

	<b>GERENCIA DE FÍSICA - GAIYANN</b> Departamento Interacción de Radiación con la Materia División Física Atómica, Molecular y Óptica Acelerador de Iones Tándem de 1.7 MV	INT-INN_03AIT-04
	<b>Informe Técnico</b>	Página: 1 de 10
<b>TÍTULO:</b> Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.		
<b>1. OBJETIVO</b>  Determinar y comparar la composición elemental de muestras de Chacay (Discaria trinervis), Ñire (Nothofagus antártica) y Rosa Mosqueta (Rosa rubiginosa) de la región de Pampa de Huenuleo (S.C. de Bariloche, Río Negro).		
<b>2. SOLICITANTE</b>  Dra. Eugenia Chaia, Departamento de Biología General, Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue.		
<b>Preparó</b>		
<b>Nombre y Apellido (Filiación)</b>		<b>Firma</b>
Cesar Olivares (CNEA) Bernarda Quiroga (CNEA) Guillermo C. Bernardi (CNEA)		
<b>Aprobó</b>		
<b>Nombre y Apellido</b>	<b>Fecha</b>	<b>Firma</b>
OSCAR GRIZZI	9-8-17	
<b>NOTA:</b> Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.		

<b>CNEA</b>	<b>Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.</b>	INT-INN_03AIT-004 Página: 2 de 10
-------------	---	--------------------------------------

**INDICE**

<b>1. OBJETIVO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. SOLICITANTE</b> .....	<b>1</b>
<b>3. DESARROLLO</b> .....	<b>3</b>
<b>4. REFERENCIAS</b> .....	<b>9</b>
<b>5. INFORMACIÓN DE CONTACTO</b> .....	<b>10</b>
<b>6. ANEXOS</b> .....	<b>10</b>

<b>CNEA</b>	<b>Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.</b>	INT-INN_03AIT-004 Página: 3 de 10
-------------	---	--------------------------------------

### 3. DESARROLLO

Se determinó la composición elemental de muestras de Chacay (*Discaria trinervis*), Ñire (*Nothofagus antártica*) y Rosa Mosqueta (*Rosa rubiginosa*) de la región de Pampa de Huenuleo (S.C. de Bariloche, Río Negro). Se recolectaron un conjunto de hojas de cinco ejemplares de cada especie, las que son secadas en estufa a 60-70 °C hasta obtener un peso constante. El material es molido, homogeneizado y comprimido para obtener muestras en forma de discos de 5 mm de diámetro y de 2 a 3 mm de espesor, aptas para el portamuestras de la cámara de análisis de materiales (Figura 1). El secado final de las muestras se produce en la cámara de análisis, hasta lograr un vacío del orden de  $10^{-6}$  torr o menor.



Figura 1: Portamuestras

La composición se determinó irradiando las muestras con un haz de iones del Acelerador de Iones Tándem de 1.7 MV del Centro Atómico Bariloche y midiendo los espectros de emisión de rayos x, una técnica conocida como PIXE (Proton Induced X-ray Emission, emisión de rayos x inducida por protones). En este caso se utilizó un haz de protones de 2 MeV de energía, corriente de 1 nA y 2 mm de diámetro. Los espectros se obtuvieron para una carga de haz colectada de 1  $\mu$ C.

Los espectros de rayos x se analizaron con el programa GUPIXWIN [1]. En la Figura 2 presentamos un ejemplo de un espectro medido y el correspondiente ajuste de donde se obtienen los valores de las concentraciones. Existe un fondo continuo de emisión en el espectro medido que se incrementa a bajas energías y que está relacionado con la penetración del haz de iones en la muestra. El espectro generado por el programa de análisis no lo reproduce porque filtra el espectro medido eliminando este fondo continuo de emisión. También puede notarse la presencia de picos que no pueden asociarse a ningún elemento y que son originados por el sistema de medición. Con la información adecuada sobre las condiciones de medición, el programa de análisis puede simular estos picos espurios. En general los espectros medidos son similares al mostrado en la Figura 2, con una notable contribución de elementos livianos (carbono, nitrógeno y oxígeno) como es esperable para material de origen orgánico. El conteo para los elementos más pesados (titanio, manganeso y hierro) es muy bajo.

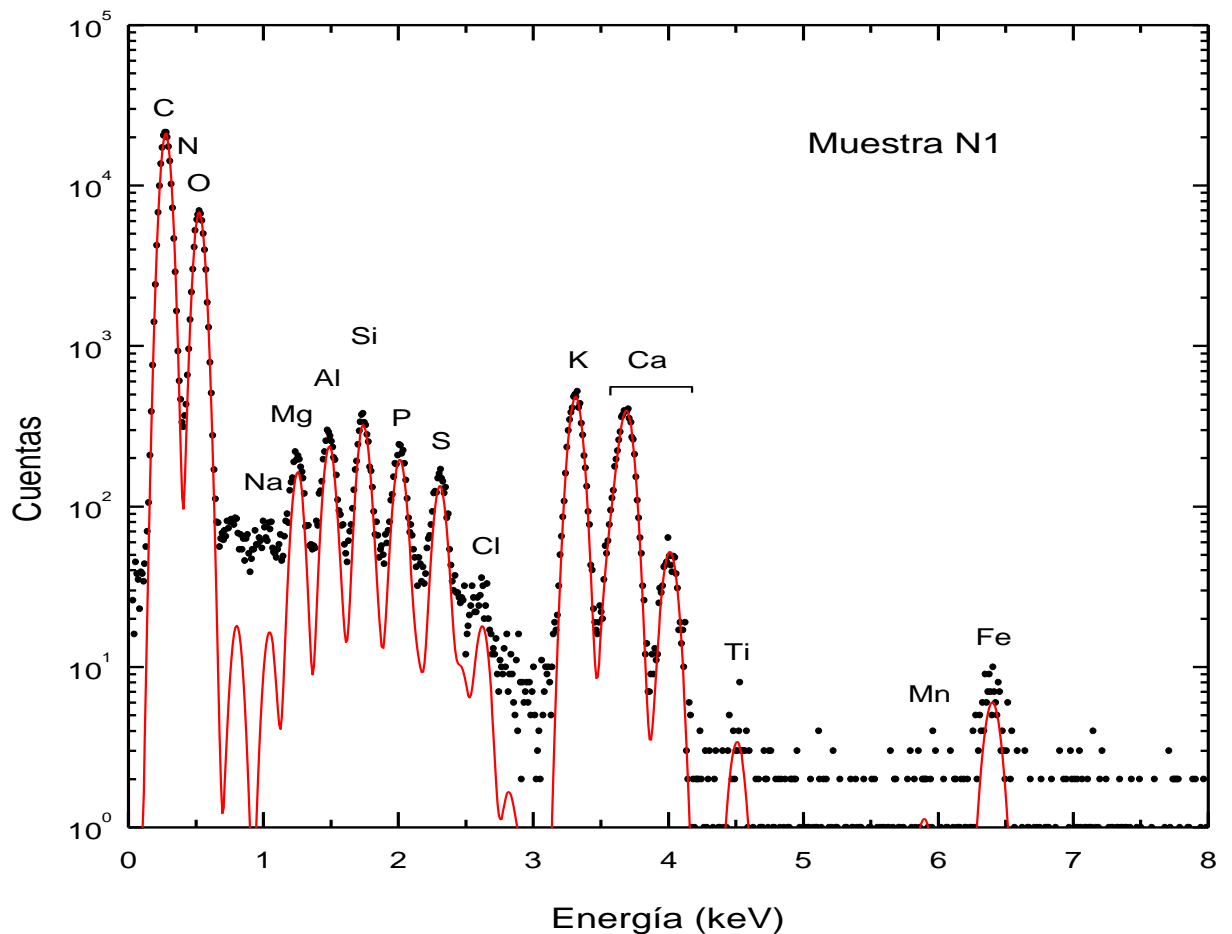


Figura 2: espectro de emisión de rayos x medido para la muestra N1 (puntos) y ajuste generado por el programa de análisis (línea continua). Se identifican los picos de emisión a distintas energías con los elementos que le dan origen.

En la Tabla 1 se presentan los valores de concentración en masa obtenidos para las cinco muestras de Rosa Mosqueta (R1 - R5), graficados en la Figura 3. Los errores consignados son los que surgen del programa de análisis y consisten en el error de ajuste al calcular la altura de los distintos picos por cuadrados mínimos lineales. También incluye el error en la eficiencia del detector de rayos x estimada en 8% [2]. En cada ajuste se controla que el error así estimado no sea menor al límite inferior empírico que calcula el programa de análisis, el cual incluye la posible superposición entre picos. Las concentraciones en masa están normalizadas al 100%, pero no incluyen al hidrógeno ya que no puede detectarse con esta técnica.

<b>CNEA</b>	<b>Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.</b>	INT-INN_03AIT-004 Página: 5 de 10
-------------	---	--------------------------------------

Puede notarse que la composición está dominada por el carbono, el nitrógeno y el oxígeno. Debido a que existe una fuerte superposición entre los picos de rayos x de estos elementos, optamos por consignar el valor para los tres elementos en conjunto. El análisis muestra, para esta región de bajas energías del espectro de rayos x, una buena estabilidad del resultado respecto a distintos parámetros de ajuste si se suman los tres elementos. La técnica PIXE no es la más adecuada para obtener concentraciones de elementos livianos mayoritarios y, por el contrario, es apropiada para obtener concentraciones de elementos minoritarios más pesados, incluso la presencia a nivel de trazas.

Dejando de lado los elementos más livianos, notamos que el silicio, el potasio y el calcio tienen concentraciones cercanas al 1%. Hay indicios de la presencia de titanio y manganeso, pero sería necesario medir espectros con mayor estadística para poder cuantificarlos adecuadamente. Para ciertos elementos la dispersión de valores para los cinco ejemplares es superior a los errores estimados, mientras que para otros elementos los errores en la concentración son mayores y no permiten diferenciar los ejemplares. Es decir, debemos tener en cuenta la magnitud de la variabilidad de concentraciones entre ejemplares de una especie si queremos comparar la composición de distintas especies.

En la Tabla 2 y en la Figura 4 se presentan los datos para las muestras de Ñire, y en la Tabla 3 y Figura 5 los correspondientes a muestras de Chacay.

Tabla 1: Rosa Mosqueta

Elemento	Cm (%)				
	R1	R2	R3	R4	R5
<b>C, N, O</b>	96.7 ± 2.0	96.4 ± 2.0	96.1 ± 1.9	96.6 ± 2.0	95.9 ± 1.9
<b>Na</b>	0.025 ± 0.008	0.027 ± 0.009	0.029 ± 0.009	0.014 ± 0.008	0.027 ± 0.009
<b>Mg</b>	0.220 ± 0.011	0.217 ± 0.012	0.374 ± 0.014	0.323 ± 0.013	0.347 ± 0.014
<b>Al</b>	0.219 ± 0.010	0.291 ± 0.013	0.271 ± 0.012	0.202 ± 0.010	0.282 ± 0.012
<b>Si</b>	0.887 ± 0.020	0.853 ± 0.020	0.680 ± 0.018	0.720 ± 0.018	0.822 ± 0.020
<b>P</b>	0.162 ± 0.008	0.102 ± 0.007	0.225 ± 0.010	0.265 ± 0.011	0.222 ± 0.010
<b>S</b>	0.101 ± 0.006	0.120 ± 0.006	0.136 ± 0.007	0.113 ± 0.006	0.131 ± 0.007
<b>Cl</b>	0.012 ± 0.002	0.024 ± 0.003	0.015 ± 0.003	0.007 ± 0.002	0.013 ± 0.003
<b>K</b>	0.845 ± 0.019	0.926 ± 0.021	0.939 ± 0.021	0.812 ± 0.019	0.937 ± 0.021
<b>Ca</b>	0.834 ± 0.021	0.905 ± 0.024	1.159 ± 0.027	0.852 ± 0.021	1.184 ± 0.025
<b>Ti</b>	0.008 ± 0.002	0.009 ± 0.002	0.007 ± 0.002	0.002 ± 0.002	0.004 ± 0.002
<b>Mn</b>	0.006 ± 0.004	-----	----	0.006 ± 0.004	----
<b>Fe</b>	0.025 ± 0.007	0.074 ± 0.011	0.085 ± 0.010	0.042 ± 0.008	0.061 ± 0.010

<b>CNEA</b>	<b>Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.</b>	INT-INN_03AIT-004 Página: 6 de 10
-------------	---	--------------------------------------

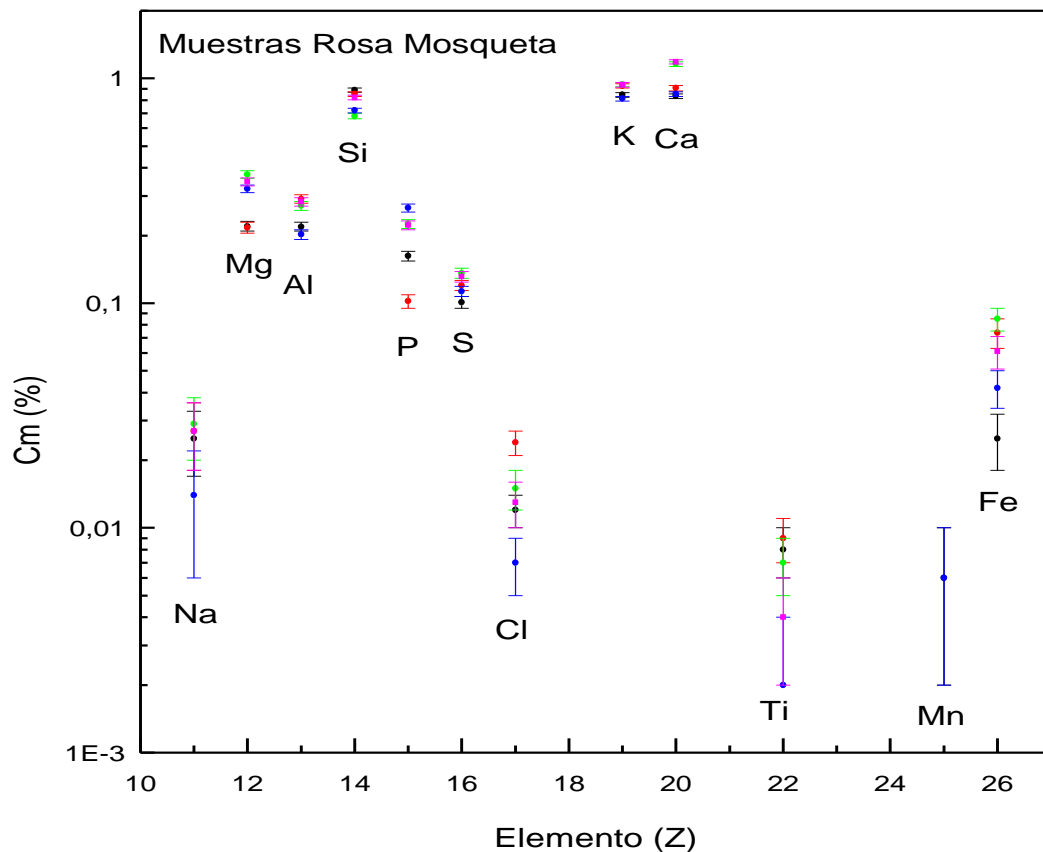


Figura 3: concentración de elementos en Rosa Mosqueta.

Tabla 2: Ñire

Elemento	Cm (%)				
	N1	N2	N3	N4	N5
<b>C, N, O</b>	98.2 ± 2.0	98.0 ± 1.9	97.9 ± 2.0	97.8 ± 2.0	98.1 ± 2.0
<b>Na</b>	0.019 ± 0.008	0.030 ± 0.007	0.022 ± 0.008	0.014 ± 0.007	---
<b>Mg</b>	0.160 ± 0.009	0.176 ± 0.009	0.120 ± 0.009	0.176 ± 0.009	0.160 ± 0.010
<b>Al</b>	0.190 ± 0.009	0.248 ± 0.009	0.220 ± 0.010	0.249 ± 0.010	0.200 ± 0.009
<b>Si</b>	0.230 ± 0.009	0.260 ± 0.009	0.290 ± 0.010	0.257 ± 0.009	0.170 ± 0.008
<b>P</b>	0.130 ± 0.007	0.130 ± 0.006	0.088 ± 0.006	0.160 ± 0.007	0.150 ± 0.007
<b>S</b>	0.091 ± 0.005	0.081 ± 0.004	0.077 ± 0.005	0.103 ± 0.005	0.073 ± 0.005
<b>Cl</b>	0.013 ± 0.002	0.024 ± 0.002	0.025 ± 0.003	0.021 ± 0.002	0.022 ± 0.003
<b>K</b>	0.520 ± 0.010	0.448 ± 0.010	0.670 ± 0.015	0.593 ± 0.012	0.450 ± 0.012
<b>Ca</b>	0.520 ± 0.010	0.532 ± 0.010	0.510 ± 0.015	0.593 ± 0.014	0.550 ± 0.015
<b>Ti</b>	0.008 ± 0.002	---	0.007 ± 0.003	0.006 ± 0.002	0.002 ± 0.002
<b>Mn</b>	0.006 ± 0.004	0.005 ± 0.003	0.015 ± 0.005	0.011 ± 0.004	0.013 ± 0.004
<b>Fe</b>	0.047 ± 0.009	0.056 ± 0.008	0.060 ± 0.010	0.061 ± 0.008	0.042 ± 0.008

<b>CNEA</b>	<b>Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.</b>	INT-INN_03AIT-004 Página: 7 de 10
-------------	---	--------------------------------------

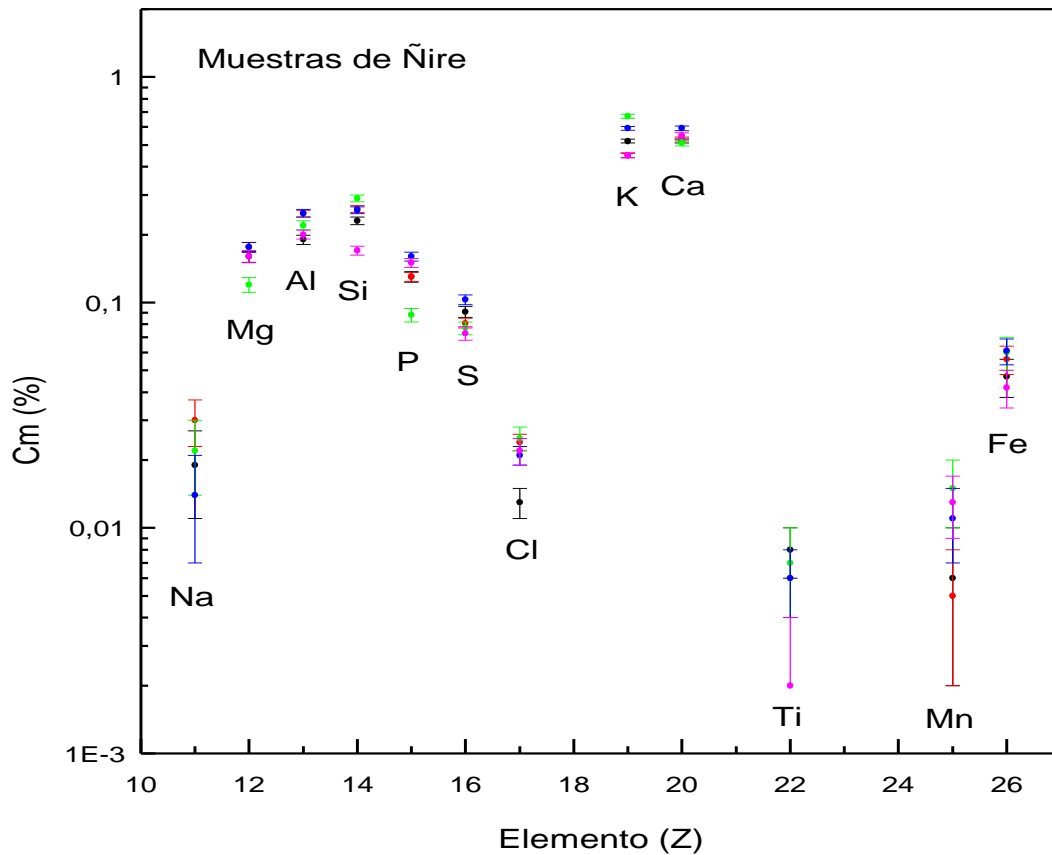


Figura 4: concentración de elementos en Ñire.

Tabla 3: Chacay

Elemento	Cm (%)				
	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5
<b>C, N, O</b>	97.5 ± 2.0	97.5 ± 2.0	97.4 ± 2.0	97.5 ± 2.0	98.0 ± 2.0
<b>Na</b>	0.007 ± 0.008	---	---	0.014 ± 0.009	0.017 ± 0.007
<b>Mg</b>	0.219 ± 0.011	0.243 ± 0.011	0.150 ± 0.010	0.170 ± 0.010	0.138 ± 0.008
<b>Al</b>	0.131 ± 0.008	0.114 ± 0.007	0.170 ± 0.009	0.140 ± 0.008	0.163 ± 0.007
<b>Si</b>	0.074 ± 0.006	0.094 ± 0.006	0.130 ± 0.007	0.075 ± 0.006	0.096 ± 0.005
<b>P</b>	0.087 ± 0.006	0.087 ± 0.006	0.077 ± 0.006	0.090 ± 0.006	0.097 ± 0.005
<b>S</b>	0.118 ± 0.006	0.120 ± 0.006	0.105 ± 0.006	0.120 ± 0.006	0.127 ± 0.005
<b>Cl</b>	0.084 ± 0.005	0.064 ± 0.004	0.170 ± 0.007	0.067 ± 0.005	0.072 ± 0.004
<b>K</b>	0.838 ± 0.019	0.821 ± 0.018	0.670 ± 0.020	0.690 ± 0.016	0.696 ± 0.014
<b>Ca</b>	0.926 ± 0.023	0.886 ± 0.020	1.100 ± 0.020	1.110 ± 0.024	0.581 ± 0.014
<b>Ti</b>	0.004 ± 0.002	0.002 ± 0.002	0.003 ± 0.003	0.002 ± 0.002	0.003 ± 0.002
<b>Mn</b>	0.005 ± 0.004	---	0.005 ± 0.005	0.007 ± 0.004	---
<b>Fe</b>	0.023 ± 0.007	0.020 ± 0.006	0.024 ± 0.008	0.026 ± 0.007	0.034 ± 0.007

<b>CNEA</b>	<b>Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.</b>	INT-INN_03AIT-004 Página: 8 de 10
-------------	---	--------------------------------------

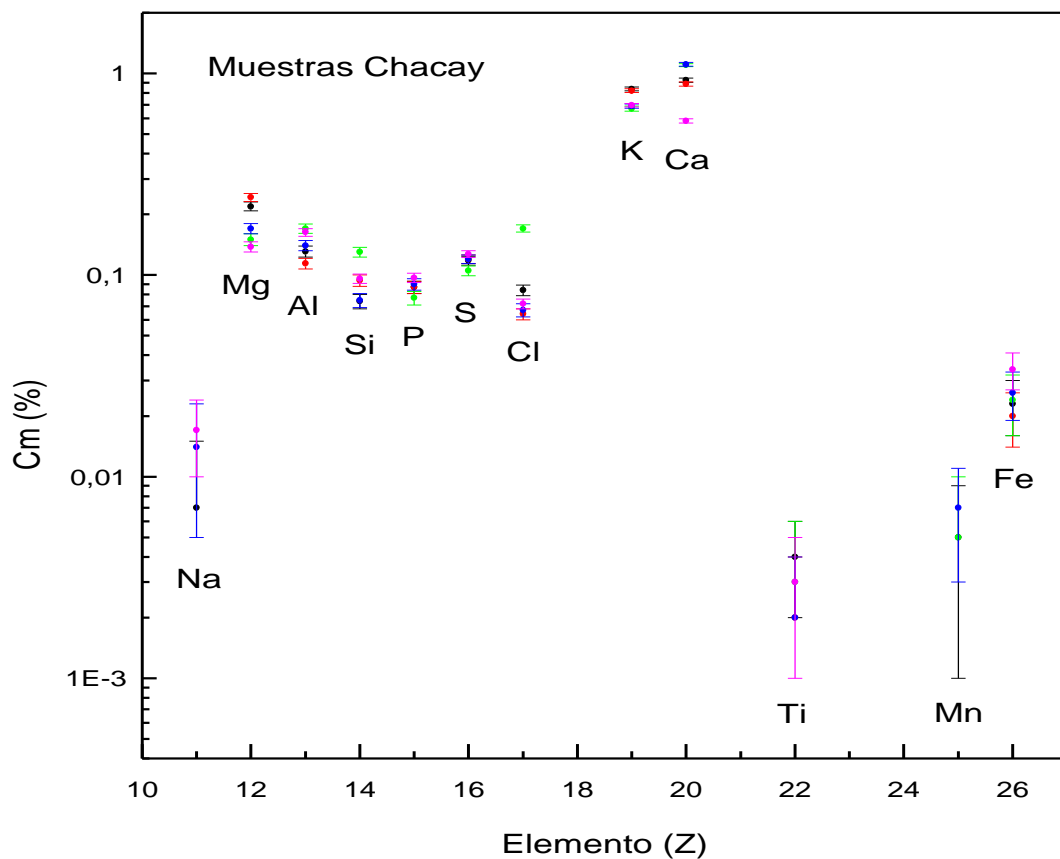


Figura 5: concentración de elementos en Chacay.

Para comparar la concentración de elementos en las tres especies, se calculó el valor medio de los cinco valores medidos para cada ejemplar, con un error igual a la diferencia entre los valores máximo y mínimo. Los resultados se muestran en la Figura 6.



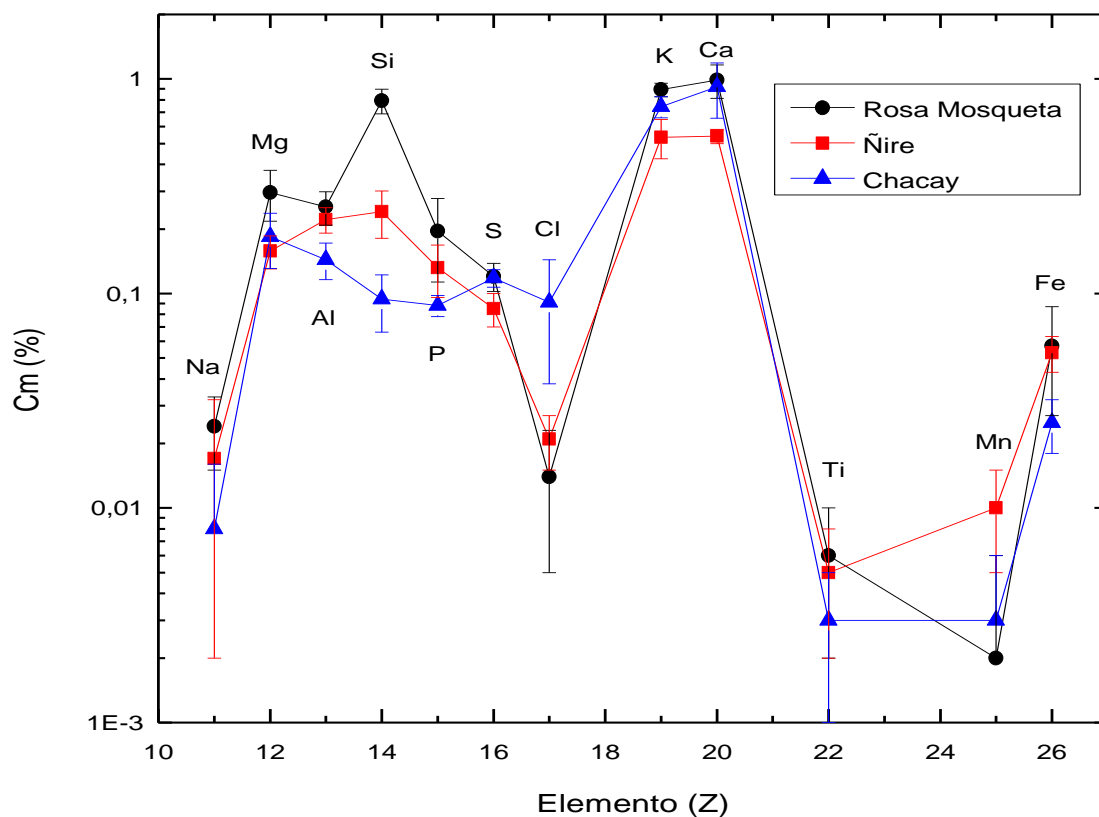


Figura 6: comparación de las concentraciones entre especies.

Puede destacarse de los resultados que el contenido de silicio es claramente distinto en las tres especies. También puede notarse un valor relativamente alto de cloro en Chacay.

Finalmente podemos señalar la conveniencia de realizar mediciones futuras con un filtro de Mylar frente al detector con el objetivo de bloquear los rayos x de los elementos livianos, esencialmente carbono, nitrógeno y oxígeno. En esta forma puede incrementarse la corriente del haz de iones para obtener más conteaje en la región del espectro de los elementos más pesados, sin saturar el sistema de detección con la contribución de rayos x de baja energía. En esta forma puede orientarse el estudio a las variaciones en la concentración de elementos minoritarios en distintas especies en función del tipo de suelo, el clima y las condiciones generales de crecimiento.

#### 4. REFERENCIAS

- [1] GUPIXWIN v.2.1 rev. 360. Copyright (C) 2005. Universidad de Guelph (Canada).
- [2] 'Experimental study of the efficiency of a SDD X-ray detector by means of PIXE spectra', S. Limandri, G. Bernardi and S. Suárez, X-Ray Spectrom. **42**, 487 (2013).

<b>CNEA</b>	<b>Composición elemental de Chacay, Ñire y Rosa Mosqueta.</b>	INT-INN_03AIT-004 Página: 10 de 10
-------------	---	---------------------------------------

## 5. INFORMACIÓN DE CONTACTO

Acelerador de Iones Tándem de 1.7 MV  
División Física Atómica, Molecular y Óptica  
Centro Atómico Bariloche  
Av. Bustillo 9500, S.C. de Bariloche  
Río Negro, Argentina  
Tel: 54-2944-445233/445100  
Fax: 54-2944-445299  
Sergio Suárez: [suarez@cab.cnea.gov.ar](mailto:suarez@cab.cnea.gov.ar)  
Daniel Fregenal: [fregenal@cab.cnea.gov.ar](mailto:fregenal@cab.cnea.gov.ar)  
Guillermo Bernardi: [bernardi@cab.cnea.gov.ar](mailto:bernardi@cab.cnea.gov.ar)  
<http://www.cab.cnea.gov.ar>  
<http://fisica.cab.cnea.gov.ar/colisiones/>

## 6. ANEXOS

**No aplicable.**