

CRECIMIENTO RADICAL DE TRIGO Y EFICIENCIAS DE ABSORCIÓN Y UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES (N, P, K y Ca) EN RESPUESTA A LA TOXICIDAD POR Al EN CONDICIONES DE CAMPO

Susana R. Valle^{1,2*}, Dante Pinochet¹ y Daniel F. Calderini²

¹Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. ²Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Campus Isla Teja, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Email: susanavalle@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La acidez del suelo es una de las restricciones edáficas más importantes en el mundo para la producción de cultivos. El principal problema de estos suelos es la toxicidad por Al que ocasiona disminución del crecimiento radical en las plantas desde etapas muy tempranas de desarrollo (Delhaize et al., 1993; Pellet et al., 1996; Tang et al., 2002). La mayor parte de los estudios realizados sobre toxicidad por Al han sido bajo condiciones controladas y por períodos cortos de tiempo (horas o días). Sin embargo son muy pocos los estudios bajo condiciones de campo que evalúan las respuestas de los cultivos abarcando el ciclo completo de los mismos. Esta información es necesaria para evitar extrapolaciones que pueden ser riesgosas desde los niveles de estudio moleculares o celulares a la escala de cultivos (Bingham, 2001; Sinclair and Purcell, 2005).

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento radical y eficiencia de absorción y uso de nutrientes en dos cultivares de trigo contrastantes en su sensibilidad al Al bajo en condiciones de campo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en las temporadas 2005-06 y 2006-07, en Valdivia (39° 47' S, 73° 14' W), en un suelo Duric Hapludand. En ambos experimentos los tratamientos consistieron en una combinación factorial de dos cultivares de trigo primaveral (Domo.INIA y Dalcahue.INIA, sensible y tolerante al Al, respectivamente) y 5 concentraciones de Al intercambiable en el suelo en cada año (0.02-2.73 cmol(+) kg⁻¹ ó 0.3-61.3% saturación de Al). Los tratamientos fueron dispuestos en bloques completos al azar con tres repeticiones. Las parcelas de mantuvieron libres de estreses bióticos y abióticos.

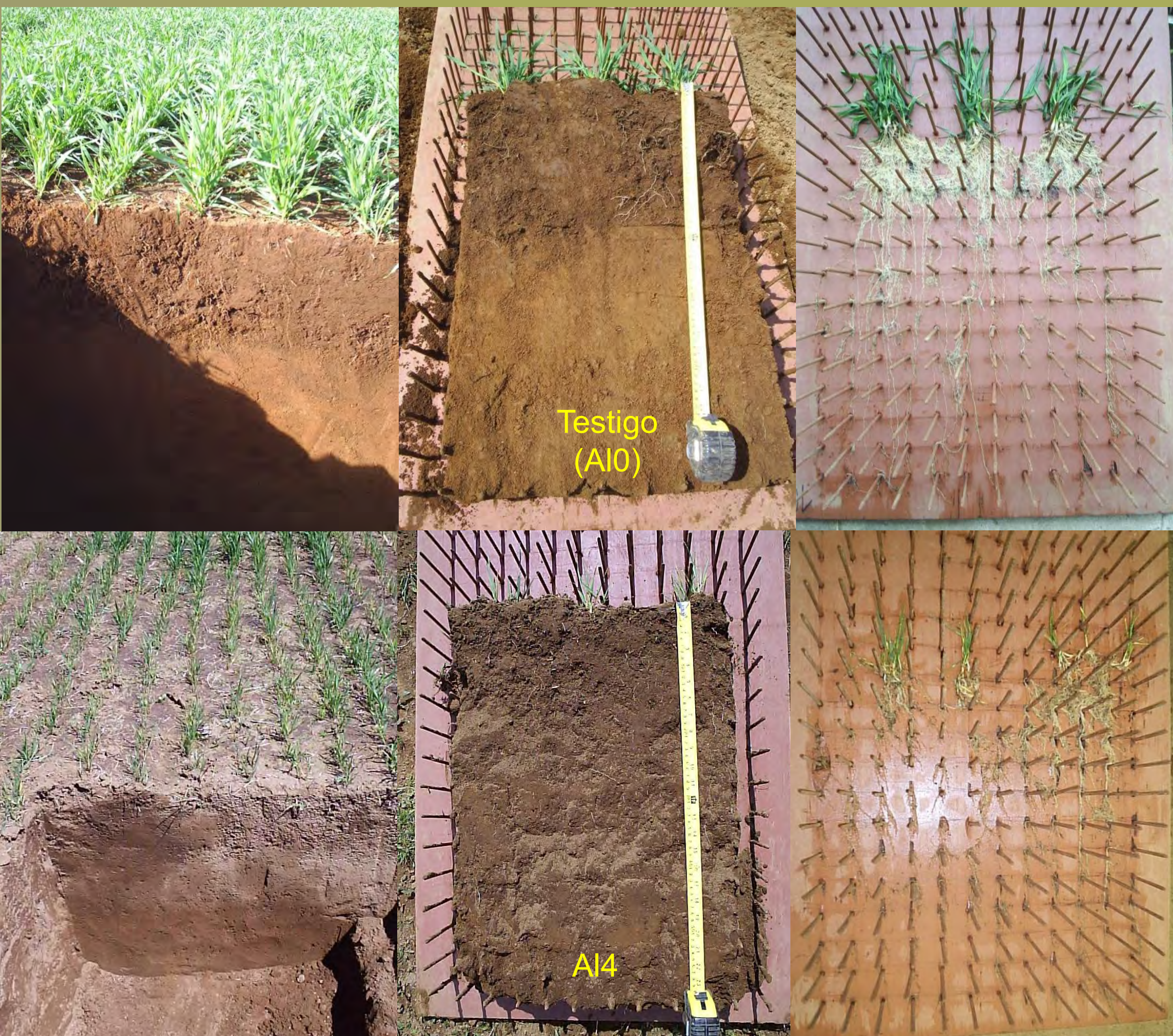


Fig. 1. Método del pinboard monolith para la extracción de muestras radicales.

En ambos experimentos, se tomaron muestras de suelo de 0-20 cm (0-40 cm para medir N mineral) a la siembra, en las cuales se determinó: N mineral, P-Olsen, Al, Ca, Mg, K y Na intercambiables, pH en H₂O (1:2.5) y en CaCl₂ (1:2.5) (Sadzawka et al., 2004a). En los estados de Doble Lomo (DL), Antesis (An) y Madurez (Mz) se muestreó biomasa aérea y radical. La biomasa aérea se cosechó en un metro lineal (0.15 m²). Las muestras de raíces se tomaron de 0-60 cm en DL y de 0-130 cm en An y Mz mediante el método del pinboard monolith (Fig.1, Anderson and Ingram, 1993) y en ellas se determinó biomasa y densidad radical. En madurez, se midió el contenido de P, Ca, K, y Al en cada parte de la biomasa aérea y radical y N sólo en la parte aérea (Sadzawka et al. 2004b). La eficiencia de absorción de nutrientes (UPE) se calculó como la relación entre la absorción del nutriente por el cultivo al suministro (ec. 1; Janssen, 1991) y, la eficiencia de utilización de nutrientes (UTE) se calculó como la relación entre el rendimiento de grano y la cantidad de nutriente absorbido (ec. 2; Moll et al., 1982):

$$UPE = (\text{kg nutriente absorbido}) / (\text{kg nutriente disponible}) \quad (\text{ec. 1})$$

$$UTE = (\text{g rendimiento de grano}) / (\text{g del nutriente en la biomasa aérea}) \quad (\text{ec. 2})$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biomasa radical varió entre 0.6-55.2 g m⁻², 3.4-139.7 g m⁻² y 8-117 g m⁻², en los estados de DL, An y Mz, respectivamente (Fig. 2). La distribución de la biomasa radical fue afectada por los niveles de Al, cultivares e interacción (p < 0.05) (Fig. 3).

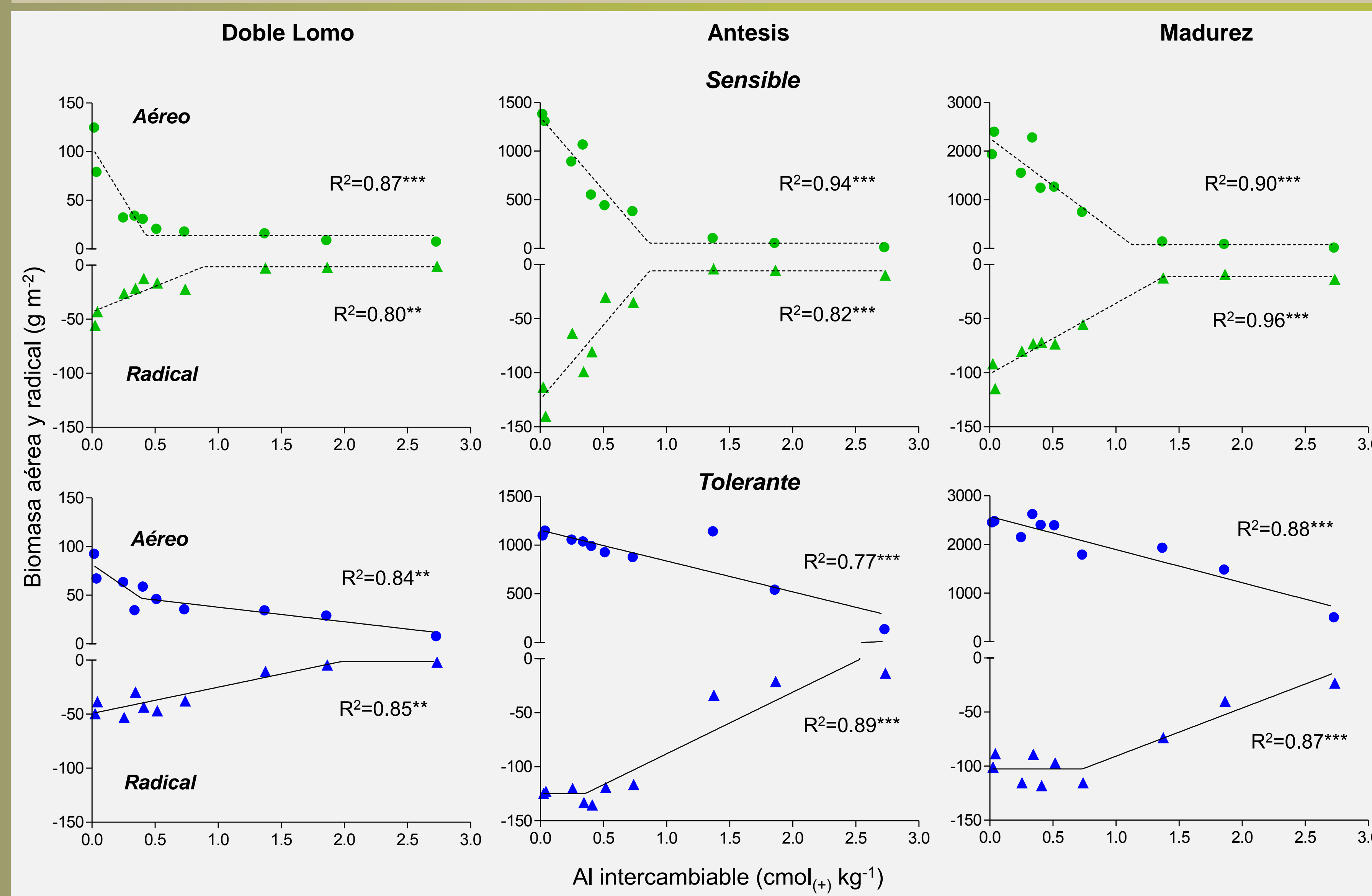


Fig. 2. Relación entre la biomasa aérea (círculos) y radical (triángulos) y la concentración de Al intercambiable en el suelo para el cultivar sensible (figuras superiores, símbolos verdes) y tolerante (figuras inferiores, símbolos azules) al Al. Las líneas se ajustaron mediante análisis de regresión para el cultivar sensible (línea discontinua) y tolerante (línea continua). *, **, ***, p < 0.05, p < 0.01, y p < 0.001, respectivamente.

La biomasa radical se presentó como un buen descriptor de la biomasa aérea para los estados de DL, An y Mz (Fig. 4).

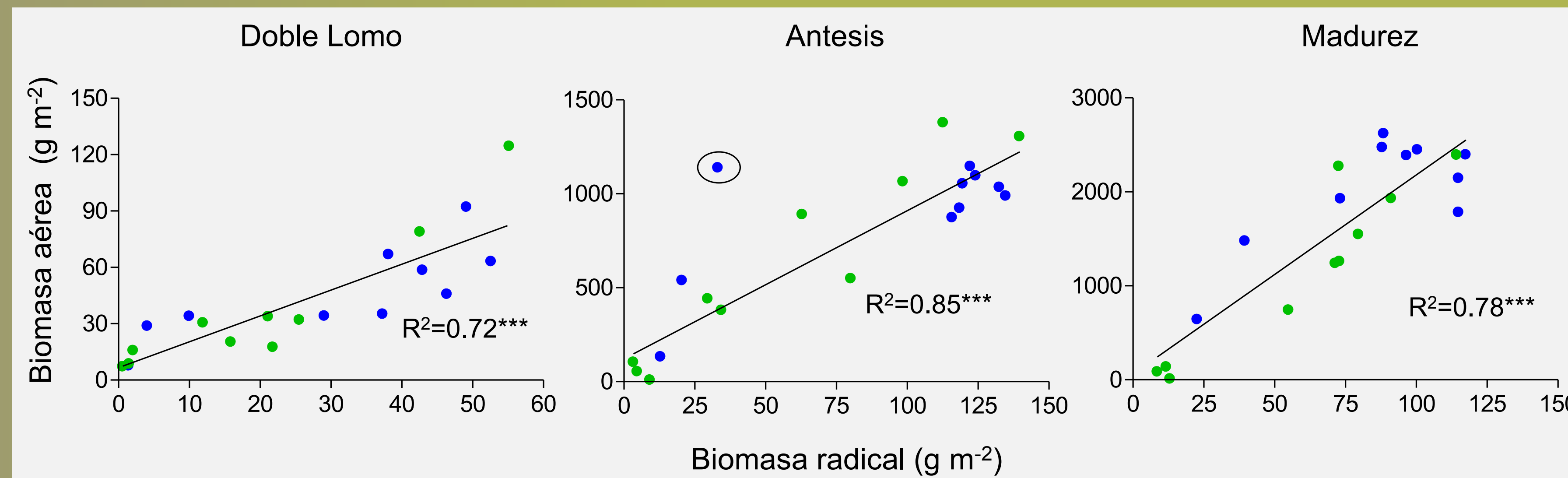


Fig. 4. Relación entre la biomasa aérea y radical para el cultivar sensible (círculos vacíos) y tolerante (círculos llenos) al Al en los tres estados fenológicos evaluados. Dato encerrado en círculo no fue considerado en el análisis de regresión. *, **, ***, p < 0.05, p < 0.01, y p < 0.001, respectivamente.

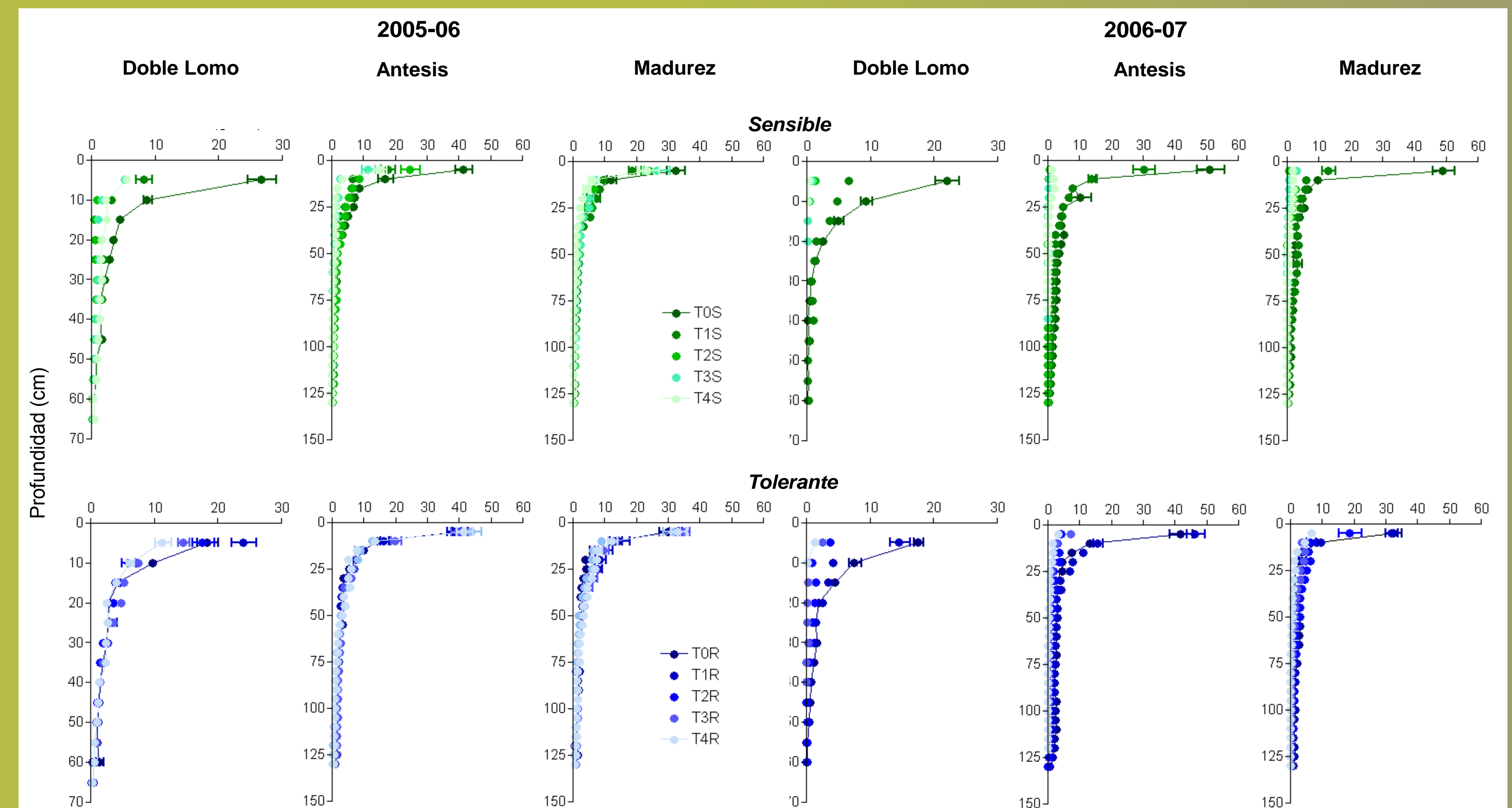


Fig. 3. Biomasa radical (g m⁻²) del trigo en tres estados fenológicos: Doble Lomo, Antesis y Madurez para el cultivar sensible (tonos verdes) y tolerante (tonos azules) al Al en ambas temporadas evaluadas.

La UPE fue fuertemente afectada por la concentración de Al del suelo y por los cultivares (p < 0.01). La magnitud de la disminución del Al sobre la UPE fue similar entre los nutrientes (N, P y K) y sólo se diferenció entre los cultivares. Aunque hubo un efecto de los niveles de Al y cultivares (p < 0.05) sobre la UTE, su disminución debido a la exposición al Al no fue tan marcada ni de efecto tan claro como en el caso de la disminución de la UPE (Fig. 5).

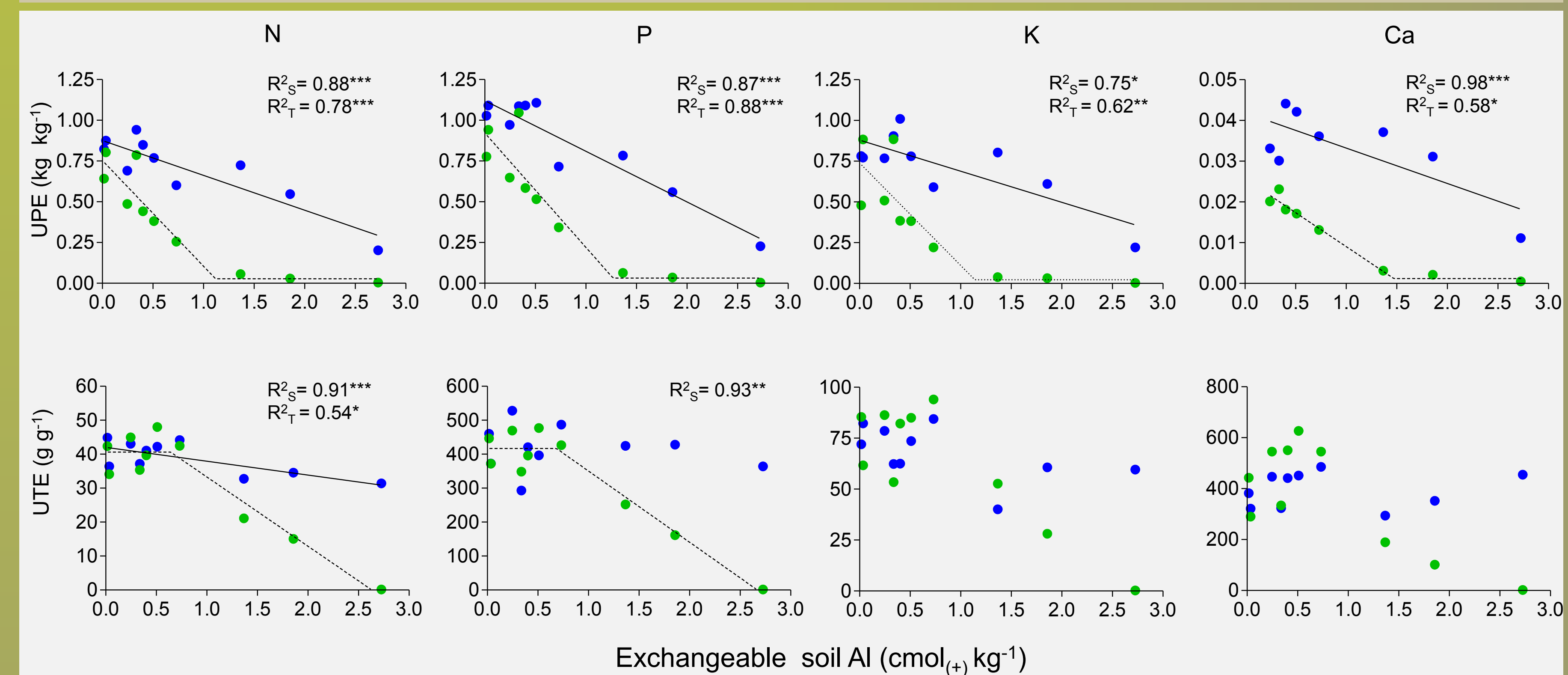


Fig. 5. Relaciones entre la eficiencia de absorción (UPE) y de utilización (UTE) de nutrientes y la concentración de Al del suelo en el cultivar sensible (círculos vacíos) y tolerante (círculos llenos) al Al. Las líneas se ajustaron mediante análisis de regresión para el cultivar sensible (línea discontinua, y_s) y tolerante (línea continua, y_t). *, **, ***, p < 0.05, p < 0.01, y p < 0.001, respectivamente.

Conclusiones

Este trabajo evaluó cuantitativamente las respuestas del sistema radical gatilladas por la toxicidad de Al. Los resultados mostrados aquí, dan cuenta de la dinámica del sistema radical de trigo sometido a Al. El crecimiento radical fue afectado por el Al del suelo en ambos cultivares, pero en forma diferencial para los estados fisiológicos y cultivares. Además la UPE y UTE, también fueron afectados en forma diferencial por el Al del suelo. La biomasa resultó ser buen descriptor de la biomasa aérea. Por lo anterior, los resultados de este estudio podrían ser útiles en la modelación de la toxicidad por Al sobre el comportamiento del trigo.

Bibliografía

Bingham IJ (2001) Ann. Appl. Biol. 138, 243–251. Delhaize et al. (1993). Plant Physiol. 103, 695-702. Janssen (1998). Field Crops Res. 56, 197-201. Moll et al. (1982). Agron J. 74, 562-564. Pellet et al. (1996). Plant Physiol. 112, 591-597. Sadzawka et al. (2004a). Métodos de análisis recomendados para suelos de chilenos. CNA-SCCS. Sadzawka et al. (2004b). Métodos de análisis de tejidos vegetales. CNA-SCCS. Sinclair y Purcell (2005) J. Exp. Bot. 56, 2777-2782. Tang et al. (2002). Crop Sci. 42, 1541–1546.