

**TESIS DOCTORAL**

**ALEJANDRO MARTÍNEZ PÉREZ-PÉREZ**

**Evolución de la dieta en Cataluña y Baleares  
desde el Paleolítico hasta la Edad Media  
a partir de restos esqueléticos**

**Septiembre 1990**



**1.2.4.2. Ca (mg/g), Sr ( $\mu\text{g/g}$ ) y Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) en Series del Bronce, Talayóticas y Romanas de Cataluña y Baleares**

**Tabla IV.10. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en series del Bronce, Talayóticas y Romanas de Cataluña y Baleares**

Edad	Sexo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Polígono		334.0	4.2	3	196.6	7.4	3	128.8	12.2	3
	J	334.0	0.0	1	205.7	0.0	1	144.6	0.0	1
	SA	339.1	0.0	1	196.6	0.0	1	115.0	0.0	1
	A	328.9	0.0	1	187.6	0.0	1	126.7	0.0	1
	?	334.0	0.0	1	205.7	0.0	1	144.6	0.0	1
	F	328.9	0.0	1	187.6	0.0	1	126.7	0.0	1
	M	339.1	0.0	1	196.6	0.0	1	115.0	0.0	1
Polígono (esp.)		322.4	22.2	2	173.4	7.5	2	127.9	23.2	2
(esp.)	SA M	344.7	0.0	1	180.8	0.0	1	104.7	0.0	1
(esp.)	A F	300.2	0.0	1	165.9	0.0	1	151.0	0.0	1
Polígono2	SA M	339.1	0.0	1	196.6	0.0	1	115.0	0.0	1
	A F	328.9	0.0	1	187.6	0.0	1	126.7	0.0	1
Son Real		362.7	7.5	32	298.8	63.3	32	109.6	69.3	32
	?	385.4	0.0	1	159.0	0.0	1	471.0	0.0	1
	A	362.0	6.4	31	303.3	59.0	31	97.9	24.6	31
	F	363.1	6.1	16	290.4	60.5	16	84.0	10.5	16
	M	360.7	6.5	15	317.0	54.2	15	112.7	26.7	15
Son Real2	A	347.8	96.8	10	232.6	47.3	10	94.0	14.1	10
	?	346.5	0.0	1	242.0	0.0	1	82.0	0.0	1
	F	382.8	14.2	6	223.6	52.4	6	96.7	12.5	6
	M	278.3	153.4	3	247.5	39.4	3	92.6	16.9	3
Tarragona		346.1	28.8	30	861.2	178.6	30	128.3	36.7	30
	F	345.5	30.6	15	906.2	180.5	15	120.7	32.1	15
	M	346.7	26.9	15	816.3	164.9	15	135.8	39.3	15
Alforja	A F	424.0	0.0	1	227.9	0.0	1	134.5	0.0	1

Las series base consideradas para los resultados del análisis de oligoelementos se indican en las tablas mediante el nombre del yacimiento sin numeración alguna a continuación. Las series indicadas con un número corresponden a la repetición de una parte de la muestra base con el fin de determinar el error de la técnica.

### 1.2.4.3. Ca (mg/g), Sr ( $\mu\text{g/g}$ ) y Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) en Series Medievales de Cataluña y Baleares

Tabla IV.11. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en series Medievales de Cataluña y Baleares

	Edad	Sexo	mg/g Ca			$\mu\text{g/g}$ Sr			$\mu\text{g/g}$ Zn		
			Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Muntanyeta	A	M	278.8	62.6	3	83.2	5.6	3	152.1	11.4	3
Artés	?		372.3	15.1	11	568.5	199.5	11	216.5	56.6	11
		I	364.6	0.5	2	570.3	90.8	2	279.1	94.5	2
Artés2	A		374.0	16.3	9	568.1	216.4	9	202.5	29.5	9
		A	397.3	0.0	1	234.6	0.0	1	233.4	0.0	1
Queralt	A	?	411.5	6.0	4	632.8	223.6	4	131.4	18.7	4
Ripoll	A	?	410.0	18.6	7	162.8	39.4	7	188.7	29.6	191
Esquerda	A		261.4	65.9	23	129.6	47.3	23	158.3	26.7	23
		I	218.4	0.0	1	115.1	0.0	1	170.4	0.0	1
		A	263.3	66.7	22	130.2	48.3	22	157.7	27.2	22
		?	257.6	64.6	21	120.7	31.8	21	158.1	27.6	21
		F	234.9	0.0	1	147.5	0.0	1	174.7	0.0	1
Esquerda2	A	M	367.2	0.0	1	297.6	0.0	1	144.3	0.0	1
		M	388.7	0.0	1	274.2	0.0	1	129.9	0.0	1
Martí	A		254.4	72.9	4	371.2	145.0	4	136.2	14.6	4
		F	216.2	35.7	3	429.1	120.8	3	142.4	11.4	3
		M	368.8	0.0	1	197.3	0.0	1	117.5	0.0	1
Oliana	A	?	391.6	0.0	1	173.9	0.0	1	150.5	0.0	1
Segás	A		422.8	18.6	9	119.4	18.6	9	146.9	20.8	9
		?	421.6	19.4	8	119.1	19.7	8	147.4	22.0	8
		M	432.5	0.0	1	122.0	0.0	1	142.9	0.0	1
Montjuic	A	?	419.0	13.4	7	162.2	28.2	7	112.9	27.5	7
Lleida	A		366.2	4.0	13	4145.6	1475.6	13	159.6	57.3	13
Cardona	A	?	391.8	0.0	1	534.2	0.0	1	112.2	0.0	1

Las series o subgrupos marcados con el indicativo (esp.) significa que se trata de muestras de hueso esponjoso que se analizaron para compararlas con el hueso compacto.

### 1.2.4.4. *Ca (mg/g), Sr ( $\mu\text{g/g}$ ) y Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) en Series de Bronce de la Península Ibérica*

**Tabla IV.12.** *Concentraciones de Ca, Sr y Zn en series del Bronce de la Península Ibérica*

Edad	Sexo	mg/g Ca			$\mu\text{g/g}$ Sr			$\mu\text{g/g}$ Zn		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Amarga		337.4	9.8	5	360.9	48.2	5	207.0	74.1	5
	A	330.4	5.6	2	355.1	17.0	2	292.6	30.5	2
	M	353.5	0.0	1	322.4	0.0	1	165.5	0.0	1
	S	336.4	5.4	2	386.0	64.2	2	142.1	20.1	2
	F	332.6	7.1	3	370.1	57.0	3	182.1	58.9	3
	M	344.7	8.8	2	347.2	24.9	2	244.3	78.8	2
C. Alto		337.5	13.8	26	481.1	129.4	26	155.1	26.5	26
	J	337.0	1.6	2	560.9	186.6	2	169.7	6.9	2
	A	338.7	12.5	15	490.1	111.0	15	156.7	26.3	15
	M	335.6	16.9	9	448.5	132.1	9	149.4	28.0	9
	F	337.3	11.1	13	484.2	123.5	13	157.9	28.3	13
	M	337.7	16.1	13	478.0	134.9	13	152.3	24.3	13
Encina		362.5	10.0	9	443.6	80.1	9	159.6	16.5	9
	A	357.0	6.4	4	394.1	62.5	4	158.5	11.3	4
	M	366.9	10.3	5	483.3	69.9	5	160.4	19.7	5
	F	356.3	12.2	3	494.2	81.7	3	146.8	10.7	3
	M	365.6	6.9	6	418.3	66.1	6	165.9	15.1	6

Los resultados del contenido de oligoelementos para cada serie analizada se comentará en detalle en el capítulo V. Hay que destacar, sin embargo, la elevada concentración de Sr en los yacimientos del Cingle Vermell y Mas de l'Abella (tabla IV.9.) y, especialmente, en St. Martí de Lleida (tabla IV.11.), con valores superiores a 1 mg/g.

Las concentraciones de Ca y Zn se mantienen muy homogéneas en todas las series.

### 1.2.4.5. Ca (mg/g), Sr ( $\mu\text{g/g}$ ) y Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) en Series Paleocristianas del Norte de Africa

Tabla IV.13. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en series Paleocristianas del Norte de Africa

Edad	Sexo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Ceuta		444.3	121.3	33	234.0	75.7	33	266.0	160.1	33
	I	399.0	106.9	9	249.5	61.1	9	333.4	169.6	9
	J	443.6	107.5	5	248.7	82.3	5	225.0	117.0	5
	A	457.8	123.3	18	218.8	78.5	18	231.7	149.2	18
	M	614.7	0.0	1	293.0	0.0	1	483.2	0.0	1
	?	434.0	116.4	25	233.2	81.3	25	267.3	146.7	25
	F	545.0	105.6	4	275.9	25.6	4	357.0	240.7	4
	M	408.2	115.5	4	197.0	47.4	4	167.1	28.6	4
Ceuta2		401.1	14.1	11	276.6	58.3	11	227.0	79.4	11
	A	398.2	11.3	10	276.5	61.2	10	215.4	73.8	10
	M	430.0	0.0	1	277.3	0.0	1	343.1	0.0	1
	?	399.6	16.2	8	283.2	46.2	8	244.3	84.8	8
	F	407.2	1.2	2	287.0	84.9	2	192.4	33.0	2
Ceuta3	M	400.5	0.0	1	203.2	0.0	1	157.6	0.0	1
	A	466.0	0.0	1	148.3	0.0	1	266.9	0.0	1
Ceuta (Rom)	A	353.7	2.6	2	178.6	22.7	2	127.1	12.9	2
Hacho	A	304.7	51.0	3	86.5	1.2	3	103.1	15.5	3
	F	340.6	6.9	2	87.4	0.0	2	111.6	11.9	2
	M	233.1	0.0	1	84.9	0.0	1	86.1	0.0	1
Hacho1	A	428.6	2.0	2	141.1	16.8	2	117.1	0.7	2
	F	430.6	0.0	1	124.2	0.0	1	117.9	0.0	1
	M	426.6	0.0	1	157.9	0.0	1	116.4	0.0	1
Hacho2	A	548.2	97.0	3	163.3	17.0	3	121.8	19.1	3
	F	516.4	105.2	2	162.9	20.8	2	116.0	21.2	2
	M	611.9	0.0	1	164.1	0.0	1	133.4	0.0	1
Hacho3	A	412.3	9.3	2	129.8	7.8	2	109.3	14.7	2
	F	421.6	0.0	1	122.0	0.0	1	124.0	0.0	1
	M	402.9	0.0	1	137.6	0.0	1	94.6	0.0	1
Jáudenes	A	595.2	0.0	1	308.9	0.0	1	231.0	0.0	1
Mirador	A	628.6	0.0	1	80.6	0.0	1	171.6	0.0	1
Mirador2	A	410.6	0.0	1	160.0	0.0	1	135.9	0.0	1

### 1.2.4.6. Ca (mg/g), Sr ( $\mu\text{g/g}$ ) y Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) en Series Medievales de la Península Ibérica

**Tabla IV.14. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en series Medievales de la Península Ibérica**

Edad	Sexo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn			
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n	
Olmeda		375.7	78.5	77	168.8	129.6	77	147.6	43.4	77	
	I	411.7	13.5	18	175.0	59.5	18	167.2	54.5	18	
	J	400.8	41.1	11	149.8	26.7	11	147.0	36.3	11	
	SA	486.6	113.4	3	165.1	55.2	3	197.0	74.9	3	
	A	340.9	101.6	26	195.1	209.6	26	135.9	26.6	26	
	M	362.1	43.1	16	132.9	38.2	16	135.3	35.7	16	
	S	330.9	53.3	3	168.8	35.0	3	150.5	17.0	3	
	?	417.1	48.8	31	165.5	52.4	31	163.8	54.1	31	
	F	353.5	92.9	25	149.6	40.4	25	137.2	32.2	25	
	M	340.9	67.0	21	196.6	233.2	21	136.1	26.0	21	
Olmeda2	A	?	390.6	21.8	7	150.1	35.7	7	120.3	28.7	7
Torrecilla	A		366.6	41.8	30	724.5	165.3	30	111.9	16.0	30
	F		375.2	57.2	15	720.9	162.2	15	109.6	10.7	15
	M		358.0	9.1	15	728.2	168.2	15	114.3	19.6	15
Wamba	A		368.1	9.2	30	213.0	50.4	30	133.1	20.2	165
	F		362.4	6.8	15	223.1	46.0	15	118.9	16.6	15
	M		373.7	7.8	15	202.9	52.5	15	147.4	11.4	15

No parece existir una relación directa entre el contenido de oligoelementos en hueso respecto a la presencia de estos elementos en la tierra del yacimiento. En Fuente Amarga la concentración de Sr en la tierra es la más elevada y no ocurre así en el hueso.

Respecto al Zn, la concentración más elevada en tierra corresponde a La Cova de La Guineu, lo cual se refleja bastante bien en la fauna carnívora (figura IV.25.), pero no en las muestras de hueso humano (tabla IV.9.).

1.2.4.7. Ca (mg/g), Sr ( $\mu\text{g/g}$ ) y Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) en Aborígenes de Tierra del Fuego

Tabla IV.15. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en Aborígenes de la Tierra del Fuego

Edad	Sexo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Fueguinos		405.3	10.9	7	343.5	93.3	7	170.7	36.4	7
	J	393.1	1.8	(2)	365.1	14.0	(2)	149.8	7.6	(2)
	A	410.9	10.0	4	366.0	99.7	4	177.0	44.3	4
	M	407.3	0.0	1	209.9	0.0	1	187.1	0.0	1
	?	397.3	6.2	3	357.5	15.7	3	143.9	10.4	3
	F	415.7	12.3	2	293.4	8.0	2	189.6	50.5	2
	M	406.9	0.4	2	372.5	162.5	2	191.9	4.8	2
Fueguinos2	A M	395.5	0.0	1	313.1	0.0	1	135.6	0.0	1

En líneas generales, por grupos de edad se observa que las concentraciones de Sr y Zn son algo superiores en el grupo infantil (I) que en el adulto (A). Los individuos maduros (M) y seniles (S) no parecen presentar signos de descalcificación.

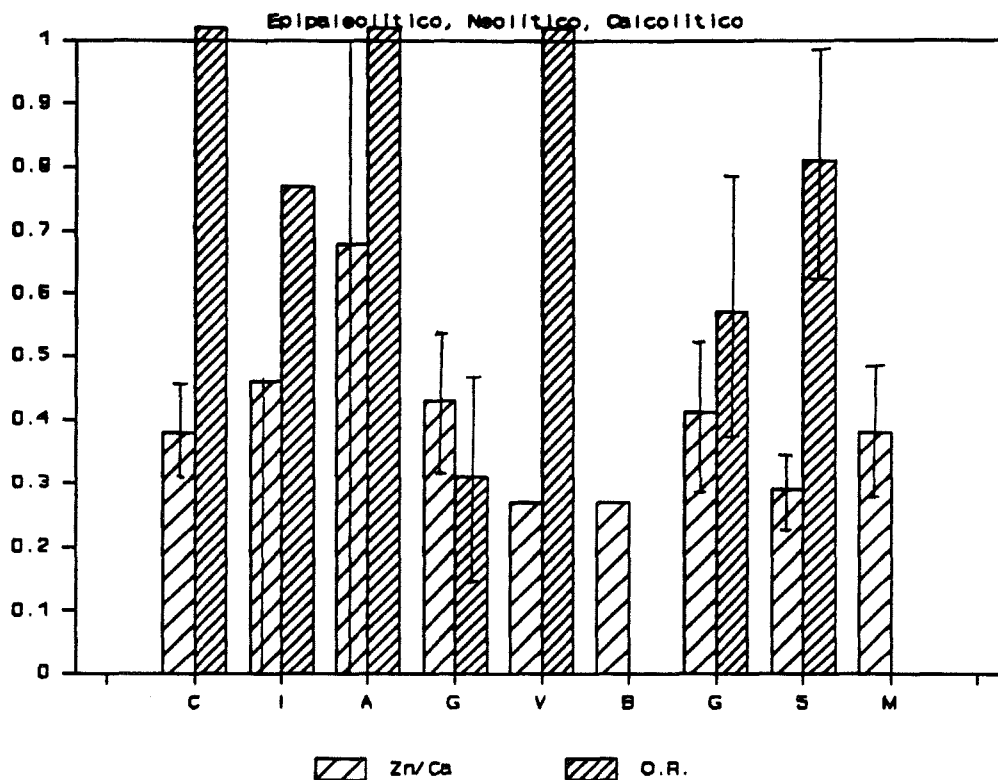
Por sexos existen ciertas diferencias pero son variables para los distintos yacimientos.

## 1.2.5. Indices en las series estudiadas

1.2.5.1. *Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) O.R. en Series Epipaleolíticas, Neolíticas y Calcolíticas de Cataluña y Baleares*Tabla IV.16. *Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en series Epipaleolíticas, Neolíticas y Calcolíticas de Cataluña y Baleares*

	Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca(c)		
			Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Cingle		?	0.38	0.07	(3)	4.26	0.47	(3)	1.60	0.18	(3)
		?	0.34	0.05	2	4.46	0.47	2	1.67	0.18	2
		A	0.47	0.00	1	3.88	0.00	1	1.46	0.00	1
Roc	A	F	0.46	0.00	1	1.08	0.00	1	0.77	0.00	1
Roc1	A	F	0.71	0.00	1	1.15	0.00	1	0.83	0.00	1
Roc2	A	F	1.16	0.00	1	1.05	0.00	1	0.76	0.00	1
Roc (esp.)	A	F	0.42	0.00	1	3.40	0.00	1	2.45	0.00	1
Avellaner	A	?	0.68	1.01	11	0.28	0.04	11	1.13	0.14	11
Grimau			0.43	0.10	9	0.85	0.44	9	0.31	0.16	9
		I	0.36	0.00	1	0.87	0.00	1	0.32	0.00	1
		A	0.44	0.10	8	0.85	0.46	8	0.31	0.17	8
		?	0.46	0.12	6	0.68	0.43	6	0.25	0.16	6
	F	0.39	0.02	3	1.17	0.20	3	0.43	0.07	3	
Vilobí	A	?	0.27	0.00	1	0.78	0.00	1	1.30	0.00	1
Abella	A	M	0.27	0.00	1	2.86	0.00	1			
Guineu		?	0.41	0.11	29	0.30	0.09	29	0.57	0.17	29
		I	0.47	0.11	2	0.37	0.07	2	0.70	0.13	2
		J	0.54	0.00	1	0.56	0.00	1	1.06	0.00	1
		A	0.40	0.11	26	0.29	0.08	26	0.54	0.14	26
Sargantana		?	0.29	0.06	27	1.14	0.25	27	0.81	0.18	27
		J	0.37	0.02	3	1.48	0.33	3	1.05	0.23	3
		SA	0.30	0.08	4	1.14	0.19	4	0.81	0.14	4
	A	0.28	0.04	20	1.09	0.20	20	0.78	0.14	20	
Malpàs	A	?	0.38	0.10	6	0.24	0.05	6			





**Figura IV.26.** *Indices de Zn/Ca y O.R. de las series epipaleolíticas, neolíticas y calcolíticas analizadas de Cataluña. 1) Epipaleolítico: C: Cingle Vermell, I: Roc del Migdia; 2) Neolítico: A: Avellaner, G: Hort d'en Grimau, V: Les Guixeres de Vilobí, B: Mas de l'Abella; 3) Calcolítico: G: Cova de La Guineu, S: Balma de La Sargantana, M: Malpàs*

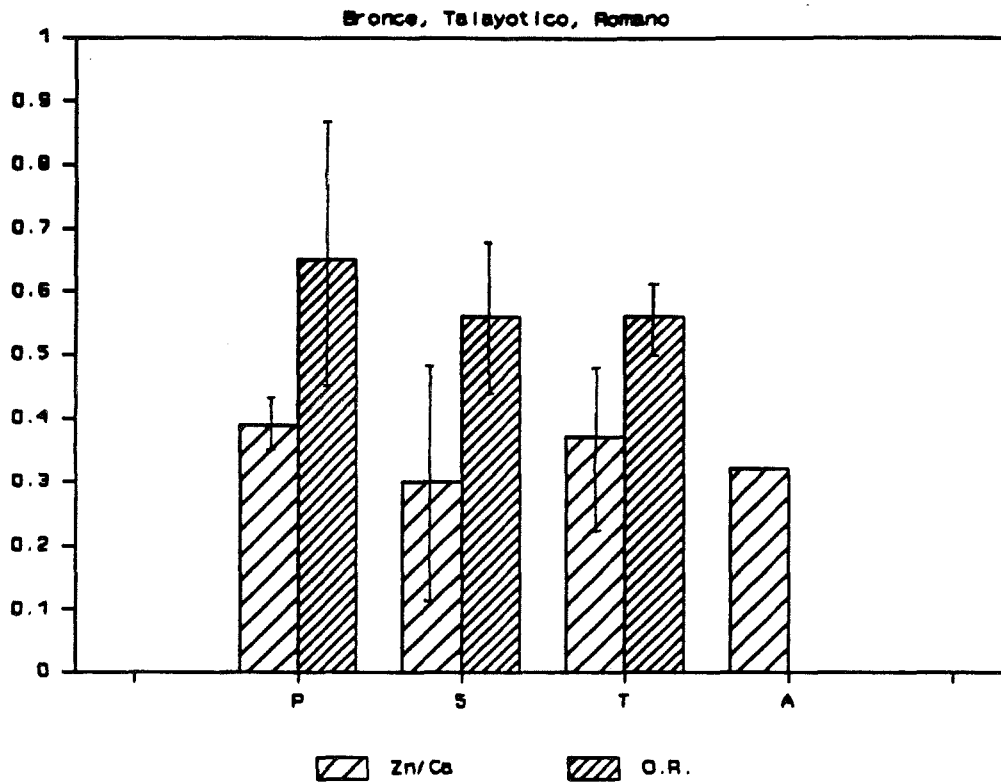
Tres de las series presentan índices de Sr/Ca(c) superiores a la unidad. En todas ellas el valor es superior o próximo a 0.6, excepto L'Hort d'en Grimau donde está próximo a 0.3. Valores superiores a 0.6 son indicadores de una economía eminentemente agrícola.

### 1.2.5.2. Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) O.R. en Series del Bronce, Talayótica y Romanas de Cataluña y Baleares

Tabla IV.17. Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en series del Bronce, Talayótica y Romanas de Cataluña y Baleares

Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca(c)		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Polígon		0.39	0.04	3	0.59	0.02	3	0.65	0.22	3
	J	0.43	0.00	1	0.20	0.00	1	0.65	0.00	1
	SA	0.34	0.00	1	0.58	0.00	1	0.38	0.00	1
	A	0.39	0.00	1	0.57	0.00	1	0.93	0.00	1
	?	0.43	0.00	1	0.62	0.00	1	0.65	0.00	1
	F	0.39	0.00	1	0.57	0.00	1	0.93	0.00	1
Polígon2	M	0.34	0.00	1	0.58	0.00	1	0.38	0.00	1
		0.40	0.10	2	0.54	0.01	2	0.36	0.05	2
	J M	0.30	0.00	1	0.52	0.00	1	0.41	0.00	1
Son Real	A F	0.50	0.00	1	0.55	0.00	1	0.31	0.00	1
		0.30	0.18	32	0.83	0.18	32	0.56	0.12	32
	?	1.22	0.00	1	0.41	0.00	1	0.28	0.00	1
	A	0.27	0.07	31	0.84	0.17	31	0.57	0.11	31
	?	1.22	0.00	1	0.41	0.00	1	0.28	0.00	1
	F	0.23	0.03	16	0.80	0.17	16	0.55	0.12	16
Son Real2	M	0.31	0.08	15	0.88	0.15	15	0.60	0.10	15
	A	0.35	0.29	10	1.03	1.30	10	0.70	0.89	10
	?	0.24	0.00	1	0.70	0.00	1	0.48	0.00	1
	F	0.25	0.04	6	0.59	0.15	6	0.40	0.10	6
Tarragona	M	0.58	0.45	3	2.01	2.04	3	1.38	1.40	3
	A	0.37	0.11	30	2.49	0.48	30	0.56	0.11	30
	F	0.35	0.10	15	2.62	0.46	15	0.59	0.10	15
Alforja	M	0.39	0.10	15	2.36	0.47	15	0.53	0.10	15
	A F	0.32	0.00	1	0.54	0.00	1			

En general, los índices de Sr/Ca(c) son inferiores a los de los periodos anteriores. En el yacimiento del Bronce el valor es superior a 0.6, mientras que en el resto se mantienen índices O.R. intermedios. El índice Zn/Ca es relativamente bajo en las cuatro series de estos periodos (figura IV.27.).



**Figura IV.27.** *Indices de Zn/Ca y O.R. de las series del bronce, talayótica y romana analizadas de Cataluña y Baleares. 1) Bronce: P: Polígon; 2) Talayótico: S: Son Real; 3) Romano: T: Tarragona, A: L'Alforja*

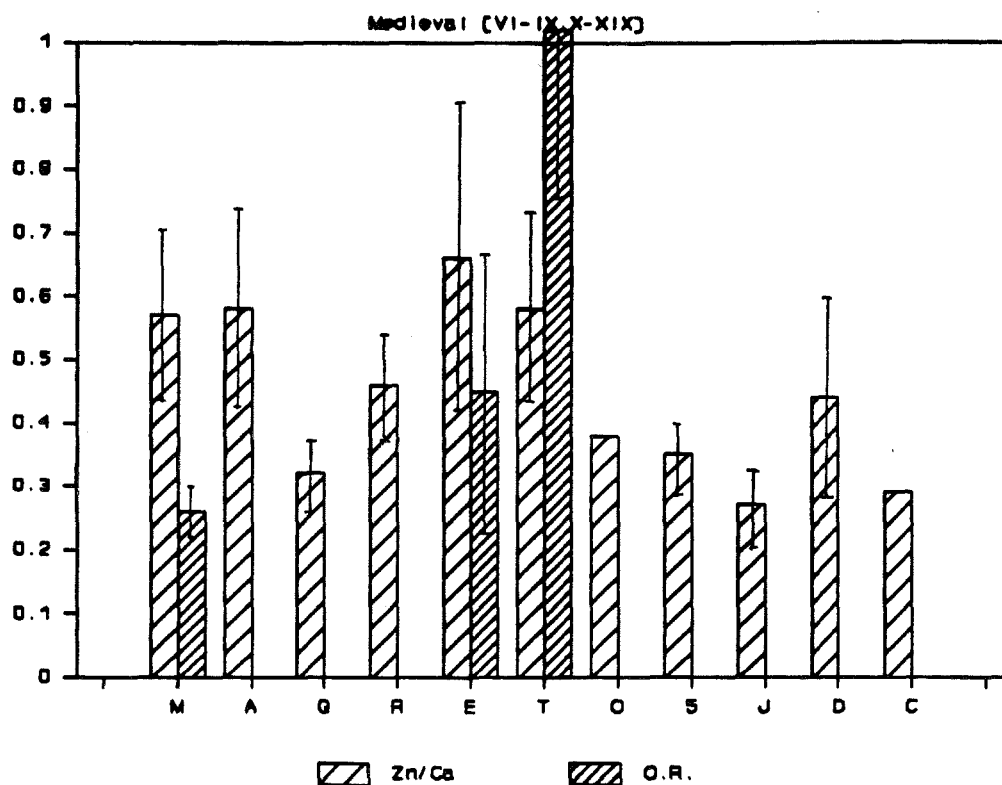
El índice O.R. de la serie de L'Alforja no se ha podido calcular por no disponerse de herbívoros del mismo yacimiento.

**1.2.5.3. Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) O.R. en Series Medievales de Cataluña y Baleares**

**Tabla IV.18. Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en series Medievales de Cataluña**

Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca (c)			
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n	
Muntanyeta	A	M	0.57	0.14	3	0.31	0.05	3	0.26	0.04	3
Artés	I	?	0.58	0.16	11	1.54	0.56	11			
		A	0.77	0.26	2	1.56	0.25	2			
		A	0.54	0.07	9	1.53	0.61	9			
Artés2	A	?	0.59	0.00	1	0.59	0.00	1			
Queralt	A	?	0.32	0.05	4	1.54	0.56	4			
Ripoll	A	?	0.46	0.08	7	0.40	0.09	7			
Esquerda			0.66	0.24	23	0.54	0.26	23	0.45	0.22	23
	I		0.78	0.00	1	0.53	0.00	1	0.44	0.00	1
	A		0.65	0.24	22	0.54	0.27	22	0.45	0.22	22
		?	0.67	0.24	21	0.52	0.26	21	0.44	0.22	21
		F	0.74	0.00	1	0.63	0.00	1	0.53	0.00	1
Esquerda2	M		0.39	0.00	1	0.81	0.00	1	0.68	0.00	1
	A	M	0.33	0.00	1	0.71	0.00	1	0.59	0.00	1
Martí	A		0.58	0.16	4	1.67	0.91	4	1.41	0.77	4
		F	0.67	0.07	3	2.05	0.73	3	1.73	0.61	3
		M	0.32	0.00	1	0.53	0.00	1	0.45	0.00	1
Oliana	A	?	0.38	0.00	1	0.44	0.00	1			
Segàs	A		0.35	0.05	9	0.28	0.05	9			
		?	0.35	0.05	8	0.28	0.05	8			
		M	0.33	0.00	1	0.28	0.00	1			
Montjuïc	A	?	0.27	0.06	7	0.39	0.07	7			
Lleida	A	?	0.44	0.16	13	11.34	4.07	13			
Cardona	A	?	0.29	0.00	1	1.36	0.00	1			

En los yacimientos medievales de Cataluña tan solo en tres series se ha podido calcular el índice O.R. Se trata, generalmente, de series depositadas en museos que fueron estudiadas hace algún tiempo y de las que es difícil disponer de muestras de herbívoro del mismo yacimiento.



**Figura IV.28.** *Indices de Zn/Ca y O.R. en series medievales de Cataluña. M: La Muntanyeta, A: Sta. M<sup>a</sup> d'Artés, Q: Queralt, R: Ripoll, E: L'Esquerda, T: St. Martí Xic, O: Oliana, S: St. Andreu de Segàs, J: Judíos de Montjuïc, D: St. Martí de Lleida, C: Cardona.*

El elevado índice de Sr/Ca en St. Martí Xic es debido a la elevada proporción de Sr en los individuos femeninos de este yacimiento.

### 1.2.5.4. Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) O.R. en Series del Bronce de la Península Ibérica

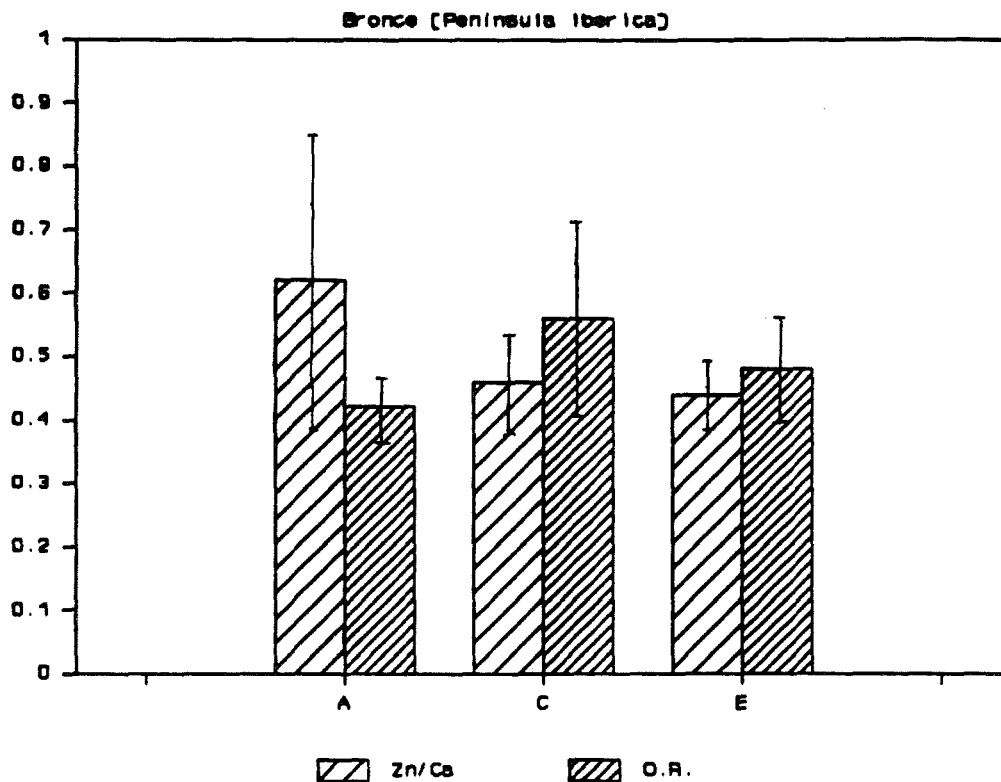
Tabla IV.19. Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en series del Bronce de la Península Ibérica

Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca (c)		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Amarga		0.62	0.23	5	1.07	0.14	5	0.42	0.05	5
	A	0.88	0.08	2	1.07	0.03	2	0.42	0.01	2
	M	0.47	0.00	1	0.91	0.00	1	0.36	0.00	1
	S	0.42	0.05	2	1.14	0.17	2	0.45	0.07	2
	F	0.55	0.19	3	1.11	0.15	3	0.44	0.06	3
	M	0.71	0.25	2	1.01	0.10	2	0.40	0.04	2
C. Alto		0.46	0.08	26	1.42	0.38	26	0.56	0.15	26
	J	0.50	0.02	2	1.66	0.55	2	0.65	0.21	2
	A	0.46	0.08	15	1.44	0.31	15	0.57	0.12	15
	M	0.44	0.08	9	1.34	0.40	9	0.53	0.16	9
	F	0.47	0.09	13	1.43	0.36	13	0.56	0.14	13
	M	0.45	0.07	13	1.41	0.39	13	0.56	0.15	13
Encina		0.44	0.05	9	1.22	0.22	9	0.48	0.09	9
	A	0.44	0.03	4	1.10	0.17	4	0.43	0.07	4
	M	0.44	0.06	5	1.32	0.21	5	0.52	0.08	5
	F	0.41	0.04	3	1.38	0.21	3	0.54	0.08	3
	M	0.45	0.04	6	1.15	0.19	6	0.45	0.07	6

Aunque las concentraciones de Sr son altas en estas series del Bronce de la Península Ibérica, el índice O.R. (Sr/Ca(c)) es comparativamente bajo (entre 0.4 y 0.6, tabla IV.19.).

El índice Zn/Ca también se mantiene en valores intermedios, excepto en Fuente Amarga donde supera el valor de 0.6.

No parece haber variaciones de los índices en los grupos de edad considerados.



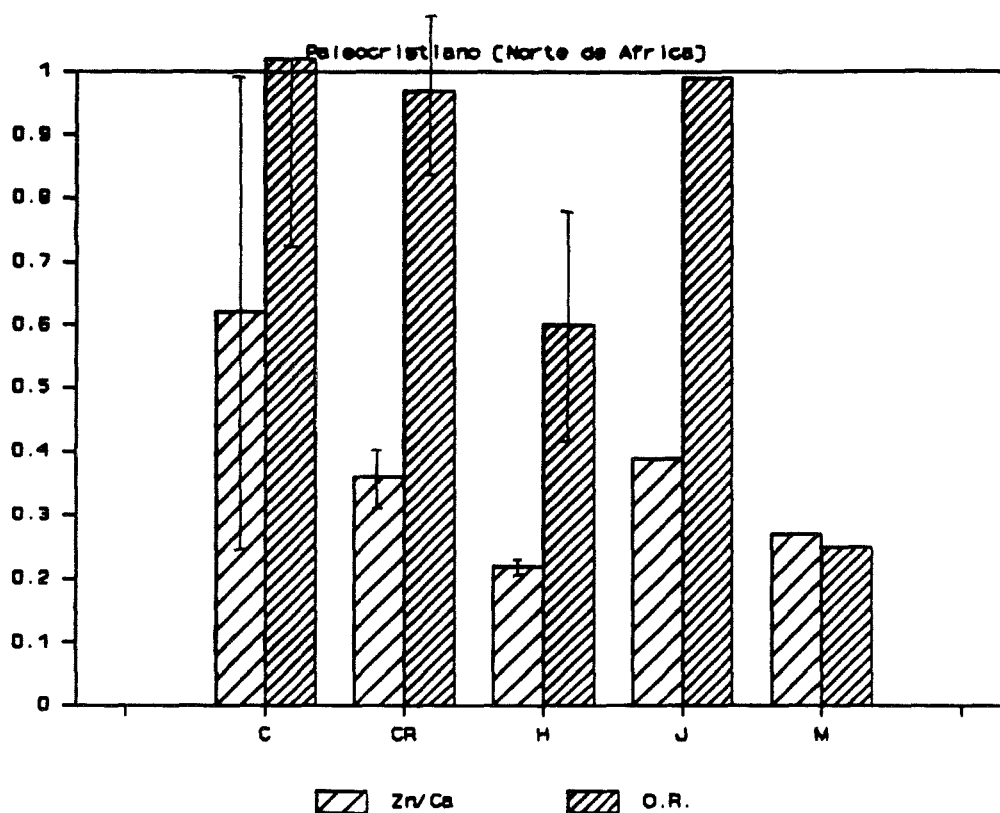
**Figura IV.29.** *Indices de Zn/Ca y O.R. en las series del Bronce de la Península Ibérica. A: Fuente Amarga, C: Castellón Alto, E: Cerro de La Encina.*

En el Bronce de la Península Ibérica no se observan diferencias entre sexos para el índice O.R. Sólo la serie de Fuente Amarga presenta diferencias en el índice Zn/Ca entre sexos.

1.2.5.5. *Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) O.R. en Series del Norte de Africa*Tabla IV.20. *Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en series Paleocristianas, Romanas, Musulmanas y Medievales del Norte de Africa*

Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca(c)			
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n	
Ceuta		0.62	0.38	33	0.54	0.15	33	1.04	0.29	33	
	I	0.87	0.51	9	0.64	0.11	9	1.22	0.21	9	
	J	0.52	0.24	5	0.56	0.15	5	1.08	0.29	5	
	A	0.51	0.28	18	0.49	0.15	18	0.94	0.28	18	
	M	0.79	0.00	1	0.48	0.00	1	0.91	0.00	1	
	?	0.64	0.40	25	0.55	0.16	25	1.05	0.32	25	
	F	0.64	0.38	4	0.53	0.11	4	1.01	0.20	4	
Ceuta2	M	0.43	0.12	4	0.49	0.09	4	0.95	0.17	4	
		0.56	0.19	11	0.69	0.15	11	1.32	0.28	11	
	A	0.54	0.18	10	0.70	0.15	10	1.33	0.29	10	
	M	0.80	0.00	1	0.64	0.00	1	1.24	0.00	1	
	?	0.61	0.20	8	0.71	0.12	8	1.36	0.23	8	
	F	0.47	0.08	2	0.71	0.21	2	1.35	0.40	2	
	M	0.39	0.00	1	0.51	0.00	1	0.97	0.00	1	
Ceuta3	A	?	0.57	0.00	1	0.32	0.00	1	0.61	0.00	1
Ceuta (rom)	A	M	0.36	0.04	2	0.50	0.06	2	0.97	0.12	2
Hacho	A		0.22	0.01	3	0.31	0.09	3	0.60	0.18	3
	F		0.23	0.00	2	0.34	0.11	2	0.65	0.21	2
	M		0.22	0.00	1	0.27	0.00	1	0.51	0.00	1
Hacho1	A		0.27	0.00	2	0.33	0.04	2	0.63	0.08	2
	F		0.27	0.00	1	0.29	0.00	1	0.55	0.00	1
Hacho2	M		0.27	0.00	1	0.37	0.00	1	0.71	0.00	1
	A		0.34	0.03	3	0.29	0.05	3	0.56	0.10	3
	F		0.33	0.03	2	0.26	0.01	2	0.49	0.01	2
Hacho3	M		0.37	0.00	1	0.36	0.00	1	0.70	0.00	1
	A		0.26	0.03	2	0.32	0.03	2	0.60	0.05	2
	F		0.29	0.00	1	0.29	0.00	1	0.55	0.00	1
Jáudenes	M		0.23	0.00	1	0.34	0.00	1	0.65	0.00	1
	A	M	0.39	0.00	1	0.52	0.00	1	0.99	0.00	1
Mirador	A	M	0.27	0.00	1	0.13	0.00	1	0.25	0.00	1
Mirador2	?	?	0.33	0.00	1	0.39	0.00	1	0.75	0.00	1





**Figura IV.30.** *Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en series Paleocristianas, Romanas, Musulmanas y Medievales del Norte de Africa. 1) Tardoromano (Paleocristiano): C: Ceuta; 2) Romano (s. III d.C.): CR: romanos de Ceuta; 3) Musulmán (s. XIV): H: Hacho; 4) Medieval (anterior al s. XVIII, quizá romano): J: Jáúdenes; 5) Tardoromano: M: Mirador*

El índice O.R. es en general alto en los yacimientos de Ceuta, excepto en Hacho y Mirador, que junto con Jáúdenes y los romanos de Ceuta están representados por pocos individuos.

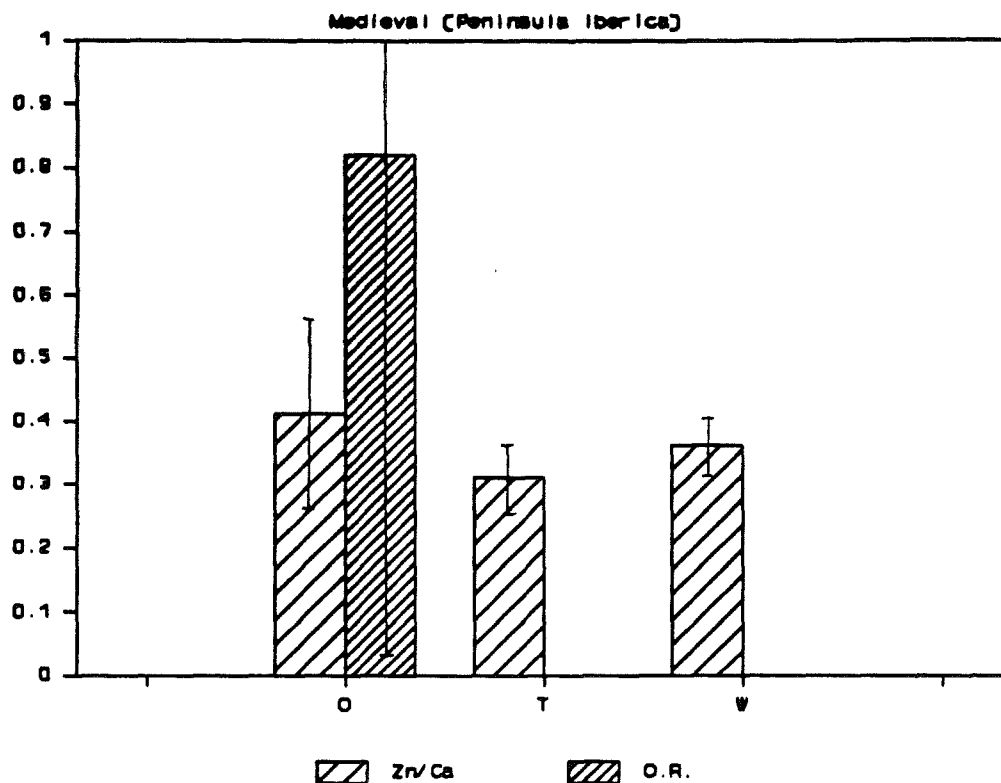
### 1.2.5.6. Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) O.R. en Series Medievales de la Península Ibérica

**Tabla IV.21. Índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en series Medievales de la Península Ibérica**

Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca (c)			
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n	
Olmeda		0.41	0.15	77	0.48	0.47	77	0.82	0.80	77	
	I	0.41	0.13	18	0.43	0.15	18	0.73	0.26	18	
	J	0.37	0.12	11	0.38	0.10	11	0.66	0.17	11	
	SA	0.42	0.19	3	0.34	0.12	3	0.59	0.21	3	
	A	0.44	0.17	26	0.63	0.76	26	1.08	1.31	26	
	M	0.38	0.13	16	0.37	0.11	16	0.64	0.20	16	
	S	0.48	0.13	3	0.51	0.06	3	0.88	0.10	3	
	?	0.40	0.14	31	0.40	0.14	31	0.69	0.24	31	
	F	0.41	0.13	25	0.44	0.14	25	0.76	0.23	25	
	M	0.43	0.19	21	0.63	0.85	21	1.08	1.46	21	
Olmeda2	A	?	0.31	0.09	7	0.38	0.09	7	0.66	0.16	7
Torrecilla	A		0.31	0.05	30	2.00	0.51	30			
	F		0.30	0.05	15	1.97	0.54	15			
	M		0.32	0.06	15	2.03	0.47	15			
Wamba	A		0.36	0.05	30	0.58	0.14	30			
	F		0.33	0.05	15	0.62	0.13	15			
	M		0.39	0.04	15	0.54	0.13	15			

De las series medievales de la Península sólo se dispone en el momento de redactar esta memoria de datos de herbívoros en el yacimiento de La Olmeda. Los herbívoros de La Torrecilla están pendientes de estudio y no se dispone de muestra de herbívoros para Wamba.

En La Olmeda el índice O.R. es elevado. Los valores del índice Zn/Ca son bastante homogéneos en los tres yacimientos.



**Figura IV.31.** *Indices de Zn/Ca y O.R. en series medievales de la Península Ibérica. O: La Olmeda, T: La Torrecilla, W: Wamba*

No se observan diferencias considerables por grupos de edad y sexo en las series medievales analizadas de la Península Ibérica.

### 1.2.5.7. Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) O.R. en Aborígenes de la Tierra del Fuego

El índice Sr/Ca de la serie de Tierra del Fuego se ha corregido con la fauna carnívora de la misma zona geográfica por no disponerse hasta el momento de fauna herbívora.

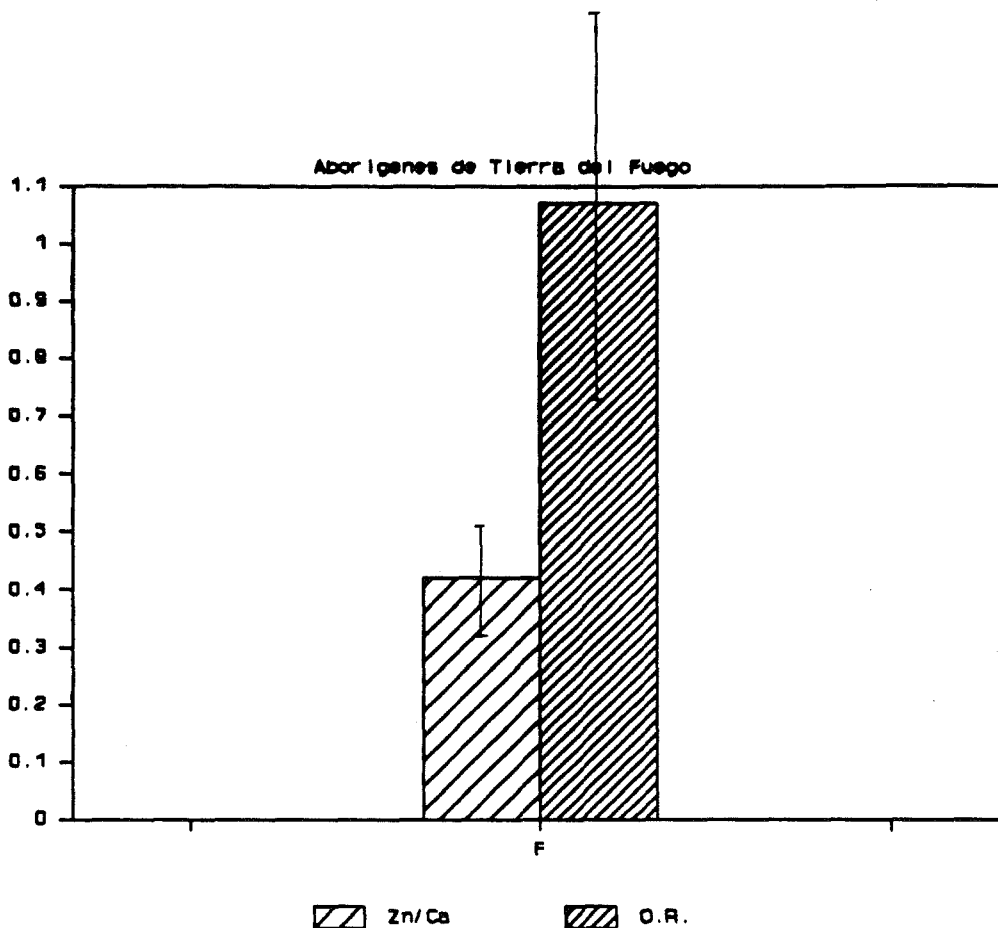
**Tabla IV.22.** *Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en Aborígenes de la Tierra del Fuego*

Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca (c)		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Fueguinos		0.42	0.08	7	0.85	0.24	7	1.07	0.30	7
	J	0.38	0.02	2	0.93	0.04	2	1.17	0.05	2
	A	0.43	0.10	4	0.89	0.25	4	1.13	0.32	4
	M	0.46	0.00	1	0.52	0.00	1	0.65	0.00	1
	?	0.36	0.03	3	0.90	0.05	3	1.13	0.07	3
	F	0.45	0.11	2	0.71	0.04	2	0.89	0.05	2
	M	0.47	0.01	2	0.92	0.40	2	1.15	0.50	2
Fueguinos2	A M	0.34	0.00	1	0.79	0.00	1	1.00	0.00	1

El índice Zn/Ca de los 7 individuos analizados presenta valores intermedios (entre 0.35 y 0.5).

El índice O.R. es superior a la unidad, lo que indica que la relación Sr/Ca en los individuos analizados es superior a la de la fauna carnívora.

La proporción Zn/Ca en los fueguinos adultos (0.43) es ligeramente inferior a la de la fauna carnívora (foca, 0.44).



**Figura IV.32.** *Indices de Zn/Ca y O.R. en la serie de Aborígenes de Tierra del Fuego. El índice O.R. está corregido con la fauna carnívora de la misma zona geográfica.*

### 1.3. Evolución por periodos

#### 1.3.1. Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R.

A partir de los resultados obtenidos para cada serie se han seleccionado los individuos adultos de cada yacimiento. Los índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. obtenidos se muestran en la tabla IV.23.

IV. Resultados

**Tabla IV.23. Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. de los individuos adultos de todas las series analizadas por periodos**

época		abr	Zn/Ca	std	C.V.	n	Sr/Ca	std	C.V.	n	O.R.	std	C.V.	n
Cingle	EPI	C	0.47	0	.	1	3.88	0	.	1	1.46	0	.	1
Roc	"	R	0.46	0	.	1	1.08	0	.	1	0.77	0	.	1
Avellaner	NEO	A	0.68	1.01	151.9	11	0.28	0.04	14.6	11	1.13	0.14	12.7	11
Grimau	"	G	0.44	0.1	23.4	8	0.85	0.46	55.8	8	0.31	0.17	56.6	8
Vilobí	"	V	0.27	0	.	1	0.78	0	.	1	1.3	0	.	1
Abella	"	A	0.27	0	.	1	2.86	0	.	1				
Guineu	CAL	G	0.4	0.11	27.8	26	0.29	0.08	27.9	26	0.54	0.14	26.2	26
Sargantana	"	S	0.28	0.04	14.5	20	1.09	0.2	18.6	20	0.78	0.14	18.2	20
Malpàs	BRO	M	0.38	0.1	27.4	6	0.24	0.05	21.7	6				
Polígon	"	P	0.39	0	.	1	0.57	0	.	1	0.93	0	.	1
Son Real	TAL	S	0.27	0.07	26.1	31	0.84	0.17	20.4	31	0.57	0.11	19.5	31
Tarragona	ROM	T	0.37	0.11	30.0	30	2.49	0.48	19.4	30	0.56	0.11	19.8	30
Alforja	"	A	0.32	0	.	1	0.54	0	.	1				
Muntanyeta	MED	M	0.57	0.14	26.6	3	0.3	0.05	18.1	3	0.26	0.04	16.7	3
Artés	"	A	0.54	0.07	13.3	9	1.3	0.61	48.2	9				
Queralt	"	Q	0.32	0.05	16.6	4	1.54	0.56	38.6	4				
Ripoll	"	R	0.46	0.08	18.0	7	0.4	0.09	23.3	7				
Esquerda	"	E	0.65	0.24	37.3	22	0.54	0.27	50.6	22	0.45	0.22	49.5	22
Martí	"	M	0.58	0.16	29.3	4	1.67	0.91	57.0	4	1.41	0.77	58.0	4
Oliana	"	O	0.38	0	.	1	0.44	0	.	1				
Segàs	"	S	0.35	0.05	14.7	9	0.28	0.05	18.4	9				
Montjuïc	"	M	0.27	0.06	23.0	7	0.39	0.07	18.6	7				
Lleida	"	L	0.44	0.16	37.1	13								
Cardona	"	C	0.29	0	.	1	1.36	0	.	1				
Ceuta	PAL	C	0.51	0.28	55.7	18	0.49	0.15	31.0	18	0.94	0.28	30.2	18
Mirador	"	M	0.27	0	.	1	0.13	0	.	1	0.25	0	.	1
Ceuta (rom)	ROM	C	0.36	0.04	12.5	2	0.5	0.06	13.5	2	0.97	0.12	13.9	2
Jáudenes	"	J	0.39	0	.	1	0.52	0	.	1	0.99	0	.	1
Hacho	MUS	H	0.22	0.01	4.9	3	0.31	0.09	31.5	3	0.6	0.18	32.5	3
Amarga	BRO	A	0.88	0.08	10.2	2	1.07	0.03	3.2	2	0.42	0.01	2.7	2
C. Alto	"	C	0.46	0.08	17.7	15	1.44	0.31	21.9	15	0.57	0.12	21.4	15
Encina	"	E	0.44	0.03	7.2	4	1.1	0.17	16.4	4	0.43	0.07	17.3	4
Torreçilla	MUS	T	0.31	0.05	16.3	30	2.0	0.51	25.7	30				
Olmeda	MED	O	0.44	0.17	39.0	26	0.63	0.76	121.8	26	1.08	1.31	122.5	26
Wamba	"	W	0.36	0.05	14.0	30	0.58	0.14	24.3	30				
Fueguino	FUE	F	0.43	0.1	24.7	4	0.89	0.25	29.8	4	1.13	0.32	30.1	4

En la tabla IV.24. se ha calculado el promedio de los índices para las series de cada periodo, a partir de la tabla IV.23., en Cataluña y Baleares, Norte de Africa, Península Ibérica y Tierra del Fuego.

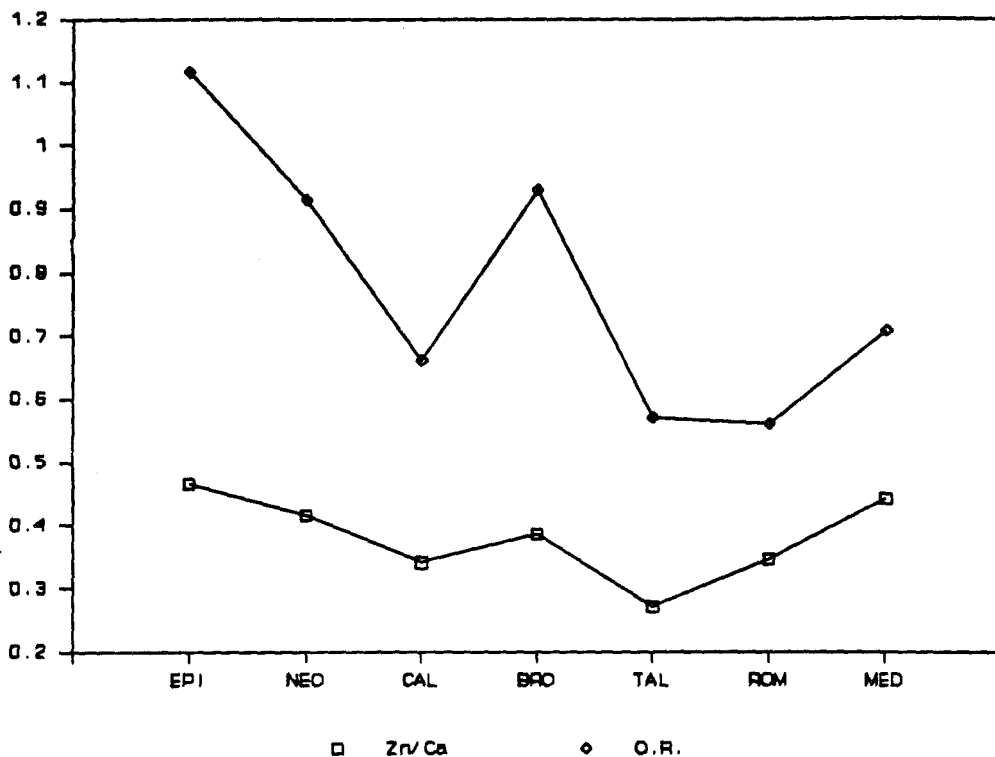
**Tabla IV.24. Índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. por periodos y áreas geográficas estudiadas**

Epoca	Zn/Ca	std	C.V.	n	Sr/Ca	std	C.V.	n	O.R.	std	C.V.	n	dat.aprox.	
Cataluña y Baleares	EPI	0.47	0.00	0.0	2	2.48	1.40	63.5	2	1.12	0.34	34.2	2	9.000 a.C.
	NEO	0.42	0.17	43.0	4	1.19	0.99	88.4	4	0.91	0.43	50.2	4	5.000 a.C.
	CAL	0.34	0.06	19.9	2	0.69	0.40	65.2	2	0.66	0.12	20.5	2	2.000 a.C.
	BRO	0.39	0.00	0.0	2	0.41	0.17	46.6	2	0.93	0.00	0.0	2	1.500 a.C.
	TAL	0.27	0.00	.	1	0.84	0.00	.	1	0.57	0.00	.	1	1.000 a.C.
	ROM	0.35	0.02	6.4	2	1.52	0.98	72.5	2	0.56	0.00	.	1	300 d.C.
	MED	0.44	0.12	27.9	11	1.80	3.06	173.9	11	0.71	0.50	76.3	3	1.000 d.C.
Península Ibérica	BRO	0.59	0.20	36.7	3	1.20	0.17	15.3	3	0.47	0.07	16.1	3	2.000 a.C.
	MED	0.37	0.05	8.8	3	1.07	0.66	66.8	3	1.08	0.00	.	1	1.300 d.C.
Norte de Africa	PAL	0.39	0.12	34.6	2	0.31	0.18	65.3	2	0.60	0.35	65.6	2	300 d.C.
	ROM	0.38	0.02	5.9	2	0.51	0.01	2.2	2	0.98	0.01	1.1	2	200 d.C.
	MUS	0.22	0.00	.	1	0.31	0.09	.	1	0.6	0.00	.	1	1.300 d.C.
Tierra de Fuego		0.43	0.00	.	1	0.89	0.00	.	1	1.13	0.00	.	1	1.800 d.C.?

En la tabla IV.24. se considera que cada población analizada representa un dato individual, ya que interesa determinar la variabilidad de las series. Por ello, se ha calculado el promedio de los índices de cada serie por periodos en lugar del promedio de los índices de cada individuo para cada periodo prescindiendo de su procedencia.

Los promedios del índice O.R. por periodos se han calculado con las series para las que se dispone de herbívoros del mismo yacimiento. El número de series estudiadas en cada época es en general bastante bajo.

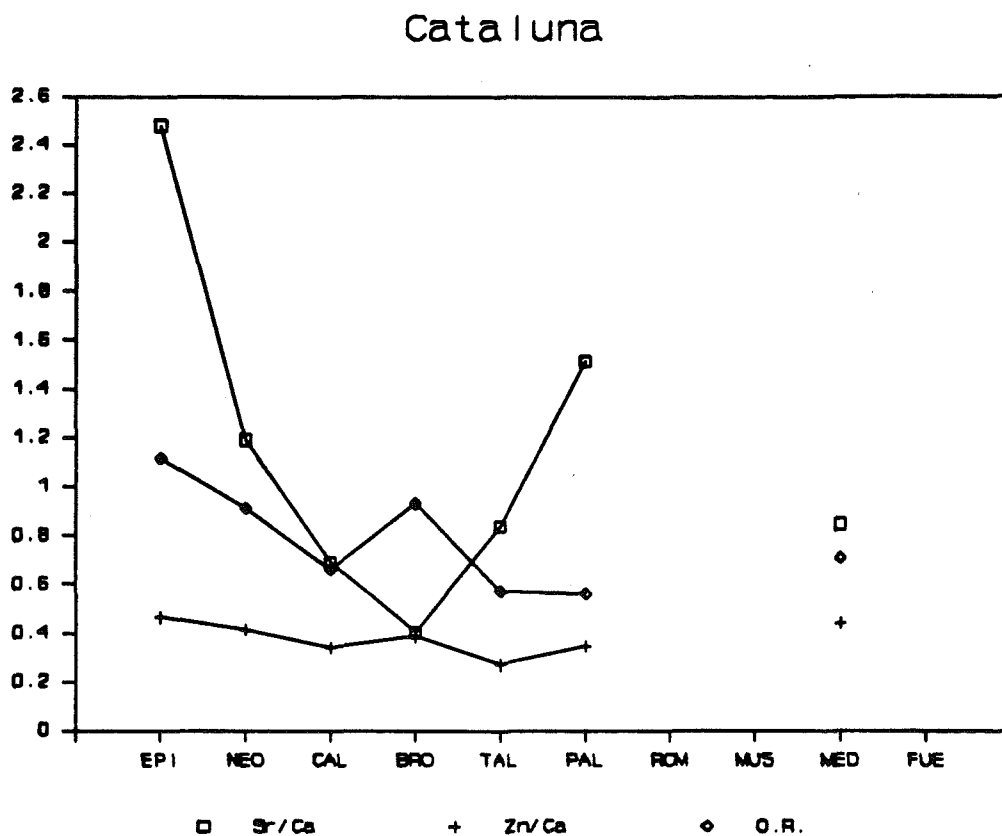
## Cataluña y Baleares



**Figura IV.33.** Evolución por periodos de los índices Zn/Ca y O.R. en Cataluña y Baleares EPI: Epipaleolítico, NEO: Neolítico, CAL: Calcolítico, BRO: Bronce, TAL: Talayótico, ROM: Romano, MED: Medieval

En la figura IV.33. se muestra la evolución por periodos de los índices de Zn/Ca y O.R. en Cataluña y Baleares. Ambos valores disminuyen desde el periodo Epipaleolítico hasta el Calcolítico. En el Bronce los dos índices aumentan. El periodo Talayótico presenta los valores más bajos, que tienden a aumentar en los periodos sucesivos. En todas las épocas el índice O.R. es similar o superior a 0.6 y el índice Zn/Ca es siempre inferior a 0.5.





**Figura IV.34.** Evolución por periodos de los índices Sr/Ca, Zn/Ca y O.R. en Cataluña y Baleares EPI: Epipaleolítico, NEO: Neolítico, CAL: Calcolítico, BRO: Bronce, TAL: Talayótico, PAL: Paleocristiano, ROM: Romano, MUS: Musulmán, MED: Medieval, FUE: Tierra del Fuego

En la figura IV.34. se puede observar la evolución por periodos de los índices Sr/Ca, Zn/Ca y O.R. en Cataluña y Baleares. En ella, la ausencia de líneas indica periodos no representados. La serie de la necrópolis de Tarragona está incluida en el periodo Paleocristiano (junto con los

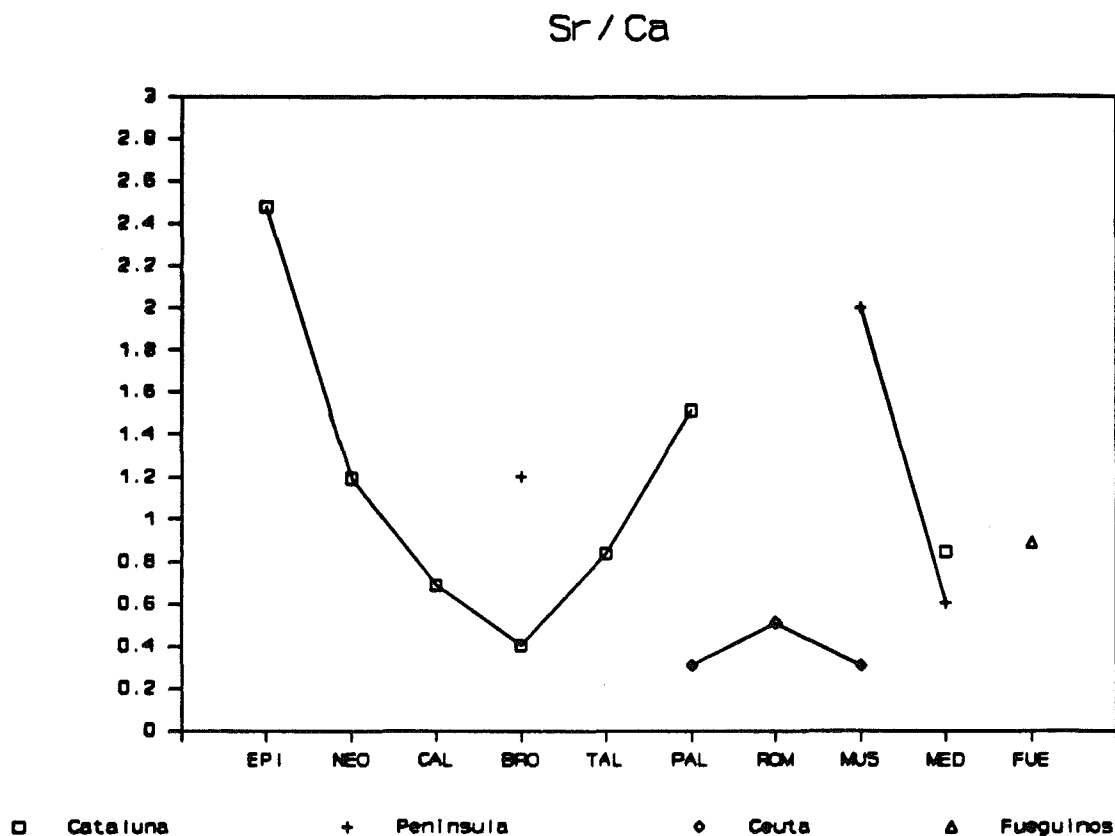
paleocristianos de la Basílica de Ceuta) en la figura IV.34., para distinguirla de los romanos de Ceuta. En la figura IV.33. se incluyó sola en el periodo Romano.

Hay que destacar el comportamiento diferencial entre el índice Sr/Ca y el O.R. Ya se ha comentado anteriormente que los valores de Sr/Ca de las muestras analizadas dependen de la disponibilidad de Sr en el medio y de su captación a través de la dieta. Este Sr ingerido no parece estar relacionado con la proporción de Sr respecto al Ca en la tierra de los yacimientos analizados (tabla IV.2.). Ceuta presenta el valor más alto de Sr/Ca en la tierra (10.48). Sin embargo, las series analizadas presentan valores próximos o inferiores a 0.5 (tabla IV.33.). La relación tampoco es evidente entre la proporción Sr/Ca de las series estudiadas y la concentración absoluta de Sr en la tierra (tabla IV.1.). Los yacimientos epipaleolíticos y la necrópolis de Tarragona tienen concentraciones de Sr en la tierra muy inferiores a las de Fuente Amarga pero la relación se invierte con el índice Sr/Ca de las series analizadas.

La relación Sr/Ca en las muestras humanas analizadas es de esperar que refleje dicha proporción en los alimentos ingeridos por aquellos individuos, que a su vez dependerá del nivel trófico anterior y así sucesivamente, hasta llegar a la relación Sr/Ca de los productores primarios que reflejan los valores disponibles en el ambiente (SILLEN, 1984) y en especial en el agua accesible a las plantas.

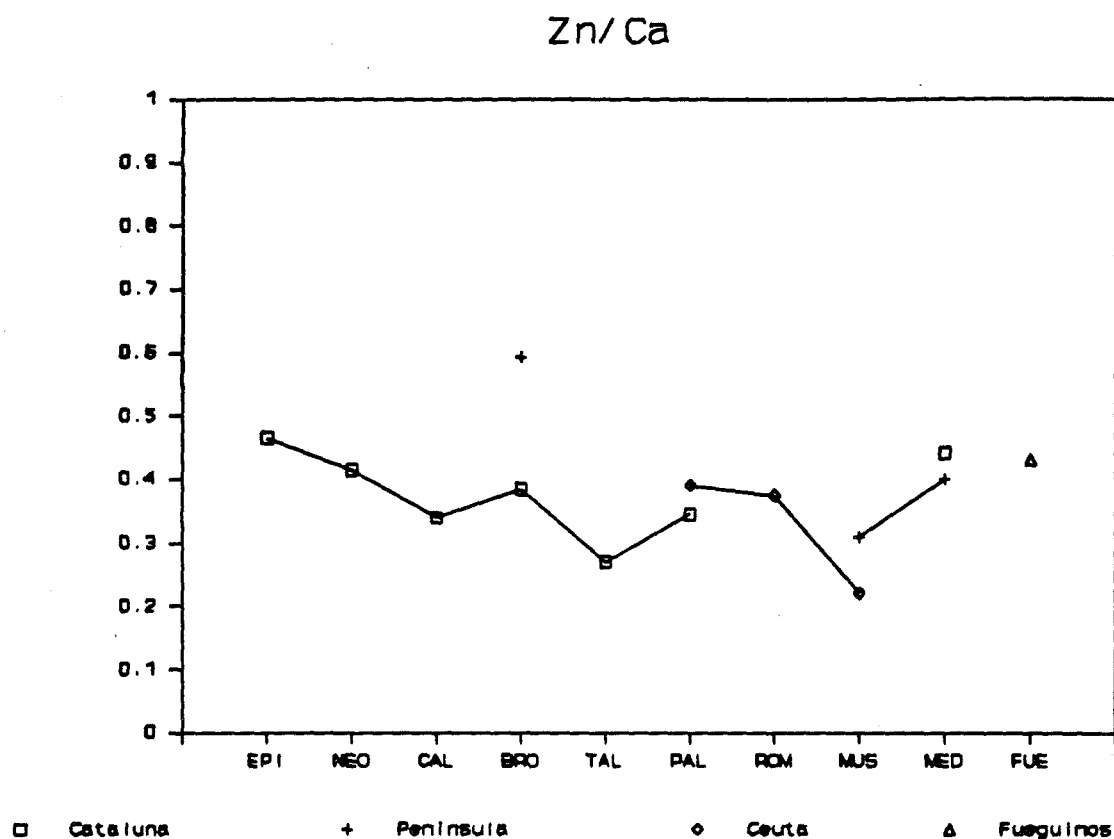
La proporción Sr/Ca en la tierra seca no depende necesariamente de los niveles circulantes. Incluso, el Sr presente en el terreno puede no ser accesible a las plantas en condiciones determinadas (ausencia de aguas ácidas que disuelvan los elementos).

Si la relación Sr/Ca en las muestras humanas depende de la proporción ambiental que afecta a todos los niveles de la cadena trófica, este índice no será representativo de la dieta de la población analizada a menos que en todos los casos estudiados la relación Sr/Ca ambiental sea la misma, lo que no sucede en la práctica. Los valores de Sr/Ca no son, por tanto, comparables entre series de distintos yacimientos.



**Figura IV.35.** *Evolución del índice Sr/Ca por periodos en todas las series analizadas. EPI: Epipaleolítico, NEO: Neolítico, CAL: Calcolítico, BRO: Bronce, TAL: Talayótico, PAL: Paleocristiano, ROM: Romano, MUS: Musulmán, MED: Medieval, FUE: Tierra del Fuego*

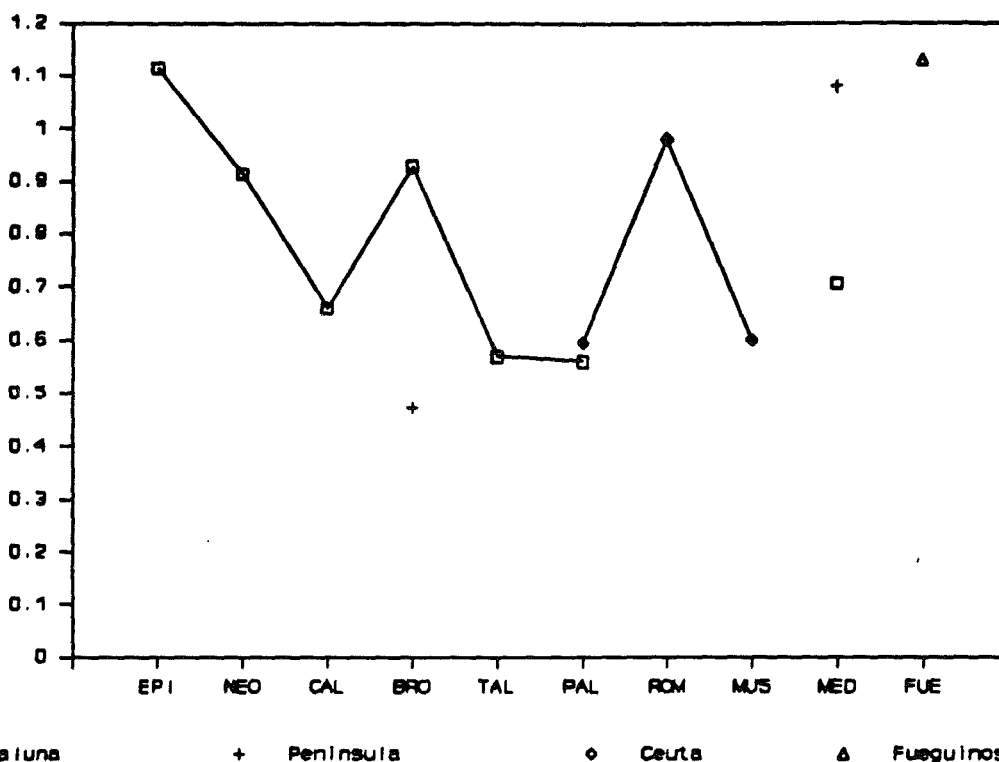
El índice Sr/Ca no parece seguir, pues, exactamente la misma variación en el tiempo que el índice O.R.



**Figura IV.36.** Evolución del índice Zn/Ca por periodos en todas las series analizadas. EPI: Epipaleolítico, NEO: Neolítico, CAL: Calcolítico, BRO: Bronce, TAL: Talayótico, PAL: Paleocristiano, ROM: Romano, MUS: Musulmán, MED: Medieval, FUE: Tierra del Fuego

En las series de Cataluña y Baleares la tendencia del índice Zn/Ca es a disminuir desde el Epipaleolítico hasta el Paleocristiano. En Ceuta, la serie musulmana tiene un índice menor que las de los otros periodos. En la Península las series del Bronce tienen un índice Zn/Ca elevado.

O.R.



**Figura IV.37.** Evolución del índice O.R. por periodos en todas las series analizadas. EPI: Epipaleolítico, NEO: Neolítico, CAL: Calcolítico, BRO: Bronce, TAL: Talayótico, PAL: Paleocristiano, ROM: Romano, MUS: Musulmán, MED: Medieval, FUE: Tierra del Fuego

El índice O.R. es alto en la mayoría de los periodos analizados (próximo o superior a 0.6). Los dos picos (figura IV.36., Bronce en Cataluña y Romanos de Ceuta) están formados por periodos poco representados.

## 1.3.2. Coeficientes de variación

SCHOENINGER (1979) sugiere que un coeficiente de variación (C.V.) superior al 20% indicaría que la dieta de la serie analizada presenta diferencias intrapoblacionales significativas. Por debajo de este valor la dieta podría considerarse homogénea.

En la tabla IV.25. se muestran los coeficientes de variación obtenidos para los distintos periodos considerados y en la tabla IV.26. los mismos coeficientes para los individuos adultos de cada una de las series analizadas. Los resultados se comentan en el apartado 2.4. del capítulo de Discusión.

*Tabla IV.25. Coeficientes de variación de los índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. en los periodos considerados y patrón económico estimado*

	Epoca	Zn/Ca	Sr/Ca	O.R.	Economía
Cataluña y Balears	EPI	0.0	63.5	34.2	Agrícola
	NEO	43.0	88.4	50.2	Agrícola
	CAL	19.9	65.2	20.5	Agrícola pobre
	BRO	0.0	46.6	0.0	Agrícola
	TAL	26.1	20.4	19.5	Mixta pobre
	ROM	6.4	72.5	.	Mixta
	MED	27.9	173.9	58.1	Mixta
Península Ibérica	BRO	36.7	15.3	16.1	Mixta rica
	MED	14.6	66.8	.	Agrícola
Norte de Africa	PAL	34.6	65.3	65.6	Marina
	ROM	5.9	2.2	1.1	Agrícola/marina
	MUS	4.9	31.5	32.5	Agrícola pobre
Tierra de Fuego		24.7	29.8	30.1	Marina

**Tabla IV.26.** *Coefficientes de variación de los índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. para los individuos adultos de las series analizadas y patrón económico estimado*

época		Zn/Ca	Sr/Ca	O.R.	Economía
Cingle	EPI	.	.	.	Agrícola
Roc	"	.	.	.	Agrícola
Avellaner	NEO	151.9	14.6	12.7	Agrícola rica
Grimau	"	23.4	53.8	56.6	Pastoril
Vilobí	"	.	.	.	Agrícola pobre
Abella	"	.	.	.	pobre
Guineu	CAL	27.8	27.9	26.2	Mixta
Sargantana	"	14.5	18.6	18.2	Agrícola pobre
Malpàs	BRO	27.4	21.7	.	media
Poligon	"	.	.	.	Agrícola
Son Real	TAL	26.1	20.4	19.5	Mixta pobre
Tarragona	ROM	30.0	19.4	19.8	Mixta
Alforja	"	.	.	.	media
Muntanyeta	MED	26.6	17.5	16.7	Pastoril rica
Artés	"	13.3	41.0	.	rica
Queralt	"	16.6	38.6	.	pobre
Ripoll	"	18.0	23.3	.	media
Esquerda	"	37.3	50.6	49.4	Mixta rica
Martí	"	29.3	57.9	58.0	Agrícola rica
Oliana	"	.	.	.	media
Segàs	"	14.7	18.4	.	media
Montjuïc	"	23.0	18.6	.	pobre
Lleida	"	37.1	.	.	media
Cardona	"	.	.	.	pobre
Ceuta	PAL	57.7	31.0	30.2	Marina rica
Mirador	"	.	.	.	Marina pobre
Ceuta (rom)	ROM	12.5	13.5	13.9	Agrícola/marina
Jáudenes	"	.	.	.	Agrícola/marina
Hacho	MUS	4.9	31.5	32.5	Agrícola/marina pobre
Amarga	BRO	10.2	3.2	2.7	Mixta rica
C. Alto	"	17.7	21.9	21.4	Mixta
Encina	"	7.2	16.4	17.3	Mixta
Torrecilla	MUS	16.3	25.7	.	pobre
Olmeda	MED	39.0	121.8	122.5	Agrícola
Wamba	"	14.0	24.3	.	media
Fueguino	FUE	24.7	29.8	30.1	Marina media

### 1.3.3. Elipses equiprobables de los índices Zn/Ca y O.R.

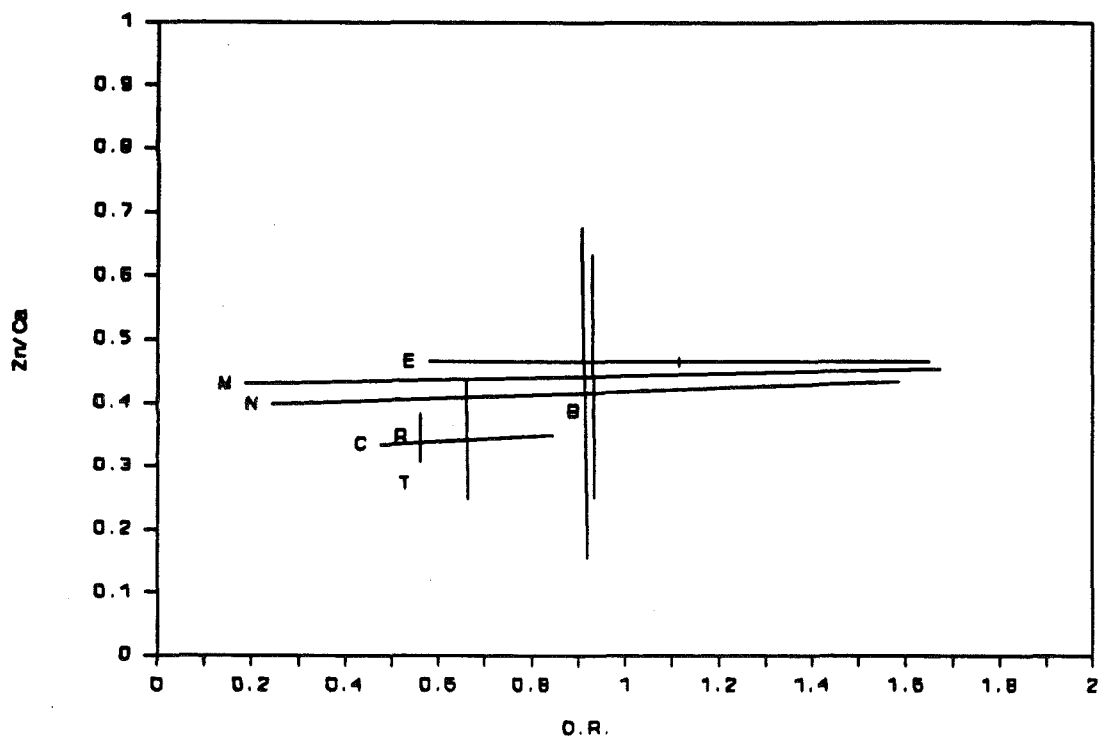
Con el fin de determinar la variabilidad de los índices Zn/Ca y O.R. para los distintos periodos estudiados se calcularon las elipses equiprobables en cada caso siguiendo la metodología descrita por FEREMBACH *et al.* (1986). La correlación entre las dos variables, necesaria para el cálculo, se aproximó para cada periodo tomando en todos los casos la correlación conjunta para todos los periodos (tabla IV.70).

Las variables utilizadas para el cálculo de las elipses equiprobables no siguen una distribución normal. Por tanto, las gráficas que se presentan son tan sólo aproximaciones de la variabilidad de los índices para cada periodo que permiten, sin embargo, visualizar de forma fácilmente comprensible la superposición de los rangos de variabilidad.

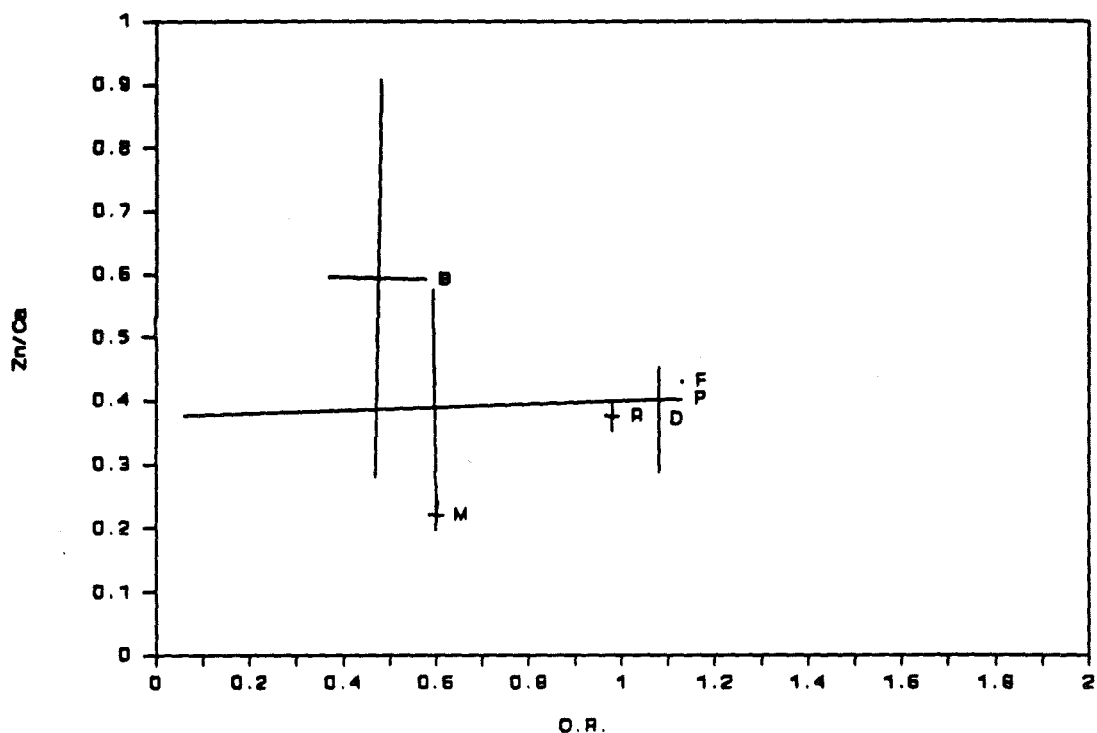
En la figura IV.38. se puede observar que los límites de variabilidad para cada periodo de los índices Zn/Ca y O.R. en Cataluña y Baleares se superponen de forma considerable. Los periodos representados por una sola serie están indicados por un punto en el gráfico.

En la figura IV.38. se observa que el Bronce es el periodo que más se diferencia de los demás, pero los rangos de variación también se superponen aquí en todos los periodos analizados.





**Figura IV.38.** *Elipses equiprobables para las variables Zn/Ca y O.R. en las series de Cataluña y Baleares por periodos. Los diámetros máximo y mínimo de la elipse engloban un 70% de la variabilidad total. E: Epipaleolítico, N: Neolítico, C: Calcolítico B: Bronce, T: Talayótico, R: Paleocristiano, M: Medieval*



**Figura IV.39.** *Elipses equiprobables para las variables Zn/Ca y O.R. en las series de la Península Ibérica, Norte de Africa y Tierra del Fuego por periodos. Los diámetros máximo y mínimo de la elipse engloban un 70% de la variabilidad total. 1) Ceuta: P: Paleocristiano, R: Romano, M: Medieval, 2) Península Ibérica: B: Bronce, D: Medieval; 3) Tierra del Fuego: F: Fueguinos*

## 1.4. Análisis multielemental

Los resultados obtenidos con los índices de Sr y Zn se comentan desde el punto de vista nutricional al considerar cada serie por separado en el capítulo V. Dada la problemática existente en la interpretación del índice O.R., con el fin de contrastar los resultados se seleccionaron muestras de hueso de series donde una dieta basada en alimentos de origen marino pudiera haber afectado los resultados obtenidos con el Sr. Se analizaron por segunda vez muestras estudiadas anteriormente de individuos de las series de Ceuta, Son Real, La Olmeda, Fueguinos y fauna marina actual, determinándose el contenido de Ca, Sr, Zn, Ba, Mg, Mn, Cu y Fe.

### 1.4.1. Concentraciones de los elementos analizados

#### 1.4.1.1. Ca, Sr y Zn

Las concentraciones de Ca, Sr y Zn de la fauna marina actual ya se mostraron en la tabla IV.3. Las concentraciones en las muestras de los yacimientos seleccionados se presentan en la tabla IV.27.

Los valores obtenidos en la segunda lectura de algunos de los individuos de cada serie proporcionan datos por lo general similares a los obtenidos en la primera lectura. Respecto a las concentraciones de Sr y Zn los errores de medición máximo y mínimo de las lecturas repetidas de los individuos adultos son 56.57  $\mu\text{g/g}$  y 2.12  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente. El error de medición se calculó como la desviación estándar de las diferencias de las dos mediciones repetidas respecto a la media de las dos. Dichos errores representan una variación de las lecturas realizadas (C.V.: coeficiente de variación) del 47.14% y 2.22% respectivamente. Por término medio se podría considerar que el error que se comete al realizar dos mediciones repetidas de la concentración de oligoelementos para una misma muestra se encuentra en torno al 25%. Respecto a los índices, los errores máximo y mínimo para los individuos adultos son 0.02 y 0.35, lo que supone un coeficiente de variación del 70.71% y 4.04%. El promedio podría situarse aproximadamente alrededor del 40%.

**Tabla IV.27. Concentraciones de Ca (mg/g), Sr (g/g) y Zn (g/g) en las muestras de los yacimientos seleccionados**

	Edad	Sexo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
			Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Ceuta			406.5	22.5	12	265.9	66.2	12	230.3	76.8	12
		A	404.3	22.3	11	264.9	69.0	11	220.1	71.9	11
		M	430.0	0.0	1	277.3	0.0	1	343.1	0.0	1
		?	407.0	25.9	9	268.2	60.8	9	246.8	80.3	9
		F	407.2	1.2	2	287.0	84.9	2	192.4	33.0	2
		M	400.5	0.0	1	203.2	0.0	1	157.6	0.0	1
Hacho		A	422.8	8.4	3	155.3	24.3	3	109.7	10.5	3
		?	411.2	0.0	1	183.6	0.0	1	94.8	0.0	1
		F	430.6	0.0	1	124.2	0.0	1	117.9	0.0	1
		M	426.6	0.0	1	157.9	0.0	1	116.4	0.0	1
Mirador	?		410.6	0.0	1	160.0	0.0	1	135.9	0.0	1
Fueguinos			405.3	10.9	7	343.5	93.3	7	170.7	36.4	7
		J	393.1	1.8	2	365.1	14.0	2	149.8	7.6	2
		A	410.9	9.9	4	366.0	99.7	4	177.0	44.3	4
		M	407.3	0.0	1	209.9	0.0	1	187.1	0.0	1
		?	397.3	6.2	3	357.5	15.7	3	143.9	10.4	3
		F	415.7	12.3	2	293.4	8.0	2	189.6	50.5	2
		M	406.9	0.4	2	372.5	162.5	2	191.9	4.8	2
Ballena			384.1	0.0	1	511.8	0.0	1	184.0	0.0	1
Foca			401.6	6.3	3	319.2	36.9	3	176.4	33.8	3
Olmeda infant.			420.5	46.7	29	165.8	52.7	29	165.8	54.8	29
		I	411.3	13.8	17	178.5	59.3	17	171.0	53.8	17
		J	416.0	27.0	9	141.9	20.4	9	145.5	39.4	9
		SA	486.6	113.4	3	165.1	55.2	3	197.0	74.9	3
Olmeda			393.3	1.9	3	133.6	7.3	3	114.6	15.9	3
Conejo			407.4	1.7	3	223.4	22.5	3	207.8	41.3	3
Son Real		A	347.8	96.8	10	232.6	47.3	10	94.0	14.1	10
		?	346.5	0.0	1	242.0	0.0	1	82.0	0.0	1
		F	382.8	14.2	6	223.6	52.4	6	96.7	12.5	6
		M	278.3	153.4	3	247.5	39.4	3	92.6	16.9	3

#### 1.4.1.2. Mg, Ba y Mn

En la tabla IV.28. se muestran las concentraciones de Mg, Ba y Mn para las muestras de fauna marina actual y en la tabla IV.29. para las muestras de los yacimientos seleccionados.

**Tabla IV.28. Concentraciones de Mg, Ba y Mn en muestras de fauna marina actual**

	ug/g Mg			ug/g Ba			ug/g Mn		
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
<b>Peces</b>									
Atún	9550	11283	3	17.0	23.3	3	3.2	4.4	3
espina	25506	0	1	50.0	0.0	1	9.5	0.0	1
tejido	1573	103	2	0.5	0.0	2	0.1	0.0	2
Boquerón	18522	17129	2	77.5	76.5	2	53.0	52.6	2
espina	35651	0	1	154.0	0.0	1	105.6	0.0	1
tejido	1393	0	1	1.0	0.0	1	0.3	0.0	1
Caballa	14103	12796	2	66.9	64.9	2	7.5	7.3	2
espina	26899	0	1	131.8	0.0	1	14.7	0.0	1
tejido	1308	0	1	2.0	0.0	1	0.2	0.0	1
Citharus	2873	1718	3	4.4	5.5	3	6.1	8.1	3
espina	5302	0	1	12.2	0.0	1	17.6	0.0	1
tejido	1659	46	2	0.6	0.1	2	0.3	0.1	2
Bacalao tejido	1335	0	1	0.9	0.0	1	0.0	0.0	1
Merluza espina	46262	1968	2	103.6	10.7	2	58.1	2.4	2
<b>Moluscos</b>									
Almeja	1831	1385	4	13.5	5.7	4	1.4	0.2	4
tejido	4227	0	1	3.7	0.0	1	1.3	0.0	1
concha	1032	80	3	16.7	1.0	3	1.4	0.2	3
Mejillón	3945	1677	3	6.4	4.5	3	1.6	0.5	3
tejido	3073	0	1	2.1	0.0	1	1.1	0.0	1
concha	4381	1910	2	8.6	4.0	2	1.8	0.5	2
<b>Crustáceo</b>									
Gamba exo.esq.	85530	0	1	161.7	0.0	1	34.8	0.0	1

**Tabla IV.29. Concentraciones de Mg, Ba y Mn en muestras de los yacimientos seleccionados**

Edad	Sexo	ug/g Mg			ug/g Ba			ug/g Mn		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Ceuta		13218	2538	12	2034.3	3189.2	12	640.6	485.3	12
	A	13507	2455	11	2152.6	3305.7	11	561.4	426.4	11
	M	10044	0	1	733.1	0.0	1	1511.1	0.0	1
	?	12918	2287	9	769.6	453.1	9	730.9	508.3	9
	F	12851	2946	2	6816.5	5327.7	2	545.0	105.8	2
Hacho	M	16653	0	1	3852.1	0.0	1	18.7	0.0	1
	A	7752	591	3	151.3	17.0	3	5.4	1.6	3
	?	8309	0	1	165.9	0.0	1	4.1	0.0	1
	F	8012	0	1	127.4	0.0	1	7.6	0.0	1
	M	6934	0	1	160.7	0.0	1	4.4	0.0	1
Mirador	?	11122	0	1	1342.3	0.0	1	7.8	0.0	1
	Fueguinos	10189	4244	7	417.5	341.3	7	101.1	176.5	7
	J	7393	114	2	857.9	259.0	2	20.5	3.2	2
	A	9444	2945	4	284.3	159.3	4	165.7	211.5	4
	M	18762	0	1	69.6	0.0	1	3.7	0.0	1
Ballena	?	7781	557	3	702.7	304.7	3	30.8	14.8	3
	F	9742	4101	2	132.4	52.2	2	40.2	20.9	2
	M	14249	4513	2	274.8	205.2	2	267.4	263.7	2
	Foca	13010	0	1	370.9	0.0	1	77.6	0.0	1
	Olmeda infant.	9967	3812	3	625.2	261.7	3	110.7	99.6	3
Olmeda	I	8592	12059	29	649.2	225.5	29	130.5	147.4	29
	J	6268	1534	17	664.1	210.9	17	158.1	181.0	17
	SA	13495	20682	9	676.0	247.9	9	93.7	64.7	9
	A ?	7046	2007	3	484.0	156.3	3	84.5	37.7	3
	Conejo	5675	686	3	534.4	179.4	3	73.4	93.5	3
Son Real	A ?	7480	607	3	613.4	55.7	3	61.6	13.2	3
	?	16436	3413	10	125.1	24.4	10	11.7	14.2	10
	F	15470	0	1	106.5	0.0	1	16.0	0.0	1
	F	15094	3465	6	122.7	23.4	6	12.0	17.7	6
	M	19441	1373	3	136.1	25.5	3	9.6	6.5	3

## 1.4.1.3. Fe y Cu

En la tabla IV.30. se muestran las concentraciones de Fe y Cu en las muestras de fauna marina actual y en la tabla IV.31. las de los yacimientos seleccionados.

**Tabla IV.30. Concentraciones de Fe y Cu en muestras de fauna marina actual**

	ug/g Fe			ug/g Cu		
	Media	Std	n	Media	Std	n
<b>Peces</b>						
Atún	23.7	12.6	3	3.4	3.5	3
espina	37.4	0.0	1	1.4	0.0	1
tejido	16.9	10.0	2	4.3	3.9	2
Boquerón	206.9	198.0	2	10.3	9.0	2
espina	404.9	0.0	1	19.4	0.0	1
tejido	8.9	0.0	1	1.3	0.0	1
Caballa	77.9	61.7	2	71.0	68.6	2
espina	139.5	0.0	1	139.5	0.0	1
tejido	16.2	0.0	1	2.4	0.0	1
Citharus	3.0	0.6	3	2.2	2.3	3
espina	3.8	0.0	1	0.9	0.0	1
tejido	2.6	0.2	2	2.8	2.6	2
Bacalao tejido	8.5	0.0	1	0.2	0.0	1
Merluza espina	83.2	20.0	2	18.1	7.0	2
<b>Moluscos</b>						
Almeja	37.4	18.5	4	2.1	0.6	4
tejido	66.1	0.0	1	2.1	0.0	1
concha	27.9	9.4	3	2.2	0.7	3
Mejillón	7.5	8.9	3	23.8	16.5	3
tejido	20.1	0.0	1	28.5	0.0	1
concha	1.3	1.1	2	21.5	19.8	2
<b>Crustáceo</b>						
Gamba exo.esq.	76.8	0.0	1	79.2	0.0	1

**Tabla IV.31. Concentraciones de Fe y Cu en muestras de los yacimientos seleccionados**

Edad	Sexo	ug/g Fe			ug/g Cu		
		Media	Std	n	Media	Std	n
Ceuta		4546.0	4083.9	12	71.1	41.9	12
	A	4585.2	4263.4	11	69.1	43.2	11
	M	4114.3	0.0	1	93.8	0.0	1
	?	5727.0	4069.5	9	82.9	42.1	9
	F	1383.6	83.8	2	41.2	1.3	2
	M	241.6	0.0	1	24.9	0.0	1
Hacho	A	229.6	26.2	3	36.6	43.9	3
	?	192.5	0.0	1	5.0	0.0	1
	F	246.9	0.0	1	98.8	0.0	1
	M	249.4	0.0	1	6.1	0.0	1
Mirador	?	120.5	0.0	1	21.9	0.0	1
Fueguinos		271.4	153.3	7	6.0	4.8	7
	J	139.2	27.2	2	9.9	7.3	2
	A	354.1	155.2	4	4.5	1.7	4
	M	205.4	0.0	1	4.1	0.0	1
	?	137.7	22.3	3	7.3	7.1	3
	F	357.6	38.8	2	5.3	1.2	2
	M	385.9	180.5	2	4.8	0.7	2
Ballena		1521.0	0.0	1	4.0	0.0	1
Foca		564.2	640.2	3	3.8	1.9	3
Conejo		743.0	295.5	3	240.2	309.5	3
Olmeda infant.		1075.1	1006.0	29	46.5	121.0	29
	I	1047.5	728.0	17	29.8	32.5	17
	J	1335.4	1421.9	9	87.1	206.7	9
	SA	450.8	340.8	3	19.3	5.0	3
Olmeda	A	301.6	337.4	3	264.7	361.3	3
Son Real	A	62.9	22.6	10	62.3	102.7	10
	?	38.0	0.0	1	1.9	0.0	1
	F	63.6	24.9	6	102.3	116.5	6
	M	69.8	14.5	3	2.3	1.1	3



## 1.4.2. Indices calculados

## 1.4.2.1. Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) (O.R.)

Los índices de Zn/Ca y Sr/Ca obtenidos para las muestras de fauna marina actual ya se presentaron anteriormente en la tabla IV.4. En la tabla IV.32. se muestran los índices de Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) (O.R.) para las muestras humanas de los yacimientos seleccionados.

**Tabla IV.32.** *Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) (O.R.) para las muestras de los yacimientos seleccionados*

Edad	Sexo	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca (c)		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Ceuta		0.56	0.18	12	0.66	0.17	12	1.26	0.33	12
	A	0.54	0.17	11	0.66	0.18	11	1.27	0.35	11
	M	0.80	0.00	1	0.64	0.00	1	1.24	0.00	1
	?	0.60	0.19	9	0.67	0.17	9	1.28	0.32	9
	F	0.47	0.08	2	0.71	0.21	2	1.35	0.40	2
Hacho	M	0.39	0.00	1	0.51	0.00	1	0.97	0.00	1
	A	0.26	0.02	3	0.37	0.06	3	0.71	0.12	3
	?	0.23	0.00	1	0.45	0.00	1	0.86	0.00	1
Mirador	F	0.27	0.00	1	0.29	0.00	1	0.55	0.00	1
	M	0.27	0.00	1	0.37	0.00	1	0.71	0.00	1
	?	0.33	0.00	1	0.39	0.00	1	0.75	0.00	1
Fueguinos		0.42	0.08	7	0.85	0.24	7	1.07	0.30	7
	J	0.38	0.02	2	0.93	0.04	2	1.17	0.05	2
	A	0.43	0.10	4	0.89	0.25	4	1.13	0.32	4
	M	0.46	0.00	1	0.51	0.00	1	0.65	0.00	1
	?	0.36	0.03	3	0.90	0.05	3	1.13	0.07	3
	F	0.45	0.11	2	0.71	0.04	2	0.89	0.05	2
	M	0.47	0.01	2	0.92	0.40	2	1.15	0.50	2
Ballena		0.48	0.00	1	1.33	0.00	1	1.68	0.00	1
Foca		0.44	0.08	3	0.79	0.08	3	1.00	0.10	3
Olmeda infant.		0.40	0.14	29	0.40	0.13	29	0.68	0.23	29
	I	0.42	0.13	17	0.44	0.15	17	0.75	0.26	17
	J	0.35	0.11	9	0.34	0.04	9	0.59	0.06	9
	SA	0.42	0.19	3	0.34	0.12	3	0.59	0.21	3
Olmeda	A	0.29	0.04	3	0.34	0.02	3	0.58	0.03	3
	Conejo	0.51	0.10	3	0.55	0.06	3	0.94	0.10	3
Son Real	A	0.35	0.29	10	1.03	1.30	10	0.70	0.89	10
	?	0.24	0.00	1	0.70	0.00	1	0.48	0.00	1
	F	0.25	0.04	6	0.59	0.15	6	0.40	0.10	6
	M	0.58	0.45	3	2.01	2.04	3	1.38	1.40	3

## 1.4.2.2. Mg/Ca, Ba/Ca y Mn/Ca

En la tabla IV.33. se pueden observar los índices de Mg/Ca, Ba/Ca y Mn/Ca para las muestras de fauna marina actual y en la tabla IV.34. los de las muestras de los yacimientos seleccionados.

**Tabla IV.33. Índices de Mg/Ca, Ba/Ca y Mn/Ca para las muestras de fauna marina actual**

	Mg/Ca			Ba/Ca			Mn/Ca		
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
<b>Peces</b>									
Atún	7877.6	5578.7	3	2.977	1.508	3	0.620	0.339	3
espina	485.9	0.0	1	0.953	0.000	1	0.181	0.000	1
tejido	11573.5	2388.5	2	3.989	0.581	2	0.840	0.166	2
Boquerón	816.9	730.7	2	0.750	0.378	2	0.316	0.060	2
espina	86.2	0.0	1	0.373	0.000	1	0.256	0.000	1
tejido	1547.7	0.0	1	1.128	0.000	1	0.376	0.000	1
Caballa	2380.1	2290.2	2	3.842	3.402	2	0.411	0.362	2
espina	89.9	0.0	1	0.440	0.000	1	0.049	0.000	1
tejido	4670.3	0.0	1	7.244	0.000	1	0.773	0.000	1
Citharus	1579.3	1150.8	3	0.549	0.256	3	0.350	0.059	3
espina	81.7	0.0	1	0.187	0.000	1	0.271	0.000	1
tejido	2328.0	551.7	2	0.730	0.013	2	0.390	0.021	2
Bacalao tej.	1711.5	0.0	1	1.177	0.000	1	0.039	0.000	1
Merluza espina	124.7	3.2	2	0.279	0.024	2	0.157	0.004	2
<b>Moluscos</b>									
Almeja	394.5	656.5	4	0.526	0.476	4	0.138	0.202	4
tejido	1531.6	0.0	1	1.350	0.000	1	0.488	0.000	1
concha	15.5	1.3	3	0.251	0.016	3	0.021	0.003	3
Mejillón	1793.3	2414.9	3	1.292	1.593	3	0.669	0.882	3
tejico	5208.4	0.0	1	3.544	0.000	1	1.916	0.000	1
concha	85.7	9.1	2	0.166	0.024	2	0.046	0.026	2
<b>Gasterópodo</b>									
Gamba exo.esq.	227.8	0.0	1	0.431	0.000	1	0.093	0.000	1

**Tabla IV.34. Índices de Mg/Ca, Ba/Ca y Mn/Ca para las muestras de los yacimientos seleccionados**

Edad	Sexo	Mg/Ca			Ba/Ca			Mn/Ca		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Ceuta		32.7	7.1	12	5.047	7.861	12	1.591	1.203	12
	A	33.6	6.8	11	5.351	8.143	11	1.417	1.100	11
	M	23.4	0.0	1	1.705	0.000	1	3.514	0.000	1
	?	32.0	6.8	9	1.932	1.209	9	1.819	1.258	9
	F	31.6	7.3	2	16.778	13.133	2	1.339	0.264	2
	M	41.6	0.0	1	9.619	0.000	1	0.047	0.000	1
Hacho	A	18.4	1.6	3	0.359	0.046	3	0.013	0.004	3
	?	20.2	0.0	1	0.403	0.000	1	0.010	0.000	1
	F	18.6	0.0	1	0.296	0.000	1	0.018	0.000	1
	M	16.3	0.0	1	0.377	0.000	1	0.010	0.000	1
Mirador Fueguinos	?	27.1	0.0	1	3.269	0.000	1	0.019	0.000	1
		25.2	10.4	7	1.044	0.870	7	0.248	0.434	7
	J	18.8	0.4	2	2.180	0.649	2	0.052	0.008	2
	A	23.1	7.6	4	0.695	0.395	4	0.406	0.521	4
	M	46.1	0.0	1	0.171	0.000	1	0.009	0.000	1
	?	19.6	1.1	3	1.775	0.779	3	0.077	0.036	3
	F	23.8	10.6	2	0.315	0.116	2	0.095	0.048	2
Ballena Foca	M	35.0	11.1	2	0.676	0.505	2	0.658	0.649	2
		33.9	0.0	1	0.966	0.000	1	0.202	0.000	1
		24.9	9.6	3	1.557	0.655	3	0.278	0.254	3
Olmeda infant.		20.7	30.1	29	1.551	0.532	29	0.316	0.368	29
	I	15.3	3.9	17	1.619	0.524	17	0.386	0.449	17
	J	33.1	51.6	9	1.612	0.515	9	0.230	0.172	9
	SA	14.4	2.1	3	0.982	0.166	3	0.172	0.071	3
Olmeda Conejo	A	14.4	1.8	3	1.357	0.449	3	0.185	0.236	3
		18.4	1.5	3	1.505	0.130	3	0.151	0.033	3
Son Real	A	72.5	91.7	10	0.561	0.735	10	0.057	0.091	10
	?	44.6	0.0	1	0.307	0.000	1	0.046	0.000	1
	F	39.7	9.9	6	0.321	0.065	6	0.032	0.048	6
	M	147.5	140.8	3	1.126	1.156	3	0.110	0.137	3

### 1.4.2.3. Cu/Ca, Fe/Ca

En la tabla IV.35. se pueden observar los índices de Fe/Ca y Cu/Ca para las muestras de fauna marina actual y en la tabla IV.36. los de las muestras de los yacimientos seleccionados.

**Tabla IV.35. Índices de Fe/Ca y Cu/Ca para las muestras de fauna marina actual**

	Fe/Ca			Cu/Fe		
	Media	Std	n	Media	Std	n
<b>Peces</b>						
Atún	75.41	69.35	3	18.32	23.58	3
espina	0.71	0.00	1	0.03	0.00	1
tejido	112.76	55.04	2	27.46	24.14	2
Boquerón	5.44	4.47	2	0.74	0.69	2
espina	0.98	0.00	1	0.05	0.00	1
tejido	9.91	0.00	1	1.44	0.00	1
Caballa	29.21	28.74	2	4.58	4.11	2
espina	0.47	0.00	1	0.47	0.00	1
tejido	57.96	0.00	1	8.69	0.00	1
Citharus	2.48	1.82	3	1.97	2.59	3
espina	0.06	0.00	1	0.01	0.00	1
tejido	3.69	0.77	2	2.95	2.68	2
Bacalao tej.	10.93	0.00	1	0.20	0.00	1
Merluza espina	0.22	0.05	2	0.05	0.02	2
<b>Moluscos</b>						
Almeja	6.30	10.19	4	0.21	0.31	4
tejido	23.95	0.00	1	0.76	0.00	1
concha	0.42	0.14	3	0.03	0.01	3
Mejillón	11.36	16.01	3	16.53	22.46	3
tejido	34.00	0.00	1	48.28	0.00	1
concha	0.04	0.04	2	0.65	0.63	2
<b>Gasterópodo</b>						
Gamba exo.esq.	0.20	0.00	1	0.21	0.00	1

**Tabla IV.36. Índices de Fe/Ca y Cu/Ca para las muestras de los yacimientos seleccionados**

Edad	Sexo	Fe/Ca			Cu/Fe		
		Media	Std	n	Media	Std	n
Ceuta		11.43	10.48	12	0.18	0.11	12
	A	11.60	10.93	11	0.17	0.11	11
	M	9.57	0.00	1	0.22	0.00	1
	?	14.41	10.49	9	0.21	0.11	9
	F	3.40	0.20	2	0.10	0.00	2
Hacho	M	0.60	0.00	1	0.06	0.00	1
	A	0.54	0.05	3	0.09	0.10	3
	?	0.47	0.00	1	0.01	0.00	1
Mirador	F	0.57	0.00	1	0.23	0.00	1
	M	0.58	0.00	1	0.01	0.00	1
	?	0.29	0.00	1	0.05	0.00	1
Fueguinos		0.66	0.37	7	0.01	0.01	7
	J	0.35	0.07	2	0.03	0.02	2
	A	0.86	0.38	4	0.01	0.00	4
	M	0.50	0.00	1	0.01	0.00	1
	?	0.35	0.06	3	0.02	0.02	3
	F	0.86	0.07	2	0.01	0.00	2
Foca	M	0.95	0.44	2	0.01	0.00	2
		1.42	1.63	3	0.01	0.00	3
		3.96	0.00	1	0.01	0.00	1
Ballena		1.83	0.73	3	0.59	0.75	3
		2.61	2.63	29	0.11	0.25	29
Conejo		2.56	1.82	17	0.07	0.08	17
	I	3.31	3.80	9	0.19	0.43	9
	J	0.83	0.45	3	0.04	0.00	3
Olmeda	SA	0.76	0.85	3	0.67	0.92	3
	A	0.24	0.23	10	0.17	0.27	10
Son Real		0.11	0.00	1	0.01	0.00	1
	?	0.17	0.07	6	0.27	0.31	6
	F	0.43	0.33	3	0.02	0.03	3
	M						

#### 1.4.2.4. Mg/Ca(c), Ba/Ca(c) y Mn/Ca(c)

En la tabla IV.37. se pueden observar los índices corregidos con el herbívoro de Mg/Ca(c), Ba/Ca(c) y Mn/Ca(c) para las muestras de los yacimientos seleccionados que presentaran muestras de herbívoro.

**Tabla IV.37.** *Indices corregidos con el herbívoro de Mg/Ca(c), Ba/Ca(c) y Mn/Ca(c) para las muestras de los yacimientos seleccionados que presentaran muestras de herbívoro*

Edad	Sexo	Mg/Ca (c)			Ba/Ca (c)			Mn/Ca (c)		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Fueguinos		1.01	0.42	7	0.67	0.56	7	0.89	1.56	7
	J	0.76	0.02	2	1.40	0.42	2	0.19	0.03	2
	A	0.93	0.30	4	0.45	0.25	4	1.46	1.87	4
	M	1.85	0.00	1	0.11	0.00	1	0.03	0.00	1
	?	0.79	0.04	3	1.14	0.50	3	0.28	0.13	3
	F	0.95	0.42	2	0.20	0.07	2	0.34	0.17	2
	M	1.41	0.44	2	0.43	0.32	2	2.37	2.33	2
Ballena		1.36	0.00	1	0.62	0.00	1	0.73	0.00	1
Foca		1.00	0.39	3	1.00	0.42	3	1.00	0.91	3
Olmeda infant.		1.13	1.63	29	1.01	0.35	29	2.09	2.43	29
	I	0.83	0.21	17	1.06	0.34	17	2.56	2.97	17
	J	1.80	2.80	9	1.05	0.34	9	1.53	1.14	9
	SA	0.78	0.11	3	0.64	0.11	3	1.14	0.47	3
Olmeda	A	0.78	0.10	3	0.89	0.29	3	1.23	1.56	3
Conejo		1.00	0.08	3	0.98	0.08	3	1.00	0.22	3

La interpretación de los resultados del análisis multielemental se discutirá en detalle en el apartado V. Sin embargo, conviene destacar ahora las altas concentraciones de Ba en las series paleocristianas y tardoromanas de Ceuta, en contraposición a la Olmeda y Son Real (tabla IV.29.). La relación Ba/Ca(c), corregida con el herbívoro, de La Olmeda es de 0.89 en individuos adultos (tabla IV.37.). No se pudo analizar una muestra de herbívoro de los yacimientos de Son Real y Ceuta para corregir los índices en estas series.

## 2. Estriación dentaria

El análisis del patrón de estriación dentaria comporta diversas cuestiones metodológicas. En primer lugar se enfoca el estudio de la variabilidad intrapoblacional para determinar el grado de variación de la longitud de las estrías dentarias para los distintos dientes analizados y para cada individuo. A continuación trataremos de determinar el patrón de estriación dentaria de poblaciones de régimen económico conocido para caracterizar la influencia de la dieta sobre el patrón de estriación dentaria.

### 2.1. Variabilidad intrapoblacional

Para determinar la distribución de la variable longitud de las estrías se ha considerado la totalidad de las 11488 estrías registradas en 208 dientes (M1 y Pm4) analizados pertenecientes a 120 individuos. También se ha determinado la distribución de la variable  $\ln(\text{longitud})$  para cada diente.

La zona del diente analizada tiene una superficie máxima de  $0.59 \text{ mm}^2$ , que es el tamaño definido por el recuadro de la pantalla del analizador de imagen ( $770 \mu\text{m}$  de lado) al hacer coincidir los márgenes del negativo con los márgenes de la pantalla del analizador. El tamaño máximo de las estrías dentarias que podremos registrar a 100 aumentos es, pues, de  $1089 \mu\text{m}$ , que corresponde a la diagonal del cuadrado analizado. El límite inferior del tamaño de las estrías está definido por el diámetro de un pixel, que a 100 aumentos es de  $2.175 \mu\text{m}$ . Con el fin de determinar el grosor medio de las estrías dentarias se calculó manualmente sobre la fotografía positivada de la muestra 100112.000 el grosor de 18 estrías, que a simple vista se pueden clasificar en tres grupos: **finas**, **normales** y **gruesas**, descartando estructuras que no pudieran ser clasificadas como estrías (incisiones, etc.) (PUECH *et. al.*, 1983b). Los resultados obtenidos se presentan en la tabla IV.38. con los promedios para las tres clasificaciones y para la totalidad de las mediciones.

En el analizador de imagen no se midieron las estrías cuya longitud no fuese al menos dos veces mayor que su anchura. En general todas las estrías gruesas observadas eran largas. Para eliminar posibles errores en la entrada de

datos con el analizador y teniendo en cuenta los resultados de la tabla IV.38., se eliminaron del análisis todas las estrías cuya longitud fuese inferior a 10  $\mu\text{m}$  que es un valor 3 veces superior al promedio de anchura de las estrías más frecuentes. Con ello se adopta el criterio de considerar como estrías a las estructuras cuya longitud es al menos tres veces su anchura.

**Tabla IV.38.** *Medición de la anchura de las estrías dentarias*

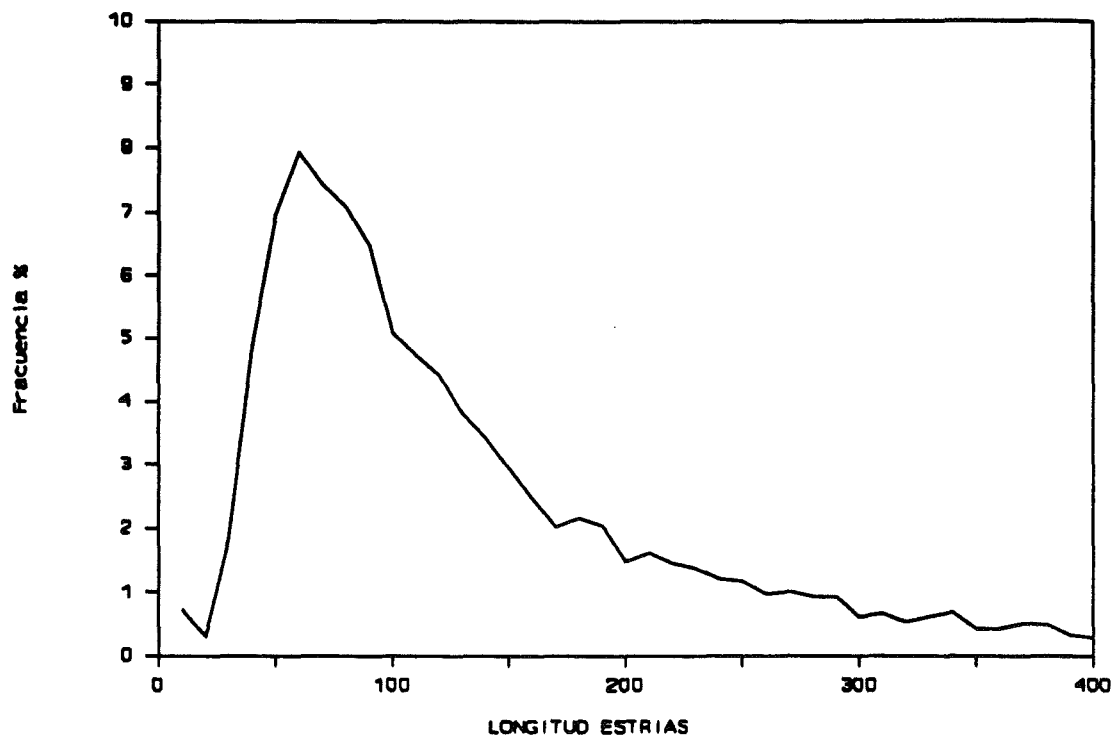
	<i>Gruesa</i>	<i>Normal</i>	<i>Fina</i>
1.	6.72	2.75	1.97
2.	9.59	3.82	2.21
3.	11.95	2.57	1.58
4.	9.74	2.81	2.03
5.	7.77	3.44	1.85
6.	6.93	2.60	1.67
<i>Media</i>	8.78	3.00	1.89
<i>Std</i>	2.02	0.51	0.23
<i>n:</i>	6	6	6
<i>Total</i>	<i>Media: 4.56 Std: 3.31 n:18</i>		

La distribución de la variable longitud está, por tanto limitada entre los valores 10 y 1089  $\mu\text{m}$ . En la práctica, la frecuencia de las estrías superiores a 400  $\mu\text{m}$  es muy baja (figura IV.40.).

### 2.1.1. Distribución de la variable LONGITUD

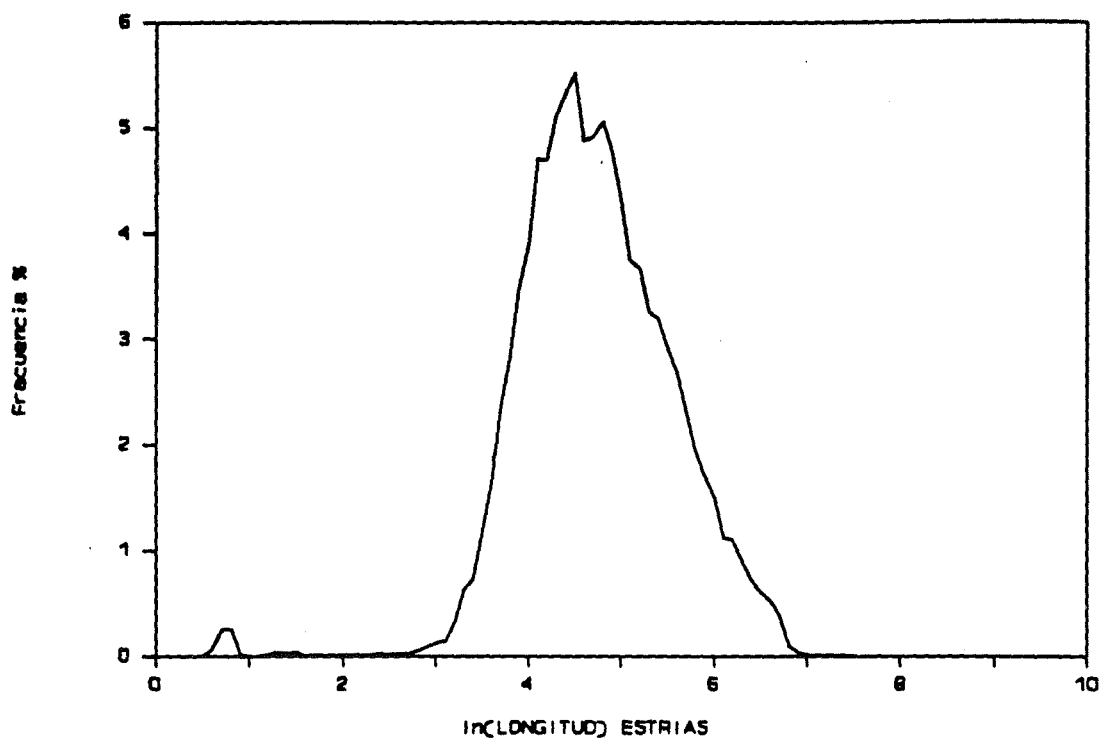
Al analizar el conjunto de las estrías para todos los individuos y dientes estudiados se observa (figura IV.40.) que la variable LENGTH (longitud de las estrías) presenta una distribución Logarítmica Normal. FINE y CRAIG (1981) y WALKER (1984) también observaron este tipo de distribución.





*Figura IV.40. Distribución de la variable LONGITUD de las estrías dentarias*

La transformación logarítmica de una variable Logarítmica Normal se aproxima a una distribución normal (SOKAL y ROHLF, 1981), por lo que se ha obtenido el logaritmo natural de la variable longitud de las estrías (LENGTH). La distribución resultante para todas las estrías estudiadas se muestra en la figura IV.41.



**Figura IV.41.** *Distribución de la variable  $\ln(\text{LONGITUD})$  de las estrías dentarias*

A partir de la transformación logarítmica se calcularon los promedios de la longitud de las estrías para cada individuo y diente analizado y se determinó la distribución de frecuencias para cada tipo de orientación (siguiendo la clasificación de PUECH *et al.* (1980).

En las figuras IV.42., IV.43., IV.44. y IV.45. se muestra la distribución de frecuencias de la longitud de las estrías respecto al total de 159 dientes

estudiados para la serie de La Olmeda, según el tipo de orientación (vertical, horizontal, disto-mesial y mesio-distal).

Los polígonos de las distribuciones de la variable  $\ln(\text{Longitud})$  (figuras IV.42 a IV.49.) están representados en frecuencias absolutas y se refieren al número de individuos por tipo de diente y orientación.

En las tablas IV.39., IV.40. y IV.41. se indican los resultados del test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para cada diente y por tipo de orientación (X: promedio, N: tamaño muestral, S: desviación estándar, P: orientación según Puech *et al.* (1980), DM: disto-mesial, H: horizontal, MD: mesio-distal, V: vertical, T: total, 1: diente 000, 2: diente 001, 3: diente 010, 4: diente 011, 5: diente 100, 6: diente 101, 7: diente 110, 8: diente 111, apartado III.2.1.).

Respecto a la variable promedio del logaritmo de la longitud de las estrías, en todos los dientes y para todos los tipos de orientación el test de Kolmogorov-Smirnov no es significativo (tabla IV.39.), lo que indica que la muestra está extraída de una población de distribución normal.

Interesa también determinar la normalidad de las variables número de estrías y desviación estándar ya que el número de estrías producidas sobre el esmalte dentario puede variar dependiendo de la consistencia del alimento ingerido y la dispersión de las variables puede estar afectada por el grado de heterogeneidad de las partículas abrasivas ingeridas con el alimento. La distribución del número de estrías también es Normal en todos los casos excepto para dos dientes respecto a las estrías horizontales (NPH1 y NPH3,  $p < 0.01$ ). La variable desviación estándar del logaritmo de la longitud de las estrías, sólo en el caso de SPH5 la distribución no es de tipo Normal ( $p < 0.1$ ). En las estrías horizontales por dientes, la no normalidad se debe probablemente al bajo número de estrías encontradas en los individuos analizados (tabla IV.54). La totalidad de las estrías horizontales sí se distribuye normalmente, aunque la dispersión es mayor que para los otros tipos de orientación (figura IV.43)

Los análisis estadísticos se aplicarán, por tanto, a la variable logaritmo de la longitud de las estrías.

**Tabla IV.39.** Test de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov de la variable promedio del logaritmo de la longitud de las estrias por diente y tipo de orientación

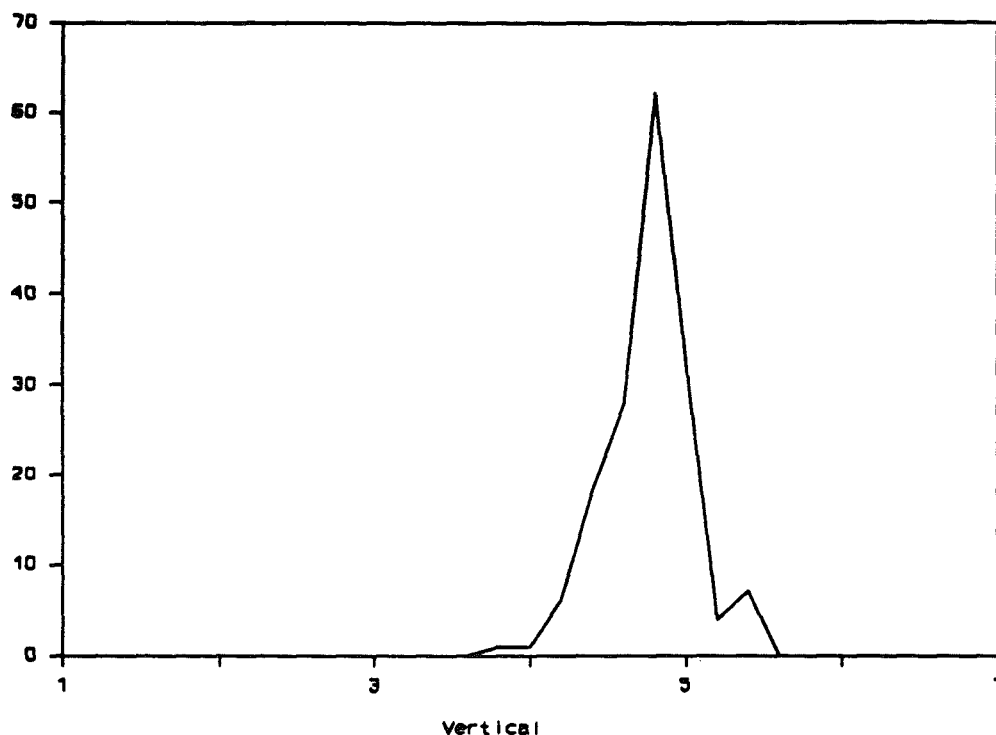
	N	Absoluta	Diferencias máximas Positiva	Negativa	K-S Z	2-tailed p
XPDM1	33	.12034	.05194	-.12034	.691	.726
2	18	.09388	.09388	-.08585	.398	.997
3	35	.07835	.07835	-.07028	.463	.983
4	17	.11451	.11451	-.09670	.472	.979
5	46	.13679	.13679	-.08510	.928	.356
6	17	.08808	.07041	-.08808	.363	.999
7	24	.10241	.10241	-.09437	.502	.963
8	14	.14793	.09519	-.14793	.554	.919
XPH1	32	.08108	.07178	-.08108	.459	.984
2	19	.15259	.15259	-.13853	.665	.768
3	34	.13171	.13171	-.10580	.768	.597
4	14	.19442	.09441	-.19442	.727	.665
5	45	.15655	.06963	-.15655	1.050	.220
6	15	.17756	.17756	-.16026	.688	.732
7	22	.10611	.09346	-.10611	.498	.965
8	11	.17318	.17318	-.11481	.574	.896
XPMD1	32	.12580	.12580	-.06859	.712	.692
2	19	.13689	.10440	-.13689	.597	.869
3	35	.10322	.10322	-.08292	.611	.850
4	18	.16919	.13982	-.16919	.718	.681
5	48	.06506	.06506	-.06158	.451	.987
6	17	.22630	.17995	-.22630	.933	.349
7	25	.11244	.11244	-.11070	.562	.910
8	14	.18573	.12774	-.18573	.695	.720
XPV1	33	.14045	.11720	-.14045	.807	.533
2	19	.13641	.11964	-.13641	.595	.871
3	34	.07276	.06645	-.07276	.424	.994
4	18	.13059	.13059	-.11185	.554	.919
5	48	.11146	.05116	-.11146	.772	.590
6	17	.10386	.08140	-.10386	.428	.993
7	25	.07287	.07287	-.06473	.364	.999
8	14	.18027	.18027	-.12890	.675	.753
XPT1	33	.12005	.10802	-.12005	.690	.728
2	19	.12045	.12045	-.11609	.525	.946
3	35	.09793	.09793	-.09029	.579	.890
4	18	.17102	.17102	-.14005	.726	.668
5	48	.12468	.10008	-.12468	.864	.445
6	17	.12586	.12586	-.09482	.519	.951
7	25	.13878	.13878	-.08726	.694	.721
8	14	.16690	.16690	-.08670	.624	.830

**Tabla IV.40.** *Test de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov de la variable número de estrías por diente y tipo de orientación*

	N	Absoluta	Diferencias máximas		K-S Z	2-tailed p
			Positiva	Negativa		
NPDM1	33	.13071	.13071	-.12528	.751	.626
2	18	.12059	.11430	-.12059	.512	.956
3	35	.16822	.16822	-.10825	.995	.275
4	17	.19740	.19740	-.17417	.814	.522
5	46	.17587	.17587	-.14995	1.193	.116
6	17	.23858	.23858	-.18254	.984	.288
7	24	.11474	.11474	-.08019	.562	.910
8	14	.09929	.07616	-.09929	.371	.999
NPH1	32	.23943	.23943	-.20564	1.354	.051
2	19	.17145	.17145	-.14865	.747	.632
3	34	.22276	.22276	-.13890	1.299	.068
4	14	.19281	.19281	-.11899	.721	.675
5	45	.15989	.15989	-.09460	1.073	.200
6	15	.25528	.25528	-.23711	.989	.282
7	22	.20540	.20540	-.17019	.963	.311
8	11	.26757	.26757	-.13737	.887	.410
NPMD1	32	.20341	.20341	-.12852	1.151	.142
2	19	.12861	.12861	-.10629	.561	.912
3	35	.16273	.16273	-.12792	.963	.312
4	18	.16594	.16594	-.09942	.704	.705
5	48	.11331	.11331	-.09947	.785	.569
6	17	.22935	.22935	-.13359	.946	.333
7	25	.15725	.15725	-.11923	.786	.567
8	14	.10885	.10885	-.08514	.407	.996
NPV1	33	.08493	.08493	-.06813	.488	.971
2	19	.10149	.07802	-.10149	.442	.990
3	34	.09046	.09046	-.07697	.527	.944
4	18	.13589	.09315	-.13589	.577	.894
5	48	.11788	.11788	-.08052	.817	.517
6	17	.14975	.14975	-.12325	.617	.840
7	25	.22797	.22797	-.07913	1.140	.149
8	14	.12923	.12923	-.10897	.484	.974
NPT1	33	.07771	.07771	-.05779	.446	.988
2	19	.10638	.07730	-.10638	.464	.983
3	35	.08355	.08355	-.06531	.494	.967
4	18	.14930	.14930	-.08677	.633	.817
5	48	.11580	.11580	-.09469	.802	.540
6	17	.15166	.15166	-.10577	.625	.829
7	25	.19401	.19401	-.11322	.970	.303
8	14	.11708	.11708	-.08971	.438	.991

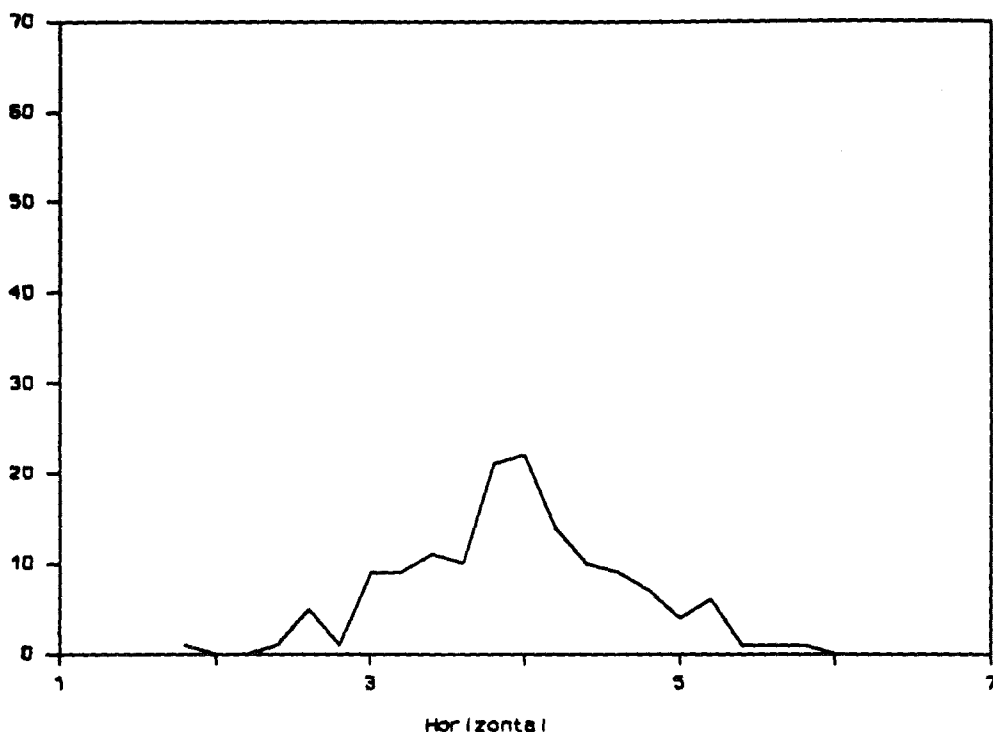
**Tabla IV.41.** Test de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov de la variable desviación estándar del promedio del logaritmo de la longitud de las estrías por diente y tipo de orientación

	N	Absoluta	Diferencias máximas Positiva	Negativa	K-S Z	2-tailed p
SPDM1	33	.14918	.10507	-.14918	.857	.455
2	18	.13645	.13645	-.07232	.579	.891
3	34	.11068	.07943	-.11068	.645	.799
4	16	.14238	.10541	-.14238	.570	.902
5	44	.10857	.06415	-.10857	.720	.677
6	16	.10845	.10789	-.10845	.434	.992
7	23	.13943	.13943	-.08607	.669	.763
8	13	.09948	.08409	-.09948	.359	1.000
SPH1	27	.17067	.17067	-.14751	.887	.411
2	14	.20713	.16844	-.20713	.775	.585
3	30	.18816	.18816	-.12134	1.031	.239
4	11	.35299	.35299	-.22506	1.171	.129
5	41	.19624	.19624	-.13342	1.257	.085
6	11	.22799	.20729	-.22799	.756	.617
7	19	.18617	.18617	-.15087	.811	.526
8	10	.15812	.15812	-.10309	.500	.964
SPMD1	31	.08040	.08040	-.05823	.448	.988
2	19	.12179	.11884	-.12179	.531	.941
3	35	.08843	.05144	-.08843	.523	.947
4	18	.13998	.13998	-.10027	.594	.872
5	48	.05887	.05887	-.04839	.408	.996
6	17	.14851	.12418	-.14851	.612	.848
7	25	.13616	.12912	-.13616	.681	.743
8	14	.16633	.16633	-.13481	.622	.833
SPV1	33	.15868	.15868	-.15511	.912	.377
2	19	.10460	.10362	-.10460	.456	.985
3	34	.10419	.08685	-.10419	.608	.854
4	18	.24035	.24035	-.07875	1.020	.249
5	47	.13257	.11311	-.13257	.909	.381
6	17	.11982	.08164	-.11982	.494	.968
7	25	.06243	.06243	-.04490	.312	1.000
8	14	.25268	.25268	-.13924	.945	.333
SPT1	33	.18476	.18476	-.13519	1.061	.210
2	19	.18400	.18400	-.12428	.802	.541
3	35	.05912	.05617	-.05912	.350	1.000
4	18	.17209	.17209	-.14669	.730	.661
5	48	.14460	.14460	-.11674	1.002	.268
6	17	.13665	.09864	-.13665	.563	.909
7	25	.16208	.16208	-.07167	.810	.527
8	14	.25058	.25058	-.11752	.938	.343



*Figura IV.42. Distribución de la variable  $\ln(\text{LONGITUD})$  de las estrías dentarias verticales*

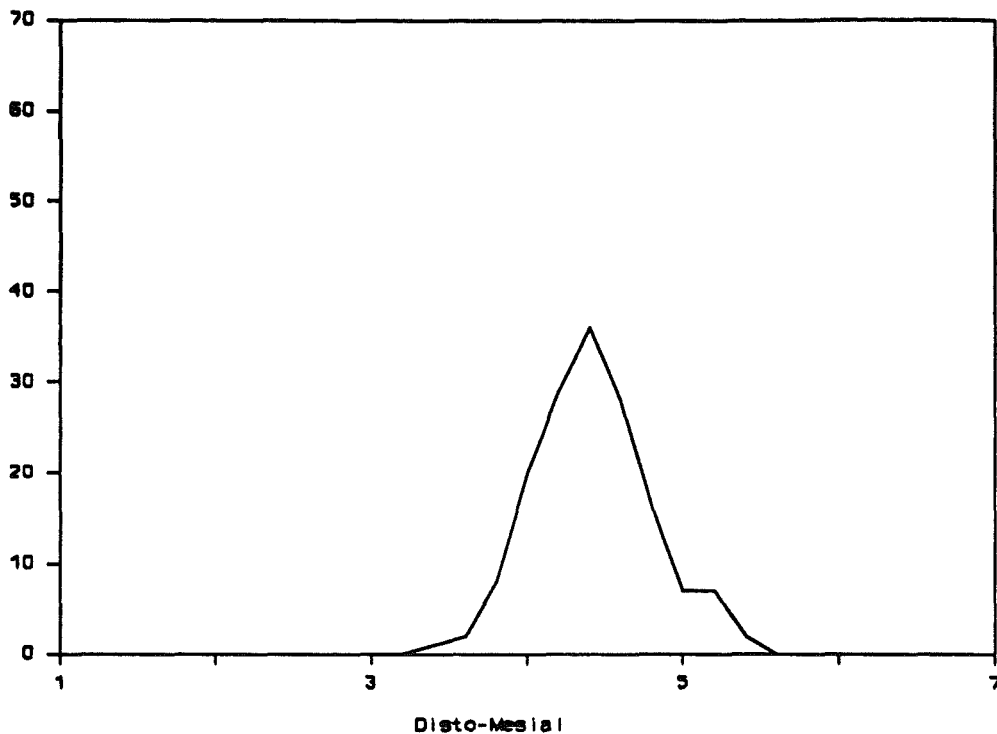
Las estrías verticales son, por lo general, las más frecuentes en el patrón de estriación dentario. Su longitud media es superior a 100  $\mu\text{m}$ , con un rango de variación considerable (tablas IV.42. y IV.43.). Las estrías verticales muy largas (por encima de los 400  $\mu\text{m}$ ) son poco frecuentes pero están presentes en bastantes dientes.



**Figura IV.43.** *Distribución de la variable  $\ln(\text{LONGITUD})$  de las estrías dentarias horizontales*

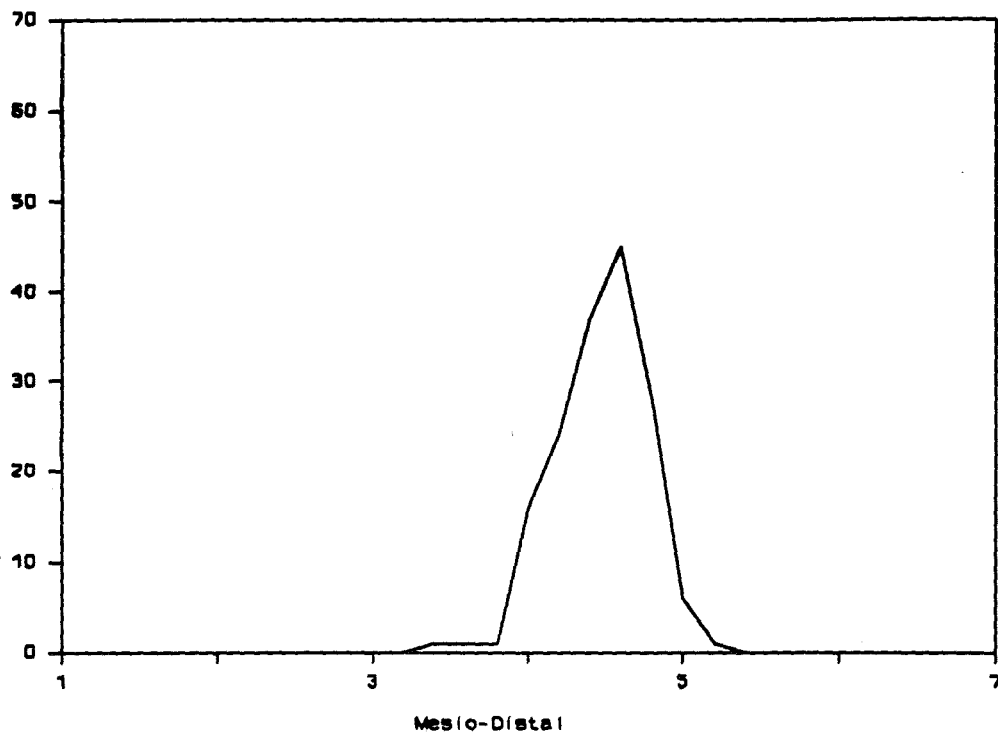
Las estrías horizontales presentan una dispersión muy grande, desde el tamaño mínimo hasta por encima de los 400  $\mu\text{m}$  (tabla IV.43.). En promedio, son las estrías más pequeñas (50  $\mu\text{m}$  por término medio) del patrón de estriación dentaria.





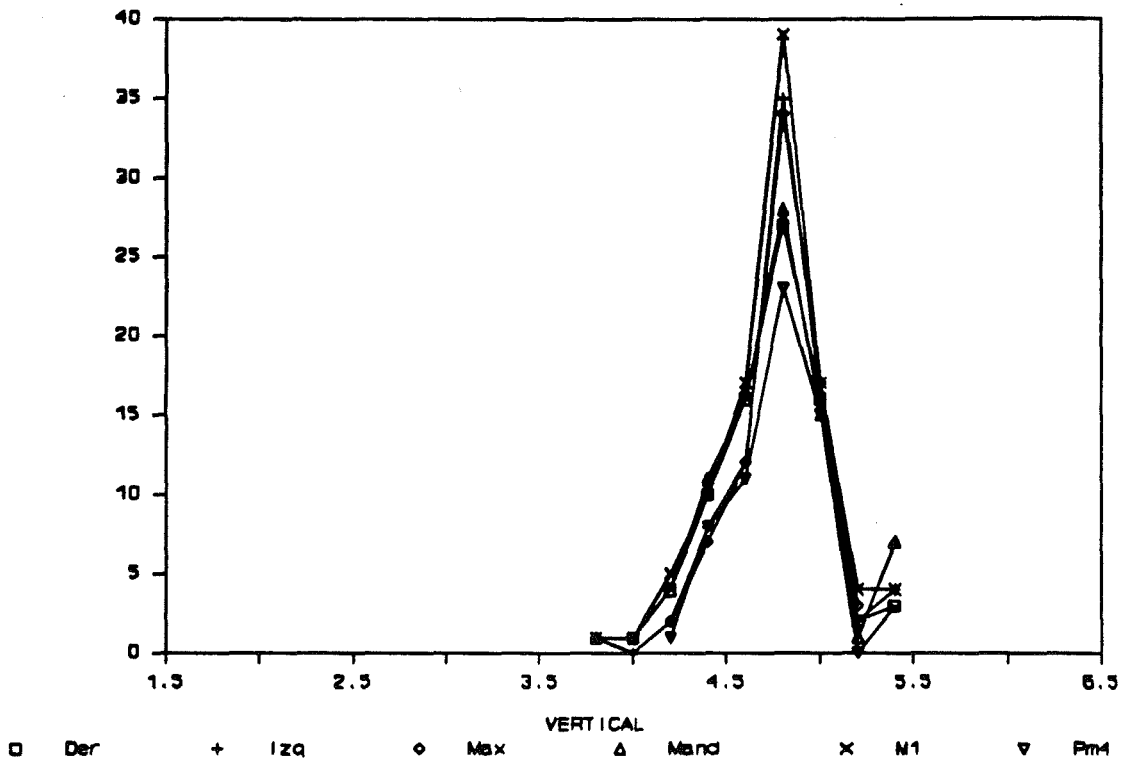
**Figura IV.44.** *Distribución de la variable  $\ln(\text{LONGITUD})$  de las estrías dentarias distomesiales*

Las estrías oblicuas son, por lo general, menores que las verticales. Su tamaño medio es de aproximadamente  $100 \mu\text{m}$  (tabla IV.41.). No parece haber diferencias apreciables entre la longitud de las estrías mesiodistales y las distomesiales: sus rangos de variación se superponen casi completamente para todos los dientes en la población de La Olmeda.



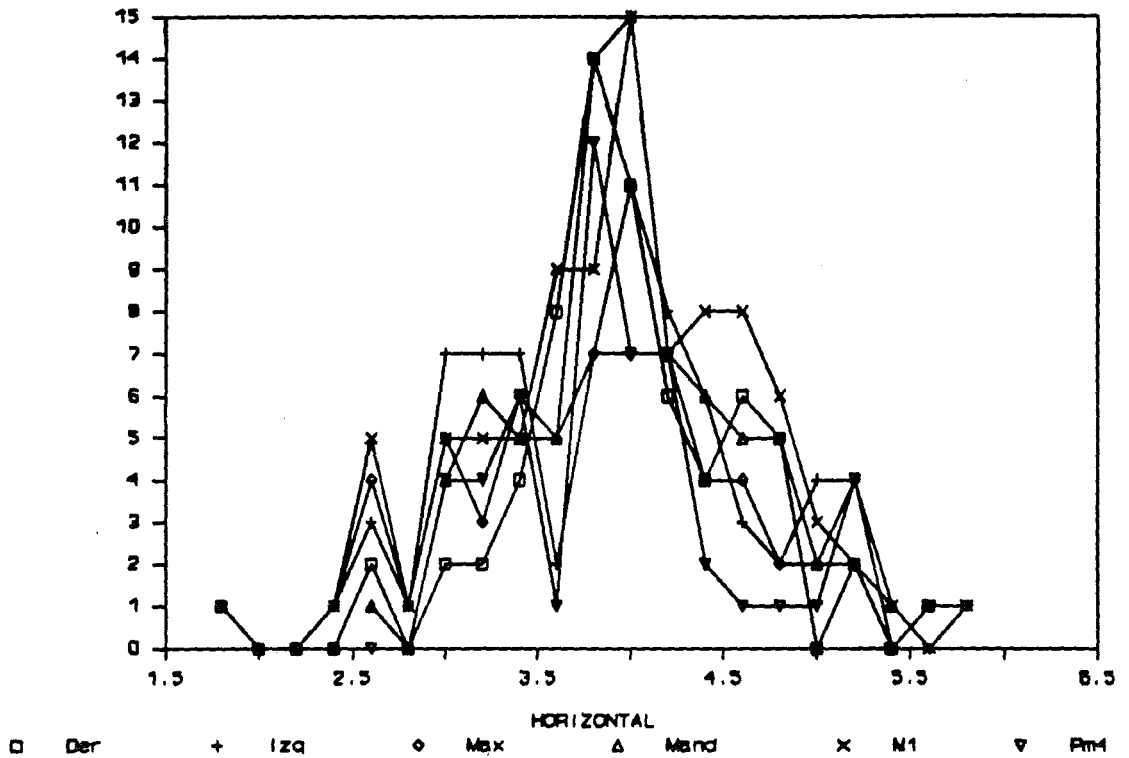
**Figura IV.45.** *Distribución de la variable  $\ln(\text{LONGITUD})$  de las estrías dentarias mesiodistales*

Desglosando la información para los diferentes tipos de **dentición** (M1 y Pm4), **lado** (Izquierdo, Derecho) y **maxilar** (Maxila, Mandíbula), se obtienen distribuciones similares, sin que se aprecien diferencias entre los grupos indicados para cada tipo de orientación (figuras IV.46., IV.47., IV.48. y IV.49.).



**Figura IV.46.** Distribución de la variable  $\ln(\text{LONGITUD})$  de las estrías dentarias verticales según el lado, maxila y diente. Der: derecha, Izq: izquierda, Max: maxila, Mand: mandíbula, M1: primer molar, Pm4: segundo premolar

La distribución de las estrías verticales no parece depender del lado, maxilar o diente analizado.



**Figura IV.47.** Distribución de la variable  $\ln(\text{LONGITUD})$  de las estrías dentarias horizontales según el lado, maxila y diente. Der: derecha, Iza: izquierda, Max: maxila, Mand: mandíbula, M1: primer molar, Pm4: segundo premolar

La distribución de las estrías horizontales es más heterogénea, debido, probablemente, a su baja frecuencia.