

# APLICACIÓN DE SULFATO DE ZINC EN EL CULTIVO DE PAPA: POSIBILIDAD DE MAYOR PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD

Por: Kurt Manrique



Una cosecha abundante es el resultado de un adecuado manejo de los factores productivos, que incluye el mantenimiento del balance nutricional de macro y micro elementos del suelo. Nuestra formación académica como agrónomos enfatizó la importancia de los macro nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Sin embargo, los micronutrientes como: zinc, hierro, manganeso, cobre, boro y molibdeno son subestimados, a pesar de ser requeridos en mínimas cantidades, cumplen distintos roles en el metabolismo de la planta; es así que aun cuando a una planta se le suministren cantidades suficientes de macro nutrientes, la deficiencia de micronutrientes traza como el zinc impedirá que las plantas alcancen todo su potencial productivo.

El zinc en las plantas, cumple funciones clave en la síntesis proteica y de fitohormonas (ejm. auxinas), vigor de la planta y defensa contra enfermedades y factores de stress abióticos (ejm. sequías). El zinc también es un nutriente muy importante en la alimentación humana para lograr un correcto desarrollo y funcionamiento del organismo. El cuerpo humano tiene de 2 a 3 gr de zinc, y su deficiencia al inicio de la vida puede dañar el crecimiento, desarrollo físico y neurológico, además de afectar funciones cerebrales y habilidades de memoria y aprendizaje ([www.zinc.org](http://www.zinc.org)). Por su importancia en la nutrición animal, vegetal y humana se han desarrollado estrategias para incrementar el contenido de zinc en los cultivos alimenticios, a través del mejoramiento

genético para desarrollar nuevas variedades fortificadas (fortificación genética) y a través de la fertilización suplementaria con zinc (fortificación agronómica). Ambas estrategias son válidas y complementarias para formar parte de la política nacional integral de lucha contra la malnutrición crónica que, a pesar de los avances logrados en los últimos 10 años en esta materia, afecta al 37% de niños menores de 5 años de la población rural peruana (INEI, 2012). La fortificación agronómica con zinc ha demostrado en otros cultivos alimenticios la posibilidad de incrementar su valor nutricional. El objetivo del estudio es generar evidencia técnica necesaria para demostrar la rentabilidad y factibilidad de la fortificación agronómica con zinc en variedades de papa comercial y aportar mayor conocimiento para utilizar la fertilización con zinc como una nueva alternativa para la lucha contra la desnutrición crónica.

## **2. Los suelos deficitarios en zinc, la causa de la deficiencia de zinc en los cultivos**

En un estudio en la India (Singh, 2009) se observó una relación causa - efecto entre el status deficitario de zinc en el suelo y los bajos niveles de zinc en muestras

de plasma sanguíneo de poblaciones locales que consumieron cotidianamente cereales producidos por suelos deficientes. Esta situación crea las condiciones para la incidencia de desnutrición crónica en los segmentos de la población más vulnerables como son los niños menores de 5 años y las madres gestantes. En el Perú no existe una base de datos lo suficientemente completa para mapear los suelos deficitarios en micro elementos. Se conoce, sin embargo, que los suelos áridos de la costa típicamente alcalinos, calcáreos y con bajo contenido de materia orgánica crean las condiciones para que haya menos zinc disponible para las plantas, consecuentemente las plantas son más susceptibles a la sequía, a las altas temperaturas e infecciones patológicas. Por su parte, los suelos altoandinos presentan ciertas características físico-químicas como reacción ácida, alto contenido de materia orgánica, y niveles de fósforo, que junto con procesos de quelación natural y condiciones climáticas predominantes como frío y humedad exponen a estos suelos a la erosión, lo que en conjunto reducen la forma disponible de zinc.



### 3. La importancia de la papa

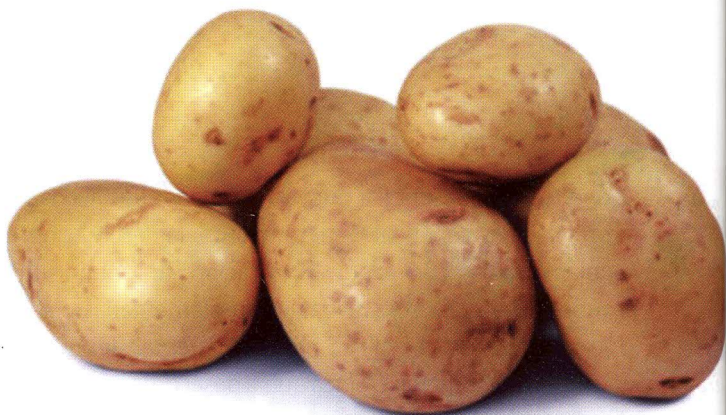
De todos los alimentos calóricos, la papa es el alimento básico por excelencia de la población en el Perú. El consumo promedio per cápita es de aproximadamente 70 kg al año, pero en la región andina su consumo anual puede alcanzar los 116 kg/persona (INEI, 2008). Este cultivo ha experimentado en los últimos 10 años un crecimiento sostenido en consumo, área y producción, habiendo superado las 4.1 millones de toneladas de productividad en el 2012. El 80% de toda la producción de papa en el Perú proviene de la región andina, donde paradójicamente se reportan las mayores tasas de desnutrición del país. Sin embargo, la costa posee áreas productoras de papa de contra estación y donde se presentan condiciones edáficas que bloquean la disponibilidad de zinc. El contenido promedio de zinc en los tubérculos de papa es de 0.29 mg/100g o 3 ppm (INS/MINSA. 2009).

### 4. La papa responde a la fertilización suplementaria con zinc

Gracias a un convenio entre la Asociación Latinoamericana de Zinc - LATIZA y la Universidad Nacional Agraria la Molina, se realizó un experimento de fertilización suplementaria con zinc en el cultivo de papa (Amarilis y Canchan) el cual mostró un efecto significativo en el rendimiento y en la relación costo beneficio por la aplicación combinada de sulfato heptahidratado de zinc al suelo y vía foliar

El suelo recibió un abonamiento de fondo de N-P-K (180-160-200), y los tratamientos de zinc incluyeron: 03 dosis de  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  al suelo (25, 50 y 75 kg/ha), las mismas dosis al suelo en combinación con aplicación foliar de  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  a una concentración de 0.5%, un tratamiento foliar de  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  a una concentración de 0.5%, y un testigo sin zinc.

Las dosis completas de los tratamientos de  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  al suelo se aplicaron al momento del aporque (46 días después de la siembra) y las aplicaciones foliares se realizaron en dos momentos, 60 y 75 días después de la siembra. Las 02 variedades de papa se sembraron



en parcelas de 8 surcos (10 plantas por surco) a una densidad siembra de 1m x 0.3m, utilizándose un BCR con 4 repeticiones.

A la cosecha se le tomaron los siguientes datos: Peso total y número de tubérculos por sub-parcela (3m x 4m), peso y número de tubérculos por calibre, gravedad específica, índice de cosecha, y concentración de zinc en tubérculos, tallos y hojas.

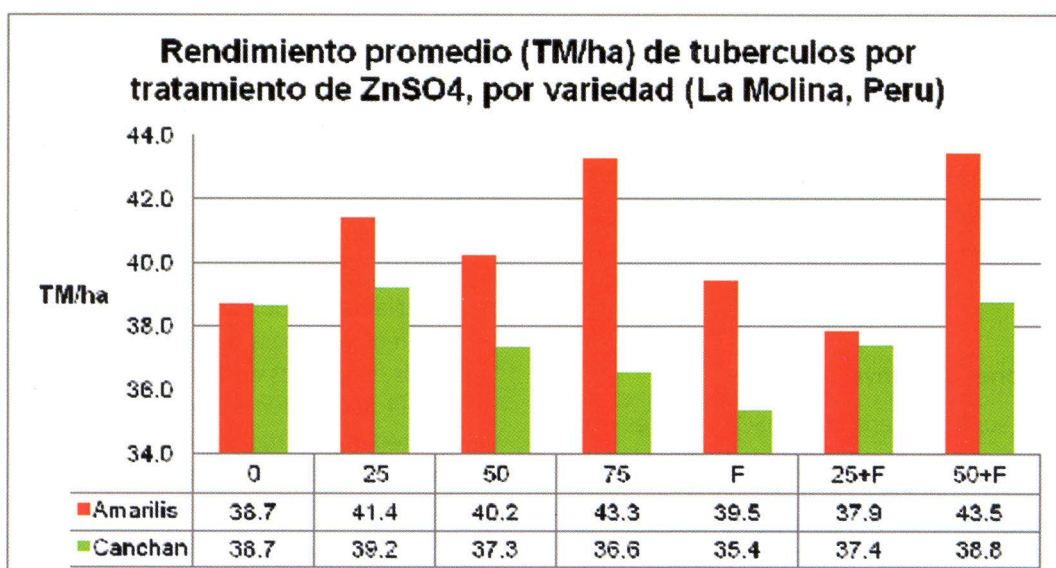
Se observó en general que la especie Amarilis respondió mejor que la variedad Canchan al tratamiento con zinc, tanto al suelo como vía foliar (Figura 1). En comparación con el testigo (0 Zn) que alcanzó 38.7 TM /ha, la variedad Amarilis rindió 12% más en tubérculos con los tratamientos de 50 kg/ha + F y 75 kg/ha. Es decir, 43.5 TM/ha y 43.3 TM/ha, respectivamente.

Considerando el contexto productivo nacional de papa, donde predomina el bajo nivel tecnológico de la agricultura tradicional, que representa cerca del 80% del área total bajo cultivo anual, existe una gran oportunidad para mejorar la productividad con un adecuado manejo agronómico, promoviendo la fertilización suplementaria con zinc. Asimismo, siendo el rendimiento promedio de papa en costa y sierra de 18 y 10 t/ha, respectivamente; es evidente que el potencial de impacto de esta tecnología sería significativo para incrementar la productividad promedio de papa y mejorar la rentabilidad de los productores.

El suelo del campo experimental en La Molina mostró un contenido óptimo de zinc (8.5 ppm). Sin embargo, este micronutriente no estaba disponible para la planta debido a la condición de suelo calcáreo ( $CaCO_3$ : 5.1%) y alto pH (7.63), por lo que los tratamientos incrementaron la gradiente de zinc en la solución suelo haciéndola más disponible para la planta.

Sería muy interesante verificar este resultado en suelos deficitarios de la sierra, por lo que es ventajoso conocer la ubicación de los suelos deficitarios en zinc en las zonas productoras de papa, a fin de conocer y evaluar el impacto observado en los productores menos favorecidos.





En cuanto a los tamaños o calibres de los tubérculos, se utilizó la norma técnica peruana (NTP 011.119) como criterio de agrupamiento en 4 categorías: extra (320g a 639g), primera (155g a 319g), segunda (29g a 154g) y descarte (<28g). El estudio no encontró tubérculos de tamaño extra, pero la proporción de tubérculos de calibres de “primera” y “segunda” fueron semejantes en ambas variedades. En comparación al testigo, la variedad Amarilis mostró la mayor proporción de tubérculos comerciales (primera y segunda). El estudio no encontró resultados concluyentes en cuanto al contenido de zinc en los tubérculos analizados, los mismos que no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ensayados.

#### 5. Análisis económico:

Los costos de producción de la papa varían de acuerdo con el nivel tecnológico, y la rentabilidad del cultivo depende de los precios de mercado de las diferentes categorías o tamaños de tubérculos. Según el Ministerio de Agricultura, los insumos representan más del 50% de los costos totales, siendo la semilla el rubro de mayor costo, cuando la semilla es de calidad. El Ministerio de Agricultura (Minag 2013 ) estima en S/. 5,514 (US\$ 2,170) el costo de producción promedio por hectárea para la región de la costa central (ejm. Lima, Ica) con un nivel tecnológico intermedio, como el del presente estudio. Este análisis consideró el costo comercial de 25 kg de ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O a US\$ 21.24, y tomó en cuenta el tratamiento de zinc que mejor rendimiento alcanzó con la variedad Amarilis en el presente estudio.

**Tabla 1. Análisis económico comparativo de la variedad Amarilis con el mejor tratamiento de ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O vs el testigo sin Zinc.**

	Sin ZINC	Soles	Con ZINC	Soles
Costo de producción de papa comercial /ha		5,514		5,514
Costo de tratamiento con zinc (US\$ 21.24 por bolsa de 25 Kg de ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)		0	50 kg/ha ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + dos aplicaciones foliares al 0.5% de ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	119
Total de costos de producción / ha		5,514		5,633
Producción Total	38.7 t/ha		43.5 t/ha	
Valor Papa Extra	0.12 t/ha x S/. 0.7/Kg	84	0	0
Valor Papa Primera	7.12 t/ha x S/. 0.7/Kg	4,984	7.13 t/ha x S/. 0.7/Kg	4,991
Valor Papa Segunda	27.79 t/ha x S/. 0.6/Kg	16,674	33.32 t/ha x S/. 0.6/Kg	19,992
Valor Papa descarte	3.67 t/ha x S/. 0.3/Kg	1,101	3.05 t/ha x S/. 0.3/Kg	915
VBP / ha		22,843		25,898
Costo de producción		5,514		5,633
Ganancia / ha		17,329		20,265

El análisis muestra la mayor rentabilidad en calidad y cantidad que se alcanza al utilizar el mejor tratamiento con zinc, en relación con el rendimiento que se alcanza con el testigo que no utilizó la fertilización suplementaria con sulfato de zinc heptahidratado. El estudio demuestra que haciendo una inversión adicional de 119 soles, que es el valor del mejor tratamiento combinado de ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O al suelo y foliar, se puede obtener una ganancia adicional de 2,936 soles (16.9%) por hectárea de papa.

#### 6. Conclusiones de la investigación:

La fertilización suplementaria con ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O es una tecnología que mejora la productividad de la papa, pero esta respuesta depende de la variedad y del suelo. Esta tecnología tiene el potencial para incrementar la productividad promedio nacional de papa, y sobre todo para mejorar la rentabilidad de los productores y la calidad de producción.

La variedad Amarilis mostró los mejores rendimientos en tubérculos con los tratamientos: 50 kg de ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O + 0.5% foliar y 75 kg/ha ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, rindiendo en ambos casos 12% más que el testigo (0 Zn). En comparación con el testigo que no recibió zinc, la variedad Amarilis mejoró en 16.9% la rentabilidad de cultivo de papa. La variedad Canchan mostró poca respuesta.

**La mayor productividad y rentabilidad que se puede alcanzar contribuiría a una mejor inserción de los productores a cadenas productivas y a**

**tener mayores posibilidades para intercambiar sus productos por otros alimentos que contribuyan a complementar su dieta, haciéndola más variada y nutritiva.**

A partir del experimento realizado planteamos dos sugerencias:

- Ensayar la estrategia de fortificación agronómica en suelos altoandinos que muestren déficit en zinc.
- Iniciar la elaboración de un mapa de suelos agrícolas por regiones para facilitar la identificación de suelos deficitarios en zinc y otros micro nutrientes con la finalidad de poder diseñar programas y estrategias para mejorar el manejo y conservación de la fertilidad de los suelos, así como estrategias integrales de desarrollo rural que conlleven a la producción agrícola sostenible.

#### 7. Zinc, Iniciativa Nutriente: IZA-LATIZA

Como se ha mencionado líneas arriba, la deficiencia de zinc es un problema extendido a nivel mundial que afecta a más de la mitad de los suelos agrícolas del planeta, y que puede tener graves consecuencias sobre la productividad de los cultivos, el estado nutricional y la salud de las áreas afectadas.

La deficiencia de zinc en los cultivos alimenticios reduce su rendimiento y calidad, así como su valor nutritivo. De conformidad con un estudio realizado por la Organización para la Agricultura

# Agro enfoque

**"La Primera Revista Técnica,  
Seria y Cultural del Perú, al servicio  
de los hombres del campo"**

Estimados lectores: En razón que AGRO ENFOQUE no se vende en kioscos, sino por suscripciones, los invitamos a hacerlo, siguiendo las siguientes pautas.

Suscripción Lima Metropolitana	12 ediciones	S/. 220.00
Suscripción provincias	12 ediciones	S/. 320.00
Suscripción internacional	12 ediciones	US\$ 350.00

**Contactos: Telefax: 051-435-6291  
Telf.: 051- 435-7303 Cel.: 993479954 / 987942621**

**Favor de realizar el depósito en el:  
BANCO DE CRÉDITO CTA - CTE. 1910-464504-0-58;  
a nombre de JORGE SANTA CRUZ DÍAZ**

**Para las suscripciones internacionales:  
BANCO DE CRÉDITO DEL PERÚ: CTA - CTE. \$ 1910-726211-1-74.**

**E-mail: jdsantacruz@hotmail.com  
www.agroenf.com**

y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), aproximadamente el 50% de los suelos agrícolas del mundo dedicados a la producción de cereal presentan deficiencia de zinc. El zinc es uno de los ocho micronutrientes que una planta necesita para tener un crecimiento y una reproducción normales y, por ello, el déficit de zinc está considerado como la deficiencia de micronutrientes más grave de los cultivos.

A pesar de todo esto, la deficiencia de zinc es un problema subestimado, no tratado e incluso no reconocido en muchos países y regiones del mundo. Ante esta problemática, la Asociación Internacional de Zinc (IZA) y la Asociación Latinoamericana de Zinc (LATIZA) han desarrollado una iniciativa de uso del zinc como nutriente, la cual está dedicada a promover el uso de este elemento nutritivo para corregir las deficiencias de zinc en suelo y cosechas.

Como parte de este trabajo, tanto IZA como LATIZA, han financiado diversos proyectos de investigación a nivel mundial teniendo como objetivos: Mejorar la productividad de los suelos, incrementar el valor

nutricional de los cultivos, contribuir a mejorar la salud de las personas e incrementar la rentabilidad de los agricultores.

Proyectos de fertilización con zinc fueron aplicados en cultivos de arroz, trigo y papa en China, obteniéndose positivos resultados, que conllevaron a que el gobierno de China opte por recomendar el uso de fertilizantes con zinc a nivel nacional. De igual forma, sucedió en India, y en Latinoamérica se espera aplicar proyectos de fertilización con zinc en los cultivos de maíz en México, en cultivos de café en Brasil, y en Perú el proyecto en papas, el cual ha sido descrito ampliamente líneas arriba.

Si bien los proyectos en Latinoamérica aún no han generado un impacto a nivel de política de gobierno, como ha sucedido en China e India, sí están contribuyendo a generar información valiosa y están sentando las bases para investigaciones y proyectos posteriores que se encaminen a reducir o eliminar la deficiencia de zinc en los cultivos que, como hemos visto, es uno de los mayores problemas que enfrenta nuestro planeta.

# SIUVA Sur

**inform@cción**  
¡ Información para la Acción !

XV

Simposio Internacional  
de la Uva de Mesa / Ica – Perú

20 y 21 de Junio, 2013

Hotel las Dunas – Av. La Angostura 400, Ica

 siuva.pe

 /SIUVA.PERU

