



II Jornada de Actualización:
Higiene, Seguridad y Gestión de la Calidad en
Laboratorios de Análisis de Suelos Agropecuarios



AACS

Asociación Argentina de la
Ciencia del Suelo

www.suelos.org.ar

Muestreo de suelos. Precisión, exactitud y variabilidad en los resultados



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



II Jornada de Actualización:
Higiene, Seguridad y Gestión de la Calidad en
Laboratorios de Análisis de Suelos Agropecuarios



AACS

Asociación Argentina de la
Ciencia del Suelo

www.suelos.org.ar

Muestreo de suelos. Precisión, exactitud y variabilidad en los resultados

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Dificultades para tomar una muestra



Pablo Marasas

Muestreo de suelos

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Pablo Marasas
Muestreo de suelos

Dificultades para tomar una muestra

**Análisis de
sangre**

**Encuesta de
elección de
voto**

**Muestreo de
suelo**

UNIVERSO

5 lts.

30.000.000

Lote 50 has (0-20 cm)
125.000.000 kg

MUESTRA

30 cc.

600

1 kg.

PROPORCION

30/5000

600/30.000.000

1/125.000.000

CONDICIONES

ayuno, horario

Zona, edad, perfil de
consumo, sexo, profesión

Temperatura? Humedad?
Profundidad? Cobertura?

Introducción
Dificultades
¿Para que?
Conceptos
¿Cómo?
¿Cuántas?
20 mínimo
Diseño
Profundidad
Época
Muestra
Conclusión
Preguntas

Dudas con el resultado ???



Introducción
Dificultades
¿Para que?
Conceptos
¿Cómo?
¿Cuántas?
20 mínimo
Diseño
Profundidad
Época
Muestra
Conclusión
Preguntas

Dudas con el resultado ??? ¿Análisis o muestreo?



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Para que hacemos una muestra de suelo?

Promedio

Una medida del nivel **promedio** de fertilidad del campo, lote, ambiente o sector.

Variabilidad

Una medida de la **variabilidad** de la fertilidad del campo, lote, ambiente o sector.

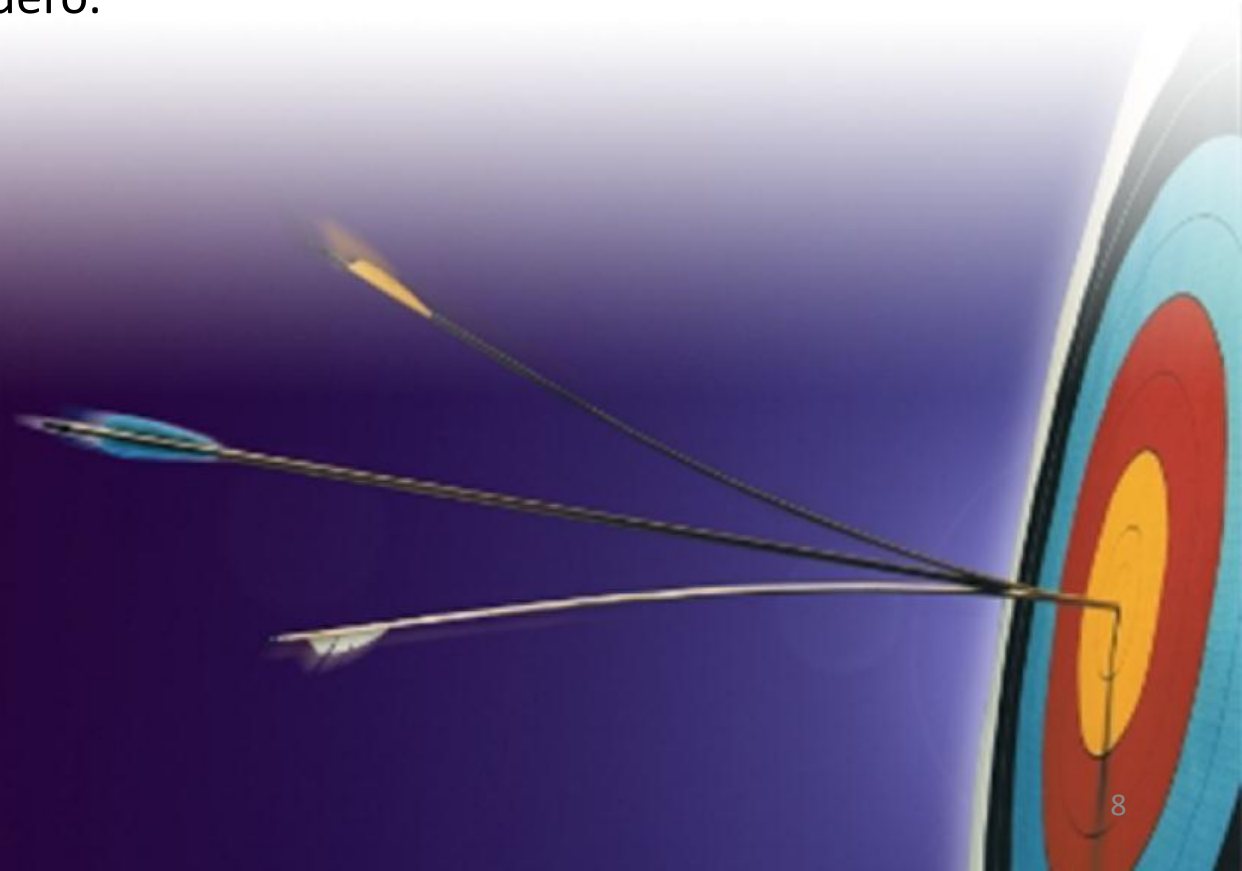
Exactitud Precisión

Exactitud

Indica cuán cercano está el valor obtenido, respecto del verdadero.

Precisión

Indica la reproducibilidad del resultado.



¿Cómo hacemos un muestreo?

- 1. Intensidad.**
- 2. Diseño.**
- 3. Profundidad.**
- 4. Época.**
- 5. Preparación, conservación y envío.**



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

¿Cuántas muestras tomamos?



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

¿Cuántas muestras tomamos?



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

¿Cuántas muestras tomamos?



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

¿Cuántas muestras tomamos?

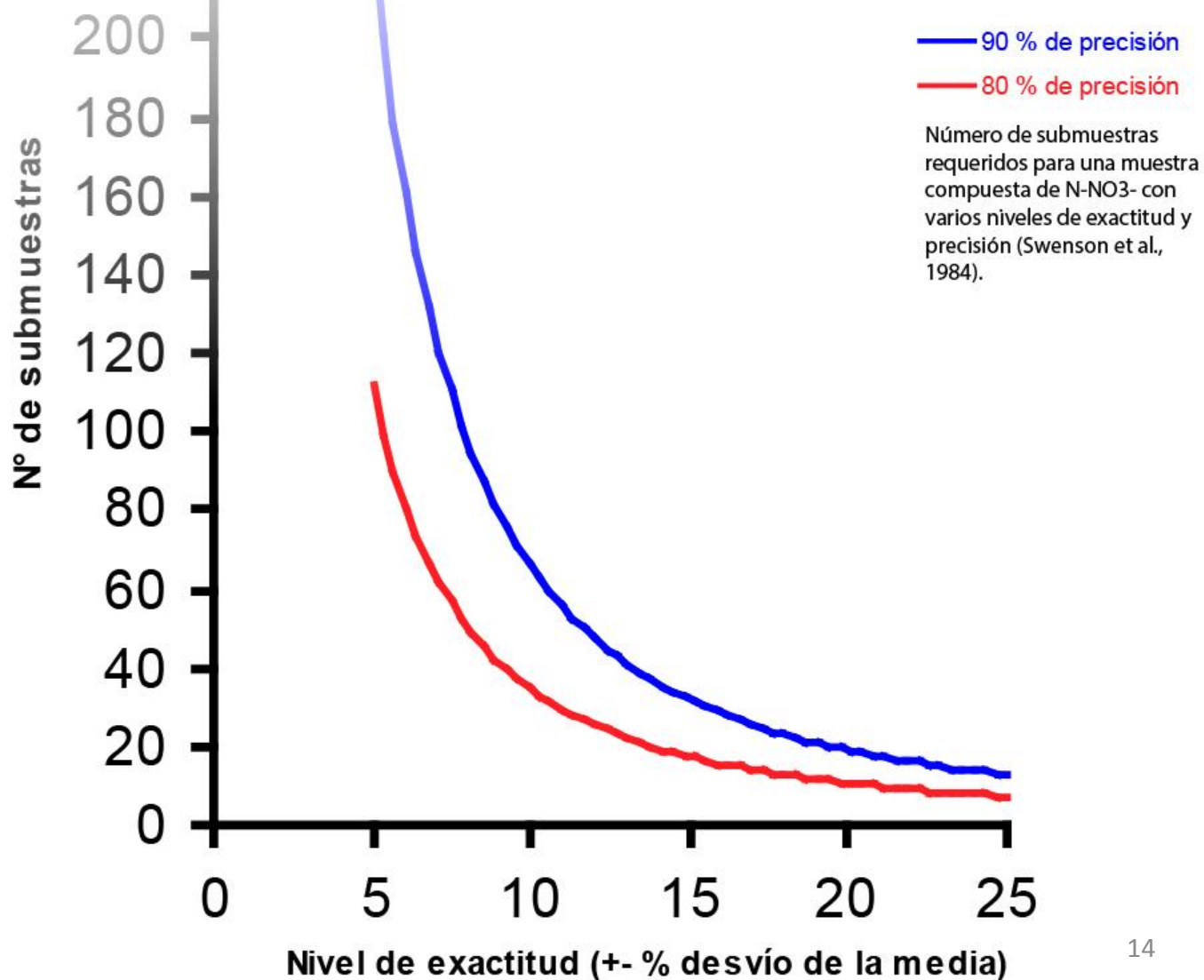


Pablo Marasas

Muestreo de suelos

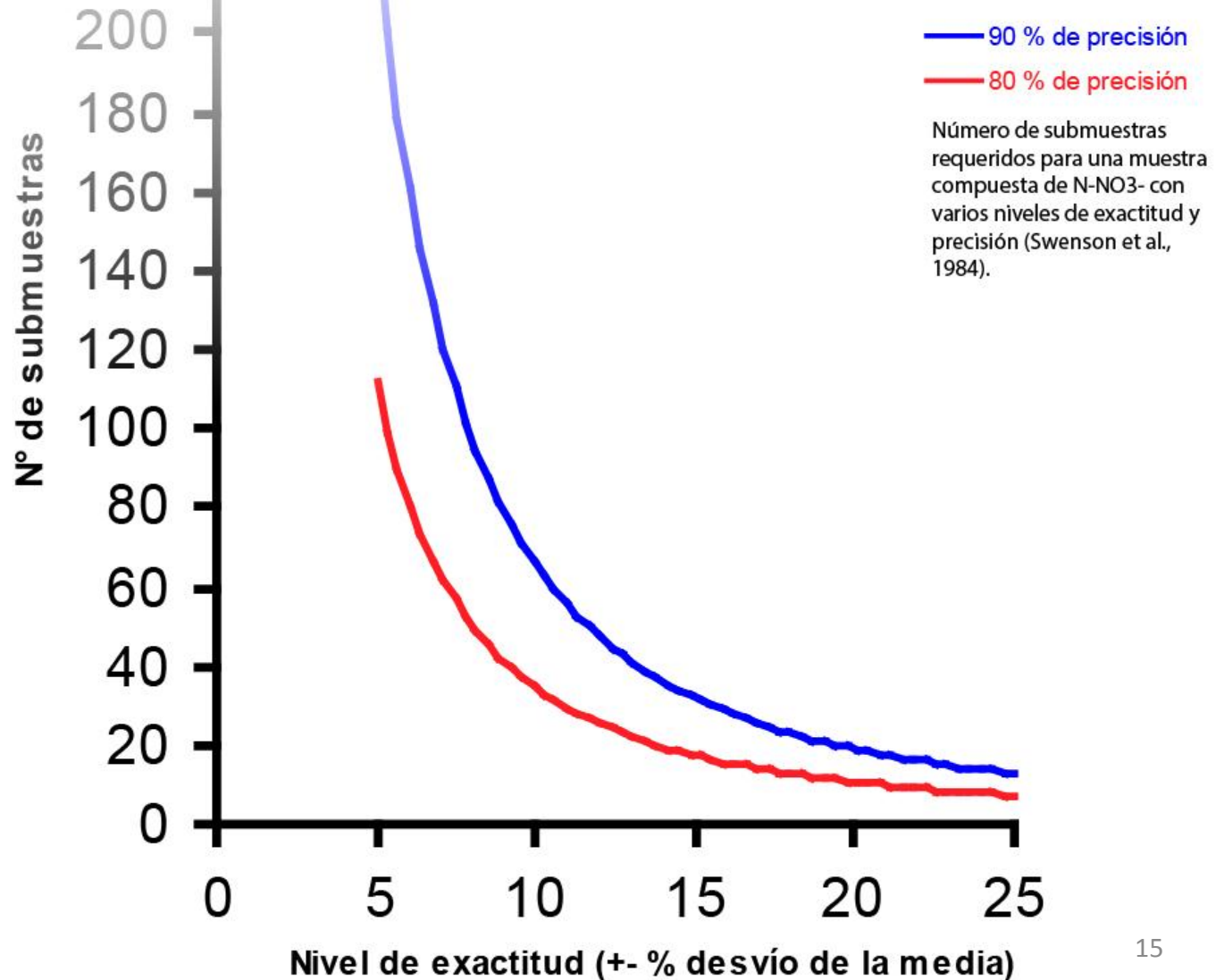
- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?**
- 20 mínimo
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

Dependiendo la exactitud y precisión que deseamos definimos la intensidad de muestreo



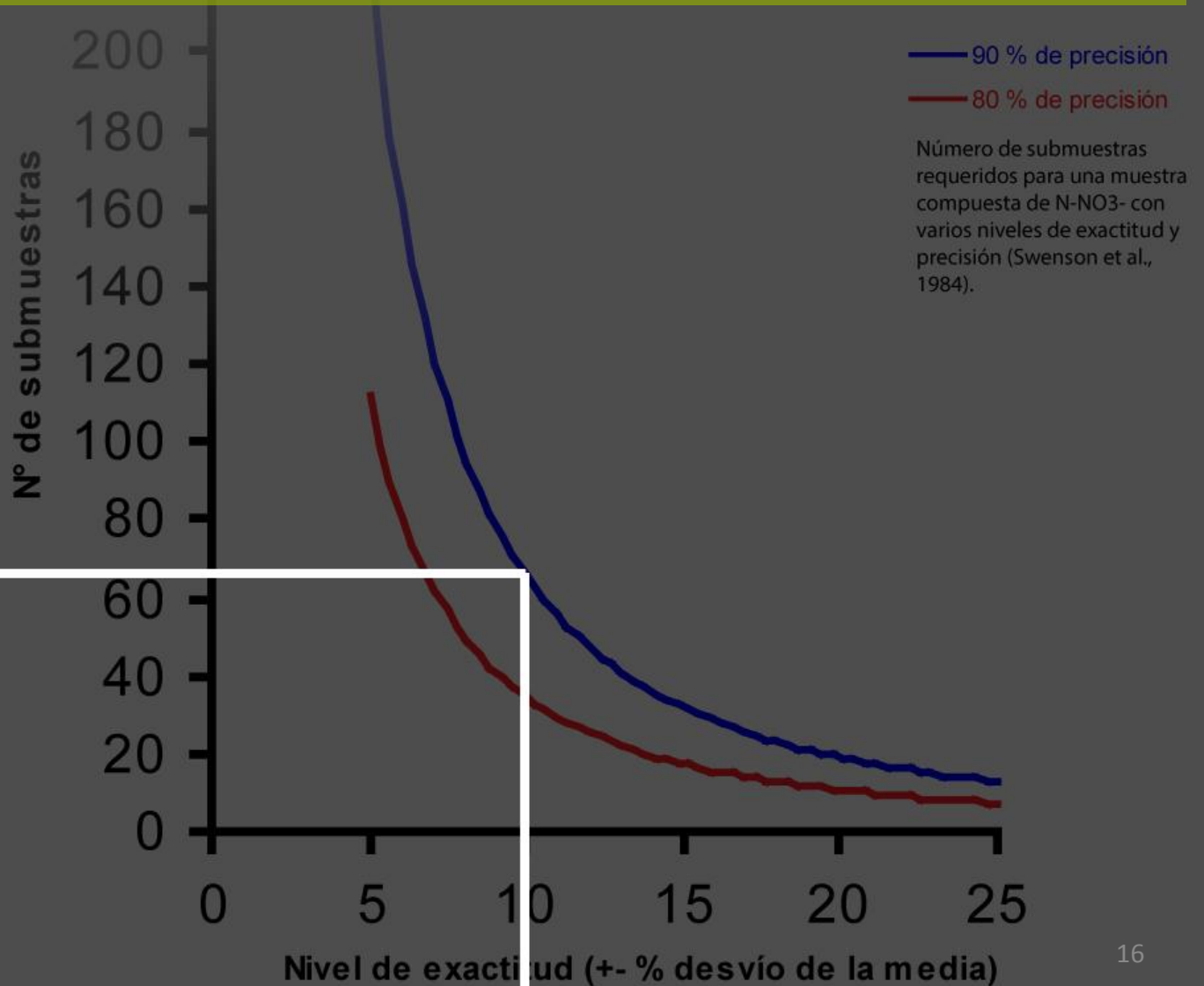
- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?**
- 20 mínimo
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

Dependiendo la exactitud y precisión que deseamos definimos la intensidad de muestreo



- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?**
- 20 mínimo
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

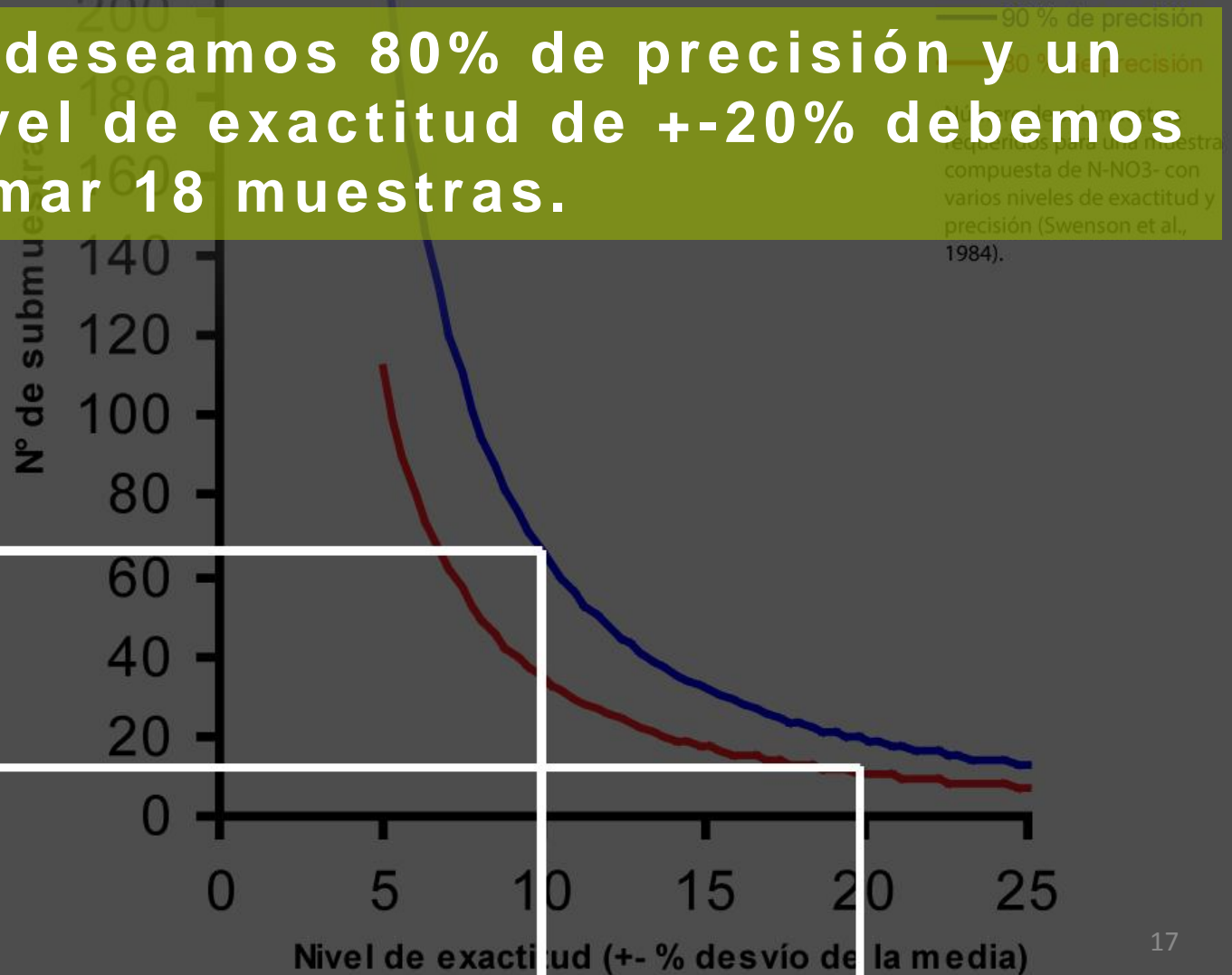
Si deseamos 90% de precisión y un nivel de exactitud de $\pm 10\%$ debemos tomar 65 muestras.



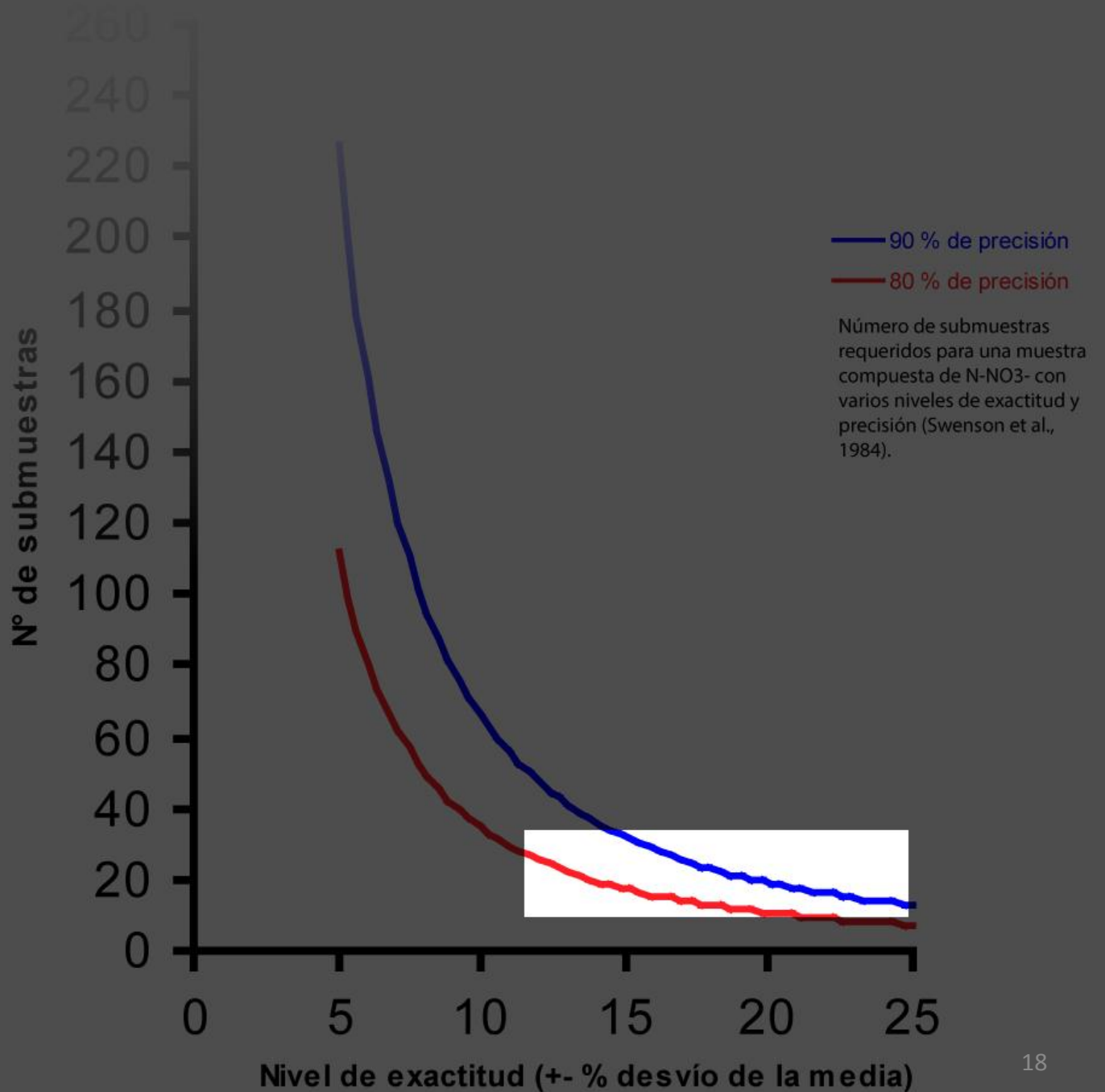
- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?**
- 20 mínimo
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

Si deseamos 90% de precisión y un nivel de exactitud de $\pm 10\%$ debemos tomar 65 muestras.

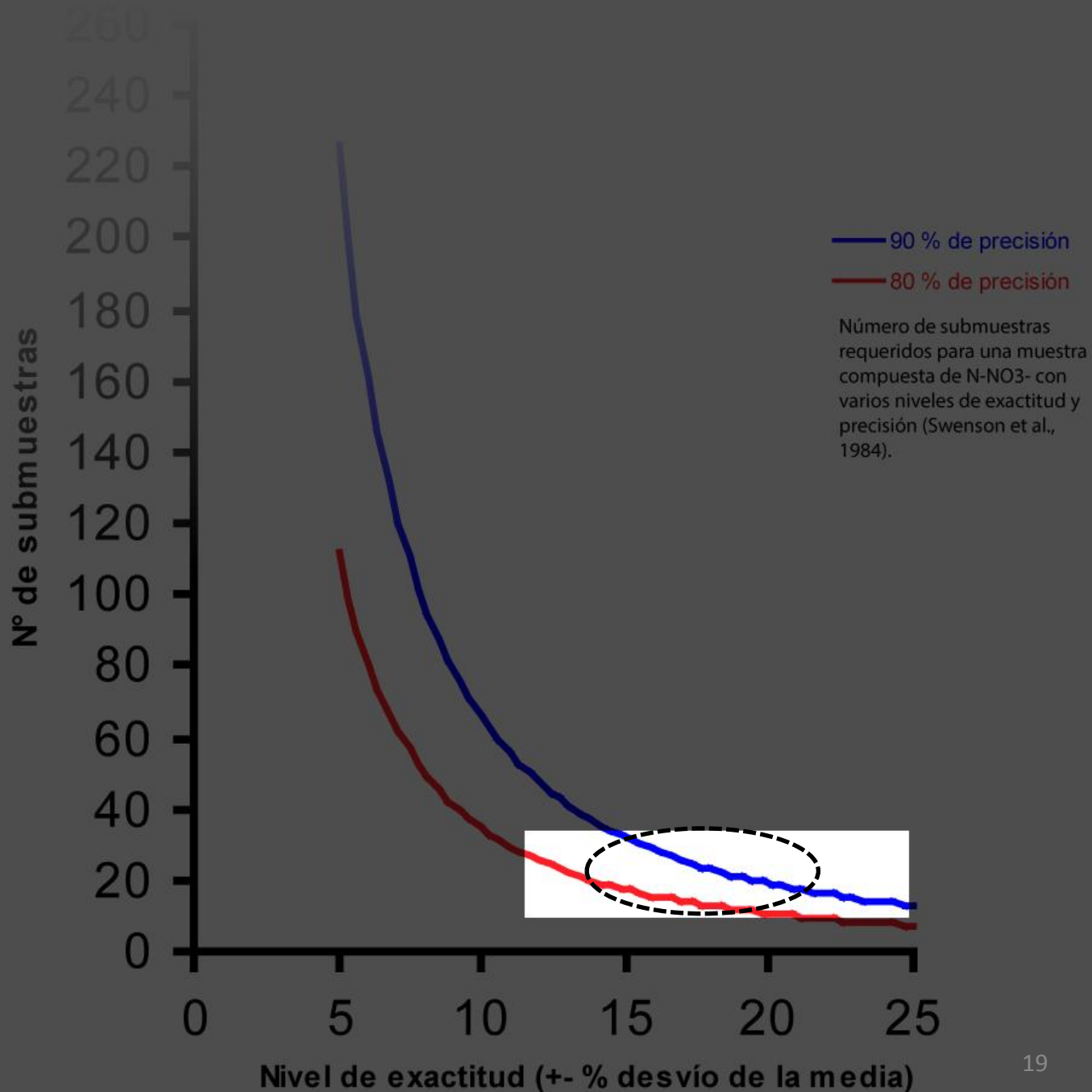
Si deseamos 80% de precisión y un nivel de exactitud de $\pm 20\%$ debemos tomar 18 muestras.



- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?
- 20 mínimo**
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

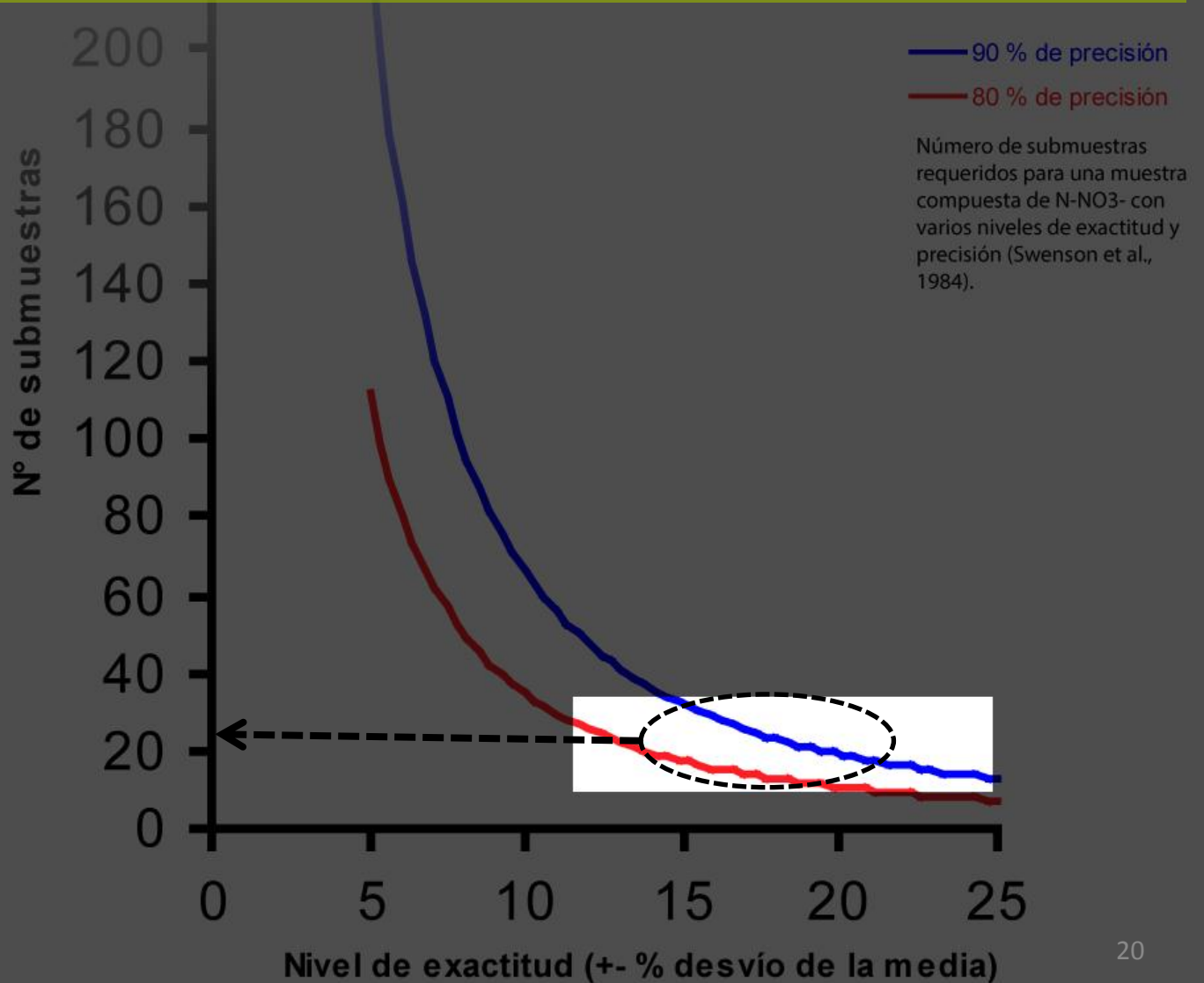


- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?
- 20 mínimo
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas



- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?
- 20 mínimo
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

Normalización: en 1ha, 10ha o 100ha nunca hacemos menos de 20 sub- muestras.



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Normalización: en 1ha, 10ha o 100ha
nunca hacemos menos de **20** sub-
muestras.

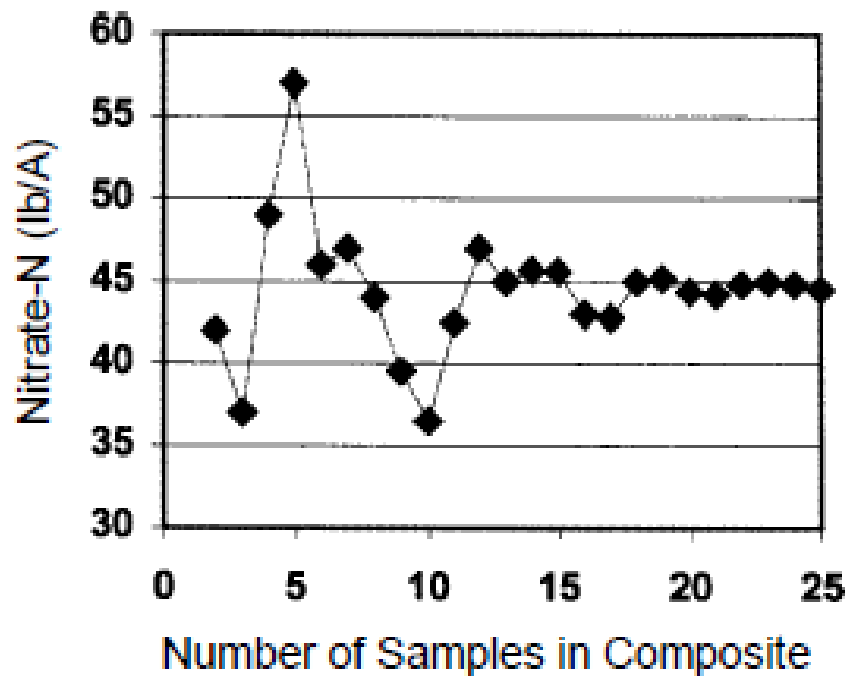


Figure 1. The minimum number of core samples needed to make a representative composite sample is about 20.

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Normalización: en 1ha, 10ha o 100ha
nunca hacemos menos de 20 sub-
muestras.

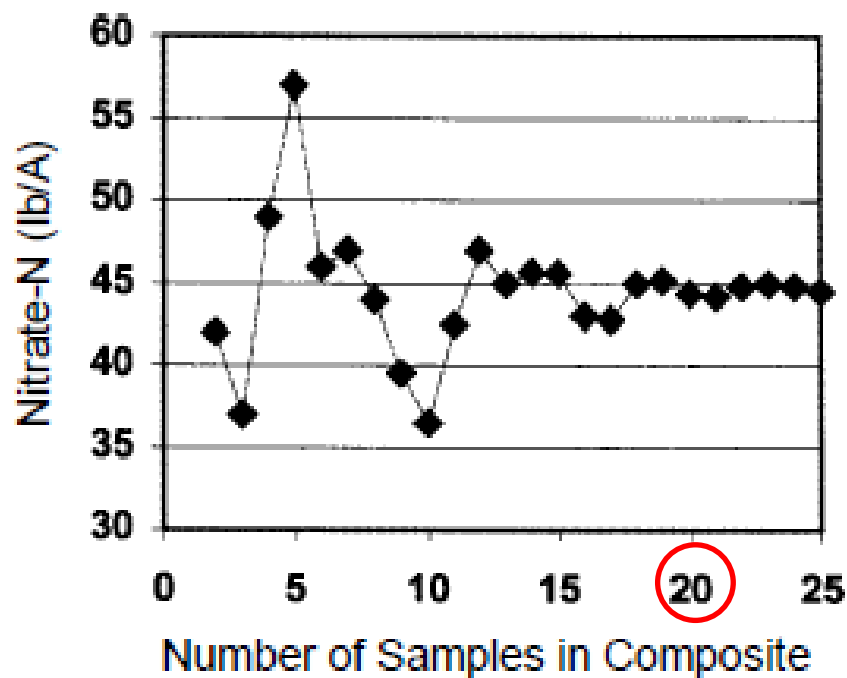


Figure 1. The minimum number of core samples needed to make a representative composite sample is about 20.

Normalización: en 1ha, 10ha o 100ha nunca hacemos menos de 20 submuestras.

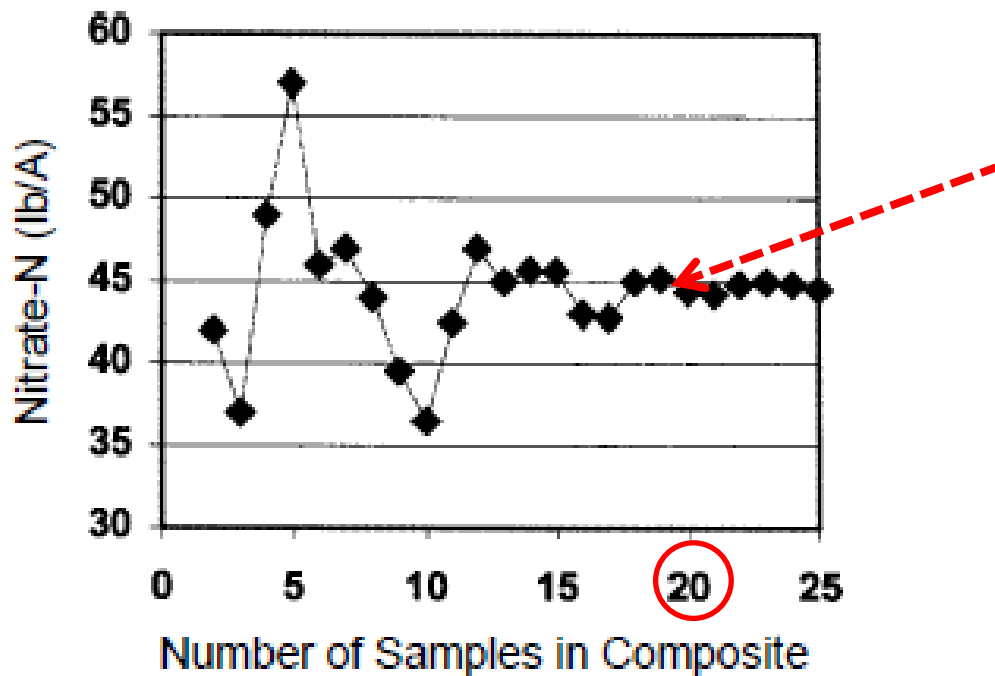


Figure 1. The minimum number of core samples needed to make a representative composite sample is about 20.

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

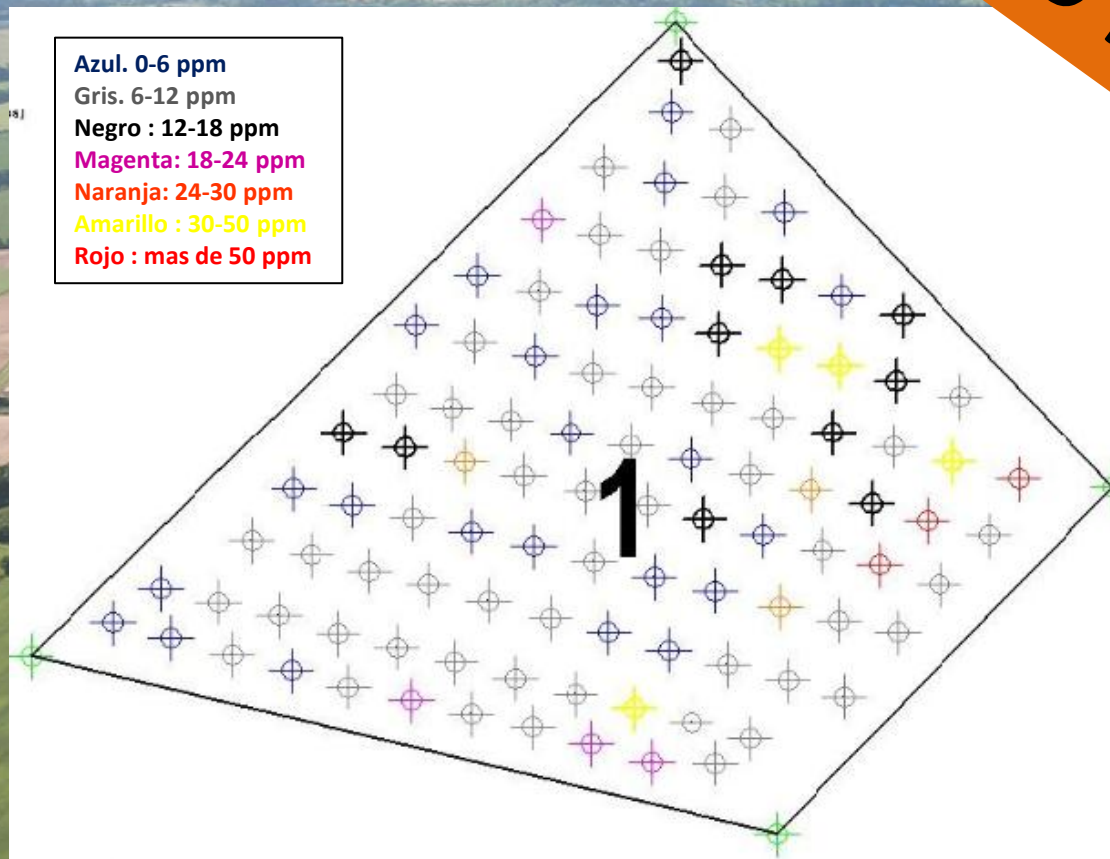
Pablo Marasas

Muestreo de suelos

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad.

CASO REAL



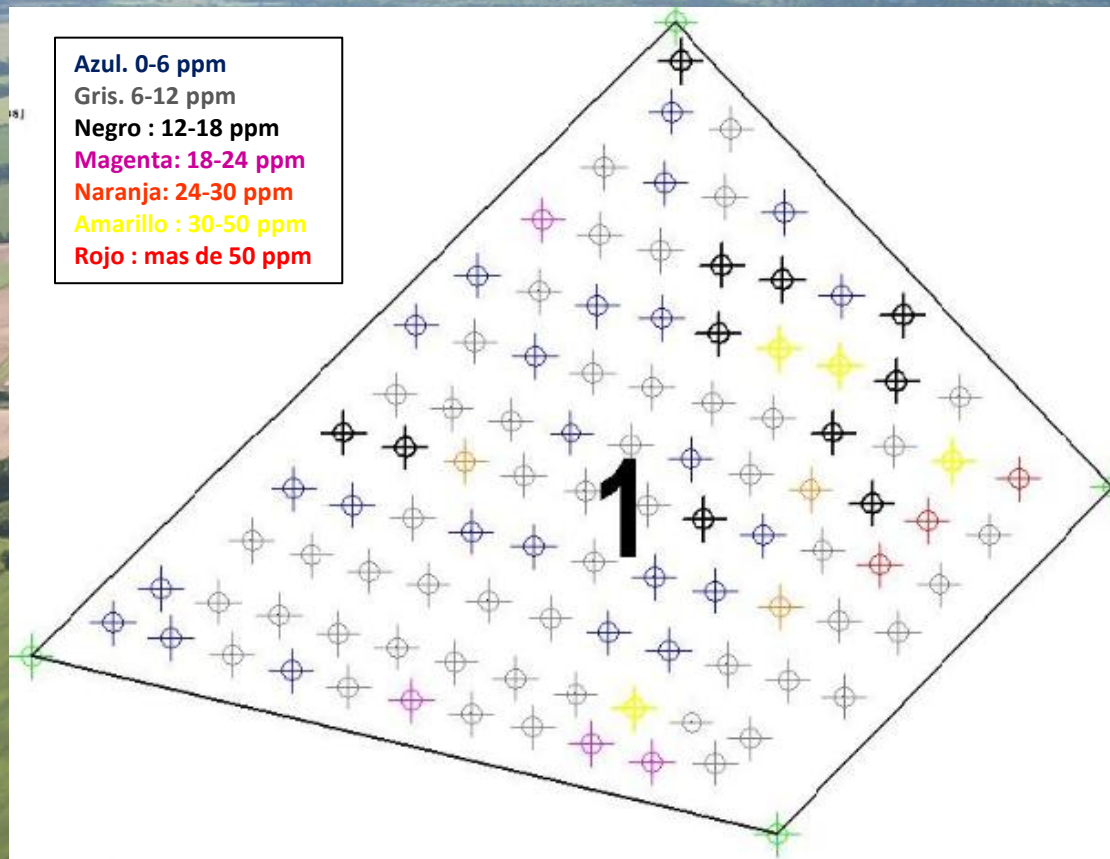
Zona : Vedia (Pcia BsAs).

Superficie : 30 has

n= 102. Promedio :13,6 ppm Mediana: 7,6 ppm

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad.



Zona : Vedia (Pcia BsAs).

Superficie : 30 has

n= 102. Promedio **13,6 ppm** Mediana: **7,6 ppm**

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

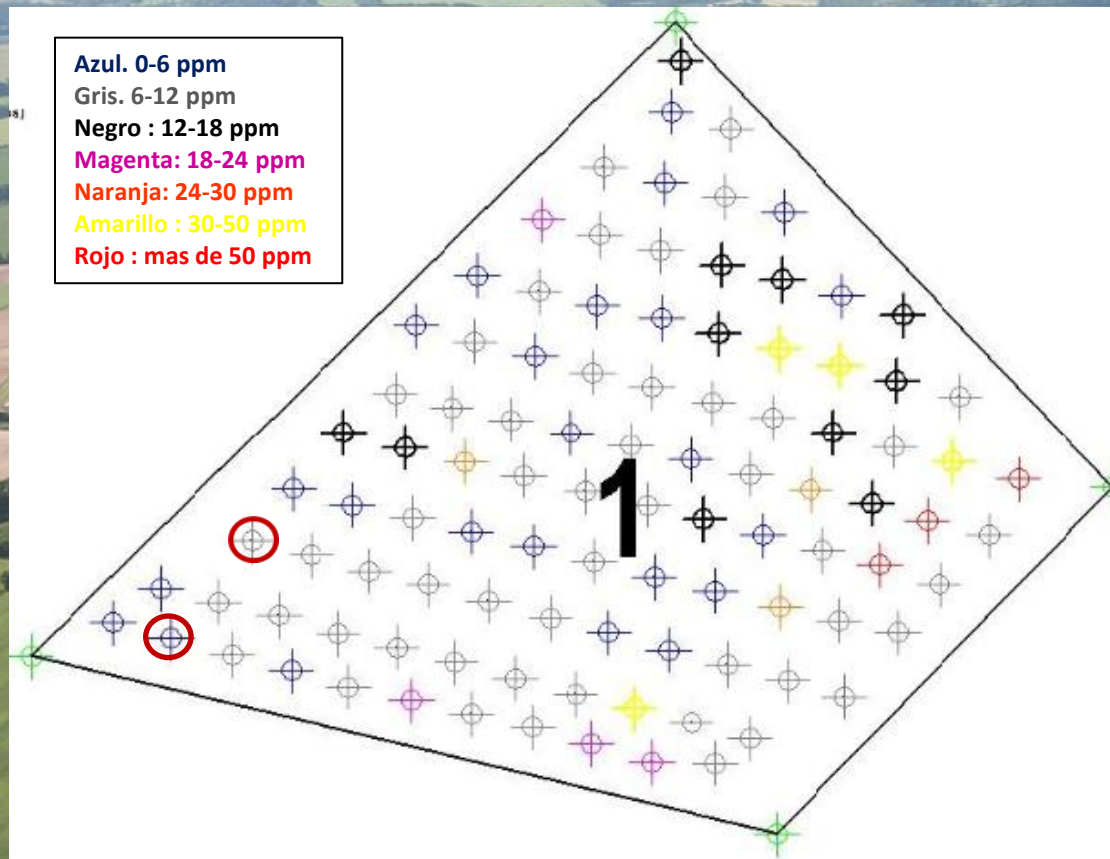
Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad.



n=51

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

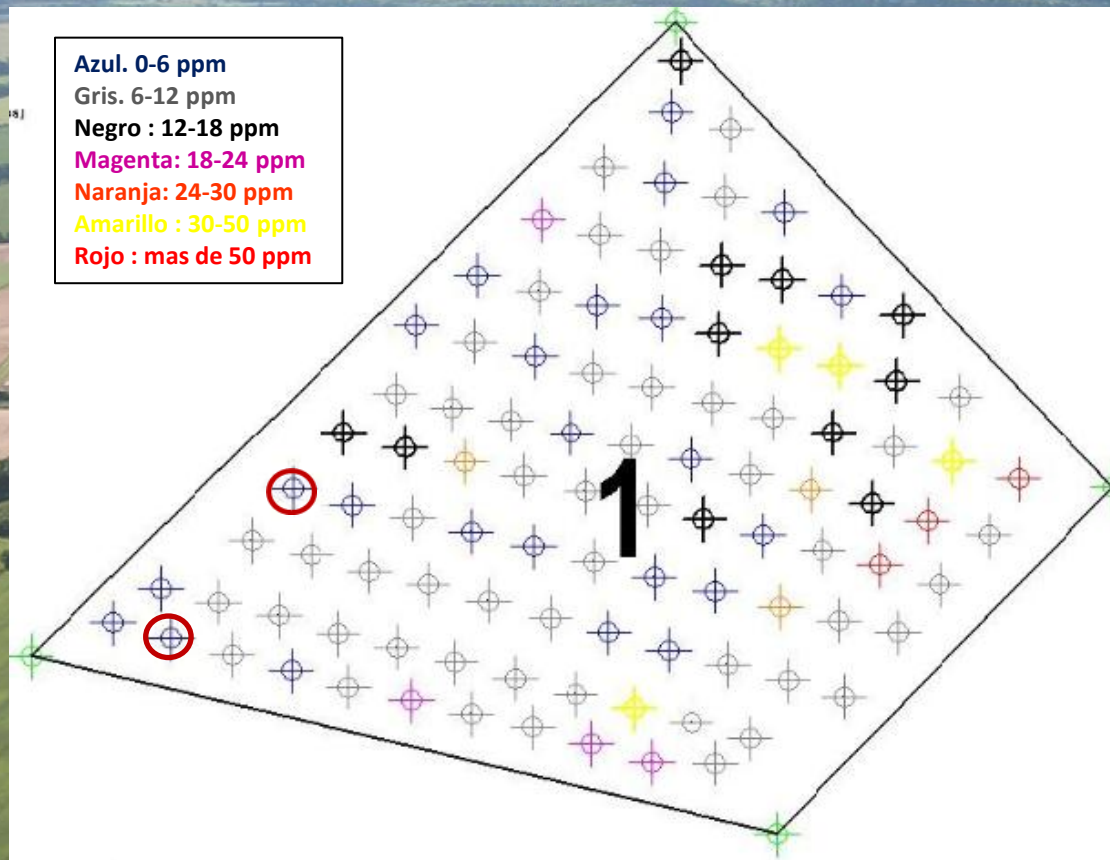
Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad.



N=34

Pablo Marasas

Muestreo de suelos

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

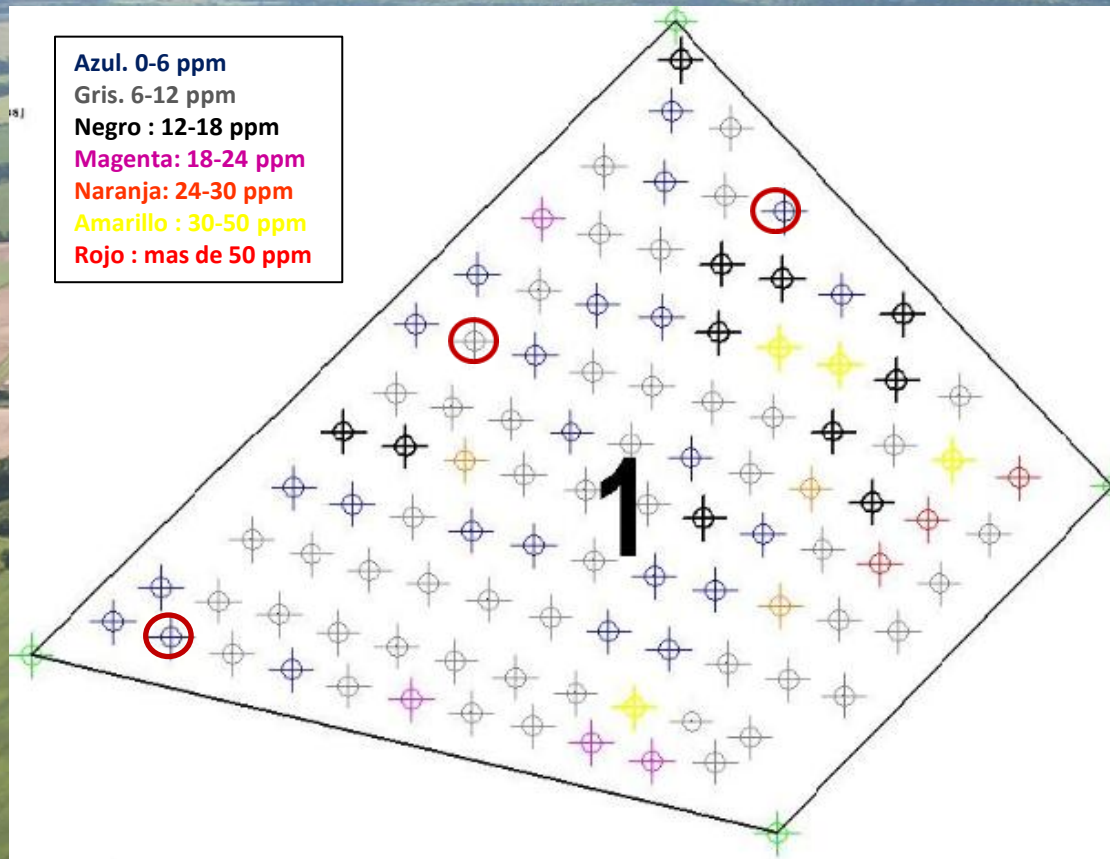
Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad.



n=17

Pablo Marasas

Muestreo de suelos

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

Introducción
 Dificultades
 ¿Para que?
 Conceptos
 ¿Cómo?
 ¿Cuántas?
 20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Número de sub muestras	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7	Muestreo 8	Muestreo 9	Muestreo 10	Promedio	Intensidad (ha/muestra)
102	13,6										13,6	0,3
51	13,7	13,6	14,3	14,7	13,7	13,6	14,3	14,7	13,7	13,6	14,0	0,6
34	13,9	12,1	13,9	15,7	12	13,9	12,1	13,9	15,7	12	13,5	0,9
17	14,3	17,2	13,2	13,2	10,2	14,3	17,2	13,2	13,2	10,1	13,6	1,8
8	14,7	10,2	10,6	11,4	10,9	31,2	14,7	10,2	10,7	29,8	15,4	3,8

Valores promedio de P en ppm, para diferentes intensidades de muestreo

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

Introducción
Dificultades
¿Para que?
Conceptos
¿Cómo?
¿Cuántas?
20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Nro de submuestras	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7	Muestreo 8	Muestreo 9	Muestreo 10	Promedio	Intensidad (ha/muestra)
102	13,6										13,6	0,3
51	13,7	13,6	14,3	14,7	13,7	13,6	14,3	14,7	13,7	13,6	14,0	0,6
34	13,9	12,1	13,9	15,7	12	13,9	12,1	13,9	15,7	12	13,5	0,9
17	14,3	17,2	13,2	13,2	10,2	14,3	17,2	13,2	13,2	10,1	13,6	1,8
8	14,7	10,2	10,6	11,4	10,9	31,2	14,7	10,2	10,7	29,8	15,4	3,8

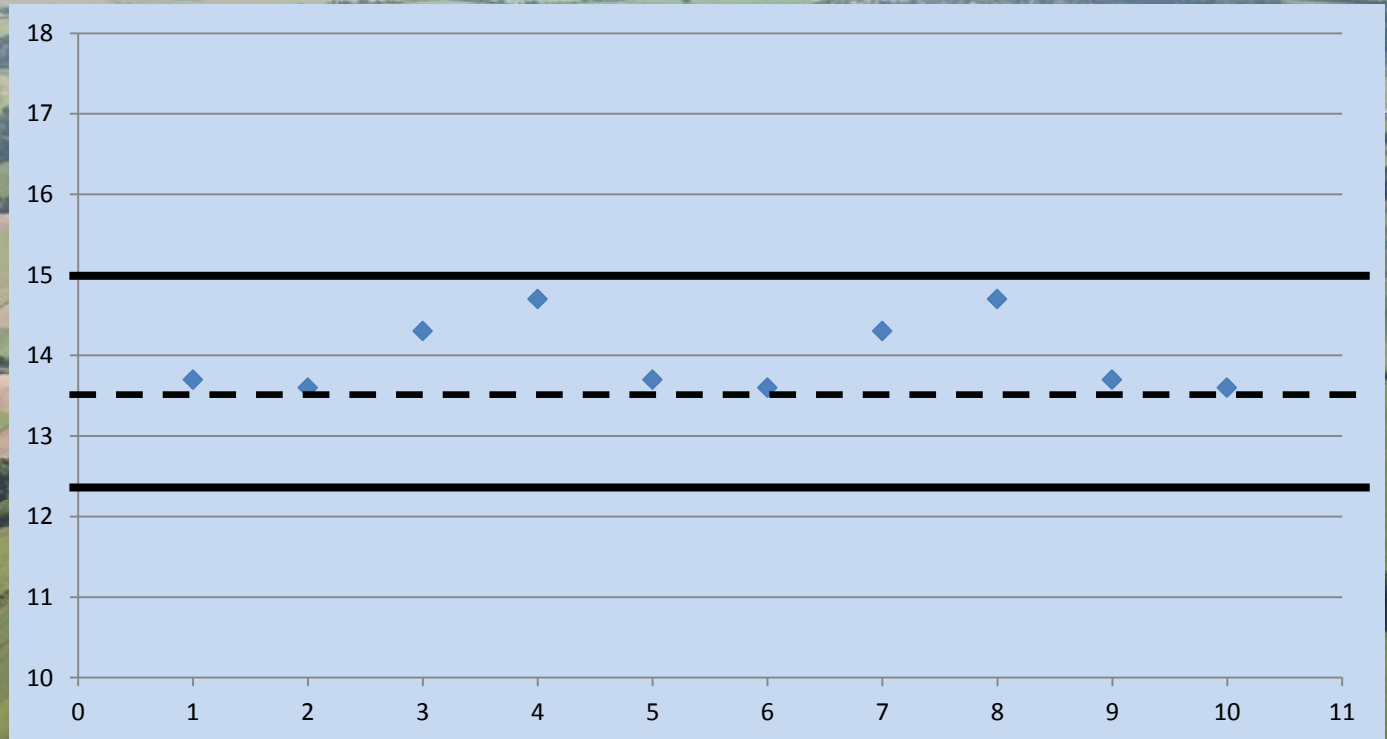
¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

Introducción
Dificultades
¿Para que?
Conceptos
¿Cómo?
¿Cuántas?
20 mínimo

Diseño

Profundidad
Época
Muestra
Conclusión
Preguntas



n=51.

Exactitud 10 %. (Mínimo 12,2. Máximo 15,0)

PRECISIÓN : 100 %

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

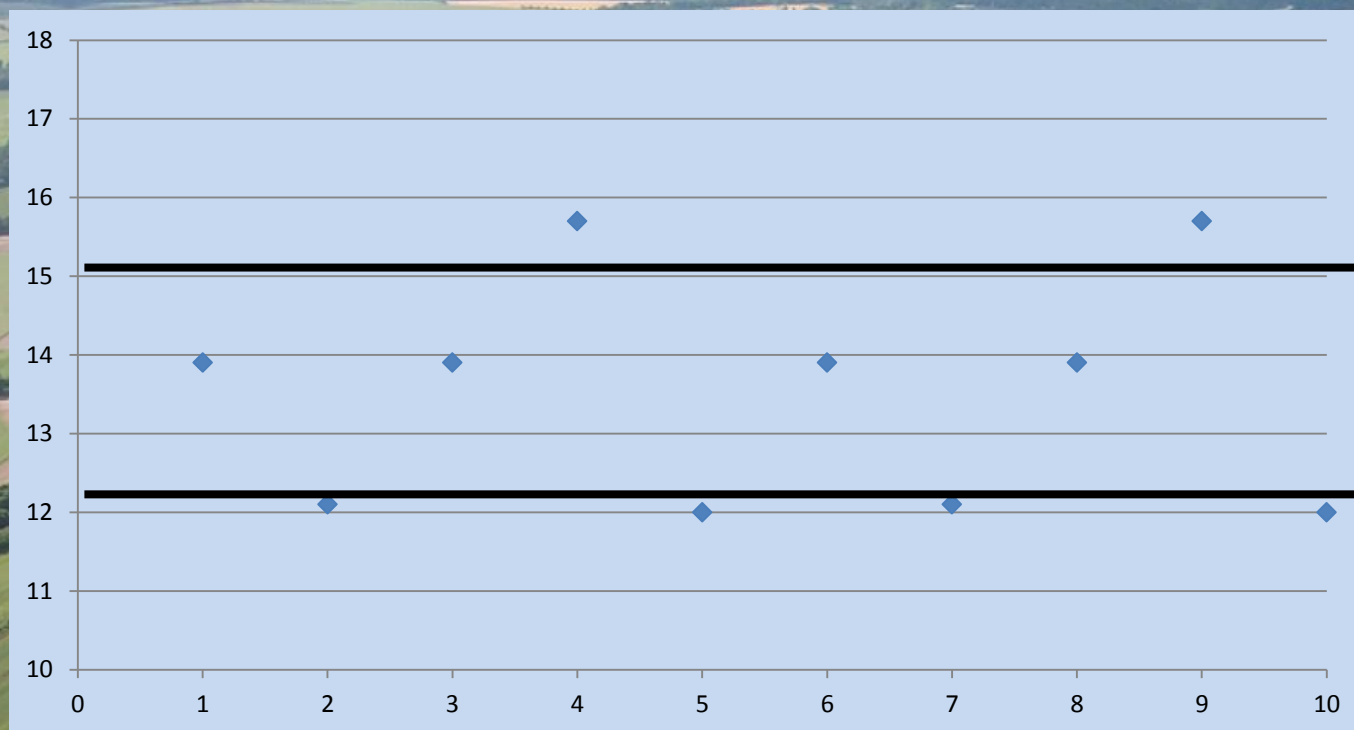
Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad



n=34.

Exactitud 10 %. (Mínimo 12,2. Máximo 15,0)

PRECISIÓN: 40 %

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad



$n=34$.

Exactitud : ~~10~~ % \rightarrow 15 %. (Mínimo 11,6. Máximo 15,6)

PRECISIÓN: ~~40~~ % \rightarrow 80 %

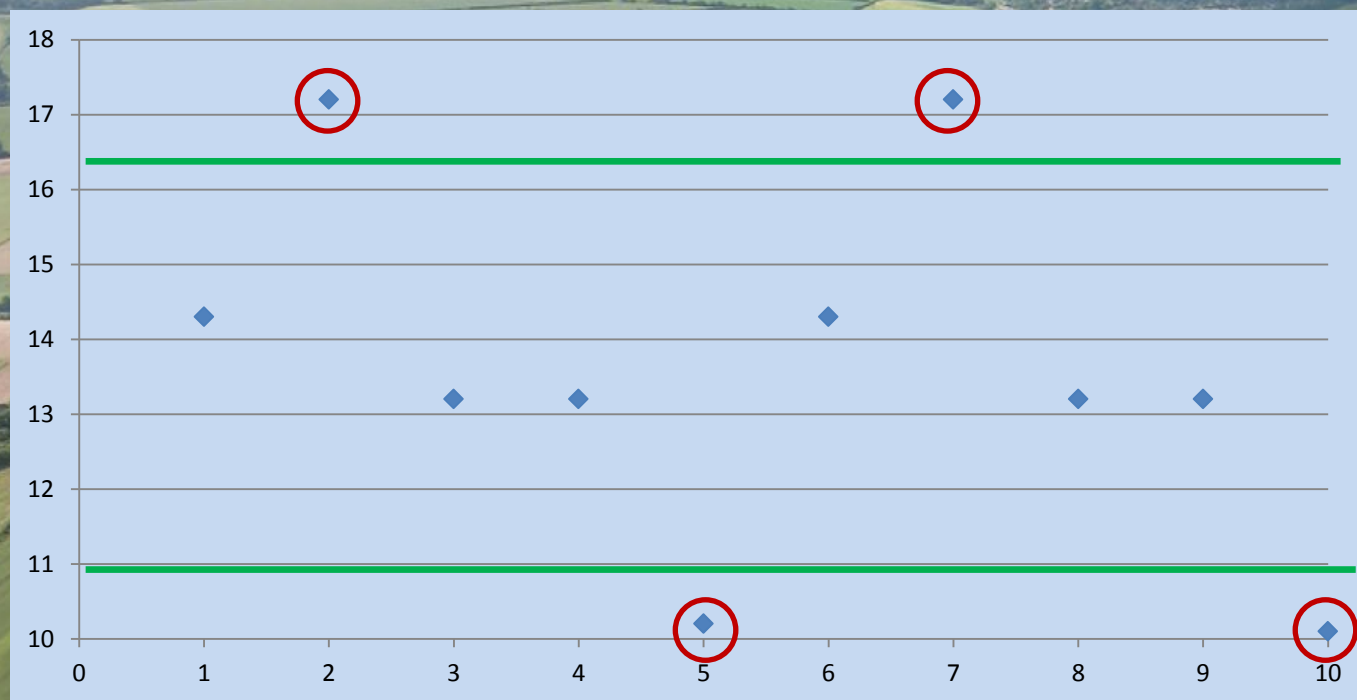
Introducción
Dificultades
¿Para que?
Conceptos
¿Cómo?
¿Cuántas?
20 mínimo

Diseño

Profundidad
Época
Muestra
Conclusión
Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad



n=17.

Exactitud 20 %. (Mínimo 10,9. Máximo 16,3)

PRECISIÓN: 60 %

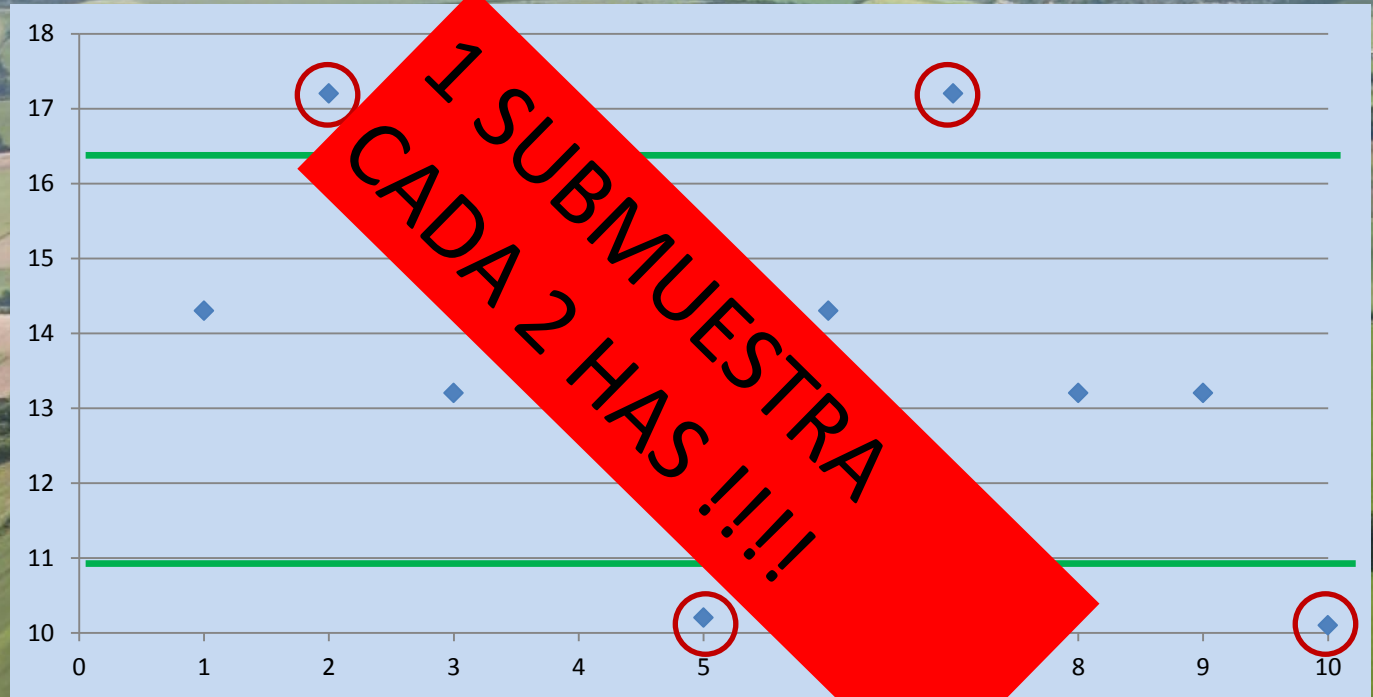
- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?
- 20 mínimo

Diseño

- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad



n=17.

Exactitud 15 %. (Mínimo 10,9. Máximo 16,3)

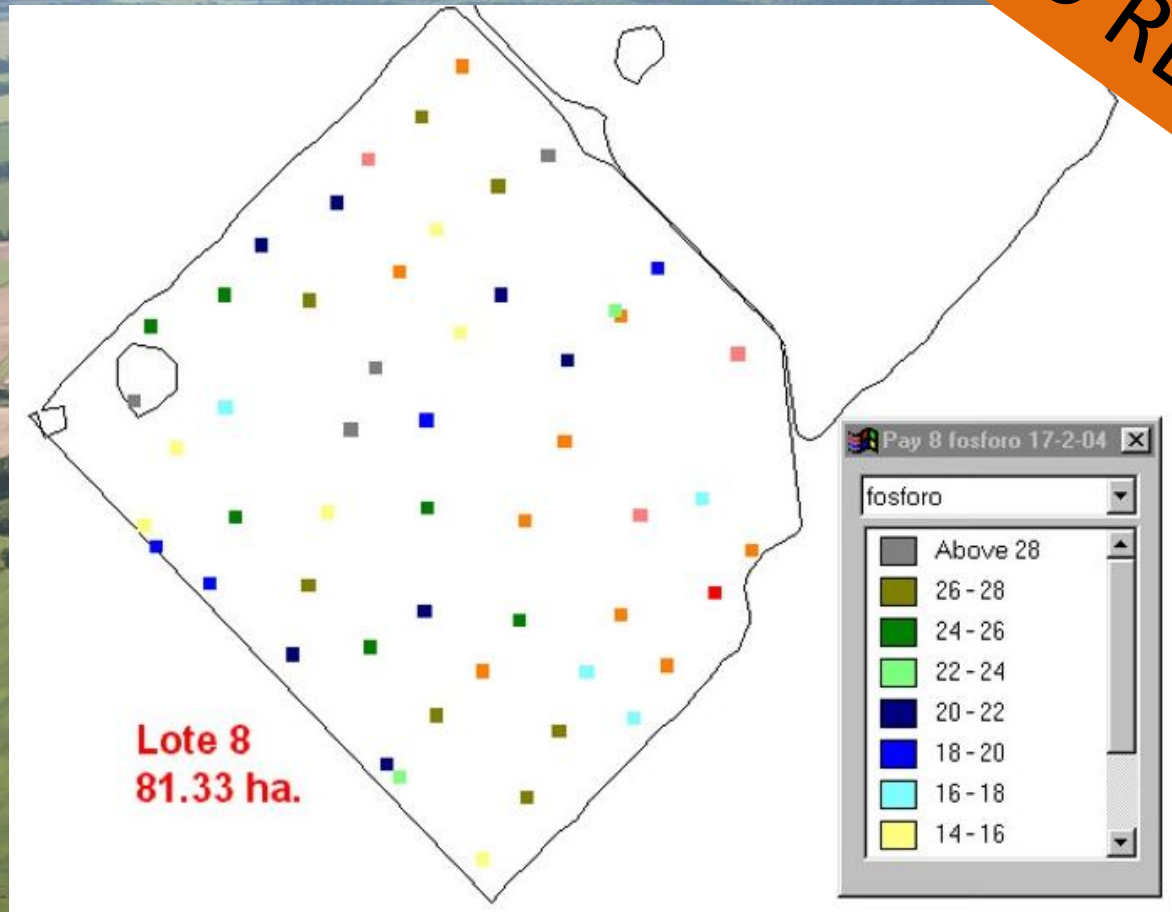
PRECISIÓN: 60 %

- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?
- 20 mínimo
- Diseño**
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

CASO REAL



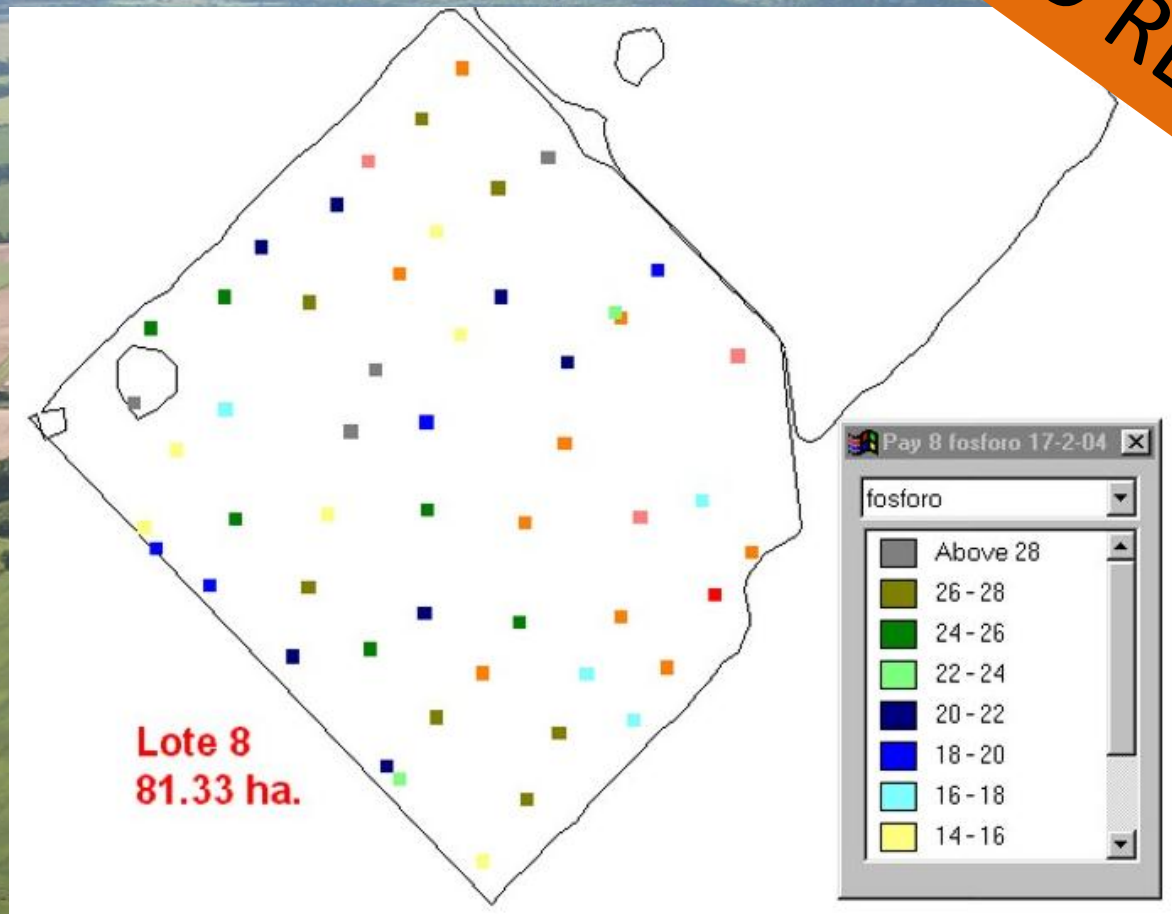
Zona : Trenque Lauquen (Pcia BsAs).
 Superficie : 81,3 has
 n= 55 Promedio =19,8 ppm Mediana: 19,9 ppm

- Introducción
- Dificultades
- ¿Para que?
- Conceptos
- ¿Cómo?
- ¿Cuántas?
- 20 mínimo
- Diseño**
- Profundidad
- Época
- Muestra
- Conclusión
- Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad

CASO REAL



Zona : Trenque Lauquen (Pcia BsAs).
 Superficie : 81,3 has
 n= 55 Promedio **19,8 ppm** Mediana= **19,9 ppm**

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

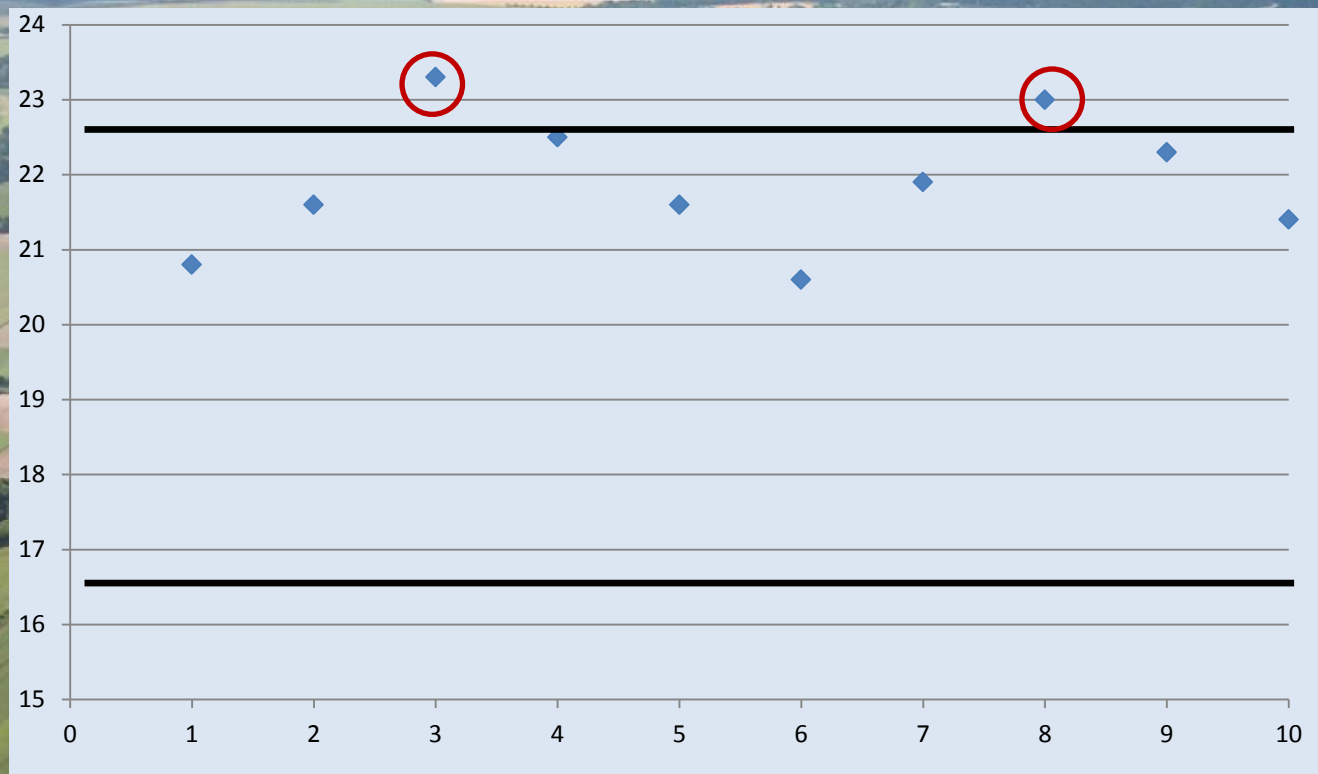
Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad



n=6

Exactitud 15 %. (Mínimo 16,8. Máximo 22,8)

PRECISIÓN: 80 %

Pablo Marasas

Muestreo de suelos

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

1. Intensidad



N=6

Exactitud 15 %. (Mínimo 16,8. Máximo 22,8)

PRECISIÓN: 80 %

Pablo Marasas

Muestreo de suelos

¿Cómo hacemos un muestreo?

2. Diseño

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

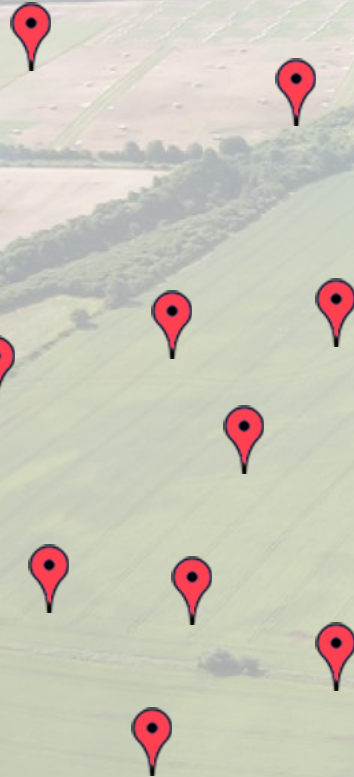
Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Randomizado



Introducción
Dificultades
¿Para que?
Conceptos
¿Cómo?
¿Cuántas?
20 mínimo

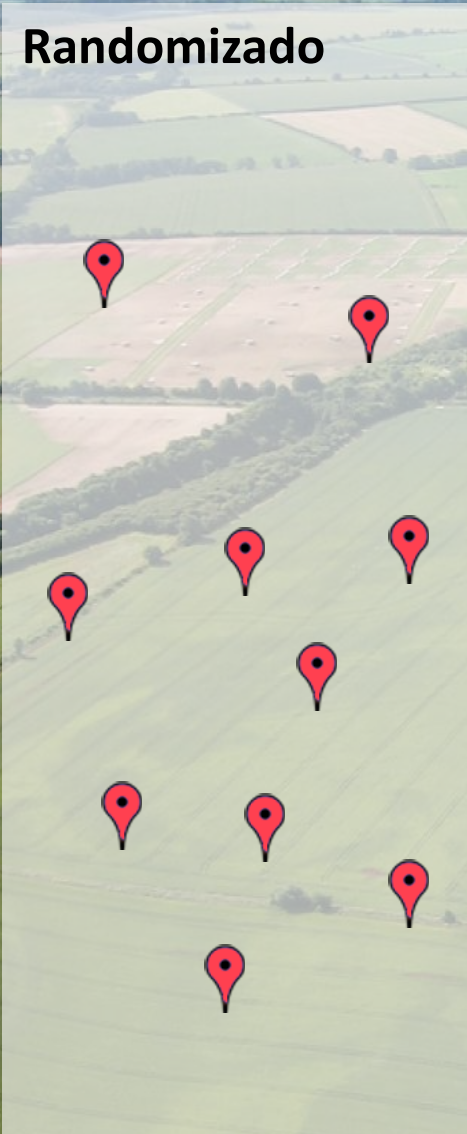
Diseño

Profundidad
Época
Muestra
Conclusión
Preguntas

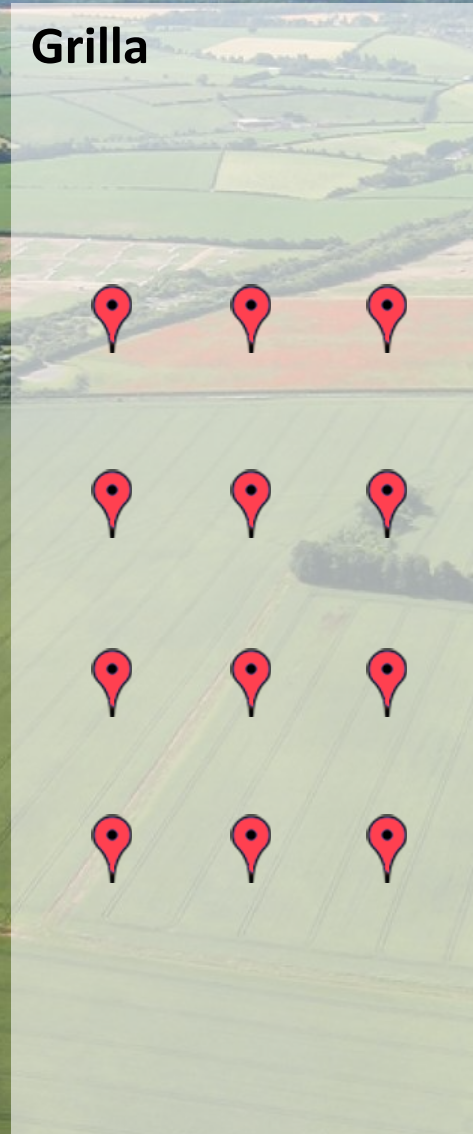
¿Cómo hacemos un muestreo?

2. Diseño

Randomizado



Grilla



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

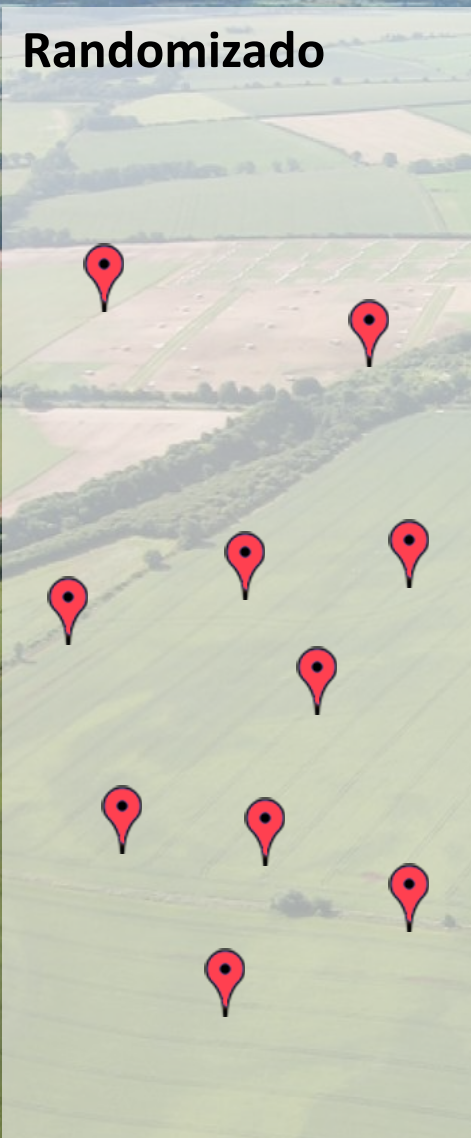
Conclusión

Preguntas

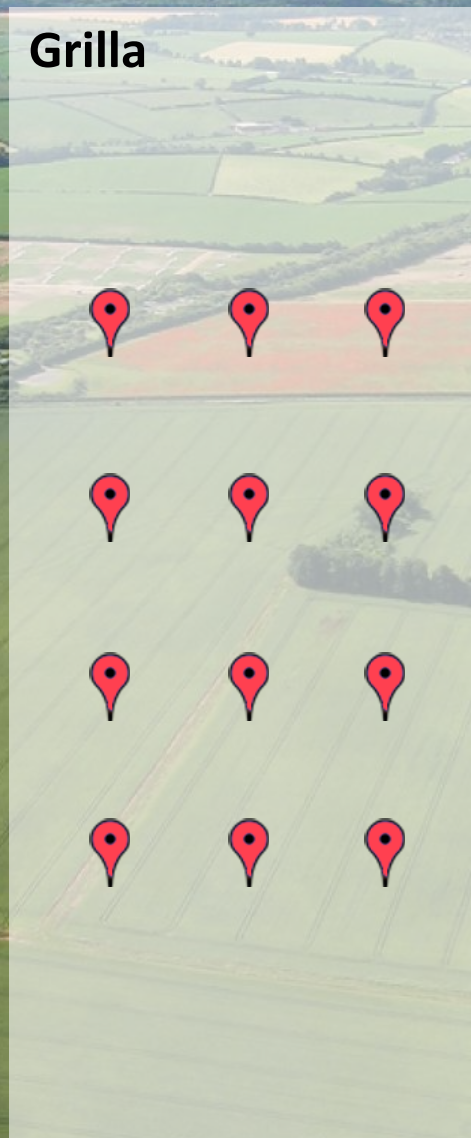
¿Cómo hacemos un muestreo?

2. Diseño

Randomizado



Grilla



Punto de referencia



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

2. Diseño

Punto de referencia

VENTAJAS :

- * **Accesibilidad mas fácil**
- * **Menor tiempo**
- * **Menor costo**

¿Cómo hacemos un muestreo?

2. Diseño

Punto de referencia

VENTAJAS :

- * **Accesibilidad mas fácil**
- * **Menor tiempo**
- * **Menor costo**

DESVENTAJAS:

El sitio seleccionado es representativo del lote/ambiente ?

¿Cómo hacemos un muestreo?

3. Profundidad

Introducción
Dificultades
¿Para que?
Conceptos
¿Cómo?
¿Cuántas?
20 mínimo
Diseño

Profundidad

Época
Muestra
Conclusión
Preguntas



¿Cómo hacemos un muestreo?

3. Profundidad

Elementos NO móviles

20cm de profundidad



¿Cómo hacemos un muestreo?

3. Profundidad

20cm de profundidad

Variabilidad

A distintas profundidades hay diferentes valores.

Ej. Fosforo:

0-5cm > 25

0-10cm > 15

0-20cm > 10,1

P Calviño, HE Echeverría, M Redolatti

¿Cómo hacemos un muestreo?

3. Profundidad

20cm de profundidad

Variabilidad

A distintas profundidades hay diferentes valores.

Ej. Fosforo:

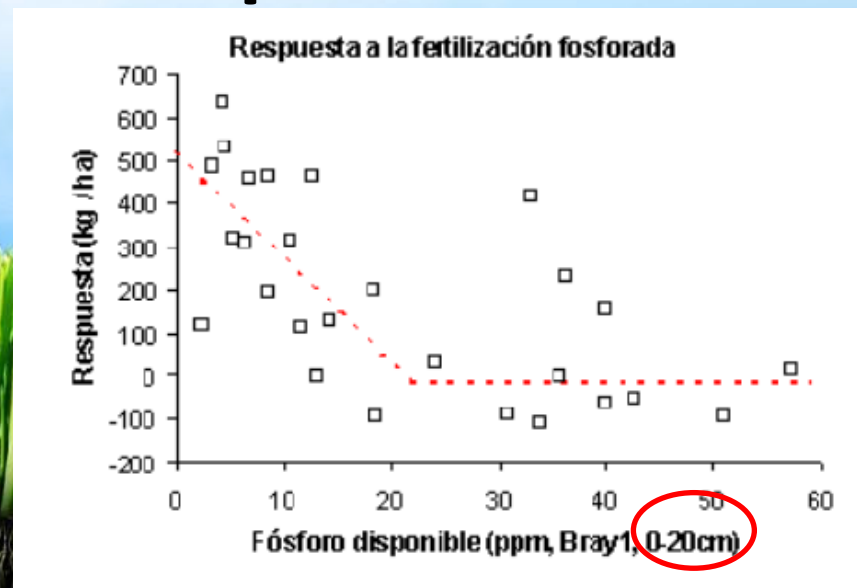
0-5cm > 25

0-10cm > 15

0-20cm > 10,1

P Calviño, HE Echeverría, M Redolatti

Interpretación



¿Cómo hacemos un muestreo?

3. Profundidad

Elementos móviles

20-40-(60)?cm de profundidad



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

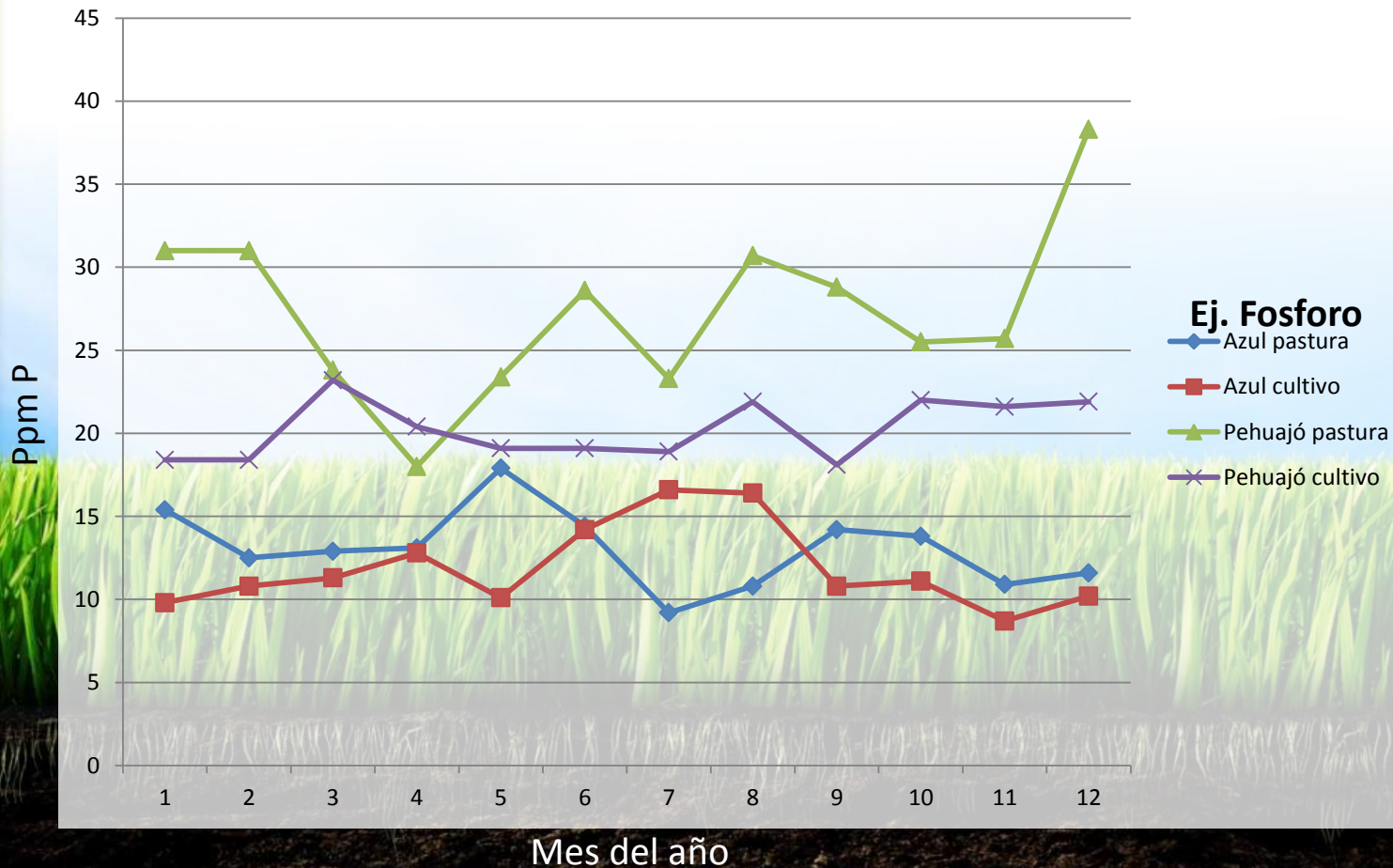
Preguntas

Pablo Marasas

Muestreo de suelos

¿Cómo hacemos un muestreo?

4. Época

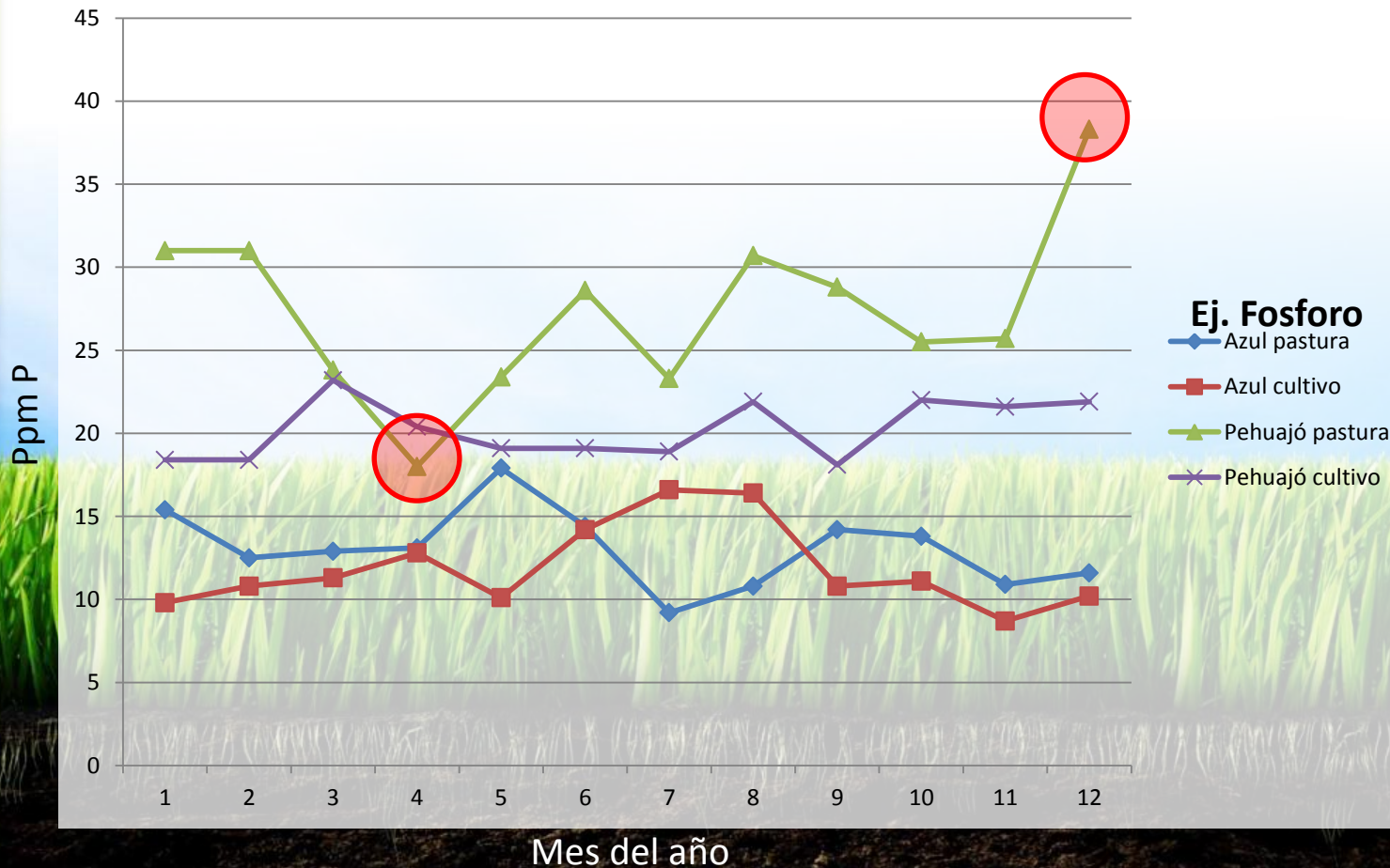


«Evolución estacional del fosfora extractable del suelo»

Mabel E. Vazquez

¿Cómo hacemos un muestreo?

4. Época



«Evolución estacional del fosfora extractable del suelo»

Mabel E. Vazquez

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

5. Preparación, conservación y envío.



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

¿Cómo hacemos un muestreo?

5. Preparación, conservación y envío.



Pablo Marasas

Muestreo de suelos

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Pablo Marasas

Muestreo de suelos

¿Cómo hacemos un muestreo?

5. Preparación, conservación y envío.

Firma: LA LUISA SA.

Campo: LOS CEDROS

Lote: 47 - B - PISTA

Profundidad: 0 - 20

Observaciones: NITRATOS -
FOSFORO - PH

23

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

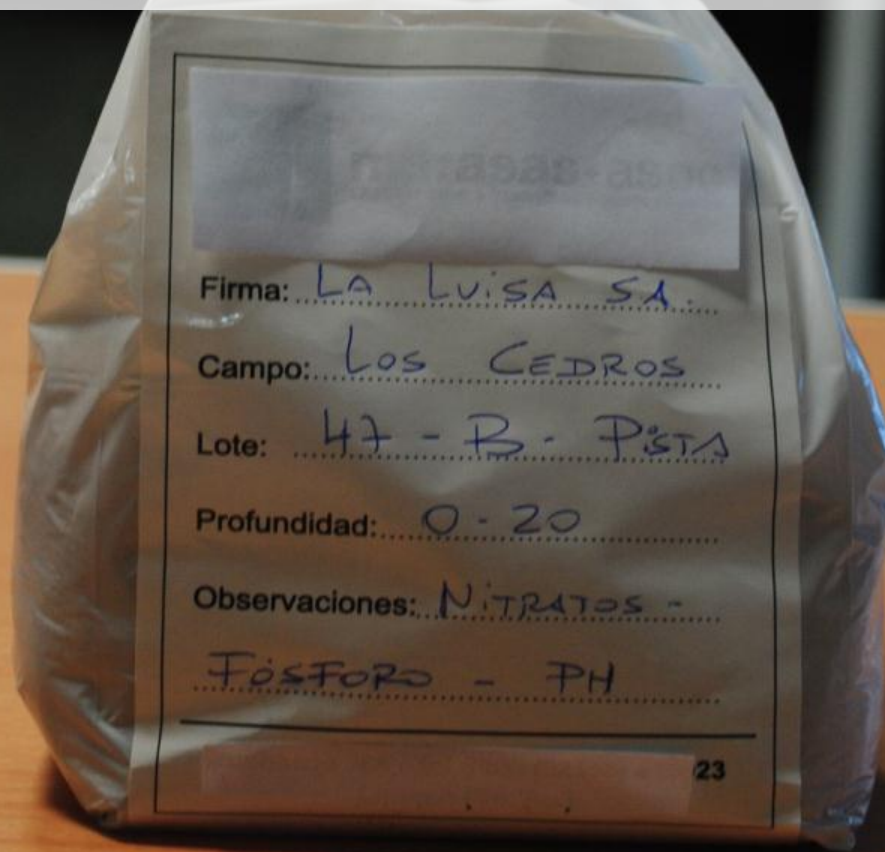
Pablo Marasas

Muestreo de suelos

¿Cómo hacemos un muestreo?

5. Preparación, conservación y envío.

La calidad de la muestra es determinante para lograr un buen diagnóstico.



Conclusión: Cada paciente necesita su diagnostico.

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Conclusión: Cada paciente necesita su diagnóstico.

Cada suelo necesita su diseño de muestreo y su análisis.



Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Conclusión: Cada paciente necesita su diagnóstico.

Cada suelo necesita su diseño de muestreo y su análisis.

Factores que afectan la toma de decisiones

- Variabilidad conocida o desconocida
- Exactitud / Precisión
- Promedio / Variabilidad
- Dosis uniforme o variable
- Evolución temporal
- Maiz, Soja, Trigo, Girasol...
- Determinaciones químicas.

Definición del Diagnóstico

Conclusión: Cada paciente necesita su diagnóstico.

Cada suelo necesita su diseño de muestreo y su análisis.

Factores que afectan la toma de decisiones

- Variabilidad conocida o desconocida
- Exactitud / Precisión
- Promedio / Variabilidad
- Dosis uniforme o variable
- Evolución temporal
- Maiz, Soja, Trigo, Girasol...
- Determinaciones químicas.

Definición del Diagnóstico

Definición del muestreo

- Intensidad
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Preparación, conservación y envío

Conclusión: Cada paciente necesita su diagnóstico.

Cada suelo necesita su diseño de muestreo y su análisis.

Factores que afectan la toma de decisiones

- Variabilidad conocida o desconocida
- Exactitud / Precisión
- Promedio / Variabilidad
- Dosis uniforme o variable
- Evolución temporal
- Maiz, Soja, Trigo, Girasol...
- Determinaciones químicas.

Definición del Diagnóstico

Definición del muestreo

- Intensidad
- Diseño
- Profundidad
- Época
- Preparación, conservación y envío

Introducción

Dificultades

¿Para que?

Conceptos

¿Cómo?

¿Cuántas?

20 mínimo

Diseño

Profundidad

Época

Muestra

Conclusión

Preguntas

Preguntas

- **Qué diseño de muestreo es mejor?**
- **En siembra directa, cómo se toman las muestras ?**
- **Es necesario tomar muestras hasta 60 cm para evaluar nitratos ?**
- **Es confiable tomar muestras en un sitio delimitado, y representativo ?**
- **Todas las muestras deben ser conservadas en frío ?**
- **Los valores promedios , sobreestiman la disponibilidad de nutrientes ?**

