

Evaluación de biofortificación con zinc en maíz dulce (*Zea mays* L.), variedad ADV

9139 en campo para establecer la dosis adecuada

Alban Esquivel, Alvaro Alexander

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal Mgtr.

21 agosto del 2023



INTRODUCCIÓN

MAÍZ DULCE



1820

*Zea mays ssp
saccharata*

1924

Híbrido
Redgreen

1947

75%

- Alimento para humanos
- Alimento para animales
- Etanol
- Producción de azúcar



ADV 9139

- Mayor cantidad de azúcares
- 160 días cosecha
- Stay Green (Caña verde y viva hasta la cosecha)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la biofortificación con Zn en maíz dulce (*Zea mays L.*), variedad ADV 9139 en campo para la obtención de la dosis adecuada en las plantas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de tres métodos de aplicación de Zn sobre las variables agronómicas y fisiológicas en plantas de maíz dulce (*Zea mays L.*), variedad ADV 9139 en campo.
- Analizar el efecto del Sulfato de Zn sobre las variables agronómicas y fisiológicas en plantas de maíz dulce en campo de la variedad ADV 9139.

HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa H_1 : Los métodos de biofortificación solos o combinados afectan en la concentración de zinc en la planta y mantiene los factores agronómicos del cultivo en comparación con el manejo convencional del mismo.

Hipótesis Nula H_0 : Los métodos de biofortificación solos o combinados no afectan en la concentración de zinc en la planta y mantiene los factores agronómicos del cultivo en comparación con el manejo convencional del mismo.

MARCO TEÓRICO

BIOFORTIFICACIÓN

Mejorar la calidad de los micronutrientes de la parte comestible

Elementos minerales no están disponibles o no se trasladan fácilmente a los tejidos comestibles

Mecanismo de fertilización edáfico y foliar



MARCO TEÓRICO

ZINC

Principales funciones dentro de la planta

- Fotosíntesis
- Hormonal
- Síntesis de proteínas

Necesario en pequeñas dosis, pero crucial para el desarrollo de las plantas



METODOLOGÍA

Ubicación del lugar de la investigación



Carrera Agropecuaria IASA I

Invernadero Horticultura

Laboratorio de Suelos

Análisis de suelo previo al ensayo

DISEÑO EXPERIMENTAL

Tabla 1 Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T0	Testigo
T1	Aplicación foliar (30 mg de Zn x L ⁻¹ Sulfato de Zn)
T2	Aplicación foliar (40 mg de Zn x L ⁻¹ Sulfato de Zn)
T3	Aplicación edáfica (60 mg de Zn x L ⁻¹ Sulfato de Zn)
T4	Aplicación edáfica (80 mg de Zn x L ⁻¹ Sulfato de Zn)
T5	Aplicación combinada (30 mg Foliar - 60 mg edáfica de Zn x L ⁻¹ Sulfato de Zn)
T6	Aplicación combinada (40 mg Foliar - 80 mg edáfica de Zn x L ⁻¹ Sulfato de Zn)

Modelo matemático

Diseño Completamente al Azar (DCA)

$$Y_{ij} = \mu + M_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : altura de la planta y número de hojas, ppm de Zn

μ : media general

M_i : efecto del i -ésimo método de aplicación

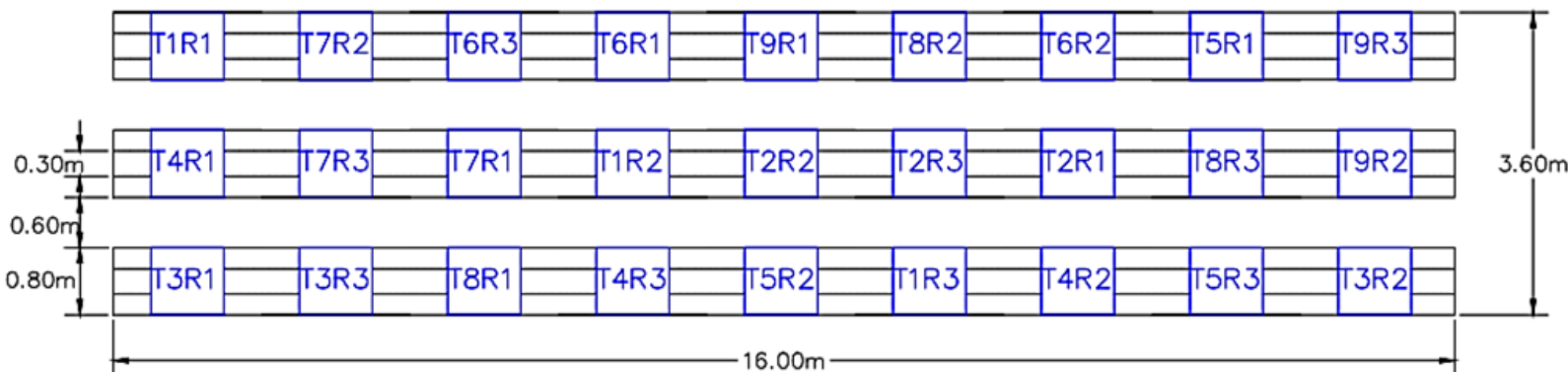
e_{ij} : error experimental

ANOVA

Prueba de comparación de medias de Tukey

Nivel de confianza del 95%

Disposición de las unidades experimentales



METODOLOGÍA

Variables Agronómicas

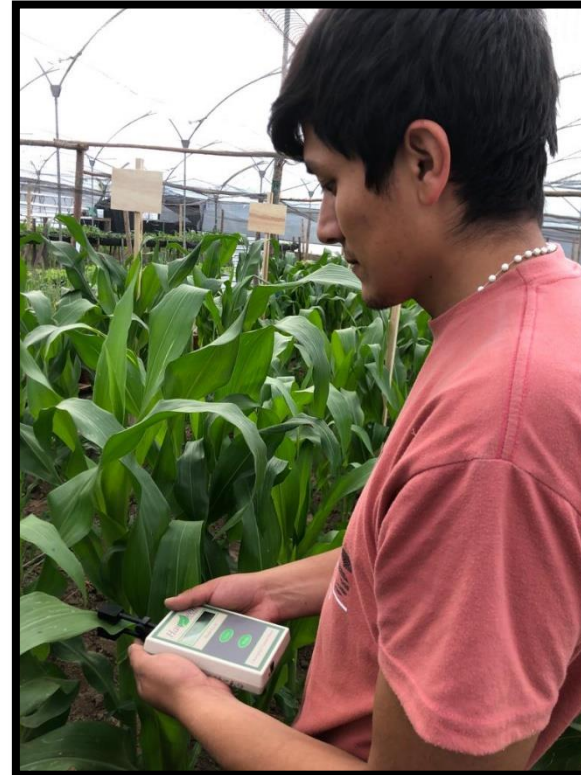
Altura



Diámetro



Clorofila



Longitud Raíz



METODOLOGÍA

Variables Fisiológicas



Materia Seca

Clorofila

$$\text{Clorofila A } (\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) = 12,25 * A_{663} - 2,78 * A_{645}$$

$$\text{Clorofila B } (\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) = 21,50 * A_{645} - 5,10 * A_{663}$$



Contenido de Zinc

METODOLOGÍA

Parámetro analizado	Unidad	Resultado	Interpretación - INIAP Santa Catalina
pH	7,53	---	Ligeramente Alcalino
N	142	Ppm	Alto
P	248,9	Ppm	Alto
S	7,30	Ppm	Bajo
B	0,44	Ppm	Bajo
K	0,36	Ppm	Medio
Ca	18,22	Ppm	Alto
Mg	4,03	Ppm	Alto
Zn	6,7	Ppm	Medio
Cu	9,0	Ppm	Alto
Fe	353	Ppm	Alto
Mn	9,06	Ppm	Medio

Nota. pH en agua (1:2,5); S, B = Fosfato de Calcio; P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn= Olsen Modificado; C.E.= Pasta Saturada; M.O.= Dicromato de Potasio; Al+H= Titulación NaOH. Resultados de laboratorio INIAP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la Planta

Dosis (mg.L ⁻¹)	Método de aplicación	Altura planta (cm)	
0	Testigo	222,76±15,47	ab
30	Foliar	219,33±8,31	ab
40	Foliar	205,73±15,90	b
60	Edáfica	221,60±9.74	ab
80	Edáfica	248,00±12,21	a
30+60	Combinada	222,40±12,63	ab
40+80	Combinada	230,07±8,17	ab

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0381$) entre el T4 (Aplicación edáfica (80 mg de Zn x L⁻¹) y los demás tratamientos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clorofila Total

Dosis (mg.L ⁻¹)	Método de aplicación	Clorofila a		Clorofila b		Media ± DE	
0	Testigo	25,01±0,75	a	33,37±3,48	b	50,48±2,87	b
30	Foliar	24,93±0,25	a	33,04±0,12	a	57,97±0,16	a
40	Foliar	25,93±0,15	a	23,12±0,11	b	51,59±0,16	b
60	Edáfico	26,00±0,32	a	24,01±0,08	b	49,04±0,05	b
80	Edáfico	26,06±0,26	a	24,29±0,15	b	50,35±0,11	b
30+60	Combinado	25,75±0,31	a	25,84±0,21	b	51,76±0,27	b
40+80	Combinado	25,82±0,51	a	25,94±0,24	b	50,00±0,23	b

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre el T1 (Aplicación foliar (30 mg de Zn x L⁻¹) y los demás tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia Seca

Dosis (mg.L ⁻¹)	Método de aplicación	Materia Seca (g.kg ⁻¹)
0	Testigo	261,12±20,59 c
30	Foliar	316,11±1,03 ab
40	Foliar	262,35±1,34 c
60	Edáfico	291,88±1,25 bc
80	Edáfico	293,65±0,97 bc
30+60	Combinado	264,69±0,91 c
40+80	Combinado	346,72±1,08 a

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre el T6 (Aplicación combinada (40 mg Foliar - 80 mg edáfica de Zn x L⁻¹ Sulfato de Zn) y los demás tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

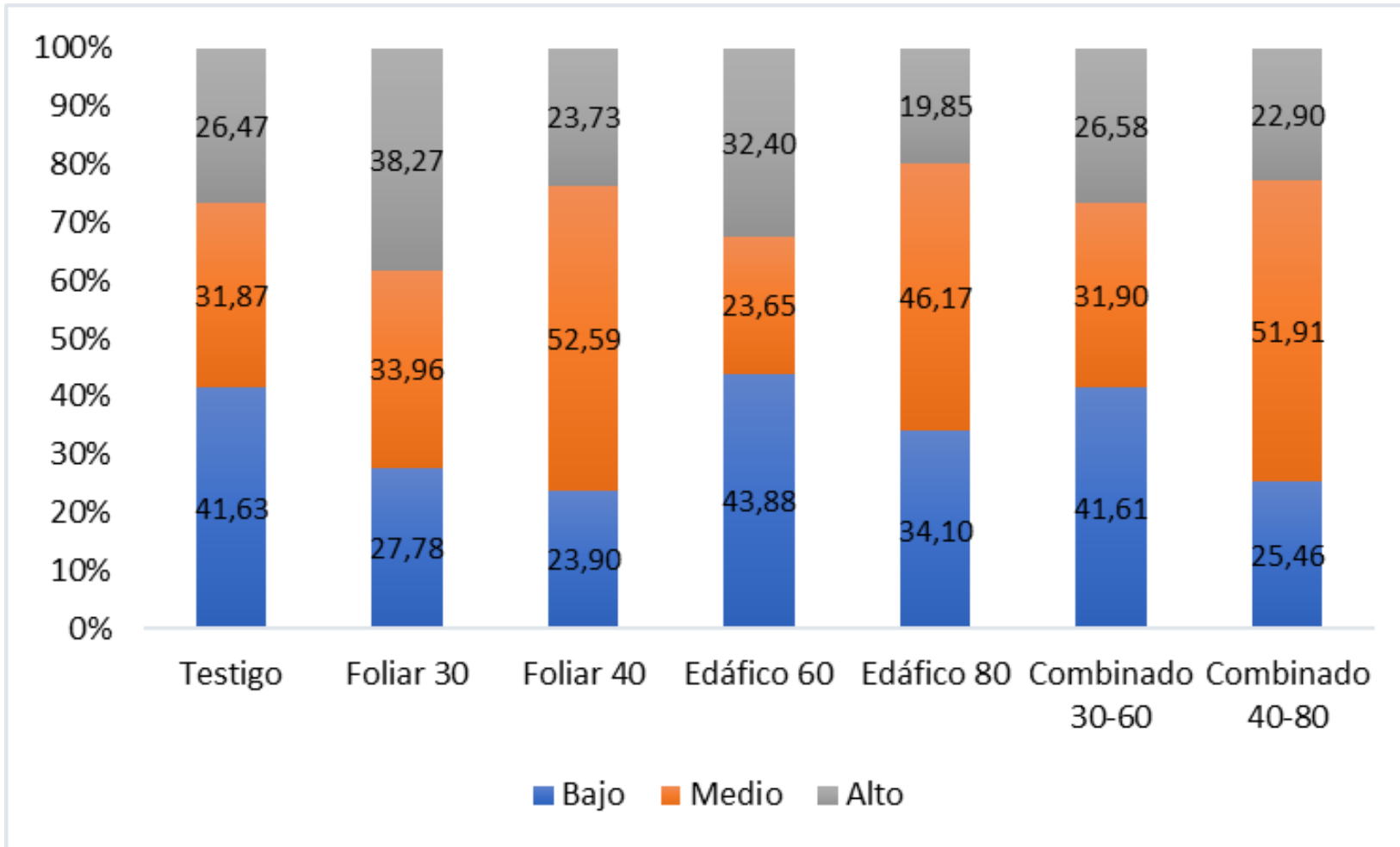
Contenido de Zinc

Dosis (mg.L ⁻¹)	Método de aplicación	Alto		Medio		Bajo		Total	
		Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra
0	Testigo	19,04±7,78	b	22,93±3,29	bc	29,95±10,69	a	71,92±11,42	ab
30	Foliar	32,43±0,38	a	28,78±0,14	a	23,54±0,18	ab	84,74±0,68	a
40	Foliar	12,36±0,43	b	27,39±0,40	ab	12,45±0,49	b	52,20±1,03	c
60	Edáfico	12,00±0,18	b	8,76±0,46	e	16,25±0,50	ab	37,00±0,89	c
80	Edáfico	8,67±0,29	b	20,16±0,44	cd	14,89±0,51	ab	43,72±1,20	c
30+60	Combinado	13,99±0,53	b	16,79±0,37	d	21,90±0,16	ab	52,67±0,88	c
40+80	Combinado	12,38±0,14	b	28,06±0,15	ab	13,76±0,50	ab	54,20±0,79	bc
	Promedio	16,55±8,01	b	22,08±6,35	a	21,40±9,22	ab		

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre el T1 (Aplicación foliar (30 mg de Zn x L⁻¹) y los demás tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de Zinc



Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre el T1 (Aplicación foliar (30 mg de Zn x L⁻¹) y los demás tratamientos.

CONCLUSIONES

1 Analizando los resultados obtenidos en el presente trabajo, se evidencia que plantas de maíz dulce variedad ADV 9139 al ser tratadas mediante método de aplicación foliar alcanzan mejores resultados en contraste a los métodos de aplicación edáfico y combinado.

2 Plantas de maíz dulce Variedad ADV 9139 al ser tratadas con zinc en dosis de 30 a 40 mg.L⁻¹, muestra mejores resultados en cuanto a valores agronómicos (altura, clorofila total, materia seca, contenido de zinc en la planta) con respecto a plantas testigo.

RECOMENDACIONES

1

Se recomienda para tratamientos de biofortificación con zinc en plantas de maíz dulce, realizarlo mediante el método de aplicación foliar con una dosis de 30 (mg.L⁻¹) a 40 (mg.L⁻¹) de zinc.

Realizar estudios enfocados a la biofortificación en campo con zinc en variedades mejoradas, se presume que este microelemento no esté en concentraciones recomendadas en la nutrición humana, teniendo en cuenta que estos estudios culminen con el análisis de zinc en el grano proveniente de la planta.

2

3

Previamente a la implementación de un cultivo que va a ser biofortificado con uno o más microelementos, realizar un análisis de suelo completo, para según eso determinar el tipo de manejo y dosis a aplicarse.

AGRADECIMIENTOS





*Gracias por su
atención*



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA