



## MUESTREO DE SUELOS Y EFLUENTES

Amabelia del Pino  
Dpto. de Suelos y Aguas  
Facultad de Agronomía

---

---

---

---

---

---

---

---

### ¿Qué llega a un laboratorio para ser analizado?

- **Una muestra de algún material**
  - Suelo
  - Planta
  - Enmienda orgánica
- **¿Qué se desea conocer?**  
Contenido de algunos elementos o formas de ellos en el material.
- **¿Qué debe representar el valor numérico que se entrega?**  
Debe representar el contenido de todo el material.
- **Componentes del error:**
  - Error de selección de los sitios/lugares de muestreo
  - Error de muestreo
  - Error de sub-muestreo
  - Error de análisis

---

---

---

---

---

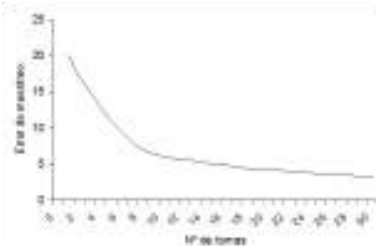
---

---

---

### Error de muestreo

$V = s^2/n = \text{Error de muestreo.}$   
A medida que aumenta el tamaño de la muestra, el error de muestreo pasa a ser progresivamente más pequeño.



---

---

---

---

---

---

---

---

### Importancia de realizar un buen muestreo

#### Ejemplo (muestreo de suelos):

Análisis standard de una muestra de suelo (pH, P, Bases de intercambio, Materia Orgánica): se requieren entre 10 y 15 g de suelo.

Si provienen del muestreo de 1 hectárea de superficie, a 20 cm de profundidad, los valores obtenidos deben representar 2:500.000 kg de suelo

Todas las precauciones que se tengan en la preparación y el análisis de las muestras no pueden compensar los errores cometidos por realizar un incorrecto muestreo del suelo.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Muestrear poblaciones homogéneas

**Primer criterio a cumplir:** separar poblaciones que son diferentes, las cuales serán muestreadas por separado

#### En suelos:

- diferentes tipos de suelo dentro de un establecimiento/área
- diferentes horizontes de suelo: A, E, B
- diferentes posiciones topográficas
- diferentes manejos: historia agrícola, uso de fertilizantes o enmiendas
- zonas erosionadas, suelos alcalinos (blaqueales)

**Condiciones para el diseño de muestreo:** máxima precisión y mínimo costo

---

---

---

---

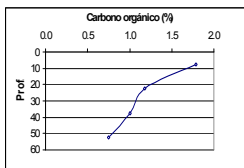
---

---

---

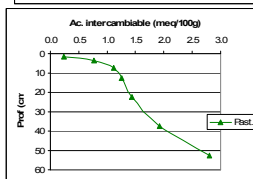
---

### Ej. Variabilidad vertical – Suelo ácido



•Aún dentro de un mismo horizonte hay variabilidad natural en profundidad.

•Cuando se hacen aplicaciones de fertilizantes o efluentes en superficie (siembra directa) esta variabilidad se incrementa.



•Debe extremarse los esfuerzos para hacer el muestreo a la profundidad indicada (en pasturas normalmente 0-15 cm).

Hernández et al. 2007

---

---

---

---

---

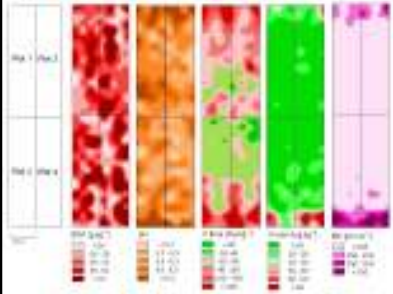
---

---

---

### Ej. Variabilidad - Horizontal

- Macrovariación: la que se da entre puntos separados + de 2 m.
- Asociada a procesos genéticos (locales) de suelos; pueden deberse también a factores de manejo.



•Variabilidad espacial de propiedades del suelo - Expto. de pastoreo con cerdos durante 11 años (CRS - Agronomía)

•Muestreo en grilla de 5x5 m.

Tesis de Maestría de Santiago Monteverde, 2010

---

---

---

---

---

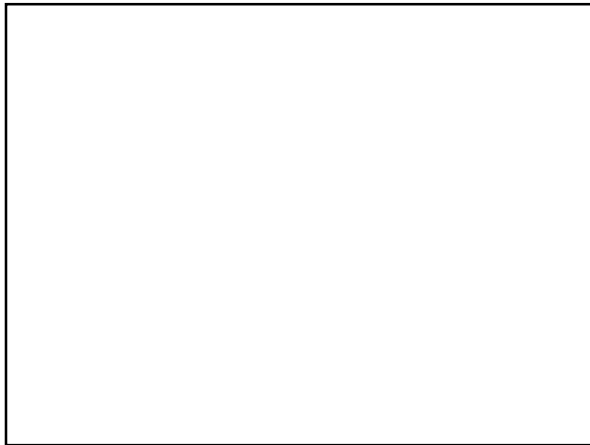
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

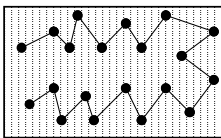
---

---

---

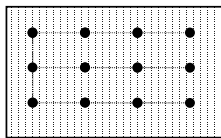
### Métodos de muestreo de suelos (cubrir mayor variabilidad del horizonte A)

Muestreo al azar:



- Macro y mesovariaciones no son significativas
- Utilizado para chacras uniformes
- Muestra compuesta: c/combinación posible de tomas individuales tiene iguales posibilidades de ser seleccionada.

Muestreo sistemático:



- Los individuos son tomados a distancias fijas entre sí, en una o dos direcciones.
- Muestreo tipo grilla: 15 a 30 m entre puntos.
- Muestra compuesta: 8 a 10 tomas en c/ punto, dentro de un círculo de 1 m de diám. (para cubrir microvariación).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ejemplo: Fósforo asimilable (Bray 1)

MANEJO ANTERIOR	NUMERO DE TOMAS
Campo natural	15
Fertilizaciones previas bajas y/o muy mezcladas con el suelo	20
Fertilizaciones previas altas	25
Fertilizaciones previas en banda con poco laboreo	30
Fertilizaciones previas en cobertura o siembra directa	40

Si el área de muestreo está bien definida (homogeneidad) no importa la extensión.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Muestreo de enmiendas

**Problema:** heterogeneidad de los materiales a muestrear

- a) Por el tipo de materiales: ejemplo estiércol
- b) Por la variabilidad que presentan
- c) Por los momentos en que se producen

**Lo muestreado debe ser similar a lo aplicado !!!!!**

**Estiércoles:** presencia o ausencia de materiales acompañantes, apilado en varias tandas.

**Compost:** diferentes materiales compostados, con diferente grado de mezclado.

**Efluentes líquidos.** Composición varía con el tiempo. (input, clima)

**Lodos (biogás, plantas de tratamientos de efluentes):** Son generalmente más homogéneos.

→ Los criterios de representatividad del muestreo son los mismos que para suelos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### ¿Cómo manejar la heterogeneidad temporal?

#### Análisis sucesivos permiten establecer rangos de contenidos

Análisis de lodos de un reactor de digestión anaeróbica de contenido ruminal, grasa de descarte de cueros bovinos y lodo biológico de PTE. (del Pino et al., 2012)

Cuadro 1. pH y contenidos de materia seca, C, N y P en lodos retirados del reactor en 5 fechas diferentes (base seca).

	pH	MS	C	N*	P*
	----- % -----				
Promedio	7,48	5,2	38,9	2,1	0,64
Desv. est.	0,4	1,0	3,6	0,3	0,11
C var. %	5	18	8	14	17

Si se pretende utilizar los datos de variabilidad en la composición para establecer dosis de aplicación, los datos deben expresarse en base fresca. Ej. mg/L, kg/m<sup>3</sup>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Muestras provenientes de barrido y separación de sólidos**

- Recoger muestras de varios puntos en la pila usando una pala para formar una muestra compuesta de 1 kg en balde de plástico.
- Se mezcla y se pone en bolsas de plástico las cuales se mantienen refrigeradas.
- Debe evitarse muestrear costras, materiales de la cama o residuos fibrosos de comida.
- No olvidar etiquetado – Fecha y lugar de muestreo

---

---

---

---

---

---

---

---

**Muestreo de Líquidos**

- El líquido debe estar homogeneizado (bomba de agitación, etc).
- Tomar sub-muestras en 5 o más sitios usando colector de plástico en cantidad suficiente para formar una muestra compuesta de 1 litro
- Poner la muestra compuesta en envase de plástico (lleno hasta los ¾ aprox). Mantener en frío.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Manejo de las muestras de enmiendas**

Condiciones para el traslado y almacenamiento previo al análisis

- Temperatura: bajo frío

Molienda

- Problema de mezclado con otros elementos (suelo, piedras, etc).

Tamizado

- En la mayoría de los casos tamizado a fracciones < 0.5 mm

---

---

---

---

---

---

---

---

### ¿Qué analizar en enmiendas orgánicas?

- **Análisis físicos:** Estado (líquido, sólido, % de MS), forma, densidad
  - Las características físicas de las enmiendas son importantes para el manejo de aplicación
- **Análisis químicos:** pH, CE, Contenido de nutrientes (total y sus formas), sustancias nocivas
  - Definen el valor agronómico de las enmiendas, las tasas de aplicación y las limitaciones de uso
  - En general el contenido de nutrientes debe calcularse por peso en base seca. Para la aplicación se debe calcular en base húmeda o en volumen (mg/L; kg/m<sup>3</sup>).
- **Análisis biológicos:** Biomasa microbiana, presencia de ciertos m.o. (coli, salmonella), tests de germinación
  - Básicamente aseguran la inocuidad de la enmienda

---

---

---

---

---

---

---

---

### ¿Qué analizar en enmiendas orgánicas?

- **pH y CE.**
  - pH extremos o CE altas pueden limitar dosis.
- **Materia orgánica : C, sólidos volátiles, DBO<sub>5</sub>, DQO.**
  - Dan una idea del posible valor para restituir MO al suelo. También dan una idea de posibilidades de descomposición.
- **Nitrógeno: N total, N-NH<sub>4</sub>.**
- **Relación C/N**
  - Da una idea del efecto que tendrá en liberación de N. Si C/N es menor a 30 libera, si es mayor inmoviliza.
- **Fosforo total.** No corresponde P asimilable (Bray o similar)
- **Azufre total?**
- **Cationes totales: K, Ca, Mg, Na.** No corresponde cationes intercambiables.
  - Da una idea del aporte de nutrientes, especialmente K. Un alto contenido de Na puede ser nocivo (raro en efluentes de lechería).
- **Micronutrientes: Cu, Fe, Mn, Zn.**
  - Igual al caso anterior. En exceso pueden ser nocivos.
- **Elementos nocivos y metales pesados: As, Cd, Cr, Pb, Ni, Hg.**
  - No deberían aparecer en cantidades apreciables (Límites DINAMA).

---

---

---

---

---

---

---

---

### Referencias bibliográficas

- James and Wells. 1990. Soil sample collection and handling: Technique based on source and degree of field variability. In Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America. Madison, Wis. pp25-44.
- Wilde. 2005. Preparations for water sampling. Chapter A1. National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data. Book 9. Handboofs for Water-Resources Investigations. US Geological Survey. 46p. (<http://water.usgs.gov/owqt/rel/manual/>).
- Taverna, García, Adorni. 2014. Procedimientos de muestreo de efluentes líquidos y residuos sólidos orgánicos generados en el tambo. Disponible en: <http://inta.gov.ar/documentos/procedimientos-de-muestreo-de-efluentes-liquidos-y-residuos-solidos-organicos-generados-en-el-tambo>

---

---

---

---

---

---

---

---