



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

**EVALUACIÓN DE CAPACIDADES AMORTIGUADORA Y
NEUTRALIZANTE DE ÁCIDO
POR EL AGUA ALCALINA *ALKANATUR*®**

Prof. Dr. Pablo Campra Madrid. Doctor en Ciencias Químicas

Prof. Dr. Manuel Diaz López. Doctor en Ciencias Biológicas

Isabel María Agredano Pila. Graduado en Química e Ingeniería de Materiales

Grupo de Investigación UAL-AGR152 MODELIZACIÓN DIGESTIVA

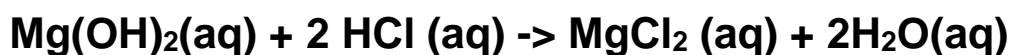
Almería, 9 de Mayo, 2019

OBJETIVO

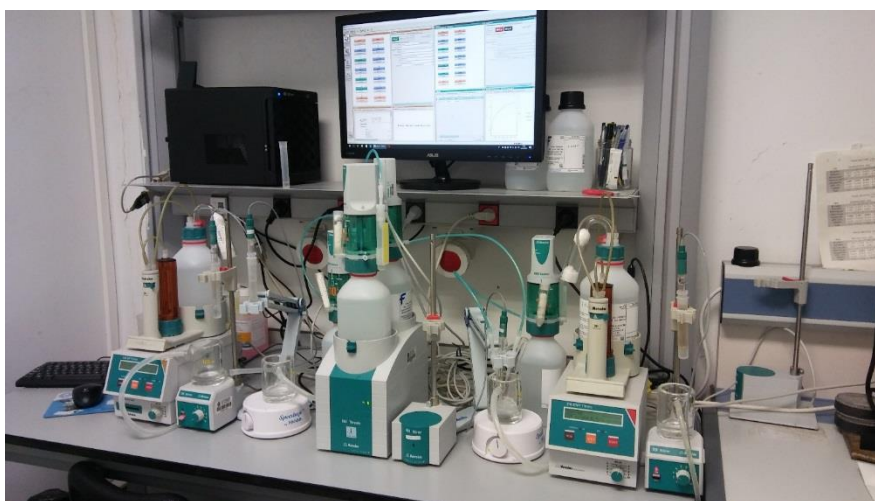
A propuesta de Alkanatur Drops SLU, se han llevado a cabo diversos ensayos automatizados de valoración ácido-base a partir de 3 muestras de aguas diferentes: agua ultra-destilada (MiliQ), y aguas minerales Neval y Lanjarón, filtradas con la jarra de agua alcalina *Alkanatur*. Se determinaron los parámetros clave que permiten valorar cuantitativamente las capacidades amortiguadora y neutralizadora de ácido del tratamiento alcalinizante, comparándolos con los controles necesarios de las mismas muestras antes del tratamiento.

METODOLOGIA

Se llevó a cabo una valoración ácido-base automatizada, añadiendo a las muestras de agua cantidades crecientes de HCl 0.1M. Idealmente (con agua ultra-destilada MiliQ y suponiendo que sólo se emplee magnesio puro en el filtro) la reacción de neutralización en las muestras tratadas sería la siguiente:



Se realizó con todas las muestras una titulación potenciométrica (Titulación/Valoración) de agua con HCl mediante equipo automático pH-STAT modelo 902 Titrande Metrohm.



Condiciones experimentales: HCl 0.1M - 20 ml Agua - Dosificación (Dinamic 10, Vmax: 1ml/min, Vmin: 10ul/min).

RESULTADOS

	Agua ultra-destilada (Milli Q)				Agua Neval				Agua Lanjarón			
	Control		Alkanatur		Control		Alkanatur		Control		Alkanatur	
	media	DS (\pm)	media	DS (\pm)	media	DS (\pm)	media	DS (\pm)	media	DS (\pm)	media	DS (\pm)
ORP (mV)	135	49	-222	4	204	6	-560	21	290	6	-631	16
Capacidad amortiguadora (M)	0,0005	1,06E-05	0,0029	0,0004	0,0009	0,0001	0,0033	8,49E-05	0,0008	0,0001	0,0034	8,13E-05
pH	8,09	2,83E-01	9,73	0,07	6,51	0,64	9,32	1,41E-02	5,97	0,02	9,45	1,13E-01
pKa	7,97	9,00E-02	8,71	0,04	6,22	0,29	8,33	4,00E-02	6,16	0	8,35	2,80E-01
V(ml) neutralización HCl 0,1M	0,111	1,41E-03	1,447	0,001	NA	NA	1,25	7,07E-03	NA	NA	1,315	9,19E-02

Tabla 1. CAPACIDADES AMORTIGUADORA Y NEUTRALIZANTE DE ACIDEZ. Valores comparativos de tres muestras de agua antes (control) y después de su paso por el filtro Alkanatur. (Desviación Estándar o DS estimada a partir de 2 repeticiones. NA = no se neutralizó por situarse el valor de partida $\text{pH} < 7$). **Leyenda:**

ORP = potencial de oxido-reducción en milivoltios. **Capacidad amortiguadora o tampón** = cantidad de ácido clorhídrico necesaria para bajar el pH en una unidad, medida en moles de ácido clorhídrico por litro de agua. **pKa** = fortaleza relativa de un ácido. **Volumen de neutralización** = cantidad de ácido clorhídrico 0,1M necesarios para bajar el pH de agua alcalinizada hasta neutralidad medido en mililitros. El volumen de referencia empleado en la tabla anterior son 20 ml. **DS** = desviación estándar

Seguidamente se presentan en figuras los valores de los parámetros principales antes y después del tratamiento **Alkanatur**, para los tres tipos de agua.

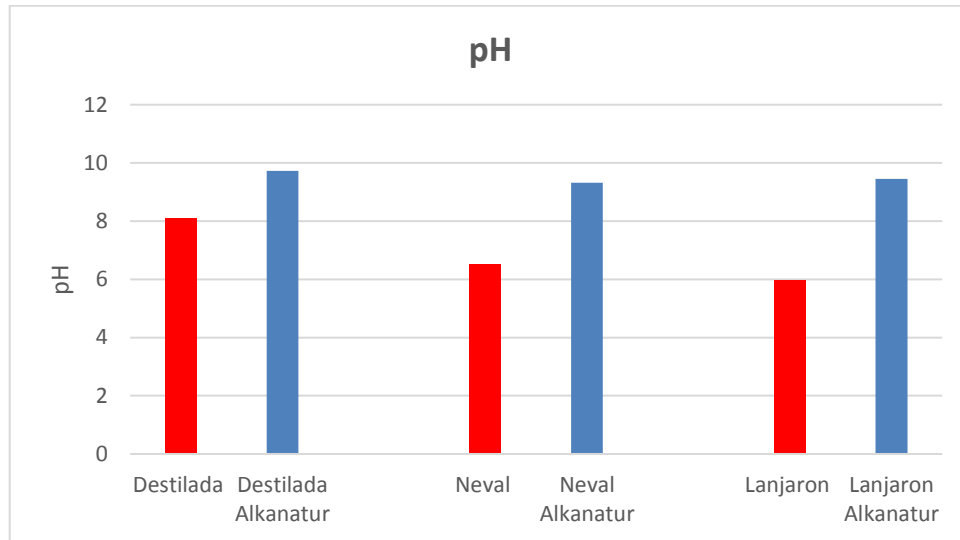


Figura 1: El gráfico representa el pH de tres tipos de agua antes y tras pasar por la jarra Alkanatur.

- **pH.** Partiendo de aguas minerales ligeramente ácidas (pH 6) el agua se alcalinizó tras pasar por la jarra **hasta un pH básico superior a 9** en las tres muestras.

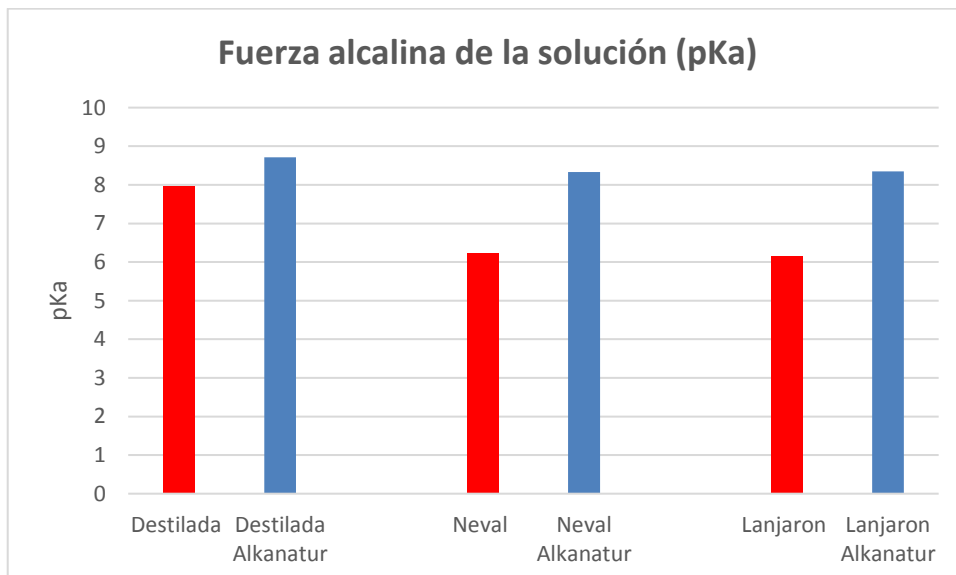


Figura 2: El gráfico representa el pKa de tres tipo de agua antes y tras pasar por la jarra Alkanatur.

- **pKa expresa la fortaleza relativa de un ácido.** Cambios pequeños de pK_a se asocian a grandes cambios de la constante de disociación K_a . A medida que el pK_a aumenta, la fuerza ácida decrece y aumenta la fuerza básica o alcalinizante

de la disolución. Un ácido será más fuerte cuanto menor es su pK_a y en una base ocurre al revés, que es más fuerte cuanto mayor es su pK_a . En los tres casos, al pasar el agua por la jarra Alkanatur, el pK_a del agua aumenta y por tanto su fortaleza alcalinizante.

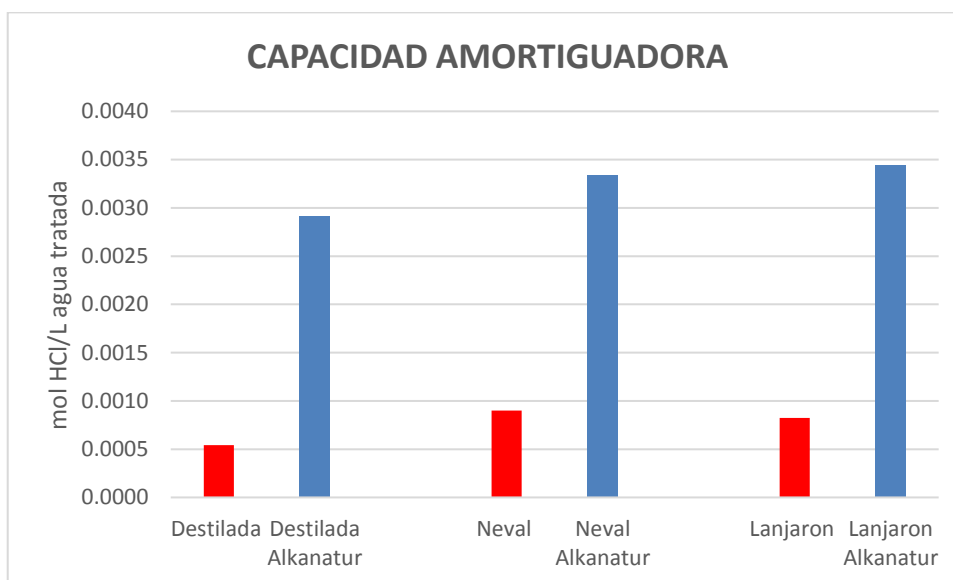


Figura 3: El gráfico representa los moles de HCl necesarios para bajar una unidad de pH en un litro de agua, antes y tras pasar por la jarra Alkanatur.

- **Capacidad amortiguadora** es la cantidad de HCl que es capaz de neutralizar una sustancia sufriendo un desplazamiento de pH de una unidad. En las tres muestras de agua este parámetro se situó en valor de 3,4 milimoles de ácido clorhídrico (HCl) por litro de agua, en el caso del agua Lanjarón (3,3 en Neval) Este valor supone **un aumento de la capacidad amortiguadora de 4,2 veces (3,6 en Neval)** respecto de la de las muestras de agua mineral original. Cada mol de HCl equivale a 36,46 g, por lo que 0.3 mM equivalen a **10.9 mg neutralizados por cada unidad de pH bajado y por litro.**

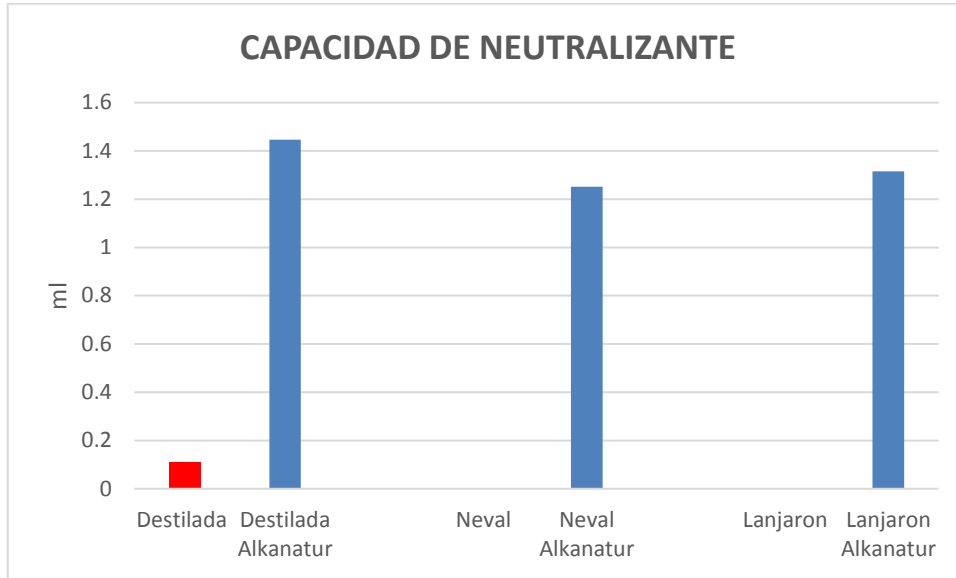


Figura 4: El gráfico representa el volumen de HCl necesario para neutralizar el pH de un volumen de 20 ml agua, antes y tras pasar por la jarra Alkanatur.

- **Capacidad neutralizante**, definido como la cantidad de ácido necesario para llevar un volumen determinado de agua alcalina hasta un pH neutro de 7.

Este parámetro se situó en unos 1,3 ml de HCl 0,1M neutralizado por cada 20 ml de agua alcalinizada, equivalente a **unos 13 ml de ácido a esa concentración neutralizados por cada 200 ml de agua alcalinizada** (un vaso de agua aproximadamente).

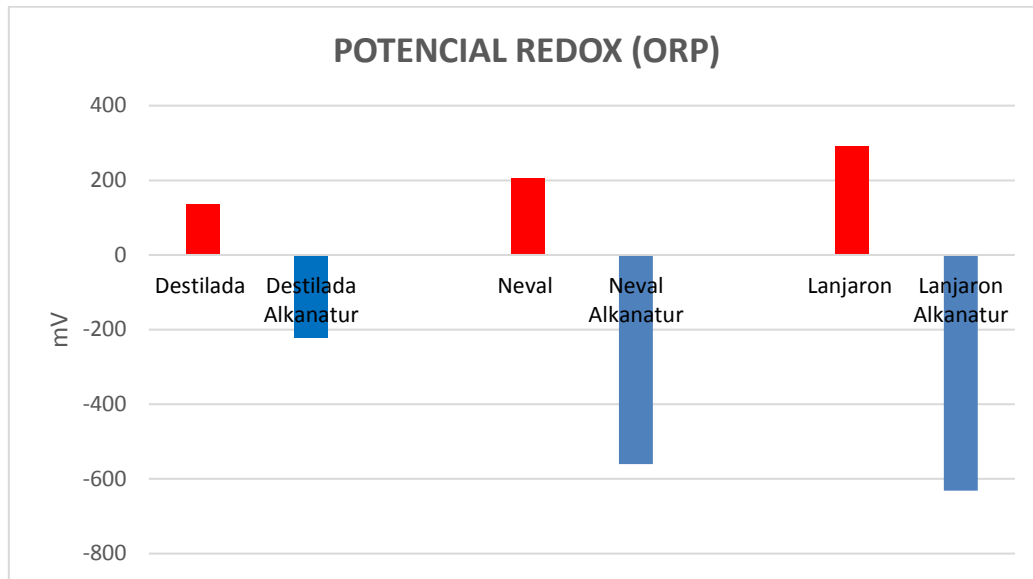
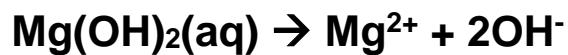


Figura 5: El gráfico representa el potencial redox de tres tipos de agua, antes y tras pasar por la jarra Alkanatur.

- **ORP (potencial redox).** Potencial de oxido-reducción medido en milivoltios (mV). Los valores negativos implican mayor potencial antioxidante o reductor. Las muestras pasaron de presentar valores positivos (oxidantes) hasta valores muy negativos (reductores) tras el paso por la jarra. Esto indica una intensa capacidad reductora y antioxidante del agua tratada por la jarra.
- **Hidrógeno molecular (H₂)** (datos no mostrados). Partiendo de valores nulos en las muestras, se alcanzó una concentración de 0.3 ppm H₂ en el momento del tratamiento. La generación de H₂ gaseoso es la responsable de la caída del potencial redox ORP hasta valores negativos antioxidantes o reductores.

DISCUSIÓN

Según información proporcionada por Alkanatur, los filtros de la jarra ponen en contacto el agua con magnesio metálico (Mg) entre otros, de modo que se supone que el proceso alcalinizante se genera a partir de hidrólisis del agua por el Mg, según las ecuaciones siguientes:



Esta reacción explicaría los cambios en los parámetros mostrados en la Tabla 1. Se produce la hidrólisis del agua por contacto con magnesio metálico, formándose una base (hidróxido magnésico) responsable de la alcalinización del agua (subida de pH). La alcalinización del agua se lleva a cabo por la lenta solubilización del hidróxido de magnesio provocando una mayor fortaleza básica de la solución (medida por la mayor pK_a). A su vez se libera hidrógeno molecular en forma gaseosa, un gas reductor, que es el responsable de la caída del ORP hasta niveles muy negativos y por tanto incremento considerable en el potencial reductor o antioxidante del agua.

El hidróxido de magnesio tiene la propiedad ser una base débil y de disociación lenta ante la demanda de ácido presente, en comparación con otros hidróxidos y el bicarbonato sódico (bases fuertes, con pK_a bajos), lo que permite un efecto amortiguador de la acidez más sostenido durante la aportación de ácido.

ANEXO. CURVAS DE NEUTRALIZACIÓN DEL ACIDO CLORHIDRICO

Se presentan a continuación las curvas que describen los procesos de valoración ácido-base, a partir de las cuales se han estimado los parámetros que se han descrito en la sección de resultados.

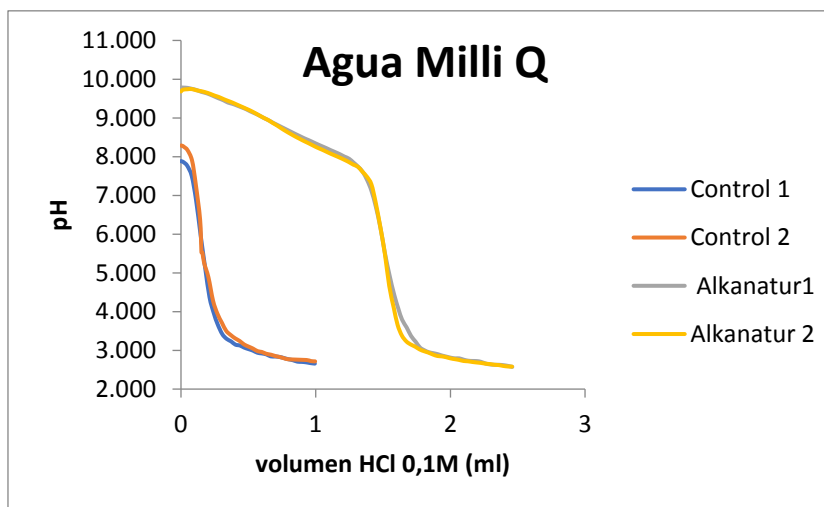
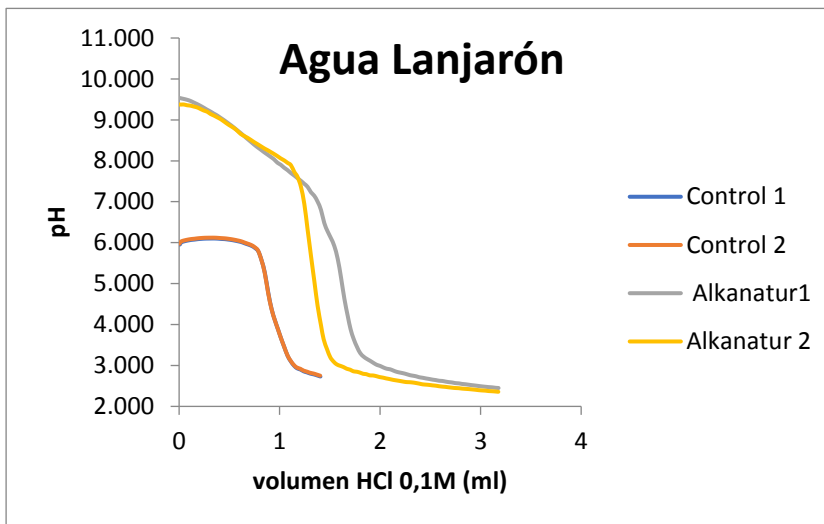
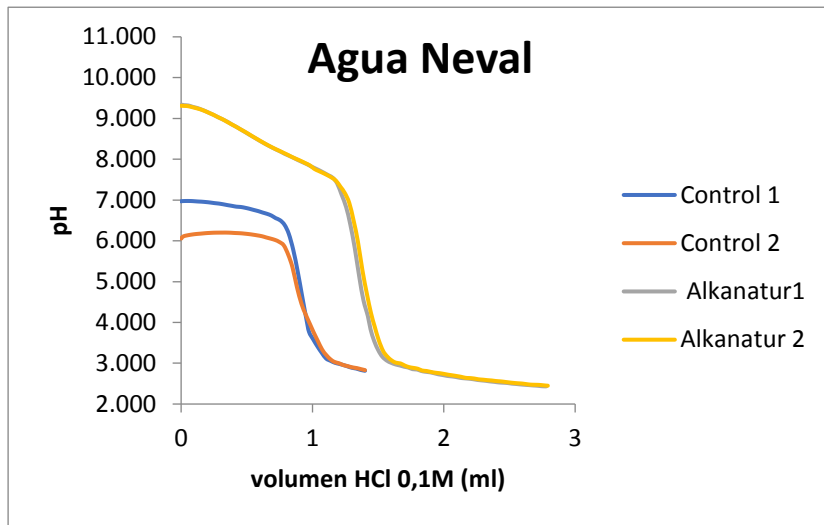


Figura A1. Curvas de neutralización de alcalinidad por volúmenes crecientes de HCl 0,1M

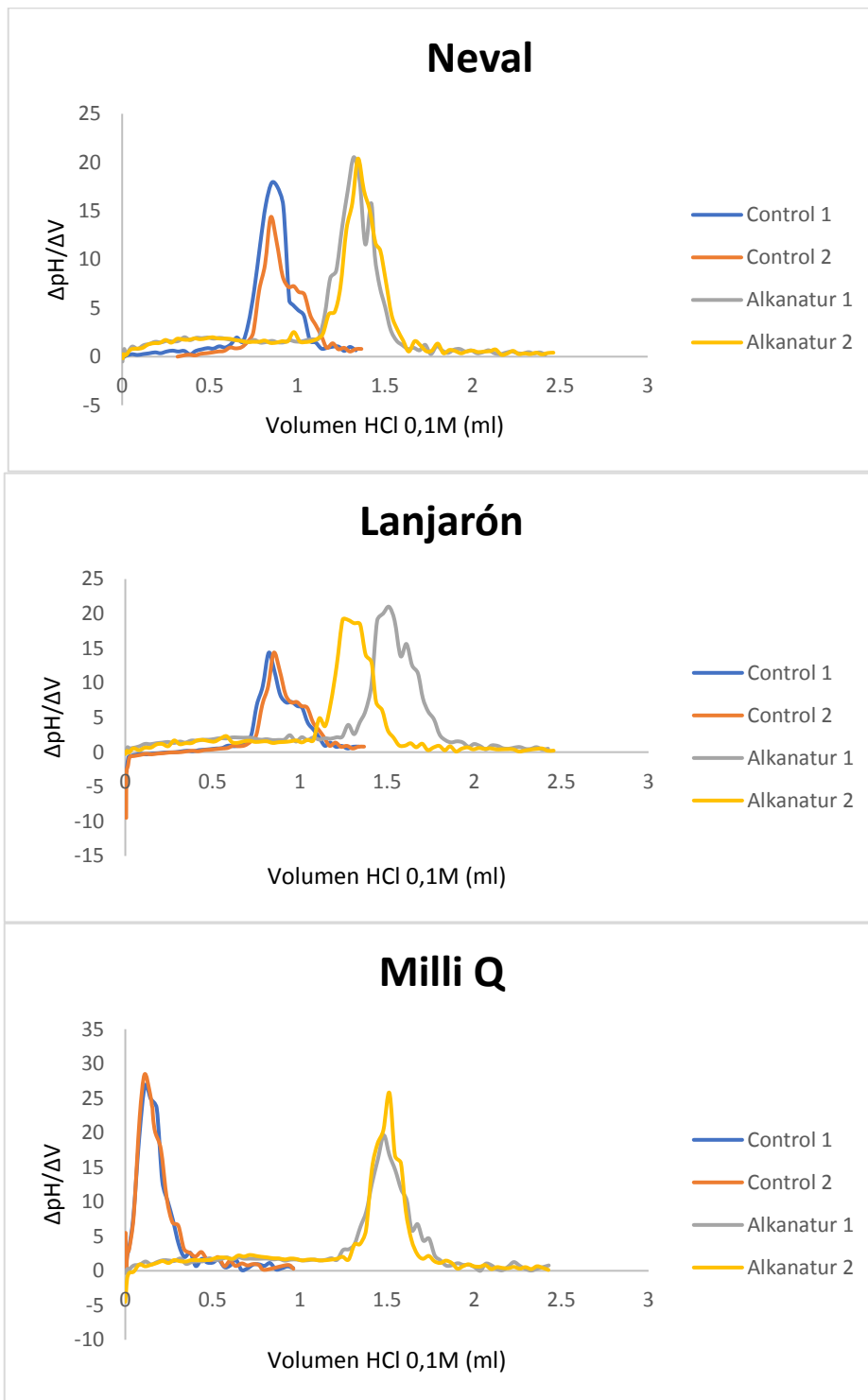


Figura A2. Primera derivada de las curvas de neutralización de alcalinidad anteriores (puntos de inflexión)