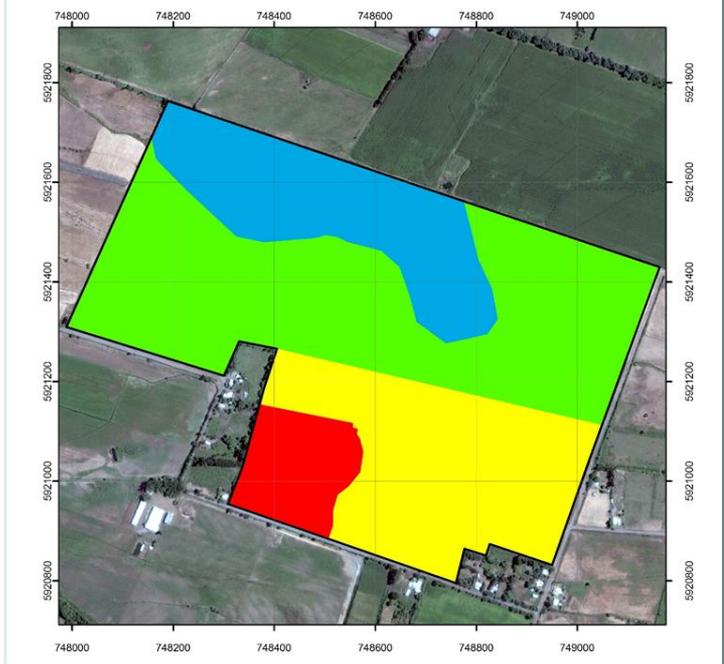
NAPA FREATICA



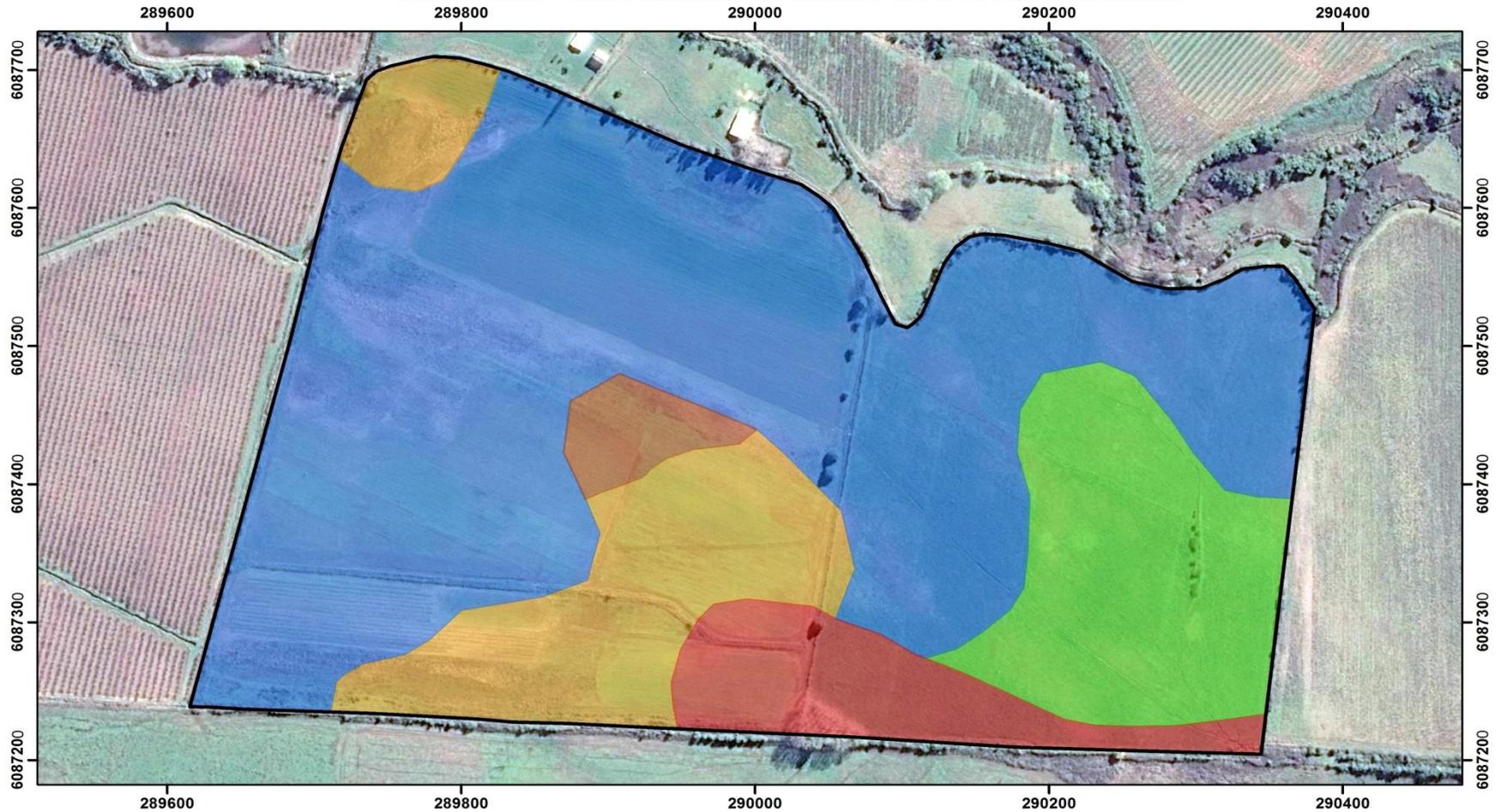
Carta Base - Distribución de los Suelos en el Área de Estudio.



Carta Base.- Distribución de los suelos en el área de estudio.



Carta Base - Distribución de suelos en el área de estudio.



Antecedentes

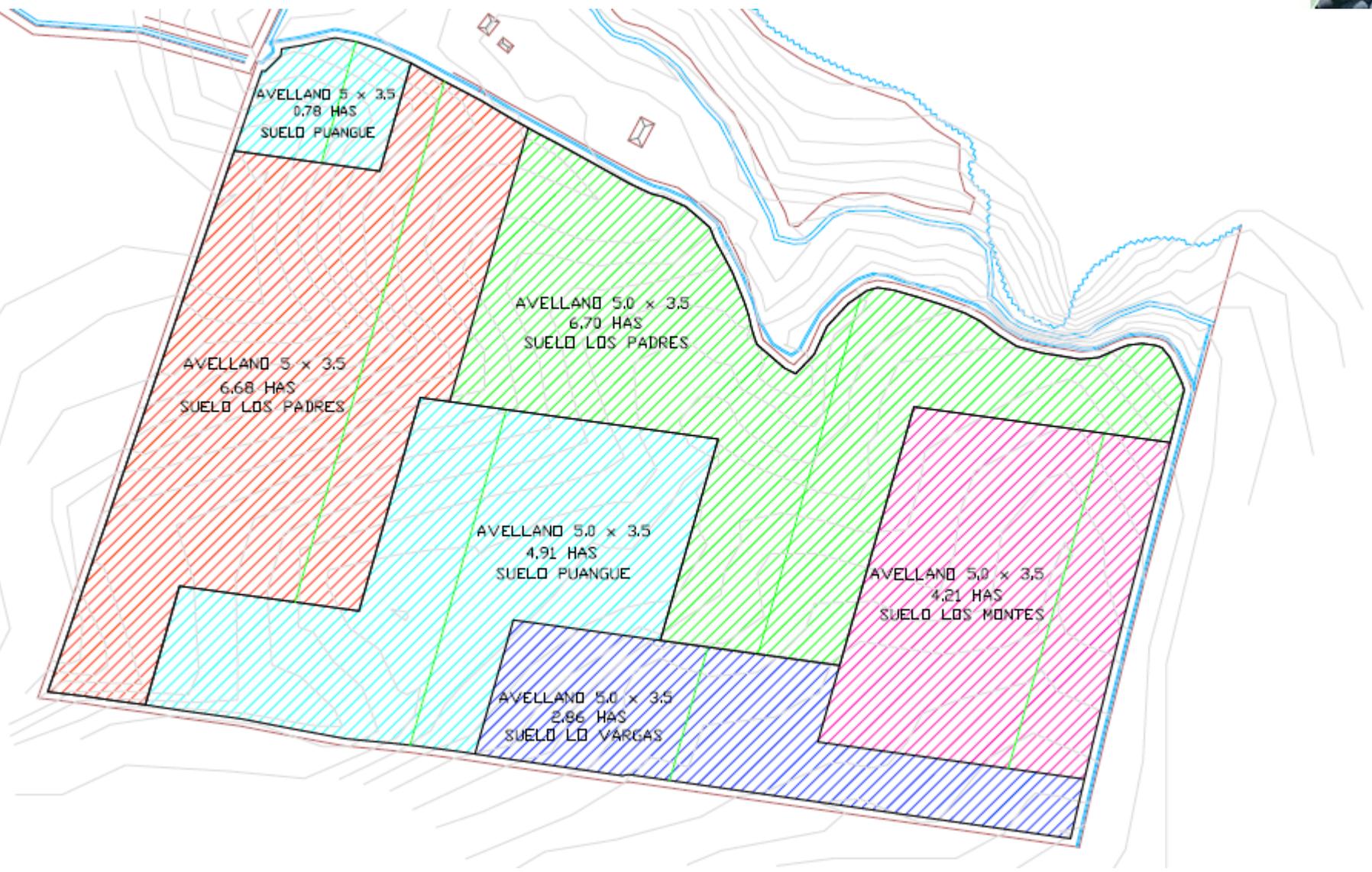
Razón Social: Jaime Ramirez Martí
 Solicitante: Cristian Ramirez.
 Predio: Parcela 75
 Comuna: Pelarco

Datos Geodésicos

Datum WGS 84
 Proyección Universal
 Transversal Mercator (UTM)
 Huso 19

Legenda

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| Área de estudio (27,6 ha) | Lo Vargas (2,1 ha) |
| Los Padres (16,7 ha) | Quillayes (0,6 ha) |
| Los Montes (4,0 ha) | |
| Puange (4,2 ha) | |





Cualquier factor que frene el desarrollo de la raíz afecta el rendimiento, calidad y la rentabilidad



Función de la raíz

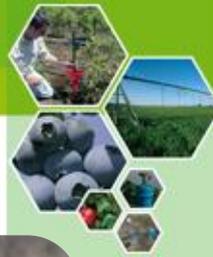


La raíz es menos visible, pero igualmente importante que la parte aérea de la planta.

El avellano nace desde las raíces y mueren desde las raíces

- Respiran
- Absorben
- Transportan
- Almacenan
- Síntesis de compuestos para regular la actividad aérea de la planta (CKs).





Envejecimiento de la raíz



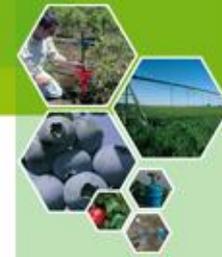
Marangoni, 2006

➤ Mantener un crecimiento constante de raíces



Efecto de la carencia de nutrientes sobre crecimiento raíz

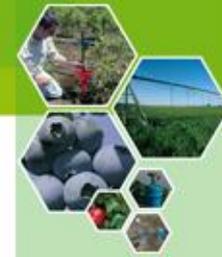
Solución nutritiva Completa	
Solución nutritiva sin Calcio	
Solución nutritiva sin Magnesio	
Solución nutritiva sin Fósforo	
Solución nutritiva sin Nitrógeno	
Solución nutritiva sin Hierro	
Solución nutritiva sin Glicina	
Solución nutritiva sin Manganeso	
Solución nutritiva sin Potasio	
Solución nutritiva sin Zinc	
Solución nutritiva sin Boro	



Sin yeso



Con yeso (2 ton/ha)



Sin Yeso



Con Yeso



Exploración del suelo por las raíces

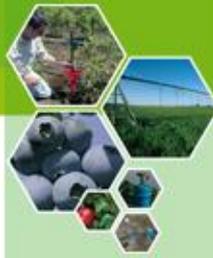


Muerte de raíces:

Consecuencia de compactación, exceso de humedad, sellamiento superficial, asfixia radicular.

Indicadores:

- Presencia de musgos
- Crec. raíces solamente en estrata superficial
- Concreciones de Fe y Mn



Concreciones de Fe y Mn





12.13.2004 12:22

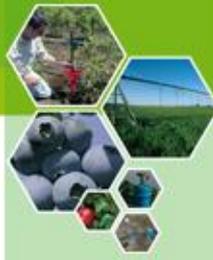




Presencia de musgos por exceso de riego



FERTILIZACION



La nutrición es el aspecto más **desconocido** por técnicos y productores y es el factor que más multiplica la utilidad

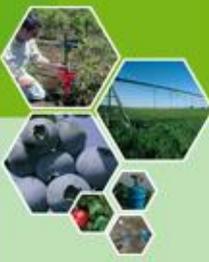
Construir FERTILIDAD es la mejor forma de \$\$\$\$ al bolsillo.



Objetivos del análisis de suelos



- *Proveer un índice de disponibilidad de nutrientes en el suelo*
- *Predecir la probabilidad de respuesta a la fertilización o encalado*
- *Proveer la base para el desarrollo de recomendaciones de fertilización*



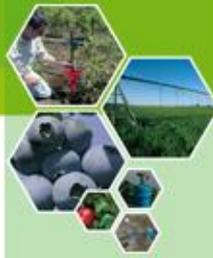
Análisis de suelos se basa:

- a) Uso de soluciones extractoras que simulan la acción de las raíces para extraer nutrimentos de formas disponibles;**
- b) Utilización de niveles críticos**

Requisitos para un buen análisis:

- a) La solución extractora debe extraer todas las formas disponibles o una parte proporcional del nutrimento, en suelos con propiedades ampliamente diferentes**
- b) El método debe ser rápido y preciso**
- c) Las cantidades extraídas deben ser correlacionadas con el incremento y respuesta de cada cultivo bajo diversas condiciones**

Análisis de Suelo y Foliar



**ANALISIS FOLIAR BAJO
ANALISIS DE SUELO
ALTO**

Problema radicular o de riego

**ANALISIS FOLIAR ALTO
ANALISIS DE SUELO
ALTO**

Exceso de Fertilización

**ANALISIS FOLIAR BAJO
ANALISIS DE SUELO
BAJO**

*Fertilización insuficiente,
incrementar dosis*

**ANALISIS FOLIAR ALTO
ANALISIS DE SUELO
BAJO**

*Nutriente agotado en el
suelo, reponer nivel*



Fracciones de nutrientes que se analizan

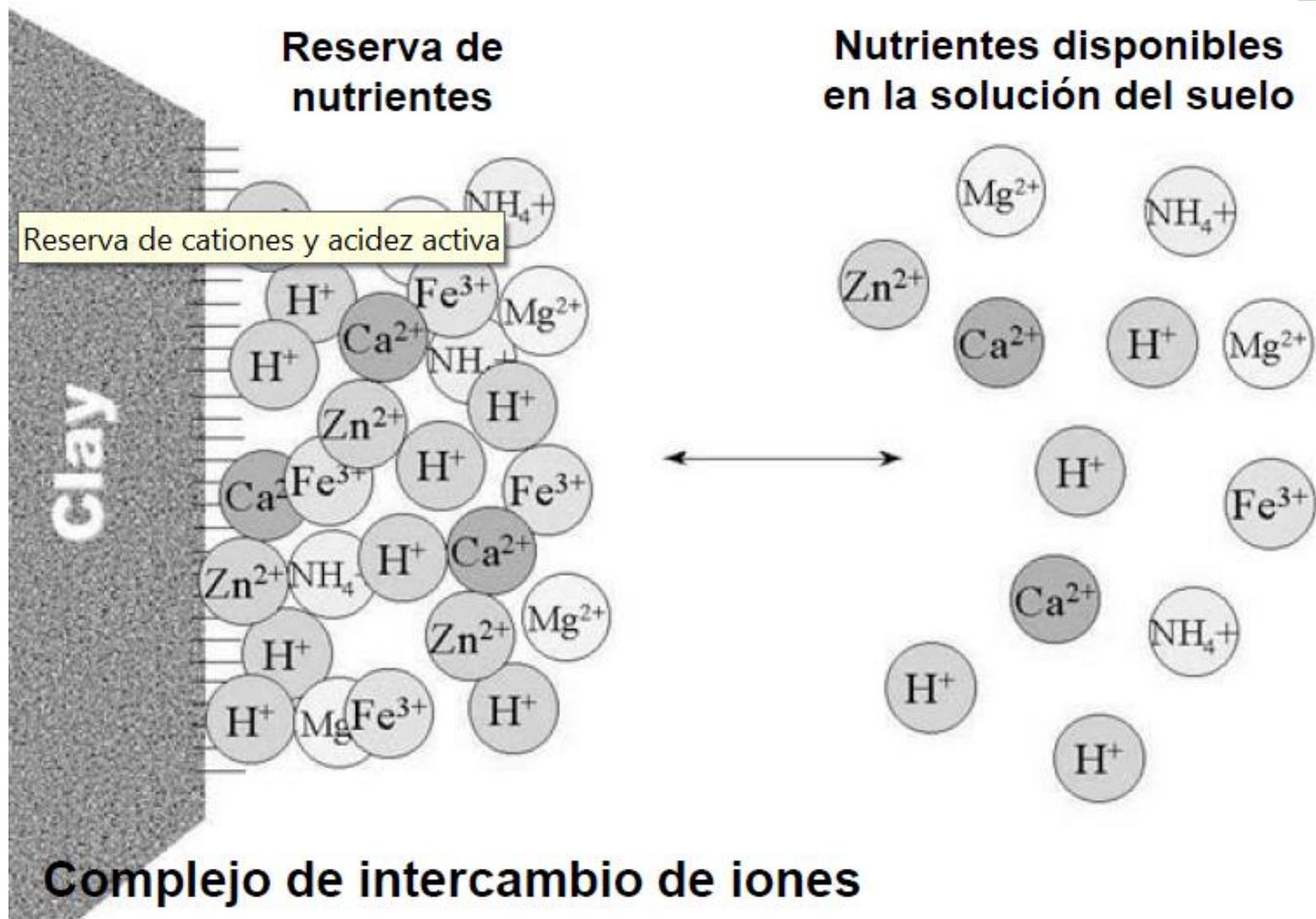
- Extractable e intercambiable, soluble
- En un menor grado las restantes (total, fijada, mineralizable)
- Ocasionalmente se usa el contenido total de un nutriente en el suelo.

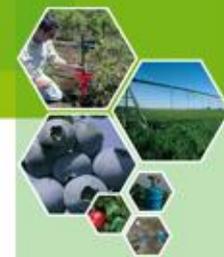


Reserva de nutrientes

Nutrientes disponibles en la solución del suelo

Reserva de cationes y acidez activa





Ejemplo de cálculos de costos anuales asociados a la fertilización

Insumo	Costo/ha
Análisis suelo y Muestreo ⁽¹⁾	\$4.000 (0,35%)
Fertilizantes ⁽²⁾	\$300.000- \$600.000 (51%)
Aplicación	\$50.000 (4,4%)
Adicional de cosecha (transporte, almacenaje, etc)	\$40.000 (4%)

(1) Se considera un analisis de suelo por cada 10 has.

(2) Rubro maíz grano \$1.130.000/ha

EL ANALISIS DE SUELO ES UNA PRACTICA DE BAJO COSTO QUE PERMITE TOMAR DECISIONES DE ALTO COSTO



Análisis Químico de Suelos

- Obtención de la muestra
- Preparación y análisis
- Interpretación de los resultados
- Elaboración de una recomendación



PARAMETROS EVALUADOS EN ANÁLISIS DE SUELOS PARA FERTILIDAD

- pH: acidez o alcalinidad
- Aluminio intercambiable
- Ca, Mg, K, S disponibles
- Fósforo disponible
- Micronutrientes disponibles (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo)
- Materia orgánica
- Textura
- Salinidad o conductividad eléctrica
- Relaciones



UNIDADES DE EXPRESION EN ANÁLISIS DE SUELOS PARA FERTILIDAD

- **pH**: acidez o alcalinidad
- **cmol⁺/kg**: Aluminio intercambiable
- **cmol⁺/kg**: Ca, Mg, K, Na
- **mg/kg = ppm**: N, P, S disponibles
- **mg/kg = ppm**: Micronutrientes disponibles (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo)
- **%** : Materia orgánica
- **dS/m** : Salinidad o conductividad eléctrica



RELACIONES IMPORTANTES EN ANALISIS DE SUELOS

- SUMA DE BASES = $\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}$
- CICE = SUMA de BASES + Al
- % SAT. Al = $(\text{Al}/\text{CICE}) * 100$
- % SAT. K = $(\text{K}/\text{CICE}) * 100$
- % SAT. Ca = $(\text{Ca}/\text{CICE}) * 100$
- % SAT. Mg = $(\text{Mg}/\text{CICE}) * 100$

Equipos de muestreo

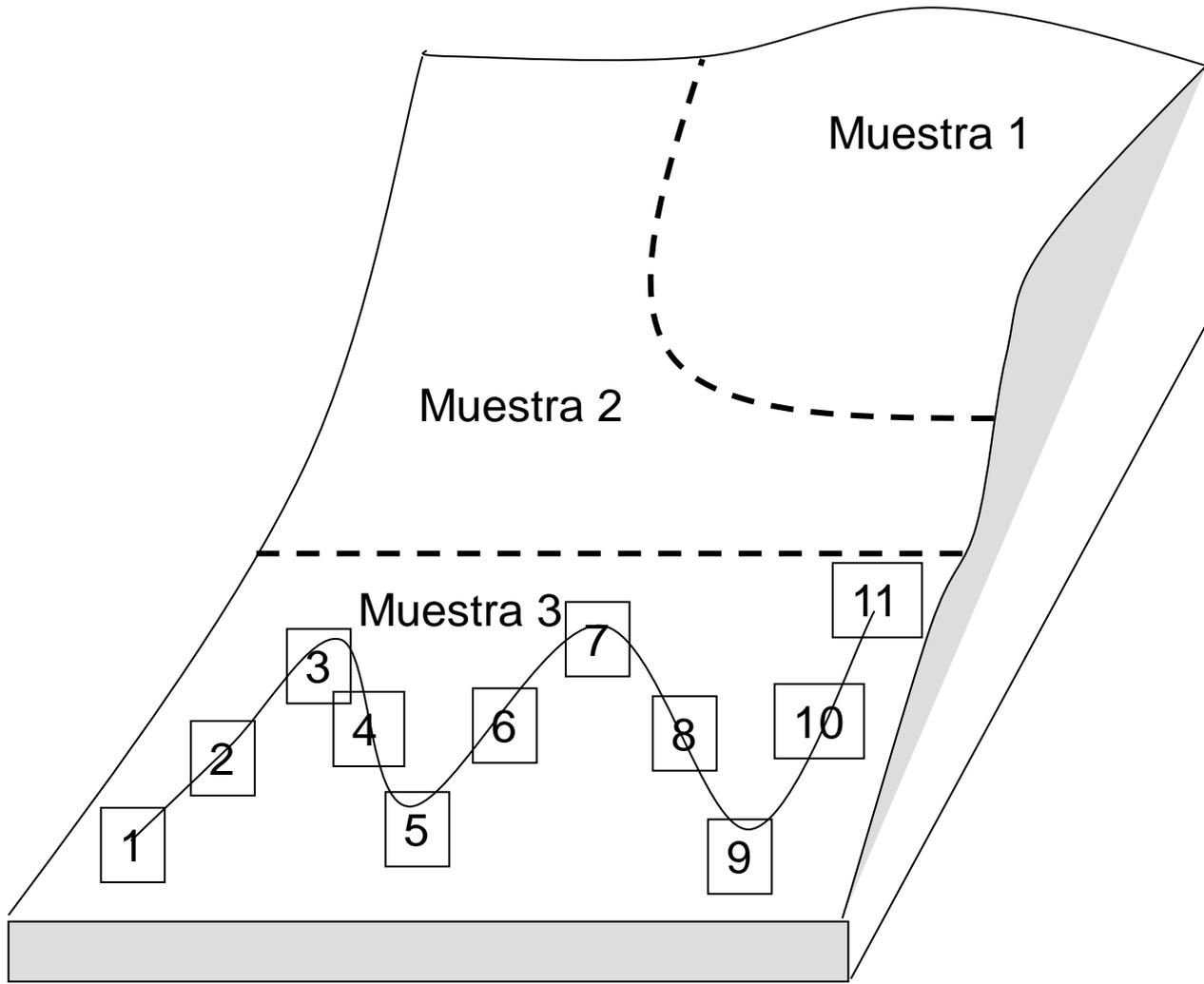


- Barrenos manuales
- Barrenos motorizados
- Pala
- Balde
- Bolsas plásticas y/o caja porta muestras
- Plumón
- Tarjeta

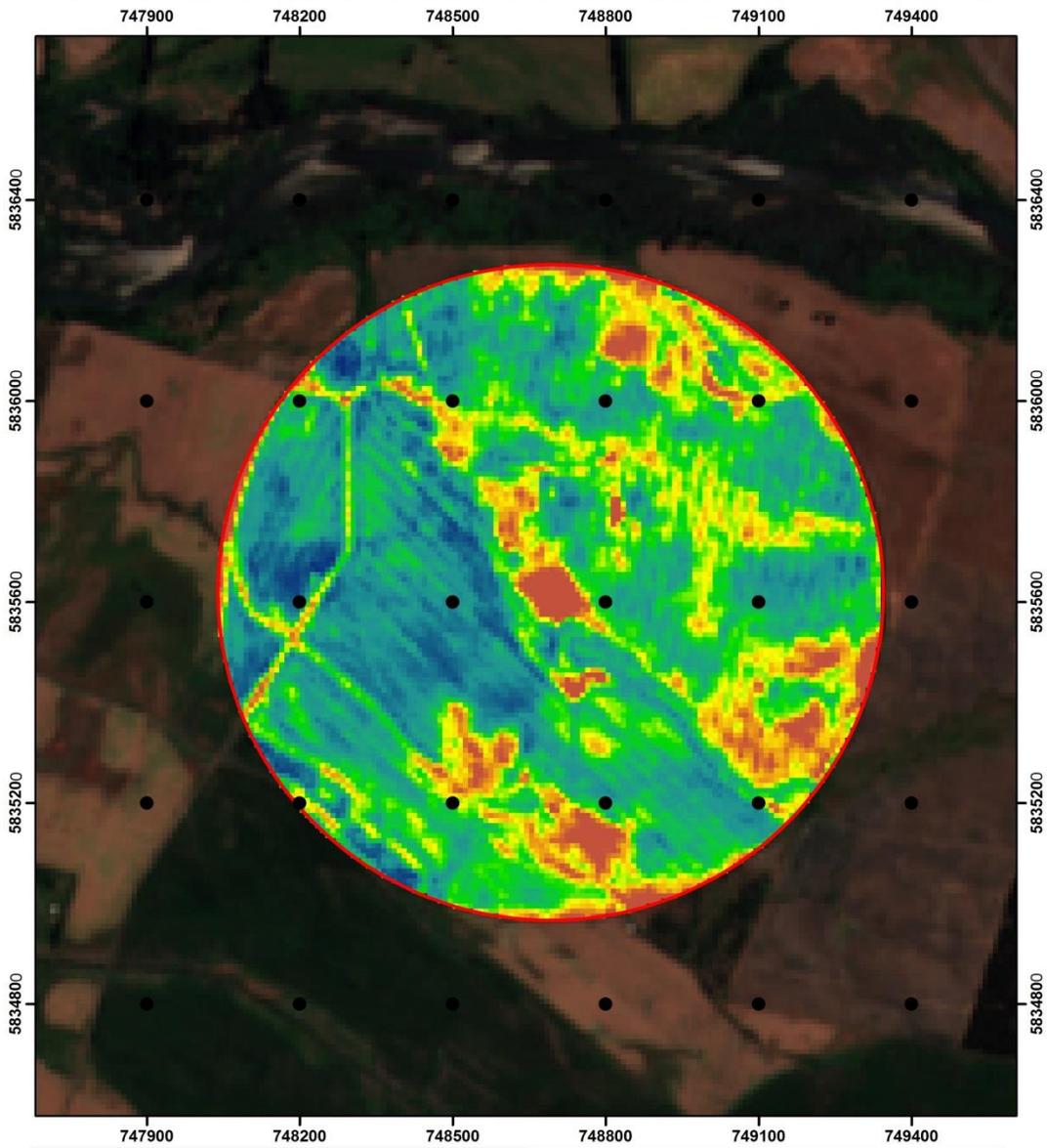




Ilustración del procedimiento de muestreo

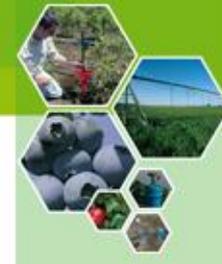


Plano realizado en base al Índice diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI).

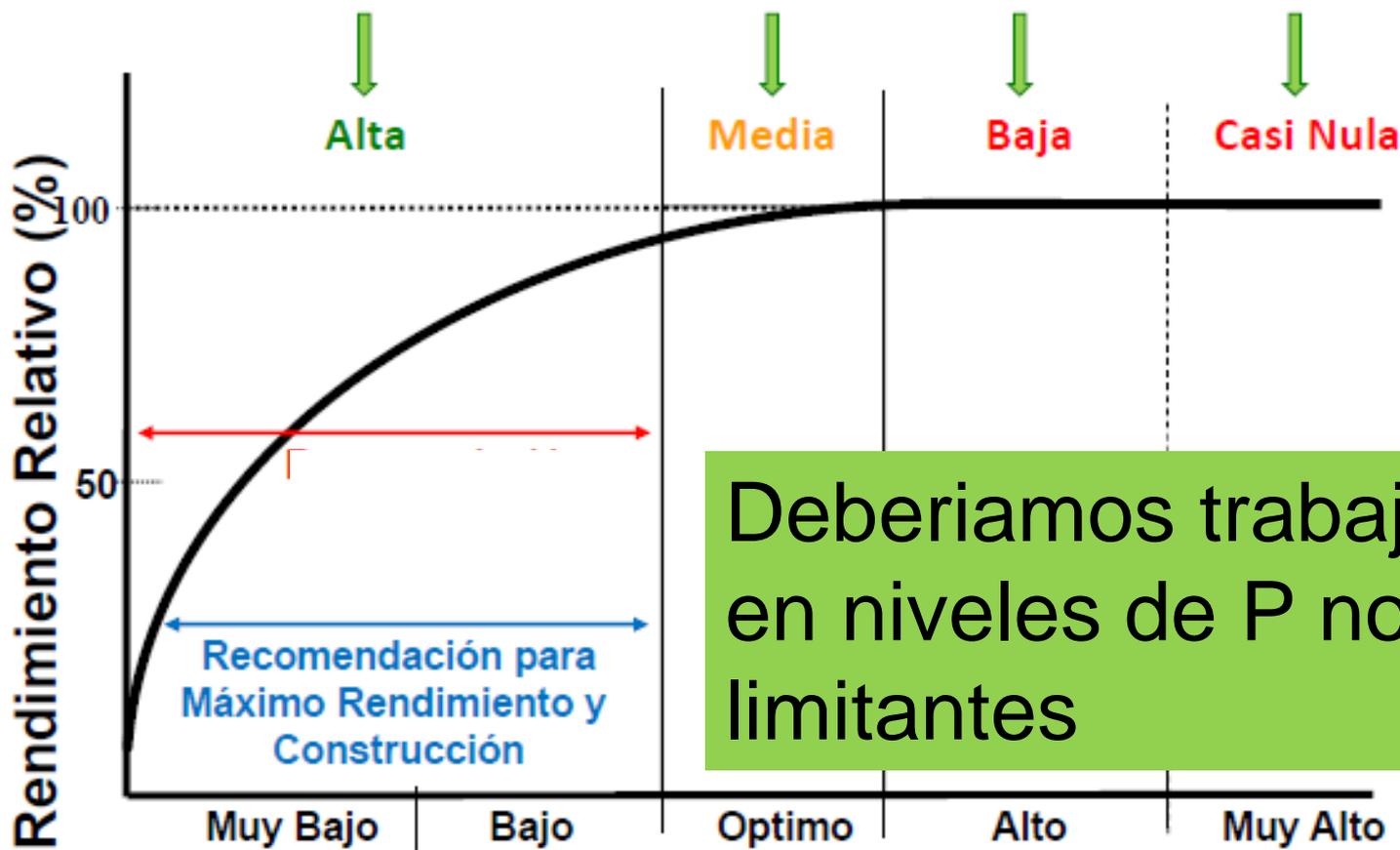


Utilización de nuevas tecnologías para muestreos dirigidos

	<p>Identificación: Empresa: Agrícola Ancali Limitada. Predio: Fdo. El Recuerdo. Pivote: Quirquincho.</p>	<p>Datos Geodésicos. Datum WGS 84 Proyección Universal Transversal Mercator (UTM) Huso 18.</p>	<p>Simbología y Leyenda.</p> <ul style="list-style-type: none"> P. Quirquincho (135 ha) sel_muestra Value High : 0,833948 Low : 0,175267
--	--	---	---



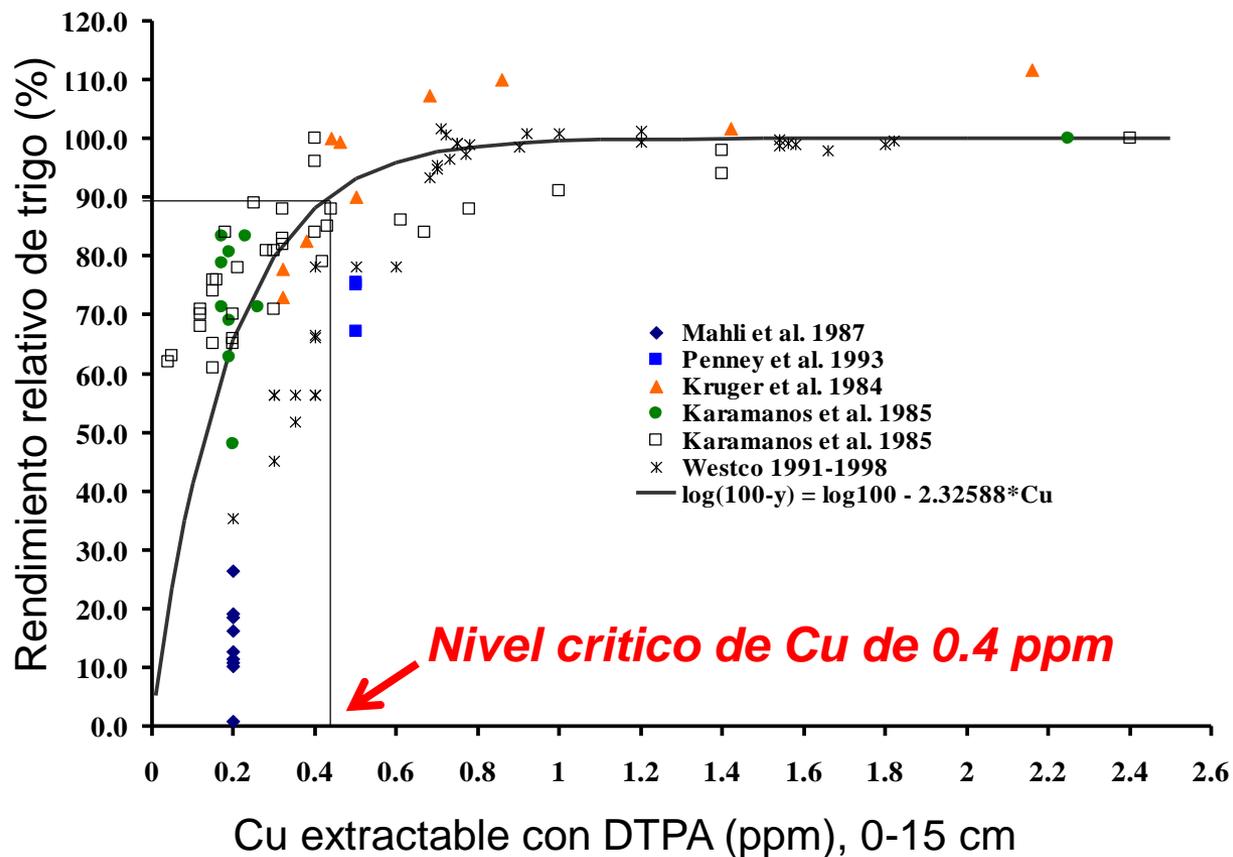
Probabilidad de Respuesta y Beneficio Económico



Nivel P en el suelo



Calibración de Análisis de Cobre en Suelo y Rendimiento Relativo de Trigo en Canadá

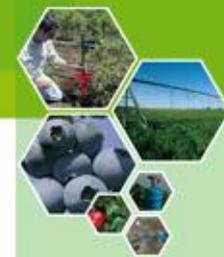


Karamanos (2000)

Interpretación análisis de suelos



Análisis	Categoría			
	<i>Muy bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>
pH	<5	5-6	6,1-7,1	+7,1
N disponible (ppm)	<10	10-20	21-40	+40
Fósforo (ppm)	<4	5-10	11-20	+20
Potasio (cmol/kg)	<0,15	0,16-0,30	0,31-0,50	+0,50
Calcio (cmol/kg)	<2,0	2,1-4,0	4,1-8,0	+8,0
Magnesio (cmol/kg)	<0,20	0,21-0,50	0,51-1,0	+1,0
Sodio (cmol/kg)*	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,0	+1,0
Saturación Al (%)	<1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	+5,0
Azufre (ppm)	<4	5-8	8-16	+16
Al Inter. (cmol/kg)	<0,05	0,06-0,15	0,16-0,50	+0,5
Hierro (ppm)	<1,0	1,1-3,0	3,0-5,0	+5,0
Manganeso (ppm)	<1,0	1,1-3,0	3,0-5,0	+5,0
Zinc (ppm)	<0,25	0,26-0,50	0,51-1,0	+1,0
Cobre (ppm)	<0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	+0,5
Boro (ppm)	<0,2	0,2-0,5	0,6-1,0	+1,0
Suma de Bases (cmol/kg)	<3,0	3,0-4,9	5,0-7,4	+7,5
Saturación Ca (%)	<60	61-65	66-75	+75
Saturación K (%)	<3	3-5	6-10	+10
Saturación Mg (%)	<8	8-10	10-15	+15



Interpretación Análisis de Suelo

Determinación	Rango Optimo
pH	5,7-6,5
CE (dS/m)	<1,5
Fósforo (mg/kg)	20-30
Potasio (cmol/kg)	0,3-0,5
Calcio (cmol kg ⁻¹)	5,0-10,0
Magnesio (cmol kg ⁻¹)	0,8-3,0
Nitrógeno (mg/kg)	40-100
Azufre (mg/kg)	16-40



Relaciones óptimas de cationes

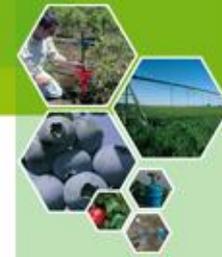
Cación	Porcentaje de saturación (%)
Ca	60-80
Mg	10-20
K	5-8
Na	<5
Al	<2,0



Concentración óptima de microelementos en el Suelo (Método DTPA)

Microelemento	Rango Optimo (ppm)
Hierro	3-20
Manganeso	3-10
Cinc	1,0-5
Cobre	0,5-5
Boro*	0,6-1,5

**Método Agua caliente*



Guía para definir dosis de fertilizantes

Análisis de suelo
(mg/kg)

- Tabla de niveles críticos
- Tipo de suelo
- Rotación - manejo cultivo
- fertilización anterior

Nivel Suficiencia

pH = 6,0
P = 20 mg/kg
K = 150 mg/kg
Mg = 60 mg/kg

DEFICIENTE

MARGINAL

ADECUADO-ALTO

Fert. de Mantenimiento
+
Corrección

Fertilización de
mantención

No fertilizar

Dosis de Fertilizante



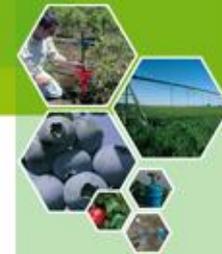
▪ ¿Qué rendimiento es posible?

▪ Evaluar adecuadamente el suministro de nutrimentos por el suelo

$$\text{Cantidad de nutriente a aplicar} = \frac{(\text{demanda del cultivo} - \text{suministro por el suelo})}{\text{eficiencia}}$$

▪ ¿Con qué eficiencia se usarán o se recuperarán los nutrimentos?

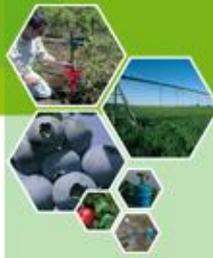


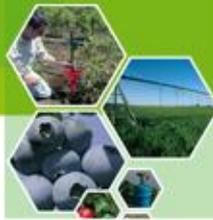


Determinación	Liguay	Interpretación
pH	5,3	
Mat. Orgánica (%)	3,5	
Cond. Eléctrica (dS/m) 1:2,5	0,34	
Amonio N-NH ₄ (ppm)	5	
Nitrato N-NO ₃ (ppm)	20	
N disponible (ppm)	31	
Fósforo disponible (ppm)	14	
Potasio Interc. (cmol/kg)	0,35	
Potasio disponible (ppm)		
Calcio inter. (cmol/kg)	439	
Magnesio inter. (cmol/kg)	1,16	
Sodio inter. (cmol/kg)	0,31	
Suma de bases (cmol/kg)		
Azufre disponible (ppm)	5	
Aluminio interc. (cmol/kg)	0,54	
CICE (cmol/kg)		
Saturación de Al (%)		
Saturación de K (%)		
Saturación de Ca (%)		
Saturación de Mg (%)		
Relación Calcio/Magnesio	4,1	
Relación Potasio/Magnesio	0,3	
Hierro (ppm)	98,3	
Manganeso (ppm)	23,4	
Cinc (ppm)	1,1	
Cobre (ppm)	2,6	
Boro (ppm)	0,9	

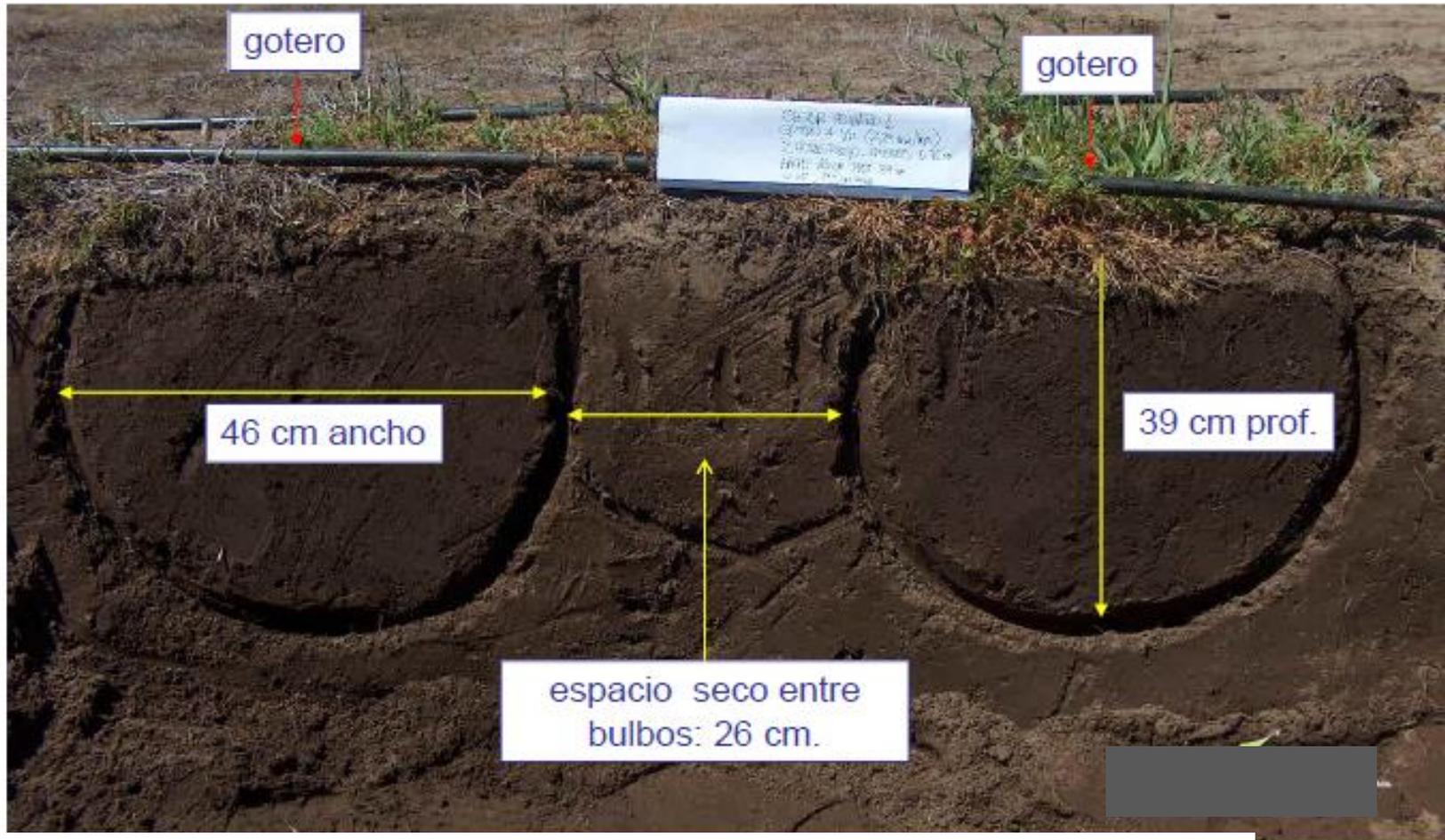
Resultado de análisis de suelo

¿Como determinar el suministro de nutrientes en riego localizado?





Suelo arenoso, (65% arena), goteros 4 L/hora a 0,6 m. 2 horas de riego.



Marco Plantación: 1,5 x 3,5 m .Volumen de humedecimiento (Doble

Soluciones extractoras utilizadas en la determinación de P, K y Micronutrientos disponibles

DETERMINACION	EXTRACTANTES	RELACION SUELO/SOL. (vol/vol)	REFERENCIA
P Olsen	0,5M NaHCO ₃ + pH 8,5	1:20	Kuo, 1996; NCh2058,1999
Cationes:K,Ca, Mg, Na	Acetato de amonio 1 M, pH 7,0	1:10	Wolf & Beegle, 1995; Sadzawka y otros, 2006
Micros: Fe, Mn, Zn y Cu	DTPA	1:2	
Boro	CaCl ₂ 0,01 M a ebullición	1:2	Sadzawka y otros, 2006
Azufre	Fosfato de Calcio 0,01M	1:2,5	Sing, Bhumbra & Keefer.1995.
Al int.	KCl 1 M	1:5	Sadzawka y otros, 2006
MO	Oxidación con dicromato en medio ácido		Achulte.1995



Comisión de Normalización de Análisis de Suelos (CNA)

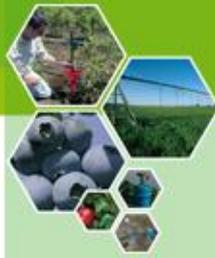
- El programa de “acreditación de laboratorios” está realizando rondas anuales desde 1997.
- En 1998 se incorporaron rondas anuales para suelos afectados por sales.
- En el 2001 se inició la acreditación de análisis foliar.
- El Ministerio de Agricultura (SAG e INDAP) acepta solamente resultados de laboratorios acreditados para acceder a incentivos para el Programa de Suelos Degradados.
- 2017 Análisis suelos ácidos: 18 laboratorios acreditados, 14 laboratorios rechazados.
- 2017 Suelos afectados por sales: 15 laboratorios acreditados, 12 laboratorios rechazados.

CONSIDERACIONES FINALES



- El muestreo es la etapa más crítica en el análisis de suelos (AS)
- El AS es fundamental para conocer nuestros suelos, definir la mejor dosis de fertilización y corregir factores limitantes.
- Se requiere un entendimiento claro de sus posibilidades y limitaciones y de como ciertos factores pueden afectar su calidad.

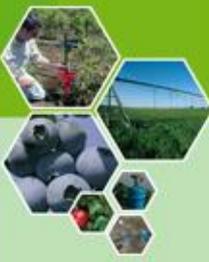
Dosis de corrección



Determine la dosis de corrección para subir el fósforo disponible de 12 a 20 ppm y el potasio de 0,2 a 0,5 cmol/kg en un suelo que se va a plantar con avellanos regados por goteo.

Datos:

- Profundidad de suelo a corregir 0,40 m.
- Eficiencia del fósforo 30% y potasio 80% (por fertirriego).
- Densidad aparente 1,2 g/cm³.
- Marco plantación 5 x 2 m
- Riego por goteo: 2 líneas con goteros de 4 L/hra distanciados a 1 m.
- Diámetro humedecimiento emisor: 0,7 m.



Interpretación análisis

De acuerdo a los resultados de análisis de suelo proporcionado, responda:

- Suma de bases:
- CICE
- Porcentaje saturación de aluminio:
- Porcentaje de saturación de K, Ca y Mg:
- Efectúe una interpretación de los resultados del análisis de suelo indicando cuales son los factores limitantes para la producción.