Evaluación de fuentes de calcio en banano (*Musa AAA Simmonds* cvs. Valery)



David F. Torres H.
Ing. Agrónomo. M.Sc Fisiología Vegetal
M.Sc Suelos y Aguas
Estudiante de Doctorado en Ciencias Agrarias



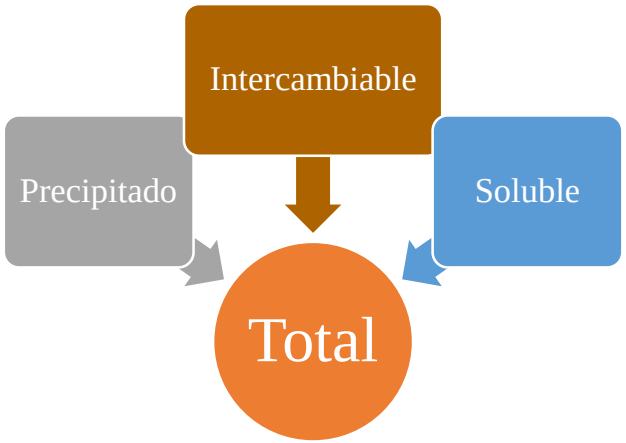
Contenido

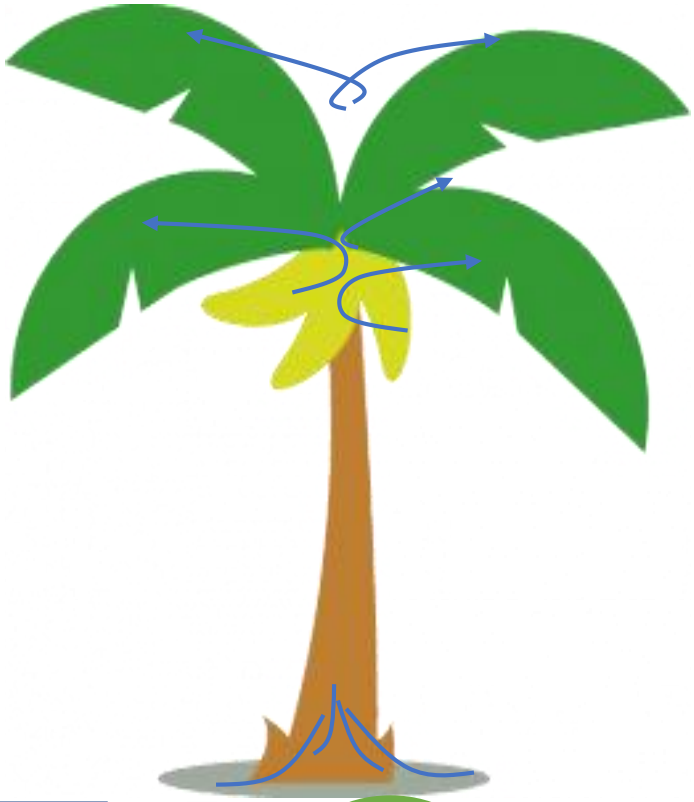
- Introducción.
- Objetivos.
- Diseño experimental y análisis de datos.
- Materiales y métodos.
- Resultados y discusión.
- Conclusiones.



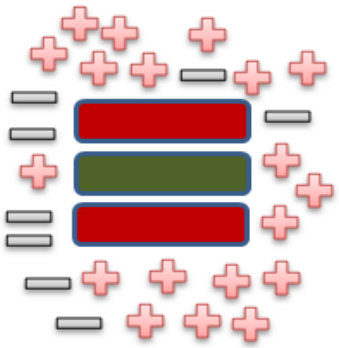
Introducción

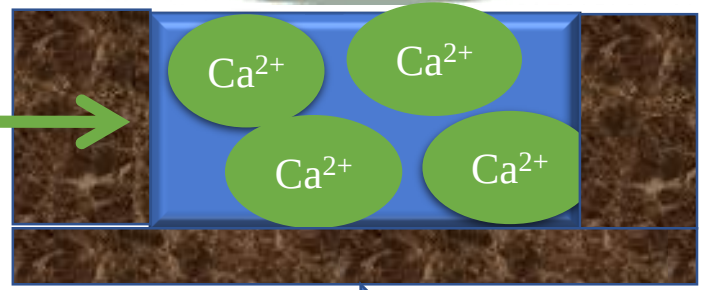
Dinámica nutricional del Ca^{2+} en la agricultura:





Ca precipitado





Precipitación - Disolución - Adsorción - Desorción - Absorción

Objetivos

OBJETIVOS.

GENERAL: Evaluar la dinámica nutricional del calcio en banano, medida a partir de la aplicación de: Fosfoyeso, Polysulphate y Nitrato de Calcio.

ESPECÍFICOS:

- Evaluar la absorción de Calcio, Magnesio, Azufre, Potasio y Nitrógeno, en el cultivo de banano suministrados a partir de dosis crecientes de diferentes fertilizantes cálcicos, por medio de análisis foliares y de fruta.
- Cuantificar producción (peso promedio de racimo) y calidad (porcentaje de mancha de madurez) en el cultivo de banano con la aplicación de dosis crecientes de diferentes fertilizantes cálcicos bajo las condiciones de estudio.







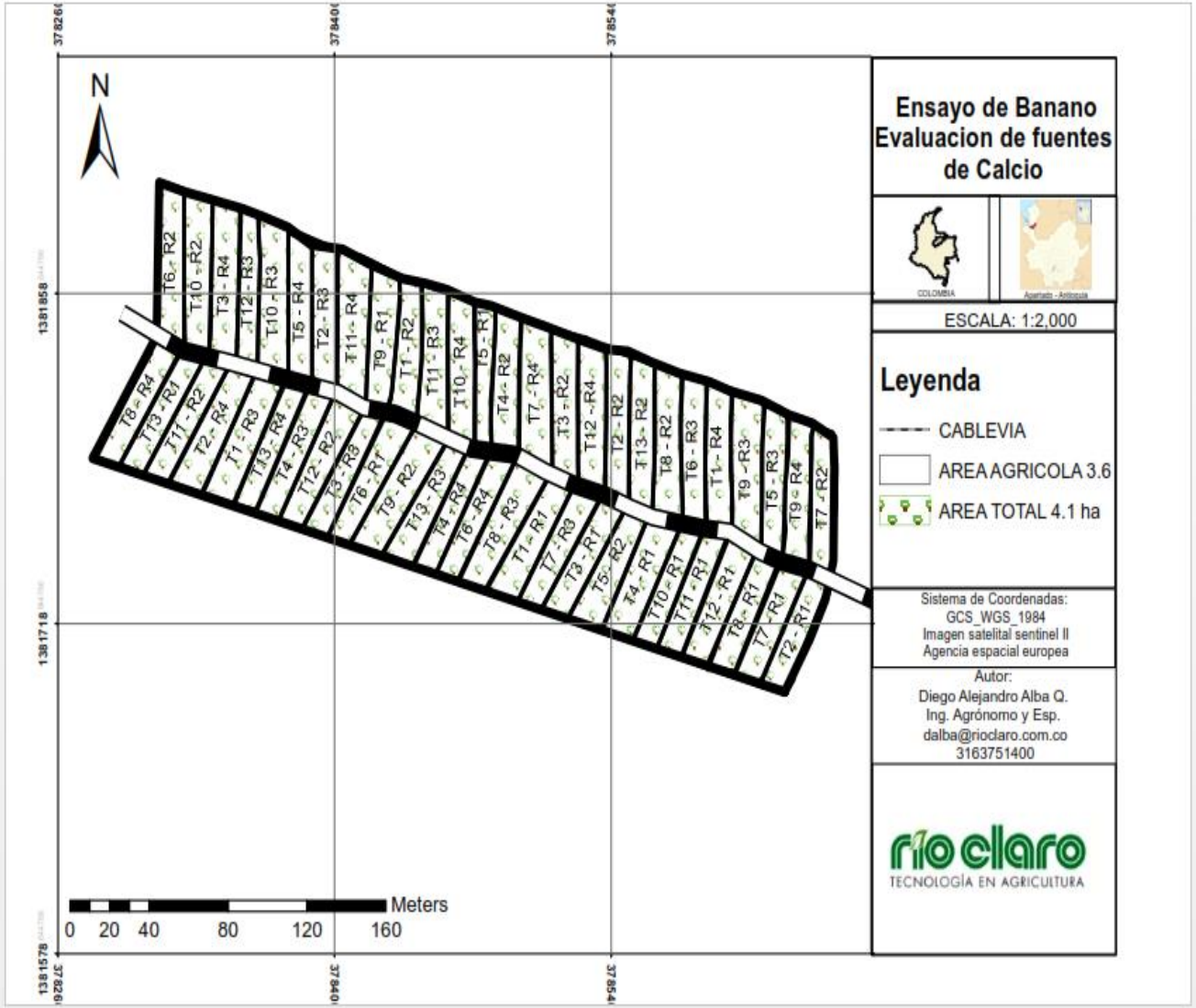

Diseño Experimental y análisis de datos

Diseño experimental:

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 13 tratamientos y con cuatro replicas, las fuentes a aplicar Fueron: Fosfoyeso, Polisulfato y Nitrato de Calcio, dando como resultado 52 unidades experimentales, ubicadas de manera aleatoria y representadas cada una por una cantidad variable de plantas de Banano (74 a 135).

Análisis estadístico:

Con los datos obtenidos se realizó comprobación de supuestos de normalidad y homocedasticidad a través de las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene. Comprobados los supuestos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas, posteriormente se realizaron pruebas de comparación múltiple de medias aplicando la prueba de Tukey ($p<0,05$), todo a través del software estadístico SAS 9.4.



Análisis de suelo iniciales

Análisis de suelos M1			Análisis de suelos M2			Análisis de suelos M3			Análisis de suelos M4		
Propiedades	valor	Unidades	Propiedades	valor	Unidades	Propiedades	valor	Unidades	Propiedades	valor	Unidades
Prof. de muestreo	20	cm	Prof. de muestreo	20	cm	Prof. de muestreo	20	cm	Prof. de muestreo	20	cm
C.E	0.20	$dS.m^{-1}$	C.E	0.16	$dS.m^{-1}$	C.E	0.29	$dS.m^{-1}$	C.E	0.26	$dS.m^{-1}$
pH	5.89	Escala	pH	5.22	Escala	pH	5.39	Escala	pH	5.6	Escala
M.O	1.26	%	M.O	1.24	%	M.O	1.43	%	M.O	1.31	%
P	24	ppm	P	18	ppm	P	51	ppm	P	32	ppm
Al	-	cmol kg^{-1} de suelo	Al	1.2	cmol kg^{-1} de suelo	Al	0.4	cmol kg^{-1} de suelo	Al	-	cmol kg^{-1} de suelo
H	-	cmol kg^{-1} de suelo	H	0.2	cmol kg^{-1} de suelo	H	0.11	cmol kg^{-1} de suelo	H	-	cmol kg^{-1} de suelo
Ca	15	cmol kg^{-1} de suelo	Ca	14	cmol kg^{-1} de suelo	Ca	15.5	cmol kg^{-1} de suelo	Ca	16.2	cmol kg^{-1} de suelo
Mg	6.64	cmol kg^{-1} de suelo	Mg	6.77	cmol kg^{-1} de suelo	Mg	7.18	cmol kg^{-1} de suelo	Mg	7.96	cmol kg^{-1} de suelo
K	0.6	cmol kg^{-1} de suelo	K	0.57	cmol kg^{-1} de suelo	K	0.76	cmol kg^{-1} de suelo	K	0.64	cmol kg^{-1} de suelo
Na	0.13	cmol kg^{-1} de suelo	Na	0.14	cmol kg^{-1} de suelo	Na	0.16	cmol kg^{-1} de suelo	Na	0.16	cmol kg^{-1} de suelo
Fe	476	ppm	Fe	541	ppm	Fe	417	ppm	Fe	490	ppm
B	0.34	ppm	B	0.38	ppm	B	0.45	ppm	B	0.36	ppm
S	4.1	ppm	S	5.3	ppm	S	23	ppm	S	9.2	ppm
Mn	63	ppm	Mn	51	ppm	Mn	60	ppm	Mn	69	ppm
Cu	5.5	ppm	Cu	5.5	ppm	Cu	5.1	ppm	Cu	5.9	ppm
Zn	8.2	ppm	Zn	8	ppm	Zn	15	ppm	Zn	14	ppm
d.a	1.4	g cm^{-3}	d.a	1.3	g cm^{-3}	d.a	1.39	g cm^{-3}	d.a	1.29	g cm^{-3}
Arena	40	%	Arena	24	%	Arena	40	%	Arena	24	%
Limo	14	%	Limo	12	%	Limo	14	%	Limo	16	%
Arcilla	46	%	Arcilla	64	%	Arcilla	46	%	Arcilla	60	%

Materiales y métodos

Trat.	Fuente (kg/ha/año)			Nutrientes (kg/ha/año)							
	Poli sulfato	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S	B	Zn
1				372	82	566	63	27.4	48	2.3	4.3
2		142		372	82	566	100	27.4	48	2.7	4.3
3		257		372	82	566	130	27.4	48	3.1	4.3
4		372		372	82	566	160	27.4	48	3.4	4.3
5			132	372	86	566	100	27.4	66	2.3	4.3
6			239	372	89	566	130	27.4	81	2.3	4.3
7			346	372	92	566	160	27.4	96	2.3	4.3
8	217			372	82	566	100	40.5	89	2.3	4.3
9	393			372	82	566	130	51.0	122	2.3	4.3
10	570			372	82	566	160	61.6	156	2.3	4.3
11			450	372	95	566	195	27.4	111	2.3	4.3
12			900	372	109	566	328	27.4	174	2.3	4.3
13			1350	372	122	566	461	27.4	237	2.3	4.3





Materiales y métodos

Muestreos Iniciales



Calicata observativa



Aplicación de tratamientos



Materiales y métodos

Marcación de unidades experimentales en campo



Unidades experimentales cosechadas por semana



Medición de productividad



27 de septiembre de 2018 – 15 de mayo de 2019

Materiales y métodos

Medición de mancha de madurez



Muestras análisis foliares



19 de julio 2018

17 de octubre 2018

Muestras análisis bromatológicos



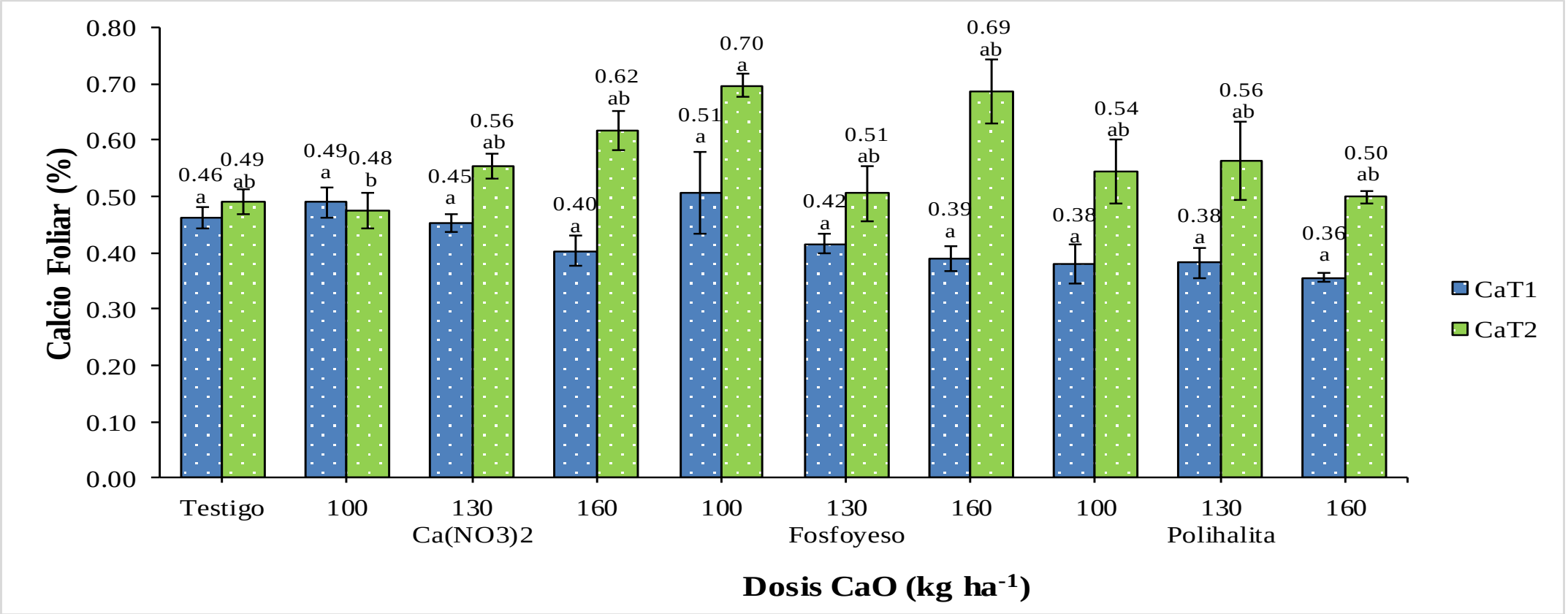
30 de diciembre 2018

Resultados y discusión

¿Cuál podría ser la mejor fuente de calcio para el cultivo de banano en Uraba?

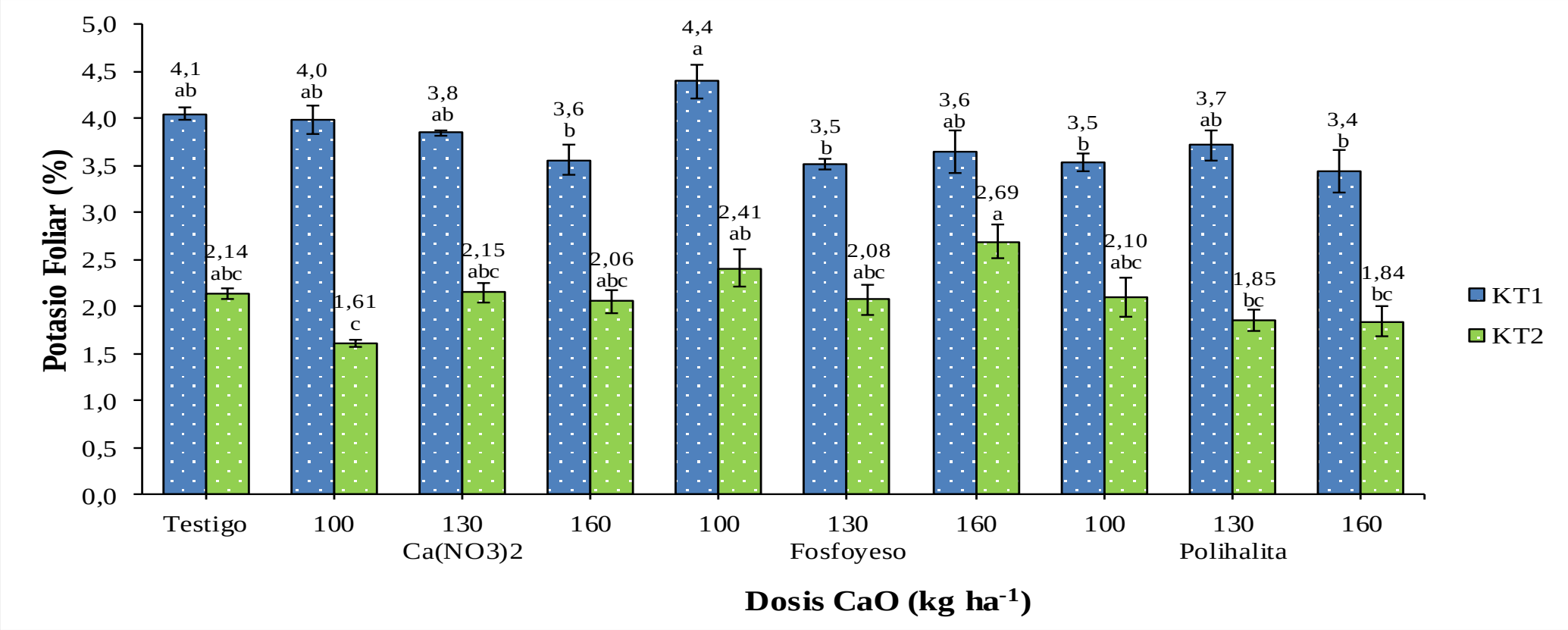


Calcio Foliar



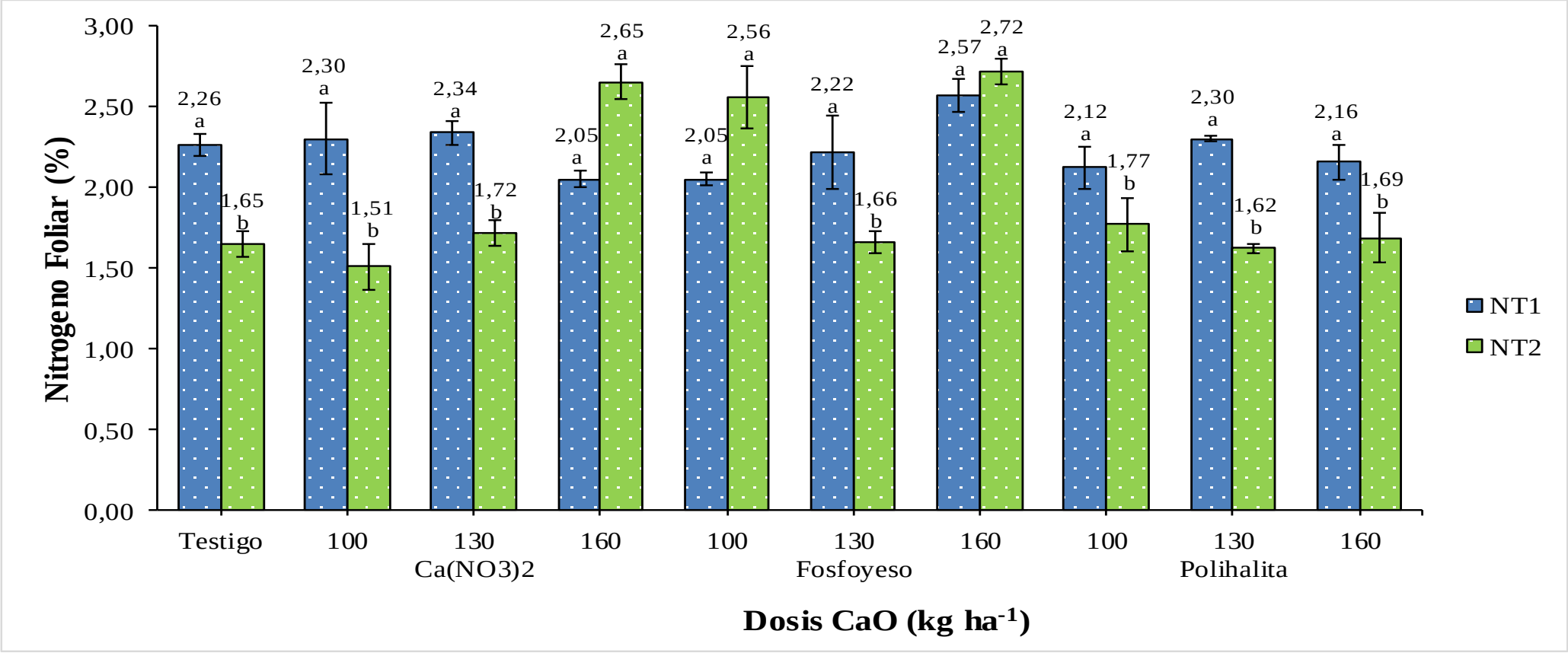
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	Poli-sulfato
100	142 kg ha^{-1}	132 kg ha^{-1}	217 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}	393 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	346 kg ha^{-1}	570 kg ha^{-1}

Potasio Foliar



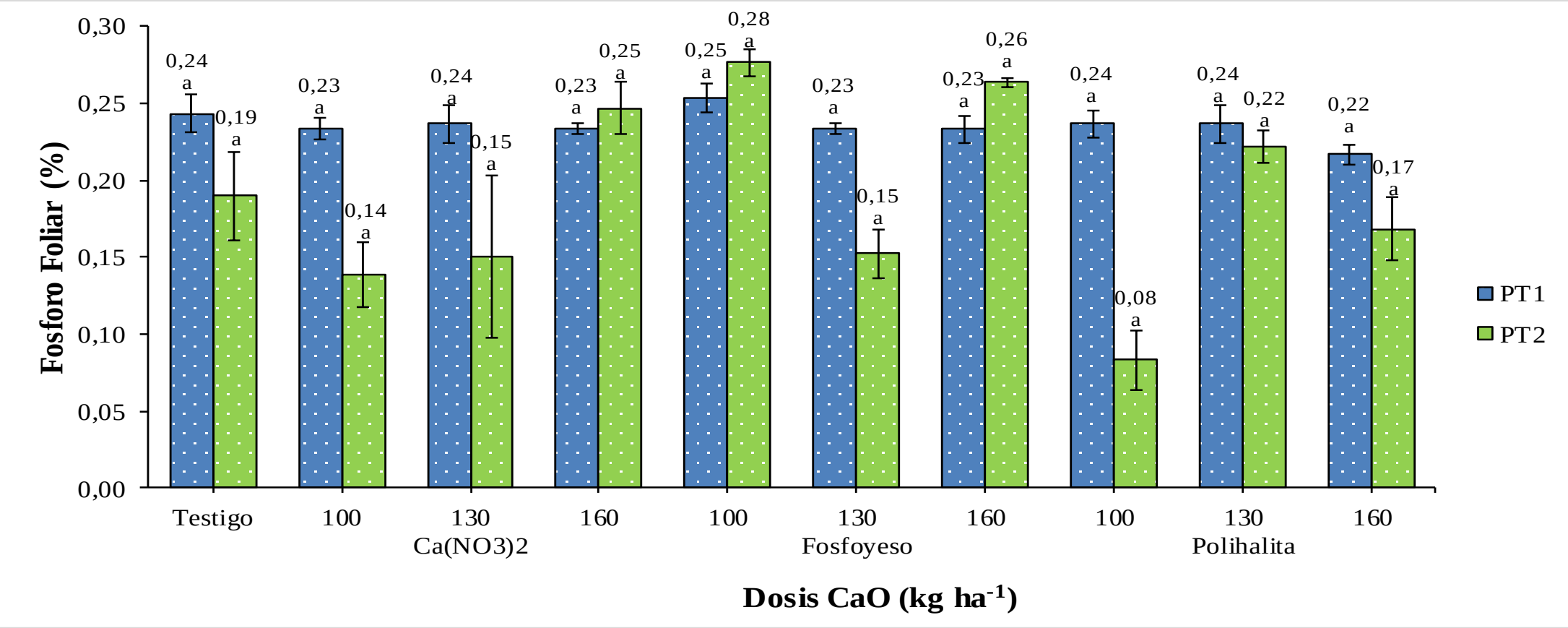
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	**Nitrato de Calcio**	**Fosfoyeso**	**Poli-sulfato**
100	**142 kg ha^{-1}**	**132 kg ha^{-1}**	**217 kg ha^{-1}**
130	**257 kg ha^{-1}**	**239 kg ha^{-1}**	**393 kg ha^{-1}**
160	**372 kg ha^{-1}**	**346 kg ha^{-1}**	**570 kg ha^{-1}**

Nitrógeno Foliar



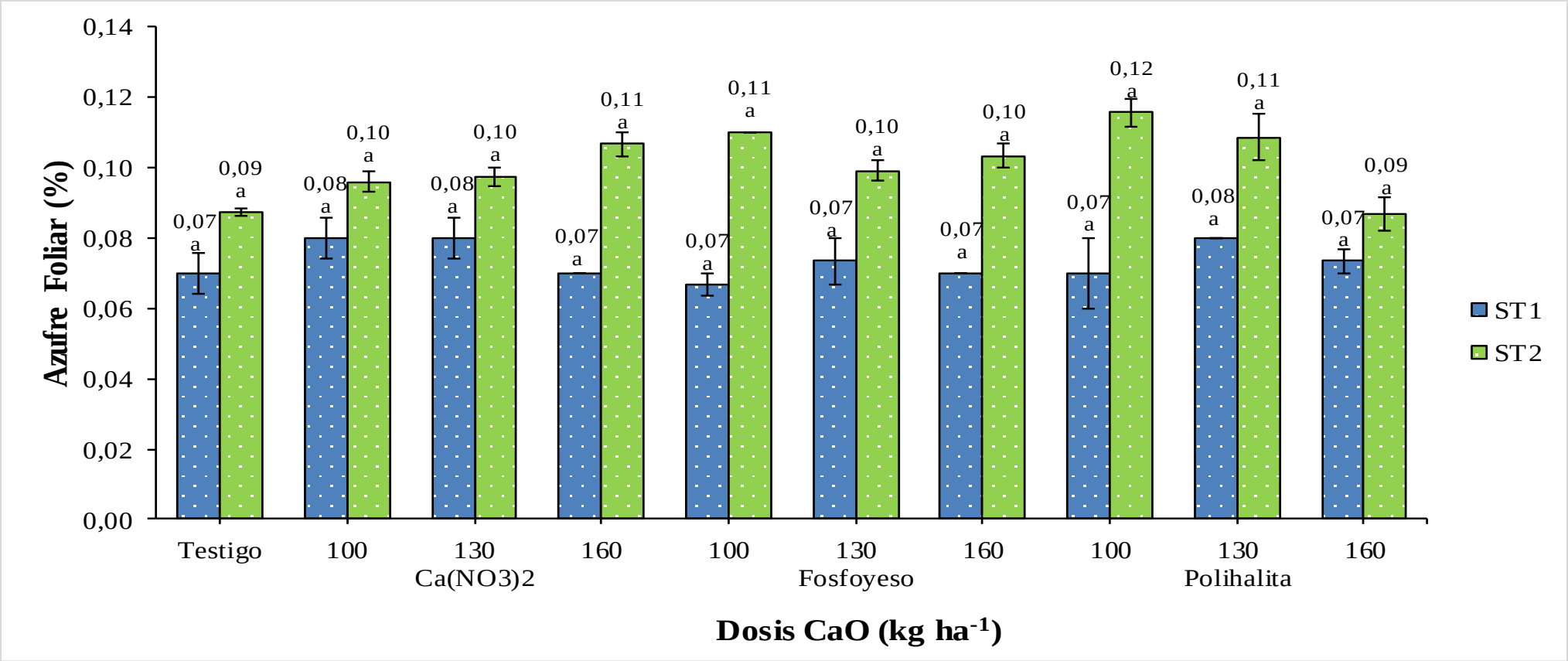
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	**Nitrato de Calcio**	**Fosfoyeso**	**Poli-sulfato**
100	**142 kg ha^{-1}**	**132 kg ha^{-1}**	**217 kg ha^{-1}**
130	**257 kg ha^{-1}**	**239 kg ha^{-1}**	**393 kg ha^{-1}**
160	**372 kg ha^{-1}**	**346 kg ha^{-1}**	**570 kg ha^{-1}**

Fosforo Foliar



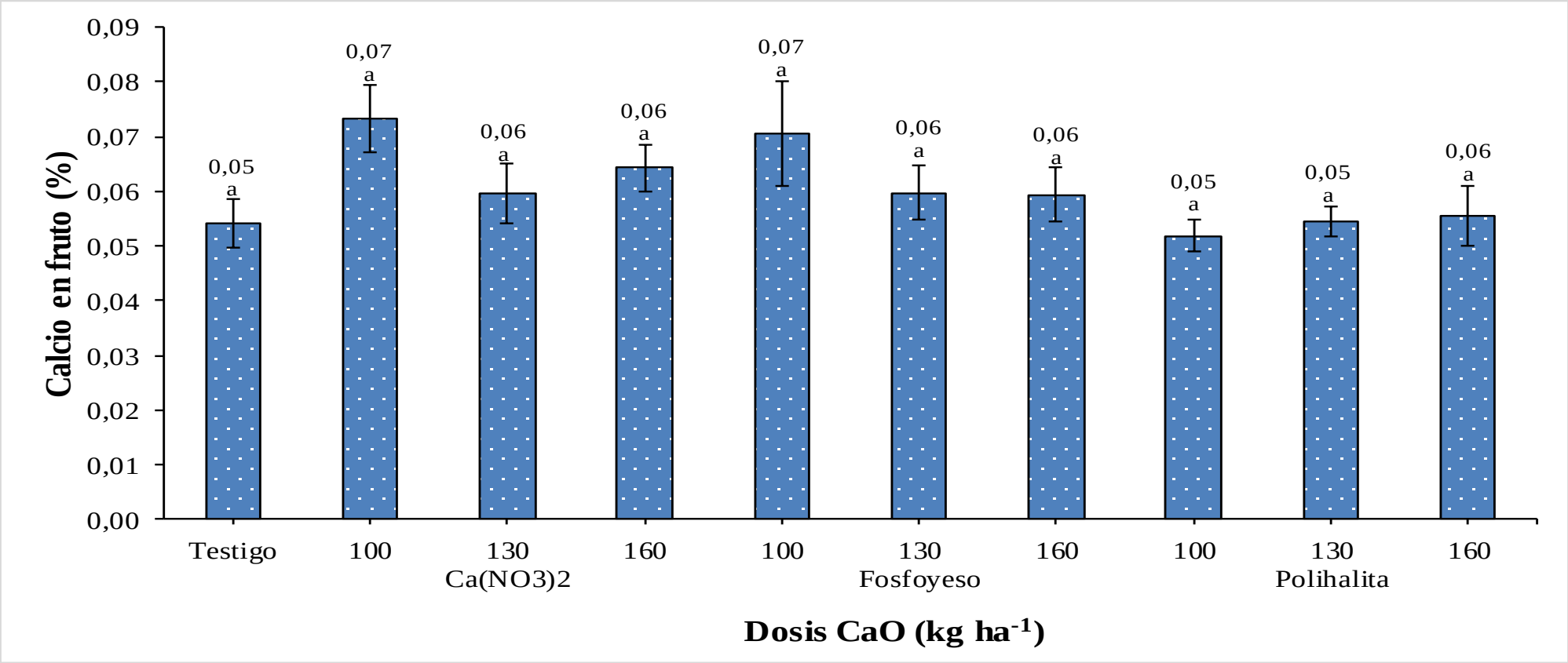
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	Poli-sulfato
100	142 kg ha^{-1}	132 kg ha^{-1}	217 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}	393 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	346 kg ha^{-1}	570 kg ha^{-1}

Azufre Foliar



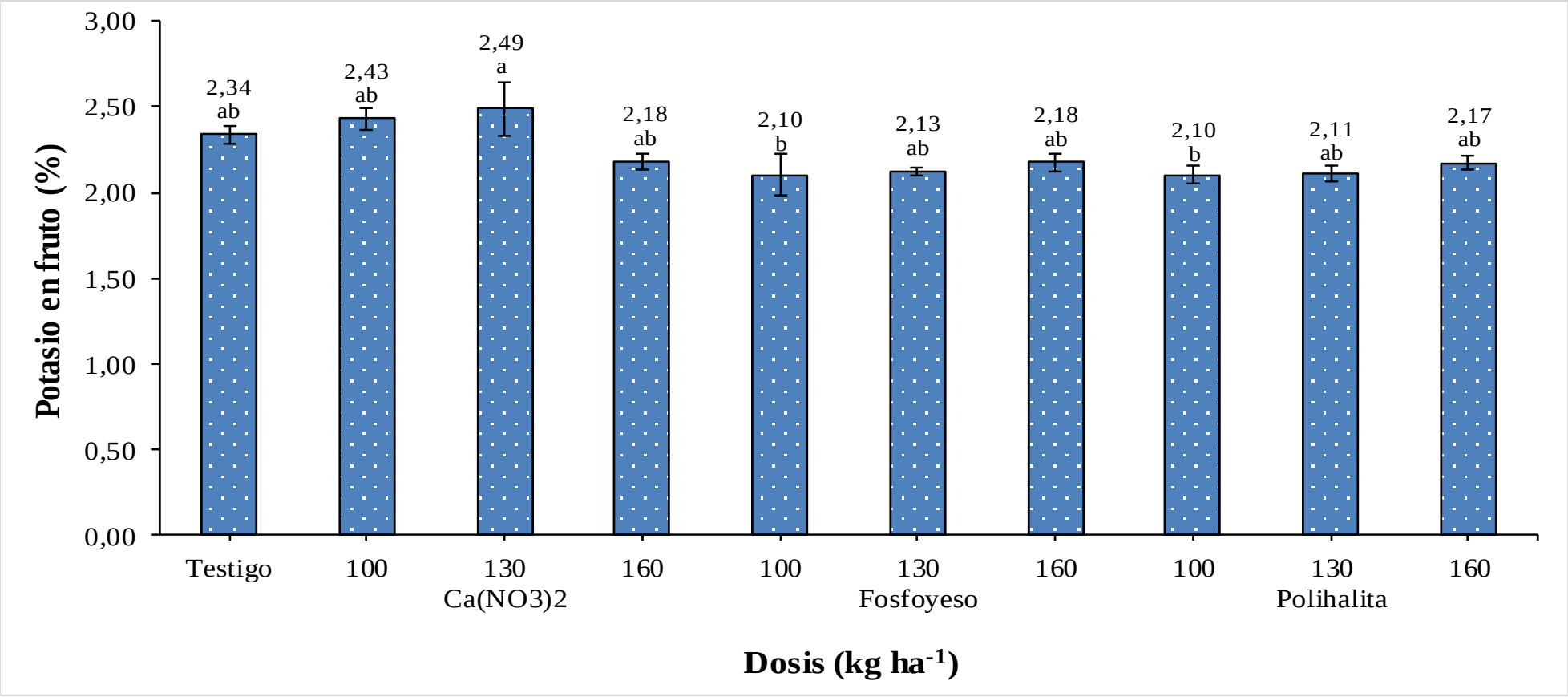
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	Poli-sulfato
100	142 kg ha^{-1}	132 kg ha^{-1}	217 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}	393 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	346 kg ha^{-1}	570 kg ha^{-1}

Calcio en fruto



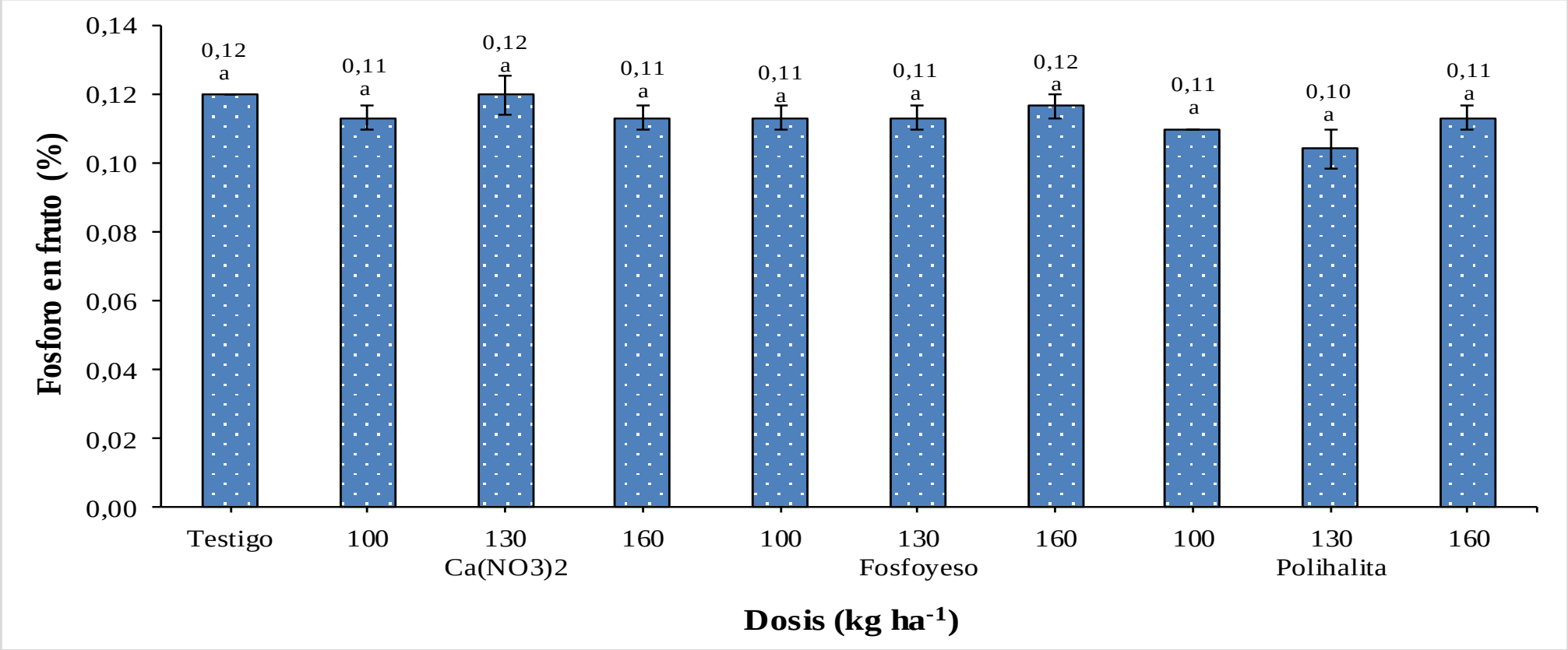
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	Poli-sulfato
100	142 kg ha^{-1}	132 kg ha^{-1}	217 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}	393 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	346 kg ha^{-1}	570 kg ha^{-1}

Potasio en fruto



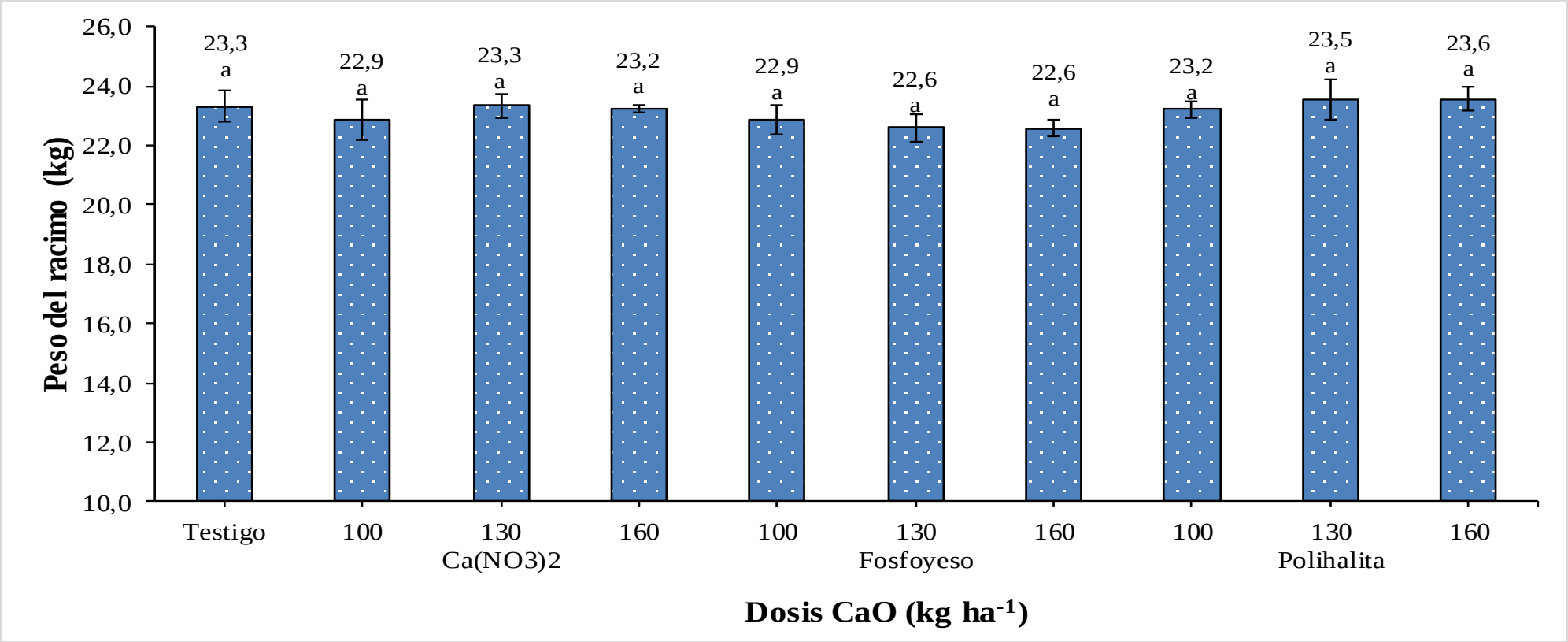
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	Poli-sulfato
100	142 kg ha^{-1}	132 kg ha^{-1}	217 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}	393 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	346 kg ha^{-1}	570 kg ha^{-1}

Fosforo en fruto



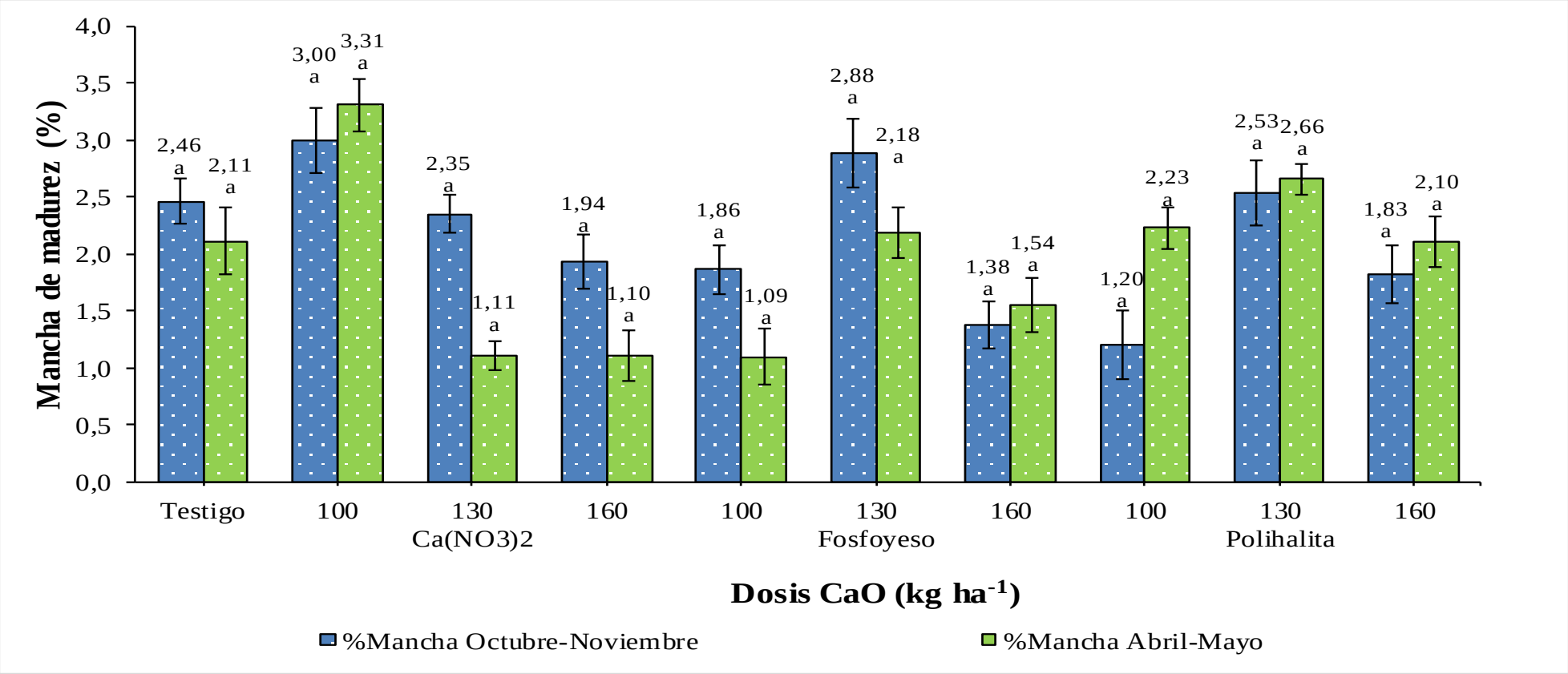
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	Poli-sulfato
100	142 kg ha^{-1}	132 kg ha^{-1}	217 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}	393 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	346 kg ha^{-1}	570 kg ha^{-1}

Peso del racimo



Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	**Nitrato de Calcio**	**Fosfoyeso**	**Poli-sulfato**
100	**142 kg ha^{-1}**	**132 kg ha^{-1}**	**217 kg ha^{-1}**
130	**257 kg ha^{-1}**	**239 kg ha^{-1}**	**393 kg ha^{-1}**
160	**372 kg ha^{-1}**	**346 kg ha^{-1}**	**570 kg ha^{-1}**

Mancha de madurez



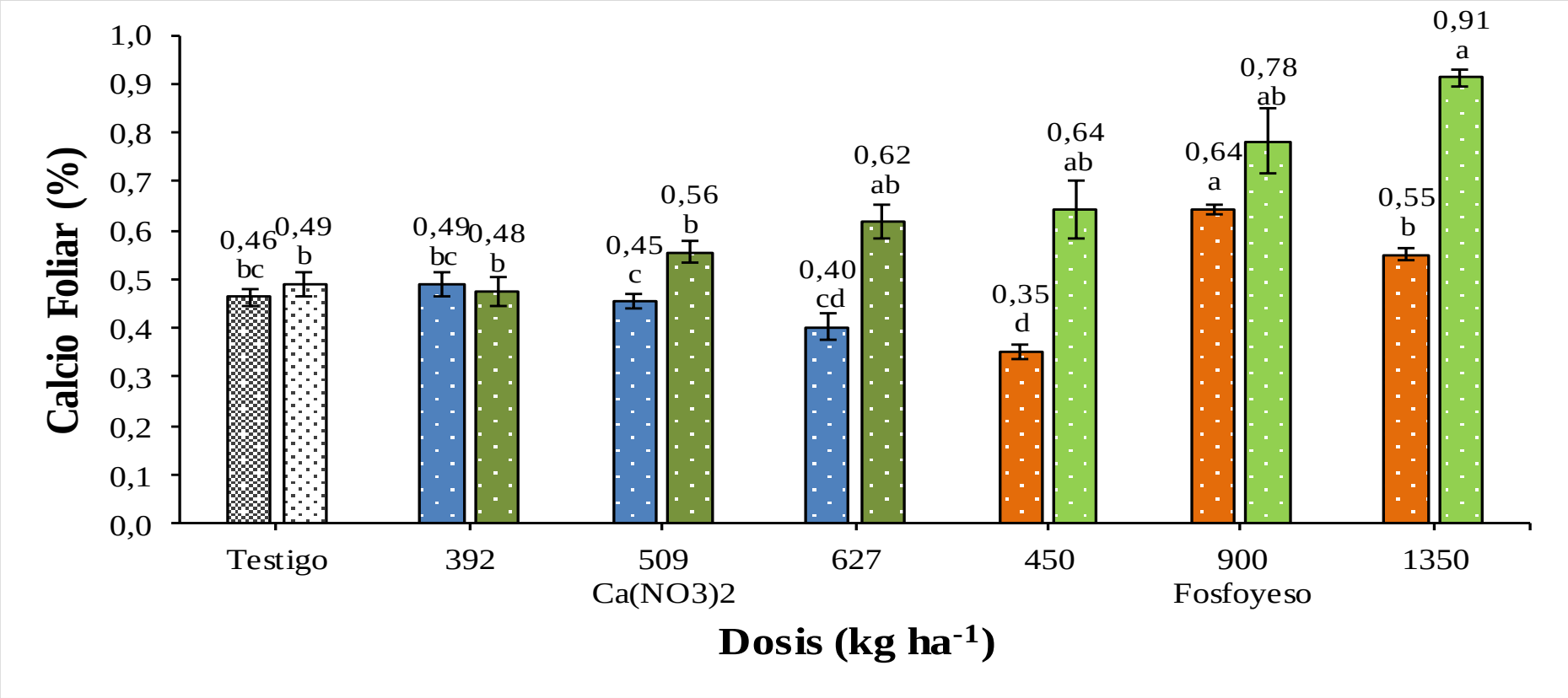
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	Fosfoyeso	Poli-sulfato
100	142 kg ha^{-1}	132 kg ha^{-1}	217 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}	393 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	346 kg ha^{-1}	570 kg ha^{-1}

Estudio comparativo entre nitrato de calcio y Fosfoyeso según valor económico



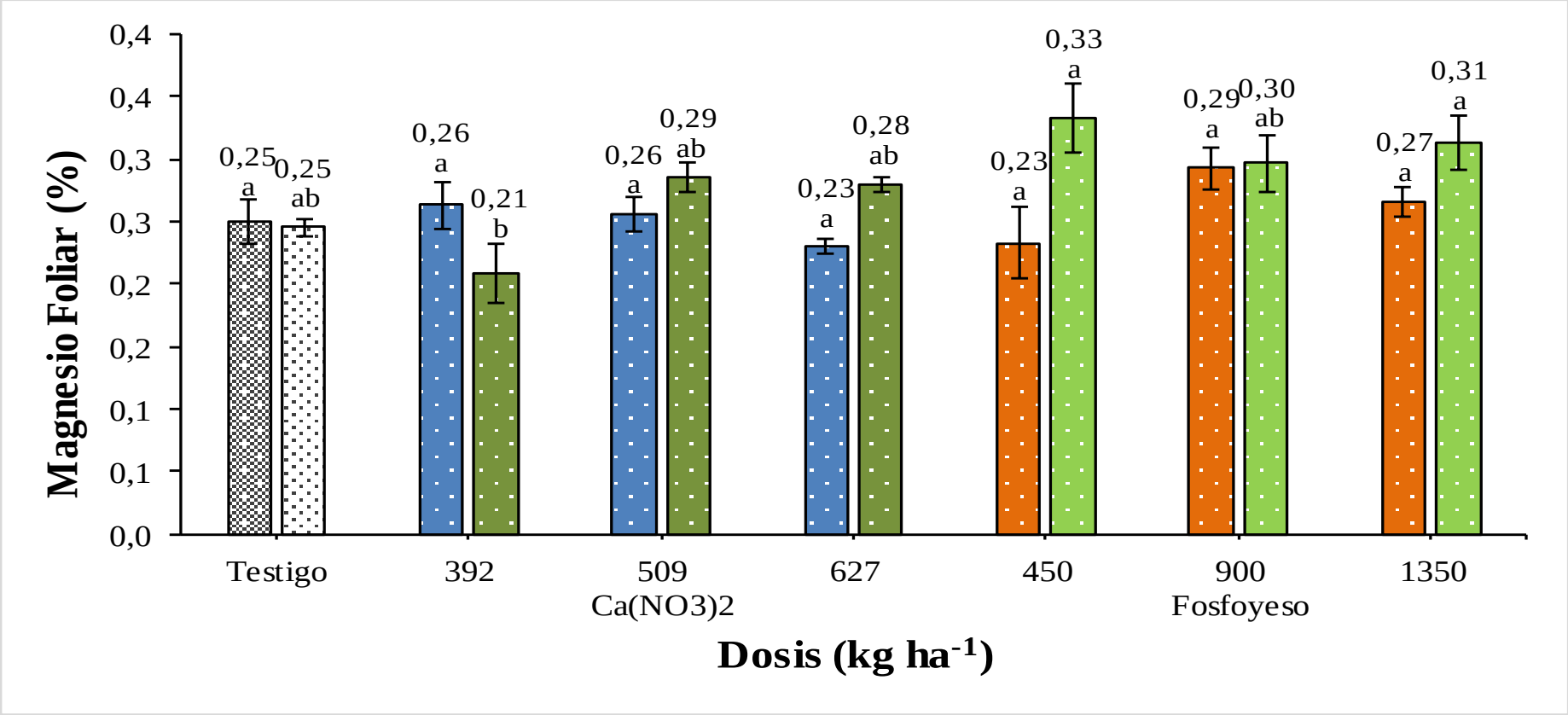


Calcio Foliar



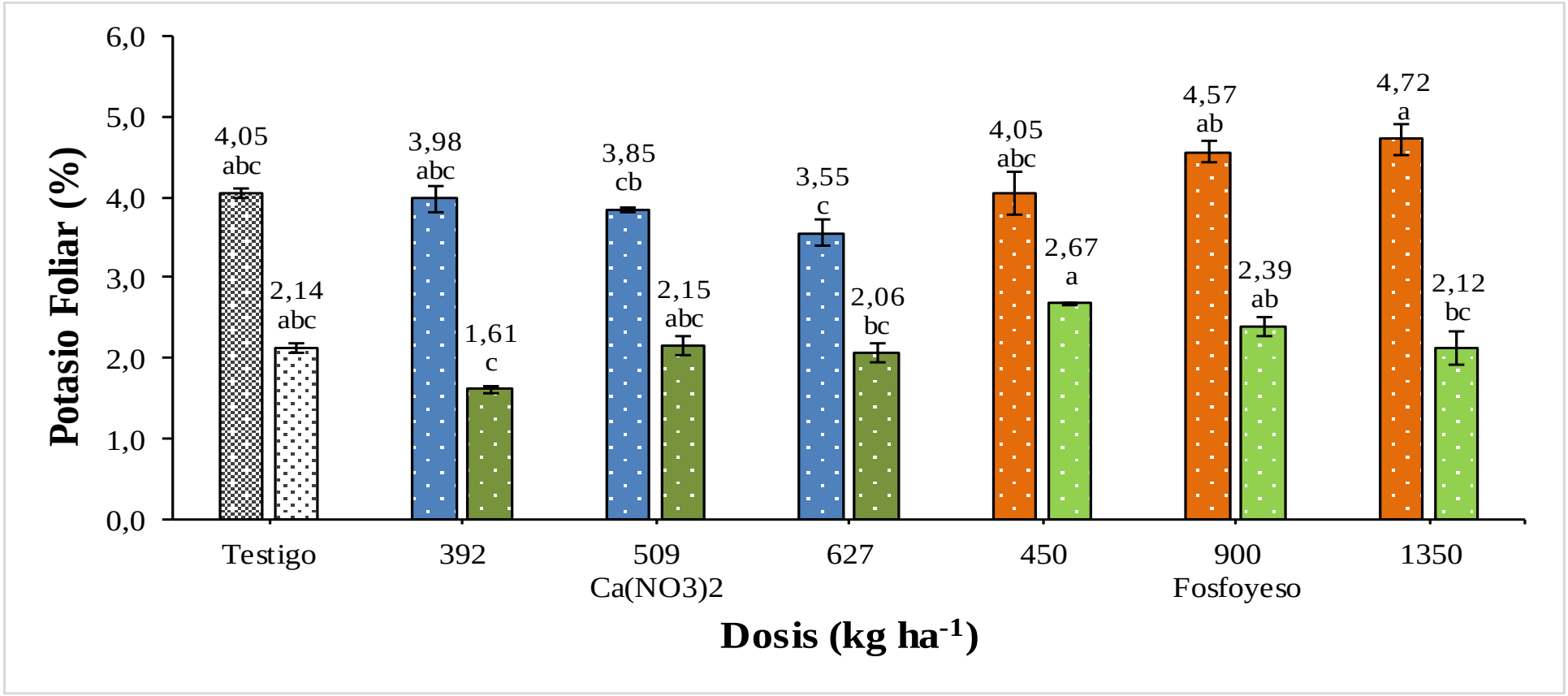
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Magnesio Foliar



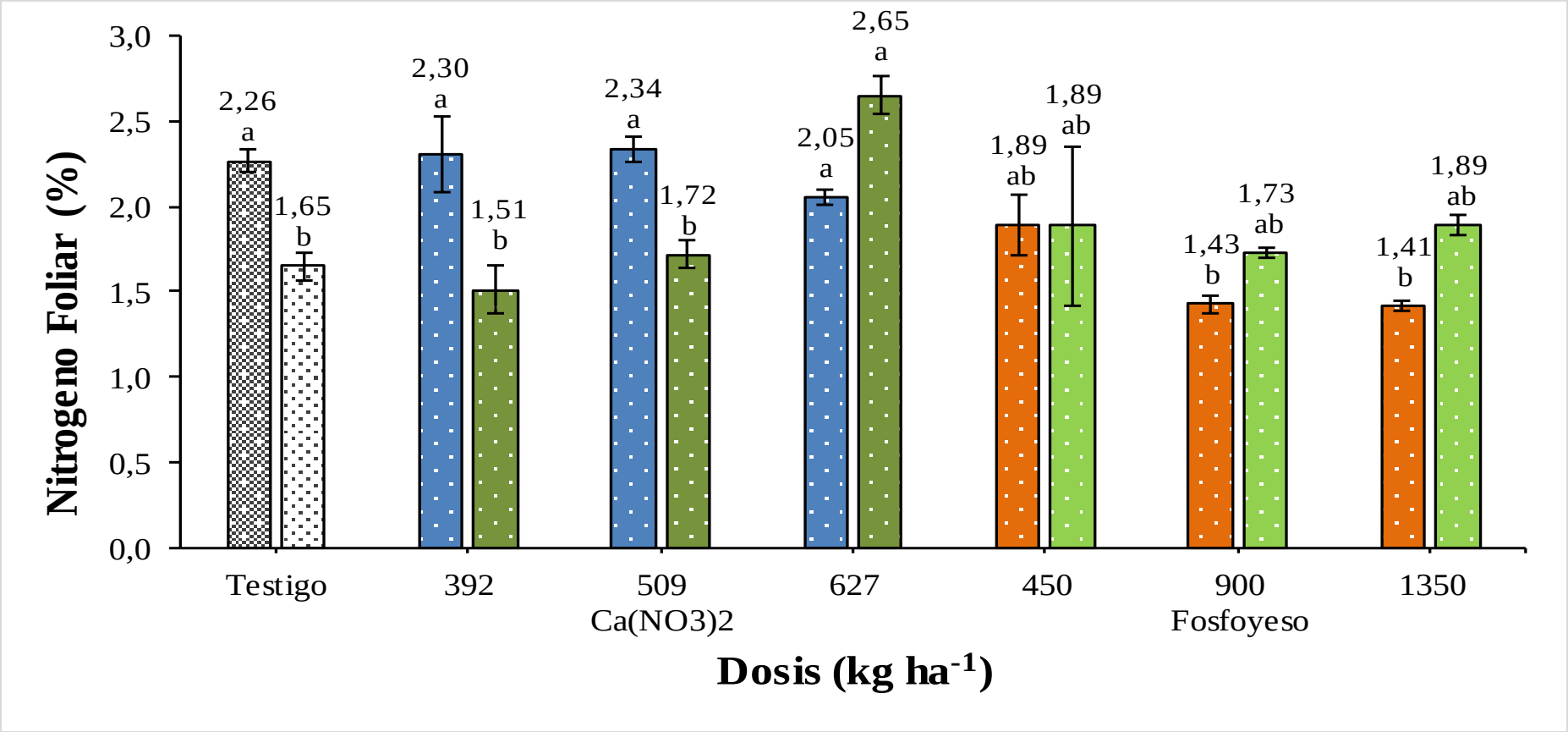
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Potasio Foliar



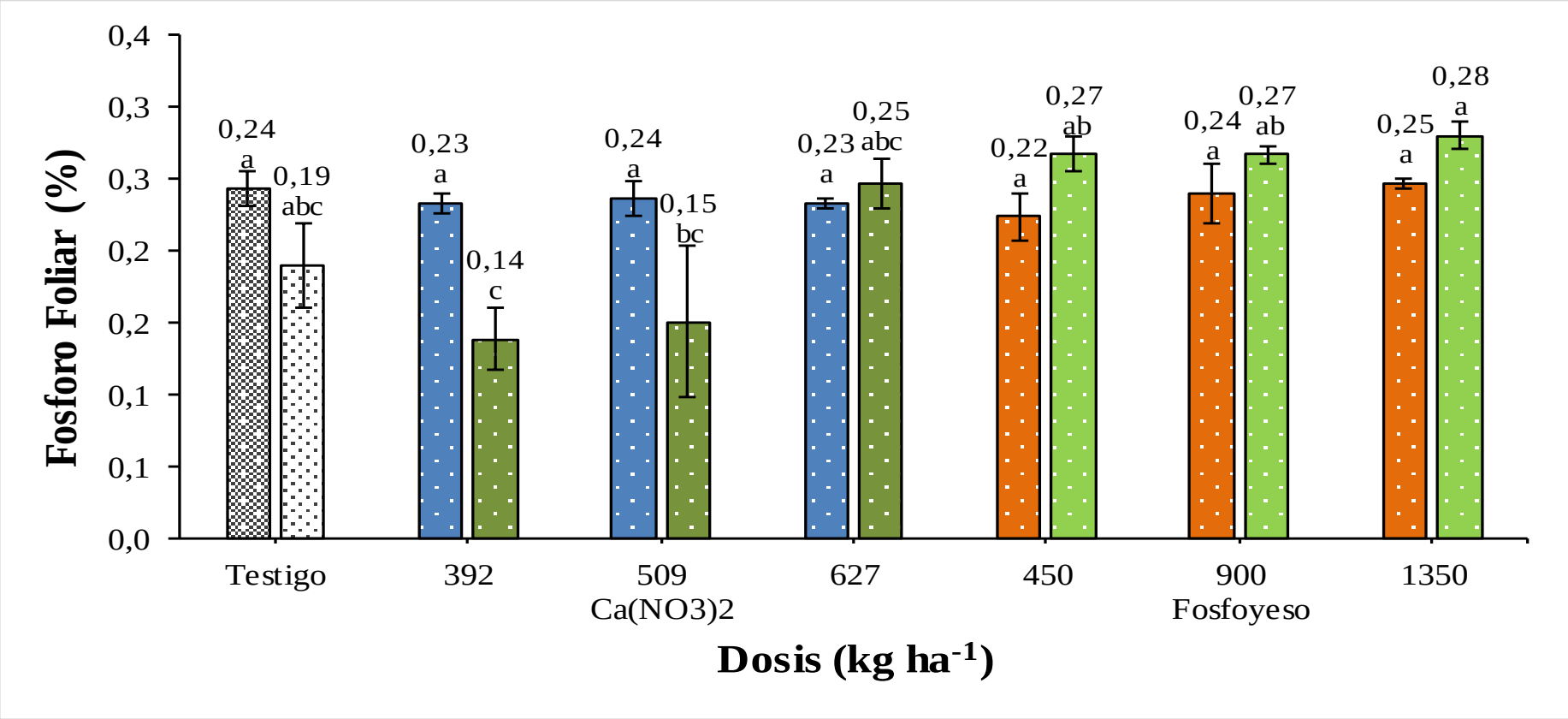
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Nitrógeno Foliar



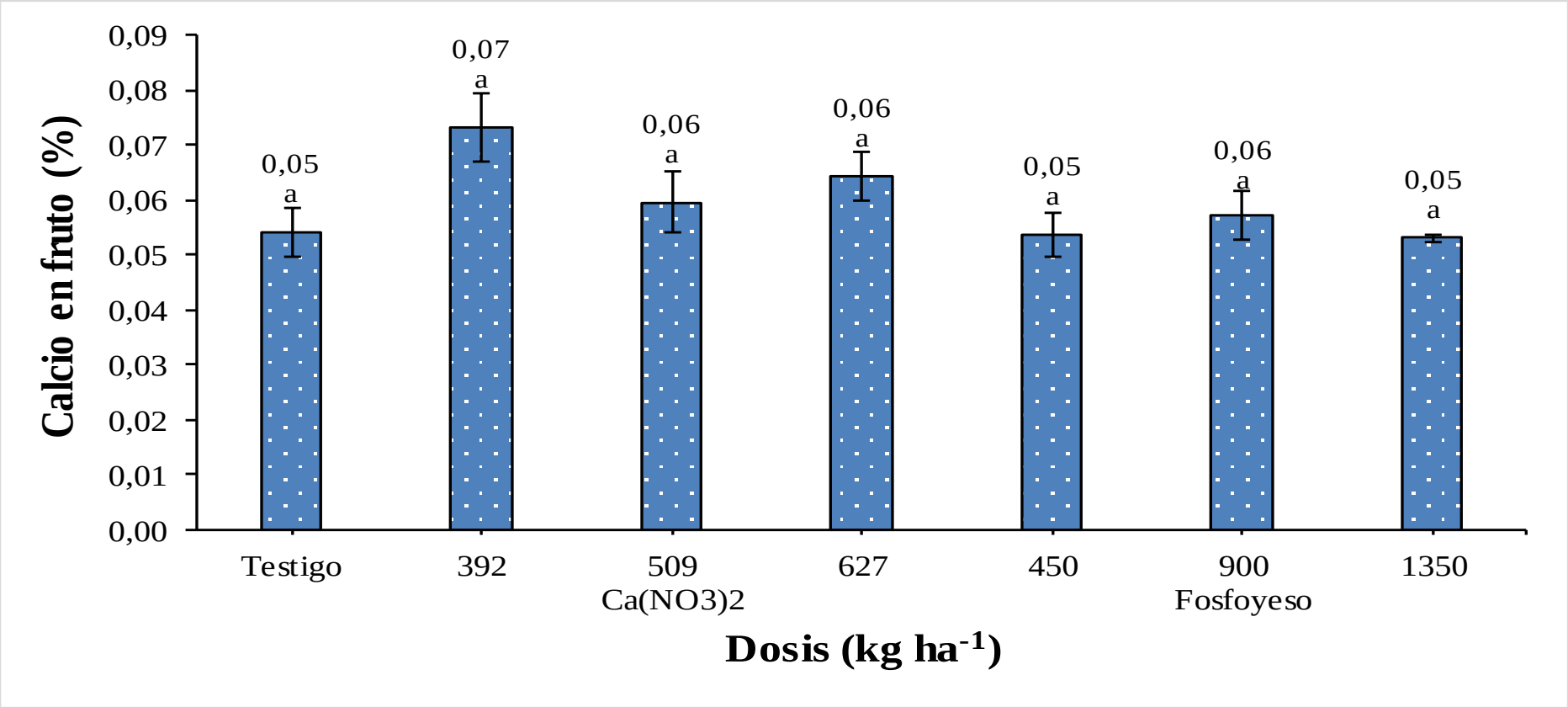
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Fosforo Foliar



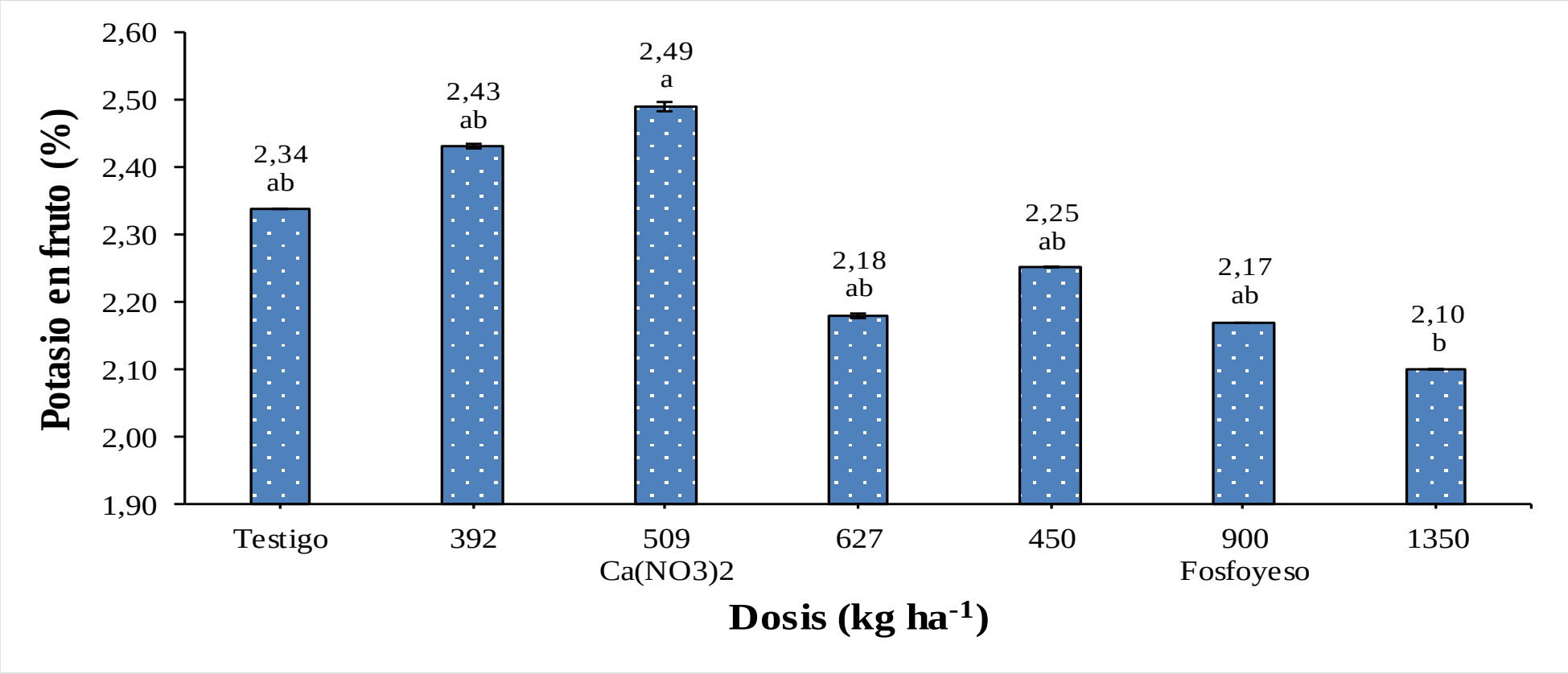
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Calcio en fruto



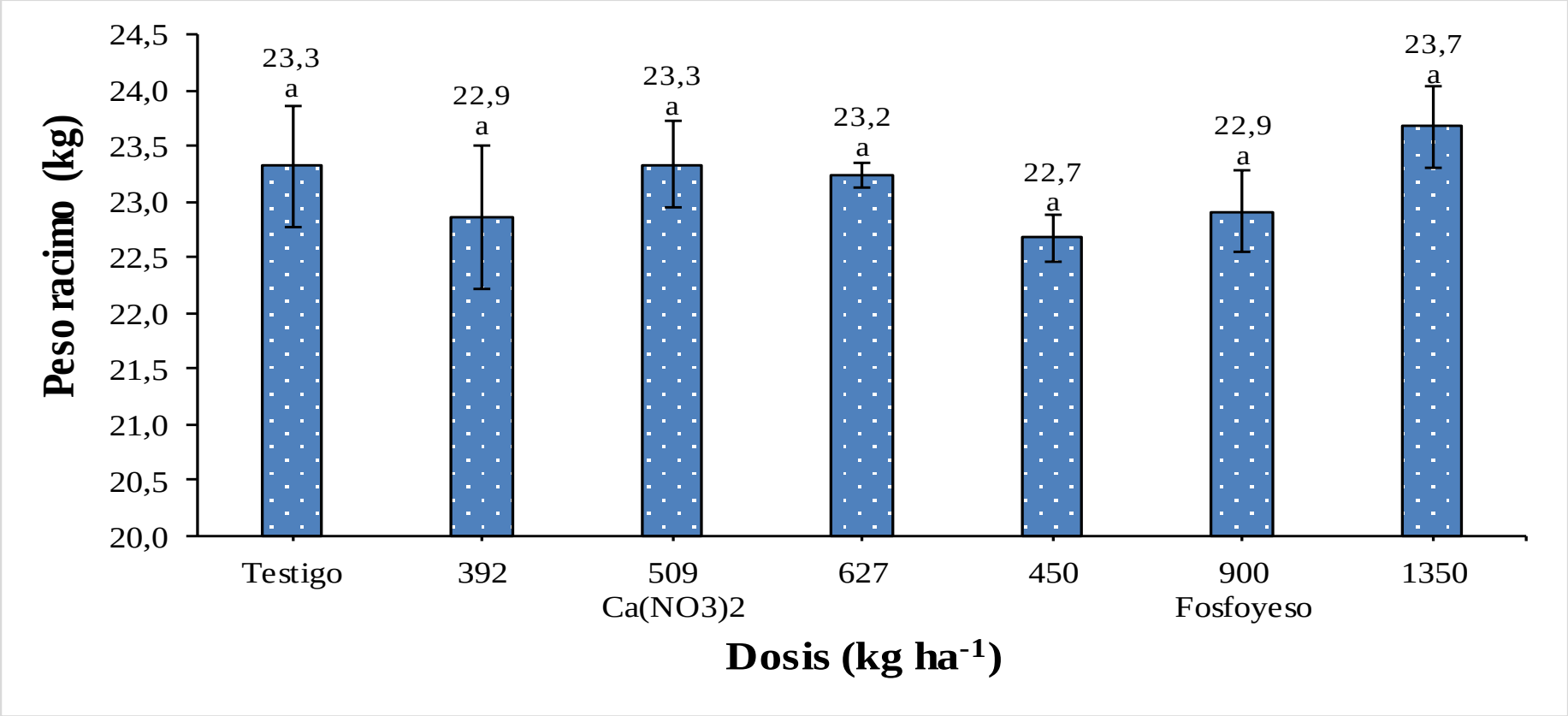
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Potasio en fruto



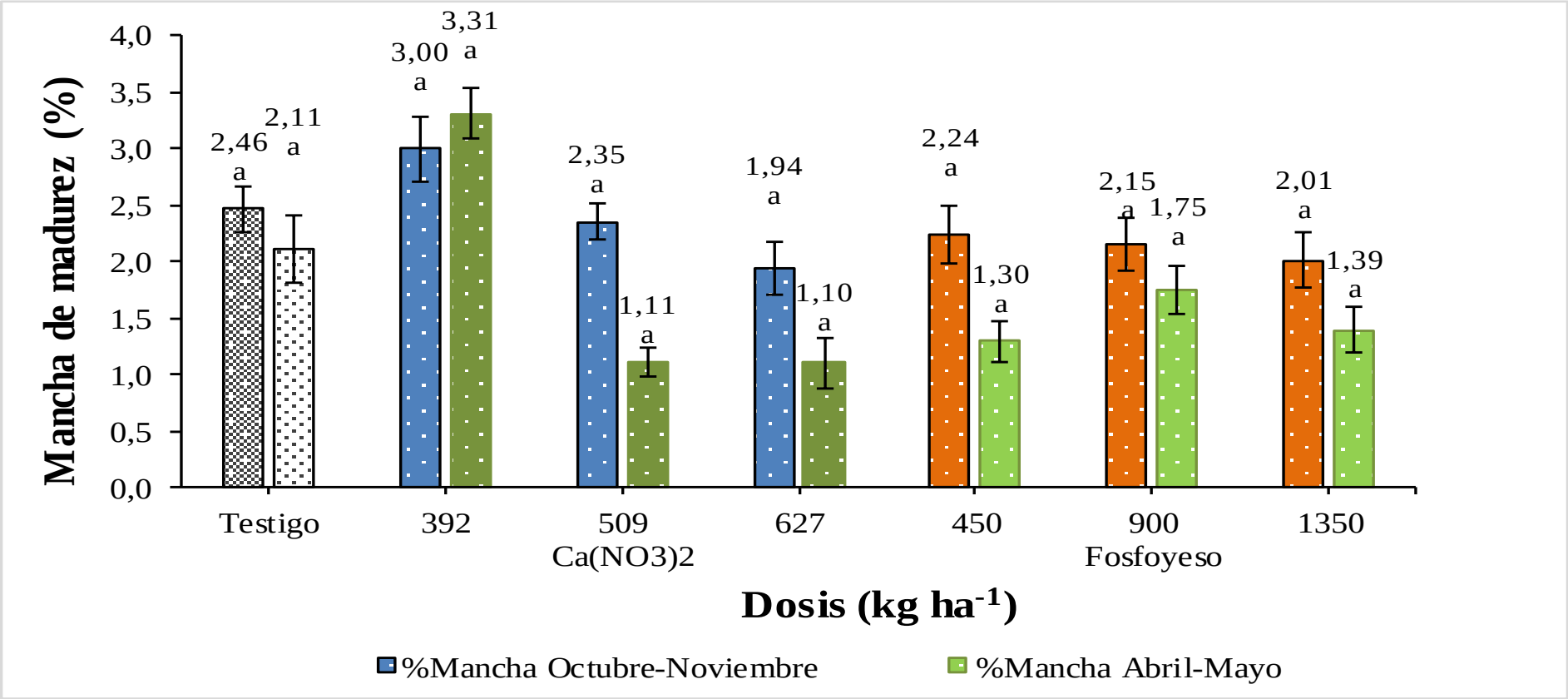
Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Peso de racimo



Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Mancha de madurez



Dosis de fertilizantes cálcicos de acuerdo al suministro ajustado de calcio (kg ha^{-1} de CaO)			
kg ha^{-1} de CaO	Nitrato de Calcio	kg ha^{-1} de CaO	Fosfoyeso
100	142 kg ha^{-1}	195 kg ha^{-1}	450 kg ha^{-1}
130	257 kg ha^{-1}	328 kg ha^{-1}	900 kg ha^{-1}
160	372 kg ha^{-1}	461 kg ha^{-1}	1350 kg ha^{-1}

Conclusiones

- El efecto nutricional de las diferentes fuentes de calcio se puede evidenciar con diferencias significativas a nivel de análisis foliares, destacando el uso de dosis altas de Fosfoyeso (900 y 1350 kg ha^{-1}). Por otra parte, la translocación y acumulación de calcio en fruta se puede relacionar mas a efectos edafoclimáticos que afecten la capacidad fisiológica de la planta para asegurar la translocación del elemento a racimo.

- La aplicación de diferentes dosis de Fosfoyeso y $Ca(NO_3)_2$ no disminuyen de manera significativa los porcentajes de fruta con mancha de madurez (octubre-noviembre 2018, abril-mayo 2019) con respecto a la no aplicación de las mismas, pero si se presentan diferencias importantes desde el punto de vista agronómico con respecto a las dosis altas de Fosfoyeso (450, 900 y 1350 kg ha^{-1}) y $Ca(NO_3)_2$ (509 y 627 kg ha^{-1}).

- La aplicación de dosis altas de nitrato de calcio garantiza una adecuada traslocación y acumulación de potasio en fruta gracias al modelo de recirculación NO_3^--K^+.