

Estudio de la salinidad del suelo, en épocas de siembra y cosecha, durante tres campañas agrícolas en los sistemas de suka kollus y pampa (Batallas, La Paz)

Study of soil salinity during three agricultural years in raised (suka kollus) and plain field systems (Batallas, La Paz)

Isabel Morales-Belpaire & Patricia Amurrio-Ordoñez

Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés.
Calle 27 s/n Cota Cota, Casilla 10077, Correo Central. E mail: usuelos@unete.com

Resumen

Se ha realizado un seguimiento de la salinidad en parcelas de suka kollus y pampa a lo largo de tres campañas agrícolas. Las muestras fueron tomadas, para cada campaña agrícola, antes de la siembra (octubre) y después de la cosecha (mayo). Se determinaron la reacción del suelo, la conductividad eléctrica en extracto de pasta saturada y los cationes solubles, analizándose la influencia de una incorporación inicial de diferentes niveles de estiércol sobre estos parámetros. Durante las dos primeras campañas se analizaron también los cationes intercambiables. Los valores registrados para conductividad eléctrica y cationes solubles fueron generalmente más altos en suka Kollus que en pampa. Para ambos sistemas, se observó un ascenso continuo de la conductividad eléctrica entre octubre 97 y octubre 99 seguido de un fuerte descenso en la última campaña agrícola. Se observó que el catión soluble calcio, seguido del magnesio, predominan en la solución suelo, pero que son el magnesio y el sodio los que determinan mayormente los valores de la conductividad eléctrica. En el complejo de cambio, predominan de igual manera los cationes calcio y magnesio. En camellones no se observó efecto de la adición de diferentes niveles de estiércol de origen bovino y ovino, sobre la conductividad eléctrica, cationes solubles o cationes intercambiables, con la excepción del potasio intercambiable. Para el caso de las parcelas de pampa, la adición de cantidades altas de estiércol da lugar a un aumento en la conductividad eléctrica, durante la primera campaña agrícola.

Palabras clave: suka kollus, camellón, salinidad, cationes.

Abstract

Salinity levels have been measured along three agricultural years in raised field agricultural system (suka kollus) and traditional pampa system. Soil pH, electrical conductivity in saturated soil paste and soluble cations have been registered, and a possible correlation with different amounts of incorporated ovine and bovine dung has been investigated. For the first two agricultural years, exchangeable cations have also been measured. Most samples from suka kollus soils have shown higher electrical conductivity and higher concentrations of soluble cations than pampa parcels. A continuous increase in electrical conductivity between October 97 and October 99 was observed, followed by a strong decrease in the last agricultural year. The main cation in soil

solution is calcium nearly followed by magnesium. Sodium and magnesium determinate the values of electrical conductivity. In soil exchange complex, main cations are also calcium and magnesium. For raised field agricultural system, no effect of incorporation of different amounts of dung over soluble and exchangeable cations has been observed, with the exception of exchangeable potassium. For pampa soils, high levels of incorporated dung lead to increase in electrical conductivity during the first agricultural year.

Keywords: suka kollus, raised field agriculture, salinity, cations.

Introducción

Sumadas a las difíciles condiciones climáticas, los suelos del Altiplano en Bolivia presentan, en varias regiones, condiciones desfavorables para la agricultura, tales como escasa cantidad de materia orgánica y tendencias a la salinización. La acumulación de sales lleva a un consecuente deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y por tanto a una fuerte disminución del rendimiento en los cultivos. Muchas tierras, ya salinizadas, son muy difícilmente recuperables y por tanto suelen ser abandonadas.

El manejo de suelos con tendencia a la salinización implica un conocimiento de la dinámica de las sales, dado que sus concentraciones pueden variar fuertemente en espacios muy reducidos y a lo largo del tiempo. (Rhoades & Miyamoto, 1990). Conocida esta dinámica pueden generarse pautas y recomendaciones para permitir una producción sostenida en este tipo de suelos.

El presente trabajo se ha realizado en la comunidad de Batallas del departamento de La Paz, a través de un seguimiento de la conductividad eléctrica y de las concentraciones de cationes, a lo largo de tres campañas agrícolas, en parcelas correspondientes al sistema tradicional de pampa y al sistema de suka kollus o camellones, con el objetivo de conocer las variaciones espaciales y temporales de la salinidad, así como la respuesta a la incorporación de diferentes niveles de estiércol. El sistema de suka kollus o camellones, descrito por varios autores, entre ellos Erickson (1988) presenta un régimen hídrico propio y por tanto

características particulares en cuanto a la dinámica de las sales, algunas de las cuales han sido descritas en estudios preliminares (ver por ejemplo Durán 1992, Orsag et al. 1992 y Morales et al., 1997).

El trabajo se realiza dentro del "Proyecto Interinstitucional suka kollus" PROSUKO, institución que fomenta la investigación multidisciplinaria sobre manejo agrícola en camellones y otros sistemas agrícolas en el Altiplano boliviano.

Material y métodos

El estudio se realiza en parcelas de suka kollus y de pampa pertenecientes a la Granja experimental de Batallas de la Universidad Católica Boliviana. Esta se sitúa en la comunidad de Igachi, cantón Batallas de la provincia Los Andes, aproximadamente a 70 km de la ciudad de La Paz, a 3.825 m. Sus coordenadas geográficas son: 16°19' Latitud sur y 68°36' Longitud Oeste.

Para la incorporación de estiércol y la toma de muestra, se eligieron tres camellones no adyacentes. Los suka kollus fueron construidos un año antes del inicio del presente estudio. Dentro de los suka kollus, se delimitaron 4 áreas de 40 m², en las cuales se incorporaron los siguientes niveles de una mezcla de estiércol bovino y ovino: 0, 5, 15 y 20 toneladas por ha.

Para el caso de pampa, se delimitaron tres bloques de iguales dimensiones que en el sistema suka kollus, con cuatro parcelas de 40 m² en cada bloque, donde se incorporaron los mismos niveles de estiércol que en el caso de suka kollus.

El abonado fue realizado en forma manual, antes de la siembra. Las parcelas fueron cultivadas con papa en una primera campaña, luego cada una fue dividida en dos subáreas, la primera cultivada con papa y la segunda con cebolla. En la tercera campaña agrícola, las subáreas fueron cultivadas con cebolla y avena. Los datos que se describen a continuación corresponden a las parcelas cultivadas con la rotación papa-papa-cebolla. Los datos correspondientes a la rotación papa-cebolla-avena, no se reportan debido a la similitud en comportamiento con los datos de la rotación descrita.

Tanto para el sistema de pampa como de camellones, se realizaron calicatas para la descripción de perfiles de suelo, según se recomienda en la guía de la FAO (1977). Las muestras de los respectivos horizontes fueron llevadas a laboratorio para determinación de parámetros físicos y químicos.

El muestreo de capa arable de los suelos se llevó a cabo mediante barreno, tomándose muestras compuestas de capa arable, a profundidad de 0 a 30 cm, en las siguientes fechas: octubre 97, abril 98, octubre 98, abril 99, octubre 99 y mayo 2000.

Los análisis químicos fueron realizados en la unidad de suelos y el laboratorio de calidad ambiental del Instituto de Ecología. Los análisis realizados fueron:

- Reacción de suelo o pH en solución acuosa (relación 1:2,5).
- Conductividad y cationes solubles en extracto de pasta saturada, tal como se describe en Richards (1994).
- Cationes extractables (Na, K, Ca y Mg) método de extracción con acetato de amonio, relación 1:10 y lectura en absorción atómica como se describe en Cochrane & Barber (1993).
- Cationes intercambiables por sustracción entre cationes extractables y cationes solubles.
- Aniones, para las muestras provenientes del perfil. Método por titulación para

cloruros y carbonatos, como se describe en Cochrane & Barber (1993). Sulfatos por turbidimetría (Greenberg, et al, 1992).

- Fósforo disponible. Método de Olsen modificado (Cochrane & Barber, 1993).
- Carbono y materia orgánica. Método de la combustión húmeda por Walkley Black (Black, 1965).
- Nitrógeno total- método semimicro Kjeldhal (Black, 1965).
- Textura, método de la pipeta (según Dewis y Freitas, 1984)

Los cationes extractables e intercambiables fueron determinados únicamente en los muestreos de octubre 97 a abril 99.

Para ambos sistemas, la incorporación de los diferentes niveles de estiércol fue realizada según el diseño de bloque completo al azar, independientemente de los niveles iniciales de materia orgánica, como se describe en Steel & Torrie (1988). Para determinar el efecto de los diferentes niveles de estiércol incorporados sobre la variación observada en cuanto a pH, conductividad eléctrica y concentraciones de cationes solubles, se realizó un análisis de covarianza, como recomienda Zar (1999) para casos en los cuales uno de los factores se encuentra en escala cuantitativa. En este análisis el nivel de estiércol se constituye en covariante y el bloque en factor randómico. Como variables dependientes, se consideraron las diferencias entre los valores observados entre muestreos, denominándose a esta variación delta (D). Así por ejemplo, la denominación delta sodio soluble (D Na soluble), para la campaña 97-98 corresponde al valor de sodio soluble de una determinada parcela en abril 98 restado del valor de sodio soluble obtenido en octubre 97. El análisis de covarianza, dentro de un diseño de bloques al azar, permite medir la regresión de una variable Y respecto a X, sin la intervención de efectos de bloques (Steel & Torrie, 1988). Los cálculos necesarios fueron llevados a cabo mediante el programa SPSS 10.0 para Windows.

Adicionalmente y mediante el mismo programa, se realizaron matrices de correlación para conocer la interdependencia entre diversos parámetros medidos.

Resultados

1) Características generales de los suelos considerados

1.1. Características iniciales de los suka kollus

Las tablas 1, 2 y 3 permiten observar las características físicas y químicas del perfil de suelo realizado en el sistema suka kollus. Se distinguen cinco estratos, teniendo el más superficial a 22 cm de profundidad, clase textural franco limosa y contenido alto en materia orgánica y nitrógeno total. Esta capa está formada por material proveniente del proceso de excavación de los canales, por lo

que se tienen cambios abruptos respecto al estrato inmediatamente inferior. Con el tiempo podrá constituirse en un horizonte Ap.

Debajo de la primera capa, se identifica un horizonte Hf con espesor de 16 cm y textura franco arcillo limosa. Tiene una coloración café oscura y alto contenido en poros (90%), ambas propiedades debidas a un contenido muy alto en materia orgánica (52%). El nivel de nitrógeno total es asimismo extremadamente alto.

Por debajo de la capa Hf, se observa un horizonte Au1 que llega hasta los 51 cm de profundidad, con alto contenido en materia orgánica y nitrógeno total. La clase textural es franco arcillo limosa. Un siguiente horizonte, denominado Au2 va de 51 a 67 cm. Los contenidos en materia orgánica y nitrógeno son menores respecto a los horizontes anteriormente descritos siendo considerados moderados según la clasificación de Villaroel, 1988 y la clase textural es franco limosa. Finalmente se tiene un horizonte Cr, situado

Tabla 1: Parámetros físicos del perfil de suelos en suka kollus.

Horizonte	Profundidad	D. Aparente (g/cm ³)	Porosidad	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase textural
Ap	0-22	0.98	63	5	70	25	Franco limoso
Hf	22-38	0.19	93	15	53	32	Franco arcillo limoso
Au1	38-51	0.83	69	15	64	21	Franco arcillo limoso
Au2	51-67	0.94	65	29	58	13	Franco limoso
Cr	67-85	1.25	53	4	78	18	Franco limoso

Tabla 2: Parámetros químicos del perfil de suelos en suka kollus.

Horizonte	Reacción del suelo (pH)	Conductividad Eléctrica (μS/cm)	Capacidad de int.catiónico (cmol/Kg)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo disponible (ppm)
Ap	7.39	2.23	16.3	4.4	0.3	10.8
Hf	7.29	1.67	25	52	0.8	15.75
Au1	7.54	1.39	21.38	8.1	0.5	9.61
Au2	7.59	1.04	13.41	3.7	0.3	7.76
Cr	7.74	0.55	11.23	1.8	0.2	5.52

Tabla 3: Cationes y aniones del perfil de suelos en suka kollus.

Horizonte	Cationes solubles (cmol/l)				Aniones solubles (cmol/l)				Cationes intercambiables (cmol/Kg)		
	Na	K	Ca	Mg	SO4	Cl	HCO3	Na	K	Ca	Mg
Ap	0.39	0.10	1.15	0.33	1.57	0.71	0.48	0.13	0.57	6.48	1.81
Hf	2.43	0.33	0.84	0.17	0.67	0.41	0.77	no det	0.26	10.46	2.69
Au1	0.26	0.13	0.69	0.13	0.58	0.10	0.43	0.13	0.52	9.04	2.09
Au2	0.26	0.13	0.58	0.06	0.39	0.30	0.29	0.09	0.48	7.80	1.50
Cr	0.26	0.13	0.28	0.02	0.04	0.10	0.29	0.06	0.39	5.21	0.91

entre los 67 a 85 cm de profundidad. Presenta contenidos bajos a moderados de materia orgánica y nitrógeno total, su textura es franco limosa. La napa freática se encuentra alrededor de los 70 cm., lo que garantiza una buena provisión de agua para el crecimiento radicular.

En todo el perfil, se observan valores de pH levemente alcalinos, siendo el horizonte Hf, el que presenta el valor mínimo (7.3). Los valores de pH aumentan ligeramente con la profundidad. En cuanto a la conductividad eléctrica, puede observarse, valores que presentan una disminución con la profundidad. Los valores de capacidad de intercambio iónico son moderados, presentando el horizonte Hf, el mayor valor, debido a su contenido en materia orgánica. El nivel determinado para el fósforo es bajo en todo el perfil, nuevamente, el mayor contenido en este nutriente, se observa en el horizonte Hf.

En la solución de suelo de todos los horizontes, exceptuando el Hf, predominan los cationes alcalino-térreos, teniéndose niveles altos para calcio y moderados para magnesio (según clasificación de Villaroel 1988). En el horizonte Hf, predomina el sodio soluble. Para los demás horizontes, los cationes alcalinos, sodio y potasio, se encuentran en niveles bajos y moderados. Respecto a los cationes intercambiables en el complejo de adsorción, vemos igualmente la predominancia de calcio

y magnesio. La saturación en bases es muy alta, siendo mayor al 95% en todos los casos. Los aniones muestran una predominancia de sulfatos en todos los horizontes, con la excepción del horizonte Cr. El segundo anión en importancia es el cloruro y se tiene presencia de bicarbonato.

La distribución espacial de los parámetros químicos en la capa arable de los camellones analizados puede apreciarse en la tabla 4. Los camellones, constituidos en bloques para el análisis estadístico muestran fuertes variaciones en cuanto a contenido en materia orgánica, pH y concentración en cationes.

El suka kollu 1 presenta valores de contenido en materia orgánica entre 2 y 3%, mientras que para los suka kollus 6 y 9, la materia orgánica supera el 5%, llegando en la parcela 6 hasta un porcentaje de 9,6%. Para el pH se observa que en el bloque 1 se presentan los valores más altos, siendo estos cercanos a 8 (medianamente alcalinos). En el bloque 2, los valores de pH se encuentran alrededor de 7.5 y pueden considerarse como muy ligeramente alcalinos. Para el bloque 3, los valores de pH presentan gran diversidad entre diferentes parcelas, siendo una de ellas fuertemente ácida con un valor de 4.95, mientras que las demás parcelas van de ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas.

Respecto a conductividad eléctrica, se observa que el suka kollu correspondiente al bloque 1, nuevamente presenta parcelas con valores mayores que los demás camellones, observándose que, en la primera parcela, la conductividad eléctrica supera los 4 dS/m, presentando características de suelo salino. En estas condiciones, según Rhoades & Miyamoto, (1990), la fuerte concentración de sales, independientemente de su composición, pueden afectar el normal desarrollo de los cultivos. Los cultivos deberán sufrir adaptaciones bioquímicas para permitir la extracción de agua en condiciones de alta presión osmótica externa y estas adaptaciones irán en desmedro de su crecimiento. En el resto de las parcelas, los valores se sitúan entre 2 y 3 dS/m, valores que, según Richards (1994), afectan al rendimiento solamente para cultivos muy sensibles.

El sodio soluble tiene un valor promedio de 1.07 cmol/l, presentando valores excepcionalmente altos algunas parcelas, con 2.17 cmol/l y 1.96 cmol/l. Para el catión potasio,

la distribución es relativamente homogénea, se observan valores entre 0.21 cmol/l y 0.42 cmol/l.

Puede observarse una fuerte predominancia del catión calcio en la solución de suelo, presentándose un promedio de 1.1 cmol/l. El magnesio presenta valores promedio de 0.4 cmol/l. Debe observarse que la primera parcela del bloque 1, cuya conductividad eléctrica es la más alta, presenta un valor muy elevado de magnesio soluble, con 1.4 cmol/l.

Las mediciones de los cationes solubles Na, K, Ca y Mg muestran variaciones espaciales muy marcadas en el sistema suka kollus. La sensibilidad espacial de la salinidad es observada por varios autores, entre ellos Rhoades (1990) quién recomienda la toma de muestras en forma sistemática o por tipo de suelo, tal como se realizó en el presente estudio, para poder tener una visión de conjunto de un sitio dado. En el caso de los suka kollus, además de la variabilidad esperada para las medidas de salinidad, se tiene variabilidad adicional debido a que los camellones muestreados

Tabla 4: Datos químicos iniciales de capa arable en suka kollus.

BLOQUE	Materia orgánica	Reacción del suelo	Conductividad eléctrica	Cationes solubles (cmol/l)				Cationes intercambiables (cmol/Kg)			
	(%)	pH	(dS/m)	Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg
1	2.58	8.25	4.35	2.2	0.3	1.5	1.4	0.1	0.1	6.6	2.2
	3.25	8.33	2.26	0.9	0.2	0.7	0.4	0.1	0.2	7.5	3.1
	2.91	8.30	2.31	1.1	0.4	0.8	0.5	0.0	0.0	6.9	2.8
	2.86	8.23	2.19	0.9	0.2	1.1	0.4	0.1	0.2	7.0	2.6
2	5.88	6.25	2.48	0.4	0.3	1.1	0.3	0.2	0.4	4.7	2.1
	9.58	7.30	2.4	0.9	0.4	1.3	0.3	1.3	0.1	8.8	2.2
	7.84	7.72	2.15	0.9	0.4	0.8	0.3	0.2	0.1	8.4	2.9
	6.39	7.45	2.37	0.9	0.2	0.9	0.4	0.1	0.3	6.7	2.8
3	6.39	7.48	3.23	1.1	0.3	1.7	0.5	—	0.6	9.9	2.6
	8.07	4.95	2.23	2.0	0.3	0.9	0.3	1.7	0.3	3.4	1.7
	7.9	6.02	2.52	0.9	0.3	1.1	0.3	1.0	0.3	4.8	2.0
	6.16	7.53	1.91	0.9	0.2	0.7	0.2	—	0.4	4.1	2.1

difieren fuertemente en cuanto a pH y contenido en materia orgánica.

En la tabla 4 pueden observarse también los valores obtenidos para cationes intercambiables. El mayor porcentaje de las bases intercambiables está formado por el calcio, cuyos valores de encuentran entre 2.5 y 7.5 cmol/Kg. El magnesio intercambiable es el segundo catión en importancia con valores situados, en su mayoría, entre 1.0 y 2.5 cmol/Kg. Para el potasio intercambiable se presenta valores entre 0.02 y 0.60 cmol/Kg. Para el sodio intercambiable, la mayoría de las parcelas presenta valores por debajo de 0.2 meq/Kg.

La predominancia de cationes divalentes en el complejo de cambio suelo permite contrarrestar efectos nocivos del sodio sobre la estructura física del suelo; estos cationes no presentan efectos de toxicidad (Richards, 1994).

1.2. Características iniciales de los suelos de pampa

El perfil correspondiente a pampa muestra un suelo formado a partir de depósitos aluviales recientes, con poco desarrollo pedogenético. Se pueden diferenciar cinco capas en función a diferencias en estructura, presentándose en general textura franco limosa. Los datos correspondientes a parámetros físicos y químicos de estas capas puede visualizarse en las tablas 5, 6 y 7. Se advierte una discontinuidad arenosa con alto contenido de grava entre los 30-34 cm, así como entre los 50-54 y 65-77 cm de profundidad. Las medidas de densidad aparente muestran que existe una compactación del suelo, dado que presentan valores por encima de 1.3 g/cm³.

Respecto a la reacción de suelo o pH puede observarse que las diferentes capas presentan valores levemente alcalinos, registrándose los valores más cercanos a la neutralidad en los primeros dos estratos. La conductividad eléctrica se reduce a lo largo del perfil, presentando los estratos que corresponden a la capa arable un valor cercano a 3 dS/m. La

capacidad de intercambio catiónico es baja, encontrándose por debajo de los 12 cmol/Kg suelo seco y va en disminución constante a lo largo del perfil. El contenido en materia orgánica muestra niveles entre moderados y bajos en las primeras tres capas, haciéndose muy bajo para los horizontes más profundos, salvo en el caso de las discontinuidades observadas para las capas situadas a 50-54 cm y 65-77 cm.

Los cationes solubles en el perfil de pampa muestran una predominancia de calcio y magnesio, donde es el sodio el tercer catión en importancia en la solución suelo. Los aniones en la solución suelo muestran fuerte predominancia del sulfato en los primeros tres horizontes, siendo mucho menor la presencia de cloruros y bicarbonato. Para las capas más profundas, los valores de sulfato se reducen fuertemente, dando lugar a una predominancia de aniones cloruro. Los niveles de potasio son bajos. Al igual que lo observado para el caso de la conductividad eléctrica, la presencia de sales solubles es mayor en los primeros horizontes que en los horizontes más profundos. En el complejo de cambio, predominan también los cationes divalentes, encontrándose el calcio como catión más abundante. Puede observarse una importante presencia de potasio intercambiable a lo largo del perfil y valores de sodio intercambiable que disminuyen en profundidad.

Los suelos de pampa consisten en una serie de parcelas adyacentes, pudiéndose por tanto notar mucho mayor homogeneidad entre los diferentes parámetros (Tabla 8), que en el caso de suka kollus. El contenido en materia orgánica es de bajo a moderado, los valores registrados se encuentran entre 2 y 3%. Para los valores de pH, puede observarse que oscilan entre 7.2 y 7.9. Según la clasificación de Thompson (1980) son suelos ligeramente alcalinos. Los valores de conductividad eléctrica se encuentran inicialmente entre 1 y 2 dS/m, con la excepción de algunas parcelas donde la conductividad supera los 2.5 mS/cm.

Tabla 5: Parámetros físicos del perfil de suelos en pampa (no det. = indeterminado).

Estrato	Profundidad	D. Aparente (g/cm ³)	Porosidad	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase textural
I	0-10	1.65	38	11	73	16	Franco limoso
II	10-30	1.26	52	19	70	11	Franco limoso
III	30-34	no det.	no det.	21	68	11	Franco limoso
IV	34-50	1.47	45	8	80	12	Limoso
V	50-54	no det.	no det.	40	53	7	Franco limoso
VI	54-65	1.42	46	32	59	9	Franco limoso
VII	65-77	1.64	38	70	26	4	Franco arenoso
VIII	77-100	1.35	49	23	68	9	Franco limoso

Tabla 6: Parámetros químicos del perfil de suelos en suka kollus.

Estrato	Reacción del Suelo(pH)	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Capacidad de int.catiónico (cmol/Kg)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo disponible (ppm)
I	7.12	3.29	10.87	2.8	0.2	7.26
II	7.20	2.63	11.23	2.4	0.2	7.85
III	7.76	1.3	9.78	2.9	0.1	4.95
IV	7.72	0.64	9.06	0.7	0.1	1.76
V	7.96	0.45	7.25	2	0.1	3.2
VI	7.75	0.33	8.33	0.7	0.1	3.47
VII	7.89	0.27	8.33	2.7	0.1	4.65
VIII	7.77	0.22	5.07	0.3	0.1	4.53

Tabla 7: Cationes y aniones del perfil de suelos en suka kollus (no det. = indeterminado).

Estrato	Cationes solubles (cmol/l)				Aniones solubles (cmol/l)			Cationes intercambiables (cmol/Kg)			
	Na	K	Ca	Mg	SO ₄	Cl	HCO ₃	Na	K	Ca	Mg
I	1.39	0.13	1.34	1.06	3.14	0.41	0.36	0.32	0.34	1.90	1.19
II	1.70	0.23	0.98	0.71	2.23	0.20	0.29	0.04	0.25	2.10	1.31
III	1.22	0.33	0.38	0.13	0.69	0.30	0.34	0.39	0.26	2.02	1.36
IV	0.48	0.13	0.21	0.04	no det.	0.10	0.19	0.25	0.28	2.06	1.31
V	0.30	0.10	0.13	0.02	0.01	0.30	0.00	0.18	0.21	2.21	1.33
VI	0.35	0.18	0.13	0.02	0.00	0.20	0.19	0.06	0.14	1.85	1.03
VII	0.17	0.08	0.15	0.02	0.01	0.30	0.05	0.08	0.18	1.41	0.87
VIII	0.22	0.13	0.13	0.02	0.04	0.10	0.14	0.06	0.20	1.77	1.04

Tabla 8: Datos químicos iniciales de capa arable en pampa.

BLOQUE	Materia Orgánica	Reacción del suelo	Conductividad eléctrica	Cationes solubles (cmol/l)				Cationes intercambiables (cmol/Kg)			
	(%)	PH	(dS/m)	Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg
4	2.02	8.05	1.77	0.7	0.3	0.6	0.3	–	0.4	3.7	3.0
	2.19	7.56	2.66	0.4	0.2	0.5	0.2	–	0.5	5.4	3.3
	2.52	7.38	2.31	0.7	0.1	0.5	0.3	0.4	0.3	6.3	4.7
	3.03	7.82	2.41	0.9	0.1	0.5	0.4	0.5	0.3	7.2	6.2
5	2.02	8.04	2.07	0.8	0.1	0.6	0.4	0.0	0.5	5.4	3.9
	2.69	7.37	2.71	1.7	0.1	0.6	0.3	0.1	0.3	6.1	4.4
	2.19	7.71	3.78	1.0	0.2	0.6	0.3	–	0.4	4.7	4.4
	2.35	7.69	3.66	0.8	0.1	0.5	0.3	0.3	0.2	6.7	5.1
6	1.85	7.68	1.6	1.0	0.3	1.2	0.5	0.3	0.2	5.1	3.6
	3.03	7.88	2.9	1.1	0.1	1.0	0.8	0.1	–	6.1	4.1
	2.02	7.2	3.41	1.4	0.1	0.9	0.9	0.4	0.0	6.6	5.2
	2.20	7.32	1.82	0.8	0.2	0.5	0.3	0.2	0.3	6.3	4.7

Respecto a los cationes solubles, se tiene como valor promedio para sodio soluble 0.94 cmol/l, para potasio el promedio es de 0.14 cmol/l. El ion calcio tiene en promedio un nivel ligeramente menor que el sodio con 0.65 cmol/l y la concentración promedio del magnesio es de 0.41 cmol/l. Las parcelas con mayor conductividad eléctrica presentan contenidos altos en magnesio soluble.

Se observa en la tabla 8 que los cationes más abundantes en el complejo de cambio son el calcio y el magnesio, situándose sus valores entre 1.4 y 2.5 cmol/Kg para Ca y entre 1.0 y 2.4 cmol/Kg para magnesio. El tercer catión en abundancia es el potasio con valores de 0.2 a 0.5 cmol/Kg para la mayoría de las parcelas. El sodio intercambiable se encuentra por lo general debajo de los 0.4 cmol/Kg.

Si bien las parcelas de pampa son mucho más homogéneas en cuanto a los parámetros mencionados que los de suka kollus, se continúa observando variabilidad espacial para la salinidad.

2) Evolución del pH, conductividad eléctrica y de los cationes solubles en suka kollus

La evolución de los valores correspondientes a pH puede ser observada en la tabla 9. Se evidencia que permanecen las grandes diferencias espaciales entre las parcelas estudiadas, por lo que la figura 1, donde puede observarse la evolución promedio por tratamiento aplicado, es solamente indicativo. En esta figura, se observan algunas fluctuaciones pero ninguna tendencia continua, hacia la alcalinización o acidificación. El análisis de covarianza para este parámetro muestra la no influencia de la adición de diferentes niveles de estiércol sobre las variaciones de pH observadas entre octubre 97 y mayo 98 y entre octubre 97 y octubre 98 (ver tabla 15).

La tabla 10 corresponde a la evolución de la conductividad eléctrica obtenida de pasta saturada. En todos los casos, como se ilustra en la figura 2, se observa una clara tendencia hacia el aumento de la conductividad eléctrica

Tabla 9: Evolución del pH en suka kollus (Desv st = desviación estandard).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	pH					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	1	8.33	8.13	8.05	8.27	8.15	8.06
	2	6.25	7.15	6.68	7.27	6.97	7.23
	3	6.02	5.42	5.22	6.28	5.39	6.29
	Promedio	6.87	6.90	6.65	7.27	6.84	7.19
	Desv st	1.27	1.37	1.42	1.00	1.38	0.89
	5	1	8.23	7.98	8.24	8.20	7.57
2	7.30	6.92	6.56	6.06	5.59	6.22	
3	4.95	4.86	4.80	4.81	5.32	5.23	
Promedio	6.83	6.59	6.53	6.36	6.16	6.52	
Desv st	1.69	1.59	1.72	1.71	1.23	1.47	
15	1	8.25	8.17	8.16	8.11	8.02	7.68
	2	7.72	6.41	7.79	7.77	7.58	7.95
	3	7.53	6.12	5.57	5.84	6.00	5.81
	Promedio	7.83	6.90	7.17	7.24	7.20	7.15
	Desv st	0.37	1.11	1.40	1.22	1.06	1.17
	20	1	8.30	8.21	8.08	8.30	7.98
2	7.45	7.65	7.74	7.92	7.84	7.85	
3	7.48	7.40	7.58	7.72	7.15	7.56	
Promedio	7.74	7.75	7.80	7.98	7.66	7.88	
Desv st	0.48	0.41	0.26	0.29	0.44	0.34	

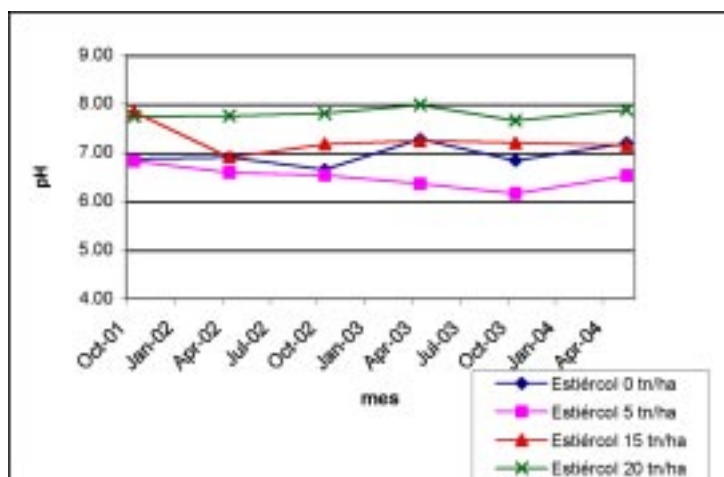
**Fig. 1: Evolución del pH en suka kollus.**

Tabla 10: Evolución de la conductividad eléctrica en suka kollus (Desv st = desviación estandard).

Toneladas Estiércol/ha	BLOQUE	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/cm)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	1	2.26	2.68	3.29	3.72	4.17	2.51
	2	2.48	2.46	2.75	3.06	3.40	1.96
	3	2.52	2.28	3.12	2.82	2.98	1.68
	Promedio	2.42	2.47	3.05	3.20	3.52	2.05
	Desv st	0.14	0.20	0.28	0.47	0.60	0.42
5	1	2.19	2.73	3.40	3.23	4.22	2.19
	2	2.40	2.32	2.74	3.06	3.23	1.49
	3	2.23	2.51	2.99	2.82	3.39	1.80
	Promedio	2.27	2.52	3.04	3.04	3.61	1.83
	Desv st	0.11	0.21	0.33	0.21	0.53	0.35
15	1	4.35	3.59	4.87	5.69	9.01	7.26
	2	2.15	2.24	3.12	2.33	3.27	1.54
	3	1.91	2.46	3.09	3.51	3.49	2.27
	Promedio	2.80	2.76	3.69	3.84	5.26	3.69
	Desv st	1.34	0.72	1.02	1.70	3.25	3.11
20	1	2.31	2.89	3.15	3.97	3.45	2.62
	2	2.37	2.57	3.07	3.52	3.24	1.69
	3	3.23	2.79	3.44	3.16	3.91	2.27
	Promedio	2.64	2.75	3.22	3.55	3.53	2.19
	Desv st	0.51	0.16	0.19	0.41	0.34	0.47

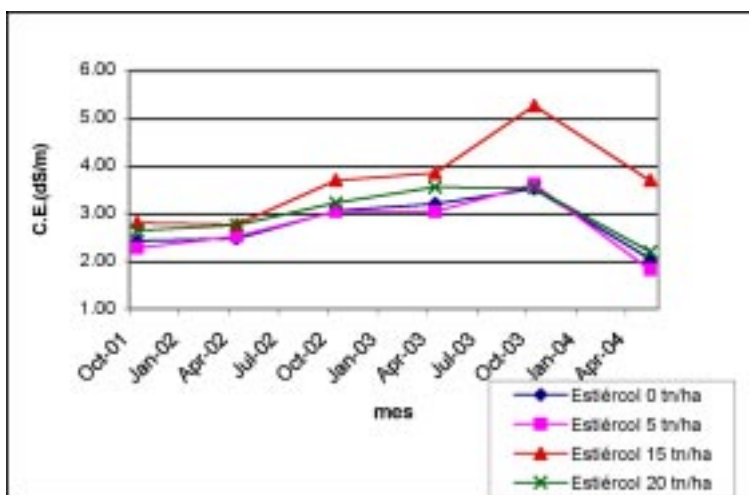


Fig. 2: Evolución de la conductividad eléctrica en suka kollus.

hasta octubre 99, es decir que el sistema suka kollus va sufriendo una paulatina salinización. El comportamiento de la conductividad eléctrica observado difiere del registrado por Durán (1992), quién reporta una estabilización de este parámetro para camellones de la zona de Caquiaviri; esto puede deberse a que los suelos estudiados por este autor tienen textura más arenosa que los suelos del presente estudio.

El aumento de la conductividad es independiente de la cantidad de estiércol incorporada, como puede verse en los resultados de ANCOVA resumidos en la tabla 15. Para los valores de mayo 2000, se observa un decremento muy fuerte de la conductividad eléctrica, reportándose valores similares e incluso menores a los iniciales. Este decremento puede ser explicado si se considera que, para la última campaña agrícola, se ha realizado un proceso de inundación de los camellones. Por tanto puede verse que, un correcto manejo de los camellones, con inundaciones temporales y manejo adecuado del drenaje, puede permitir un lavado de sales y una disminución de la salinidad.

En la tabla 11 se observan los valores correspondientes a sodio soluble en los distintos momentos de muestreo. La figura 3 permite evidenciar el comportamiento promedio por parcela. Puede verse que el sodio tiene un aumento en la primera campaña agrícola en la mayoría de las parcelas, para luego dar lugar a un paulatino descenso. Para algunas parcelas se observan fluctuaciones estacionales, donde las muestras tomadas en cosecha presentan valores mayores que las muestras tomadas en el momento de siembra. En una de las parcelas correspondiente al tratamiento 3 se presenta un gran aumento en la concentración de sodio para octubre 1999, esto probablemente por su ubicación en la parte más baja de la parcela. Al igual que para la conductividad eléctrica, los coeficientes de correlación obtenidos no permiten inferir que exista influencia de la dosis de estiércol incorporada sobre la cantidad de sodio soluble.

Respecto al potasio soluble, se evidencia en la tabla 12 y la figura 4 que todas las parcelas presentan disminución continua de este nutriente. La rotación de cultivos empleada a lo largo de las tres campañas agrícolas ha resultado en una fuerte extracción de potasio y por tanto en un empobrecimiento del suelo en este nutriente. Al igual que en los casos anteriores, se descarta la posibilidad de un efecto del nivel de estiércol incorporado sobre la concentración de potasio soluble.

El comportamiento del calcio soluble puede observarse en la tabla 13 y la figura 5. Se tienen fluctuaciones estacionales muy marcadas en todas las parcelas. La concentración de calcio para las muestras tomadas a fines de campaña agrícola es mayor que para aquellas tomadas a principio de campaña. Este tipo de variaciones del contenido en calcio soluble con la época del año se reporta también en Orsag et al. (1992).

Las variaciones observadas no presentan influencia del nivel de estiércol incorporado como puede verse en la tabla 16.

Para la última campaña, los valores de calcio soluble tienden en tiempo de cosecha a subir respecto a los de inicio de campaña, pero a niveles menores que los registrados en abril 99. Aparentemente, las primeras lluvias anteriores a la siembra, así como el trabajo de preparación realizado por el agricultor da lugar a una disminución de la cantidad de calcio soluble en el suelo. Es importante conocer estas variaciones estacionales y su manejo, dado que los problemas de salinidad afectan más al cultivo en sus fases iniciales, que una vez está establecido (Rhoades & Miyamoto, 1990).

Para el magnesio, puede verse en la tabla 14 y en la figura 6 una tendencia hacia el aumento en la mayoría de las parcelas hasta octubre '98, para dar lugar posteriormente a una paulatina disminución. Entre las parcelas que han sido abonadas con 15 toneladas de estiércol por hectárea, se encuentra una parcela cuya ubicación topográfica da lugar a una tendencia hacia una fuerte salinización y por tanto al aumento de la concentración de magnesio

Tabla 11: Evolución del sodio soluble en suka kollus (Desv st = desviación estandard).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	SODIO SOLUBLE (cmol/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	1	0.87	1.67	1.38	1.28	1.15	0.96
	2	0.43	0.91	0.73	0.70	0.55	0.32
	3	0.87	0.63	0.63	0.40	0.36	0.36
	Promedio	0.72	1.07	0.91	0.79	0.69	0.55
	Desv st	0.25	0.54	0.41	0.45	0.41	0.36
5	1	0.87	1.41	1.16	1.03	1.16	0.73
	2	0.87	1.07	0.55	0.61	0.42	0.24
	3	1.96	0.98	0.70	0.54	0.44	0.39
	Promedio	1.23	1.15	0.80	0.73	0.67	0.45
	Desv st	0.63	0.23	0.32	0.26	0.42	0.25
15	1	2.17	3.07	2.61	2.97	4.00	2.68
	2	0.87	0.87	0.84	0.59	0.58	0.49
	3	0.87	0.78	0.48	0.57	0.39	0.42
	Promedio	1.30	1.57	1.31	1.37	1.66	1.20
	Desv st	0.75	1.29	1.14	1.38	2.03	1.29
20	1	1.09	1.67	0.86	1.28	0.78	1.02
	2	0.87	1.35	0.95	1.42	0.71	0.49
	3	1.09	0.89	0.93	0.54	0.56	0.43
	Promedio	1.01	1.30	0.92	1.08	0.68	0.65
	Desv st	0.13	0.39	0.05	0.47	0.11	0.32

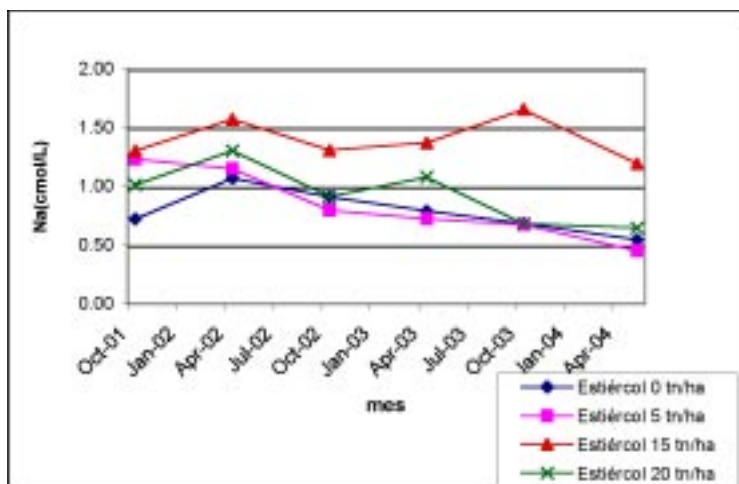


Fig. 3: Evolución del sodio soluble en suka kollus.

Tabla 12: Evolución del potasio soluble en suka kollus (Desv st = desviación estandar).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	POTASIO SOLUBLE (cmol/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	1	0.21	0.21	0.09	0.03	0.02	0.01
	2	0.26	0.26	0.12	0.05	0.03	0.02
	3	0.28	0.28	0.08	0.06	0.01	0.02
	Promedio	0.25	0.25	0.09	0.04	0.02	0.02
	Desv st	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
5	1	0.24	0.26	0.03	0.02	0.02	0.02
	2	0.38	0.40	0.04	0.03	0.02	0.02
	3	0.27	0.19	0.07	0.03	0.03	0.03
	Promedio	0.30	0.28	0.05	0.02	0.02	0.02
	Desv st	0.08	0.10	0.02	0.00	0.01	0.01
15	1	0.28	0.13	0.05	0.03	0.05	0.04
	2	0.42	0.15	0.12	0.03	0.03	0.03
	3	0.24	0.12	0.08	0.04	0.03	0.02
	Promedio	0.32	0.13	0.08	0.03	0.04	0.03
	Desv st	0.09	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
20	1	0.36	0.15	0.05	0.03	0.03	0.03
	2	0.22	0.24	0.07	0.03	0.04	0.02
	3	0.31	0.26	0.01	0.06	0.13	0.09
	Promedio	0.29	0.22	0.04	0.04	0.07	0.05
	Desv st	0.07	0.06	0.03	0.02	0.06	0.04

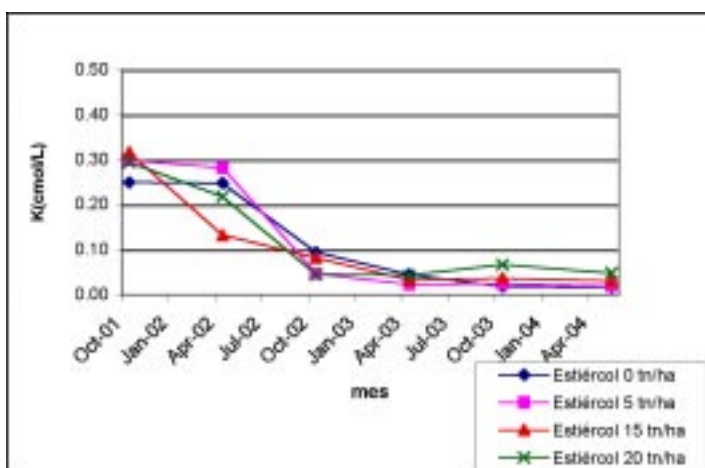
**Fig. 4: Evolución del potasio soluble en suka kollus.**

Tabla 13: Evolución del calcio soluble en suka kollus (Desv st = desviación estandard).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	CALCIO SOLUBLE (cmol/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	1	0.72	2.09	0.90	1.48	0.43	0.92
	2	1.13	2.06	0.92	2.14	0.68	1.30
	3	1.13	1.81	0.98	1.86	0.99	0.98
	Promedio	0.99	1.99	0.93	1.83	0.70	1.07
	Desv st	0.23	0.15	0.04	0.33	0.28	0.21
5	1	1.06	2.39	1.02	1.47	0.52	0.81
	2	1.25	2.00	0.92	2.18	0.61	0.78
	3	0.91	1.80	0.92	1.66	1.35	1.08
	Promedio	1.07	2.06	0.95	1.77	0.83	0.89
	Desv st	0.17	0.30	0.06	0.37	0.46	0.16
15	1	1.47	2.51	0.91	1.77	1.06	1.74
	2	0.84	2.03	1.01	1.66	0.73	0.77
	3	0.66	1.93	0.95	2.12	0.57	1.29
	Promedio	0.99	2.15	0.95	1.85	0.79	1.26
	Desv st	0.43	0.31	0.05	0.24	0.25	0.49
20	1	0.84	2.04	0.80	1.49	0.42	0.88
	2	0.88	1.65	0.85	1.99	0.66	0.66
	3	1.69	2.21	1.10	1.65	1.51	1.61
	Promedio	1.14	1.97	0.92	1.71	0.86	1.05
	Desv st	0.48	0.29	0.16	0.26	0.57	0.50

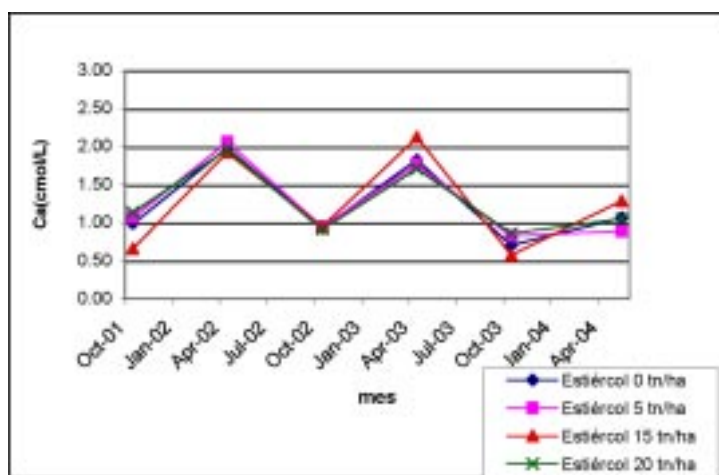


Fig. 5: Evolución del calcio soluble en suka kollus.

Tabla 14: Evolución del magnesio soluble en suka kollus (Desv st = desviación estandard).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	MAGNESIO SOLUBLE (cmol/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	1	0.42	1.19	1.63	1.43	1.30	1.22
	2	0.31	0.85	0.71	0.64	0.56	0.50
	3	0.31	0.77	0.98	0.65	0.41	
	Promedio	0.35	0.94	1.11	0.91	0.71	
	Desv st	0.06	0.22	0.47	0.46	0.45	
5	1	0.42	0.98	1.37	1.15	1.32	0.96
	2	0.26	0.77	0.76	0.73	0.72	0.47
	3	0.26	1.02	1.09	0.81	0.82	0.58
	Promedio	0.31	0.92	1.07	0.90	0.95	0.67
	Desv st	0.09	0.13	0.31	0.22	0.32	0.26
15	1	1.41	2.27	2.03	2.37	3.31	2.81
	2	0.26	0.75	0.98	0.57	0.62	0.38
	3	0.21	0.98	1.04	1.01	0.83	
	Promedio	0.63	1.33	1.35	1.32	1.57	1.34
	Desv st	0.68	0.82	0.59	0.94	1.29	
20	1	0.47	1.38	1.47	1.53	1.05	1.35
	2	0.36	1.04	1.04	1.15	0.78	0.56
	3	0.47	1.04	1.07	0.77	0.63	
	Promedio	0.43	1.15	1.19	1.09	0.84	
	Desv st	0.06	0.19	0.24	0.47	0.16	0.44

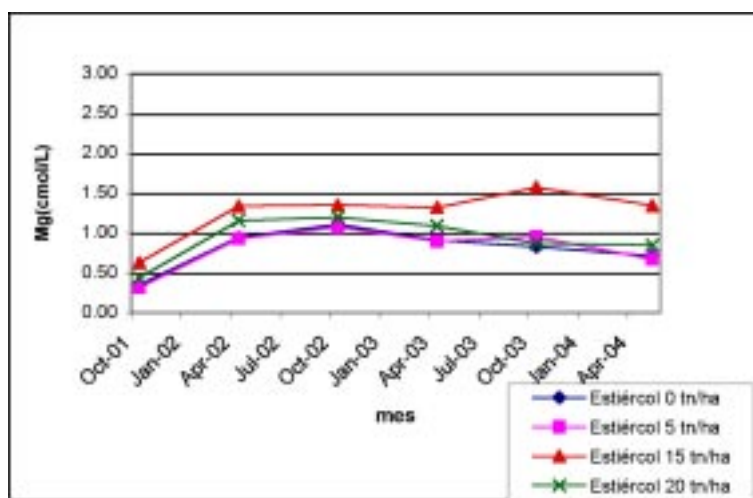
**Fig. 6: Evolución del magnesio soluble en suka kollus.**

Tabla 15: Resumen del análisis de covarianza : Significancia para la influencia del nivel de estiércol sobre la variación del pH, conductividad eléctrica y cationes solubles.

Parámetro	Significancia para la variación entre octubre 1997 y mayo 1998	Significancia para la variación entre octubre 1997 y octubre 1998
pH	0.565	0.884
C.E.	0.856	0.977
Na	0.683	0.847
K	0.987	0.587
Ca	0.730	0.692
Mg	0.156	0.918

soluble. Los valores de esta parcela dan lugar a una distorsión en cuanto a los valores promedio para el tratamiento 3.

Se observa en la matriz de correlación para suka kollus (ver anexo), la existencia de correlaciones entre el número de camellón (bloque) y los parámetros pH, conductividad eléctrica, sodio soluble y magnesio soluble. Esto implica que existe una variación espacial muy fuerte entre los distintos suka kollus respecto a estos parámetros, la variabilidad espacial se mantiene a lo largo de todos los muestreos.

La conductividad eléctrica muestra correlación con la concentración de cationes solubles sodio y magnesio, al ser estos cationes de alta movilidad es de esperar que su aporte a la conductividad eléctrica sea dominante. La correlación con el calcio y el potasio es muy baja.

La no correlación entre la conductividad eléctrica y los valores de pH muestra una ausencia de carbonatos. Se sabe por los análisis realizados en el perfil, que los aniones predominantes en capa arable son los sulfatos. La presencia de alta proporción en sulfatos es también coincidente con la presencia de concentraciones fuertes de magnesio, dado que el mineral más importante de este catión es el sulfato de magnesio (Haby et al. 1990).

La matriz de correlación permite también corroborar lo observado en la figura 5, el tiempo de muestreo (inicio o final de campaña)

muestra correlación con la concentración de calcio soluble. Llama la atención la falta de correlación entre calcio y magnesio, esto puede ser explicado considerando que las oscilaciones estacionales observadas en el calcio no se repiten para el magnesio.

3) Evolución del pH, conductividad eléctrica y cationes solubles en pampa

Los valores de pH en pampa muestran una gran uniformidad en cuanto al comportamiento de las parcelas sometidas a los diferentes tratamientos (tabla 16 y Fig. 7). Puede observarse en términos generales una muy leve tendencia hacia la alcalinización. El análisis de covarianza entre la variación del pH a lo largo de la primera campaña agrícola muestra que no existe una influencia de la cantidad de estiércol incorporada sobre la variación del pH entre octubre 97 y mayo 98, ni entre octubre 97 y octubre 98 (ver tabla 22).

La conductividad eléctrica puede observarse en la tabla 17 y en la figura 8. Se registra un aumento paulatino de la conductividad eléctrica hasta octubre 98, el aumento se hace mucho más brusco para abril 99. A partir de este máximo, empieza a observarse un descenso en la conductividad eléctrica. La variación entre la conductividad eléctrica entre octubre 97 y mayo 98, muestra ser afectada por la dosis de estiércol incorporada a un nivel de significancia de 0.047 (ver tabla 22). Por el contrario, la

variación de este parámetro entre octubre 97 y octubre 98 no muestra relación con el nivel de estiércol. Este efecto de las dosis altas de estiércol deja de observarse en las muestras de octubre 98, dado que otros factores tales como los climáticos influyen sobre el contenido en sales a largo plazo.

Los valores de sodio soluble (tabla 18 y figura 9) permiten ver un aumento del contenido en este catión en el transcurso de la primera campaña agrícola. Una vez que se ha alcanzado este máximo, el contenido en sodio de las parcelas donde se han incorporado 0 y 5 tn/ha de estiércol tiende a disminuir, mientras que en aquellas parcelas donde se ha colocado mayores dosis de estiércol, observamos fluctuaciones estacionales, con valores mayores en abril 99. El análisis de covarianza realizado permite indicar que el nivel de estiércol incorporado no afecta la diferencia en la concentración de sodio, ni entre octubre 97 y mayo 98, ni entre octubre 97 y octubre 98.

Para el potasio soluble, puede observarse en la tabla 19 y figura 10, una tendencia hacia la disminución en todas las parcelas. Debe observarse sin embargo, que en la primera campaña agrícola estudiada, se observa un efecto de la cantidad de materia orgánica incorporada sobre la concentración de potasio soluble detectada. Este efecto es negativo, dos posibles explicaciones pueden ser sugeridas para esta aparente paradoja. Es posible que a mayor abonado, los cultivos hayan realizado una extracción mayor de nutrientes y por tanto de potasio. Según Haby et al. 1990, la disminución de este catión es más rápida en suelos fertilizados que en los que no han sufrido fertilización. El mismo autor señala que las heladas y los cambios de contenido en humedad pueden llevar a una liberación de potasio fijado en las arcillas, pudiendo esta ser un causa para los aumentos de contenido en potasio registrados en algunas parcelas. En las siguientes campañas agrícolas, la disminución del potasio soluble es continuo y puede ser atribuido al consumo por los cultivos.

Para calcio soluble, como se observa en la tabla 20 y figura 11, se repite el patrón de fluctuaciones observadas en suka kollus. Los valores en tiempos de cosecha son mayores que en tiempo de siembra. Los niveles más altos se observan para la cosecha de abril 99, permitiendo explicar parcialmente el aumento en conductividad eléctrica observado en ese período. El análisis de covarianza permite indicar la ausencia de un efecto del nivel de estiércol incorporado sobre la concentración de calcio soluble.

En cuanto al magnesio soluble, los valores tienden a aumentar hasta abril 99, mostrando ligeras fluctuaciones estacionales. Para una incorporación de 15 y 20 toneladas por hectárea de guano, se alcanzan valores máximos en abril 99. Puede observarse que a partir de esa fecha, los valores en cuanto a magnesio soluble descienden fuertemente hasta niveles similares a los iniciales. La influencia de la cantidad de estiércol incorporado puede considerarse no significativa sobre la variación de este parámetro entre octubre 97 y mayo 98 y entre octubre 97 y octubre 98.

En la matriz de correlación para los parámetros de pampa, puede observarse que en este sistema no existe correlación entre el número de bloque y los parámetros estudiados. Por tanto, no se tiene un caso de variabilidad espacial sistemática que sea muy marcada. Se observa que al igual que en suka kollus, el calcio es dependiente del tiempo de muestreo, debiendo por tanto tenerse en cuenta este factor para la interpretación de datos respecto a este catión. La conductividad eléctrica se correlaciona en forma directa con los cationes calcio y magnesio. Al contrario de lo que sucede en el sistema suka kollus, se observa que existe correlación entre las concentraciones de calcio, sodio y magnesio, ilustrándose las dinámicas diferentes que tienen los suelos en ambos casos estudiados.

Los valores de cationes solubles reportados para pampa en cada fecha de muestreo son en general más bajos que los reportados para suka

Tabla 16: Evolución del pH en pampa (Desv st = desviación estandard).

Toneladas Estiércol/ha	BLOQUE			PH			
	Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00	
0	4	7.61	7.22	7.27	7.55	7.38	8.20
	5	7.88	8.10	7.56	7.73	7.71	7.98
	6	7.77	7.31	7.13	7.44	7.32	7.38
	Promedio	7.75	7.54	7.32	7.57	7.47	7.85
	Desv st	0.14	0.48	0.22	0.15	0.21	0.42
5	4	7.85	7.33	7.35	7.26	7.82	7.29
	5	7.51	8.24	7.91	8.11	8.04	8.38
	6	7.74	7.33	6.97	7.27	7.20	7.42
	Promedio	7.70	7.63	7.41	7.55	7.69	7.70
	Desv st	0.17	0.53	0.47	0.49	0.44	0.60
15	4	7.20	7.78	7.59	7.86	8.05	7.98
	5	7.89	7.93	7.64	7.51	7.37	8.13
	6	7.10	7.86	7.69	7.81	7.88	7.93
	Promedio	7.40	7.86	7.64	7.73	7.77	8.01
	Desv st	0.43	0.08	0.05	0.19	0.35	0.10
20	4	7.47	7.72	7.51	7.77	7.56	8.05
	5	7.73	7.45	7.37	7.69	7.69	8.07
	6	7.28	8.03	7.80	8.01	7.68	8.16
	Promedio	7.49	7.73	7.56	7.82	7.64	8.09
	Desv st	0.23	0.29	0.22	0.17	0.07	0.06

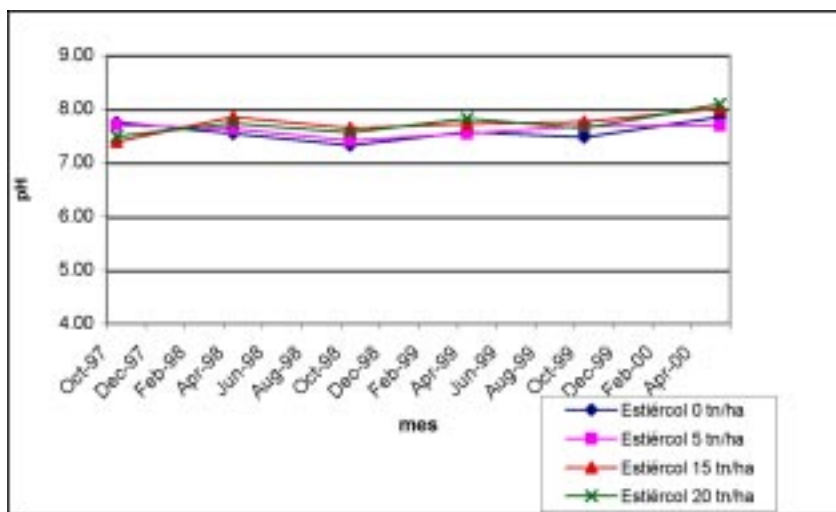


Fig. 7: Evolución del pH en pampa.

Tabla 17: Evolución de la conductividad eléctrica en pampa (Desv st = desviación estandard).

Toneladas Estiércol/ha	BLOQUE	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/cm)					May-00
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	
0	4	1.68	1.61	2.09	2.45	2.31	1.19
	5	1.79	2.06	2.81	3.46	3.78	2.04
	6	1.73	1.79	3.56	4.28	1.82	1.71
	Promedio	1.73	1.82	2.82	3.40	2.64	1.65
	Desv st	0.06	0.23	0.74	0.92	1.02	0.43
5	4	1.88	1.83	2.05	2.04	2.41	1.20
	5	1.80	1.98	2.28	2.15	2.07	1.25
	6	2.82	3.22	3.01	5.58	3.41	1.69
	Promedio	2.17	2.34	2.45	3.26	2.63	1.38
	Desv st	0.57	0.76	0.50	2.01	0.70	0.27
15	4	1.50	2.11	1.78	2.86	1.77	1.40
	5	1.80	1.77	3.99	3.80	2.71	1.75
	6	2.61	2.92	2.57	5.57	2.90	1.67
	Promedio	1.97	2.27	2.78	4.08	2.46	1.61
	Desv st	0.57	0.59	1.12	1.38	0.61	0.18
20	4	1.38	2.27	1.82	3.00	2.66	1.92
	5	1.59	1.73	2.88	2.97	3.66	2.20
	6	1.74	2.63	1.91	2.26	1.60	1.04
	Promedio	1.57	2.21	2.20	2.74	2.64	1.72
	Desv st	0.18	0.45	0.59	0.42	1.03	0.61

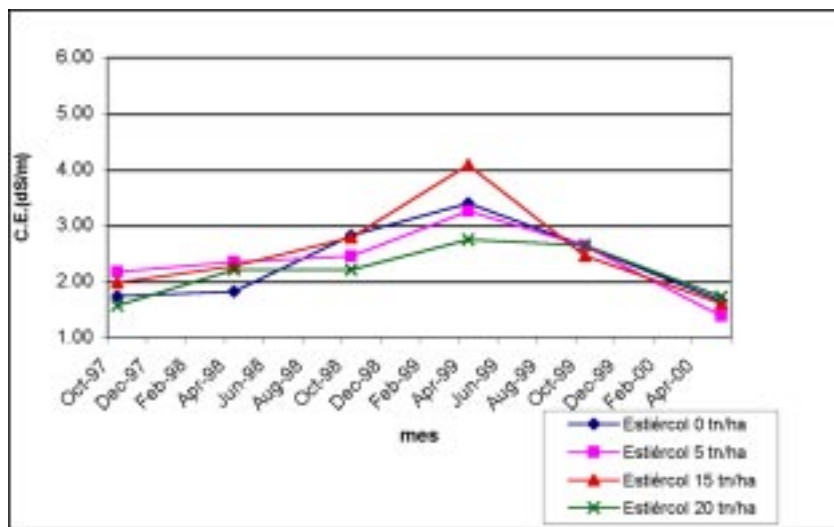
**Fig. 8: Evolución de la conductividad eléctrica en pampa.**

Tabla 18: Evolución del sodio soluble en pampa (Desv st = desviación estandard).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	SODIO SOLUBLE (meq/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	4	0.74	0.65	0.52	1.28	0.42	0.41
	5	1.00	1.61	1.43	0.59	1.23	0.85
	6	0.78	1.00	1.08	0.57	0.34	0.51
	Promedio	0.84	1.09	1.01	0.81	0.66	0.59
	Desv st	0.14	0.48	0.46	0.41	0.49	0.23
5	4	0.91	0.80	0.44	1.03	0.51	0.45
	5	0.83	1.33	0.79	0.70	0.67	0.62
	6	1.39	2.09	1.33	0.40	1.03	0.50
	Promedio	1.04	1.41	0.85	0.71	0.74	0.52
	Desv st	0.30	0.65	0.45	0.31	0.27	0.09
15	4	0.70	1.54	0.82	2.97	0.49	0.54
	5	1.65	1.15	1.50	0.61	0.88	0.00
	6	1.13	2.46	0.75	0.54	0.88	0.69
	Promedio	1.16	1.72	1.02	1.37	0.75	0.41
	Desv st	0.48	0.67	0.42	1.38	0.23	0.36
20	4	0.43	1.46	0.69	1.28	0.58	0.19
	5	0.78	0.93	0.87	1.42	1.01	0.86
	6	1.00	1.76	0.74	0.54	0.53	0.52
	Promedio	0.74	1.38	0.77	1.08	0.71	0.52
	Desv st	0.29	0.42	0.10	0.47	0.26	0.33

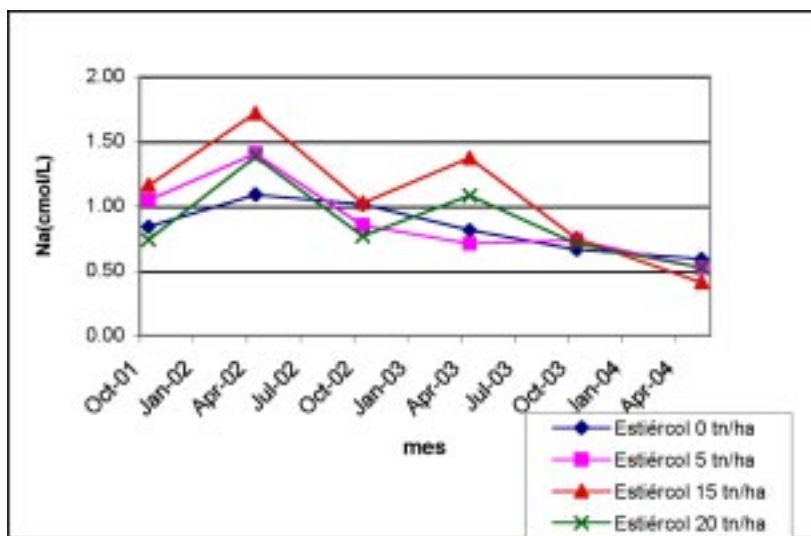


Fig. 9: Evolución del sodio soluble en pampa.

Tabla 19: Evolución del potasio soluble en pampa (Desv st = desviación estandard).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	POTASIO SOLUBLE (meq/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	4	0.08	0.13	0.02	0.03	0.01	0.01
	5	0.21	0.23	0.04	0.03	0.01	0.01
	6	0.21	0.33	0.05	0.04	0.01	0.02
	Promedio	0.16	0.23	0.04	0.03	0.01	0.01
	Desv st	0.07	0.10	0.02	0.01	0.00	0.01
5	4	0.05	0.23	0.04	0.02	0.01	0.01
	5	0.13	0.08	0.01	0.03	0.01	0.01
	6	0.08	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01
	Promedio	0.09	0.17	0.02	0.02	0.01	0.01
	Desv st	0.04	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00
15	4	0.26	0.10	0.01	0.03	0.00	0.01
	5	0.08	0.03	0.04	0.03	0.01	0.01
	6	0.10	0.09	0.02	0.03	0.01	0.01
	Promedio	0.15	0.07	0.02	0.03	0.01	0.01
	Desv st	0.10	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
20	4	0.18	0.12	0.01	0.02	0.01	0.01
	5	0.05	0.08	0.02	0.03	0.01	0.01
	6	0.26	0.06	0.01	0.06	0.01	0.01
	Promedio	0.16	0.09	0.02	0.04	0.01	0.01
	Desv st	0.10	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00

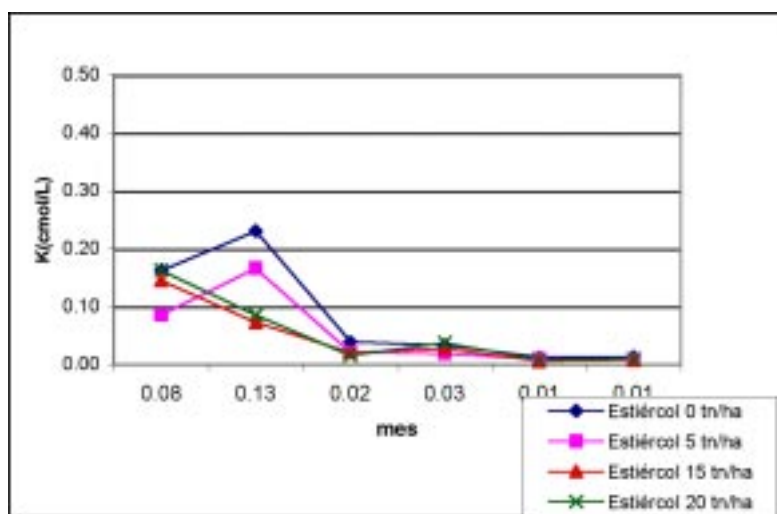
**Fig. 10: Evolución del potasio soluble en pampa.**

Tabla 20: Evolución del calcio soluble en pampa (Desv st = desviación estandar).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	CALCIO SOLUBLE (meq/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	4	0.48	0.86	0.45	1.49	0.43	0.38
	5	0.55	0.81	0.86	1.66	0.90	0.72
	6	0.53	0.84	0.85	2.12	0.37	0.76
	Promedio	0.52	0.84	0.72	1.76	0.57	0.62
	Desv st	0.04	0.02	0.23	0.33	0.29	0.21
5	4	0.48	1.01	0.42	1.47	0.38	0.47
	5	0.55	0.68	0.37	2.14	0.44	0.31
	6	0.85	1.50	1.04	0.65	0.81	0.61
	Promedio	0.63	1.06	0.61	1.42	0.54	0.46
	Desv st	0.20	0.41	0.37	0.74	0.23	0.15
15	4	0.56	0.83	0.27	1.77	0.18	0.38
	5	0.56	0.70	0.92	2.18	0.61	0.59
	6	1.01	1.26	0.46	1.66	0.70	0.54
	Promedio	0.71	0.93	0.55	1.87	0.49	0.50
	Desv st	0.26	0.30	0.33	0.27	0.28	0.11
20	4	0.51	1.00	0.30	1.48	0.33	0.66
	5	0.27	0.60	1.03	1.15	0.79	0.90
	6	0.54	1.17	0.51	0.59	0.32	0.30
	Promedio	0.44	0.92	0.61	1.07	0.48	0.62
	Desv st	0.15	0.29	0.38	0.45	0.27	0.30

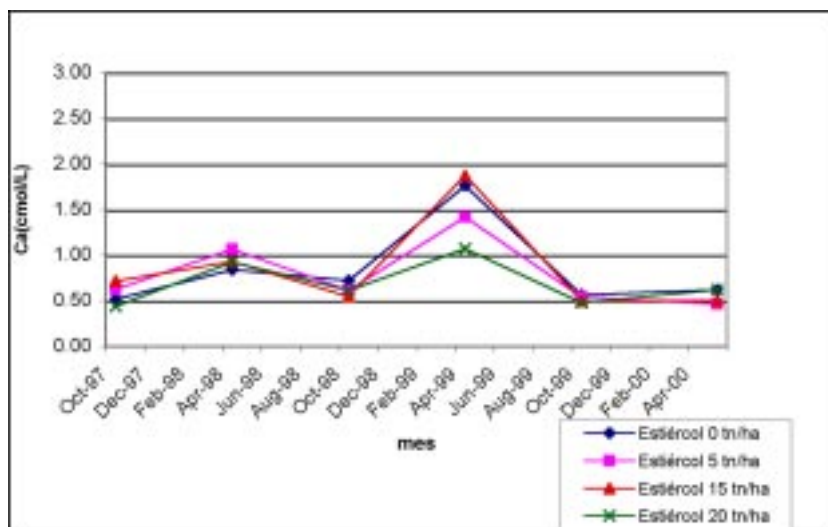


Fig. 11: Evolución del calcio soluble en pampa.

kollus. Esto puede ser atribuido en parte a la diferencia de régimen hídrico entre ambos sistemas puesto que en el sistema suka kollus, la presencia de los canales de agua da lugar a una humedad continua en los suelos de los camellones, favoreciendo la evapotranspiración y por tanto el ascenso de sales. Según Richards (1994) la salinización de los suelos tiene lugar cuando la napa freática se encuentra a poca profundidad. Debe resaltarse, sin embargo, que el porcentaje de sodio soluble es en general menor en los suelos de los camellones estudiados que en los suelos de pampa, siendo por tanto las cantidades relativas de cationes más favorables en sistema suka kollus.

4) Evolución cationes intercambiables

Los valores promedio para los cationes intercambiables en el sistema suka kollus pueden ser observados en la tabla 23 y la figura 13. Puede evidenciarse que el calcio y el magnesio son predominantes en el complejo de cambio, siendo muy bajo el contenido en sodio y potasio (menor a 1 cmol/Kg). Se esperaría encontrar una relativa constancia en la suma de los cationes en las diferentes fechas de muestreo. Puede verse, sin embargo un descenso importante en octubre 98 y una ascenso mayor en abril 99 que pueden ser debidos a efectos de muestreo.

Para el sistema pampa, la tabla 24 y la figura 14 evidencian que, al igual que en los suelos de suka kollus, predominan en el complejo de cambio el calcio y el magnesio. Los valores obtenidos para sodio intercambiable y potasio intercambiable son en general menores a 1 cmol/Kg. La figura 14 muestra que la suma de los cationes es relativamente constante en los primeros tres muestreos. El muestreo de abril 99 muestra valores menores, existiendo posiblemente una subestimación del catión calcio. Es interesante observar que existen fluctuaciones en cuanto a las cantidades relativas de calcio y magnesio. En las muestras de abril 98, se observa un desplazamiento de

una parte del magnesio intercambiable por calcio.

Para los cationes de cambio no se ha observado influencia de la cantidad de estiércol incorporada en ninguno de los dos sistemas, exceptuando el caso del potasio en suka kollus. En este sistema, el potasio intercambiable muestra dependencia positiva con el tratamiento aplicado. El potasio puede ser fijado por las arcillas en forma intralaminar de tal forma que se impide su intercambio por otros cationes Tan 2000. Es de esperarse la fijación luego del agregado de fertilizantes o abonado y una liberación posterior para el consumo por los cultivos (Haby et al. 2000). Este fenómeno no se observa en pampa, donde los suelos y microclima aparentemente favorecen menos el fenómeno de fijación.

Se espera que los valores correspondientes a cationes intercambiables presenten pocas fluctuaciones en el tiempo, en comparación con los cationes solubles, dado que corresponden al número de sitios de intercambio presentes en el complejo coloidal. Esto puede observarse en el caso de Pampa, donde la suma de cationes da lugar a valores cercanos a 20 meq/100 gss para los primeros tres muestreos. En el último muestreo, la cantidad de calcio se halla aparentemente subestimada. Para el caso de suka kollus, se observa muy poca estabilidad en cuanto a los valores reportados para cationes intercambiables.

La predominancia de los cationes divalentes en la solución de suelo, implica asimismo que estos cationes predominan en el complejo de cambio, tal como se observa en los valores obtenidos para cationes intercambiables. Según Richards (1994), solamente en casos en que la cantidad de sodio supere el 50% de los cationes de la solución suelo, desplaza significativamente a los demás cationes del complejo de cambio. El mismo autor indica que la presencia de calcio y magnesio permite que los suelos conserven una buena estructura física. La presencia de cationes divalentes contrarresta los efectos que pueda tener un aumento de

Tabla 21: Evolución del magnesio soluble en Pampa (Desv st = desviación estandar).

Toneladas estiércol/ha	BLOQUE	MAGNESIO SOLUBLE (meq/l)					
		Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99	Oct-99	May-00
0	4	0.31	0.50	0.64	1.53	0.48	0.40
	5	0.33	0.73	1.50	0.57	0.88	0.76
	6	0.33	0.65	1.48	1.01	0.40	0.68
	Promedio	0.33	0.63	1.21	1.04	0.58	0.61
	Desv st	0.01	0.12	0.49	0.48	0.26	0.19
5	4	0.40	0.63	0.54	1.15	0.58	0.37
	5	0.35	0.69	0.67	0.64	0.47	0.38
	6	0.85	1.50	1.04	0.65	0.81	0.61
	Promedio	0.53	0.94	0.75	0.81	0.62	0.45
	Desv st	0.28	0.49	0.26	0.29	0.17	0.14
15	4	0.25	0.85	0.48	2.37	0.33	0.35
	5	0.33	0.54	1.56	0.73	0.60	0.62
	6	0.77	1.29	0.85	0.81	0.65	0.61
	Promedio	0.45	0.90	0.96	1.30	0.53	0.53
	Desv st	0.28	0.38	0.55	0.92	0.18	0.16
20	4	0.23	0.92	0.45	1.43	0.45	0.74
	5	0.27	0.60	1.03	1.15	0.79	0.90
	6	0.54	1.17	0.51	0.59	0.32	0.30
	Promedio	0.35	0.90	0.66	1.06	0.52	0.65
	Desv st	0.17	0.28	0.32	0.43	0.25	0.31

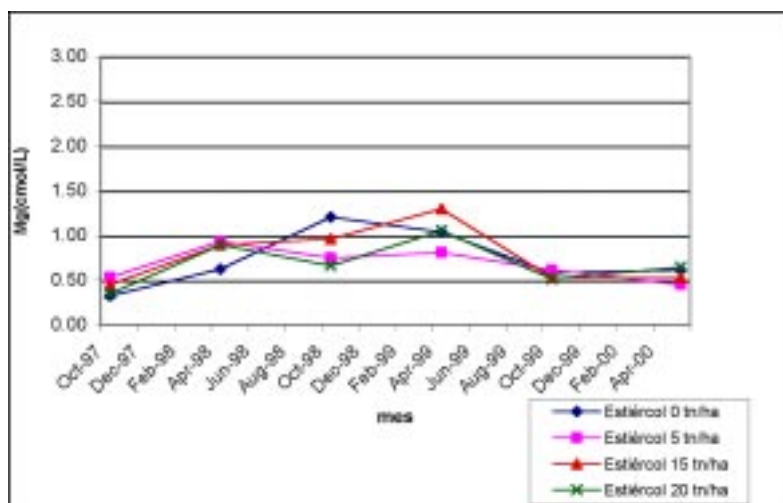


Fig. 12: Evolución del magnesio soluble en suka kollus.

Tabla 22: Resumen del análisis de covarianza: Significancia para la influencia del nivel de estiércol sobre la variación del pH, conductividad eléctrica y cationes solubles.

Parámetro	Significancia para la variación entre octubre 1997 y mayo 1998	Significancia para la variación entre octubre 1997 y octubre 1998
pH	.171	.111
C.E.	.047	.772
Na	.325	.695
K	.037	.431
Ca	.342	.099
Mg	.095	.277

Tabla 23: Evolución de cationes intercambiables en suka kollus.

Catión (cmol/Kg)	Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99
Na	0.49	0.16	0.19	0.54
K	0.23	0.30	0.18	0.36
Ca	6.57	7.75	5.45	11.58
Mg	2.42	1.56	1.20	2.56

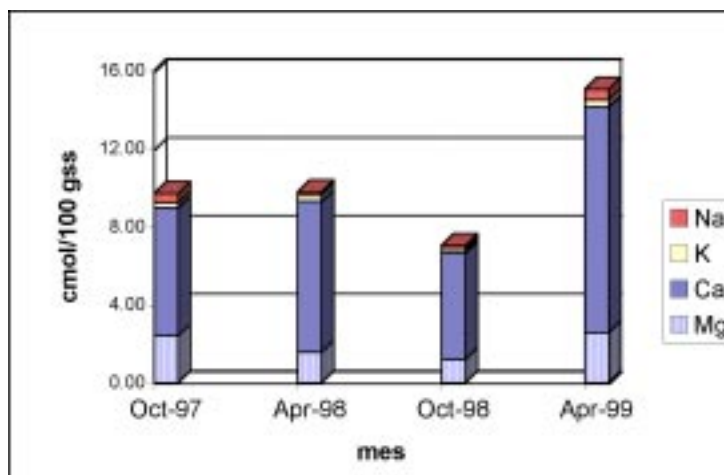


Fig. 13: Cationes intercambiables en suka kollus.

Tabla 24: Evolución de cationes intercambiables en pampa.

Cation(cmol/Kg)	Oct-97	Abr-98	Oct-98	Abr-99
Na	0.16	0.10	1.15	0.04
K	0.27	0.16	0.18	0.19
Ca	5.80	8.62	5.87	4.95
Mg	4.37	1.82	4.20	2.03

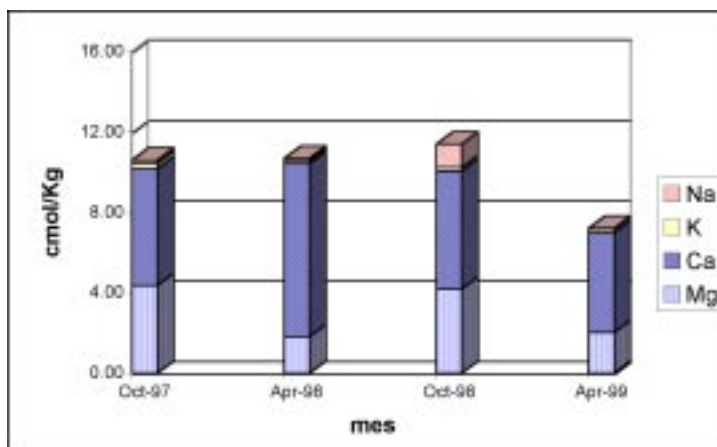


Fig. 14: Cationes intercambiables pampa.

sodio tales como la dispersión de partículas y la reducción de la permeabilidad hidráulica.

Conclusiones

Los suelos bajo sistema de suka kollus, en casos de presencia permanente de agua en los canales, pueden sufrir procesos de salinización debido a un pronunciado ascenso de sales. Sin embargo, un manejo de este sistema, donde se consideren inundaciones periódicas y un adecuado drenaje puede permitir un lavado de las sales para favorecer los cultivos.

Las variaciones temporales observadas implican que, en particular para el catión calcio y en menor medida para el sodio, los muestreos deben hacerse en la misma temporada para fines de diagnóstico y manejo de la salinidad.

Estas fluctuaciones evidencian asimismo que las primeras lluvias y la preparación del suelo permiten reducir la concentración del calcio, probablemente favoreciendo el desarrollo de los estadios iniciales de las plántulas.

La predominancia de cationes divalentes tanto en la solución de suelo como en el complejo de cambio, permite indicar que los suelos estudiados tienen poca probabilidad de deterioro físico por efecto de sodicidad.

El aumento de la conductividad eléctrica con la cantidad de estiércol incorporado, registrado en el caso de las parcelas de pampa, debe ser tomado en cuenta al realizar la planificación del abonado para nuevas campañas agrícolas. En algunos casos puede ser recomendable un proceso de descomposición previa del estiércol.

Un correcto manejo del drenaje en el caso de suka kollus, así como la elección de cultivos poco sensibles a la salinidad pueden contribuir a una producción sostenida en los suelos estudiados.

Para la pampa, en caso que se considere implementar sistemas de irrigación para el mejor aprovechamiento de los suelos, debe tomarse en cuenta la dinámica de cationes estudiada, para evitar aumentos excesivos de salinidad.

Agradecimientos

Este estudio pudo ser realizado gracias al apoyo financiero de PROSUKO. Las lecturas en absorción atómica fueron realizadas por el personal del Laboratorio de Calidad Ambiental del Instituto de Ecología. Los auxiliares de la Unidad de Suelos del Instituto de Ecología colaboraron en el muestreo, preparación de muestras y apoyo en realización de análisis.

Referencias

- Black, C. A. 1965. Methods of soil analyses. Part 1. American Society of Agronomy, Madison, Wiconsin. 5 aimp. 1979. 1572 p.
- Cochrane, T. T. & R. G. Barber. 1993. Análisis de suelos y plantas tropicales. CIAT, Santa Cruz. 226 p.
- Dewis, J. & F. Freitas. 1984. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Boletín de Suelos de la FAO N° 10. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma.
- Durán, A. 1992. Habilitación de terrenos no aptos para la agricultura mediante la construcción de camellones en la región de Caquiaviri. pp. 49-80. En Palao, J. (eds.) Avances de Investigación sobre la Tecnología de Waru Waru. I. Infraestructura. PIWA, Puno.
- Erickson, C. 1988. An archaeological investigation of raised field agriculture in Lake Titikaka basin of Perú. Tesis. Univ. de Illinois, Urbana-Champaign.
- FAO. 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Servicio de Fomento y Conservación de Recursos de Suelos. Dirección de Fomento, Tierras y Aguas. Roma. 70 p.
- Greenberg, A. E., L. S. Clesceri & A.D. Eaton. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater (18^{va} Ed.). American Public Health Association. Washington D.C.
- Haby, V. A., M.P. Russell & E. O. Skogley. 1990. Testing soils for Potassium, Calcium & Magnesium. pp. 181-228. En Westerman, R. (ed.). Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America. Wiconsin.
- Morales, I., P. Amurrio & C. Ruiz. 1997. Estudio de la salinidad en los sistemas suka kollus y pampa en el transcurso de una campaña agrícola, localidad Aygachi. Ecología en Bolivia, 30: 75-89.
- Orsag V., E. Quino, R. Rocha, I. Calisaya & P. Molina. 1992. Cambios de algunas características físicas y químicas en los suelos de los suka kollus, construidos en zonas no tradicionales del altiplano central de Bolivia. 151-172. En Palao, J. (eds.) Avances de Investigación sobre la tecnología de Waru Waru. I. Infraestructura. PIWA. Puno. Perú.
- Richards, L. A. 1994. Suelos salinos y sódicos. Limusa. Balderas. 160 p.
- Rhoades, J. D. & S. Miyamoto. 1990. Testing soils for salinity and sodicity. pp. 299-236. En Westerman, R. (ed.) Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America. Wiconsin.
- Steel, R. & J. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos Segunda edición. Mc.Graw Hill. México.
- Tan, K. 2000. Environmental soil science. Marcel Dekker Inc. Nueva York. 2^{da} edición. 452 p.
- Thompson, L. M. 1980. Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté S.A. España. 649 p.
- Villarreal, J. A. 1988. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos de laboratorio. AGRUCO. Cochabamba, Bolivia. 34 p.

Artículo manejado por: Vladimir Orsag

Recibido en: Julio de 2001.

Aceptado en: Mayo de 2002.

Anexo

Matriz de correlación suka kollus

		TIEMPO	BLOQUE	PH	CE	Na	K	Ca	Mg
TIEMPO	Correlación de Pearson	1.000	.000	.014	-.187	.000	-.211	.658	.107
	Significacia (2 colas)	.	1.000	.906	.116	.998	.075	.000	.370
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
BLOQUE	Correlación de Pearson	.000	1.000	-.762	-.341	-.531	.043	.095	-.509
	Significacia (2 colas)	1.000	.	.000	.003	.000	.722	.427	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
PH	Correlación de Pearson	.014	-.762	1.000	.239	.419	.068	-.043	.334
	Significacia (2 colas)	.906	.000	.	.043	.000	.573	.720	.004
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
CE	Correlación de Pearson	-.187	-.341	.239	1.000	.734	-.225	.055	.843
	Significacia (2 colas)	.116	.003	.043	.	.000	.058	.647	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
SODIO	Correlación de Pearson	.000	-.531	.419	.734	1.000	.126	.233	.813
	Significacia (2 colas)	.998	.000	.000	.000	.	.292	.048	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
POTASIO	Correlación de Pearson	-.211	.043	.068	-.225	.126	1.000	.167	-.309
	Significacia (2 colas)	.075	.722	.573	.058	.292	.	.161	.008
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
CALCIO	Correlación de Pearson	.658	.095	-.043	.055	.233	.167	1.000	.191
	Significacia (2 colas)	.000	.427	.720	.647	.048	.161	.	.109
	N	72	72	72	72	72	72	72	72
MAGNESIO	Correlación de Pearson	.107	-.509	.334	.843	.813	-.309	.191	1.000
	Significacia (2 colas)	.370	.000	.004	.000	.000	.008	.109	.
	N	72	72	72	72	72	72	72	72

Matriz de correlación pampa

		TIEMPO	BLOQUE	PH	CE	Na	K	Ca	Mg
TIEMPO	Correlación de Pearson	1.000	.000	.295	.019	.165	.014	.524	.247
	Significacia (2 colas)	.	1.000	.012	.874	.172	.908	.000	.037
	N	72	72	72	72	70	72	72	72
BLOQUE	Correlación de Pearson	.000	1.000	-.062	.318	.070	.060	.205	.090
	Significacia (2 colas)	1.000	.	.605	.007	.563	.614	.083	.453
	N	72	72	72	72	70	72	72	72
PH	Correlación de Pearson	.295	-.062	1.000	-.223	.100	-.226	-.105	-.113
	Significacia (2 colas)	.012	.605	.	.059	.409	.057	.380	.343
	N	72	72	72	72	70	72	72	72
CE	Correlación de Pearson	.019	.318	-.223	1.000	.204	-.197	.608	.513
	Significacia (2 colas)	.874	.007	.059	.	.090	.096	.000	.000
	N	72	72	72	72	70	72	72	72
SODIO	Correlación de Pearson	.165	.070	.100	.204	1.000	.224	.336	.737
	Significacia (2 colas)	.172	.563	.409	.090	.	.063	.004	.000
	N	70	70	70	70	70	70	70	70
POTASIO	Correlación de Pearson	.014	.060	-.226	-.197	.224	1.000	.089	-.088
	Significacia (2 colas)	.908	.614	.057	.096	.063	.	.459	.461
	N	72	72	72	72	70	72	72	72
CALCIO	Correlación de Pearson	.524	.205	-.105	.608	.336	.089	1.000	.554
	Significacia (2 colas)	.000	.083	.380	.000	.004	.459	.	.000
	N	72	72	72	72	70	72	72	72
MAGNESIO	Correlación de Pearson	.247	.090	-.113	.513	.737	-.088	.554	1.000
	Significacia (2 colas)	.037	.453	.343	.000	.000	.461	.000	.
	N	72	72	72	72	70	72	72	72

* La Correlación es significativa al nivel 0.05 (2 colas)

** La Correlación es significativa al nivel 0.001 (2 colas)