

El uso del calcio soluble para estimular el crecimiento vegetal

Sam E. Feagley y Lloyd B. Fenn*

La investigación han mostrado que la aplicación de calcio soluble con urea, un tipo amónico de nitrógeno, puede mejorar la producción de los cultivos. El calcio aumenta la absorción de amonio, potasio y fósforo, estimula la fotosíntesis y aumenta el tamaño de las partes comerciables de la planta. La aplicación de calcio soluble con urea también promueve un uso eficiente del nitrógeno, lo que mejora los aspectos económicos de la producción y reduce la contaminación del medio ambiente por nitrógeno.

Cómo se realizó la investigación

Durante la temporada de crecimiento, diversas especies vegetales cultivadas en invernadero fueron fertilizadas varias veces con soluciones nutritivas con distintas proporciones de calcio y amonio, con el fin de analizar la ventaja de aumentar el calcio soluble. A las plantas de control se les añadió abono nitrogenado sin aumentar la cantidad de calcio soluble. La mayoría de las parcelas en campo se sembraron en surcos de 40 pulgadas, y la mayoría de las pruebas de invernadero iban acompañadas por pruebas de campo. Las plantas de invernadero se cultivaron hasta cierta etapa y luego, se cosecharon. Las plantas cosechadas se pesaron y se dividieron en semillas, bulbos, hojas, tallos y raíces de tal manera que se pudiera analizar la concentración de elementos nutritivos en las distintas partes. En las pruebas de campo, los productos comerciables se cosecharon y se anotó el rendimiento.

Los beneficios del calcio

Cuando la urea (46-0-0), el amoníaco anhidro (82.5-0-0) ó el fosfato diamónico (18-36-0) se incorpora al suelo en bandas, una cantidad equivalente de calcio se precipita. Las raíces de las plantas no tienen acceso al nitrógeno en un ambiente con más de 32 por ciento de amonio. Puede que las raíces se sequen, pero generalmente crecen alrededor de las bandas de fertilizante. Después de que los microbios de la tierra hayan convertido en nitrato la mayoría del amonio de las bandas, las raíces pueden empezar a usar el nitrógeno. Cuando se aplica calcio soluble adicional con el fertilizante, éste reduce el pH de la banda fertilizante y, de esta manera,

su toxicidad. Si se agrega más calcio del que requiere la precipitación, esto estimula la absorción de amonio por las plantas. El agregar calcio suplementario ha acelerado hasta en un 100 por ciento la velocidad con que las plantas absorben el amonio. A medida que parte del amonio se convierte en nitrato, el calcio previamente precipitado se vuelve a solubilizar gradualmente, aumentando la concentración del calcio soluble disponible que aumenta el rendimiento.

El aumento en la capacidad de absorción de amonio causado por el calcio tiene resultados interesantes. La fotosíntesis aumenta (Figura 1) y la planta absorbe cantidades mayores de dióxido de carbono del aire, lo que aumenta los componentes orgánicos básicos de la planta (Figura 2). Cuando las plantas absorben más amonio, queda menos nitrógeno en la tierra y queda sujeto a la filtración. Además, las plantas guardan el exceso de nitrógeno que absorben y lo utilizan para estimular el crecimiento durante toda la temporada. En experimentos, el zacate bermuda y el "ryegrass" mostraron este efecto con retoños más densos y más oscuros (fotosíntesis por la clorofila) durante toda la temporada (Figura 3).

Tal vez el efecto más beneficioso de aplicar calcio con amonio sea que las plantas cambian sus patrones normales de deposición de reservas de energía (carbohidratos, metabolitos) (Figura 4, 5). Como muestra la

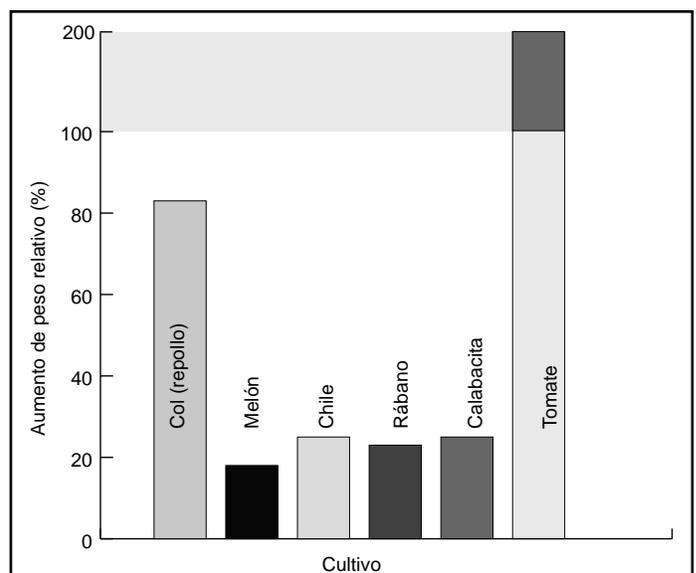


Figura 1. Incremento en fotosíntesis resulta de la aplicación de calcio.

*Profesor y Promotor Especialista en Suelos y el Medio Ambiente; y Profesor, Estación Experimental Agrícola de Texas, El Sistema Universitario Texas A&M.

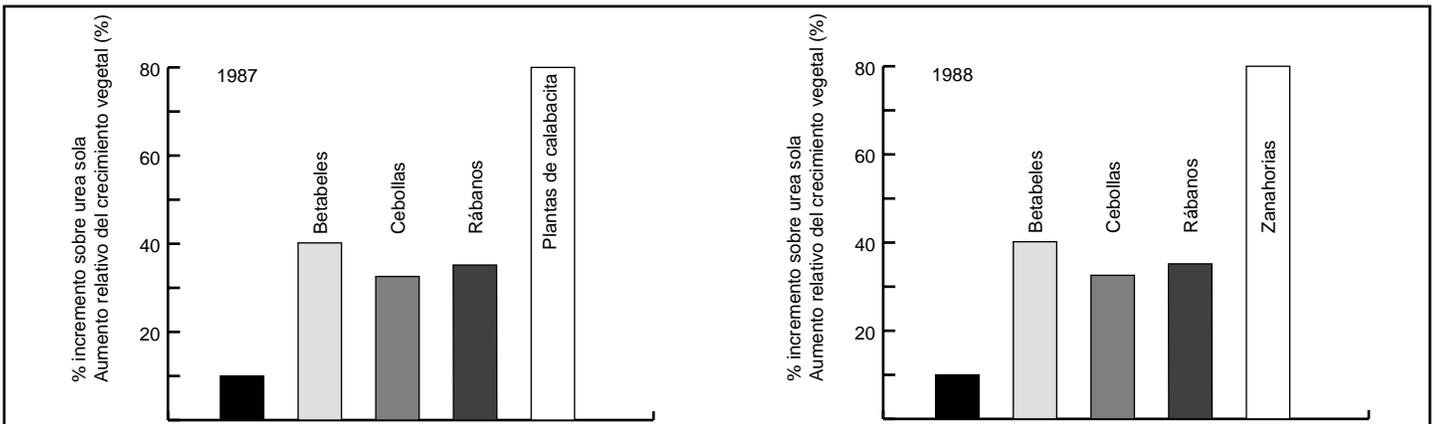


Figura 2. Rendimiento relativo de vegetales cultivados en campo después de la fertilización con urea sola y urea más cloruro de calcio. (Fenn et al., 1990, 1991, 1994).

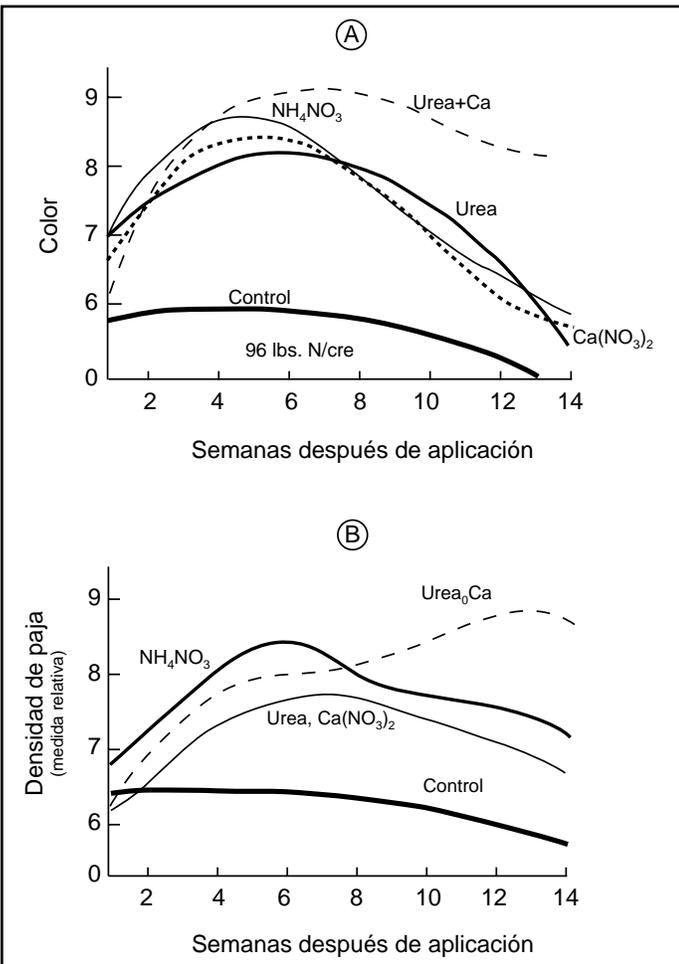


Figura 3. El efecto de cuatro fuentes de nitrógeno en el color (A) y la densidad (B) del zacate bermuda (Horst et al., 1985).

Figura 4, las hojas de las plantas de arroz bajaron progresivamente de peso mientras que los granos subieron de peso progresivamente a medida que aumentaba el nivel de calcio. Este incremento continuó con todas las concentraciones de calcio. Un estudio mostró que agregar calcio soluble al agua del arrozal causa que hasta un 15 por ciento de la producción de energía de la hoja bandera se transfiera al llenado de la semilla (contrariamente al 5 por ciento, sin el calcio). El peso del arroz

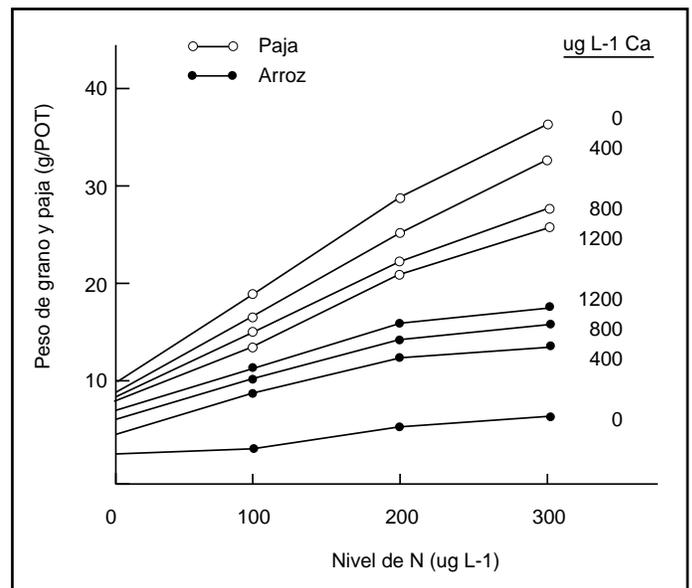


Figura 4. A medida que aumenta el nivel del calcio, el peso del grano de arroz aumenta, mientras que el peso de la paja baja.

aumentó el 14 por ciento cuando se aplicó calcio adicional durante el llenado del grano.

Se observó lo mismo con el betabel, la cebolla, el trigo, la avena y la cebada (Figura 5, 6). Dentro de 30 horas de la aplicación, los bulbos de la cebolla y del betabel aumentaron de peso, hasta un 50 por ciento más que los bulbos sembrados con nitrato (sin amonio). Sin embargo, el peso de la planta completa no aumentó tanto como el del bulbo, lo que significa que el calcio promueve que los compuestos carbonosos se depositen desproporcionadamente en los bulbos (Figura 5).

Además, agregar calcio a los fertilizantes tiene beneficios secundarios para el cultivo en general. En las tierras de riego, el sodio siempre se acumula, y la adición continua del calcio ayuda a mejorar la estructura del suelo alrededor de las raíces de las plantas. En tierras ácidas, donde acostumbran a abonar con cal, el cloruro cálcico soluble se moverá más rápidamente al área baja de las raíces reduciendo el efecto tóxico del aluminio. Por esta razón, se justifica una proporción más alta de calcio a amonio.

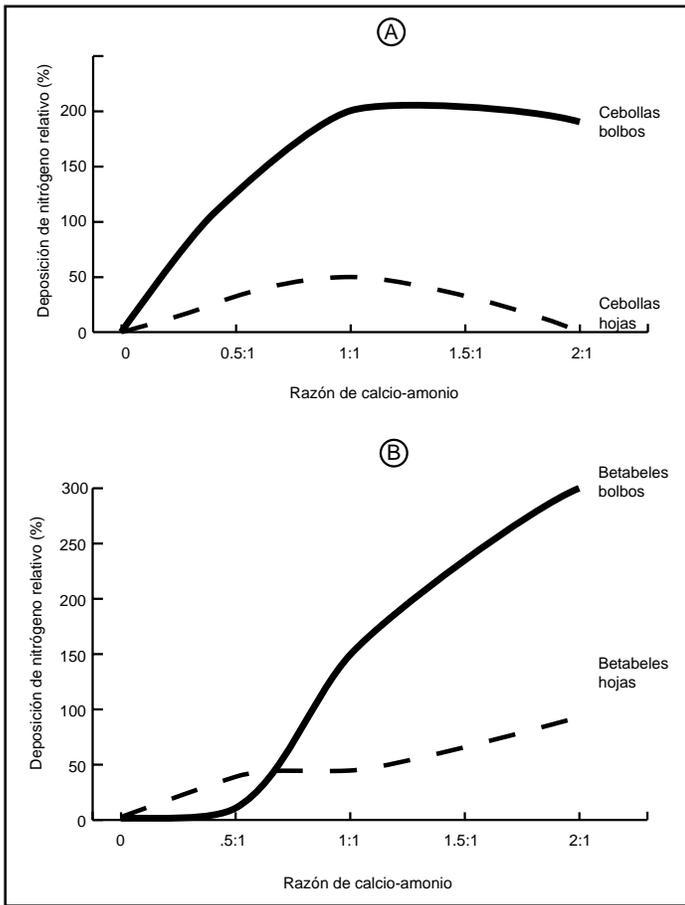


Figura 5. El calcio estimula patrones de crecimiento y deposición de energía en cebollas (A) y betabeles (B).

Cómo usar el calcio con los abonos de nitrógeno

El nitrógeno se puede aplicar de varias formas. Puede esparcirse por encima de la pradera o de la tierra (de cultivos) preparada y penetrar el suelo con la ayuda de la lluvia o de un sistema de riego. Puede incorporarse al suelo en bandas; también se puede aplicar con el agua de riego, un método que no estimula el crecimiento de la planta tanto como cuando se esparce por encima (surco o voleo). Cada productor debe seleccionar el método que mejor satisfaga las necesidades y los aspectos económicos de su sistema de producción.

Cuando el nitrógeno (generalmente amonio en forma de la urea) se aplica a la tierra, éste puede rápidamente convertirse en nitrato, especialmente en el verano. (La presencia del nitrato no impide que la planta use el amonio). Por esta razón, el método de la aplicación del fertilizante y la temporada del año podrían ser importantes. Los mejores resultados de la tecnología de calcio y amonio se obtienen durante la época más fresca de invierno y primavera, aunque es posible que se tenga que aplicar nitrógeno durante otras épocas del año. La aplicación foliar de calcio-amonio es una buena solución. De hecho, las aplicaciones foliares han producido beneficios importantes en las pruebas de investigación, a razón de 1 a 2 libras de calcio por acre. Lógicamente,

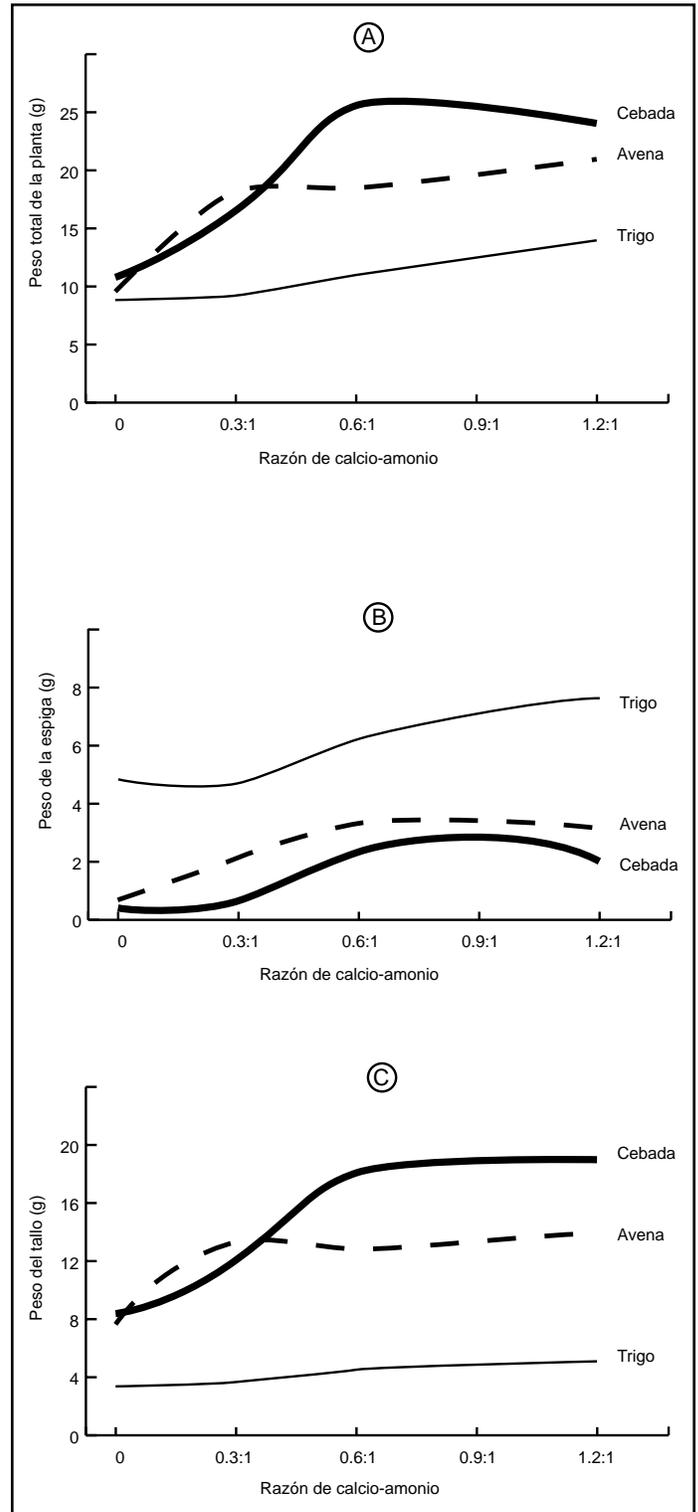


Figura 6. Los efectos sobre peso total (A), peso de la espiga (B), y peso del tallo (C) de varias razones de calcio a amonio.

la estimulación vegetal no podría esperarse a menos que hubiera nitrógeno (probablemente nitrato) en el suelo. Esto quiere decir que podemos usar aplicaciones foliares de calcio-amonio como recurso para extraer nitrato del suelo, lo que hace de esta tecnología una excelente herramienta ambiental y agronómica. Además, el bajo nivel de calcio que se puede usar en la aplicación foliar reduce el riesgo de quemaduras en las

hojas, aunque parece promover los mismos efectos benéficos que la aplicación del producto en la tierra.

Proporciones de nitrógeno y calcio

La cantidad de nitrógeno requerida debe determinarse de la manera tradicional, haciendo análisis químicos del suelo. Tome muestras de la tierra para determinar la cantidad de nitrógeno que necesita y luego, calcule la adición de calcio en la proporción deseada. Cuando se aplica calcio junto con el nitrógeno, es posible que se requiera menos nitrógeno, según parece ser el caso en la caña de azúcar.

La investigación han mostrado que la mejor cantidad de calcio para aplicar es de 1/2 a 1 libra de cloruro cálcico por 1 libra de urea (Figura 6). Esta proporción aumenta los rendimientos del 14 al 50 por ciento. Sin embargo, es difícil calcular la cantidad precisa de calcio que se necesita porque cuando la planta absorbe el amonio, desprende una cantidad equivalente de hidrógeno. Este hidrógeno, a su vez solubiliza la cal (carbonato cálcico) precipitada si ésta está presente. La urea incorporada al suelo en líneas precipita el calcio aun en tierra ácida. Así que hay cierta cantidad de este calcio que ocurre naturalmente y se combina con el calcio suplementario para estimular el crecimiento de las plantas.

Lectura adicional

- Adams, F. 1982. A comparison of the effects of monocalcium phosphate and diammonium phosphate on phosphorus and calcium availabilities. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:769-771.
- Bailey, J. S. 1992. Effect of gypsum on the uptake, assimilation and cycling of N15-labeled ammonium and nitrate-N by perennial ryegrass. *Plant and Soil.* 143:19-31.
- Barker, A. V., R. J. Volk and W. A. Jackson. 1966. Root environmental acidity as a regulatory factor in ammonium assimilation by the bean plant. *Plant Physiol.* 41: 1193-1199.
- Bartlett, R. J. 1965. Importance of carbon dioxide in uptake of calcium by plants receiving only a nitrate source of nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29:555-558.
- Bastida, J., J. M. Llabres, F. Viladomat, R. M. Cusido and C. Codine. 1988. Free amino acids and alkaloid content in snap dragon plants grown with nitrate, urea or ammonium nutrition. *J. Plant Nutr.* 11:1-15.
- Bennett, A. C. and F. Adams. 1970a. Calcium deficiency and ammonia toxicity as separate causal factors of (NH₄)₂HPO₄ injury to seedlings. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:255-259.
- Bennett, A. C. and F. Adams 1970b. Concentration of NH₃ (eq) required for incipient NH₃ toxicity to seedlings. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:259-263.
- Fenn, L. B. and G. R. Gobran. 1998. Willow tree productivity on fertilizer solutions containing various Ca/Al ratios. *Nutr. Cycling in Agroecosystems* (in press).

- Fenn, L. B., B. Hasanein and C. M. Burks. 1995. Calcium-ammonium effects on growth and yield of small grains. *Agron. J.* 87:1041-1046.
- Fenn, L. B. and R. M. Taylor. 1990. Calcium stimulation of ammonium absorption in radish. *Agron. J.* 82:81.
- Fenn, L. B., R. M. Taylor, M. L. Binzel and C. M. Burks. 1991. Calcium stimulation of ammonium absorption in onions. *Agron. J.* 83:840-843.
- Fenn, L. B., R. M. Taylor and C. J. Burks. 1994. Calcium stimulation of ammonium absorption and growth by beets. *Agron. J.* 86:916-920.
- Fenn, L. B. and L. R. Hossner. 1985. Ammonia volatilization from ammonium or ammonium-forming nitrogen fertilizers. In *Advances in Soil Sci.* New York: Springer-Verlag, Inc. pp. 125-169.
- Fenn, L. B., R. M. Taylor and C. Pety. 1986. Calcium stimulation of ammonium absorption with some root crops. *Agron Abst.* p. 198.
- Fenn, L. B., R. J. Taylor and G. L. Horst. 1987a. Phaseolus vulgaris growth in an ammonium-based nutrient solution with variable calcium. *Agron. J.* 79:89-91.
- Fenn, L. B., R. J. Taylor and C. A. Pety, Jr. 1987b. Stimulative effects of elemental sulfur in the presence of ammonium on chile and broccoli growth in calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 10:2263-2281.
- Flocker, W. J. and W. H. Fuller. 1956. Availability of calcium in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 20:387-391.
- Gobran, G. R., L. B. Fenn, H. Persson and I. Al-Windi. 1993. Nutrition response of Norway spruce and willow to varying levels of calcium and aluminum. *Fert. Res.* 34:181-189.
- Hallmark, W. B., L. P. Brown and G. L. Hawkins. 1997. Use of calcium chloride to reduce the nitrogen requirements of sugarcane. *Louisiana Agr.* 40:30-31.
- Horst, G. L., L. B. Fenn and N. B. Beadle. 1985. Bermuda grass turf responses to nitrogen sources. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:759-761.
- Hunter, A. S. and W. A. Rosenau. 1966. The effects of urea, biuret, and ammonia on germination and early growth of corn. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30:77-81.
- Jacobson, L., D. P. Moore and R. J. Hannapel. 1959. Role of calcium in absorption of monovalent cations. *Plant Physiol.* 35:352-358.
- Jacobson, L. R., J. Hannapel, D. P. Moore and M. Schaedle. 1960. Influence of calcium on selectivity of ion absorption process. *Plant Physiol.* 36:58-61.
- Krassesindhu, P. 1975. Nitrogen, potassium and calcium nutrition effects on ion and dry matter accumulation in rice. Ph.D. diss. University of Kentucky, Lexington.
- Krassaesindhu, P. and J. L. Sims. 1972. Response of rice to nitrogen and calcium nutrition. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37:457-461.
- Leggett, J. E. and W. A. Gilbert. 1967. Localization of the Ca-mediated apparent ion selectivity in the cross-sectional volume of soybean roots. *Plant Physiol.* 42:1658-1664.
- Morre, D. J. and C. E. Brocker. 1976. Ultrastructural alteration of plant plasma membranes induced by auxin and calcium ions. *Plant Physiol.* 58:544-547.
- Nielsen, T. R. and R. Overstreet. 1955. A study of the role of the hydrogen ion in the mechanism of potassium absorption by excised barley roots. *Plant Physiol.* 30:303-309.
- Sung, F. J. M. and W. S. Lo. 1990. Growth responses to rice in ammonium-based nutrient solution with variable calcium supply. *Plant Soil.* 125:239-244.

Produced by AgriLife Communications and Marketing, The Texas A&M University System
Texas AgriLife Extension publications can be found on the Web at: <http://AgriLifebookstore.org>

Educational programs of the Texas AgriLife Extension Service are open to all people without regard to race, color, sex, disability, religion, age, or national origin.