

EL PROBLEMA DE LA DEFICIENCIA DE ZINC EN ARROZ

Carlos Flor, Robert Cheaney y Pedro Sánchez(1)

1. - INTRODUCCION

Generalmente se atribuyen muchas causas al efecto que se produce en las plantas, como anormalidades y se ha prestado poca atención a los efectos indirectos que realmente pueden estar influyendo en la situación como ser el relacionado con las deficiencias de algunos elementos menores como zinc, boro, hierro.

Parte de los campos experimentales de CIAT presentan estos problemas ya que hay evidencias de anormalidades en el desarrollo de algunos cultivos como el arroz. El problema es de una magnitud tal que no ha sido posible obtener cosecha alguna.

En Marzo de 1971, se observó en algunos campos que en las siembras de arroz bajo riego, las plantas presentaban una semana después del trasplante, manchas alargadas de forma irregular y de aspecto herrumbroso, localizadas en la parte central de las hojas más viejas. Estas manchas aumentan de tamaño después de que se efectuaba la primera aplicación de nitrógeno, es decir a los 21 días después del trasplante y llegaban a ocupar casi toda la superficie de la hoja. En algunas zonas las plantas morían definitivamente unos 40 días después del trasplante.

Pruebas preliminares de invernadero y de campo, así como la revisión de trabajos adelantados por IRRI, llevaron a identificar el problema como una "deficiencia de zinc".

(1) Ingenieros Agrónomos del CIAT. El trabajo fué adaptado y presentado por el Ingeniero Agrónomo José A. Badia, Técnico en entrenamiento.

De acuerdo a las publicaciones de IRRI, la deficiencia de zinc fue reportada por primera vez como un problema en los suelos inundados, por Nene, en 1966. Forno y Yoshida (*) estima que actualmente en Asia hay más de un millón de hectáreas afectadas, "área que se incrementa a medida que los agricultores introducen las nuevas variedades de alta producción y a medida que adoptan las prácticas de fertilización recomendadas".

Los resultados más sobresalientes en los primeros estudios (CIAT-1971) de este problema fueron los siguientes:

- a) La aplicación de zinc incorporado al suelo antes del trasplante parece ser un método de aplicación más eficiente, con respecto a la aplicación en el agua de inundación, una vez que se han presentado los primeros síntomas.
- b) La respuesta a niveles de zinc es creciente aún a niveles tan elevados (120 kg de Zn/ha).
- c) El óxido de zinc, el sulfato y el poliflavonoide en aplicaciones foliares, parecen ser igualmente efectivos para remediar la deficiencia. La fuente comercial "Agrimins" no parece tener ningún efecto en la solución del problema.
- d) El tratamiento de las raíces del arroz en el momento del trasplante con soluciones de sulfato de zinc a concentraciones de 1, 2 y 4% minutos no son suficientes para remediar el problema.
- e) Entre Urea y el sulfato de amonio no parece existir diferencia respecto a efectos relacionados con la deficiencia.

(*) Douglas A. Forno and Shouichi Yoshida. Zinc Nutrition of the rice plant. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE.

- f) Observaciones preliminares relacionadas con el comportamiento de algunas variedades ante el problema de zinc, indican que las variedades Colombia 1 e ICA 10 son las menormente afectadas por la deficiencia pero las variedades Bluebelle, Starbonnet y Bluebonnet 50 parecen ser más afectadas. Las variedades como IR 8, CICA 4 e IR 22, ocupan una posición intermedia.
- h) En las plantas de arroz de la variedad CICA 4, que no presentaron síntomas de la deficiencia, el contenido de zinc fue de 38 ppm. En plantas que presentaron síntomas severos de la deficiencia, el contenido de zinc fue de 17 ppm.

Todos los trabajos de 1971 sirvieron de base para diseñar la investigación a seguir en 1972, que consistió en tres aspectos principales, a saber:

- a) Reconocimiento de la magnitud del problema en los campos del CIAT.
- b) Estudios de épocas, de aplicación de zinc.
- c) Estudio de una nueva alternativa para solucionar el problema, mediante incorporación de zinc al suelo y pegando el óxido de zinc a la semilla.

2. - RECONOCIMIENTO DE LA MAGNITUD DEL PROBLEMA EN LOS CAMPOS DEL C.I.A.T.

2.1 Procedimiento

Para la consecución de este objetivo se diseñaron dos experimentos en dos campos nuevos del Centro. La variable estudiada fue niveles de zinc: 0, 5, 10, 20, 40 y 80 kg Zn/ha. Se utilizó como fuente de zinc, el sulfato de zinc; $\text{SO}_4\text{Zn} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. La aplicación del zinc, se hizo en presiembra e incorporando el sulfato de zinc al suelo con un rastrillo. Este sistema de aplicación de zinc había sido el más recomendable de acuerdo a la experiencia lograda en 1971. Se sembró la variedad CICA 4, 80 kg de semilla/ha. Se hicieron dos aplicaciones de nitrógeno, cada una de 100 kg N/ha a los 28 y 56 días después de la siembra. Se empleó la urea del 46% como fuente de nitrógeno. En los dos experimentos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar.

2.2 Resultados

Los resultados de estos dos experimentos se presentan en la Tabla 1 y Figura 1.

Estos resultados muestran que en ninguno de los dos experimentos se presentó la sintomatología de la deficiencia observada en 1971. El desarrollo y aspecto de las plantas en las parcelas que no recibieron zinc, fue aparentemente normal. Producciones superiores a 8 ton/ha en estas parcelas, también lo confirman. Sin embargo, se considera que estas plantas alcanzaron a sufrir por hambre oculta pues los datos indican una respuesta que alcanza su máxima pendiente, en los dos experimentos, con el uso de 5 kg de Zn/ha.

El costo del kilogramo de zinc, con base en el sulfato de zinc, es aproximadamente de \$ 66.00. Por lo tanto, respuestas como las alcanzadas con el uso de 5 kg Zn/ha en los dos experimentos, son rentables económicamente.

No parece conveniente la utilización de niveles de zinc superiores a 10 kg Zn/ha.

3. - ESTUDIO DE EPOCAS DE APLICACION DE ZINC

3.1 Procedimiento

Se estudiaron tres épocas de aplicación de zinc (0, 28, 56 días) y tres niveles de zinc (0, 10 y 20 kg Zn/ha).

Se empleó la variedad CICA 4 y un diseño de parcelas divididas con 3 repeticiones. Se hicieron dos aplicaciones de nitrógeno, cada una de 100 kg.N/ha a los 28 y 56 días después de la siembra y empleando urea del 46% como fuente. La aplicación de zinc a los 0 días, o sea en pre-siembra, se hizo incorporando al suelo el sulfato de zinc, que fue la fuente usada. Las aplicaciones de zinc correspondientes a los 28 y 56 días se hicieron simultáneamente con las aplicaciones de nitrógeno. El pH del suelo en estudio fue 7.9 y los contenidos de zinc en el suelo, 0-10cm fueron de 2.63 pp, (Zn por EDTA) y 1.46 ppm (Zn extraído con HCL + H₂SO₄).

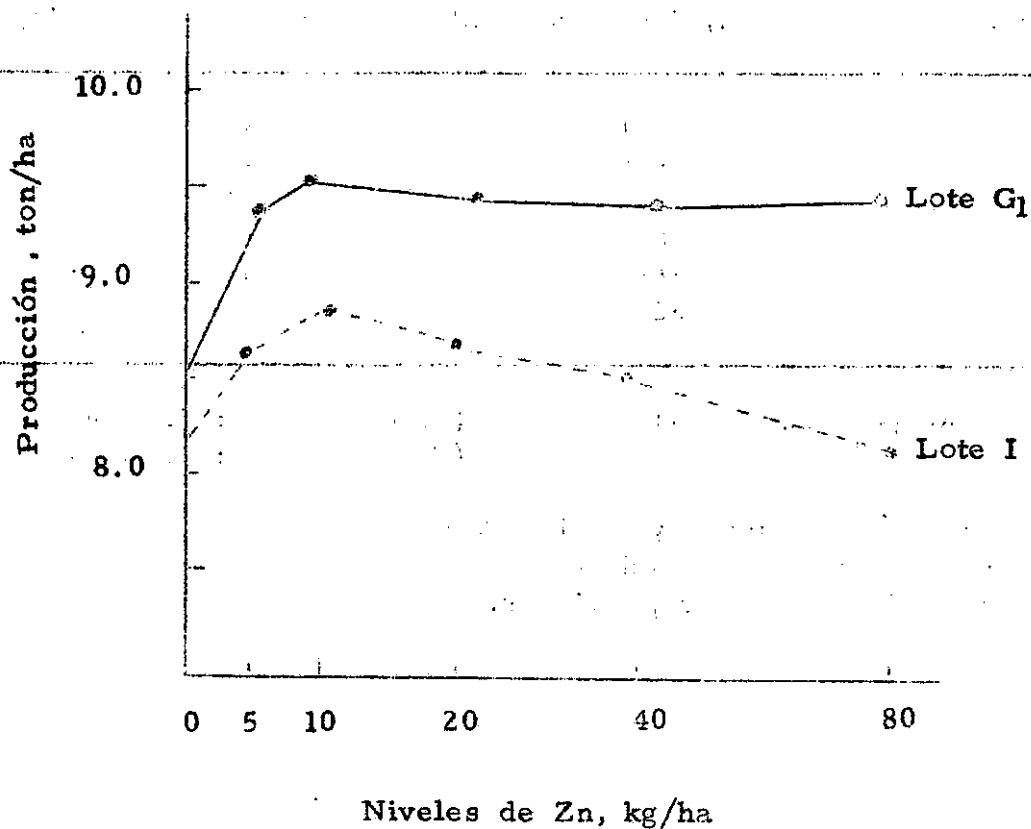


FIGURA 1. Respuesta de la variedad CICA 4 a varios niveles de zinc en dos campos de CIAT en 1972.

3.2 Resultados

Los resultados de este estudio se presentan en la Tabla 2 y Figura 2. Se encontró una respuesta del arroz a la aplicación de zinc, hasta el nivel 10 kg Zn/ha. No parece conveniente el uso de cantidades de zinc superiores a este nivel.

La época más recomendable para corregir el problema de deficiencia de zinc, es inmediatamente antes de la siembra. Esto confirma algunas de las experiencias obtenidas en 1971.

4. - ESTUDIO DE UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE DEFICIENCIA DE Zn

Una nueva alternativa para solucionar el problema de deficiencia de zinc se desarrolló en 1972: la incorporación de zinc al suelo y pegándolo a la semilla. Las etapas cubiertas en el desarrollo de esta alternativa fueron:

Fuente de zinc a utilizar
Uso de pegantes
Procedimiento
Evaluación del método.

La experiencia obtenida en el manejo de dos fuentes de zinc, el óxido y el sulfato, permitió seleccionar al óxido de zinc, ZnO, como la fuente más apropiada para ser pegada a la semilla del arroz. La facilidad de manejo del óxido de zinc debido a sus propiedades físicas, así como ventajas de orden económico y un posible menor efecto dañino sobre la germinación, en comparación con el sulfato de zinc, permitieron esta selección.

Respecto al uso de pegantes, es importante señalar que el solo mojado de las semillas de arroz con agua y posterior mezcla con el polvo de ZnO, ya permite que una cierta cantidad de este óxido quede adherido a la semilla. Dado que esta semilla va a estar en contacto con el agua o con un suelo muy saturado, se observó que al usar un pegante, goma arábica en este caso, el ZnO quedaba más fuertemente adherido a la semilla disminuyéndose en esta forma la posibilidad de pérdidas. Se estudiaron varias relaciones agua: goma arábica y

TABLA 2. Efecto de las épocas de aplicación y niveles de zinc en la variedad de arroz CICA 4.

Épocas de aplicación de zinc	Producción, kg/ha (1)	
	10 kg Zn/ha	20 kg Zn/ha
0 días	8940	8759
28 días	8712	8511
56 días	8305	8510
Testigo absoluto, sin zinc:	8260	

(1) Arroz cáscara limpio y con 14% de humedad. Promedio de tres repeticiones.

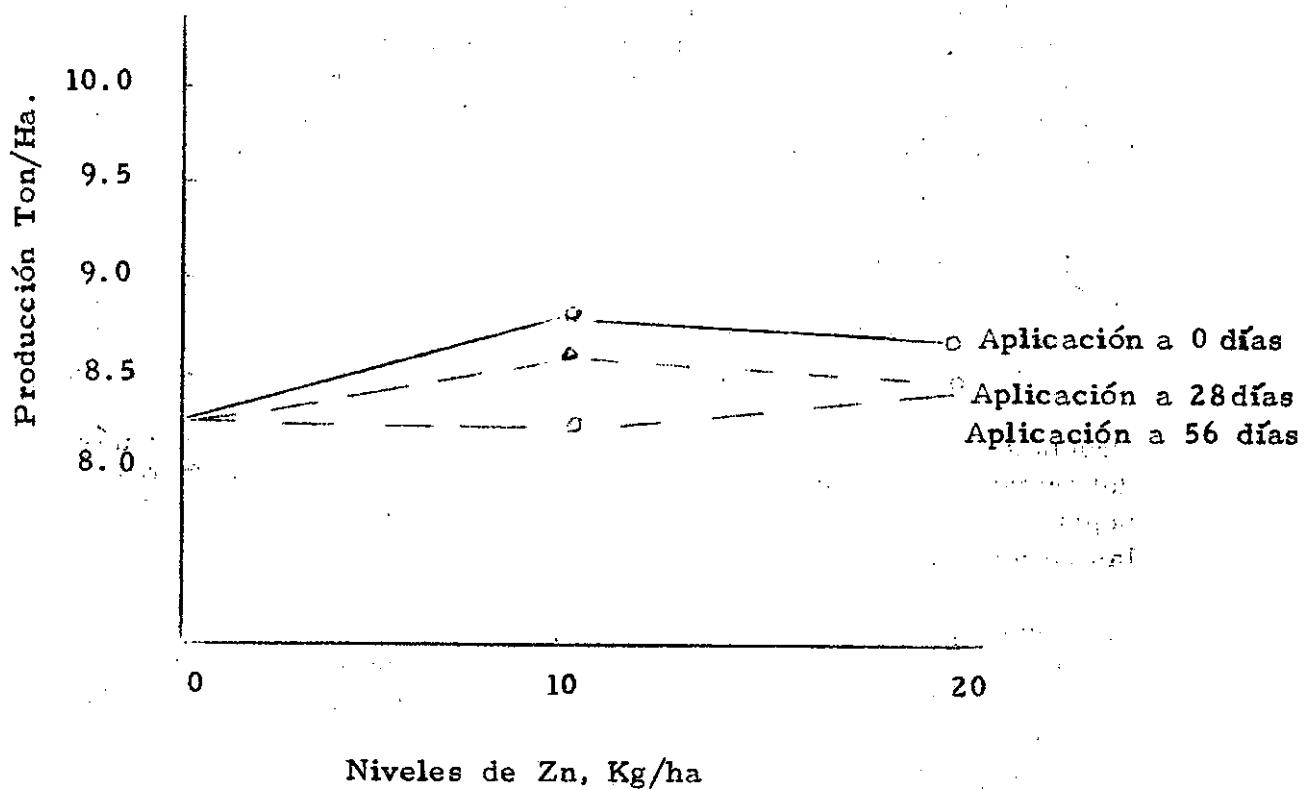


FIGURA 2. Efecto de las épocas de aplicación y niveles de zinc en la variedad de Arroz CICA 4.

se encontró que una relación de volumen agua: 3, permitía facili
goma 1
dad de operación y buena adherencia del óxido a la semilla.

La inmersión de la semilla en la suspensión agua/goma: 3/1, el drenaje del exceso de la suspensión, el espolvoreo del óxido de zinc sobre las semillas "engomadas" procurando que estas queden igualmente recubiertas y el secado al sol de las semillas así tratadas, constituyen el conjunto de pasos seguidos en la operación mecánica del proceso. Algunos agregados de semillas resultantes del proceso, fácilmente se disgregan al terminar el secado. Una pequeña cantidad de óxido de zinc queda en las paredes de los recipientes usados en el proceso; esto constituye pérdidas. En conjunto estas pérdidas representan un 5% de la cantidad inicial del óxido de zinc.

Siguiendo este proceso se consiguió incorporar distintas cantidades de óxido de zinc a la semilla, cantidades del orden de 32 kg de Zn en 100 kg de semilla. Cantidades mayores conducen a algunas pérdidas apreciables del ZnO.

Pruebas de germinación se llevaron a cabo hasta 100 días después del tratamiento de las semillas. En ningún caso se observó efecto negativo sobre la germinación o sobre el desarrollo de las plántu
las de arroz.

4.1 Evaluación del método "Zinc a la semilla"

Un experimento de campo fue llevado a cabo para evaluar la eficiencia de este método. Se estudiaron los métodos de aplicación; zinc incorporado al suelo en pre-siembra y zinc pegado a la semilla, y se usaron tres niveles de zinc: 5, 10 y 20 kg de Zn/ha, más un tratamiento testigo absoluto. El diseño experimental fue parcelas divididas con tres repeticiones. Se sembró la variedad CICA 4 a una densidad de 100 kg de semilla/ha. Se efectuaron dos aplicaciones de nitrógeno, cada una de 100 kg N/ha, en forma de urea, a los 28 y 60 días. El con
tenido de zinc del suelo (0-10 cm) en donde se realizó el trabajo fue de 2.03 ppm (extracción con EDTA) y de 1.19 ppm (extracción con HCl + H₂SO₄). El pH del suelo fue de 7.8.

De acuerdo a los resultados que se presentan en la Tabla 3 y la Figura 3, la nueva alternativa "pegando el zinc a la semilla" para solucionar el problema de deficiencia de zinc, supera hasta el nivel de 10 kg de Zn/ha, al método de incorporación del zinc al suelo, en presembrado. Esta mayor eficiencia puede ser aplicada por factores tales como, una mayor uniformidad en la aplicación especialmente tratándose de cantidades tan bajas y por lo mismo difíciles de aplicar uniformemente, y una posible mejor colocación de zinc, en inmediato contacto con las primeras raíces.

La alternativa considerada abre una excelente posibilidad para la solución de los problemas de deficiencia de zinc, no solo en el arroz sino en otras especies de plantas, cuyas semillas posean características similares a las del arroz.

TABLA 3.- Comparación entre dos métodos de aplicación de zinc en la variedad CICA 4.

Kg Zn/ha	Rendimiento kg/ha (1)	
	Zinc incorporado al suelo, presiembra	Zinc pegado a la semilla
5	9011	9337
10	9298	9644
20	9587	9074
Testigo absoluto:	8610	

(1) Promedio de tres replicaciones. Arroz en cáscara al 14% de humedad.

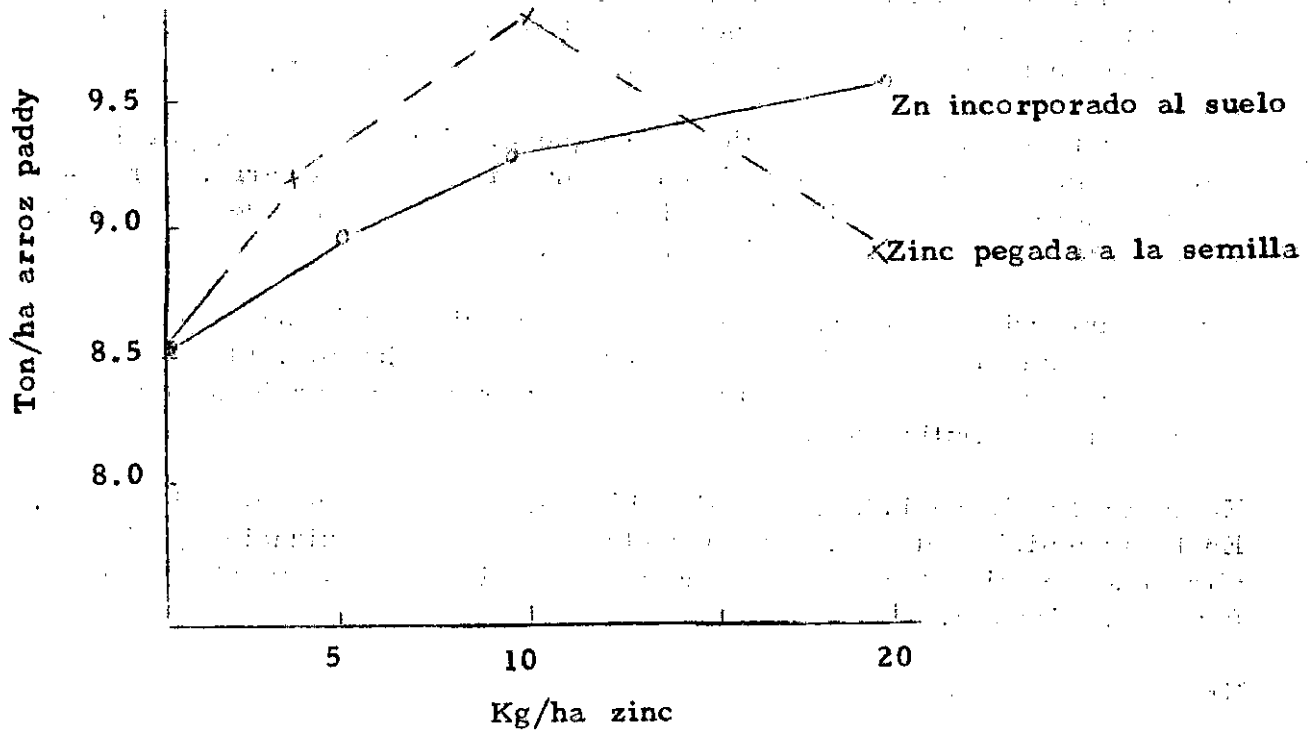


FIGURA 3. - Comparación entre dos métodos de aplicación de zinc.