

INFORME DE LA PRIMERA RONDA DE COMPARACIÓN ENTRE LABORATORIOS CON SERVICIOS DE ANÁLISIS DE SUELO

Muestras enviadas en Diciembre 2015.

José P. Zamalvide Ana V. Silbermann Alicia Gallo

05/04/2016

INDICE

INDICE.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA DE TRABAJO	2
2.1 Extracción y preparación de las muestras	2
2.2 Recepción y manejo de la información.....	3
2.3 Análisis de los resultados obtenidos	4
3. RESULTADOS OBTENIDOS.	5
3.1 Resultados de la Ronda Interlaboratorio.....	5
3.2 Resultados de los análisis realizados por el laboratorio del SOC del MGAP sobre 9 submuestras.....	10
4. ANEXOS.....	12
4.1 Gráficos de pH H ₂ O.	12
4.2 Gráficos de pH KCl.	14
4.3 Gráficos de %C org.....	16
4.4 Gráficos de P Bray N° 1	18
4.5 Gráficos de K intercambiable.	20
4.6 Gráficos de Nitratos.....	22

1. INTRODUCCIÓN

En todos los países con moderno desarrollo de la agricultura, el aumento del uso de los fertilizantes ha llevado a la necesidad de racionalizar su uso, en principio por razones productivas y económicas, a lo cual en los últimos años se han agregado consideraciones ambientales. Para racionalizar el uso de los fertilizantes una herramienta fundamental es el uso de los análisis de suelo.

Para lograr que el dato aportado por el análisis de suelo sea de utilidad para la toma de decisiones de fertilización es necesario cumplir con una serie de condiciones para su uso. De estas condiciones, en relación a la temática de este informe, caben recordar las siguientes:

- a) La solución extractiva debe separar una fracción que sea proporcional a lo disponible para las plantas
- b) La determinación cuantitativa del nutriente extraído debe tener niveles de error que no impliquen diferencias significativas en las decisiones de fertilización.
- c) Los protocolos analíticos deben estar unificados en el país, de manera de que los resultados de diferentes laboratorios sean comparables, ya sea entre laboratorios de servicio y con los realizados por los organismos de investigación.

Para encarar estos problemas muchos países como EEUU, Chile, Brasil o Argentina hace muchos años que han nombrado organismos responsables tanto de uniformizar los métodos de análisis como evaluar la calidad de los resultados obtenidos por los diferentes laboratorios de servicios.

El Uruguay recién encara este problema en los últimos años. Mediante ley de rendición de cuentas (artículo 154 de la ley de rendición de cuentas 18.834 de 4/11/11 y modificado por el Art 128 de la ley 18.996) y reglamentación de la Dirección General de Recursos Naturales se resuelve, siguiendo un esquema similar al de otros países, encargar a un comité asesor de orientación y control de los laboratorios definir los protocolos analíticos a utilizar, así como también las pautas para organizar las “rondas interlaboratorios “ para evaluar la calidad de los servicios.

De acuerdo con la ley y reglamentos vigentes la unidad ejecutora de las rondas interlaboratorios es el laboratorio de suelos de la Dirección General de Recursos Naturales, que nombra un equipo de trabajo encargado de esta tarea.

Luego de una primera etapa de trabajo del comité asesor que define los primeros protocolos analíticos y marca las pautas de las rondas se organiza la primera ronda interlaboratorios cuyas muestras de suelo se distribuyen en diciembre de 2015.

En esta primera ronda no se califica la calidad de los resultados sino que solamente se describe la situación actual del tema.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1 Extracción y preparación de las muestras

Se recorrieron diferentes zonas del país, buscando predios con historia de uso agrícola con diferente intensidad de fertilización para tomar las muestras de suelo. Se seleccionaron 21 sitios, considerando tipo de suelo e historia de fertilización, buscando variabilidad en los parámetros analíticos incluidos en la ronda. Se extrajeron muestras simples de aproximadamente 10 kg a la profundidad que se considerabas conveniente para la búsqueda de variabilidad entre sitios (entre 0 a 10 y 0 a 20 cm.).

Las muestras se desagregaron y secaron a 35° en estufa de aire forzado, y luego se tomó una pequeña submuestra de cada una de ellas. Estas submuestras se molieron y se las analizó, en forma primaria, para los análisis previstos para la ronda. Estudiando los resultados de estos análisis preliminares se seleccionaron 4 muestras que mostraban la variabilidad buscada para los análisis a incluir en la ronda.

De las 4 muestras seleccionadas se molió, a menos de 2 mm, aproximadamente 5 kg de cada una. Luego mediante un mezclador confeccionado en un envase de 20 Lt., con eje excéntrico y barras laterales mezcladoras, se las mezcló exhaustivamente durante 15 minutos. Luego, utilizando un submuestreador de canales alternos opuestos se separaron 24 submuestras de cada muestra. En total se prepararon 96 frascos.

Para validar la uniformidad de las submuestras de cada muestra, se analizó cada submuestra con dos repeticiones (total 192 análisis) para el parámetro más difícil de uniformizar (P Bray). Habiéndose logrado la uniformidad deseada se envió a cada laboratorio participante una submuestra (frasco), de aproximadamente 250 gm de suelo seco, molido y uniformizado, de cada una de las cuatro muestras. La gran uniformidad entre submuestras es una condición imprescindible para que la comparación entre resultados de diferentes laboratorios tenga valor.

De los 17 laboratorios con servicio existentes en el registro obligatorio del MGAP, participaron 13 en esta ronda. Cabe recordar que esta participación no es obligatoria. También participaron los laboratorios de suelos de la Fac Agronomía, el Laboratorio de Caracterización de Suelos de la Dirección Gral. Recursos Naturales y además, con un rol especial, el Laboratorio del Servicio de Orientación y Control de laboratorios del MGAP (Lab SOC).

No todos los laboratorios realizaron todas las determinaciones planteadas para esta ronda, por lo cual hay diferentes números de datos en algunas determinaciones.

El listado de los laboratorios participantes es el siguiente:

LABORATORIOS PARTICIPANTES. PRIMERA RONDA

INIA LE
COLAVECO
Laboratorio Analítico Agroindustrial (LAAI)
Laboratorio ROIG
Laboratorio Agroindustrial Mercedes (LAM)
Laboratorio Oriental Este
Laboratorio Oriental Litoral
Laboratorio Oriental Durazno
Laboratorio Agrofertil
Laboratorio GEOAGRO
Laboratorio ECOTECH
Laboratorio CRISTAR ZERBI
Facultad de Agronomía
MGAP Interlaboratorio
MGAP Caracterización
LAVSA

2.2 Recepción y manejo de la información.

Las muestras fueron enviadas a los laboratorios del interior que manifestaron interés en participar de la ronda. En el caso de los laboratorios de Montevideo las muestras se entregaron en el laboratorio de suelos de la Dirección General Recursos Naturales.

Las determinaciones incluidas en esta ronda fueron: pH en suspensión en agua, pH en suspensión en KCl 1N, Carbono orgánico, Fósforo por Bray N° 1, Potasio intercambiable extraído con Acetato de amonio y Nitratos.

Los análisis se debían realizar según los protocolos aprobados por el Comité de orientación y control de los laboratorios de análisis de suelos. De acuerdo a la ley y reglamentos vigentes, estos protocolos, en sus aspectos obligatorios, son los que se deben aplicar a los efectos que los resultados de diferentes laboratorios sean comparables. También serán los protocolos obligatorios para los aspectos sujetos a control ambiental por parte del MGAP.

Se les indicó a los participantes que debían remitir los resultados por email al laboratorio del MGAP. La relación entre los resultados enviados e identificación del laboratorio la manejó una sola persona durante el procesamiento de los datos y dos personas al finalizarlo, con el compromiso de confidencialidad de esta información. A cada laboratorio se le asignó un número de participante al azar, con el cual se identificaron para el análisis de resultados desde el primer momento y es el que se usa en el informe.

2.3 Análisis de los resultados obtenidos

Para la definición del resultado más probable de cada determinación analítica, de acuerdo a lo resuelto por el comité asesor, se promediaron tres resultados:

- resultado promedio de las determinaciones realizadas por el laboratorio del servicio de orientación y control de la RENARE
- resultado promedio de los resultados de los laboratorios con más historial en la realización de análisis de suelos: Facultad de Agronomía, INIA La Estanzuela y laboratorio del SOC del MGAP.
- resultado promedio de los resultados obtenidos por los laboratorios con servicios para usuarios externos.

Además de los promedios se realizaron los siguientes estudios de variabilidad:

- Variabilidad entre laboratorios.
- Variabilidad entre 9 submuestras y repeticiones de cada muestra, realizadas por el laboratorio del SOC.

Se recuerda que esta primera ronda es solamente descriptiva y no se califica a los laboratorios en cuanto a la calidad de los resultados obtenidos por los mismos.

En la próxima ronda, prevista para mediados de año, se calificará la calidad de los resultados, separadamente para cada determinación, con los criterios a definir por el comité asesor de orientación y control de laboratorios de suelos. Además en la próxima ronda se incluirán nuevas determinaciones analíticas.

3. RESULTADOS OBTENIDOS.

3.1 Resultados de la Ronda Interlaboratorio

En el cuadro se muestran los resultados de todos los participantes, sin identificar a los laboratorios.

Resultados Muestra Inter 006						
Participante	pH H2O	pH KCL	%C	P Bray 1	K int	NO ₃
1	4,7		3,0	48	0,43	23
4	4,6	4,2	1,7	68	0,51	47
5	4,5	4,1	1,7	42	0,57	52
10	4,6	4,2	1,7	65	0,52	
11	4,7	4,2	1,7	64	0,54	48
12	4,6	4,2	1,7	42	0,59	50
13	4,6	4,0	1,5	60	0,53	54
14	4,6	4,2	1,9	65	0,51	50
15	5,0	4,2	1,8	54	0,70	23
16	4,5		1,6	81	0,37	
17	4,4	4,1	1,7	52	0,56	54
18	4,6	4,3	1,7	65	0,54	
19	4,3	4,2	1,6	58	0,53	45
22	4,7		1,8	59	0,48	
23	4,6	4,3	1,7	77	0,50	45
25	4,6	4,1	1,7	41	0,58	50

Estadísticas Muestra Inter 006						
Muestra 006	pH H2O	pH KCl	%C *1	P Bray 1 (ppm)	K int *2 (mEq/100g)	NO ₃ *3 (ppm)
Promedio	4,6	4,2	1,7	59	0,53	45
SD	0,2	0,1	0,1	12	0,07	11
n	16	13	15	16	16	12
CV	3	2	5	20	13,52	24
+ 1 SD	4,8	4,3	1,8	71	0,60	56
- 1 SD	4,5	4,1	1,6	47	0,46	34
+ 2 SD	4,9	4,3	1,9	83	0,67	66
- 2 SD	4,3	4,0	1,5	35	0,39	24
Promedio 1	4,6	4,2	1,7	65	0,52	
Promedio 2	4,6	4,2	1,8	63	0,50	50
Promedio 3	4,6	4,2	1,7	58	0,53	45
VMP	4,6	4,2	1,7	62	0,52	47,4

Resultados Muestra Inter 011						
Participante	pH H2O	pH KCL	%C	P Bray 1	K int	NO ₃
1	6,8		5,7	17	0,38	3
4	6,6	5,8	2,4	21	0,49	13
5	6,5	5,7	2,3	12	0,46	13
10	6,2	5,4	2,5	17	0,46	
11	6,6	5,8	2,4	17	0,48	12
12	6,6	5,8	2,3	12	0,48	14
13	6,6	5,7	2,2	17	0,46	13
14	6,6	5,8	2,7	20	0,45	12
15	7,0	5,9	2,6	13	0,55	9
16	6,5		2,1	20	0,43	
17	6,3	5,8	2,5	12	0,47	20
18	6,5	5,9	2,4	16	0,48	
19	6,1	5,7	2,1	19	0,44	14
22	6,6		2,6	15	0,41	
23	6,4	6,0	2,3	19	0,43	11
25	6,6	5,8	2,2	12	0,47	13

Estadísticas Muestra Inter 011						
Muestra 011	pH H2O	pH KCl	%C ^{*1}	P Bray 1 (ppm)	K int ^{*2} (mEq/100g)	NO ₃ ^{*3} (ppm)
Promedio	6,5	5,8	2,4	16	0,46	12
SD	0,2	0,1	0,2	3	0,04	4
n	16	13	15	16	16,00	12
CV	3	2	8	20	8,33	32
+ 1 SD	6,7	5,9	2,5	19	0,50	16
- 1 SD	6,3	5,6	2,2	13	0,42	8
+ 2 SD	7,0	6,1	2,7	22	0,53	20
- 2 SD	6,1	5,5	2,0	10	0,38	4
Promedio 1	6,2	5,4	2,5	17	0,46	
Promedio 2	6,5	5,6	2,6	17	0,44	12
Promedio 3	6,6	5,8	2,4	16	0,46	12
VMP	6,4	5,6	2,5	17	0,45	12,0

Resultados Muestra Inter 023

Participante	pH H2O	pH KCL	%C	P Bray 1	K int	NO ₃
1	5,4		4,9	21	0,81	1
4	5,6	4,6	2,8	31	1,14	5
5	5,2	4,5	2,8	21	1,01	5
10	5,2	4,6	2,9	31	0,96	
11	5,3	4,6	2,9	30	1,02	5
12	5,3	4,5	2,8	22	1,05	6
13	5,3	4,4	2,8	27	1,02	5
14	5,2	4,5	3,4	32	1,00	2
15	5,6	3,8	2,8	21	1,02	6
16	5,2		2,7	36	1,07	
17	5,0	4,5	3,0	25	1,05	14
18	5,2	4,7	2,9	33	0,99	
19	4,8	4,6	2,7	27	0,92	7
22	5,4		2,9	25	0,92	
23	5,3	4,9	2,8	31	0,98	4
25	5,3	4,5	2,7	22	1,02	5

Estadísticas Muestra Inter 023

Muestra 023	pH H2O	pH KCl	%C ^{*1}	P Bray 1 (ppm)	K int ^{*2} (mEq/100g)	NO ₃ ^{*3} (ppm)
Muestra	inter 023					
Promedio	5,3	4,5	2,9	27	1,00	5
SD	0,2	0,3	0,2	5	0,07	3
n	16	13	15	16	16,00	12
CV	4	6	6	18	7,39	56
+ 1 SD	5,5	4,8	3,0	32	1,07	8
- 1 SD	5,1	4,3	2,7	22	0,93	2
+ 2 SD	5,7	5,0	3,2	37	1,15	11
- 2 SD	4,9	4,0	2,5	17	0,85	-1
Promedio 1	5,2	4,6	2,9	31	0,96	
Promedio 2	5,3	4,6	3,0	29	0,96	2
Promedio 3	5,3	4,5	2,9	27	1,00	5
VMP	5,2	4,6	2,9	29	0,97	3,9

Resultados Muestra Inter 031						
Participante	pH H2O	pH KCL	%C	P Bray 1	K int	NO ₃
1	4,2		3,7	5	0,26	1
4	4,5	3,9	0,3	9	0,31	2
5	4,2	3,7	0,4	4	0,35	3
10	4,4	3,8	0,4	7	0,30	
11	4,4	3,8	0,4	7	0,31	3
12	4,3	3,8	0,4	4	0,35	3
13	4,4	3,7	0,4	8	0,31	3
14	4,3	3,8	0,4	8	0,29	1
15	5,1	4,6	0,4	4	0,26	6
16	4,4		0,4	10	0,32	
17	4,0	3,7	0,5	5	0,33	10
18	4,2	3,9	0,4	6	0,30	
19	3,9	3,7	0,5	9	0,33	4
22	4,6		0,4	8	0,27	
23	4,3	4,0	0,4	9	0,28	1
25	4,2	3,7	0,4	4	0,34	3

Estadísticas Muestra Inter 031						
Muestra 031	pH H2O	pH KCl	%C *1	P Bray 1 (ppm)	K int *2 (mEq/100g)	NO ₃ *3 (ppm)
Muestra	inter 031					
Promedio	4,3	3,9	0,4	7	0,31	3
SD	0,3	0,2	0,0	2	0,03	2
n	16	13	15	16	16,00	12
CV	6	6	10	31	9,73	73
+ 1 SD	4,6	4,1	0,5	9	0,34	6
- 1 SD	4,1	3,6	0,4	5	0,28	1
+ 2 SD	4,9	4,3	0,5	11	0,37	8
- 2 SD	3,8	3,4	0,3	3	0,25	-2
Promedio 1	4,4	3,8	0,4	7	0,30	
Promedio 2	4,4	3,8	0,4	8	0,29	1
Promedio 3	4,3	3,9	0,4	7	0,31	3
VMP	4,4	3,8	0,4	7	0,30	2,2
%C *1 = no fueron tenidos en cuenta en los cálculos estadísticos y del Valor Más Probables los resultados del participante N° 1 por considerarse "resultados						
K int *2 = mEq/100 g es equivalente a Cmol ⁺ /Kg						
NO ₃ *3 = valor mas probable estimado sin toda la información definida como necesaria.						

De acuerdo a lo decidido en el comité asesor, esta es una primera ronda preliminar que tiene como objetivos, ajustar la metodología de trabajo, presentar el panorama general de situación y permitir que cada laboratorio identifique sus problemas para

luego encarar sus soluciones. En esta ronda no se califican los resultados individuales de cada determinación en términos de estar o no dentro de rangos aceptables.

De cualquier manera corresponde realizar comentarios generales.

Como se indicó para definir el valor más probable (VMP) de cada determinación se promediaron tres promedios obtenidos con distintos criterios. Es destacable que los promedios considerados individualmente son muy semejantes entre sí, lo cual hace muy robusto al valor definido como más probable.

A continuación se analizarán los resultados obtenidos para cada parámetro, mediante comparación con el VMP estimado, definiéndose como “error” los desvíos entre los resultados obtenidos y los VMP estimados.

Las determinaciones de pH muestran, en general, salvo algún caso aislado, poca variabilidad de resultados entre laboratorios, y escasos apartamientos significativos del VMP estimado. Una de las muestras estudiadas (la N° 11) puede mostrar mayor error, pues, luego de enviada detectamos que contiene pequeñas cantidades de carbonatos que al ser molidos y mezclados generan un sistema inestable en las lecturas de pH que de acuerdo a tiempo de equilibrio en la lectura puede tener variaciones del orden de hasta 0.3 unidades de pH. Casi siempre la desviación típica (SD) estaba en el entorno de 0.1 unidad de pH, valor menor a la variación estacional natural de los suelos. En muy pocos casos los laboratorios reportan resultados que podrían llevar a decisiones agronómicas erróneas.

Tal como es normal las determinaciones en KCl tienen menor error que las realizadas en agua.

También en la determinación de C orgánico la gran mayoría de los resultados están cercanos al VMP. Aparecen como resultados extraños los informados por el laboratorio identificado como N° 1 (que se eliminaron en el análisis estadístico). En los resultados de los otros laboratorios aparecen algunos pocos, que de aplicarse una calificación probablemente se marcarían como no aceptables. Debe recordarse que las pautas para calificar un resultado como no aceptable todavía no ha sido definida por el comité asesor.

En el caso de la determinación de K intercambiable, la mayoría de los resultados reportados son cercanos al VMP, sin embargo algunos resultados muestran desviaciones importantes, que en el caso de algunas muestras pueden llevar a tomar decisiones erróneas en cuanto a la fertilización potásica.

La determinación del P extraído por la solución Bray N° 1 es, como se esperaba, luego de la de NO₃, la determinación que presenta más variabilidad de resultados para una misma muestra.

En esta determinación varios laboratorios deberán mejorar la calidad de sus resultados, pues existen casos en que los contenidos reportados por algún laboratorio prácticamente duplican el datos de otro. Seguramente en una ronda con calificación varios de los resultados informados serían catalogados como no aceptables. En esta determinación se planteó un problema particular con la muestra N° 31. En la extracción de esta muestra era muy difícil obtener un filtrado límpido, sin turbidez. Esto generaba una absorbancia no específica, lo cual llevaba a un error en las lecturas de la absorbancia de la reacción colorimétrica. En las medidas realizadas en nuestro laboratorio observamos variaciones del orden de 3 ppm. asociadas a la turbidez del filtrado.

En la determinación de NO₃ se planteó la dificultad de que dos de los laboratorios “de referencia” (el laboratorio propio del SOC e INIA La Estanzuela) no pudieron realizar esta determinación. Por ello el VMP es menos robusto que el de las otras determinaciones. De cualquier manera el panorama para esta determinación muestra en algunos casos variaciones con valores seguramente no aceptables que pueden llevar a tomar decisiones agronómicas equivocadas.

3.2 Resultados de los análisis realizados por el laboratorio del SOC del MGAP sobre 9 submuestras

De los 24 frascos de submuestras de cada una de las muestras, el laboratorio del SOC conservó 9 para estudiar la variación de resultados originada por diferencias entre frascos, por tomas dentro del frasco y por error analítico. Para las determinaciones en las que se esperaba menor error (pH y C org.) se realizó una repetición por frasco, para K dos por frasco y para P tres por frasco.

Se trabajó con especial cuidado para minimizar las fuentes de error analítico, como verificación de balanzas y dispensadores y control estricto para cumplir con los protocolos en las etapas de extracción y determinación. Se prepararon y compararon diferentes soluciones, ya sea extractivas, reactivos y soluciones patrón. Los equipos de medida se recalibraban frecuentemente durante las lecturas.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en nuestro laboratorio:

pH en Agua

9 repeticiones de cada muestra 1 de cada frasco

Muestra	Promedio	D.St.	2 St	CV
6	4,56	0,039	0,078	0,86
11	6,18	0,090	0,180	1,46
23	5,24	0,068	0,136	1,30
31	4,40	0,056	0,112	1,27

pH en KCl

9 repeticiones de cada muestra 1 de cada frasco

Muestra	Promedio	D.St.	2 D.St.	CV
6	4,16	0,017	0,033	0,401

11	5,42	0,05679	0,114	1,048
23	4,57	0,025	0,050	0,547
31	3,80	0,000	0,000	0,000

Carbono Orgánico

9 determinaciones de cada muestra 1 de cada frasco

Muestra	Promedio	D. St	2 D St.	CV
6	1,73	0,041	0,082	2,36
11	2,50	0,066	0,133	2,65
23	2,92	0,066	0,133	2,27
31	0,41	0,017	0,033	4,06

P Bray No. 1

27 determinaciones de cada muestra, 3 de cada frasco en fechas separadas y con soluciones nuevas

Muestra	Promedio	D.St.	2 D.St.	CV
6	65,1	1,78	3,56	2,73
11	17,2	1,12	2,24	6,51
23	30,4	1,68	3,36	5,52
31	6,8	1,41	2,83	20,84

K Intercambiable

18 determinaciones de cada muestra 2 de cada frasco en fechas separadas y con soluciones nuevas

Muestra	Promedio	D.St	2 D.St.	CV
6	0,521	0,0153	0,031	2,94
11	0,458	0,0104	0,021	2,26
23	0,937	0,0217	0,043	2,31
31	0,300	0,0082	0,016	2,72

Comentarios

Debe recordarse que la variación de resultados incluye varias fuentes de variación como ser: variación entre frascos (submuestras), variación entre tomas dentro de frascos, variación entre extracciones suspensiones o ataques y variaciones en las determinaciones. En términos generales las variaciones obtenidas entre determinaciones de una misma muestra fueron muy bajas con valores no significativos en términos de su implicancia agronómica. De los parámetros evaluados, la determinaciones que mostró mayor CV fue la de P extraído por Bray N°1 y la más baja la de pH (no se evaluó en el laboratorio del SOC NO₃). Entre las muestras la N° 31 fue la de mayor CV en P, por los problemas de turbidez ya mencionados, y la 11 en pH por la presencia de carbonatos.

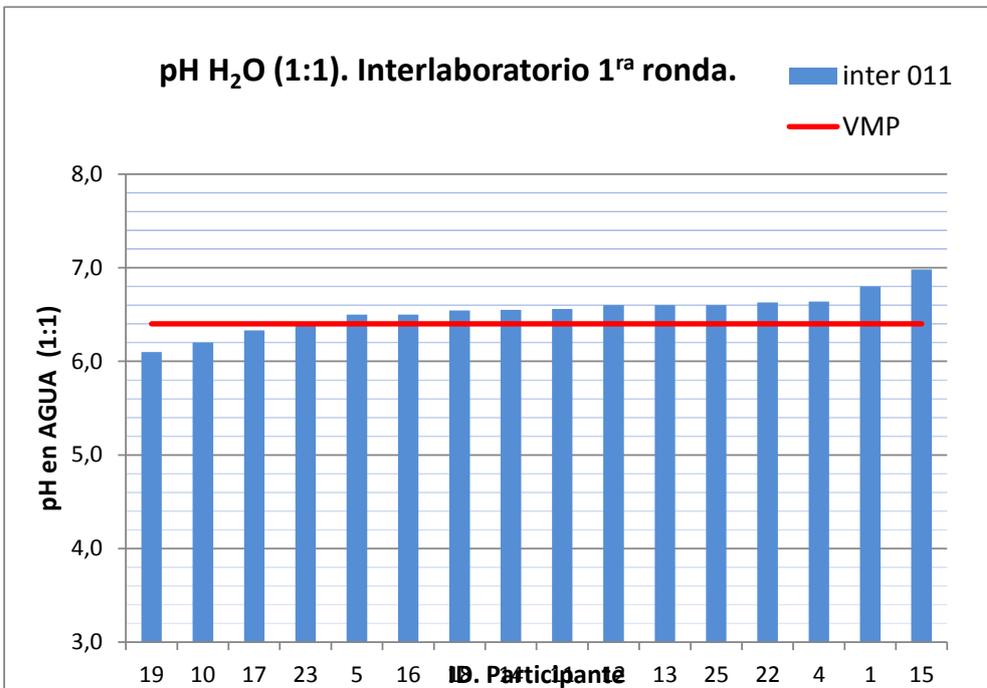
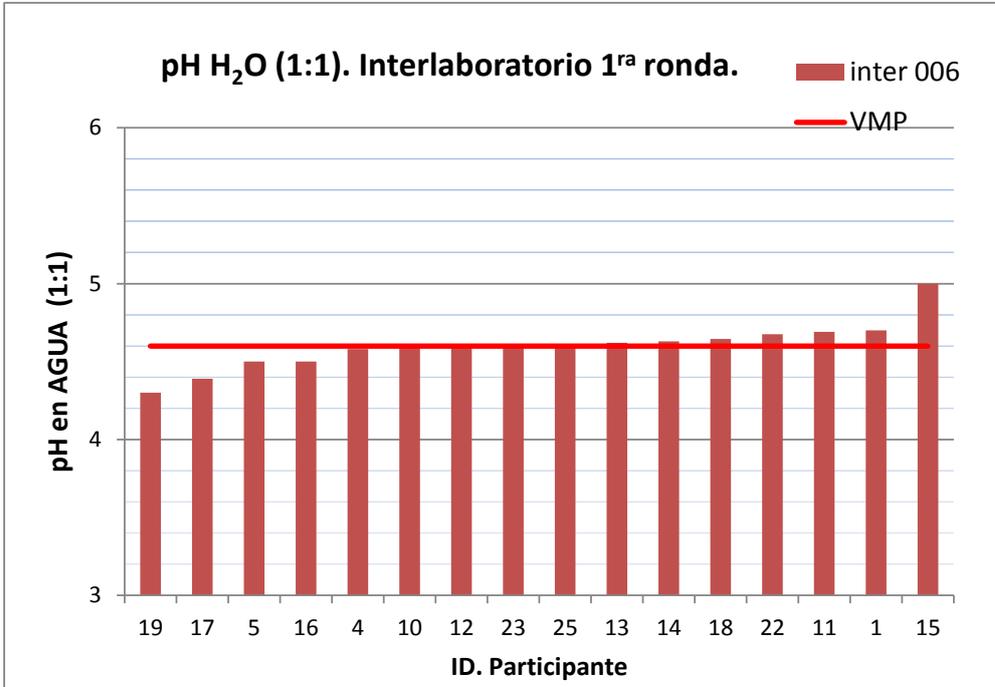
Estos datos demuestran que entre submuestras secas molidas e intensamente mezcladas existe muy poca variación de resultados para todos las determinaciones estudiadas.

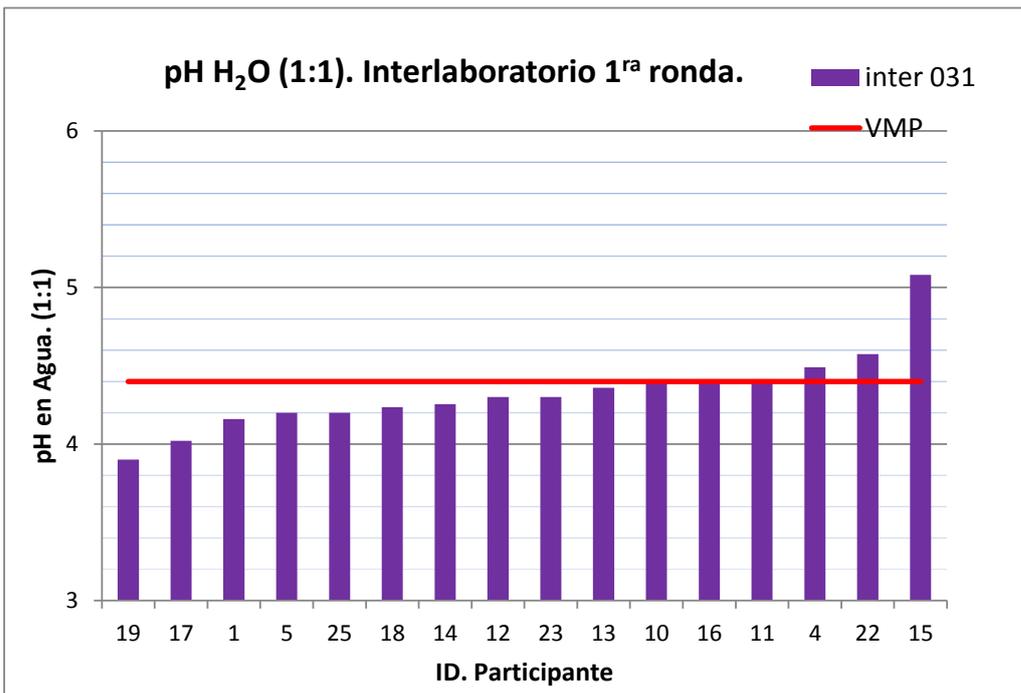
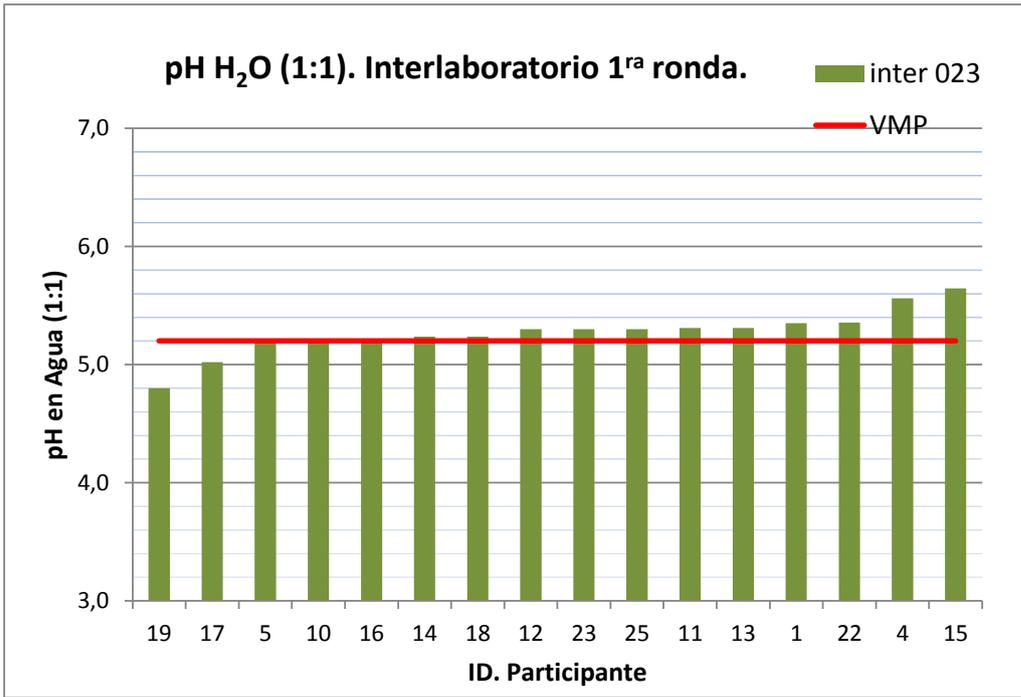
También se observa que trabajando en un laboratorio con especiales precauciones necesarias para obtener un resultado de referencia se pueden lograr resultados con muy buena repetibilidad. Probablemente algunas de este tipo de prácticas no sea viable en un laboratorio de rutina.

4. ANEXOS.

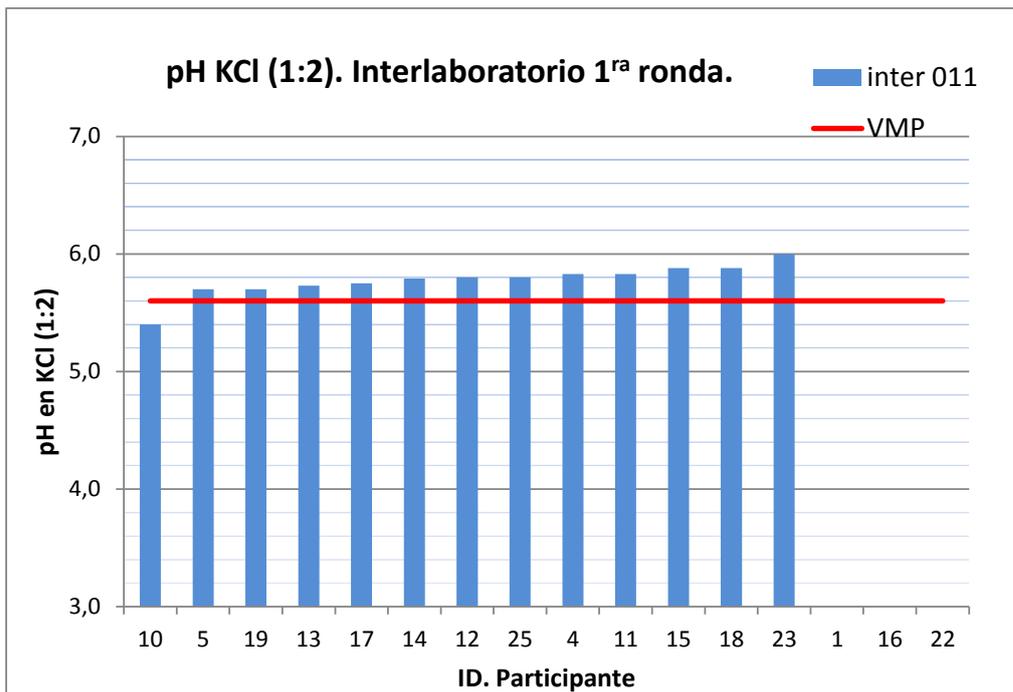
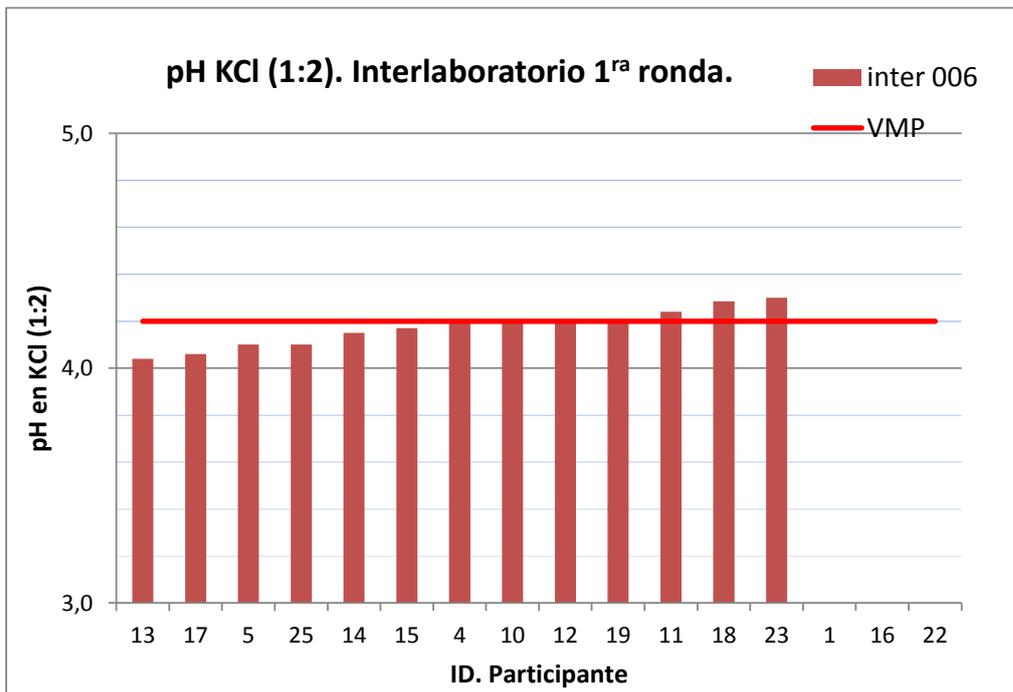
Gráficos de Resultados para cada parámetro evaluado, por muestra y según N° de Participante.

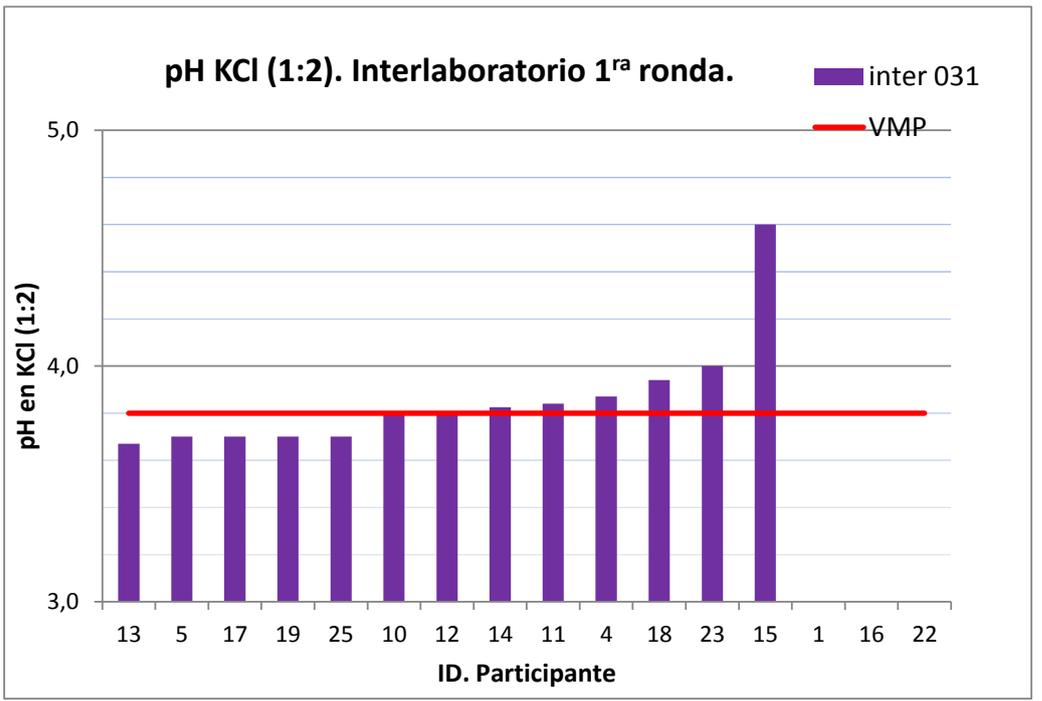
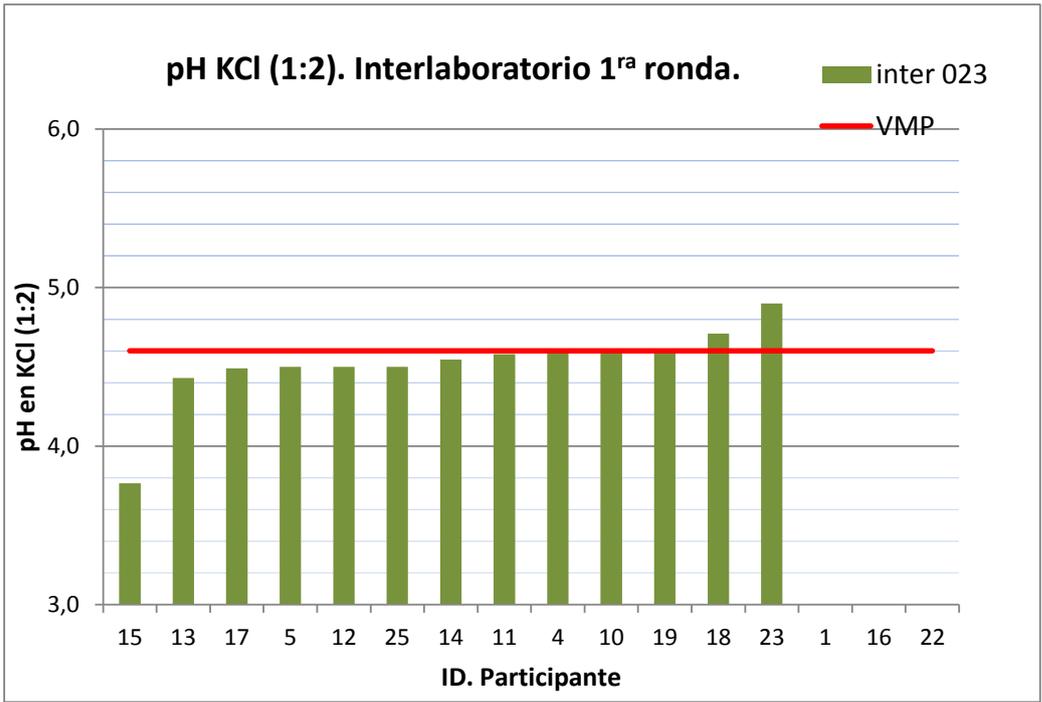
4.1 Gráficos de pH H₂O.



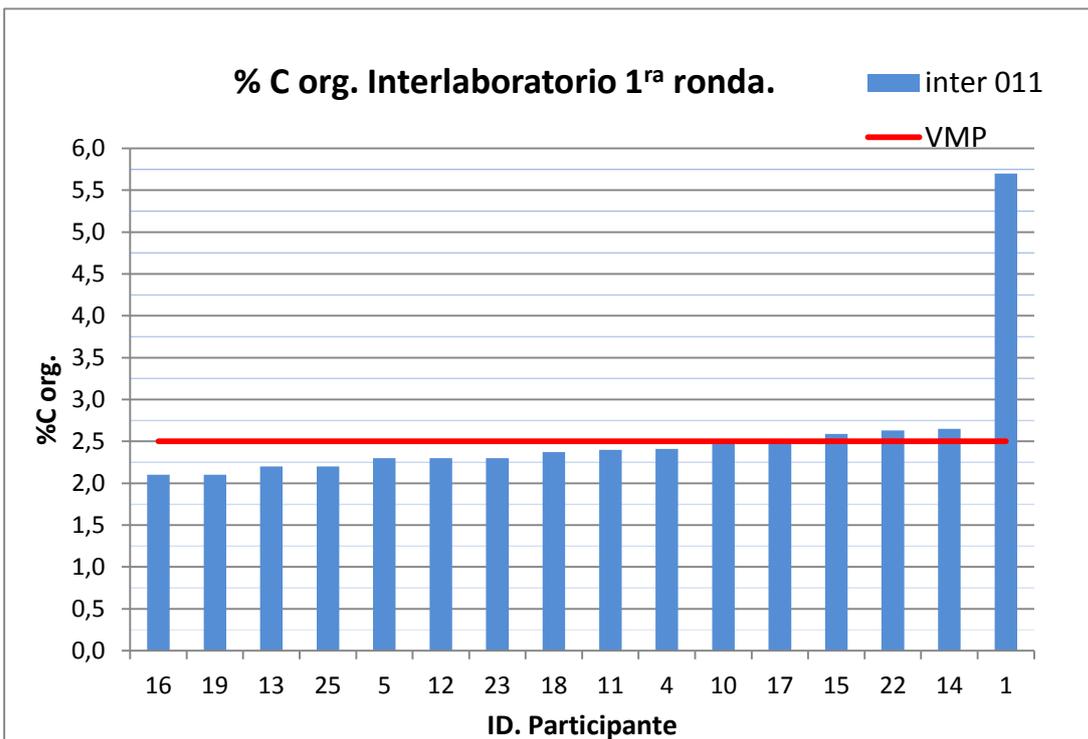
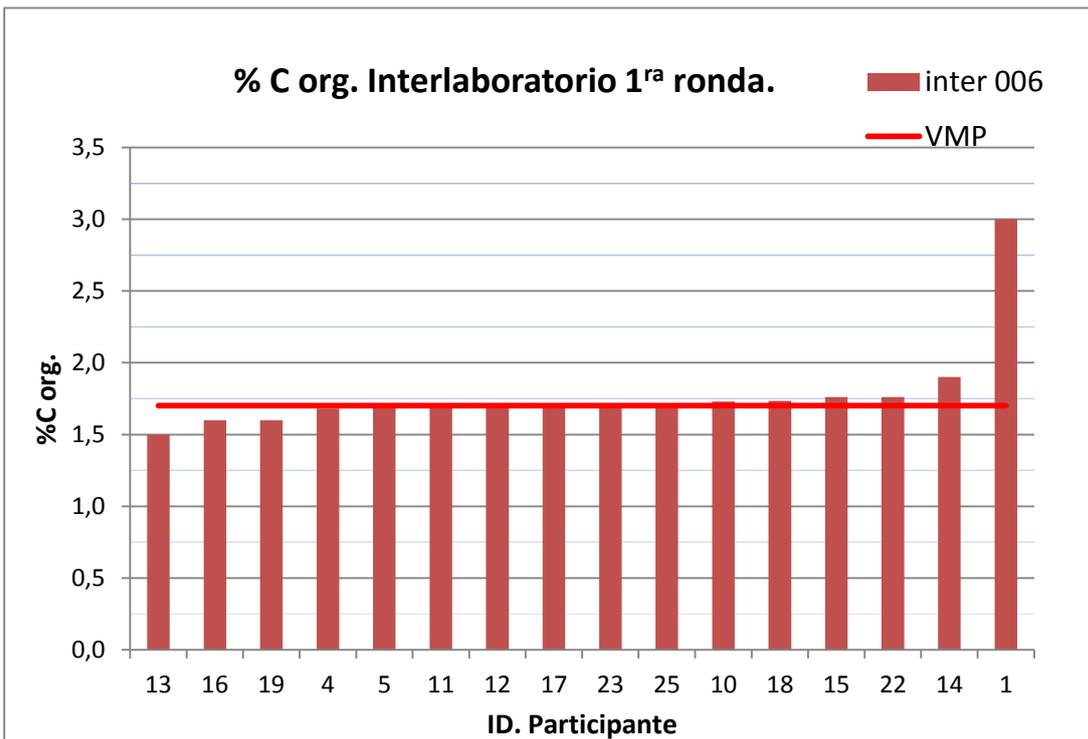


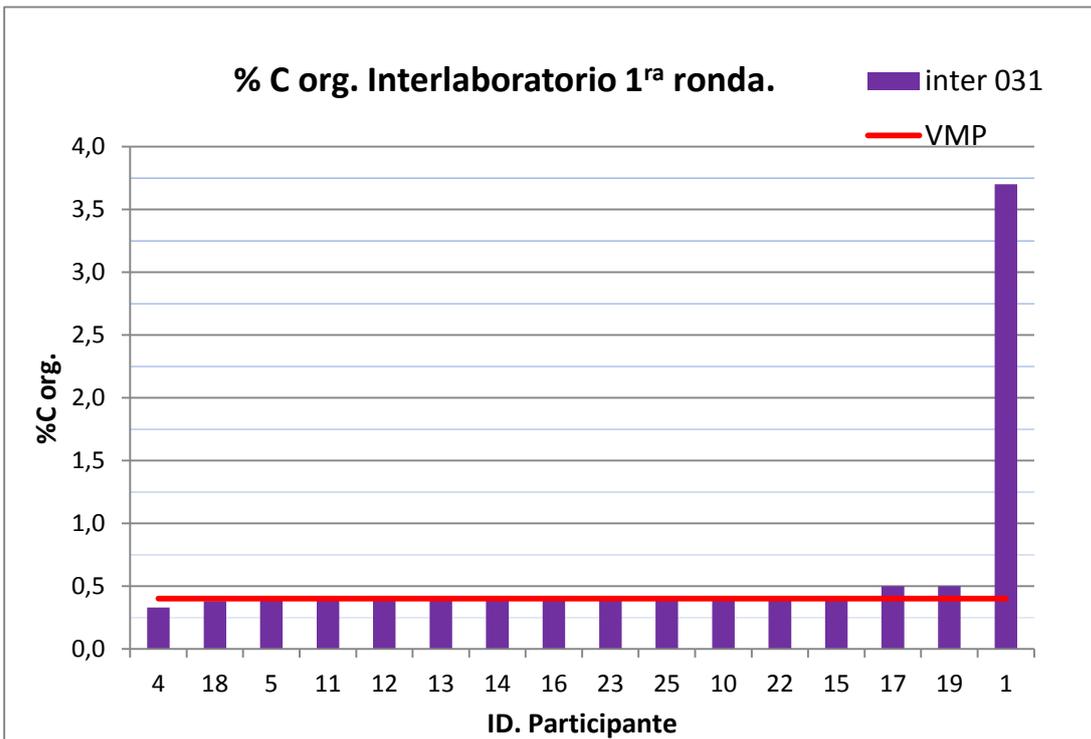
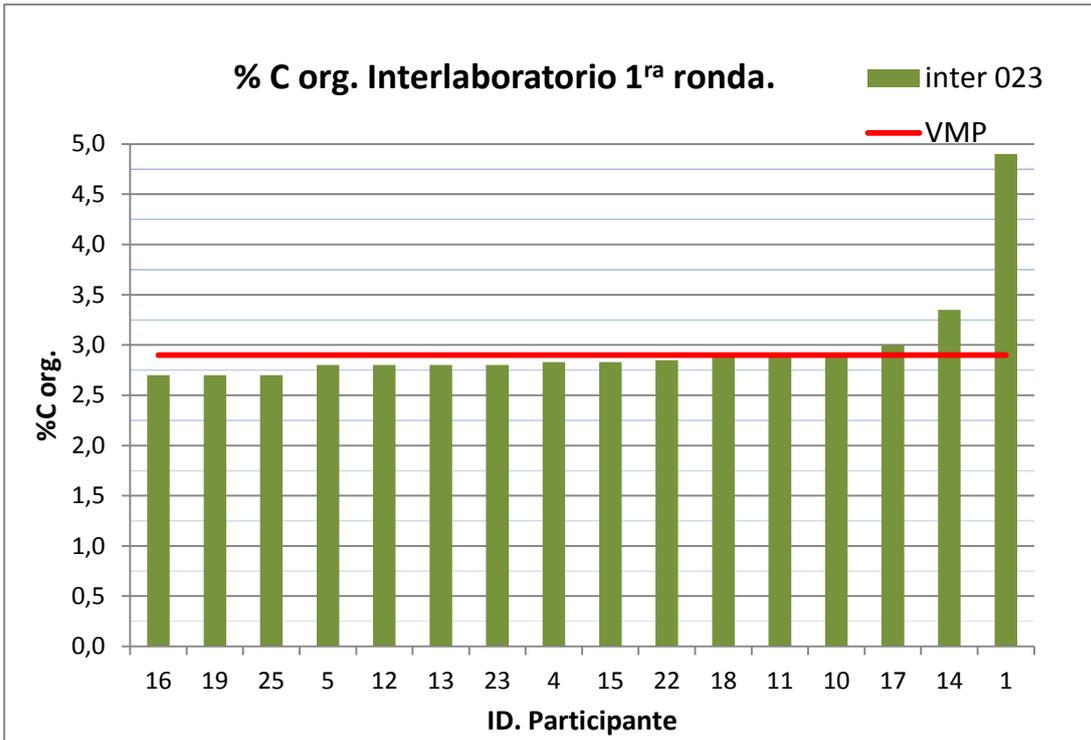
4.2 Gráficos de pH KCl.



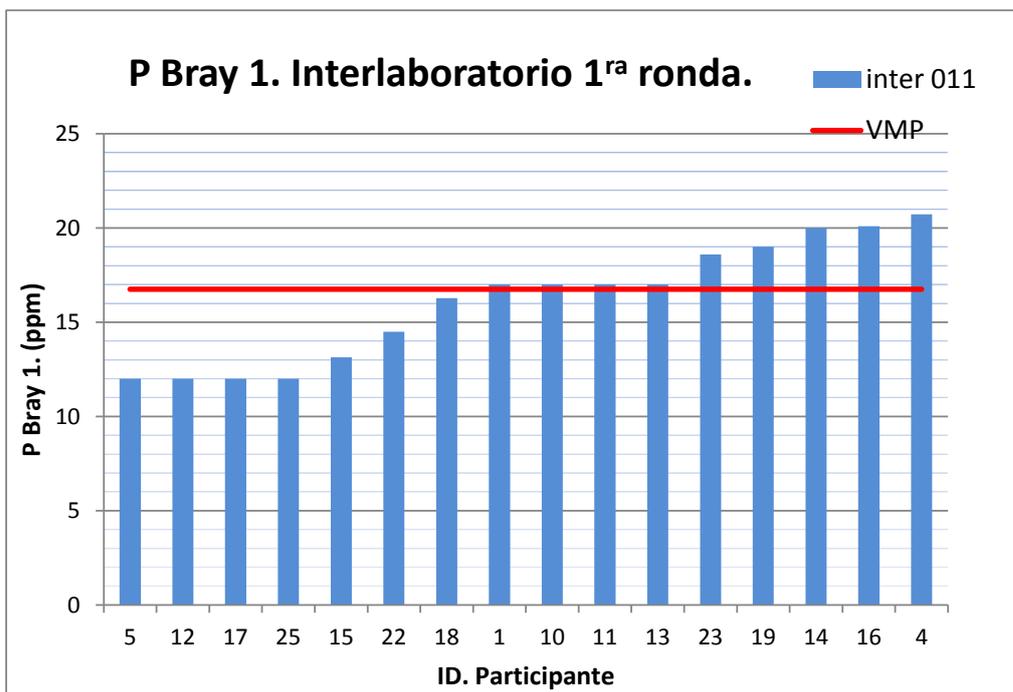
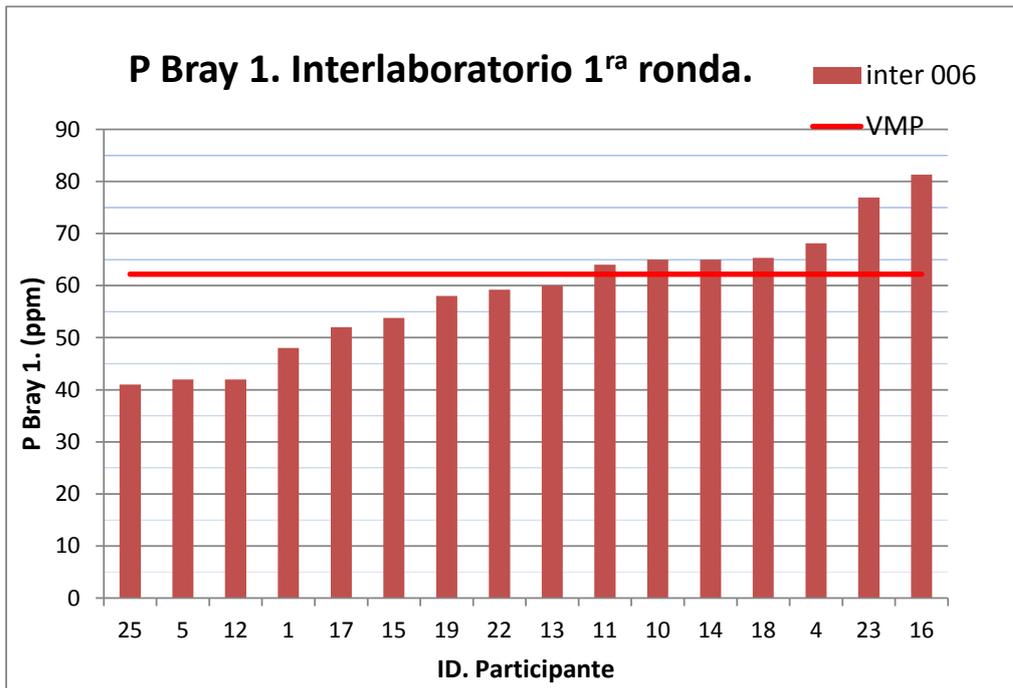


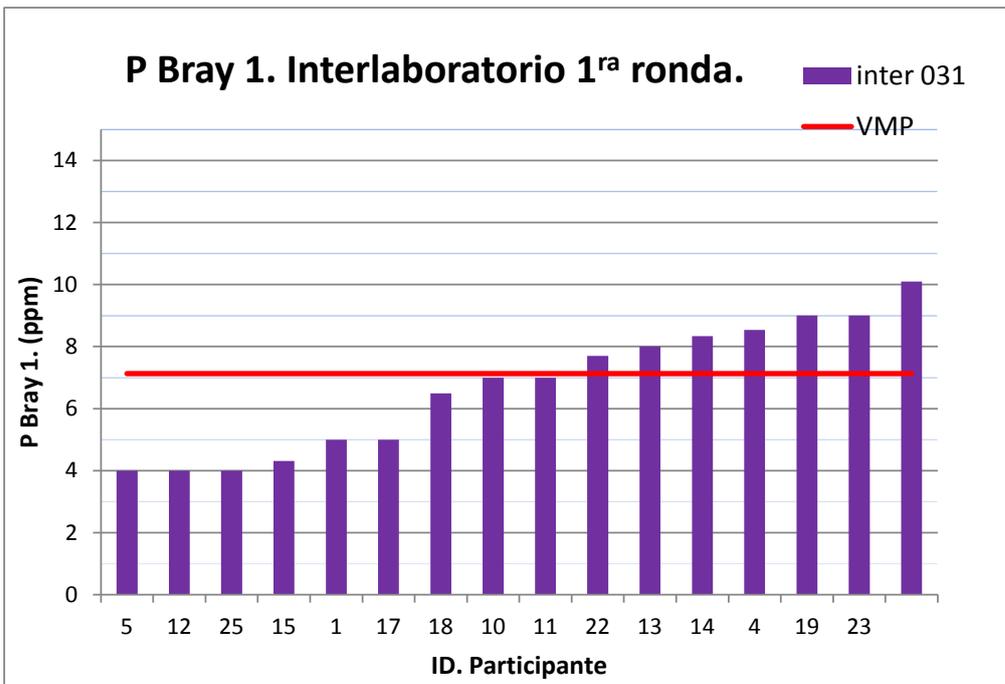
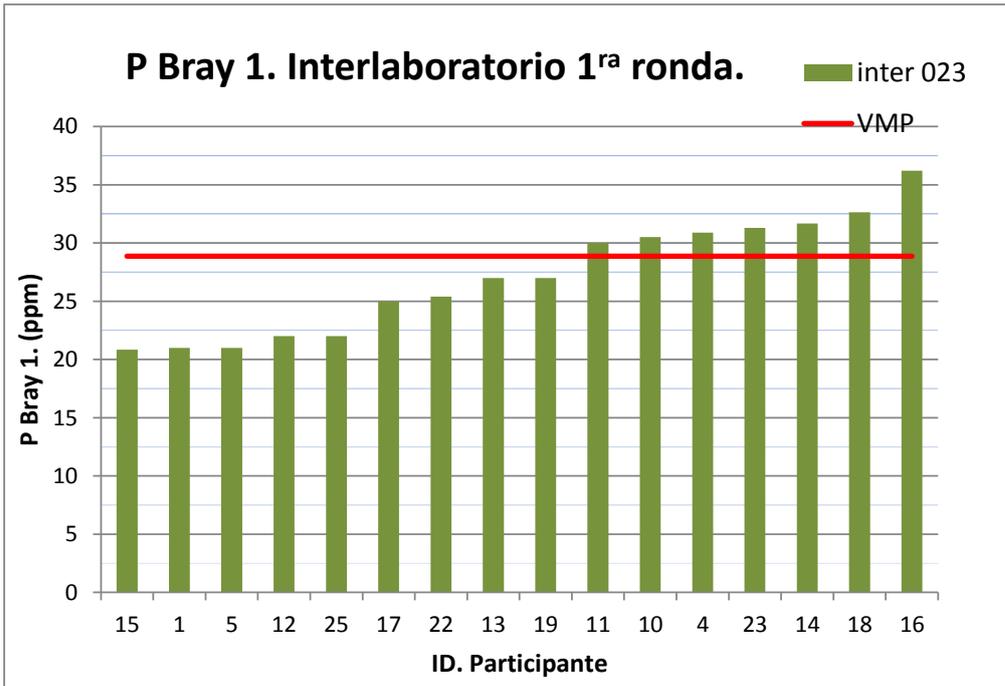
4.3 Gráficos de %C org.



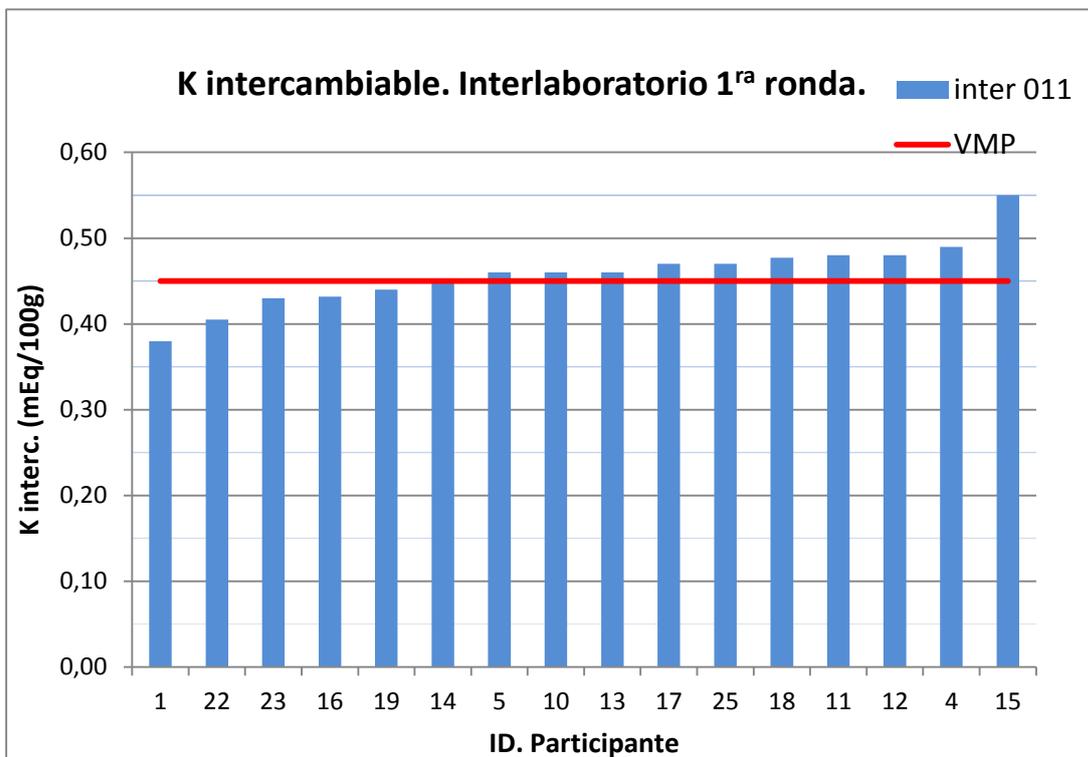
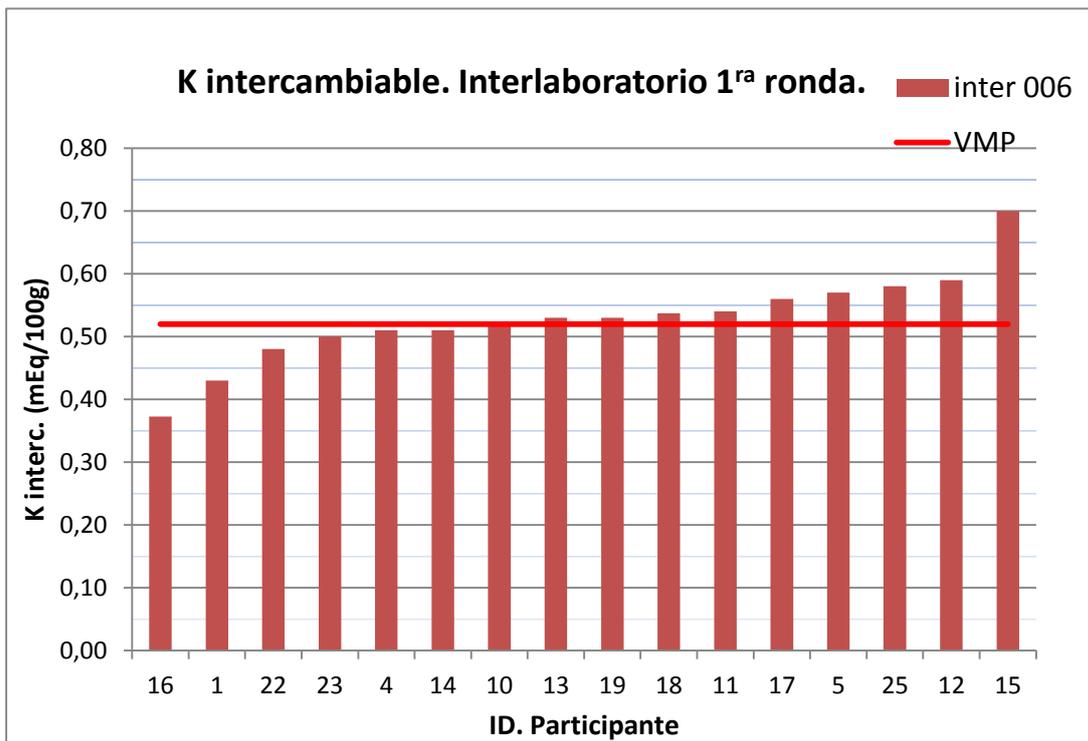


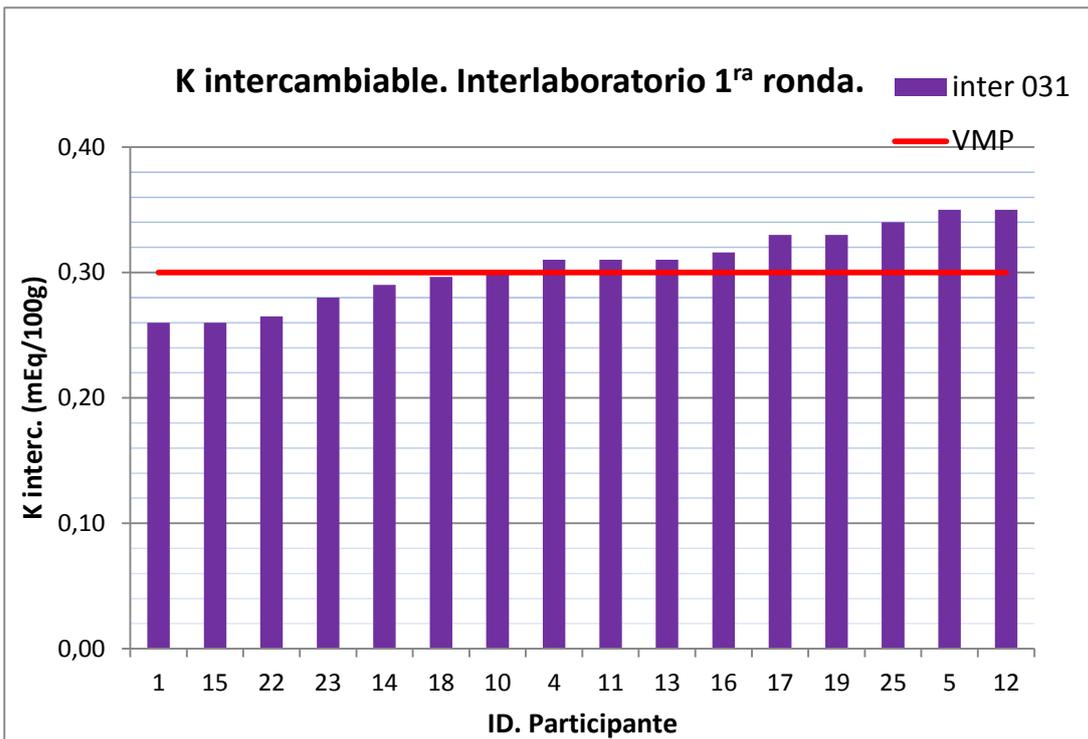
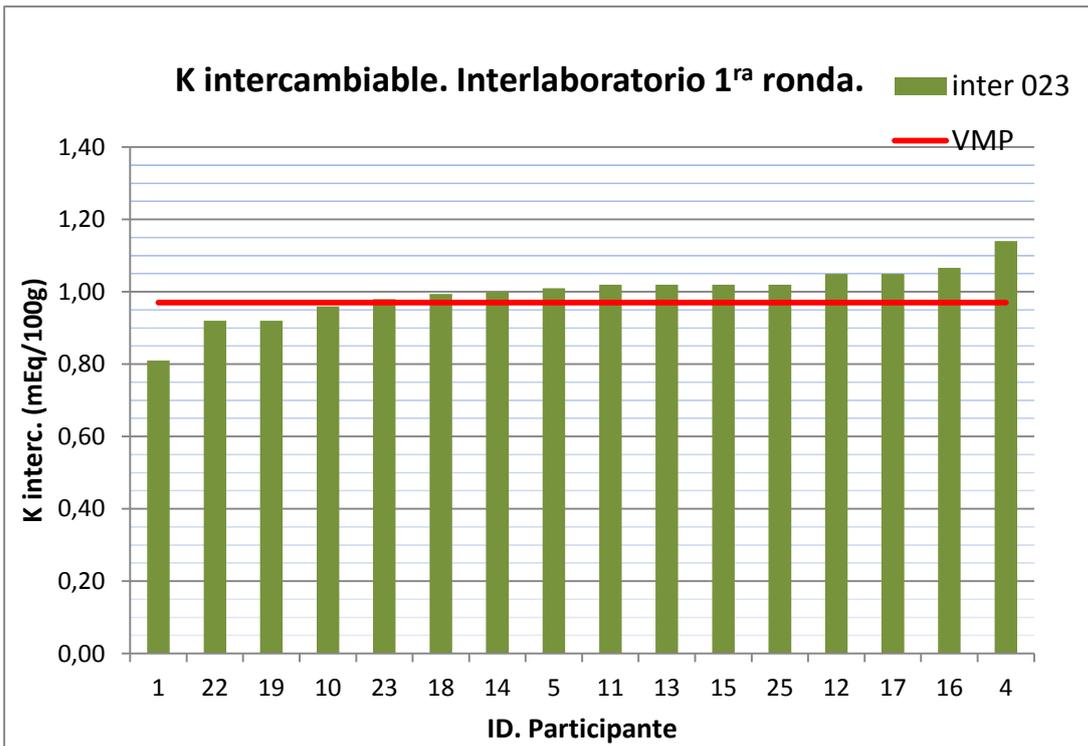
4.4 Gráficos de P Bray N° 1





4.5 Gráficos de K intercambiable.





4.6 Gráficos de Nitratos.

