



**ESTUDIO DE SUELO Y AGUA DE LA LOCALIDAD DE LOS ÁNGELES -  
CAPAYÁN – CATAMARCA**

***Ana Lilia Alurralde y Carlos S. Curchod***

Dirección Provincial de Agricultura, Dpto. Suelos – Cátedra de Edafología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Maestro Quiroga S/N. (4.700). E-mail: ani\_animal@hotmail.com

Recibido: 30/08/2013

Aceptado: 11/10/2013

---

**INTRODUCCIÓN**

Este estudio se realizó en el departamento Capayán, localidad Los Ángeles, Paraje “Las Juntas”, Provincia de Catamarca, con el objetivo de tratar de determinar la causa de muerte de animales, en especial de vacunos.

Se recorrió la zona tomando testimonios sobre los hechos sucedidos y en compañía de uno de los productores damnificados, se ubicó uno de los “lamederos” (sitio, generalmente barrancas, donde los animales lamen la tierra y extraen sales minerales) para realizar el trabajo de campo.

Se procedió a tomar muestras para análisis, las cuales comprendieron: dos muestras de agua y cuatro de suelo de los sitios A1 y A2, (Puntos de muestreos situados en las Imágenes satelitales).



FOTO 1: Imagen satelital A1 de la zona del estudio. Los Ángeles, Capayán, Catamarca-2013.

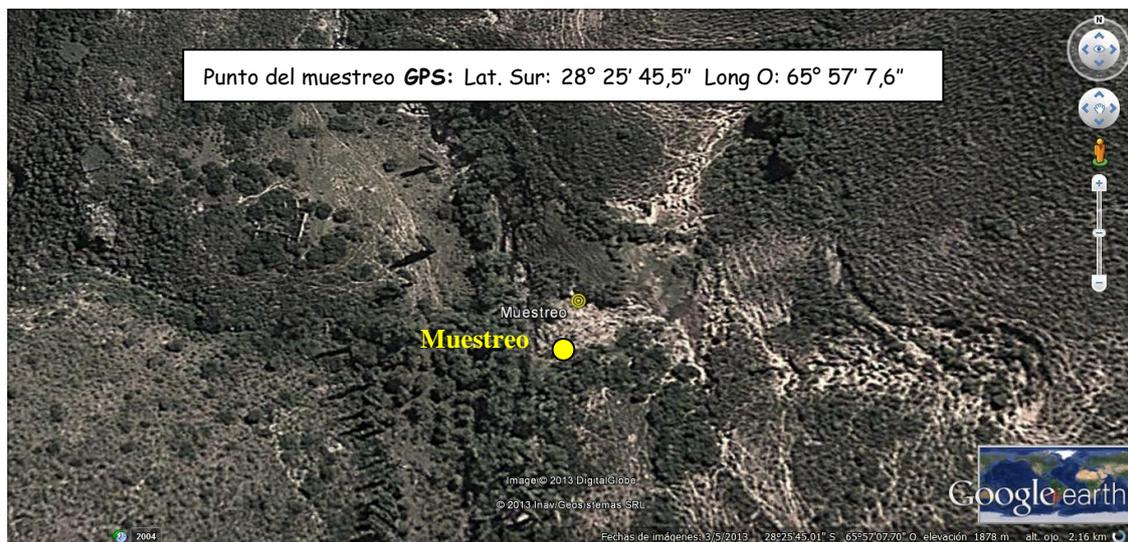
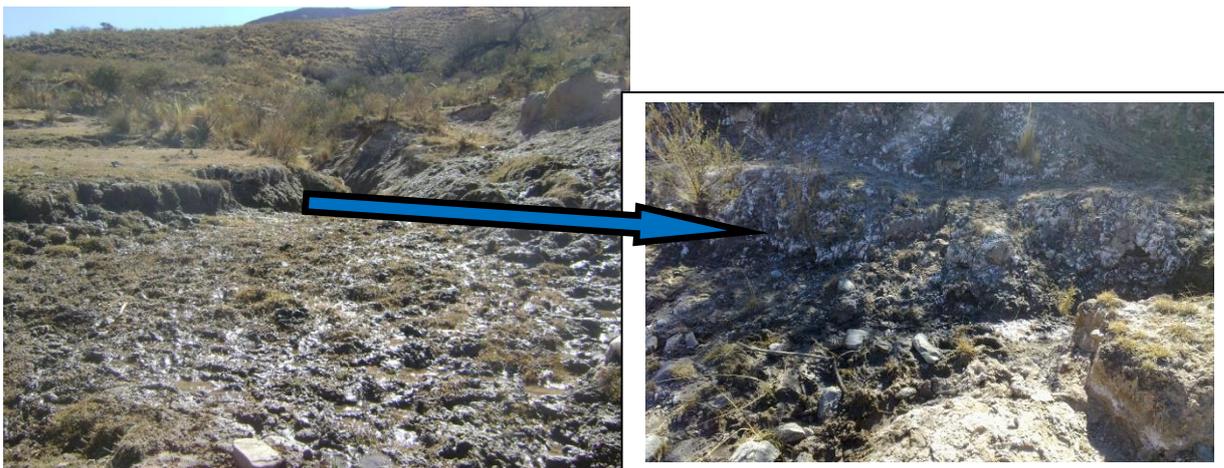


FOTO 2: Imagen satelital A2- Sector de lamederos. Altitud: 1.871 msnm.

Según los dichos de los productores afectados, la muerte de los vacunos y caprinos se produce en la época de sequía (entre mayo y agosto), una vez que los animales mal alimentados por la escasez de pasturas, lamen las laderas (Foto 3 y 4), atraídos por el sabor de la sal y seguidamente beben agua del río y transcurrido un tiempo de aproximado de 24 a 48 horas mueren súbitamente eliminando agua por nariz y boca. También comentan los afectados, que al faenar los animales, se observan “sus vísceras muy oscuras”.

Nuestra tarea es determinar el nivel y tipo de sales presentes en el suelo y el agua de vertiente, del sector identificado como una de las áreas del problema.



FOTOS 3 y 4: Lamederos con eflorescencias salinas

### Consideraciones y Antecedentes

Los minerales y sales que se encuentran en el agua y el suelo son compuestos inorgánicos necesarios para el desarrollo y producción animal. Los principales minerales que necesita un animal son: calcio, fósforo, sodio, potasio, cobre, hierro, zinc, azufre, cloro, yodo, cobalto y manganeso.

La variedad de minerales y sales que pueden estar presentes en el agua y el suelo es muy amplia, los más comunes son Sulfatos, Cloruros, Carbonatos y Bicarbonatos de calcio, Magnesio y Sodio.

**Sulfatos:** El sulfato de magnesio (Mg) o de sodio (Na), otorgan al agua propiedades purgantes y también el característico sabor amargo que para animales no adaptados puede ser una restricción seria.

Esta comprobado que con niveles relativamente bajos (aproximadamente 0,5 g/l de agua) se producen interferencias con la absorción de cobre (Cu) y tal vez también con el calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P).

Para animales adaptados, el valor máximo tolerable de sulfatos es de 4 g/l pero el sulfato de Na hasta 1 g/L favorece la digestión de celulosa y un mayor consumo de alimentos.

**Cloruros:** El cloruro de Na es una sal beneficiosa, le da al agua el sabor salado y se definen como "engordadoras" cuando se encuentran en niveles de aproximadamente 2 g/L, siempre y cuando los sulfatos no estén en exceso. Los cloruros de Ca y de Mg le dan gusto amargo y provocan diarrea.

**Carbonatos y Bicarbonatos:** No se conocen efectos negativos para la producción animal, pero su combinación con el Ca y Mg definen la dureza del agua

formando incrustaciones en las cañerías. La Dureza se define como la concentración total de iones de Ca y Mg expresados en forma de carbonatos de Ca ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) en g/l.

**Sodio:** Con respecto al Na hemos visto que forma la sal más beneficiosa y más común, el cloruro de Na (sal común) solamente si se encuentra en muy alta concentración (más de 15 g/l) produce efectos negativos.

**Potasio:** Por lo general el K se encuentra en muy pequeña cantidad, su concentración aumenta si el agua fluye por sedimentos de nitrato de potasa (fertilizante de origen natural) en cuyo caso el agua es muy tóxica por el nitrato y el exceso de K.

**Calcio:** Para Ca no se han dado límites de toxicidad, aunque como se vio antes le otorga dureza al agua.

**Magnesio:** El Mg es necesario en la alimentación del ganado bovino. En muchos pozos se encuentra en exceso, combinado con el sulfato otorgando al agua alta carga de sales totales y el sabor amargo característico. Se consideran límites máximos vacunos adultos 0,5 g/l.

El **Arsénico** y el **Flúor** por si mismos pueden definir la inaptitud del agua para consumo. Son elementos altamente tóxicos para animales y el hombre.

#### Determinaciones en agua:

#### MÉTODO

Las determinaciones analíticas en laboratorio, fueron:

- Potencial hidrógeno o pH, determinado en peachímetro;
- Conductividad eléctrica, con conductímetro;
- Sodio y Potasio, por fotometría en llama,
- Calcio y magnesio por titulación con EDTA;
- Cloruro, por el método de Mohor;
- Sulfato, método turbidimétrico,
- Carbonato y bicarbonato, por titulación con ácido sulfúrico.

Se calcularon: la relación de absorción de sodio (RAS), carbonato de sodio residual (CSR), total de sólidos disueltos (TSD) y dureza.

La primera muestra de agua fue recogida por escurrimiento y la segunda muestra, se recogió estancada por el mismo relieve y la textura del suelo (fotos 5 y 6).



FOTOS 5 y 6: Puntos de muestreos: agua de vertiente y agua estancada.

El análisis químico del agua de las muestras obtenidas de la zona de estudio se presenta en el cuadro 1.

CUADRO 1: Análisis químico de las dos muestras de agua.

M n°	1	2
<b>Característica</b>	Vertiente	Estancada
<b>C.E. <math>\mu\text{S/cm. a } 25^\circ \text{ C}</math></b>	820	1100
<b>RAS</b>	3,10	3,51
<b>pH</b>	8,2	7,4

	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l
<b>Ca<sup>++</sup></b>	2,8	55,79	2,88	57,72
<b>Mg<sup>++</sup></b>	3,5	43,19	4,99	60,70
<b>Na<sup>+</sup></b>	5,51	126,67	6,97	160,24
<b>K<sup>+</sup></b>	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
<b>B<sup>+++</sup></b>	x	x	x	x
<b>CO<sub>3</sub><sup>=</sup></b>	0,8	24,0	-	-
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	5,22	317,30	8,60	524,77
<b>SO<sub>4</sub><sup>=</sup></b>	1,22	58,77	0,87	41,67
<b>Cl<sup>-</sup></b>	2,10	74,45	2,55	90,40

<b>TDS (mg/l)</b>	524,80	704,00
<b>Dureza (CO<sub>3</sub>Ca ppm)</b>	317,97	395,14
<b>CO<sub>3</sub> Na<sub>2</sub> residual (meq/l)</b>	-	0,76

De acuerdo con la conductividad eléctrica y la relación de absorción de sodio (RAS), según la clasificación de Riverside, consideramos a las muestras (1 y 2) del tipo **C3S1**, es decir, "Medianamente salina" y "Baja peligrosidad sódica":

**C3:** Debe ser usada únicamente en suelos de moderada a buena permeabilidad. Para prevenir acumulaciones salinas peligrosas, es necesario aplicar regularmente riegos de lavaje. Deben elegirse cultivos de moderada a buena tolerancia a la salinidad.

**S1:** Puede usarse en casi todos los suelos sin peligro que el nivel de sodio intercambiable suba demasiado. Sin embargo, plantas muy sensibles al sodio pueden llegar a acumular cantidades nocivas de éste catión.

El pH en la muestra de vertiente es “Moderadamente alcalina” (7,9 - 8,4) y en la muestra estancada o aceitosa es “Levemente Alcalina” (7,4 – 7,8). El contenido de carbonato de sodio residual es inexistente en la primera y en la segunda es bajo, éste índice indica el riesgo de formación de carbonato de sodio en el suelo.

El total de sólidos disueltos en la muestra de vertiente es 0,52 meq/l y en la muestra de agua aceitosa es 0,70 meq/l.

En cuanto a la toxicidad por aniones, no existen problemas, ya que las concentraciones halladas están dentro de los valores considerados “aceptables”.

La dureza del agua expresada en ppm de CO<sub>3</sub> Ca, se la clasifica como “Medianamente dura” (210 – 320 ppm) en la muestra de vertiente y en la muestra aceitosa se clasifica como “Dura” (320 – 540 ppm).

En base a los datos analizados podemos clasificar a la primera muestra como **Aceptable**, mientras que la segunda **Dudosa para Riego**, con una moderada restricción de uso, por el nivel de bicarbonato existente.

***Para consumo animal:***

De acuerdo a la salinidad de las muestras tanto la de vertiente como la estancada se puede clasificar como muy satisfactoria, (1,5 – 5 dS/m). Apta para todas las clases de ganado y aves de corral. Pero puede provocar diarreas temporales al ganado no acostumbrado y excrementos acuosos en aves.

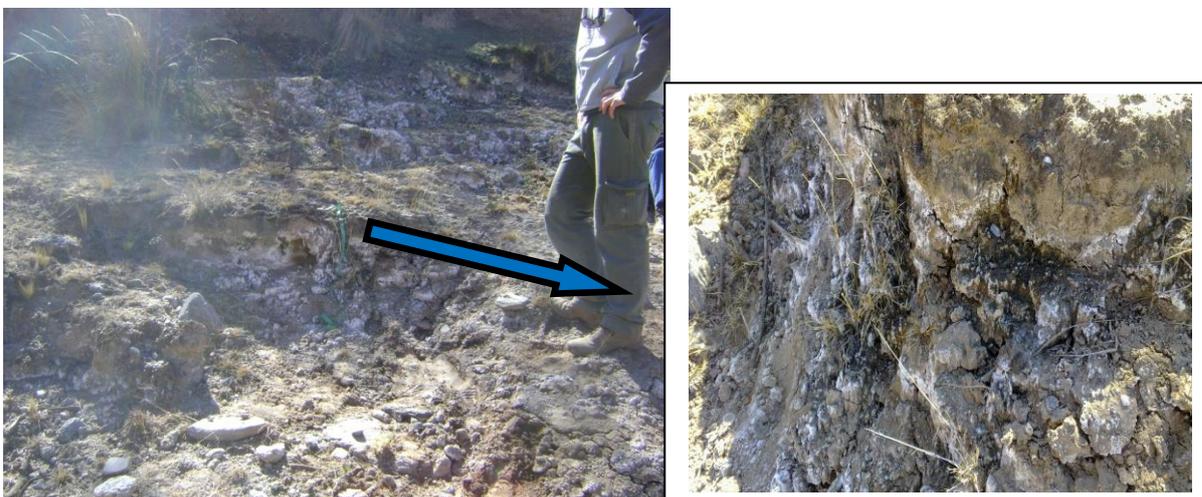
*Es fundamental completar este análisis con datos de elementos tóxicos, como ser el arsénico y flúor.*

**Determinaciones en suelo:****MÉTODO**

Las determinaciones analíticas en laboratorio, fueron:

- Textura, al tacto,
- Potencial hidrógeno o pH, determinado en peachímetro en una relación 1:2,5 en agua;
- Conductividad eléctrica, con conductímetro en el extracto de saturación;
- Sodio y Potasio, por fotometría en llama,
- Calcio y Magnesio por titulación con EDTA;
- Cloruro, por el método de Mohor;
- Sulfato, método turbidimétrico,
- Carbonato y bicarbonato solubles, por titulación con ácido sulfúrico;
- Estimación de carbonatos precipitados con aplicación de ácido Clorhídrico al 10%.

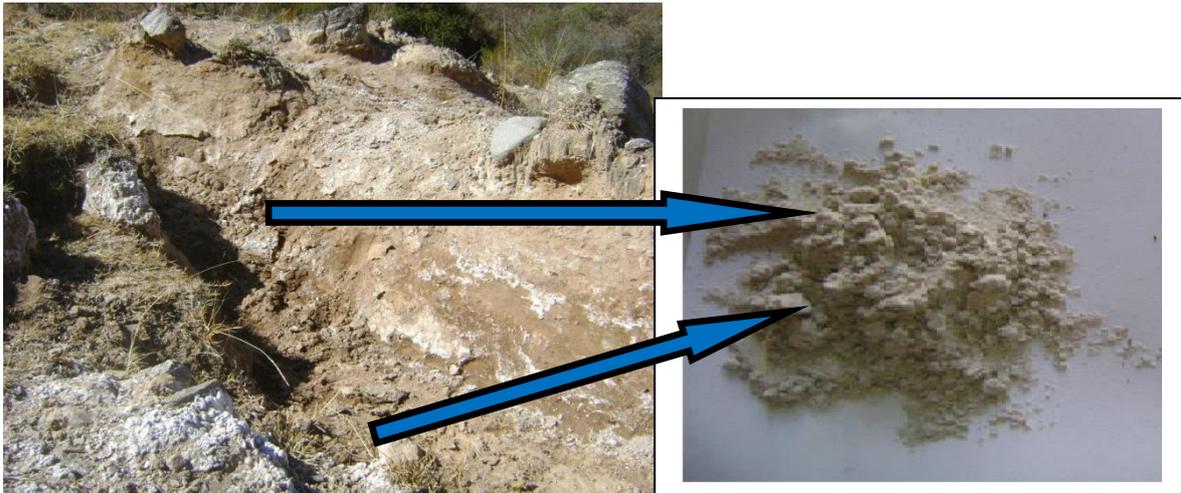
Se tomó la muestra 1 en una barranca, hasta aproximadamente 10 cm de profundidad, en la misma se observó material blancuzco en superficie (sales) y la muestra 2 de 10 a 25 cm de profundidad (Fotos 7 y 8).



FOTOS 7 y 8: Punto de muestreo de suelo en barranca, muestras 1 y 2.

La muestra 3 se tomó de la superficie del suelo donde se encontró abundante material fino completamente blanco (Fotos 9 y 10).

La muestra 4 se extrajo del sector donde se encontraba agua de vertiente estancada (Foto 11).



FOTOS 9 y 10: Punto de muestreo superficial de muestra 3 de material fino y blanquesino.



FOTO 11: Sitio con suelo de agua estancada. Punto de obtención de la muestra 4.

CUADRO 2: Determinaciones químicas en las cuatro muestras de suelo.

M n°	1	2	3	4
Descrip	Barranca	Barranca	Superficial	Tierra vertiente
Prof. (cm)	0- 10	10-25	0 - 10	0 - 10
Cond. Eléct (dS/m)	19,03	1,37	5,35	1,83
TSD (mg/l)	12.179,20	876,80	3.424,00	1171,20
RAS	121,3	4,2	29,9	1,6
pH	9,8	10,0	10,7	8,8
Clase Textural	Franco	Franco	FrAr	Fr-Lim
Carbonato CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> (%)	5	5	10	>10

	meq/l	mg/Kg	meq/l	mg/Kg	meq/l	mg/Kg	meq/l	mg/Kg
<b>Calcio</b> Ca <sup>++</sup>	14,4	288,6	2,3	46,2	9,6	192,4	8,6	173,1
<b>Magnesio</b> Mg <sup>++</sup>	24,0	291,8	7,3	88,7	33,6	408,6	7,1	86,3
<b>Sodio</b> Na <sup>+</sup>	168,0	3863,5	9,1	209,2	42,4	975,5	7,23	166,3
<b>Potasio</b> K <sup>+</sup>	4,2	165,9	0,4	15,8	0,76	29,8	0,87	34,2
<b>Carbonato</b> CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	-	-	1,0	30,0	-	-	1,0	30,0
<b>Bicarbonato</b> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11,0	671,2	4,5	274,6	12,0	732,2	1,0	61,0
<b>Sulfato</b> SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	55,5	2.664,6	4,55	218,4	19,4	931,2	6,93	332,5
<b>Cloruro</b> Cl <sup>-</sup>	118,5	4.200,8	10,5	372,2	26,5	939,4	4,0	141,8

Las muestras 1 y 2, correspondientes a la barranca, son de textura franca, es decir que presentan una proporción de arena, limo y arcilla muy equilibrada en cuanto a la capacidad de retener y perder agua y nutrientes en el suelo.

El pH o grado de acides del suelo da como resultado muy fuertemente alcalino (> 9) y estimativamente moderada presencia de carbonatos por la observación del grado de efervescencia al aplicar ácido clorhídrico al 10%.

En cuanto al contenido de sales en superficie, es alto, fuertemente salino (8-16 dS/m) disminuyendo enormemente a no salino (0- 2 dS/m) en la capa más profunda, al igual que el índice RAS (Relación de Absorción de Sodio), el cual es extremadamente alto en la superficie (> 13) y bajo en la segunda, éste índice indica la peligrosidad sódica que presenta la muestra.

La muestra 3 (fotos 9 y 10) presenta una textura Franco Arenosa fina, con un nivel de sales moderado (4 - 8 dS/m) y sodio muy alto (RAS > 13), pH extremadamente alcalino (Muy fuertemente alcalino), y abundante presencia de carbonatos.

La muestra 4 (foto 11) de textura franco limosa, es un material fino, eso explica el estancamiento del agua; presenta baja salinidad (0 -2 dS/m) baja sodicidad (RAS > 13) y abundante efervescencia por carbonatos.

## **CONCLUSIÓN**

Los resultados obtenidos en las muestras de agua, son muy satisfactorios, por lo tanto se descarta a ésta como el causante de la muerte de los animales.

En cuanto a los resultados del suelo y el análisis de la formación de sales solubles más probables, indican una preponderancia del cloruro de sodio y de magnesio en las muestras 1, 2 y 3; y sulfatos de sodio y de magnesio en las muestras 1 y 4.

Mientras que las sales de carbonatos (sales poco solubles) se encontraron especialmente en las muestras 3 y 4.

En éste caso pudimos determinar las sales más probables formadas en las muestras y su contenido en el suelo expresado en mg/kg, es decir, los gramos del elemento por kilo de tierra.

Si bien puede observarse que los niveles de iones no son tan elevados, al punto de producir intoxicación al ganado, no tenemos el dato de qué cantidad de esas sales consumieron los animales afectados. Así mismo los síntomas de los animales y la presencia de sales en el área, nos indica que es probable que la causa de muerte de animales sean éstas. No estamos en condiciones de confirmarlo, en primer lugar por lo que se dijo anteriormente, no sabemos qué cantidad de sales ingirieron los animales y en segundo y más importante, es sumamente necesaria la opinión de un médico veterinario que evalúe la situación.

Además, se sugiere completar el análisis químico del suelo con información de elementos pesados y/o tóxicos, tales como Arsénico y Flúor. Determinaciones que no se realizan en este Laboratorio.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Sr. Luis Bazán de la Agronomía de zona de la Dirección Provincial de Extensión Rural por trasladarnos la inquietud de esta problemática y solicitar este estudio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- *BAVERA, RODRÍGUEZ, BOCCO, BEGUET, SANCHEZ.* 1979. Aguas y aguadas. Ed. Hemisferio Sur S.A.
- *SUSANA CSEH.* 2003. Dpto. Producción Animal INTA Balcarce.

- *RICARDO SAGER. 2001. EEA San Luis.*
- *RICARDO L. SAGER. 2000. INTA E.E.A San Luis. Reedición de la Serie Técnica N° 126.*
- [www.elnuevodia.com.co/nuevodia/especiales/septimo-dia/150776-las-intoxicaciones-en-los-bovinos#sthash.qzSDcrGz.dpuf](http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/especiales/septimo-dia/150776-las-intoxicaciones-en-los-bovinos#sthash.qzSDcrGz.dpuf)
- [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)