Convocatoria *Agentes de Difusión y Extensionismo Tecnológico Región del Biobío*
Proyecto "Agente de difusión y extensión tecnológica para pymes y propietarios forestales de la Región del Biobío"

REPORTE

EVALUACIÓN IMPACTO
PROGRAMA DIFUSIÓN Y EXTENSIÓN TECNOLÓGICA
UNIDAD USO DE MATERIAL GENÉTICO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS

Concepción, Mayo de 2017

ÍNDICE

Pag.

1. INTRODUCCIÓN 1

2. ANTECEDENTES GENERALES DE LOS BENEFICIARIOS DIRECTOS 2

3. CARATERIZACIÓN DE ATRIBUTOS MORFO-FISIOLÓGICOS DE LAS PRODUCCIONES 5

3.1 ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS TEMPORADA 2015 – 2016 5

3.2 COMPARACIÓN ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS ENTRE TEMPORADAS DE PRODUCCIÓN 7

3.3 COMPARACIÓN ATRIBUTOS FISIOLÓGICOS ENTRE TEMPORADAS DE PRODUCCIÓN 13

4. CONCLUSIONES 23

APÉNDICES

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del Programa Difusión y Extensión Tecnológica de la Unidad uso de material genético y producción de plantas era “Evaluar brechas y necesidades tecnológicas asociadas a la producción de plantas forestales en pequeños y medianos viveros de la Región del Biobío, y transferir herramientas técnicas y de gestión que favorezcan el aumento de la productividad de procesos y valor del material a comercializar” y uno de sus objetivos específicos fue “Transferir y evaluar la implementación de mejoras avanzadas sobre prácticas culturales en función de las fases de producción de plantas forestales en vivero”, es en este marco que se realizó una evaluación del grado de adopción tecnológica por parte de los viveristas, en el marco de las acciones de capacitación grupal e individual que se realizaron mediciones basado en los análisis morfológicos y de laboratorio a las plantas producidas por uno de ellos, los cuales se compararon con la línea base elaborada al inicio de la ejecución de las acciones del programa.

En este sentido, el presente documento entrega información sobre aspectos generales y específicos respecto a la caracterización morfológica y nutricional del material vegetal producido por los 16 viveros beneficiarios directos del proyecto para la temporada 2015-2016, incorporando una comparación de parámetros morfo-fisiológicos con las temporadas anteriores (2013-2014 y 2014-2015).

2. ANTECEDENTES GENERALES DE LOS BENEFICIARIOS DIRECTOS

De acuerdo a la estadística de producción de plantas reportadas por INFOR (2015) para las regiones de O'Higgins a Los Lagos, los 120 viveros registrados informan un total de 182.812.696 plantas para la temporada 2014-2015. La mayor producción de plantas se encuentra en manos de los grandes viveros a nivel nacional, lo que concentran el 73 % de la producción para el año 2015 con aproximadamente 133.542.344 plantas. Cabe señalar que se registran 40 microviveros, con una producción total de 2.228.652 plantas, correspondiendo a una media de producción de más de 55.716 plantas. Del total de plantas informadas, la región del Biobío registra la mayor producción con un 56,3 %, con 102.965.245 plantas, siendo la provincia de Biobío la que registra la mayor producción a nivel regional, con 37.204.580 plantas. De las 102,9 millones de plantas que se produjeron en la región en la temporada 2014-2015, el 15,2 % (17.296.399 plantas) fueron producidas por medianos, pequeños y micro productores.

Según la clasificación propuesta por INFOR (2006)*, el 11,8 % de los viveros (beneficiarios directos del proyecto) corresponden a "micro" productores (< 0,15 millones de plantas), el 17,6 % a "pequeño" productor (0,15 - 0,3 millones) y el 58,8 % corresponden a "medianos" productores (0,3 - 2,5 millones), y un 11,8 % corresponde a la categoría de productor "grande", el cual produce por sobre los 2,5 millones de plantas al año (**Tabla 1**). En términos de la distribución de la producción por especies en los beneficiarios directos del proyecto, *Pinus radiata* fue la especie más producida en la temporada 2015-2016 con el 42,1% de plantas, le sigue *Eucalyptus nitens* con un 33,8% y finalmente *Eucalyptus globulus* con un 24,0%.

En la **Figura 1**, se muestran las producciones de las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016 de los viveros beneficiarios del proyecto. Se observa que un 52,9 % de los viveros, aumentaron la producción anual de plantas en esta tercera temporada. Mientras que los restantes viveros disminuyeron su producción de plantas. En este sentido, y de acuerdo a la clasificación respecto al tamaño del vivero, dos viveros pequeños aumentaron su producción y se categorizaron como medianos viveros; lo mismo ocurrió con dos viveros medianos que pasaron a viveros grandes en esta tercera temporada.

En la **Figura 2** se observa que los viveros beneficiaros del proyecto aumentaron considerablemente las producciones de plantas de *P. radiata* y *E. nitens* en la temporada 2015-2016, disminuyendo la cantidad de plantas de *E. globulus*.

Tabla 1. Número de plantas producidas en temporada 2015-2016 por los beneficiarios directos del proyecto según especie y clasificación según tamaño.

Vivero	**Comuna**	***Pinus radiata***	***E. nitens***	***E. globulus***	***Total***	***Clasificación****
ALTA VISTA	Los Ángeles	164.000	438.000	0	602.000	Mediano
ALTE	Los Ángeles	200.000	1.000.000	70.000	1.270.000	Mediano
ALTO VERDE	Los Ángeles	250.000	200.000	220.000	670.000	Mediano
DON POLITO	Los Ángeles	800.000	300.000	100.000	1.200.000	Mediano
EL HUERTON	Los Ángeles	140.000	200.000	0	340.000	Mediano
SAN PEDRO	Los Ángeles	2.000.000	500.000	0	2.500.000	Grande
LA QUINTA	Santa Juana	0	20000	150000	170.000	Pequeño
LLANO VERDE	Los Ángeles	350.000	200.000	65.000	615.000	Mediano
LOS CASTAÑOS	Coronel	150.000	0	40.000	190.000	Pequeño
ÑUBLE ALTO	Chillán	400.000	0	0	400.000	Mediano
PACHAMAMA	Santa Juana	25.000	33.000	0	58.000	Micro
PITRINCO	Los Álamos		1.000.000	1.800.000	2.800.000	Grande
SAN CLEMENTE	Los Ángeles	300.000	200.000	50.000	550.000	Mediano
SAN FABIAN	Coronel	700.000	150.000	550.000	1.400.000	Mediano
SAN MATÍAS	Coronel	200.000	60.000	150.000	410.000	Mediano
SAN NICOLÁS	Los Ángeles	0	100.000	0	100.000	Micro
TRES ÁRBOLES	Santa Juana	30.000	180.000	60.000	270.000	Pequeño
TOTAL		5.709.000	4.581.000	3.255.000	13.545.000	

*: Instituto Forestal (INFOR). 2006. Términos de Referencia Proyecto Centro Tecnológico de la Planta Forestal: Referente Científico-Tecnológico para aumentar la calidad y productividad de las plantas forestales. Presentado al Primer Concurso Nacional de Proyectos de Formación y Fortalecimiento de Capacidades Regionales. INNOVA Chile – CORFO.

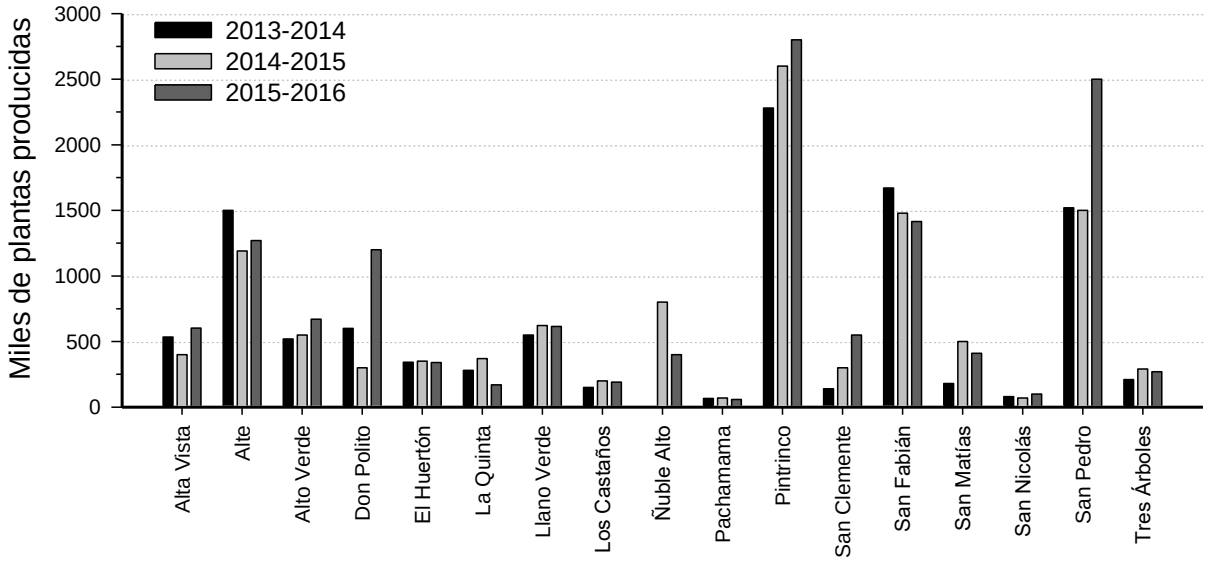


Figura 1. Cantidad de plantas producidas en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016 por los beneficiarios directos del proyecto.

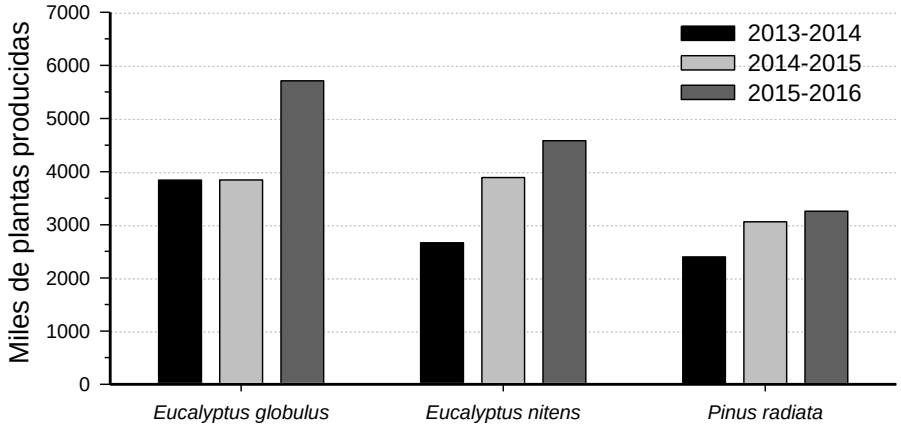


Figura 2. Cantidad de plantas producidas por especie en las tres temporadas evaluadas por los beneficiarios directos del proyecto.

3. CARATERIZACIÓN DE ATRIBUTOS MORFO-FISIOLÓGICOS DE LAS PRODUCCIONES

A fin de realizar una caracterización morfo-fisiológica de las plantas producidas por los viveros asociados, se realizó el muestreo de 15 plantas seleccionadas de forma aleatoria dentro de los lotes de producción. El muestreo fue realizado al término de la producción de cada año, y previo al despacho de plantas (meses de mayo a junio de cada año de evaluación).
A partir de estas 15 plantas de midieron los parámetros morfológicos de longitud de tallo y diámetro de cuello, y desde una muestra compuesta del follaje de las plantas muestreadas se realizaron los análisis nutricionales para cada vivero.

Como referencia de atributos morfo-fisiológicos de plantas se utiliza la Norma Chilena NCh 2957 Of2006, que norma las características y atributos del material de propagación de uso forestal en Chile.

3.1 ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS TEMPORADA 2015 – 2016

Los atributos morfológicos de las plantas de *Eucalyptus globulus* **(Figura 3)** evaluadas en mayo de 2016 evidencian bastante variabilidad entre los viveros que produjeron esta especie. El rango para la longitud de tallo de plantas muestreadas entre los viveros fue desde los 23 a 65 cm, y de los 2,5 a los 5,0 mm para el diámetro de cuello.

Respecto a lo señalado en la Norma chilena de calidad de planta para esta especie (NCh 2957/2 Of2006), en esta temporada cuatro viveros tendrían dentro de sus producciones al menos un 50% de plantas por sobre el límite máximo que señala la norma para la longitud de tallo. Para el diámetro de cuello, todos los viveros estarían por sobre lo señalado como mínimo por la norma.

Para *Eucalyptus nitens* el rango de plantas evaluadas consideró longitudes de tallo desde los 14,9 a 72,3 cm y diámetros de cuello desde los 2,3 a los 6,2 mm para el diámetro de cuello **(Figura 4)**. Respecto a lo señalado en la Norma chilena de calidad de planta para esta especie (NCh 2957/2 Of2006), para la temporada 2015-2016 dos viveros presentaban sobre el 45% de las plantas producidas por sobre los señalado en la norma para la variable longitud de tallo, seguido de otros dos viveros con entre un 20 y 30% de las plantas más altas a lo indicado por la norma.

Para el diámetro de cuello, todas las plantas producidas por los viveros asociados cumplen con el mínimo exigido por la norma.

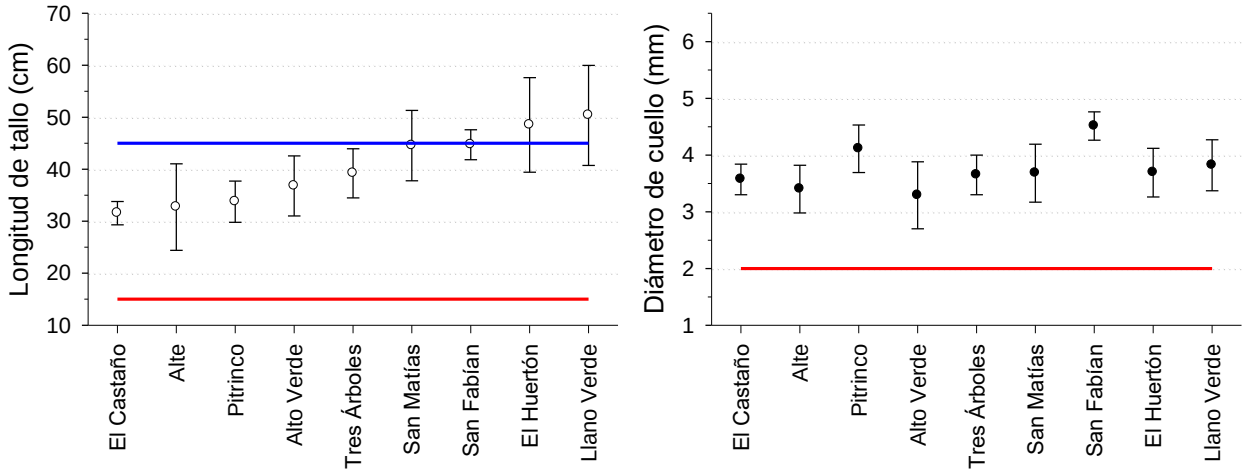


Figura 3. (Izquierda). Longitud de tallo promedio (± desviación estándar) de plantas de *Eucalyptus globulus* producidas por los viveros a mayo 2016. **(Derecha).** Diámetro de cuello (± desviación estándar) de plantas producidas por los viveros a mayo 2016. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

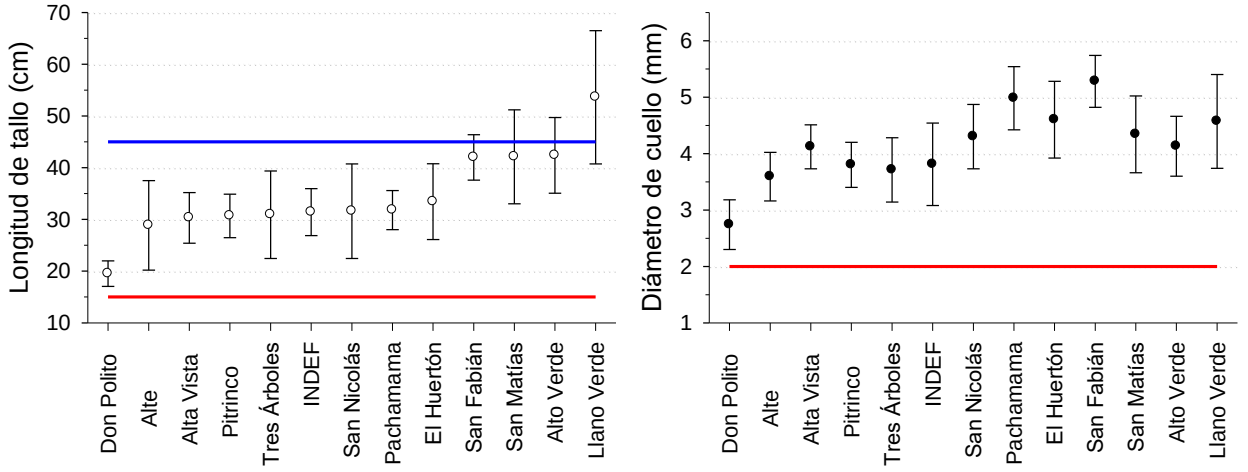


Figura 4. (Izquierda). Longitud de tallo promedio (± desviación estándar) de plantas de *Eucalyptus nitens* producidas por los viveros a mayo 2016. **(Derecha).** Diámetro de cuello (± desviación estándar) de las plantas producidas por los viveros a igual fecha. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

Para las plantas de *Pinus radiata* la longitud de tallo osciló entre 16,2 y 46,5 cm y el diámetro de cuello varió entre 2,71 y 5,0 mm **(Figura 5)**.

Para longitud de tallo solo un vivero presenta un 20% de las plantas producidas por debajo del límite mínimo establecido por la norma. Mientras que tres viveros tendrían dentro de su producción a lo menos entre un 6 y 26% de plantas con mayor longitud de tallo a lo establecido

por la norma. Para el diámetro de cuello, solo dos viveros tendrían un porcentaje menor al 15% de sus plantas bajo el mínimo establecido por la norma, aunque con plantas mayores a 2,7 mm.

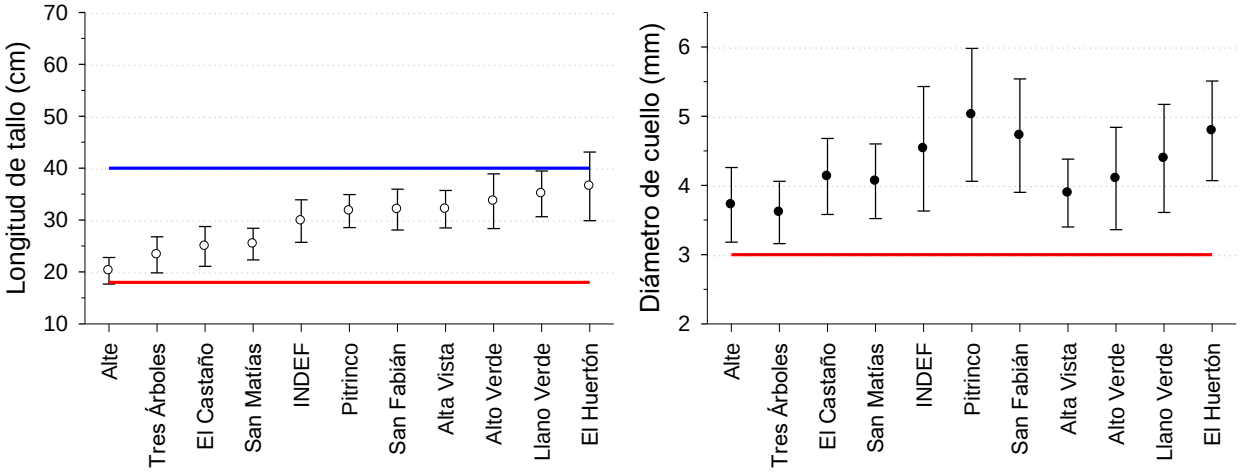


Figura 5. (Izquierda). Longitud de tallo promedio (± desviación estándar) de plantas de *Pinus radiata* producidas por los viveros a mayo 2016. **(Derecha).** Diámetro de cuello (± desviación estándar) de las plantas producidas por los viveros a igual fecha. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

3.2 COMPARACIÓN ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS ENTRE TEMPORADAS DE PRODUCCIÓN

Eucalyptus globulus

Al observar el comportamiento medio de la longitud de tallo de los viveros evaluados para la producción de *Eucalyptus globulus*, en al menos 5 viveros tendrían plantas más altas a lo indicado por la norma, sin embargo este número habría aumentado durante la temporada 2014-2015 llegando a 9 viveros, situación que durante la temporada 2015-2016 habría reducido a solo 4 viveros **(Figura 6)**. Para el diámetro de cuello, al comparar los valores medios entre las temporadas, también se observa un aumento en al menos 5 de los viveros atendidos, registrándose unas pequeñas disminuciones en algunos viveros, no obstante, todos se encuentran con valores superiores a lo exigido en la Norma chilena (> 2 mm) **(Figura 7)**.

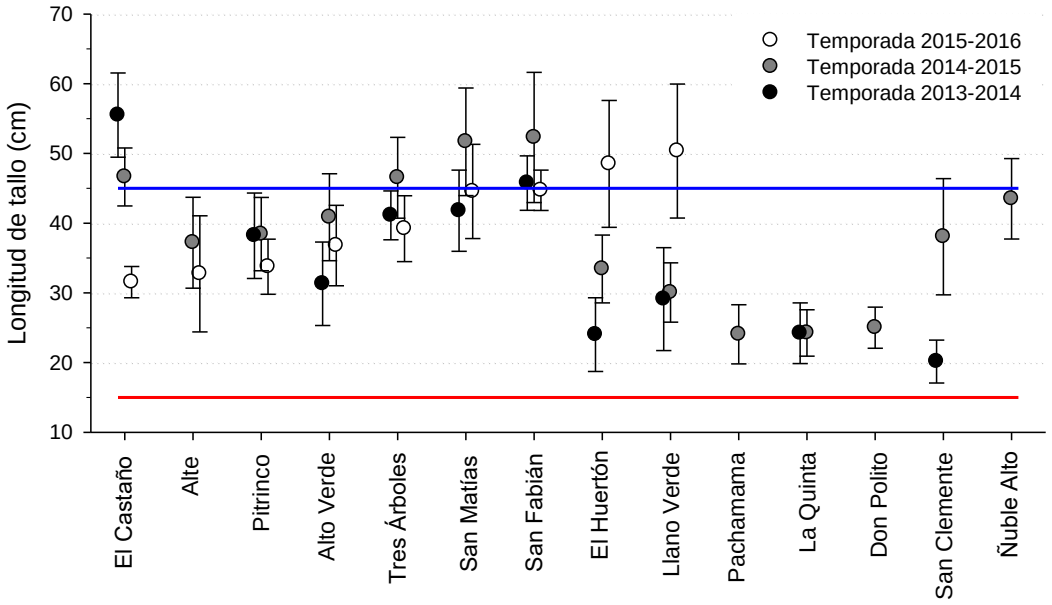


Figura 6. Longitud de tallo promedio (± desviación estándar) de plantas de *Eucalyptus globulus* producidas por los viveros en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

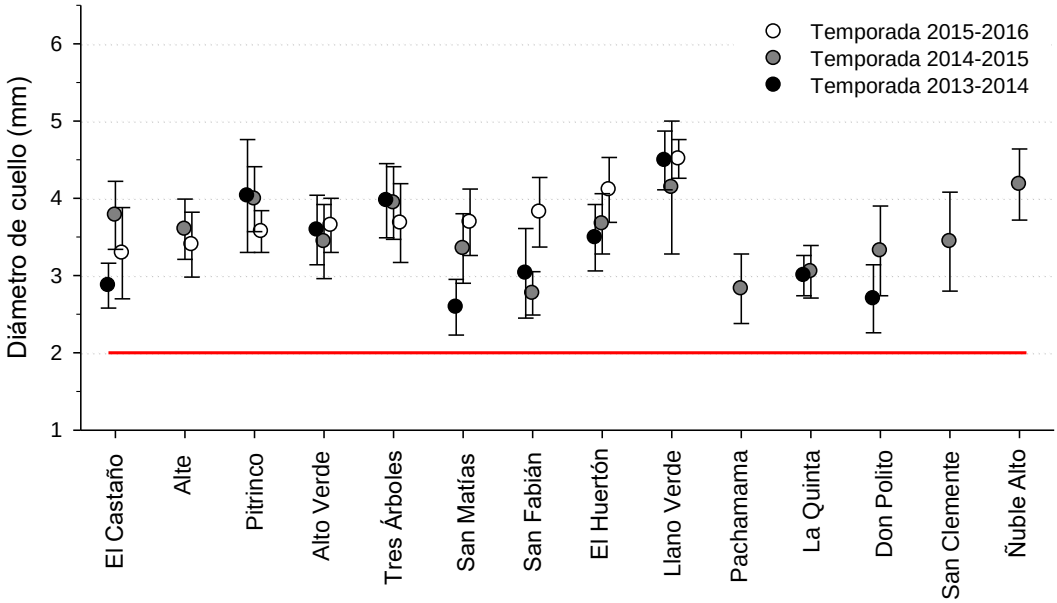


Figura 7. Diámetro de cuello promedio (± desviación estándar) de plantas de *Eucalyptus globulus* producidas por los viveros en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016. Línea roja valores mínimos sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

Eucalyptus nitens

Al comparar las producciones de las diferentes temporadas para *Eucalyptus nitens*, se aprecia que en general la longitud de tallo aumentó en la mayoría de los viveros, llegando incluso a identificar 4 viveros en las ultimas 2 temporadas de producción que tendrían plantas por sobre lo indicado en la norma **(Figura 8)**. Por otro lado se logró que 6 de los viveros atendidos que produjeron plantas con longitudes de tallo menores al rango mínimo indicado por la norma, incrementaran la longitud de tallo de sus plantas. Respecto al diámetro de cuello, al menos 12 de los viveros atendidos habrían conseguido incrementar los diámetros de cuello durante las últimas dos temporadas de viverización, respecto a la temporada 2013-2014. Logrando que la totalidad de los viveros se encuentren con diámetros de cuello por sobre lo indicado como mínimo por la norma **(Figura 9)**.

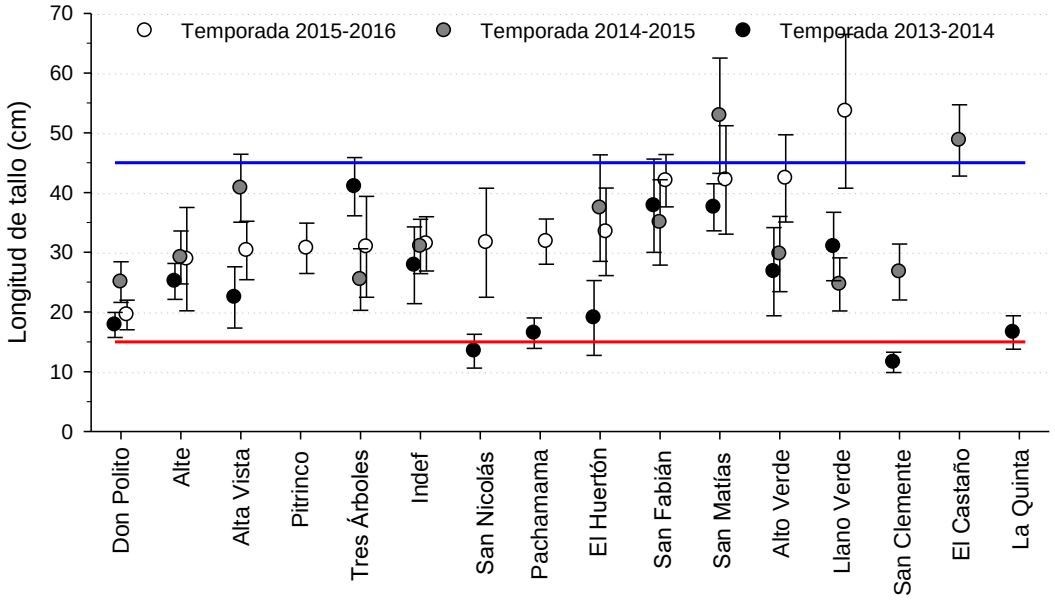


Figura 8. Longitud de tallo promedio (± desviación estándar) de plantas de Eucalyptus nitens producidas por los viveros en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

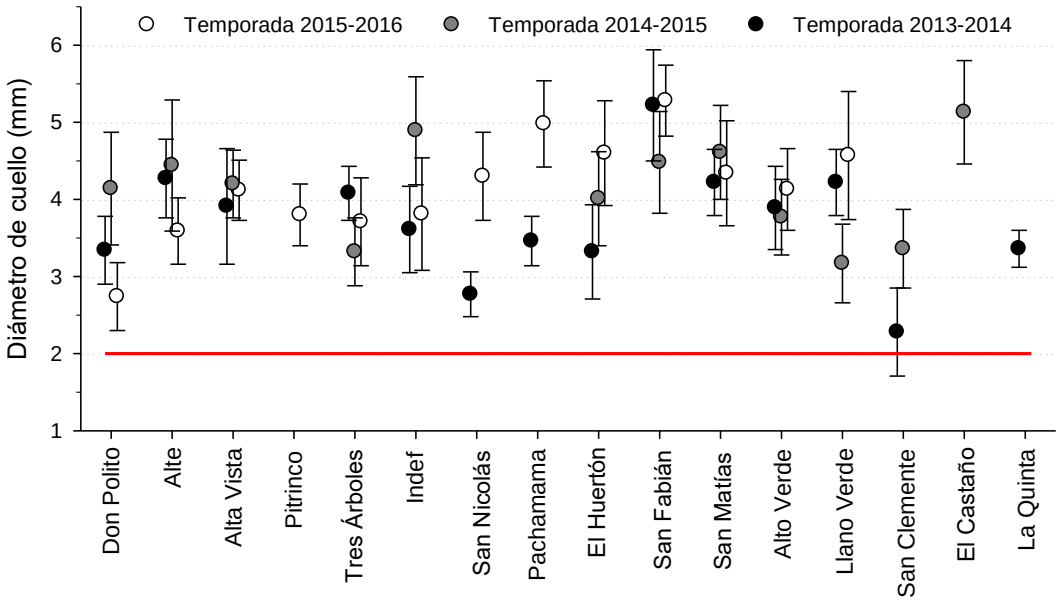


Figura 9. Diámetro de cuello promedio (± desviación estándar) de plantas de *Eucalyptus nitens* producidas por los viveros en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016. Línea roja valores mínimos sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

Pinus radiata

Para *Pinus radiata*, se logró incrementar la longitud de tallo en al menos cinco de los viveros atendidos, cuyas plantas en la temporada 2013-2014 no superaban los 25 cm en promedio. A su vez, se logró incrementar los tamaños de plantas en 4 viveros que en cuyas producciones de la temporada 2013-2014 habrían producido en algún porcentaje plantas con longitudes de tallo menores a indicado como rango mínimo en la norma con plantas menores a 18 cm **(Figura 10)**. En diámetro de cuello, entre las temporadas se observa que en cinco de los viveros atendidos se logró incrementar este parámetro en al menos siete viveros respecto de la temporada 2013-2014, mientras que en tres viveros se observó una disminución en el diámetro de cuello. A su vez solo un vivero, habría presentado plantas con diámetros menores a lo indicado por la norma durante la temporada 2013-2014, el que habría incrementado significativamente en las temporadas siguientes **(Figura 11)**.

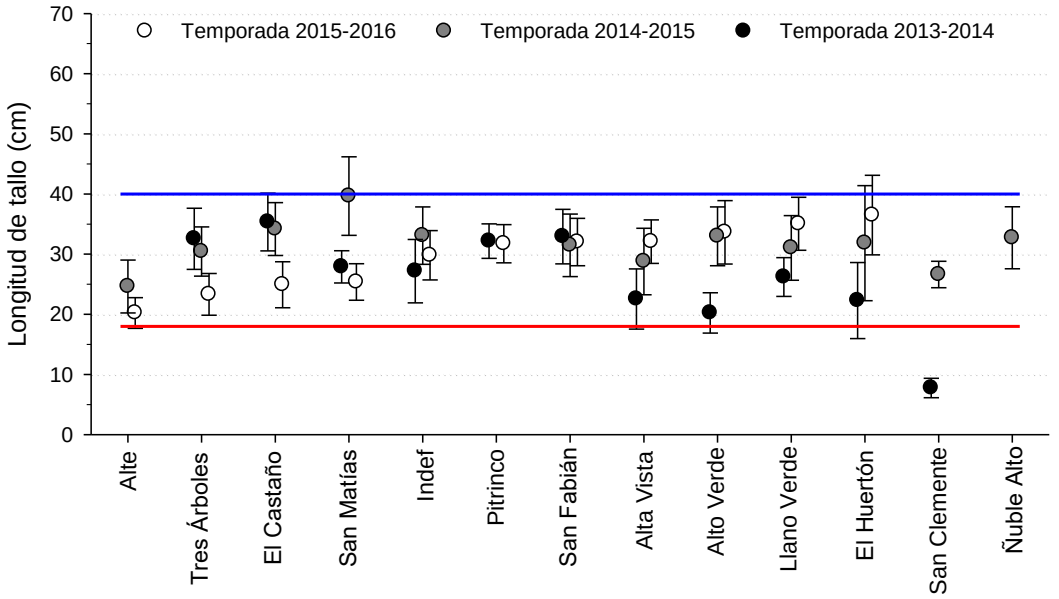


Figura 10. Longitud de tallo promedio (± desviación estándar) de plantas de *Pinus radiata* producidas por los viveros en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

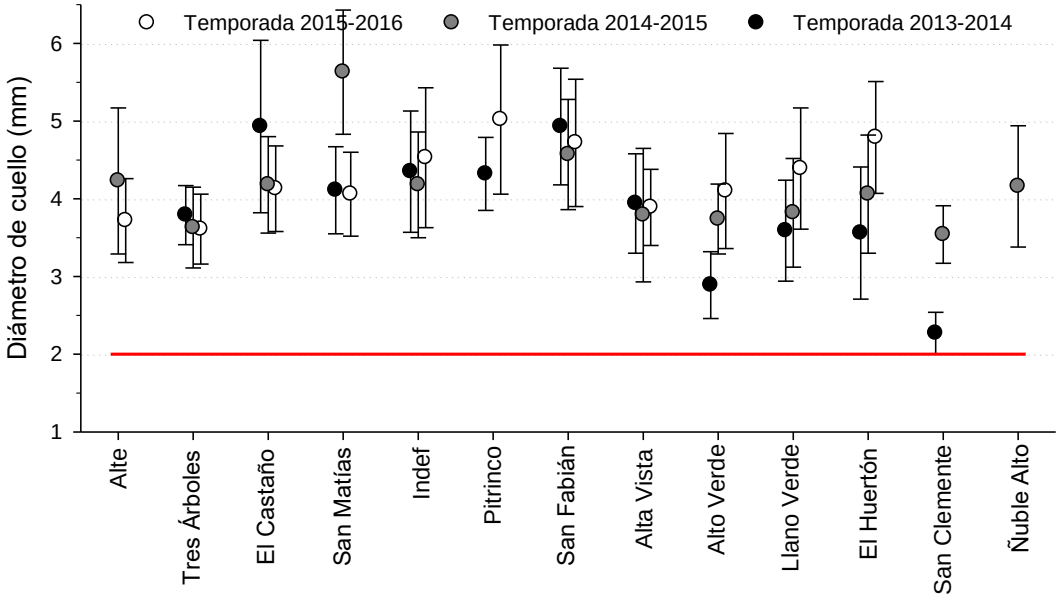


Figura 11. Diámetro de cuello promedio (± desviación estándar) de plantas de *Pinus radiata* producidas por los viveros en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016. Línea roja valores mínimos sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/1-2 Of2006).

En general el durante el proyecto se logró incrementar el número de plantas que dentro de los viveros beneficiarios se encontrarían dentro de los rangos indicados por la Norma Chilena, logrando los mayores cambios para longitud de tallo en *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* **(Figura 12)**, y en el diámetro de cuello de *Pinus radiata* **(Figura 13)**.

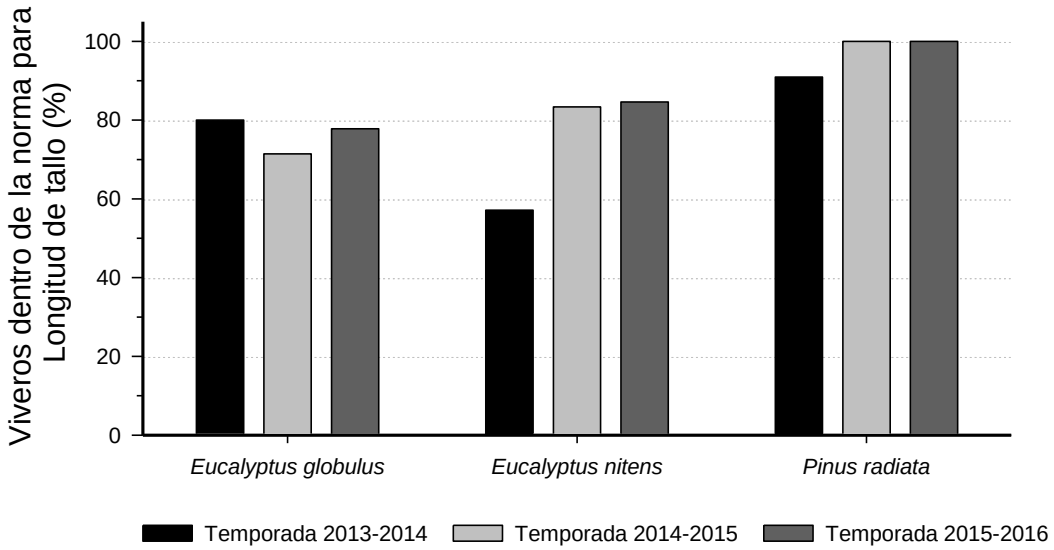


Figura 12. Porcentaje de viveros beneficiarios del proyecto que cumplieron los valores de longitud de tallo indicados en la Norma chilena (NCh 2957/1 Of2006) para las distintas especies producidas en las tres temporadas evaluadas.

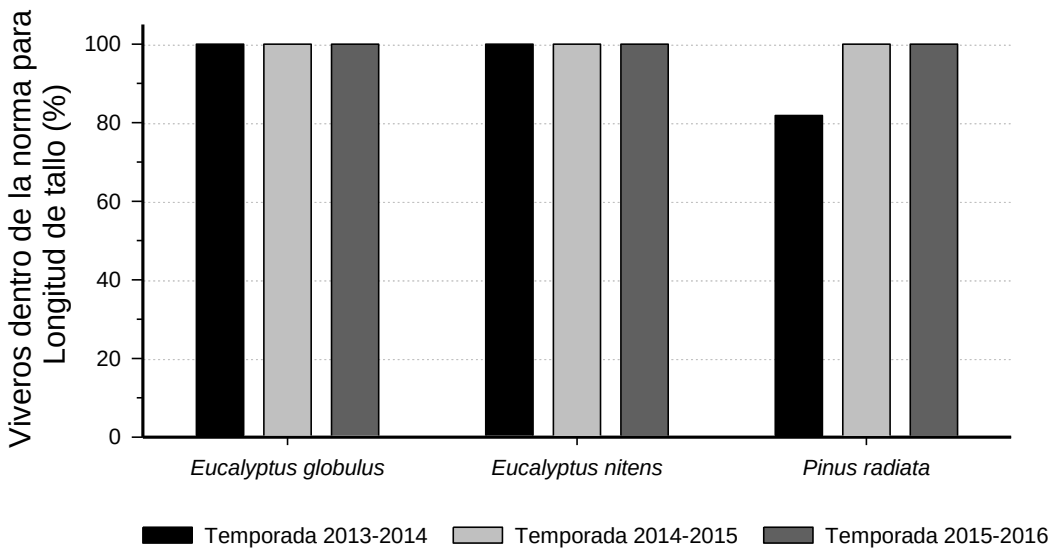


Figura 13. Porcentaje de viveros beneficiarios del proyecto que cumplieron los valores de diámetro de cuello indicados en la Norma chilena (NCh 2957/1 Of2006) para las distintas especies producidas en las tres temporadas evaluadas.

3.3 COMPARACIÓN ATRIBUTOS FISIOLÓGICOS ENTRE TEMPORADAS DE PRODUCCIÓN

Es aspectos nutricionales es en donde se observan los principales falencias en cuanto a la calidad de planta en los viveros beneficiarios del proyecto. Las principales diferencias respecto a los valores tanto para macro como micronutrientes indicados por la Norma chilena (NCh 2957/0 Of2006). Por ello, es absolutamente esperable las variaciones que se produjeron en términos de atributos morfológicos, ya que ellas son el reflejo en gran medida de esquemas de manejos muy disimiles principalmente en cuanto a fertilización y riego entre los viveros atendidos.

Eucalyptus globulus

En la **Figura 14**, se presentan gráficamente las comparaciones entre las temporadas para los valores de concentración de macroelementos presentes en hojas de plantas de *Eucalyptus globulus*, detallando:

- Para el nitrógeno, durante la temporada 2015-2016 solo uno de los viveros testeados alcanzó los valores de concentración señalados por la Norma chilena. En las temporadas anteriores, las medias de esta concentración fueron de 0,8% de nitrógeno para las temporadas 2013-2014 y 2014-2015, y 0,7% para la última temporada. Estos valores se encuentran muy por debajo de lo recomendado, es decir sobre el 1,7%, valor que corresponde a más del doble de la concentración lograda en las temporadas evaluadas.
- En cuanto a la concentración de fósforo, si bien en la temporada 2013-2014, todos los viveros, presentaron valores de concentración de acuerdo a lo recomendado, en estas últimas temporada 2014-2015 y 2015-2016, las concentraciones de fósforo fueron mayores en la mayoría de los viveros testeados, pero incluso los valores reportados estuvieron por sobre lo recomendado en la Norma chilena. Sin embargo, las concentraciones medias de fósforo en la temporada 2013-2014 fueron de 0,18%, en la temporada 2014-2015 fue de 0,24% y en la temporada 2015-2016 fue de 0,22%, valores medios que se encuentran dentro de la Norma chilena.
- Situación similar, se observó para la concentración de potasio. Las concentraciones medias de potasio en la temporada 2013-2014 fueron de 1,20% y en la temporada 2014-2015 fue de 1,15%, y la última temporada fue de 1,08%, valores que se encuentran dentro de la Norma chilena.
- Respecto de la concentración de calcio, durante las tres temporadas evaluadas todos los viveros presentaron valores dentro del rango recomendado. Las concentraciones medias de calcio en la temporada 2013-2014 fueron de 0,68% y en la temporada 2014-2015 fue de 0,70% y en la temporada 2015-2016 fue de 0,93%.
- En cuanto al magnesio, al igual que en la temporada anterior, la mayoría de los viveros evaluados presentó valores por sobre lo recomendado en la Norma chilena. Las concentraciones medias de magnesio en las temporadas osciló entre 0,39 y 0,40%.
- Respecto al azufre, todos los viveros testeados, presentaron valores superiores a los registrados en la temporada 2013-2014. Las concentraciones medias de azufre en la

temporada 2013-2014 fueron de 0,10%, por debajo de lo recomendado en la Norma chilena y en la temporada 2014-2015 y 2015-2016 fueron de 0,20 y 0,17%, respectivamente, valores que se encuentran dentro de la Norma chilena.

La gran mayoría de los viveros beneficiarios del proyecto que produjeron plantas de *Eucalyptus globulus*, cumplen con el estándar de la Norma chilena para la concentración de macronutrientes tales como P, K, Ca, no obstante, muy pocos viveros cumplen el estándar señalado para el N, S y Mg **(Figura 15)**. En la **Figura 16**, se observa que la gran mayoría de los viveros beneficiarios del proyecto cumplen con los rangos mínimos de las concentraciones de macroelementos, no obstante, N y S, siguen siendo los elementos deficitarios en las plantas evaluadas, respecto a los estándares de calidad de la Norma chilena.

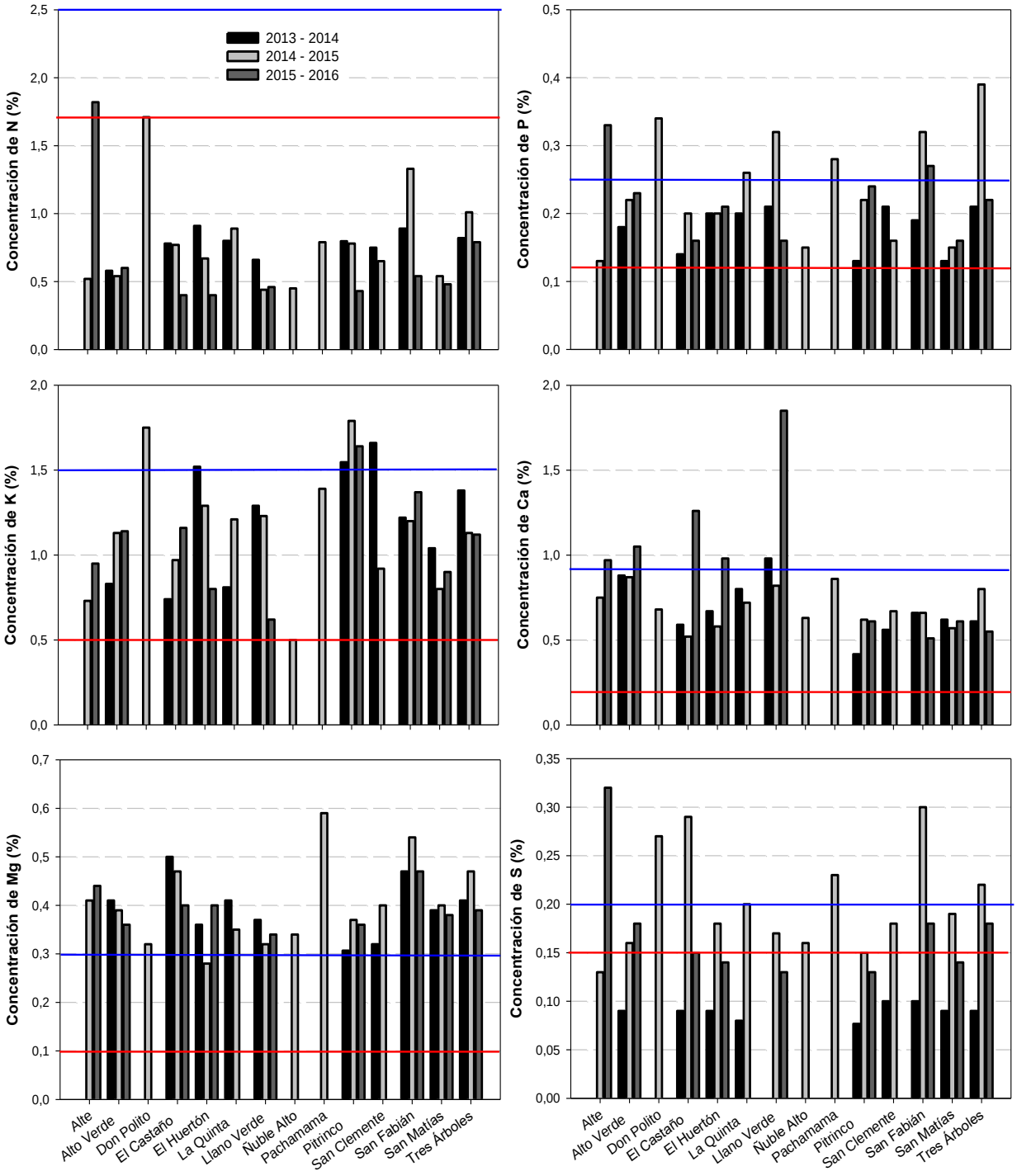


Figura 14. Concentración foliar de macroelementos de las plantas de *Eucalyptus globulus* producidas por los viveros en las temporadas 2014 y 2016 Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/0 Of2006).

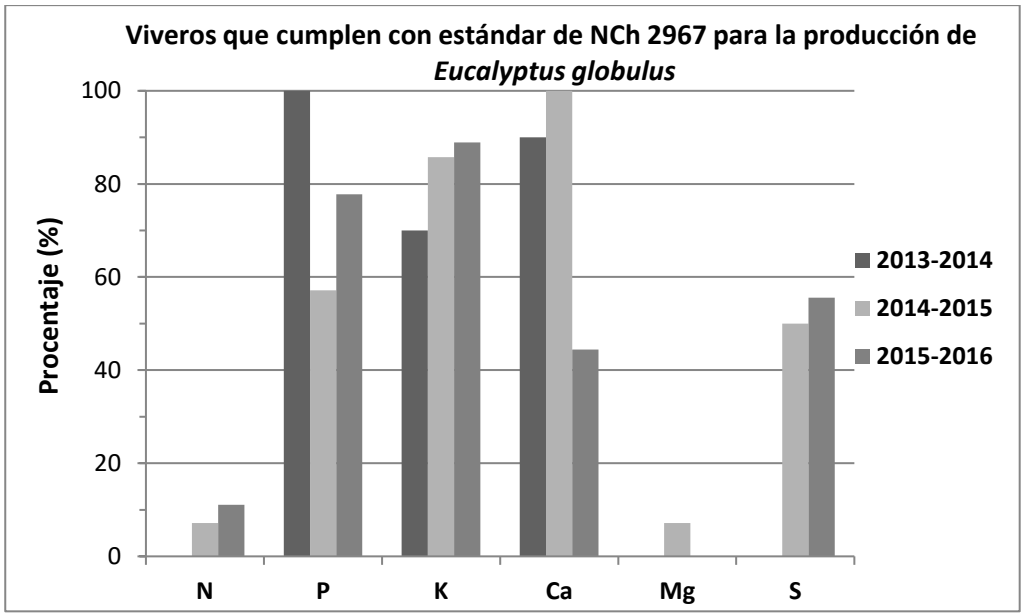


Figura 15. Porcentaje de viveros que cumplen con estándar de NCh 2957/0 Of2006 para concentración de macroelementos, en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus*.

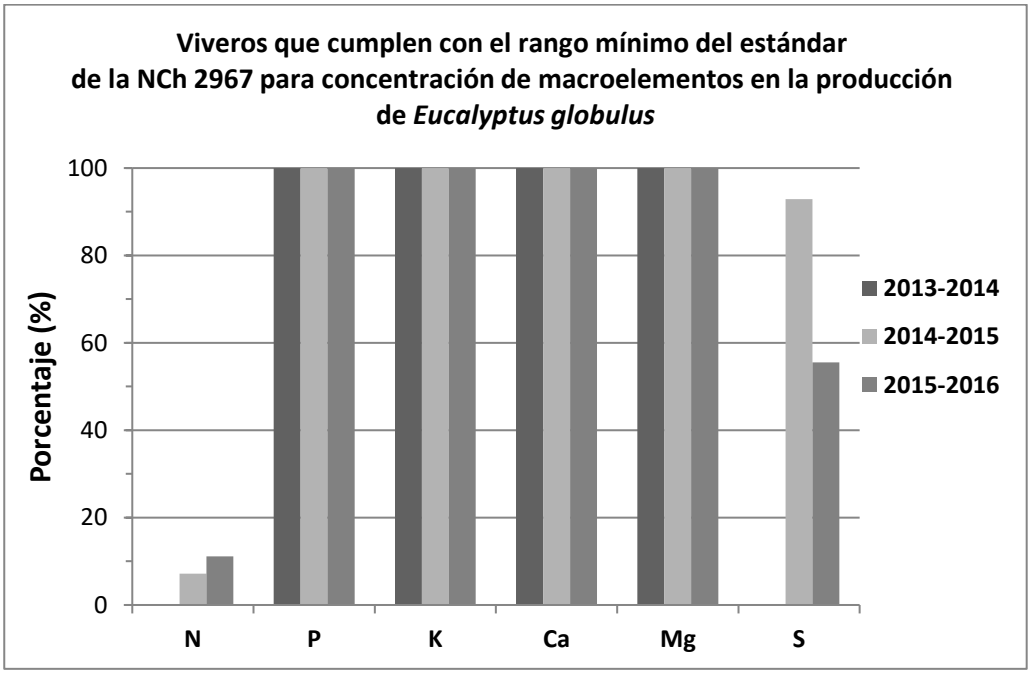


Figura 16. Porcentaje de viveros que cumplen con el rango mínimo del estándar de NCh 2957/0 Of2006 para concentración de macroelementos, en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus*.

Eucalyptus nitens

En la **Figura 17**, se presentan gráficamente las comparaciones de las tres temporadas para los valores de concentración de macroelementos presentes en hojas de plantas de *Eucalyptus nitens*, detallando:

- Para el nitrógeno, al igual que en la temporada anterior, durante la temporada 2014-2015 y 2015-2016 ninguno de los viveros testeados alcanzó los valores de concentración señalados por la Norma chilena. Cabe señalar que la concentración interna media de los viveros en la temporada 2015-2016 fue de 0,77 % y de 0,71% para la temporada 2014-2015, mientras que en la temporada anterior fue de 0,91% sin considerar al vivero San Clemente que presentó en esa misma temporada un valor por sobre 2,3 % de N. Cabe señalar que los valores medios obtenidos en todas las temporadas están muy por debajo de lo recomendado.
- En cuanto a la concentración de fósforo, durante las tres temporadas evaluadas, todos los viveros presentaron valores por sobre la concentración mínima indicada en la norma chilena. Las concentraciones medias de fósforo en la temporada 2013-2014 fueron de 0,27%, de 0,26% en la temporada 2014-2015 y de 0,28% en la temporada 2015-2016.
- Respecto a la concentración de potasio y calcio, se observa que para todas las temporadas evaluadas, los valores de dichos macroelementos, se encuentran dentro de lo recomendado en casi todos los viveros. Solo en dos viveros, la concentración de calcio estuvo fuera de norma en la temporada 2015-2016. Las concentraciones medias de potasio en la temporada 2013-2014 fueron de 1,06 % y en la temporada 2014-2015 fue de 0,92% y de 0,81% la temporada 2015-2016. Las concentraciones medias de calcio en la temporada 2013-2014 y 2014-2015 fue de 0,46 y la temporada 2015-2016 fue de 0,54%.
- En cuanto al magnesio, al finalizar las temporadas evaluadas, la mayoría de los viveros presentaron valores de concentración dentro de lo recomendado en la norma. Las concentraciones medias de magnesio en ambas temporada 2013-2014 fueron de 0,26%, en la temporada 2014-2015 fue de 0,25% y de 0,23% en la temporada 2015-2016.
- Respecto al azufre, prácticamente todos los viveros testeados en las dos últimas temporada presentaron valores superiores a los registrados en la primera temporada, incluso por sobre lo recomendado. Cabe señalar que una de las recomendaciones indicadas a los viveristas fue complementar la fertilización con sulfato de magnesio, por lo que es esperable que los valores aumentasen en muchos casos. Las concentraciones medias de azufre en la temporada 2013-2014 fueron de 0,17%, en la temporada 2014-2015 fue de 0,26 % y de 0,27% temporada 2015-2016.

La gran mayoría de los viveros beneficiarios del proyecto que produjeron plantas de *Eucalyptus nitens* cumplieron con el estándar de la Norma chilena para la concentración de macronutrientes tales como K, Ca y Mg; no obstante, muy pocos viveros cumplieron el estándar señalado para el N, P y S **(Figura 18)**. En la **Figura 19**, se observa que la gran mayoría de los viveros beneficiarios del proyecto cumplieron con los rangos mínimos de las concentraciones de

macroelementos, no obstante, el N sigue siendo el elemento deficitario en las plantas evaluadas, respecto a los estándares de calidad de la Norma chilena.

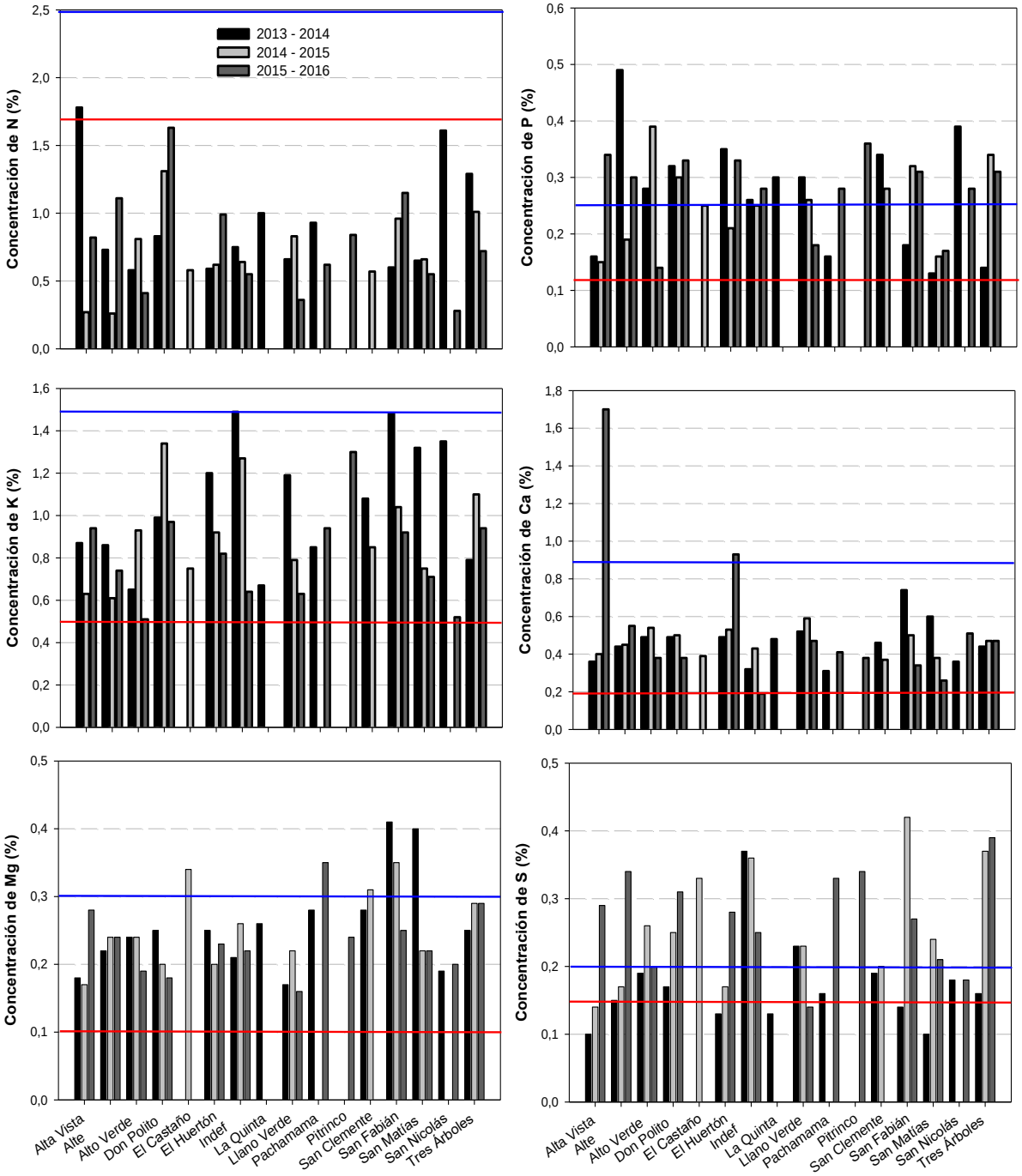


Figura 17. Concentración foliar de macroelementos de las plantas de *Eucalyptus nitens* producidas por los viveros en las temporadas 2014 y 2016. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/0 Of2006).

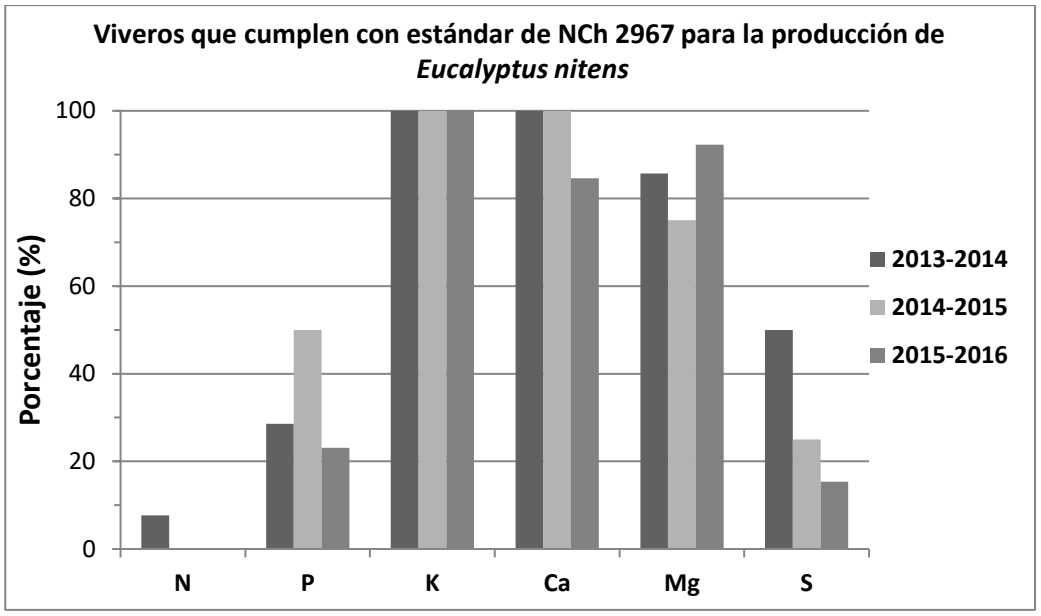


Figura 18. Porcentaje de viveros que cumplen con estándar de NCh 2957/0 Of2006 para concentración de macroelementos, en la producción de plantas de *Eucalyptus nitens*.

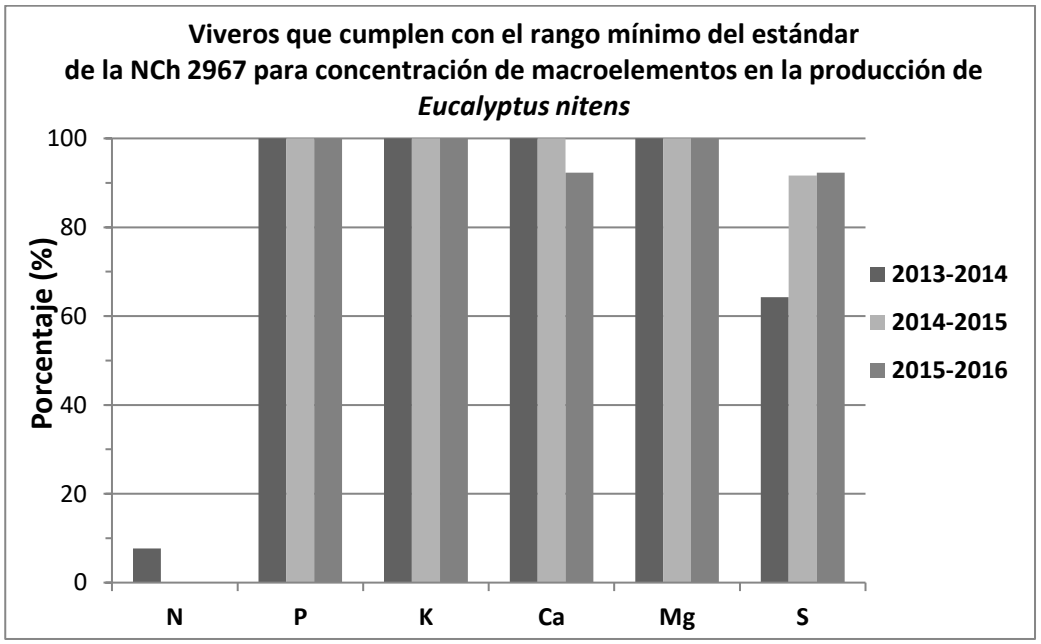


Figura 19. Porcentaje de viveros que cumplen con el rango mínimo del estándar de NCh 2957/0 Of2006 para concentración de macroelementos, en la producción de plantas de *Eucalyptus nitens*.

Pinus radiata

En la **Figura 20**, se presentan gráficamente las comparaciones entre ambas temporadas para los valores de concentración de macroelementos presentes en hojas de plantas de *Pinus radiata*, detallando:

- Para el nitrógeno, durante las temporadas evaluadas muy pocos viveros alcanzaron los valores de concentración señalados por la Norma chilena, mientras que en la primera temporada tres viveros de los evaluados presentaron valores según lo recomendado y en la última temporada solo un vivero presentó valores de concentración según lo recomendado en la norma. Cabe señalar que la concentración interna media de los viveros fue de 1,27% de nitrógeno en sus hojas en la temporada 2013-2014, mientras que en la temporada 2014-2015 fue de 1,27% y la última temporada fue de 1,11% de N. Cabe señalar que los valores medios obtenidos en ambas temporadas están muy por debajo de lo recomendado.
- En cuanto a la concentración de fósforo, prácticamente todos los viveros presentaron valores por sobre lo recomendado en la Norma chilena. Las concentraciones medias de fósforo en la temporada 2013-2014 fueron de 0,30% y en la temporada 2014-2015 y 2015-2016 fue de 0,33%.
- Respecto a la concentración de potasio se observa que la mayoría de las viveros evaluados presenta valores medios dentro de lo recomendado, en la última temporada solo un vivero presentó valores por sobre lo recomendado. Las concentraciones medias de potasio en la temporada 2013-2014 fueron de 1,34%, en la temporada 2014-2015 fue de 1,07 % y en la temporada 2015-2016 fue 1,08%.
- Respecto a la concentración de calcio, se observa que para la temporada 2014-2015 los valores de dicho macroelemento, se encontraban dentro de lo recomendado, mientras que en la temporada anterior y la última temporada al menos 5 viveros presentaron valores inferiores a lo recomendado. Las concentraciones medias de calcio en la temporada 2013-2014 fueron de 0,28%, en la temporada 2014-2015 fue de 0,30% y en la temporada 2015-2016 fue 0,31%.
- En cuanto al magnesio, la temporada 2013-2014, solo 2 viveros presentaron valores por sobre lo recomendado, mientras que en las temporadas 2014-2015 y 2015-2016 todos los viveros evaluados, presentaron valores dentro del rango recomendado. Las concentraciones medias de magnesio en ambas temporada 2013-2014 fueron de 0,20% y en la temporada 2014-2015 y 2015-2016 fue de 0,17%.
- Respecto al azufre, el 75% y 55% de los viveros testeados en las temporadas 2014-2015 y 2015-2016, respectivamente, presentaron valores superiores a lo recomendado, mientras que en la temporada 2013-2014, el 45% de los viveros evaluados presentaron valores por bajo de lo recomendado. Cabe señalar que una de las recomendaciones indicadas a los viveristas fue complementar la fertilización con sulfato de magnesio, por lo que es esperable que los valores aumentasen en muchos casos. Las concentraciones medias de azufre en la temporada 2013-2014 fueron de 0,15%, en la temporada 2014-2015 fue de 0,25% y en la temporada 2015-2016 fue 0,27%.

La gran mayoría de los viveros beneficiarios del proyecto que produjeron plantas de *Pinus radiata* cumplieron con el estándar de la Norma chilena para la concentración de macronutrientes tales como K, Ca y Mg; no obstante, muy pocos viveros cumplieron el estándar señalado para el N, P y S **(Figura 21)**. En la **Figura 22**, se observa que la gran mayoría de los viveros beneficiarios del proyecto cumplieron con los rangos mínimos de las concentraciones de macroelementos, no obstante, el N sigue siendo el elemento deficitario en las plantas evaluadas, respecto a los estándares de calidad de la Norma chilena.

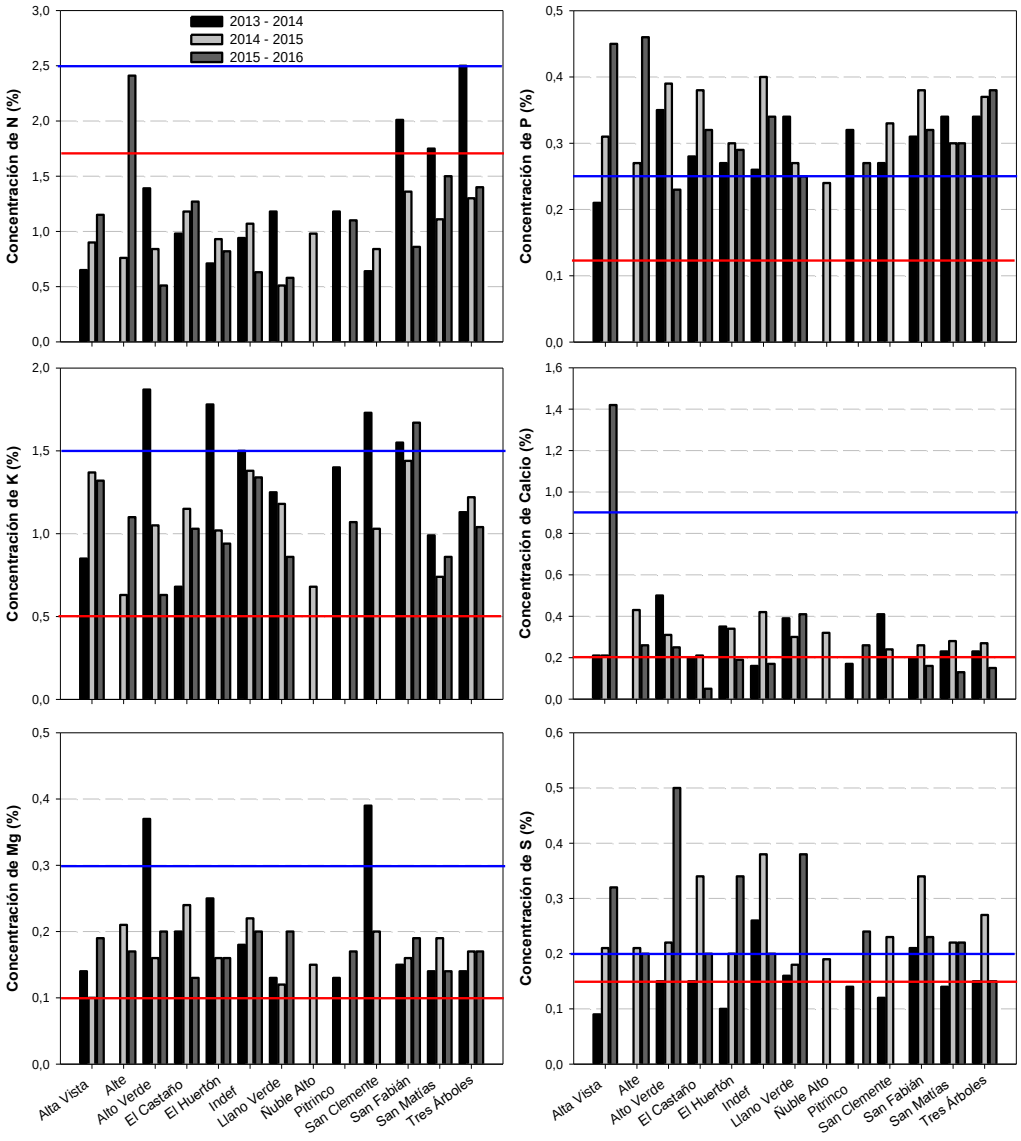


Figura 20. Concentración foliar de macroelementos de las plantas de *Pinus radiata* producidas por los viveros en las temporadas 2014 y 2016. Línea roja y azul: valores mínimos y máximos respectivamente sugeridos para la especie por Norma chilena (NCh 2957/0 Of2006).

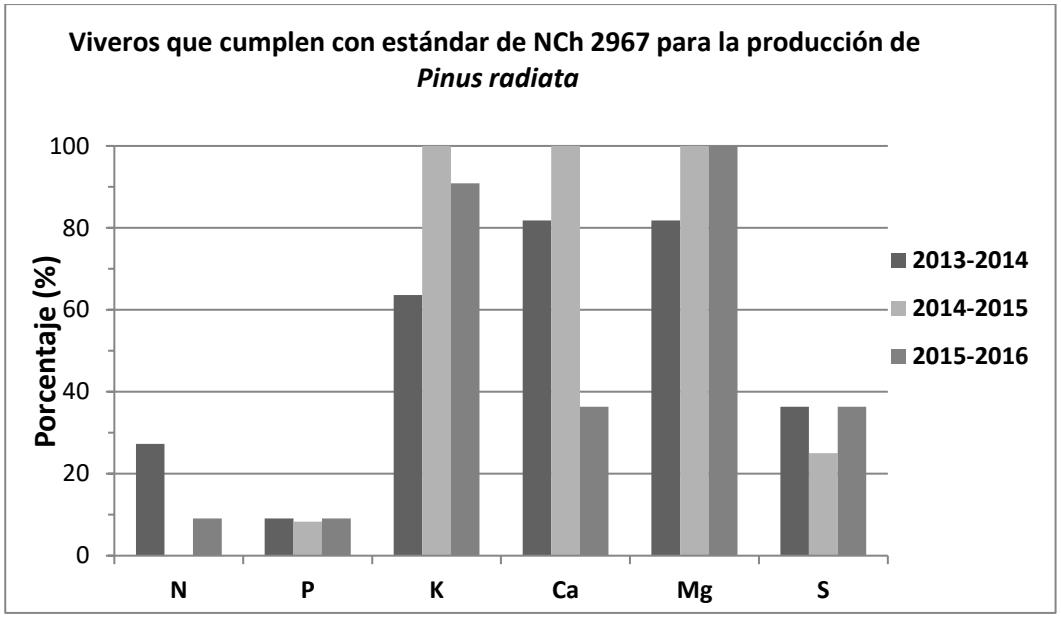


Figura 21. Porcentaje de viveros que cumplen con estándar de NCh 2957/0 Of2006 para concentración de macroelementos, en la producción de plantas de *Pinus radiata*.

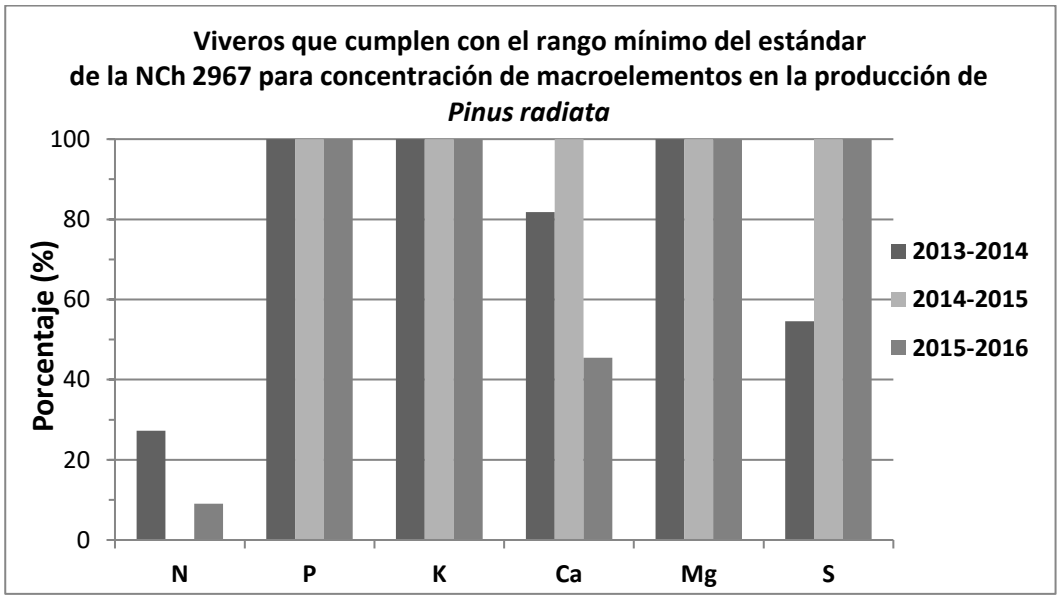


Figura 22. Porcentaje de viveros que cumplen con el rango mínimo del estándar de NCh 2957/0 Of2006 para concentración de macroelementos, en la producción de plantas de *Pinus radiata*.

4. CONCLUSIONES

En cuanto a la morfología de las plantas evaluadas, en general, todos los parámetros evaluados en los distintos viveros, aumentaron sus valores. Sin embargo, para parámetros fisiológicos los resultados son disímiles, ya que en la totalidad de los viveros se complementó la fertilización tradicional con sales que aportaban otros macroelementos que no eran aplicados.

Se observó que muchos viveros suprimen la fertilización en marzo, por lo que desde esa fecha las pantas comienzan a manifestar una reducción importante en las concentraciones de los elementos ocasionado por una "dilución" importante hasta el despacho de plantas. Esta "dilución" en muchos casos representa una condicional normal a lo acostumbrado por el viverista a observar, pero al realizar los análisis nutricionales los valores de la mayoría de los macro elementos son inferiores producto de esta dilución. Por ello, es importante continuar con la capacitación y asesoría a viveristas, para ir mejorando parámetros tan importantes de sus plantas, como lo son las concentraciones nutricionales de las plantas que son llevabas a campo para el establecimiento principalmente de pequeños y medianos propietarios forestales.

Por otra parte, es un desafío que logren implementar algún sistema de medición para algunas de las labores que se realizan en vivero, siendo de gran importancia para el manejo y los resultados de la viverización, el generar información cuantitativa de los procesos que ocurren. Como ejemplo de ello, de los 16 viveros beneficiarios atendidos, ninguno logró implementar un monitoreo de riego en base al pesaje de bandejas, herramienta fundamental para lograr inducir niveles nutricionales adecuados teniendo un mayor control de las tasas de crecimiento, además de favorecer el acondicionamiento ante factores abióticos adversos durante la producción de plantas.

Con el objetivo de generar herramientas aplicadas de manejo que permitan resolver los problemas identificados durante el transcurso de este proyecto en viveros forestales de la región, resulta necesario el establecimiento de unidades pilotos y demostrativas para el manejo de riego y fertilización enfocadas a pequeños y medianos viveros. Estas unidades permitirían la generación de conocimiento práctico para los viveros forestales, ofreciendo alternativas de manejo para pequeños y medianos viveros de la región, promoviendo además la adopción de nuevas tecnologías de producción.

APÉNDICES

APENDICE 1

FOTOS DE VIVEROS BENEFICIARIOS DIRECTOS ANTES Y DESPUÉS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y SUS RECOMENDACIONES

Vivero Don Polito



Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015



Temporada 2015-2016

Vivero Alto Verde



Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015







Temporada 2015-2016

Vivero San Clemente




Temporada 2013-2014




Temporada 2014-2015

No considerado en el muestreo de plantas

Temporada 2015-2016

Vivero Liceo Agrícola y Forestal EL Huertón




Temporada 2013-2014




Temporada 2014-2015







Temporada 2015-2016

Vivero Alta Vista




Temporada 2013-2014




Temporada 2014-2015





Temporada 2015-2016

Vivero Alte




Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015





Temporada 2015-2016

Vivero El Castaño




Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015




Temporada 2015-2016

Vivero Indef





Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015





Temporada 2015-2016

Vivero La Quinta




Temporada 2013-2014




Temporada 2014-2015

No tuvo producción de plantas
Temporada 2015-2016

Vivero Llano Verde




Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015



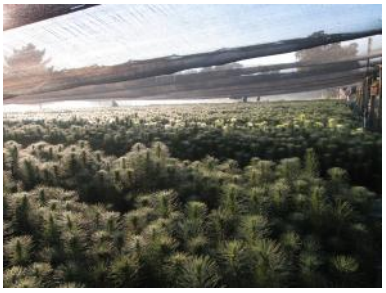




Temporada 2015-2016

Vivero San Fabián





Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015







Temporada 2015-2016

Vivero San Matías



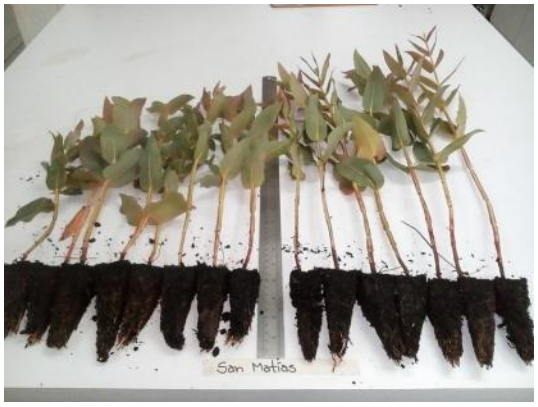

Temporada 2013-2014





Temporada 2014-2015





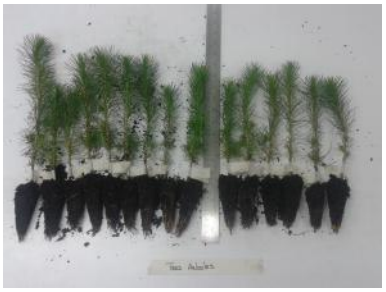
Temporada 2015-2016

Vivero Tres Árboles

No existe registro fotográfico
Temporada 2013-2014




Temporada 2014-2015


Temporada 2015-2016

Vivero Pachamama

No existe registro fotográfico
Temporada 2013-2014



Temporada 2014-2015



Temporada 2015-2016

Vivero Ñuble Alto

No existe registro fotográfico
Temporada 2013-2014




Temporada 2014-2015

Temporada 2015-2016

Vivero Pitrinco

No existe registro fotográfico
Temporada 2013-2014



Temporada 2014-2015





Temporada 2015-2016

APÉNDICE 2

CONCENTRACIONES NUTRICIONALES DE MICRONUTRIENTES EN VIVEROS BENEFICIARIOS DIRECTOS

Eucalyptus globulus

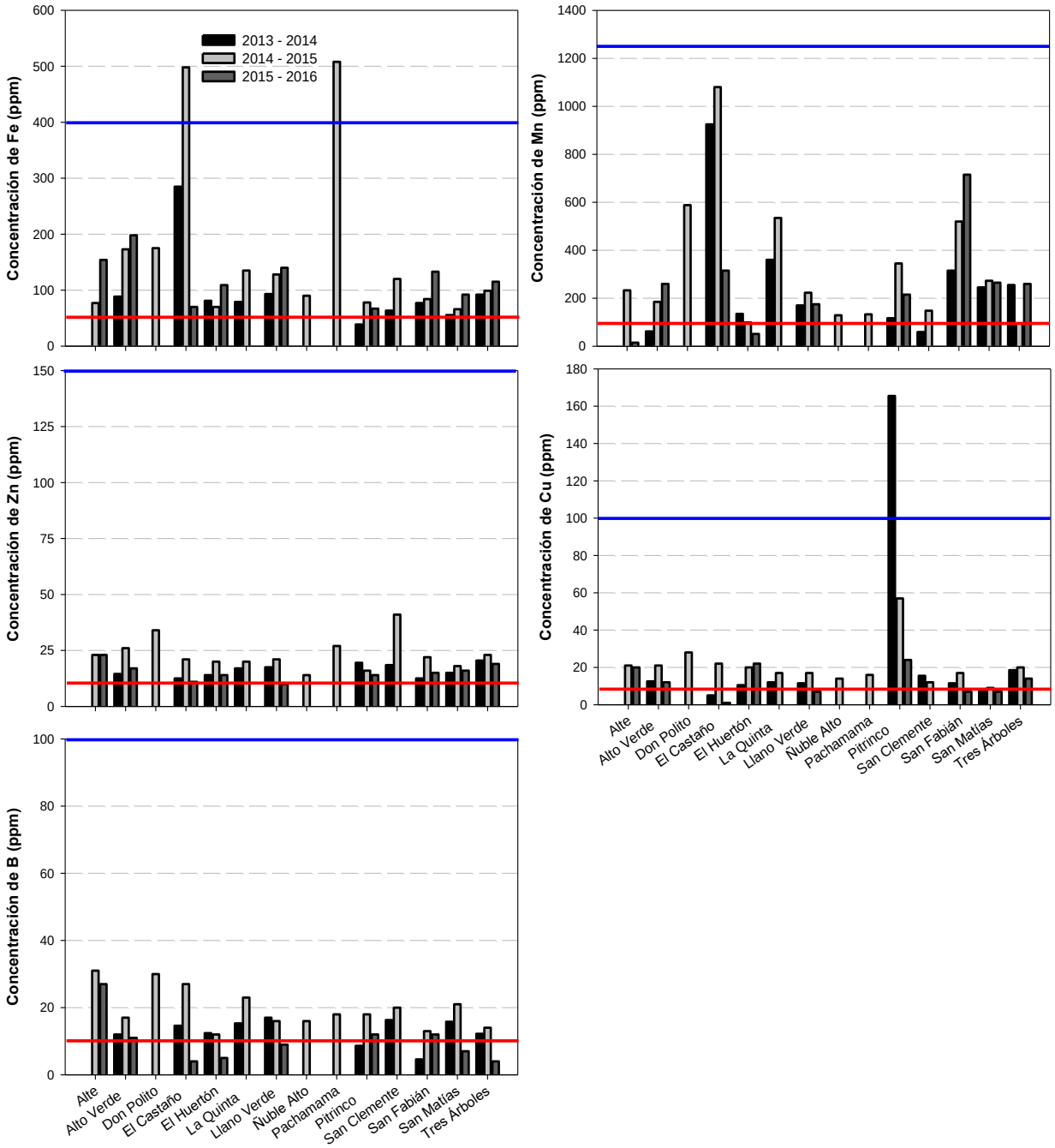


Figura 23. Concentraciones foliares de microelementos (ppm) de las plantas de *Eucalyptus globulus* producidas por los beneficiarios directos en los años 2014 y 2015.

Eucalyptus nitens

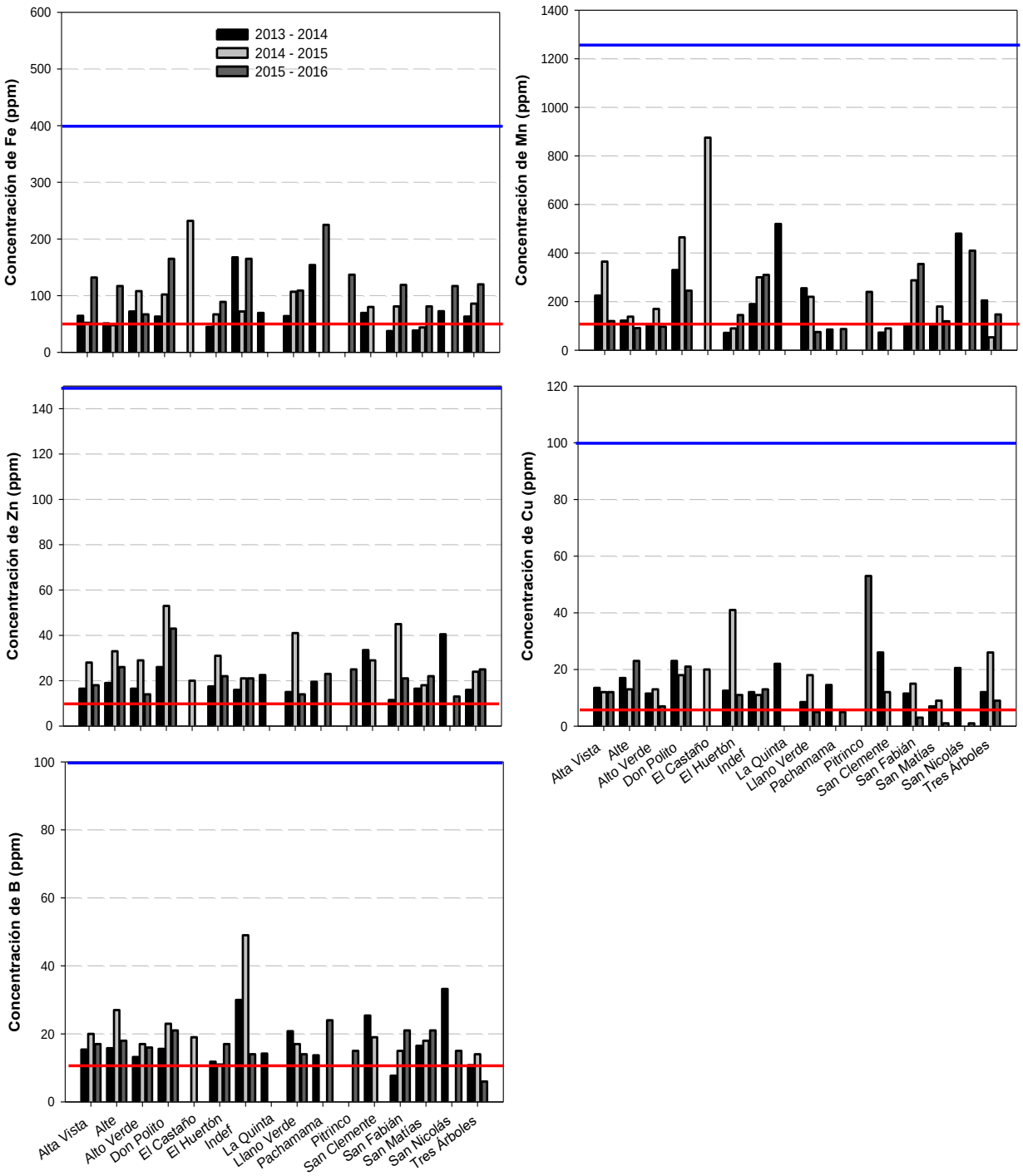


Figura 24. Concentraciones foliares de microelementos (ppm) de las plantas de *Eucalyptus nitens* producidas por los beneficiarios directos en los años 2014 y 2015.

Pinus radiata

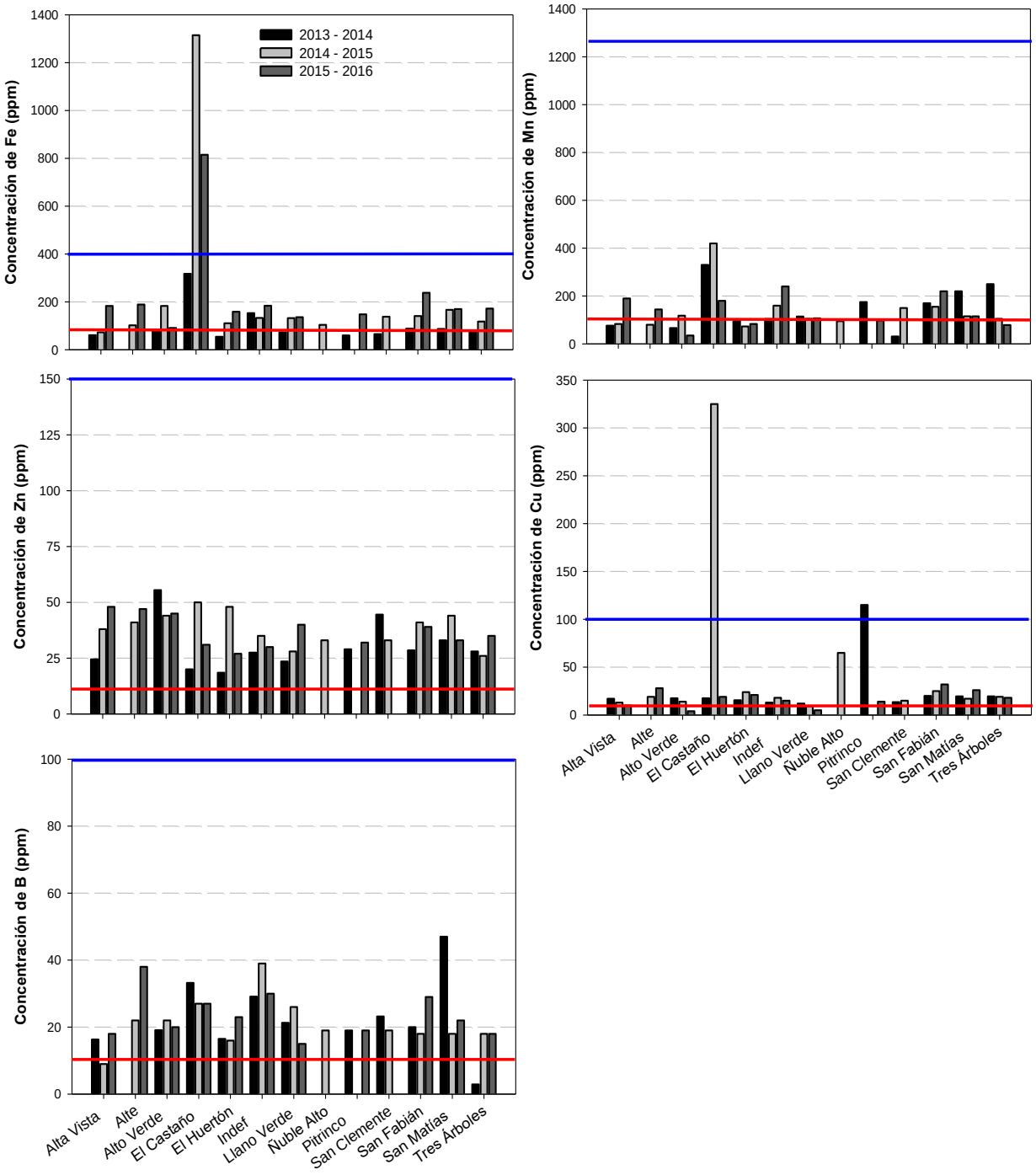


Figura 25. Concentraciones foliares de microelementos (ppm) de las plantas de *Pinus radiata* producidas por los beneficiarios directos en las temporadas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016.