

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

“EFECTOS DEL GLIFOSATO SOBRE EL DESARROLLO, NUTRICIÓN Y
SANIDAD DEL SISTEMA RADICULAR DE PLANTULAS DE BANANO, BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO”

WILLIAN DANIEL CELI CELI

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACION PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO.

SANTO DOMINGO – ECUADOR

2008

“EFECTOS DEL GLIFOSATO SOBRE EL DESARROLLO, NUTRICIÓN Y
SANIDAD DEL SISTEMA RADICULAR DE PLANTULAS DE BANANO, BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO”

WILLIAN DANIEL CELI CELI

REVISADO Y APROBADO

MAYO. ESP. RENÉ E. GONZÁLEZ V.
**DIRECTOR DE CARRERA DE ING. CC. AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS**

Ing. FREDDY ENRÍQUEZ

DIRECTOR

Ing. MARCELO PATIÑO

CODIRECTOR

Ing. VINICIO UDAY

BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL (EN
MEDIO MAGNETICO) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES.

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

“EFECTOS DEL GLIFOSATO SOBRE EL DESARROLLO, NUTRICIÓN Y
SANIDAD DEL SISTEMA RADICULAR DE PLANTULAS DE BANANO, BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO”

WILLIAN DANIEL CELI CELI

REVISADO Y APROBADO

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACION	FECHA
Ing. FREDDY ENRÍQUEZ DIRECTOR	_____	_____
Ing. MARCELO PATIÑO. CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA
UNIDAD.

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

DEDICATORIA

Al culminar una importante etapa de mi vida dedico el fruto de mi esfuerzo y dedicación, reflejado en esta tesis, a Dios por darme la vida, una familia, salud y oportunidades, a mis padres William y Rosa, por el esfuerzo y apoyo entregado a sus hijos por lograr que sean personas de bien con valores y con un futuro prometedor. A mis hermanas Jessica y Lisseth por brindarme su amistad y contagiarme de alegría.

A G R A D E C I M I E N T O

Expreso mis sinceros agradecimientos a las instituciones y personas que fueron claves para el desarrollo de esta tesis.

A la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo, por los conocimientos entregados.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Tropical Pichilingue, por brindarme apoyo y permitirme el desarrollo de mi tesis en sus instalaciones.

Al International Plant Nutrition Institute (IPNI), con su Director para el Norte de Latino América, Dr. José Espinosa, por el apoyo económico e intelectual.

Al Ing. M.Sc. Francisco Mite, Director Técnico de Área del INIAP - Pichilingue, por apoyar en la realización del trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Manuel Carrillo, Técnico del Dpto. de Suelos y Aguas del INIAP - Pichilingue, un agradecimiento especial por su guía, enseñanzas y consejos.

A los Ing. Freddy Enríquez y Marcelo Patiño, Director y Codirector de Tesis, por su apoyo y consejos en este trabajo.

A los Ing. Wuellins Durango y Braulio Lahuathe, Técnicos del Dpto. de Suelos y Aguas del INIAP, por su amistad y guía en este trabajo.

A los colaboradores del laboratorio y campo del Dpto. de Suelos y Aguas del INIAP – Pichilingue

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. BOTÁNICA.....	5
2.1.1. Clasificación Científica.....	5
2.1.2. Rizoma o Bulbo (Cepa).....	5
2.1.3. Sistema Radicular.....	6
2.1.4. Sistema Foliar.....	6
2.1.5. Inflorescencia.....	6
2.1.6. Fruto.....	6
2.2. MALEZAS.....	7
2.2.1. Efecto de las Malezas.....	7
2.2.2. Manejo de Malezas.....	8
2.3. EL GLIFOSATO.....	9
2.3.1. Estructura Química.....	9
2.3.2. El Glifosato en el Suelo.....	10
2.3.3. El Glifosato en la Planta.....	13
2.3.4. Efectos del Glifosato en los Cultivos.....	14
2.4. NEMATODOS (<i>Radopholus similis</i>).....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	17
3.1.1. Características del Invernadero.....	17
3.1.2. Características de las Hdas. Bananeras.....	17
3.2. MATERIALES.....	18
3.3. METODOS.....	19
3.3.1. Factores en Estudio.....	19
3.3.2. Tratamientos.....	19
3.3.3. Aplicación de los Tratamientos.....	20

3.3.4.	Procedimientos.....	22
3.3.5.	Datos Evaluados.....	25
3.3.6.	Manejo General del Experimento	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1.	RESULTADOS DE PLÁNTULAS DE BANANO SEMBRADAS EN SUELO DE LA HDA. SANDRITA (PATRICIA PILAR).	33
4.1.1.	Variables de Crecimiento de la Planta.	33
4.1.2	Análisis Sanitario de Raíces.....	42
4.1.2.	Contenidos Nutricionales en la parte Vegetativa.	45
4.1.3.	Contenidos Nutricionales en Raíces.....	58
4.2.	RESULTADOS DE PLÁNTULAS DE BANANO SEMBRADAS EN SUELO DE LA HDA. SAN JOSÉ (BABAHOYO).....	70
4.2.1.	Variables de Crecimiento de la Planta.	70
4.2.2.	Análisis Sanitario de Raíces.....	80
4.2.3.	Contenidos Nutricionales de la Parte Aérea.....	84
4.2.4.	Contenidos Nutricionales de las Raíces.	102
4.3.	CORRELACIONES.....	115
4.3.1.	Correlaciones entre el Factor Glifosato y las Variables Evaluadas en las Plantas de Banano Sembradas en Suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar). 116	
4.3.2.	Correlaciones entre el Factor Glifosato y las Variables Evaluadas en las Plantas de Banano Sembradas en Suelo de la Hda. San José (Babahoyo).....	119
V.	CONCLUSIONES.....	124
VI.	RECOMENDACIONES.....	125
VII.	RESUMEN.....	126
VIII.	SUMMARY.....	128
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	130
X.	ANEXOS.....	136

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	Pag.
Cuadro 1.	Tratamientos y sus combinaciones de factores, a ser evaluados en el trabajo de investigación..... 20
Cuadro 2.	Análisis de varianza 24
Cuadro 3.	Composición química del fertilizante Yara mila Complex..... 31
Cuadro 4.	Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional de la parte vegetativa de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008. 46
Cuadro 5.	Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional en raíces de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008. 58
Cuadro 6.	Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional en la parte vegetativa de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008. 84
Cuadro 7.	Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional en raíces de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008. 102
Cuadro 8.	Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y las variables de crecimiento para las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008. 116
Cuadro 9.	Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008. 117
Cuadro 10.	Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las raíces de banano, sembrado en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008..... 118

Cuadro 11.	Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y las variables de crecimiento para las plantas de banano, sembrado en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	119
Cuadro 12.	Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	120
Cuadro 13.	Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las raíces de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		Pag.
Figura 1.	Estructura de la molécula química del glifosato y sus principales metabolitos y/o productos de degradación, tomado de (Liu et al. 1991, citado por Solomon K, et al. 2005).	9
Figura 2.	Esquema de la parcela neta.	23
Figura 3.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre la altura de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	34
Figura 4.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el área foliar de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	35
Figura 5.	Efecto del glifosato sobre el diámetro foliar de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	36
Figura 6.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el diámetro de pseudotallo, de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	37
Figura 7.	Efecto de las dosis de glifosato sobre el peso fresco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	38
Figura 8.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso seco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	40
Figura 9.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso fresco de la parte vegetativa de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	41
Figura 10.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso de raíces sanas de plantas de banano, sembradas en	

	suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	42
Figura 11.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso de raíces dañadas por nematodos en plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	44
Figura 12.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos sobre el número de <i>R. similis</i> en 100 g de raíz de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	45
Figura 13.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de N en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	47
Figura 14.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de P en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	48
Figura 15.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de K en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	49
Figura 16.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Ca en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	50
Figura 17.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mg en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	51
Figura 18.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de S en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	52
Figura 19.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Zn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	53

Figura 20.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Cu en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	54
Figura 21.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Fe en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	55
Figura 22.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	56
Figura 23.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de B en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	57
Figura 24.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de N en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	59
Figura 25.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de P en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	60
Figura 26.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de K en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	61
Figura 27.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Ca en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	62
Figura 28.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mg en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	63
Figura 29.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de S en las raíces de plantas de banano,	

	sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	64
Figura 30.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Zn en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	65
Figura 31.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Cu en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	66
Figura 32.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Fe en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	67
Figura 33.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mn en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	68
Figura 34.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de B en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	69
Figura 35.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre la altura de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	71
Figura 36.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el área foliar de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	72
Figura 37.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el diámetro foliar o corona, de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	73
Figura 38.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el diámetro de pseudotallo, de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	75

Figura 39.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso fresco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	76
Figura 40.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso seco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	77
Figura 41.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso fresco de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	78
Figura 42.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso seco de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	79
Figura 43.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso de raíces sanas (no afectadas por nematodos) en plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	81
Figura 44.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el peso de raíces afectadas por nematodos en plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	82
Figura 45.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el número de <i>R. similis</i> en 100 g de raíz de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	83
Figura 46.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de N en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	90
Figura 47.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de P en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	91
Figura 48.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de K en la parte aérea de las plantas de banano,	

	sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	92
Figura 49.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Ca en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	93
Figura 50.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mg en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	95
Figura 51.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de S en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	96
Figura 52.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Zn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	97
Figura 53.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Cu en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	98
Figura 54.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Fe en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	99
Figura 55.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	100
Figura 56.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de B en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	101
Figura 57.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de N en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	103

Figura 58.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de P en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	104
Figura 59.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de K en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	105
Figura 60.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Ca en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	106
Figura 61.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mg en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	107
Figura 62.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de S en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	109
Figura 63.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Zn en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	110
Figura 64.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Cu en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	111
Figura 65.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Fe en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	112
Figura 66.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de Mn en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.	114
Figura 67.	Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos <i>R. similis</i> sobre el contenido de B en la parte radicular de las plantas de	

banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo
condiciones de invernadero. EETP 2008. 115

I. INTRODUCCIÓN

Ecuador es líder por más de cuatro décadas en el ámbito bananero internacional. El banano ecuatoriano es fundamental en el comercio mundial, no sólo es el primer exportador de esta fruta desde 1952, sino también es el segundo mayor productor, además, goza de condiciones climáticas excepcionales, las que junto a la riqueza de su suelo, han permitido que el país se convierta en un productor agrícola de excelente calidad (CORPEI, 2006).

Para el año 2005 el país contaba con 209 027 ha, con una producción de 5 877 830 TM y un rendimiento de 28,12 TM ha⁻¹ año⁻¹. La provincia de los Ríos es la más extensa en área bananera en el Ecuador, donde existen aproximadamente 44 994 ha de banano (MAG, 2006).

Entre los factores bióticos que afectan la producción del cultivo, están la sigatoka negra, nematodos, malezas, además de otras plagas y enfermedades de baja incidencia. Las malezas en una plantación de banano, afectan adversamente al cultivo, a través de la competencia por factores como nutrientes, agua, CO₂ y luminosidad, esenciales para el desarrollo normal del cultivo (Ordeñana, 1992). El control de las plantas de cobertura se realiza principalmente mediante métodos químicos, sin importar el grado de infestación, que los suelos queden descubiertos y susceptibles a la erosión (Acosta y Agüero, 2002).

El glifosato es el herbicida más utilizado en el mundo. Su modo de acción inhibe la producción de compuestos ácidos que le sirven a la planta en la protección contra plagas y enfermedades, además bloquea la producción de proteínas, inhibe la síntesis del ácido indolacético hormona involucrada en el crecimiento celular, la clorofila y las proteínas. Como resultado, se presenta un lento proceso de muerte de la planta, que se inicia con una suspensión del crecimiento, seguida de clorosis y finalmente necrosis de los tejidos (Groot y Ortíz, 2005).

Algunas publicaciones describen el aumento de enfermedades radiculares asociadas al uso del glifosato, (James, 2004; citado por Yamada y Stipp, 2007) mencionan que es de interés del sector agrícola y de la sociedad en general conocer los efectos del glifosato en las enfermedades de las plantas, para que alertados por el problema se minimice su uso.

El glifosato es el herbicida más utilizado por los agricultores para el control de malezas. No se tiene conciencia o se desconoce por parte del agricultor, los efectos nocivos que puede tener en el funcionamiento del sistema suelo-planta de cultivo, especialmente en la nutrición (Malavolta y Ferreira 2007; Yamada y Stipp, 2007), 2007).

Las dosis de glifosato usadas para el control de malezas, fluctúan entre 1 y 2 L ha⁻¹ comunes en aspersiones terrestres y hasta 10,4 L ha⁻¹ en fumigaciones aéreas para la erradicación de la coca en Colombia (Groot y Ortíz, 2005).

El uso de glifosato para el control de malezas afecta a la producción de fitoalexinas, aminoácidos y vitaminas en la planta (Yamada y Stipp, 2007), estos efectos además se pueden observar usando dosis subletales de glifosato, que generalmente se da por la deriva del mismo, en el momento de la aplicación a las malezas (Yamada y Stipp, 2007; Duke, *et al.* 2006).

La mayoría de agricultores bananeros en Ecuador utilizan aspersiones con glifosato para controlar las coberturas vegetales (control químico), que reemplaza al control mecánico, por ser un método eficaz y de menor costo, pero se ignora los efectos que puede causar a la fertilidad del suelo, la nutrición de la planta, resistencia a insectos, enfermedades y el desarrollo de la planta, influyendo directamente en la productividad del cultivo.

Este trabajo pretendió conocer el efecto que tiene el manejo de la cobertura vegetal o malezas, con glifosato, en la nutrición y desarrollo de plantas de banano bajo invernadero, los resultados servirán de guía para investigaciones futuras en el campo.

Fundamentado con estos antecedentes se realizó esta investigación tomando en cuenta los siguientes objetivos.

General.

Evaluar los efectos del glifosato sobre el desarrollo, nutrición y sanidad del sistema radicular de plántulas de banano, bajo condiciones de invernadero

Específicos.

- Evaluar los efectos de diferentes dosis de glifosato, sobre la nutrición de la planta.
- Determinar los efectos del uso de glifosato sobre el desarrollo de plántulas de banano.
- Evaluar el estado sanitario de las raíces.

Las hipótesis planteadas para esta investigación se describen a continuación.

Ho: El manejo de las coberturas vegetales, en invernadero, usando glifosato en plántulas de banano, no afecta la nutrición, sanidad de las raíces y desarrollo de plántulas de banano.

H1: El manejo de las coberturas vegetales, en invernadero, usando glifosato en plántulas de banano, afecta la nutrición, sanidad de las raíces y desarrollo de las plántulas de banano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BOTÁNICA.

El banano es una planta herbácea con pseudotallos aéreos que se originan de cormos carnosos en los cuales se desarrollan varias yemas laterales o hijos. Las hojas tienen una distribución helicoidal y las bases foliares circundan el tallo o cormo, dando origen al pseudotallo. La inflorescencia es terminal y crece a través del centro del pseudotallo hasta alcanzar la superficie (Soto, 1990)

2.1.1. Clasificación Científica.

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Zingiberales*

Familia: *Musaceae*

Género: *Musa*

Especie: *paradisiaca* (Wikipedia, 2007).

2.1.2. Rizoma o Bulbo (Cepa).

Es el elemento perenne, superficial o subterráneo, que posee meristemas a partir de los cuales brotan vástagos o chupones (Wikipedia, 2007), produce una yema vegetativa que sale de la planta madre y sufre un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma que alcanza una considerable altura. Cada planta nace en forma de brote y crece en la base de la planta madre o tallo principal (Núñez, 1989).

2.1.3. Sistema Radicular.

Posee raíces superficiales, se distribuyen en una capa de 30 a 40 cm y se encuentra mayor concentración de raíces en la capa de 15 a 20 cm las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y se vuelven amarillentas y duras, su diámetro oscila entre 5 y 8 mm, la longitud varía y puede llegar de 2,5 a 3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m de profundidad (Núñez, 1989).

2.1.4. Sistema Foliar.

Las hojas se originan del punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del Bulbo. Luego se nota la formación del pecíolo y la nervadura central, lo que será la vaina posteriormente. La hoja se forma en el interior del pseudotallo (Núñez, 1989). Cada planta tiene normalmente entre cinco y quince hojas, siendo diez el mínimo para considerarla madura (Wikipedia, 2007).

2.1.5. Inflorescencia

Nace directamente a partir del rizoma una inflorescencia enorme en forma de capullo púrpura, con el pedúnculo y el raquis glabro, que emerge del centro del pseudotallo. Al abrirse, revela una estructura en forma de espiga, sobre cuyo tallo axial se disponen en espiral hileras dobles de flores, agrupadas en racimos de 10 a 20 que están protegidos por brácteas gruesas y carnosas de color purpúreo (Wikipedia, 2007).

2.1.6. Fruto

El fruto es una falsa baya de siete a treinta cm de largo y hasta cinco de diámetro, que forma un racimo compacto. Es de forma lineal o falcada, entre cilíndrica y marcadamente angulosa según la variedad. Tarda entre 80 y 180 días en desarrollarse por completo (Wikipedia, 2007).

2.2. MALEZAS

2.2.1. Efecto de las Malezas

Las malezas constituyen uno de los factores limitantes más significativos en la obtención de altos rendimientos en el cultivo de musáceas por lo que es necesario aplicar todos los métodos de control de malezas posibles, (preventivos, mecánico y químico) (Rodríguez, 1987).

Las malezas que infestan a los cultivos representan uno de los principales problemas, las pérdidas globales que ocasionan a la agricultura (42 %) son mayores que las ocasionadas por insectos (28 %), enfermedades (27 %) y nematodos (3 %) (Tamayo, 1990; citado por Cerda, *et al.* 1999).

En el cultivo de Musáceas, las malezas pueden afectar hasta un 60 % de pérdidas en producción. El 33 % de los costos directos de operación en el cultivo del plátano corresponden al control de las malezas (Sosa y Medrado, 1997).

En Ecuador estudios sobre competencia de malezas en cultivos tropicales mostraron pérdidas del 17-54 % del rendimiento y la presencia de malezas solo en estados iniciales de los cultivos pueden disminuir la producción en un 8-81 % (Ordeñana, 1992).

Las malezas afectan adversamente en las plantaciones comerciales de banano a través de la competencia de nutrientes y agua, como consecuencia existe una reducción en el área foliar (Robinson y Singk, 1973; citados por Acosta y Agüero, 2002).

Varios autores opinan que la competencia más seria ocurre en la etapa más temprana del cultivo, particularmente durante los primeros tres meses de crecimiento (Chambers, 1970; Seeyave y Phillips, 1970; citados por Acosta y Agüero, 2002).

2.2.2. Manejo de Malezas

El control de las hierbas que afectan al banano puede ser realizado a través de medios mecánicos o agronómicos, en el primer caso se la realiza a través del machete o guadaña, a través de los medios agronómicos se trata de reducir al mínimo el desarrollo de las malas hierbas, en este sentido se realiza una cama de hojas sobre el suelo y los residuos de la vegetación, se los deja sobre el terreno. La utilización de productos químicos, mediante herbicidas selectivos que eliminan las malezas, respetando el banano y herbicidas totales que producen el secamiento de las partes verdes de las plantas con las cuales entran en contacto, matando y provocando daños al banano cuando son mal utilizados (Cardarelli, 1999).

Empleando formulados de 360 i.a. L⁻¹ de glifosato se aplica en áreas agrícolas 1,5-3,0 L ha⁻¹ o soluciones al 1,0-2,0 % regulando la dosis según el tipo y edad de las malezas, en áreas no agrícolas y sobre malezas perennes o leñosas, 4-6 L ha⁻¹ (Ordeñana, 1994).

Para la erradicación de los cultivos ilícitos en el plan Colombia, se usó 10,4 L ha⁻¹ de glifosato, en fumigaciones aéreas para la erradicación de la coca (Groot y Ortíz, 2005).

El glifosato inhibe la vía metabólica del ácido chiquímico, fundamental para la producción de aminoácidos aromáticos, así como de compuestos secundarios que a su vez son importantes para la protección de las plantas de las enfermedades, dosis subletales de glifosato causan una disminución de los niveles de fitoalexinas y consecuentemente predisponen a las plantas a enfermedades (Duke *et al.* 2006).

Venegas y Ordeñana (1983), mencionan que el control de malezas a base de herbicidas reporta plantas de banano con desarrollo normal y altos rendimientos, y no detectaron diferencias entre deshierbas químicas y mecánicas en cuanto a número de

hojas, además determinaron que el mejor control de malas hierbas se dio con una dosis de 2 L ha⁻¹ de glifosato.

Estudios realizados por Acosta y Agüero (2002), mostraron estrategias de control de la flora vascular, entre ellas encontraron que los controles de malezas con glifosato cada dos meses, en cultivo de banano establecido de 10 años, dan rendimientos mayores y estadísticamente significativos comparado con chapas de la maleza mensualmente.

2.3. EL GLIFOSATO

2.3.1. Estructura Química

El glifosato es un ácido orgánico débil, soluble en agua, que está formado por una fracción de glicina y un radical aminofosfato (Figura 1). Su nombre químico es sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina o (IPA). Es un herbicida sistémico afecta todos los órganos de la planta, no selectivo y de amplio espectro, que se aplica sobre el follaje en la etapa de postemergencia, el glifosato pertenece a la familia de las glicinas (Groot y Ortíz, 2005; Solomon, *et al.* 2005).

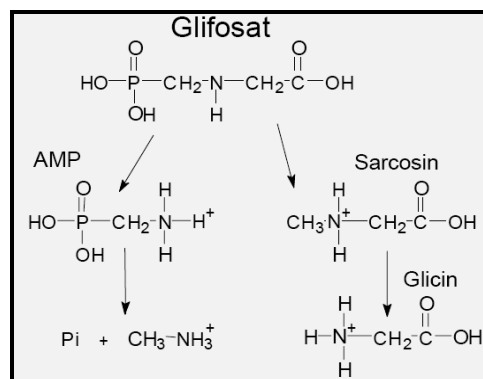


Figura 1. Estructura de la molécula química del glifosato y sus principales metabolitos y/o productos de degradación, tomado de (Liu *et al.* 1991, citado por Solomon K, *et al.* 2005).

2.3.2. El Glifosato en el Suelo

Las moléculas de herbicidas son orgánicas y actúan directamente sobre la superficie del suelo y con el agua, teniendo mayor afinidad con el fragmento orgánico del suelo. La molécula del glifosato es una excepción, porque posee alta solubilidad en el agua y debido a su alta especificidad, principalmente, debido a los grupos carboxílico y fosfónico, presenta alta adsorción sobre la superficie del suelo, prefiriendo el fragmento mineral y los óxidos de Fe y Al y también a la materia orgánica del suelo, de esta forma compite con los sitios de adsorción con el fósforo por ser una molécula que es muy retenida en el suelo. Considerando que la materia orgánica es la principal fracción de suelo responsable para la retención de moléculas orgánicas de la mayoría de los herbicidas, el sitio de adsorción es mucho mayor en los primeros 20 cm de suelo, donde existe mayor cantidad de carbono (Yamada y Stipp, 2006).

La información sobre el movimiento y la persistencia del glifosato en suelos es variada. De acuerdo con la EPA y otras fuentes, el glifosato que llega al suelo es fuertemente adsorbido, aún en suelos con bajos contenidos de arcillas y materia orgánica por esto, aunque es altamente soluble en agua, se considera que es inmóvil o casi inmóvil, permaneciendo en las capas superiores del suelo, siendo poco propenso a la percolación y con bajo potencial de escorrentía, excepto cuando se absorbe a material coloidal o partículas suspendidas en el agua de escorrentía (Nivia, 2003).

Un estudio realizado por Morillo, Undabeytia y Maqueda (1997), citados por Bravo 1998) revela que la absorción del glifosato disminuye con la presencia de Cu, debido a la formación de complejos glifosato-Cu, este estudio concluye que para entender la relación entre el glifosato liberado y su movilidad en el suelo, es necesario tener en cuenta el tipo de suelos y los elementos presentes en el suelo capaces de formar complejos con el glifosato.

El glifosato se ioniza fácilmente y como anión, se adsorbe fuertemente a la materia orgánica en los suelos con pH normal por consiguiente, posee poca movilidad en

los suelos y es rápidamente removido del agua por la adsorción a los sedimentos y a las partículas de materia suspendidas (Solomon K, *et al.* 2005).

En el ambiente, el glifosato es ligeramente móvil en el suelo y soluble en agua, su disipación que varía de 3 a 174 días en campo y se da por la formación de complejos con iones de Ca^{2+} y Mg^{2+} , unión a sedimentos, fotodegradación en agua o degradación microbiológica; también, de manera limitada, puede ser degradado por las plantas (Groot y Ortíz, 2005).

La absorción del glifosato varía de acuerdo a los tipos de suelos. existe una menor absorción en suelos con bajos contenidos de Óxido de Hierro (Piccolo y Celano, 1994, citados por Bravo, SF), el contenido de minerales en la arcilla puede jugar también un papel importante.

El glifosato puede ser fácilmente desorbido en algunas clases de suelo, o sea que se puede soltar de las partículas pudiendo ser muy móvil en el ambiente del suelo (Dinham, 1998, citado por Nivia, 2003).

(Santos *et al.* 2007, citado por Yamada y Stipp 2007) estudiaron la exudación radicular de glifosato por *B. decumbens* y sus efectos en plantas de eucalipto, se encontró que en un suelo arenoso las concentraciones de glifosato en el eucalipto fueron mayores que en un suelo arcilloso, debido a que en este último suelo el glifosato fue mayormente retenido quedando no disponible para la planta

Yamada y Stipp (2006), mencionan que cantidades altas de Ca en el suelo pueden funcionar como antídoto de glifosato.

La materia orgánica presente en el suelo, compite con el glifosato por los sitios de absorción (Gerritse, *et al.* 1996, citado por Bravo, SF).

Algunas observaciones mencionan que el glifosato inhibe la absorción de micronutrientes como Mn, Fe y Zn, usando tasas de aplicación extremadamente bajas del 1% - 10% de las dosis recomendadas (Malavolta y Ferreira, 2007).

El glifosato es antagonista de la absorción, transporte y acumulación de Ca, Mg, Mn y Fe, posiblemente por la formación de compuestos con estos cationes (Yamada y Stipp, 2007).

El Mn puede ser indisponibilizado en el suelo a causa del efecto que tiene el glifosato sobre los microorganismos reductores de Mn y el aumento de microorganismos oxidantes que pueden elevar la deficiencia de Mn en la planta (Yamada y Stipp, 2006).

De acuerdo a los fabricantes del Roundup, el herbicida que cae al suelo es inactivado inmediatamente mediante una reacción química que ocurre con las arcillas, sin dejar residuos que puedan afectar las siembras posteriores, ni tampoco penetrar por las raíces de los cultivos ya establecidos, sin embargo investigadores afirman que el glifosato puede ser fácilmente desorbido en algunas clases de suelo, o sea que se puede soltar de las partículas y ser muy móvil en el ambiente del suelo, en un tipo de suelo, el 80 por ciento del glifosato adicionado se soltó en un periodo de dos horas (Cox, 1995, citado por Serrato, 2005).

El glifosato induce cambios en la comunidad microbiana de los suelos, pudiendo inhibir la asimilación de fósforo por las plantas e incrementar la vulnerabilidad de un cultivo a determinadas enfermedades, la bacteria *Bradyrhizobium japonicum*, que vive en simbiosis con la soja, formando nódulos en sus raíces y fijando nitrógeno en el suelo, es sensible al glifosato, debido a ello la fumigación de cultivos modificados genéticamente, con el herbicida se dificulta la asimilación del nitrógeno por las plantas (Forlani *et al.* 1995).

2.3.3. El Glifosato en la Planta

El glifosato afecta la síntesis de proteína, la formación de vitaminas, ligninas, alcaloides y fenoles, los cuales se trasladan al cloroplasto. El glifosato inhibe la enzima EPSP (ácido - 5 - enolpiribil chiquímico, 3 fosfato sintetasa), que provoca la producción del ácido chiquímico e inhibe la síntesis de aminoácidos como triptofano, tirosina y fenilamina, es un herbicida de amplio espectro y no selectivo postemergente a la maleza, se utiliza en aplicaciones de presiembr a o preemergencia a cultivos en mínima labranza. Es relativamente no persistente, de preferencia para el combate de malezas perennes de propagación vegetativa. Su absorción es por vía foliar (Jaworski, 1972; Zablotowicz y Reddy, 2004, citados por Yamada y Camargo, 2007).

Una de las más importantes características del glifosato es su rápida translocación de las hojas de la planta tratada a las raíces, rizomas y meristemas apicales (Franz, 1985; Gruys y Sikorski, 1999, citados por Yamada y Camargo 2007).

El glifosato no se aplica directamente en el suelo pero una concentración significativa del compuesto puede llegar al mismo durante una aplicación (Bigwood, 2002).

La metabolización del glifosato lleva a la formar ácido aminometilfosfónico (AMPA), el mismo que se deriva en metilamina y fosfato inorgánico, como productos finales de degradación (Hoagland, 1980, citado por Santos, *et al.* 2008), adicionalmente puede ser exudado por las raíces, quedando sujeto a procesos de adsorción del suelo y quedando disponible para la absorción radicular de plantas.

Los herbicidas provocan un incremento en los exudados que producen las raíces lo cual trae alteraciones en la nutrición mineral (Liu *et al.* 1997 y Neumann *et al.* 2006, citados por Duke *et al.* 2006).

A pesar de ser aplicado en la parte aérea el glifosato se trasloca a la raíz y es exudado pudiendo llegar a tener contacto con las raíz del banano afectándola y

provocando alteraciones en la nutrición mineral, en varios ensayos se observó que el glifosato pasaba de la maleza al cultivo, reduciendo el crecimiento aéreo y radicular. (James, 2004, citado por Yamada y Stipp, 2006).

En un estudio realizado con tejidos de tabaco se observó que el glifosato inhibió el crecimiento *in vitro* por el vaciamiento de IAA probablemente la síntesis de IAA se puede dar a partir del triptofano, el mismo que es inhibido por el glifosato, (Lee, 1982 y Salisbury *et al.* 2000, citados por Duke *et al.* 2006).

(Dana, SF; citada por Yamada y Stipp, 2006) advierte sobre el problema de la deriva del glifosato en los cultivos, las subdosis también interrumpen la ruta del ácido chiquímico, evitando que se de la síntesis de compuestos de defensa, como hormonas, ácido salicílico, ácido jasmónico, disminuye la producción de ligninas, flavonóides y taninos, que tienen relación con la resistencia a enfermedades.

2.3.4. Efectos del Glifosato en los Cultivos

El efecto del glifosato puede también pasar al cultivo indirectamente, por medio de las raíces de la maleza, ya que éstas exudan glifosato y se transmite al cultivo por contacto entre raíces, (Volker, SF; citado por Yamada y Stipp, 2006).

(Mite, 2006; citado por Grava, *et al.*, 2006), muestra los efectos de la utilización del glifosato en banano, encontrando síntomas de fitotoxicidad que presentan hojas mal formadas, consecuentemente baja la productividad.

Existen un sin número de observaciones que muestran que el glifosato aumenta la susceptibilidad a nematodos (Huber y Mccay-Buis, 1993; King *et al.* 2000; Kremer *et al.* 2001; Charlson *et al.* 2004; Jolley y Hansen 2004; citados por Malavolta y Ferreira, 2007).

(Agüero, *et al.* 1998) En un estudio con varios ciclos de aplicación de glifosato Roundup sobre cultivo de banano en Costa Rica no encontraron efectos en el desarrollo de los hijos espada, ni en la sanidad y crecimiento radicular, tampoco encontraron diferencias en la población de *Radopholus similis* con el uso de glifosato.

2.4. NEMATODOS (*Radopholus similis*)

El nematodo barrenador *R. similis* completa su ciclo de vida dentro del sistema radical de las plantas hospederas. Su duración depende de la temperatura ambiental; se ha observado que dura de 20 a 25 días a temperaturas de 24 a 32 °C todos los estados juveniles (J2, J3 y J4) y las hembras son infectivas; los machos no tienen la capacidad de penetrar las raíces. Las hembras migran a tejidos sanos lejos de las áreas necrosadas, donde depositan un promedio de 4 a 5 huevos diarios por un período de dos semanas. Los huevos eclosionan de 8 a 10 días después (Esquivel, 2001).

Los nematodos penetran las raíces del banano y ocupan una posición intracelular en el parénquima y emigran a través de las células corticales causando lesiones, que son de color rojizo al principio, luego se tornan cafés o negras, en altas infecciones las cavidades pueden extenderse hasta el cilindro vascular de la raíz, en plantaciones infectadas con deficiente control, las pérdidas en rendimiento llegan hasta un 30-50%. La habilidad para absorber agua y nutrientes se reduce, lo que conlleva a la pérdida de peso en los racimos, los ciclos entre cosechas se alargan y la longevidad de la unidad de producción se reduce. En condiciones tropicales, *R. similis* es el más frecuente y más abundante en cualquier estado de la planta, aún en hijos muy pequeños de tan sólo 10 cm de altura pueden ser infectados en sus raíces y en el caso de *R. similis* es común encontrarlo en sus cormos (Rivas y Rosales, 2003).

La respuesta de defensa del hospedero a los nematodos incluye la reacción de hipersensibilidad y activación de rutas metabólicas para la producción de fitoalexinas, calose o lignina, la activación del ácido jasmónico, a partir la peroxidación de lípidos de la membrana plasmática, puede conducir a síntesis de inhibidores de proteinase, que son

proteínas cruciales para la alimentación de los nematodos (Faria *et al.* 2003; citados por Yamada y Stipp, 2006).

El glifosato tiene efectos negativos en nematodos, lombrices e invertebrados (Bigwood, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

3.1.1. Características del Invernadero.

El ensayo se llevó a cabo en el invernadero del Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas, de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, del INIAP, ubicado en el km 5 vía Quevedo-El Empalme, Provincia de Los Ríos, Ecuador.

La zona ecológica corresponde a un Bosque Húmedo Tropical (bh – T) a una altitud de 120 m.s.n.m., de latitud 01° 05` S y longitud 79° 27` W.

3.1.2. Características de las Hdas. Bananeras.

A continuación se detallan las características de las bananeras de donde se tomó el suelo para realizar el ensayo.

3.1.2.1. Hda. Sandrita.

Se encuentra ubicada en la parroquia Patricia Pilar, km 49 vía Quevedo-Santo Domingo, Provincia de Los Ríos, propiedad del grupo Noboa, en el momento que se colectó el suelo la plantación de banano se encontraba de siete meses de edad, el cultivo anterior fue banano, posee suelo Andisol de textura franca, en el (Anexo 2), se muestran las características químicas del suelo.

3.1.2.2. Hda. San José

Se encuentra ubicada en el Cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos, propiedad del Ing. Jorge Marín, la plantación de banano en el momento que se colectó el suelo el cultivo tenía dos meses de edad, el cultivo anterior fue banano. Este suelo posee una textura arcilloso-limoso y sus características químicas se presentan en el (Anexo 3).

3.2. MATERIALES.

- 640 Plantas meristemáticas de banano Fase II.
- 640 baldes plásticos de 6 L.
- 640 Fundas plásticas transparentes.
- 1000 Fundas de papel
- Equipo de protección para fumigación.
- Glifosato Roudoup al 46%.
- Para recolección de Nematodos
 - Palilla para extracción de raíces.
 - Cooler para transportar las raíces.
 - Raíces infestadas con *Radopholus similis*.
 - Microscopio.
 - Cámara para conteo de nematodos.
 - Pipetas.
- 3,5 kg de semillas de *Brachiaria decumbens*.
- Bomba de mochila de 20 L.
- Hojas de campo
- Plano de campo
- Flexómetro.
- Balanza digital
- Calibrador digital.
- Estufas.

3.3. METODOS

3.3.1. Factores en Estudio.

Para el desarrollo de la presente investigación se usó como base la dosis de 2.00 L ha⁻¹ usada por los bananeros en las Hdas. donde se colectó el suelo, disminuyendo y aumentando la dosis en 0,25 L ha⁻¹, hasta llegar a 3,00 L ha⁻¹ por encima de la dosis base y hasta 1,00 L ha⁻¹ hacia abajo y un testigo con 0,00 L ha⁻¹ como se presenta a continuación.

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| a) Dosis de Glifosato: | { | <p>G_{0,00} = 0,00 L ha⁻¹ de glifosato, mas control manual de malezas.</p> <p>G_{1,00} = 1,00 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{1,25} = 1,25 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{1,50} = 1,50 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{1,75} = 1,75 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{2,00} = 2,00 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{2,25} = 2,25 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{2,50} = 2,50 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{2,75} = 2,75 L ha⁻¹ de glifosato.</p> <p>G_{3,00} = 3,00 L ha⁻¹ de glifosato.</p> |
| b) Inoculación de Nematodos | { | <p>N₀ = 0 nematodos</p> <p>N₁ = 15 000 nematodos (<i>Radopholus similis</i>)</p> |

3.3.2. Tratamientos

Producto de la combinación de los niveles de glifosato y niveles de inoculación de nematodos, se obtuvieron 20 tratamientos, los cuales se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos y sus combinaciones de factores, a ser evaluados en el trabajo de investigación.

Tratamientos	Combinación de variables	Código
T ₁	Glifosato 0,00 L ha ⁻¹ + 0 nematodos + control manual de malezas	G _{0,00} N ₀
T ₂	Glifosato 0,00 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos + control manual de malezas	G _{0,00} N ₁
T ₃	Glifosato 1,00 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{1,00} N ₀
T ₄	Glifosato 1,00 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{1,00} N ₁
T ₅	Glifosato 1,25 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{1,25} N ₀
T ₆	Glifosato 1,25 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{1,25} N ₁
T ₇	Glifosato 1,50 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{1,50} N ₀
T ₈	Glifosato 1,50 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{1,50} N ₁
T ₉	Glifosato 1,75 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{1,75} N ₀
T ₁₀	Glifosato 1,75 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{1,75} N ₁
T ₁₁	Glifosato 2,00 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{2,00} N ₀
T ₁₂	Glifosato 2,00 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{2,00} N ₁
T ₁₃	Glifosato 2,25 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{2,25} N ₀
T ₁₄	Glifosato 2,25 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{2,25} N ₁
T ₁₅	Glifosato 2,50 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{2,50} N ₀
T ₁₆	Glifosato 2,50 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{2,50} N ₁
T ₁₇	Glifosato 2,75 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{2,75} N ₀
T ₁₈	Glifosato 2,75 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{2,75} N ₁
T ₁₉	Glifosato 3,00 L ha ⁻¹ + 0 nematodos	G _{3,00} N ₀
T ₂₀	Glifosato 3,00 L ha ⁻¹ + 15 000 nematodos	G _{3,00} N ₁

Se aplicó los mismos tratamientos para las dos localidades, no se realizó comparaciones entre localidades porque al final el ensayo no fue posible evaluar al mismo tiempo las dos localidades, hubo una diferencia de 13 días.

3.3.3. Aplicación de los Tratamientos

3.3.3.1. Control manual de malezas.

En tratamientos que no recibieron glifosato se realizó un control manual de la maleza *B. decumbens*, la que se cortó con tijeras, a una altura de un cm sobre el suelo, el

corte se realizó el mismo día de la aplicación de glifosato, a los 30 días después del trasplante, se realizó dos cortes cada 20 días, cuando alcanzó una altura de 20 cm aproximadamente.

3.3.3.2. Aplicación del glifosato.

La aplicación de glifosato se realizó 30 días después del trasplante, cuando aproximadamente las plantas de banano tuvieron 25 cm de altura y la *B. decumbens* unos 20 cm de altura. Se utilizó una bomba de mochila (matabí) con boquilla de abanico, antes de la aplicación se cubrió las plantas de banano con bolsas plásticas transparentes, utilizando cinta adhesiva para fijar la bolsa a la base del pseudotallo, se colocó los tratamientos fuera del invernadero en grupos de acuerdo a la dosis de glifosato, para realizar una fumigación homogénea simulando el trayecto de una persona en el campo y evitar la deriva del glifosato hacia los demás tratamientos, la bolsa se mantuvo por seis horas aproximadamente, hasta que seque el glifosato que quedó en las fundas.

Para la aplicación del glifosato se calibró el volumen de agua a utilizar, llegando a usarse 4 L de agua.

3.3.3.3. Inoculación de nematodos (*Radopholus similis*).

Esta parte de la investigación se realizó con el apoyo del Departamento de Entomología de la E.E.T.P. Para obtener los nematodos se procedió a coleccionar raíces infectadas de una Hda. Bananera del cantón La Maná. Con la ayuda de una pala se realizaron hoyos de (30 x 20 x 15 cm de profundidad) a un costado de las plantas de banano entre la planta madre y el hijo, extrayendo en un recipiente todas las raíces posibles que presentaban síntomas e infección por nematodos.

Las raíces infectadas por nematodos fueron llevadas al laboratorio de entomología de la E.E.T.P., donde se realizó el proceso de extracción de nematodos

usando el método de macerado y tamizado de raíces de Taylor y Loegering (1953), modificado por el INIAP (1977), recomendado por Quijije (2008), el cual consistió en lavar las raíces, picarlas en trozos de 0,5 cm aproximadamente luego se coloca por pequeñas porciones con un poco de agua, en una licuadora especial para el trabajo, dándole un licuado de 15 segundos con intervalos de cinco segundos de descanso, se tamizó y se colocó en un balde, los nematodos tienden a precipitarse en el agua, lo cual nos da la posibilidad de reducir el volumen de solución y aumentar la concentración de nematodos, para lograrlo se dejó reposar las soluciones por cuatro horas posteriormente con la ayuda de una manguera de suero, se eliminó el agua superficial, luego se realizó un conteo de nematodos *R. similis*, se mezcló y se tomó 2 mL de la misma, colocándolos en una caja petri pequeña y rayada, luego se realizó el conteo en el estereoscopio, con este dato se realizó el cálculo de número de *R. similis* en toda la solución obtenida.

La inoculación se la realizó primero en el suelo de La Hda. Sandrita (Patricia Pilar), y en la localidad de Hda. San José (Babahoyo) una semana más tarde, para la primera localidad se obtuvo una solución de nematodos de 160 *R. similis* por mL, teniendo un volumen total de 15,7 L los cuales se fraccionó en 90 mL por planta, que representa aproximadamente 15 000 *R. similis*.

Se hicieron 5 agujeros de aproximadamente 1 cm de diámetro y 2 cm de profundidad, en el suelo, entre la mitad de la planta y el borde de la maceta, donde se colocó la solución de nematodos.

3.3.4. Procedimientos.

3.3.4.1. Diseño experimental.

1) Tipo de diseño

El ensayo se implementó bajo un diseño de bloques completos al azar, en arreglo factorial (A* B), donde A. es las dosis de glifosato y B. es la inoculación de nematodos (*Radopholus similis*).

2) Número de repeticiones

Se realizaron cuatro repeticiones por cada tratamiento.

3.3.4.2. Características de las unidades experimentales

Superficie total	: 88 m ²
Superficie neta	: 88 m ²
Área de parcela	: 1,25 m ²
Área de parcelas útil	: 0,75 m ²
Dimensión de parcelas	: 1 x 1 m
Dimensión de parcelas útil	: 0,75 x 0,75 m
Distancias entre macetas	: 0,25 m
Distancia entre parcelas	: 0,50 m
Numero de tratamientos	: 20
Numero de repeticiones	: 4
Número de plantas por parcela	: 4
Número de plantas total	: 320

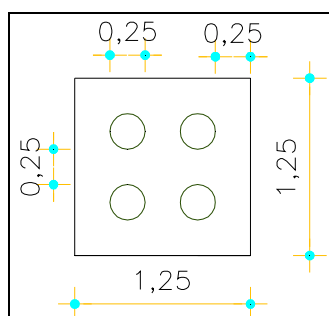


Figura 2. Esquema de la parcela neta.

3.3.4.3. Análisis estadístico

1) Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza, se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 2. Análisis de varianza

F.V.	G L
Total	79
Repetición	3
Inoculación de Nemátodos	1
Glifosato	9
Glifosato x Inoculación de N.	9
Error	57

Las comparaciones de promedios se efectuaron usando la prueba de Tukey al 0,05 % de probabilidad.

3.3.4.4. Correlaciones

Se realizaron correlaciones entre el glifosato y las variables dependientes, de crecimiento (altura, área foliar, diámetro de pseudotallo, diámetro foliar, peso fresco y seco de planta, peso fresco y seco de raíz, peso de raíces sanas y dañadas), variables nutricionales de contenido en g de la parte aérea y de raíces para los elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe y Mn.

3.3.4.5. Análisis completo de suelos.

Se efectuó un análisis físico y químico del suelo, en el laboratorio del Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas del la Estación Experimental Pichilingue del INIAP.

3.3.5. Datos Evaluados.

3.3.5.1. Características agronómicas de las plántulas.

1) Altura de las plántulas.

Se tomó la altura desde el cuello hasta el ápice de la hoja candela, a los 80 días después del trasplante.

2) Diámetro del pseudotallo.

Con la ayuda de un calibrador digital se midió el diámetro donde inicia el pseudotallo, el día que se cortó las plantas (90 días después del trasplante).

3) Área foliar.

Esta variable fue evaluada a los 80 días de edad de las plantas creciendo en suelo de la Hda. Sandrita de Patricia Pilar y a los 95 días en el suelo de la Hda. San José, Babahoyo. Para el efecto se usó la fórmula de Kumar *et al.* (2002); citado por Turner, (2003), la misma que se presenta a continuación.

$$TLA = L * B * 0,8 * N * 0,662$$

Donde:

TLA = Área foliar total de la planta

L = Longitud de la tercera hoja más joven.

B = Ancho de la tercera hoja más joven

N = Número de hojas.

0,8 = K₁ propuesta por Murray

0,662 = K₂ propuesta por Kumar.

4) Diámetro de corona foliar.

Con la ayuda de una cinta métrica, se midió desde el ápice a otro de las dos hojas opuestas más abiertas, se realizó antes del corte de las plantas.

5) Análisis físicos de tejidos.

Estos análisis se empezaron a analizar el momento en que se cortó las plantas, realizados a los 80 días de edad de las plantas que crecieron en suelo de la Hda. Sandrita de Patricia Pilar y a los 95 días en el suelo de la Hda. San José, Babahoyo.

Para poder medir los parámetros siguientes se cortó las plantas de banano, al borde del bulbo, enterrando un cuchillo en el suelo de la maceta, procurando dejar el sistema radicular en la maceta y evitando hacer daños al bulbo.

6) Peso fresco de Planta.

Con la ayuda de una balanza digital y un vaso plástico, se dobló la planta en tres partes introduciéndola en el vaso para registrar su peso.

7) Peso seco de la planta.

El siguiente paso consistió en lavar las plantas con ácido clorhídrico, disuelto en agua al 5 %, luego en agua común y finalmente en agua destilada, lo cual es un proceso rutinario para cualquier muestra de tejidos a ser analizada, después se picó las plantas y se las introdujo en fundas de papel con su respectiva identificación, para ser colocadas en estufas a una temperatura de 80 °C por cinco días hasta que estén completamente secas, luego se colocó en un vaso plástico para pesar en una balanza digital.

8) Peso fresco de raíz.

Para obtener las raíces se procedió a sacar el suelo de la maceta, con mucho cuidado, retirando en lo posible todas las raíces, estas raíces fueron lavadas de forma similar a las plantas con la ayuda de un tamiz metálico para evitar perder raíces, luego se las secó al sol por 10 minutos, para pesarlas, al evaluar este parámetro se tomó dos de las cuatro macetas por repetición y tratamiento, las otras dos se las tomó para evaluar nematodos.

9) Peso seco de raíz.

Se introdujo las raíces previamente lavadas, en fundas de papel y se las colocó en una estufa a 80 °C hasta alcanzar peso constante, por último se registró el peso de las raíces secas con la ayuda de un vaso plástico y una balanza digital.

3.3.5.2. Análisis químicos de tejidos.**1) Contenidos nutricionales en parte aérea.**

Las muestras secas, para cada tratamiento, se las unió por repeticiones y se las procesó en un molino Thomas While, en el laboratorio del Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, se realizaron los análisis químico en macro y micro nutrientes y los resultados fueron expresados en gramos planta⁻¹ para cada elemento.

2) Contenidos nutricionales de raíces.

Las muestras secas de raíz, se unieron por tratamientos y por repeticiones, para ser procesadas en un molino micro whiley, en el laboratorio del Departamento Nacional

de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, se realizó el análisis químico en macro y micro nutrientes y los resultados fueron expresados en gramos planta⁻¹ para cada elemento.

Para obtener el contenido nutricional en los tejidos se aplicó las siguientes ecuaciones:

Para los elementos expresados en porcentaje

$$CN_{(\%) } = (Ps * \%) / 100$$

Donde:

$CN_{(\%)}$ = Contenido nutricional en porcentaje.

Ps = Peso seco.

$\%$ = Concentración dada en el análisis.

Para transformar de ppm a porcentaje.

$$CN_{(\%) } = ppm * (10000 / 100)$$

Luego para tener resultados en contenido de elemento.

$$CN_{(g) } = [Ps * (CN_{(\%)})] / 100$$

Donde:

$CN_{(\%)}$ = Contenido nutricional en porcentaje.

$CN_{(g)}$ = Contenido nutricional en g.

Ps = Peso seco.

ppm = Unidad dada en el análisis.

3) Estado sanitario de las raíces.

Las raíces colectadas de dos macetas, fueron colocadas en fundas plásticas unificando las repeticiones por tratamientos, y se las envió al Laboratorio ANEMAGRO (Análisis Nematológico para el Agro S.A.), ubicado en Durán-Ecuador, donde se analizaron raíces vivas y dañadas por nematodos, en gramos y porcentajes; además realizaron el conteo de *R. similis* en 100 g de raíces.

3.3.6. Manejo General del Experimento

3.3.6.1. Recolección del suelo.

El suelo utilizado para el ensayo fue recolectado de las Hdas. Sandrita en Patricia Pilar y San José en Babahoyo, se tomó el suelo a una profundidad de 20 cm, utilizando una pala y sacos para transportar, se colectó aproximadamente 1500 kg de suelo húmedo en cada localidad.

3.3.6.2. Tratamiento de los suelos utilizados.

Los suelos colectados en las dos Hdas. fueron colocados y extendidos, por separado de acuerdo a cada localidad en mesones de cemento dentro del invernadero donde se desarrolló la investigación, durante 15 días con el objetivo de secarlo, luego se molió el suelo con la ayuda de una botella de vidrio, luego se tamizó; el 50 % con una malla de 2 mm y el otro 50 % con una malla de 4 mm, a fin de disminuir la posible compactación que se podía presentar en las macetas.

3.3.6.3. Análisis físico y químico de suelos.

Para realizar estos análisis se tomó una muestra por localidad y se realizó, en el laboratorio del Departamento Nacional de Suelos y Aguas, de la Estación Experimental Pichilingue.

3.3.6.4. Llenado de macetas.

Con el suelo seco, tamizado y mezclado, para cada localidad, con la ayuda de una balanza digital, se procedió a llenar las macetas con cuatro kg de suelo. A las macetas, se le realizaron cuatro agujeros de 0,5 cm de diámetro.

3.3.6.5. Cuidado de las plántulas de banano.

Previo al trasplante se colocó un Sarán al 75 % de paso de luz, debajo del techo de invernadero para evitar que las plántulas de banano se quemaran por el exceso de luminosidad, ya que las plantas se encontraban en fase dos de meristemas.

3.3.6.6. Siembra de plántulas.

Para la siembra del ensayo se utilizaron plantas meristemáticas de banano variedad Williams de fase dos (delicadas), certificadas adquiridas en SEBIOCA (ESPOL) y semilla de *B. decumbens* que se empleó como malezas, para lo cual, se retiró 200 g. de cada maceta de suelo en un recipiente luego se colocó un vaso plástico en el centro para dejar el espacio para la planta de banano, alrededor se esparció cinco g de semilla de *B. decumbens* por último se colocó el suelo antes retirado para tapar la semilla y luego se procedió a sembrar el banano.

3.3.6.7. Fertilización.

La fertilización se realizó con el fertilizante Yara mila Complex, la primera fertilización se realizó a los 10 días después del trasplante, con una dosis de 100 ppm maceta⁻¹, basado en la cantidad de N que posee el fertilizante (Cuadro 4).

Cuadro 3. Composición química del fertilizante Yara mila Complex.

Elemento	Concentración (%)
Nitrógeno total (N)	12,4
Nitrógeno amoniacal (NH ⁴⁺)	7,3
Nitrógeno nítrico (NO ³⁻)	5,1
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅)	11
Potasio soluble en agua (K ₂ O)	18
Magnesio (MgO)	2,7
Azufre (S)	8
Boro (B)	0,015
Hierro (Fe)	0,2
Manganeso (Mn)	0,02
Zinc (Zn)	0,02

La segunda fertilización se realizó con el mismo fertilizante a los 36 días de haber sembrado las plantas, con una dosis de 50 ppm de N.

Las dosis usadas fueron establecidas por el Departamento Nacional de Suelos y Aguas, de la Estación Experimental Pichilingue.

3.3.6.8. Riego del ensayo.

Para el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar) por ser un suelo franco, se lo regó pasando un día, el primer mes con un volumen de 90 mL de agua maceta⁻¹ aplicación⁻¹, de ahí en adelante se aumentó el volumen de agua a 180 mL de agua maceta⁻¹

aplicación⁻¹, en cambio para el suelo de la Hda. San José (Babahoyo), al ser un suelo arcilloso, las frecuencias de riego fueron mas amplias, regando cada tres o cuatro días, con volumen de agua similar al anterior.

3.3.6.9. Control de plagas y enfermedades.

A los 16 días después del trasplante, las puntas de las hojas de las plantas cuyas repeticiones estuvieron en los bordes de los mesones sufrieron leves quemaduras por el efecto lupa del agua, eliminada por gutación, que tiende a quemar el tejido vegetal joven, por lo que se presentó un leve desarrollo de hongos en las hojas necrosadas para contrarrestar esto se realizó una poda fitosanitaria de las hojas bajas con la ayuda de tijeras y una fumigación con Benomil a razón de 1,4 g L⁻¹, repitiéndola a los ocho días.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE PLÁNTULAS DE BANANO SEMBRADAS EN SUELO DE LA HDA. SANDRITA (PATRICIA PILAR).

4.1.1. Variables de Crecimiento de la Planta.

4.1.1.1. Altura

En el ADEVA (anexo 8), se muestra diferencias estadísticas significativas para los factores glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 3 se observa que para la altura de planta, en la interacción G x N (glifosato x nematodos), la mayor altura de planta se presentó con la dosis de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁), con 106,8 cm de altura promedio, aunque comparte igual rango de significancia con todos los tratamientos a excepción del tratamiento sin glifosato y sin nematodos (G_{0,00} N₀) que presentó la menor altura de planta con 93,8 cm de altura promedio, pero comparte significancia con otros tratamientos.

El coeficiente de variación (3,96 %) es bajo y da confianza a los resultados obtenidos.

Los tratamientos sin glifosato pero con control manual de malezas cada 20 días, presentaron menor altura, comparado con los tratamientos donde se aplicó glifosato, al parecer la competencia de las malezas con las plántulas de banano por agua y nutrientes pudo afectar más que el glifosato, lo que concuerdan con Constantin, *et al.* (2008), que

evaluó el efecto del glifosato sobre el maíz en macetas creciendo con *B. decumbens* que fue tratada con el herbicida antes de la siembra de maíz, encontrando que la altura del maíz fue menor cuando estuvo en competencia con malezas. Con respecto a los nematodos se observa una tendencia similar.

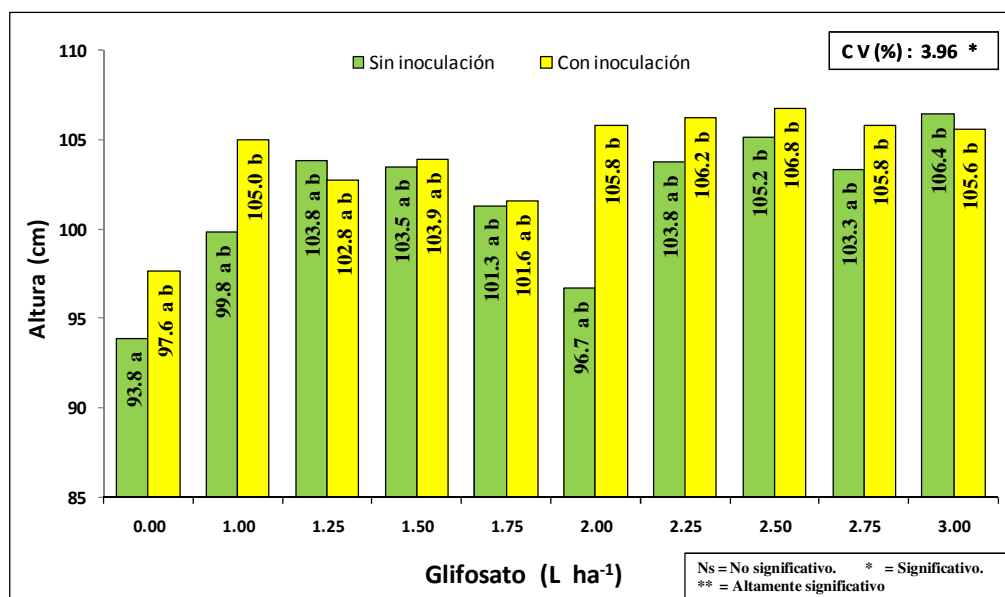


Figura 3. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre la altura de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.1.1.2. Área Foliar

En el ADEVA (anexo 8), se muestra diferencias estadísticas significativas para glifosato, nematodos y para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 4 se muestran los resultados de la interacción G x N (glifosato x nematodos), para el área foliar, donde el mejor tratamiento, fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,00} N₁) presentando un área foliar de 0,439 m², aunque comparte significancia estadística con los demás tratamientos excepto con los tratamientos, sin glifosato y sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀) y el de 2,00 L

ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con un promedio de 0,344 y 0,363 m², respectivamente.

El coeficiente de variación (5,76 %) es bajo y da confianza a los resultados obtenidos.

Al igual que en los resultados de altura, los tratamientos sin glifosato presentan menores promedio, debido a la competencia de las malezas, además estadísticamente no hay mayores diferencias entre ellos.

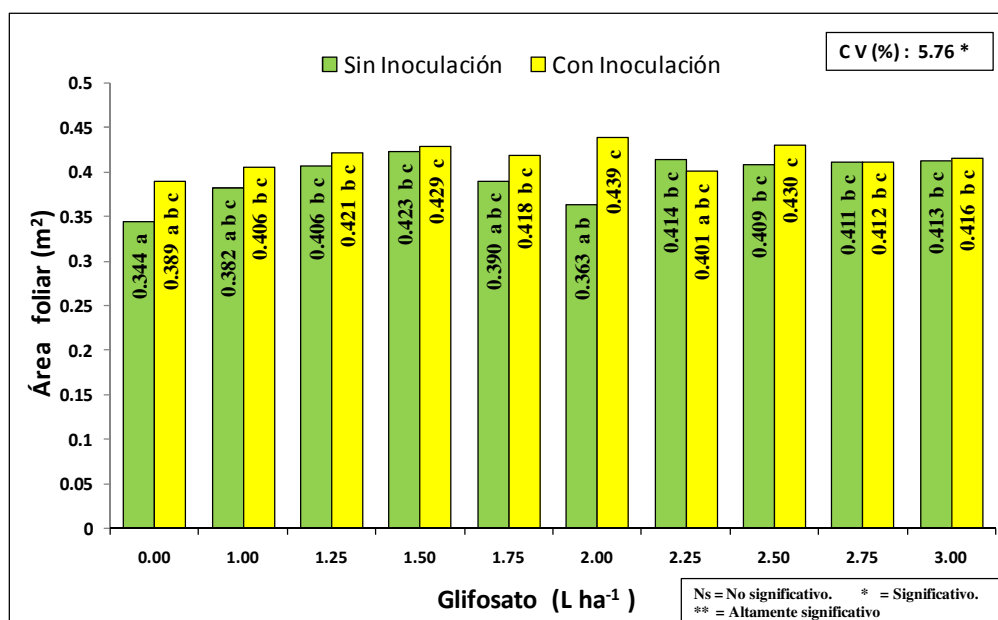


Figura 4. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el área foliar de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.1.1.3. Diámetro de Corona Foliar

En el ADEVA (anexo 8), se muestra diferencias estadísticas significativas para el factor glifosato, mientras que para factor nematodos y para la interacción G x N (glifosato x nematodos) no se encontraron diferencias estadísticas.

En la figura 5 se observa el efecto individual del glifosato sobre el diámetro foliar, siendo la dosis de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato la que presentó mayor diámetro foliar con un promedio de 93,09 cm, sin embargo, comparte significancia estadística con el resto de tratamientos a excepción del tratamiento sin glifosato que presentó el menor diámetro foliar con un promedio de 87,78 cm.

El coeficiente de variación (2,81 %) es bueno y da confianza en los resultados.

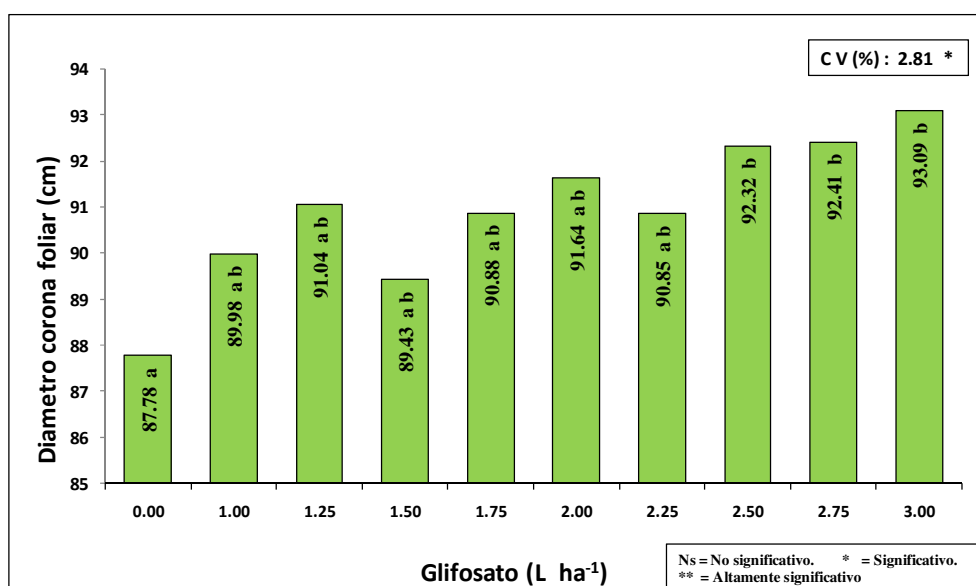


Figura 5. Efecto del glifosato sobre el diámetro foliar de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Al igual que en las anteriores variables se observa que el tratamiento sin glifosato ni nematodos, con corte de malezas cada 20 días fue estadísticamente inferior al resto por el efecto negativo de la competencia de las malezas.

Se observa que a medida que aumenta la dosis de glifosato va incrementando el diámetro foliar.

4.1.1.4. Diámetro de Pseudotallo.

En el ADEVA (anexo 8), se muestra diferencias estadísticas significativas para el factor glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos), mientras que para el factor nematodos no existe diferencia estadística.

En la figura 6 se observa los resultados de diámetro de pseudotallo para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde el tratamiento de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,00} N₁), tuvo el promedio más alto con 3,66 cm, aunque comparte rango de significancia estadística con el resto de tratamientos, excepto con los tratamientos sin glifosato, sin y con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₁), ambos con 3,35 cm.

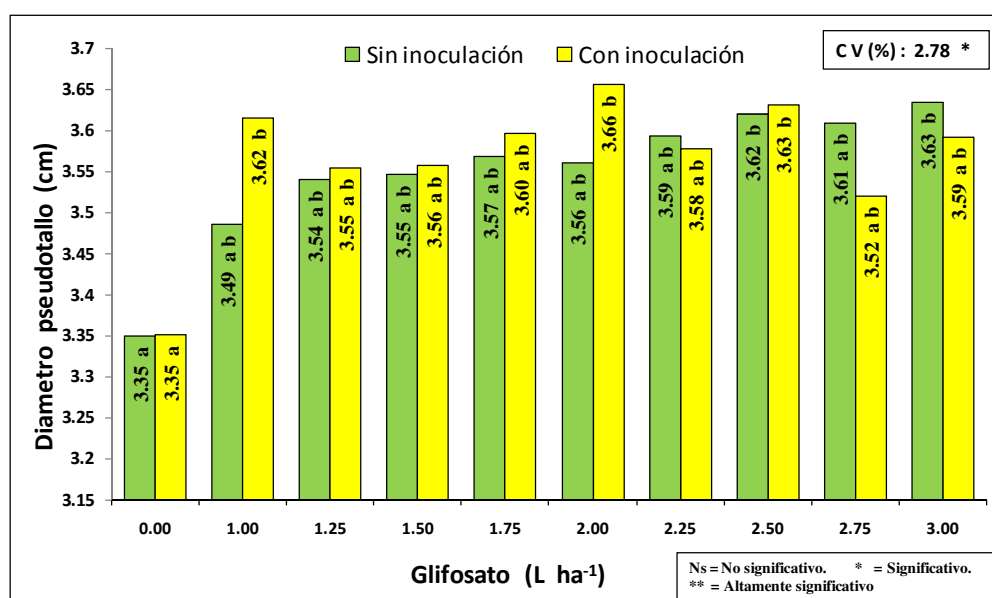


Figura 6. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el diámetro de pseudotallo, de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación obtenido (2,78 %) es bajo y da confiabilidad en los resultados.

Se observa resultados similares a los anteriores donde los tratamientos sin glifosato con corte de malezas cada 20 días, presentan menor diámetro de pseudotallo comparado con los que tienen glifosato, debido a que la competencia de malezas con las plántulas, causa mayor efecto negativo que el que podría causar el glifosato, como se observó en las variables anteriores.

4.1.1.5. Peso fresco de raíz

En el ADEVA (anexo 8), se observa existe diferencias estadísticas significativas para los factores glifosato y nematodos, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), no se observaron diferencias estadísticas significativas.

En la figura 7 se encuentra que para el peso fresco radicular, los efectos individuales del glifosato, con la dosis de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato fue la mejor con un peso fresco radicular de 101,15 g planta⁻¹, aunque comparte significancia estadística con todos a excepción de la dosis de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato que fue la menor con un promedio de 81,67 g planta⁻¹.

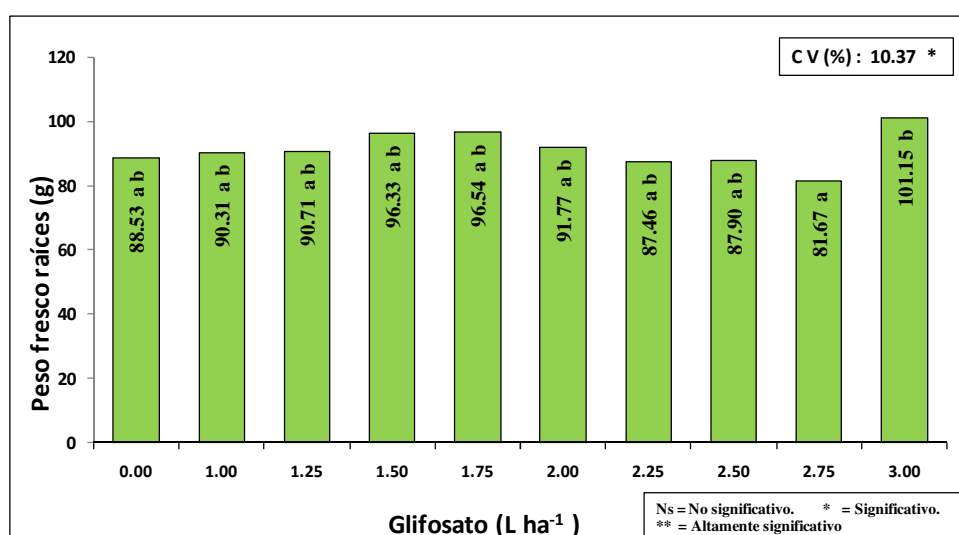


Figura 7. Efecto de las dosis de glifosato sobre el peso fresco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 10,37 % que es aceptable para el tipo de diseño utilizado lo que da confianza a los resultados.

Los efectos individuales del factor nematodos, indican que, sin estos, se obtuvo resultados estadísticamente mayores con un promedio de 94,57 g planta⁻¹ de raíz, mientras que con inoculación presentaron un promedio de 87,91 g planta⁻¹ de raíz, que es indicativo que los nematodos afectaron en el peso fresco de raíces.

4.1.1.6. Peso seco de raíz

En el ADEVA (anexo 8), para el peso seco de raíz, se observa que existen diferencias estadísticas significativas, en los factores glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 8 analizando la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor peso seco de raíz fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con un peso seco de 5,24 g planta⁻¹ de raíz, pero comparte significancia estadística con la mayoría de tratamientos, excepto con seis de los cuales el de 2,50 y 3,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁ y G_{3,00} N₁), son estadísticamente inferiores con un peso seco de raíz de 3,78 y 3,95 g planta⁻¹ respectivamente.

El coeficiente de variación (8,98 %) es bajo para el diseño utilizado y da confianza en los resultados.

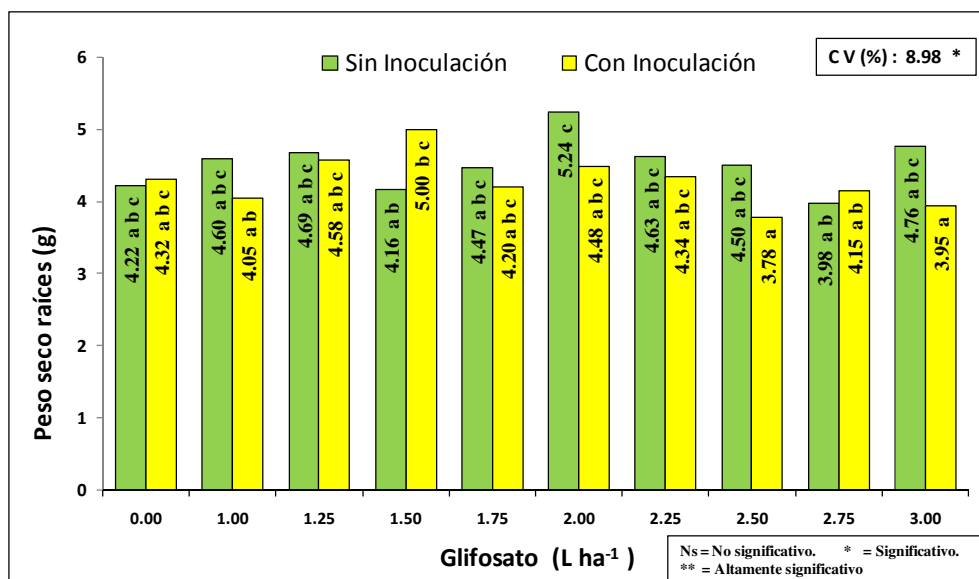


Figura 8. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso seco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se observa una tendencia similar a otras variables en la que los valores aumentan hasta la dosis de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato y desde allí empiezan a descender.

4.1.1.7. Peso fresco de parte vegetativa de plantas de banano.

En el ADEVA (anexo 8), se muestra que existen diferencias estadísticas significativas para el glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos), pero no se observan diferencias estadísticas para el factor nematodos.

En la figura 9 se observa la interacción G x N. (glifosato x nematodos), donde el mejor tratamiento fue el de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{3,00} N₀), con 400,9 g planta⁻¹ de peso fresco, aunque comparte significancia estadística con la mayoría de tratamientos excepto con los tratamientos testigo con 0,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin y con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₀), que alcanzaron 319,2 y 345,3 g planta⁻¹ de peso fresco respectivamente.

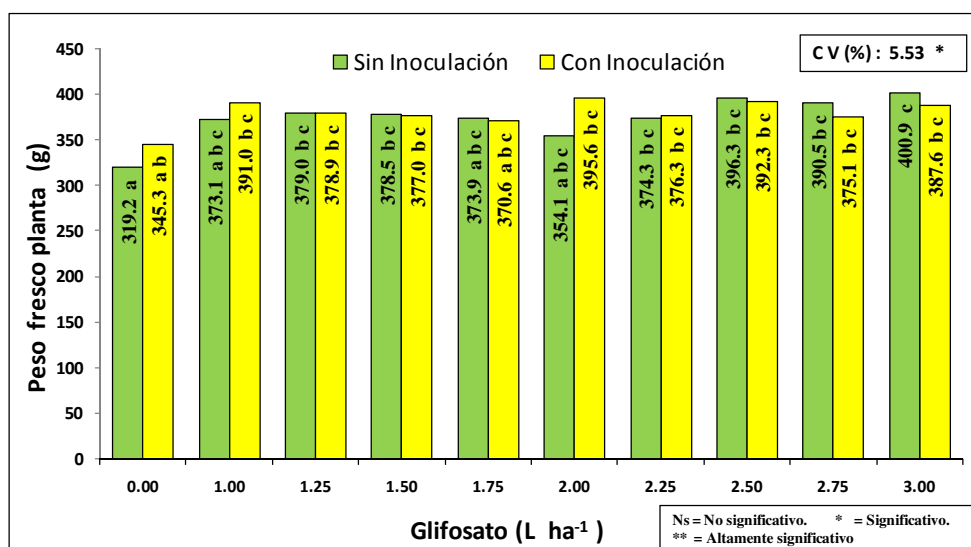


Figura 9. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso fresco de la parte vegetativa de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (5,53 %) es bajo lo que da confianza a los resultados.

Al igual que en otras variables, los tratamientos sin glifosato pero con competencia de malezas presentaron menores promedios, porque el efecto negativo causado por la competencia de malezas es mayor que el causado por el glifosato.

4.1.1.8. Peso seco de parte vegetativa de plantas de banano.

El ADEVA (anexo 8), muestra que no existe significancia estadística para los factores glifosato y nematodos, ni para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la mayoría de variables de crecimiento se encontró que los tratamientos sin glifosato, con corte de malezas (*B. decumbens*) cada 20 días presentaron menores promedios debido a que la competencia de malezas por agua y nutrientes pudo causar un efecto negativo mayor que el glifosato; bajo las condiciones evaluadas influye mucho el tamaño de las plantas que al ser pequeñas, existe una competencia más intensa con las malezas, lo que concuerda con (Chambers, 1970; Seeyave y Phillips, 1970; citados por

Acosta, y Agüero, 2002), quienes mencionan que la competencia de malezas más seria ocurre en la etapa más temprana del cultivo, particularmente los primeros tres meses.

4.1.2 Análisis Sanitario de Raíces.

4.1.1.1. Peso de raíces sanas

En el ADEVA (anexo 8), se observa diferencias estadísticas significativas para los factores glifosato, nematodos y para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 10, los resultados de la interacción G x N (glifosato x nematodos), indican que el mejor promedio se obtuvo con el tratamiento de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{3,00} N₀), con 92,2 g planta⁻¹ de raíces sanas, aunque comparte significancia con la mayoría de tratamientos excepto con (G_{0,00} N₁; G_{1,25} N₁ y G_{2,75} N₀), el menor peso de raíces sanas se presentó con el tratamiento testigo, sin glifosato y con nematodos (G_{0,00} N₁), con 64,8 g planta⁻¹ de raíces sanas.

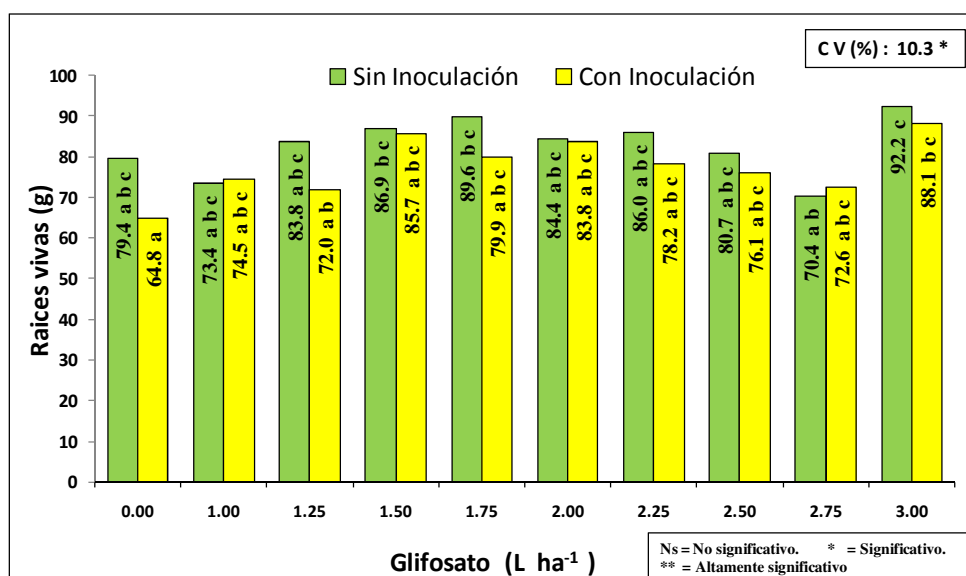


Figura 10. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso de raíces sanas de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (10,3 %) es bueno y da confianza en los resultados encontrados.

Para esta variable se observa una tendencia similar a las anteriores, donde los valores suben hasta 2,00 L ha⁻¹ de glifosato y luego bajan.

4.1.1.2. Peso de raíces dañadas por nematodos

El ADEVA (anexo 8), muestra diferencias estadísticas altamente significativas para los factores glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 11 se observa los resultados para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde el tratamiento más afectado fue el de 1,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,00} N₀), con 19,72 g planta⁻¹ de raíces dañadas por nematodos, siendo estadísticamente igual al tratamiento sin glifosato y sin inoculación (G_{0,00} N₀), el tratamiento menos afectado fue el de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁), con 4,1 g planta⁻¹ de raíces afectadas por nematodos, pero comparte significancia con los tratamientos de 2,00 y 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,00} N₁ y G_{2,25} N₁) junto con el tratamientos de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,25} N₀).

El coeficiente de variación (12,36 %) es aceptable para el tipo de diseño usado lo que da confianza en los resultados.

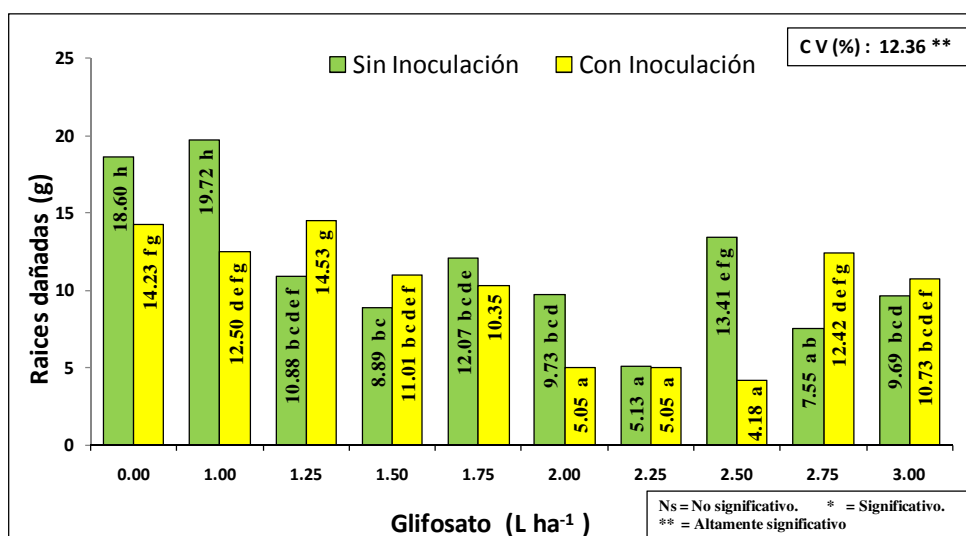


Figura 11. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso de raíces dañadas por nematodos en plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se observa que a mayor dosis de glifosato menor peso de raíces dañadas por nematodos.

4.1.1.3. Cantidad de *R. similis* en 100 g de raíz.

En la figura 12 se observa que el mayor número de *R. similis*, contados en 100 g de raíces para cada tratamiento, fue encontrado en el tratamiento testigo sin glifosato y sin inoculación de nematodos ($G_{0,00} N_0$) donde se contaron 4 900 nematodos *R. similis* el menor número de nematodos se presentó en el tratamiento de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos ($G_{2,00} N_1$), con 1 300 nematodos *R. similis*.

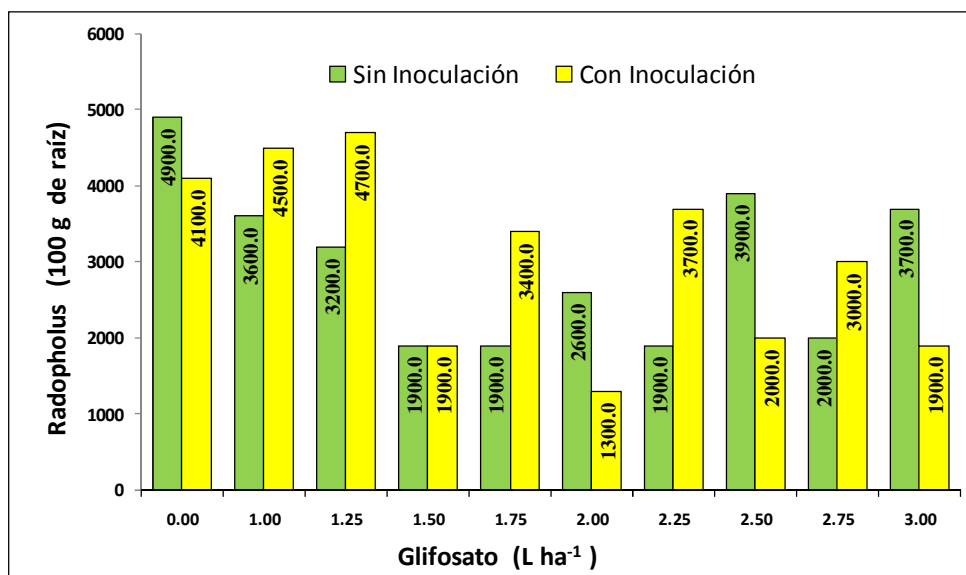


Figura 12. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos sobre el número de *R. similis* en 100 g de raíz de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El peso de raíces dañadas disminuyó notablemente a medida que se aumentó las dosis de glifosato, al igual que el número de *R. similis*, lo que concuerda con (Bigwood, 2002) quien menciona que el glifosato tiene efectos negativos sobre nematodos, sin embargo (Huber y Mccay-Buis, 1993; King *et al.* 2000; Kremer *et al.* 2001; Charlson *et al.* 2004; Jolley y Hansen 2004; citados por Malavolta y Ferreira, 2007), mencionan que el glifosato aumenta la susceptibilidad a nematodos. Las dos variables tienen relación ya que al disminuir la población de nematodos también disminuyó el peso de raíces dañadas por este.

4.1.2. Contenidos Nutricionales en la parte Vegetativa.

En el cuadro 11 según el ADEVA se observa que para el factor glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos) existen diferencias estadísticas altamente significativas para todos los elementos analizados, mientras que para el factor

nematodos se muestra diferencias estadísticas significativas para todos los elementos a excepción de K, Mn y B.

Cuadro 4. Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional de la parte vegetativa de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

F.V.	G L	CM										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Repetición	3	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
Glifosato (G)	9	0,01**	0**	0,25**	0**	0**	0**	0,01**	0**	0,01**	0**	0**
Nematodos (N)	1	0,04**	0**	0 Ns	0,01**	0**	0*	0**	0*	0*	0 Ns	0 Ns
G x N	9	0**	0**	0,1**	0,01**	0**	0*	0**	0*	0**	0*	0**
Error	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	79											
CV %		5,32	5,14	5,29	5,35	4,9	5	6,28	4,51	4,83	5,38	4,95

4.1.2.1. Contenido de Nitrógeno (N)

En la figura 13 se muestran los promedios de N en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de N en la planta fue el de 1,25 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,25} N₀), con 0,432 g de N, aunque comparte significancia con la mayoría de tratamientos excepto con (G_{1,75} N₁; G_{2,25} N_{1,00} y G_{3,00} N₀) de estos el menor fue el de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,25} N₁), con 0,293 g de N.

El coeficiente de variación (5,32 %) es bueno, lo que da confianza en los resultados obtenidos.

En esta variable los tratamientos con glifosato mas inoculación de nematodos presentan menor contenido de N, lo que indica que los nematodos afectaron la acumulación de este elemento.

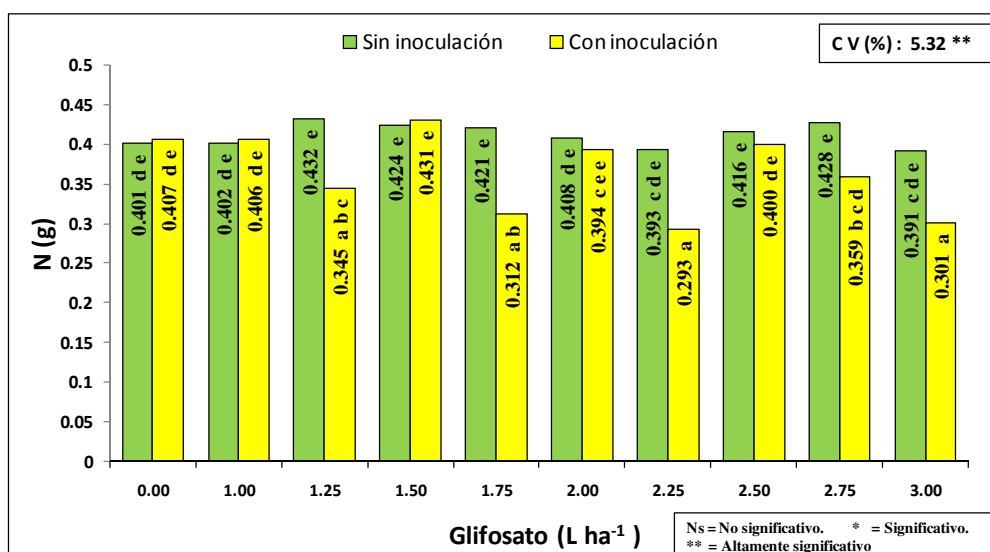


Figura 13. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de N en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.1.2.2. Contenido de Fósforo (P)

En la figura 14 se observa los promedios para el contenido de P, en la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de P en la planta y son estadísticamente superiores fueron los de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin y con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₀ y G_{3,00} N₁), con 0,076 y 0,072 g planta⁻¹ de P, respectivamente, el tratamiento con menor contenido de P fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,045 g planta⁻¹ de P, aunque este comparte significancia estadística con otros tratamientos.

El coeficiente de variación (5,32 %) es bajo, por lo tanto da confianza a los resultados obtenidos.

Se observa un aumento del contenido de P en la planta a mayores dosis de glifosato, este herbicida tiene P en su composición el mismo que es metabolizado en metilamina y fosfato inorgánico (Hoagland), citado por Santos, *et al.* (2008),

posiblemente los metabolizados exudados por las raíces de *B. decumbens* por estar en un suelo franco no fueron retenidos mayormente, pudiendo estar disponible para las plantas de banano, lo que pudo ser la razón por la que se acumuló más P en la planta. Por otro lado los resultados obtenidos no concuerdan con Yamada y Stipp (2006) quienes mencionan que el glifosato forma compuestos y compete con los sitios de adsorción con el P.

La metabolización del glifosato lleva a formar ácido aminometilfosfónico (AMPA), el mismo que se deriva en metilamina y fosfato inorgánico, como productos finales de degradación. Adicionalmente puede ser exudado por las raíces, quedando sujeto a procesos de adsorción del suelo y disponible para la absorción radicular de plantas.

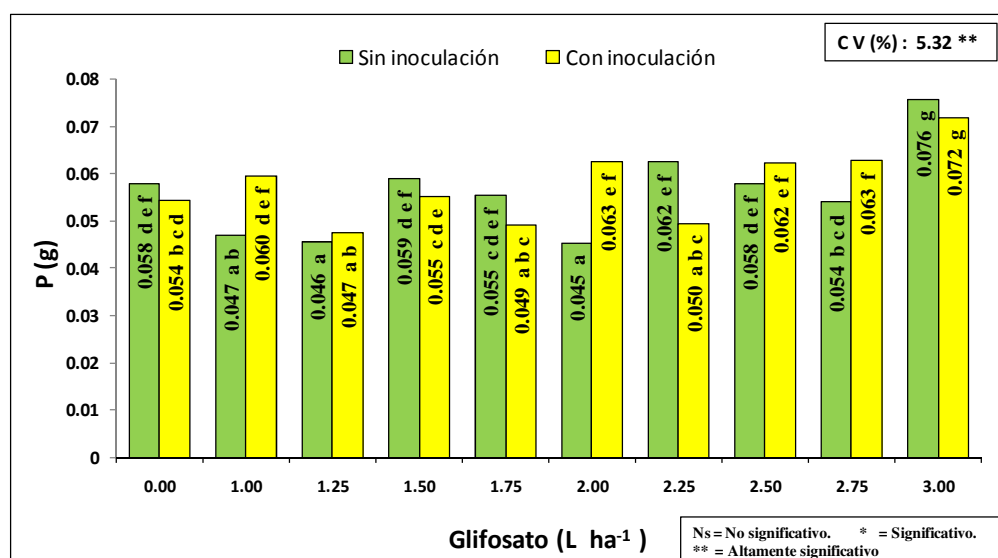


Figura 14. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de P en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.1.2.3. Contenido de Potasio (K).

En la figura 15 se observa los resultados del contenido de K para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde el tratamiento que presentó mayor contenido de K en

la planta y es estadísticamente superior fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,5} N₀), con 1,7 g planta⁻¹ de K, el tratamiento con menor contenido fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,87 g planta⁻¹ de K, siendo estadísticamente igual a (G_{2,25} N₁; G_{2,50} N₁ y G_{3,00} N₀).

El coeficiente de variación (5,29 %) es bueno y da confianza en los resultados obtenidos.

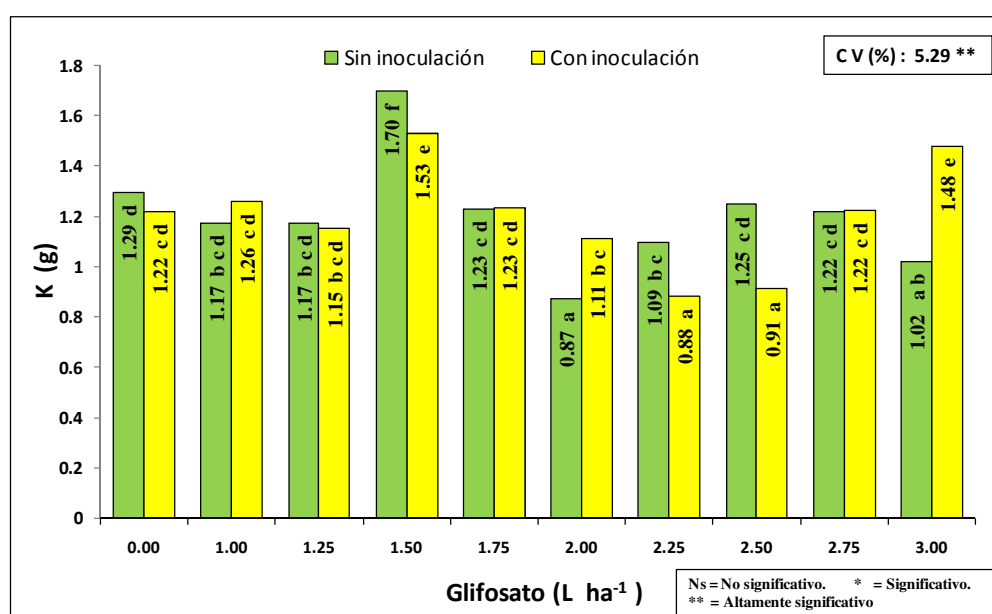


Figura 15. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de K en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.1.2.4. Contenido de Calcio (Ca)

En la figura 16 se observa que para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Ca en la planta fue el de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,25} N₀), con 0,393 g planta⁻¹ de Ca, aunque comparte significancia estadística con otros siete tratamientos, el tratamiento con menor

contenido de Ca en la planta fue el de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,25} N₁), con 0,245 g planta⁻¹ de Ca, que resultó estadísticamente inferior junto con el tratamiento de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,75} N₁), con 0,274 g planta⁻¹ de Ca.

El coeficiente de variación (5,35 %) es bajo y da confiabilidad en los resultados obtenidos.

En general se observa que los tratamientos sin nematodos presentan mayor promedio, lo que indicaría que los nematodos disminuyeron en el contenido de Ca.

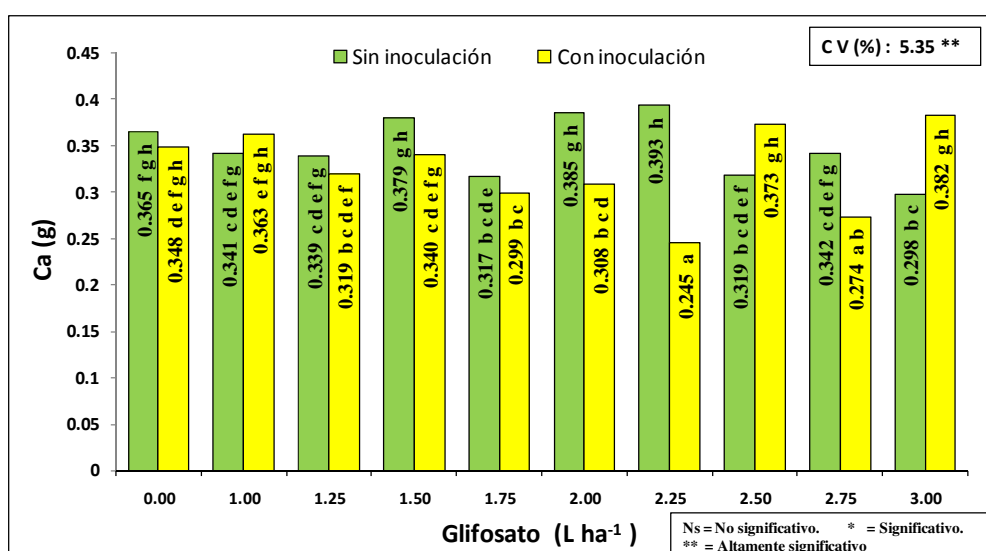


Figura 16. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Ca en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.1.2.5. Contenido de Magnesio (Mg).

En la figura 17 se observa los resultados del contenido de Mg en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido

de Mg en la planta fue el de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,25} N₀), con 0,187 g planta⁻¹ de Mg, aunque comparte significancia estadística con otros ocho tratamientos, el tratamiento con menor contenido de Mg en la planta fue, sin glifosato y sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀), con 0,125 g planta⁻¹ de Mg, aunque comparte significancia con (G_{1,50} N₁; G_{2,25} N₀; G_{2,50} N₁ y G_{2,75} N₁).

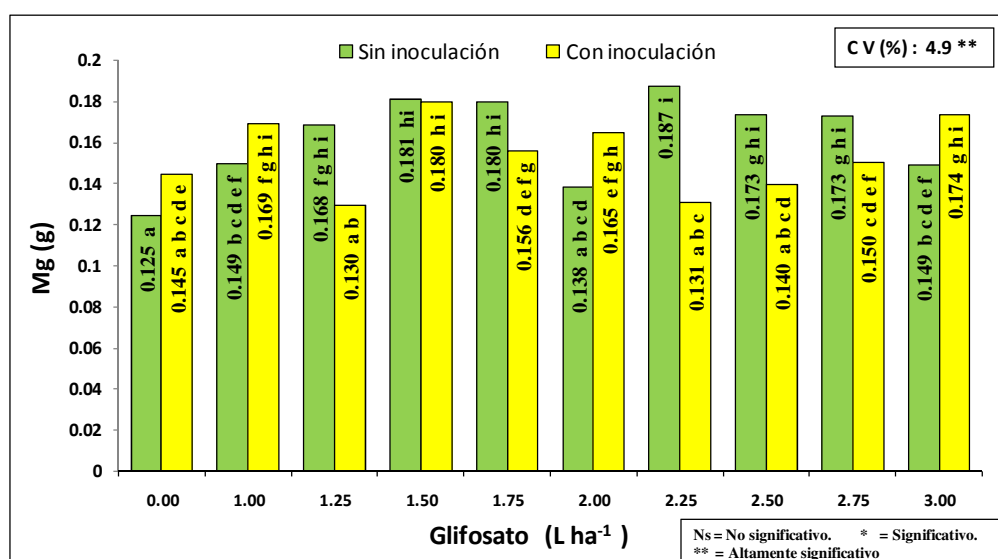


Figura 17. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mg en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (4,9 %) es bajo, lo que da confianza en los resultados.

A partir de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, se observa que los tratamientos con nematodos están más afectados, lo que quiere decir que los nematodos disminuyeron la acumulación de Mg.

4.1.2.6. Contenido de Azufre (S).

En la figura 18 se observa los resultados del contenido de S en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor

contenido de S en la planta fueron los de 1,00 y 1,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,00} N₁ y G_{1,25} N₁) ambos con 0,045 g planta⁻¹ de S, sin embargo comparten rangos similares con otros 11 tratamientos, los tratamientos con menor contenido de S en la planta fueron, sin glifosato, con y sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₁), con 0,033 y 0,034 g planta⁻¹ de S, respectivamente, pero comparten significancia estadística con (G_{1,75} N₁; G_{1,00} N₁ y G_{2,75} N₁).

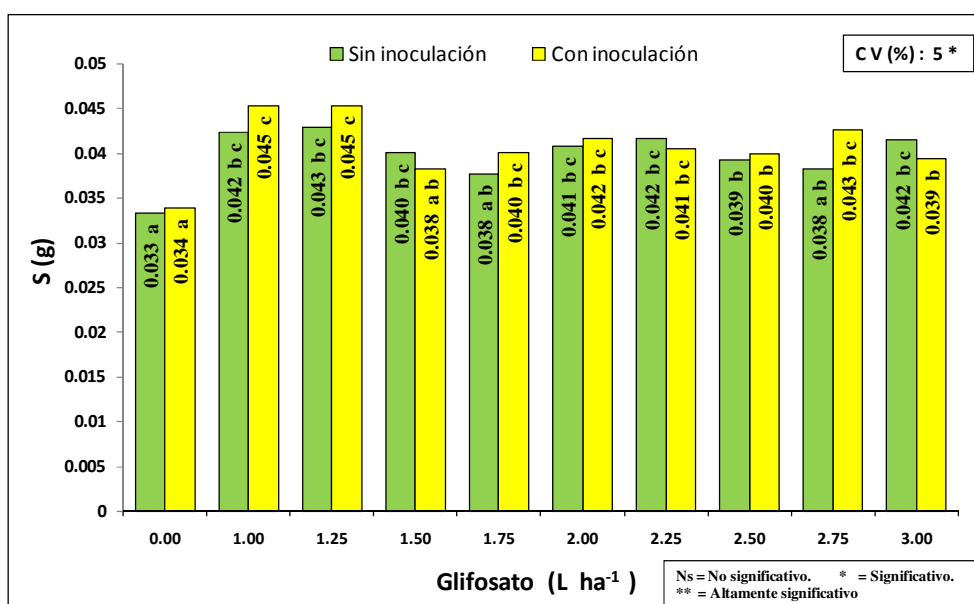


Figura 18. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de S en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (5 %) es bajo, lo cual da confianza en los resultados obtenidos.

Se evidencia que la competencia de *B. decumbens* afecta negativamente a la acumulación de S en la planta de banano, en comparación con el efecto del glifosato, bajo las condiciones evaluadas. El nivel de S en el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar) recolectado para el ensayo, es bajo (Anexo 3); por lo tanto, en el tratamiento sin glifosato la *B. decumbens*, pudo absorber rápidamente el poco S que había en el suelo, quedando menos S para la planta de banano.

4.1.2.7. Contenido de Zinc (Zn).

En la figura 19 se muestra los resultados del contenido de Zn en la parte vegetativa de la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos con mayor contenido de Zn en la planta y que fueron estadísticamente superiores son los de 1,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,25} N₁) y 1,50 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{1,50} N₀), con 0,099 y 0,090 g planta⁻¹ de Zn, los tratamientos con menor contenido de Zn y estadísticamente inferiores fueron los de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin y con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₀ y G_{3,00} N₁), con 0,022 y 0,021 g planta⁻¹ de Zn respectivamente.

El coeficiente de variación (6,28 %) es bueno y da confianza en los resultados.

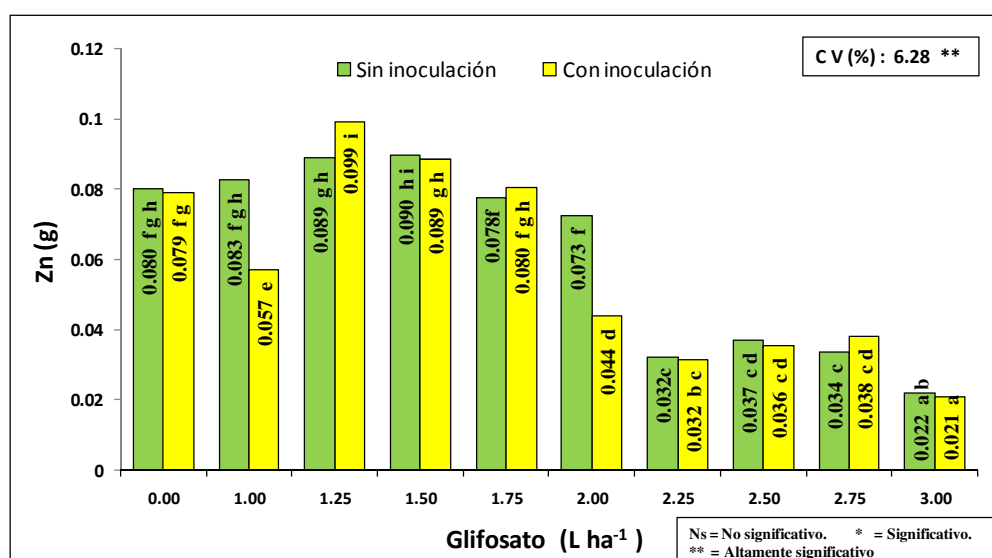


Figura 19. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Zn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se observa una tendencia clara, desde 0,00 L de glifosato ha⁻¹ el contenido de Zn en la planta sube hasta 1,50 L ha⁻¹ de glifosato, de ahí en adelante disminuye hasta alcanzar niveles críticos con 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, y que a mayor dosis de glifosato los

exudados radicales de la maleza son más concentrados afectando mayormente la absorción del Zn, esto coincide con Malavolta y Ferreira (2007), quienes mencionan que el glifosato inhibe la absorción de Zn, El glifosato se desorbe en el suelo y tiene una ligera movilidad, por lo cual su molécula disuelta puede competir o bloquear la absorción de elementos como el Zn (Nivia, 2003 y Serrato, 2005).

4.1.2.8. Contenido de Cobre (Cu).

En la figura 20 se observa que en la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Cu en la planta fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,50} N₀), con 0,022 g planta⁻¹ de Cu, compartiendo rangos estadísticos similares con otros 12 tratamientos, los contenidos más bajos de Cu en la planta se dieron con los tratamientos sin glifosato y con inoculación de nematodos (G₀ N₁) junto con los de 2,25 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, con y sin inoculación de nematodos, (G_{2,25} N₁ y G_{2,75} N₀), respectivamente, con 0,018 g planta⁻¹ de Cu.

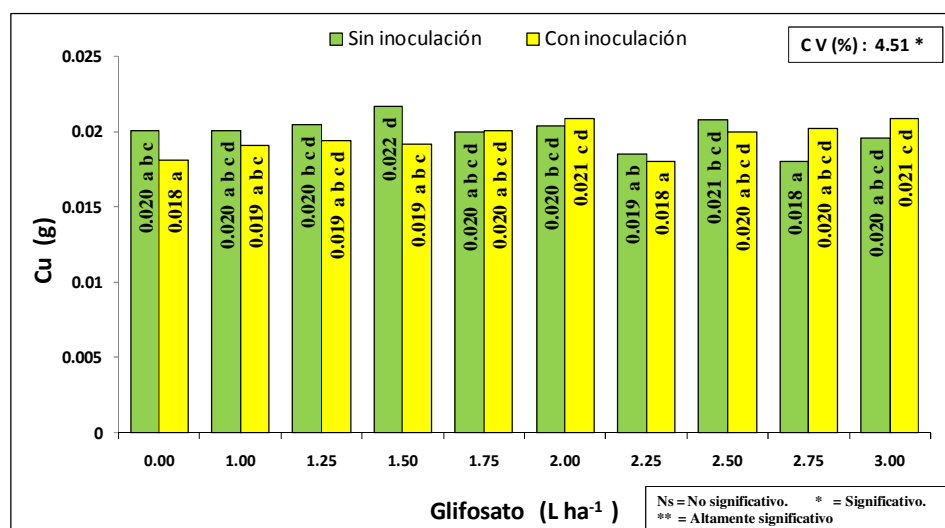


Figura 20. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Cu en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (4,51 %) es bueno y da confiabilidad en los resultados obtenidos. En este caso no se observa mayores diferencias.

4.1.2.9. Contenido de Hierro (Fe).

En la figura 21 se muestra los resultados del contenido de Fe en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Fe fue el de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₁), con 0,384 g planta⁻¹ de Fe, aunque estadísticamente comparte significancia con otros nueve tratamientos, los contenidos más bajos se obtuvo con los tratamientos sin glifosato, sin y con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₁), con 0,271 y 0,258 g planta⁻¹ de Fe respectivamente.

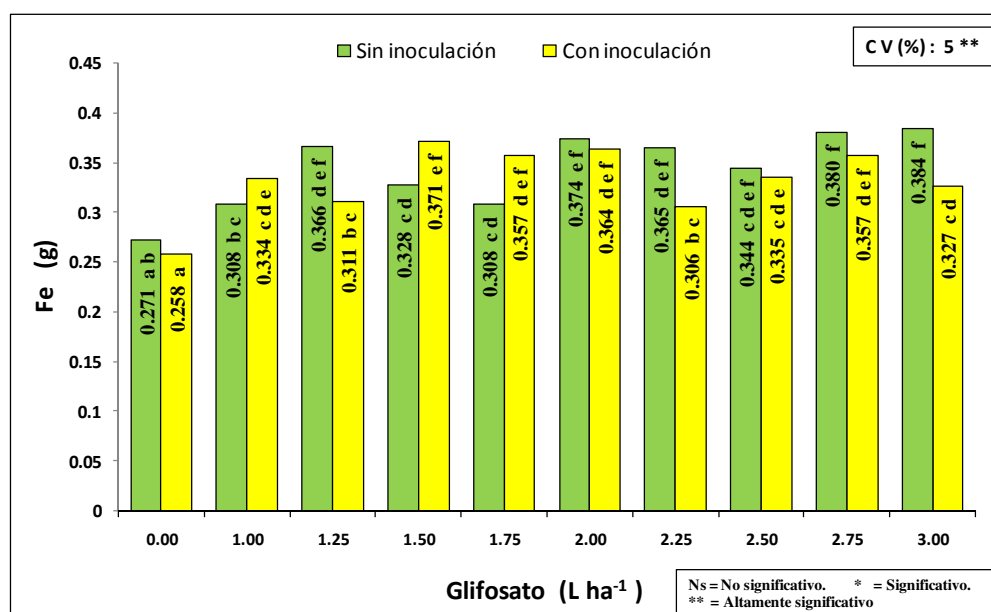


Figura 21. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Fe en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (5 %) es bajo por lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa que los tratamientos sin glifosato pero con *B. decumbens* que fue cortada cada 20 días, fueron estadísticamente inferiores, debido a que la competencia de *B. decumbens* con el banano por absorción de Fe, afectó mayormente la acumulación de Fe en la planta en comparación con el efecto que pudo causar el glifosato, lo cual se debería a la estrecha competencia de malezas a la que estuvo sometido el banano en un espacio reducido, donde la *B. decumbens* también absorbió Fe.

4.1.2.10. Contenido de Manganeso (Mn)

En la figura 22 se observa los resultados del contenido de de Mn en la planta, para la interacción G x N. (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Mn en la planta, aunque comparte significancia con otros 11 tratamientos fue el de 1,00 L de glifosato ha⁻¹ con inoculación de nematodos (G_{1,00} N₁), con 0,215 g planta⁻¹ de Mn, el tratamiento con menor contenido de Mn en la planta, aunque comparte significancia con otros , fue el de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₁), con 0,169 g planta⁻¹ de Mn.

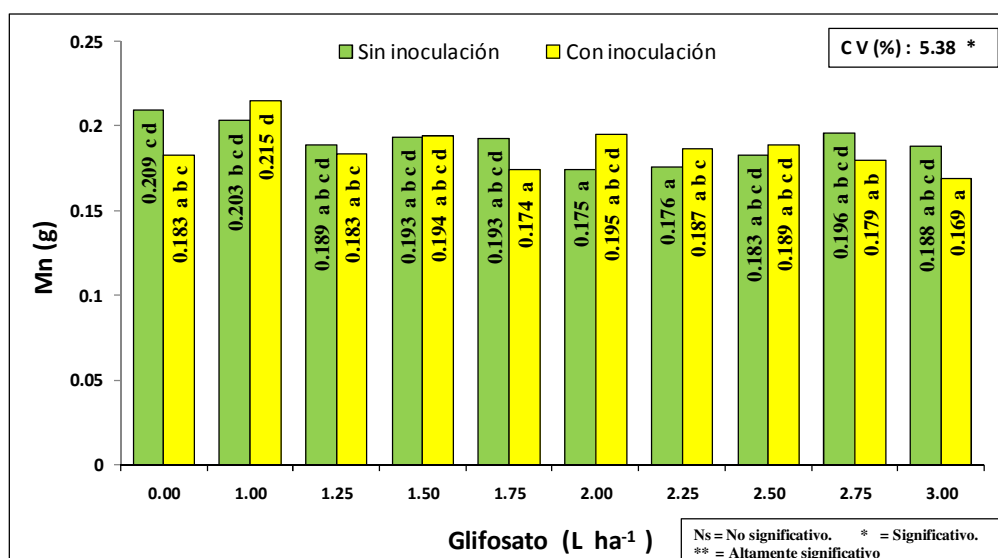


Figura 22. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (5,38 %) es bueno para el diseño usado, por lo que da confianza en los resultados obtenidos.

4.1.2.11. Contenido de Boro.

En la figura 23 se observa los resultados del contenido de B en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de B en la planta, fueron los de 1,50 y 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,50} N₀ y G_{2,25} N₀), con 0,069 g planta⁻¹ de B, compartiendo significancia con otros cinco tratamientos, el tratamiento con menor contenido de B en la planta, fue el de 3,00 L de glifosato ha⁻¹, con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₁), con 0,042 g planta⁻¹ de B, siendo estadísticamente igual con (G_{0,00} N₁; G_{1,25} N₀ y G_{1,25} N₁).

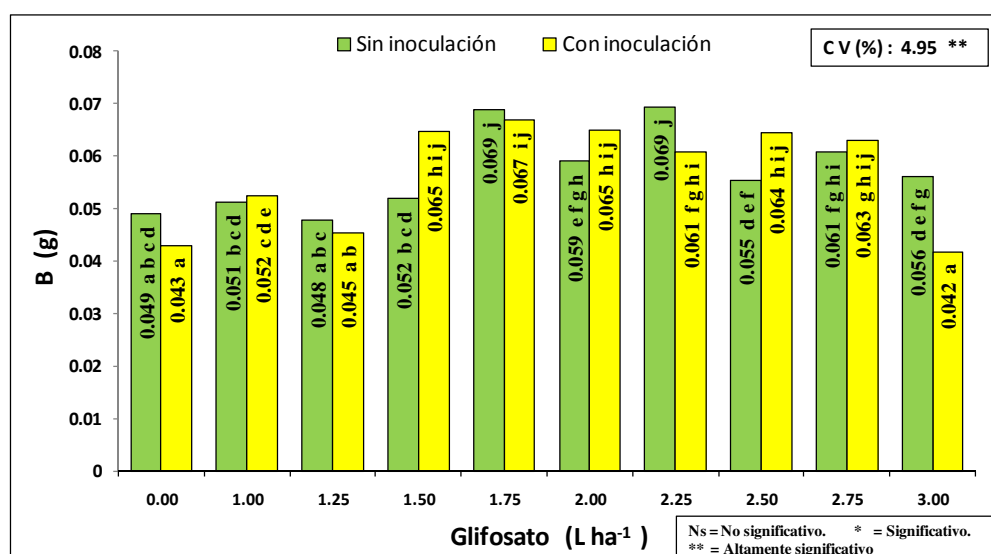


Figura 23. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de B en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (4,95 %) es bajo para el diseño usado y da confianza en los resultados obtenidos.

Los niveles de B se mantienen bajos en las dosis de 0,00 a 1,25 L ha⁻¹ de glifosato, luego el contenido incrementa hasta la dosis de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, a partir de esta vuelve a descender hasta la dosis de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato.

4.1.3. Contenidos Nutricionales en Raíces.

En el cuadro 12 el ADEVA muestra diferencias estadísticas significativas para los factores glifosato y nematodos así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos), para el factor nematodos todos los elementos analizados fueron estadísticamente significativos , a excepción del Mg.

Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional en raíces de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

F.V.	G L	CM										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Repetición	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glifosato (G)	9	0**	0*	0*	0*	0*	0**	0*	0**	0,01**	0*	0**
Nematodos (N)	1	0*	0*	0*	0*	0 Ns	0**	0**	0**	0,01*	0**	0*
G x N	9	0*	0**	0*	0*	0*	0**	0*	0*	0*	0*	0*
Error	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	79											
CV %		8,89	9,11	9,15	8,97	9,04	8,96	9,05	9,43	9,05	8,99	8,87

4.1.3.1. Contenido de Nitrógeno (N).

En la figura 24 se observa los resultados del contenido de N en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de N en las raíces, aunque comparten significancia con otros 12 tratamientos, fueron los de 1,50 y 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, con y sin inoculación de nematodos respectivamente (G_{1,50} N₁ y G_{2,00} N₀), los dos con 0,110 g raíz⁻¹ de N, el tratamiento con menor contenido de N en la planta, aunque comparte significancia con

otros 15, fue el de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,75} N₀) con 0,080 g de N.

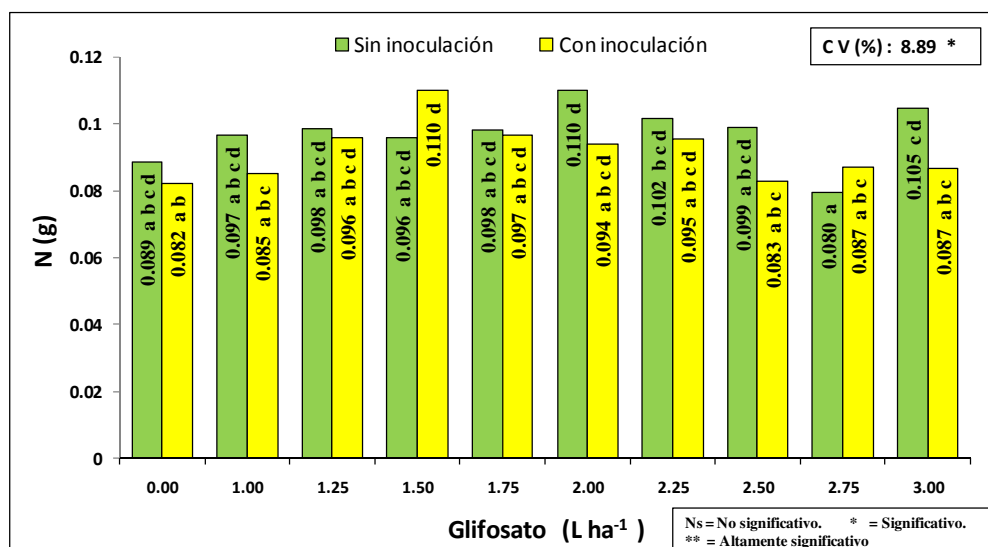


Figura 24. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de N en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (8,89 %) es bueno para el diseño usado y da confianza en los resultados obtenidos.

En este caso se mantiene una tendencia similar a algunas variables de crecimiento evaluadas, en las que hasta 2,00 L de glifosato ha⁻¹ sube y de ahí en adelante, tiende a bajar.

4.1.3.2. Contenido de Fósforo (P).

En la figura 25 se observa que, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de P en las raíces fueron los de 2,00 y 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀ y G_{2,50} N₀), los dos con 0,017 g raíz⁻¹ de P, aunque comparten rango de significancia estadística con 17

tratamientos, excepto con (G_{2,00} N₁ y G_{3,00} N₀) junto con el tratamiento de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁) que tuvo la menor contenido en la planta, con 0,011 g raíz⁻¹ de P.

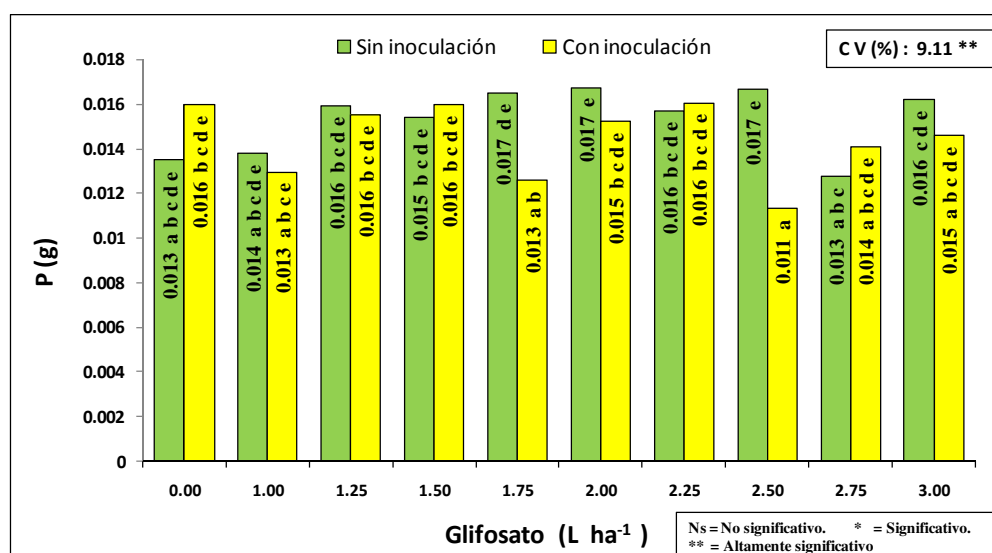


Figura 25. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de P en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (9,11 %) es adecuado y garantiza los resultados obtenidos.

4.1.3.3. Contenido de Potasio (K).

En la figura 26 se observa los resultados para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de K en las raíces fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀) con 0,256 g raíz⁻¹ de K, aunque comparte significancia con otros nueve tratamientos. El tratamiento con menor contenido de K en las raíces, fue el de 0,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁), con 0,180 g raíz⁻¹ de K, aunque comparte significancia estadística con otros tratamientos se encuentra en un grupo estadísticamente inferior.

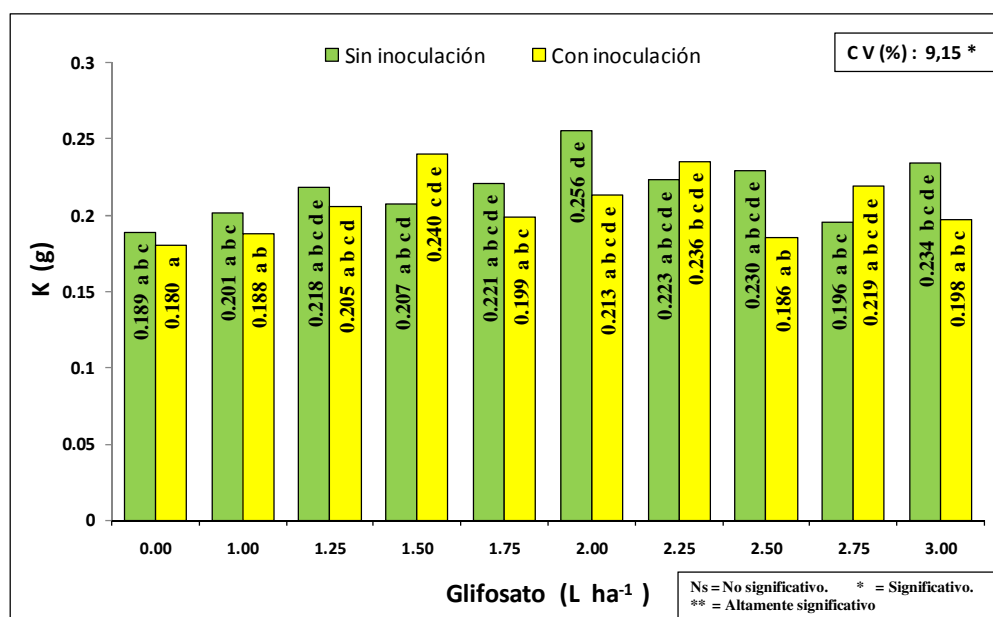


Figura 26. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de K en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (9,15 %) es adecuado y garantiza los resultados obtenidos.

4.1.3.4. Contenido de Calcio (Ca)

En la figura 27 se observa los efectos de la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde el tratamiento que presentó mayor contenido de Ca en las raíces fue el de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,25} N₀) con 0,042 g raíz⁻¹ de Ca, aunque comparte significancia con otros 13 tratamientos, se encuentra en un grupo estadístico superior, el tratamiento con menor contenido de Ca en las raíces fue el de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁), con 0,031 g raíz⁻¹ de Ca, pero comparte rango de significancia estadística con otros tratamientos.

El coeficiente de variación (8,97 %) es bueno por lo tanto da confianza en los resultados obtenidos.

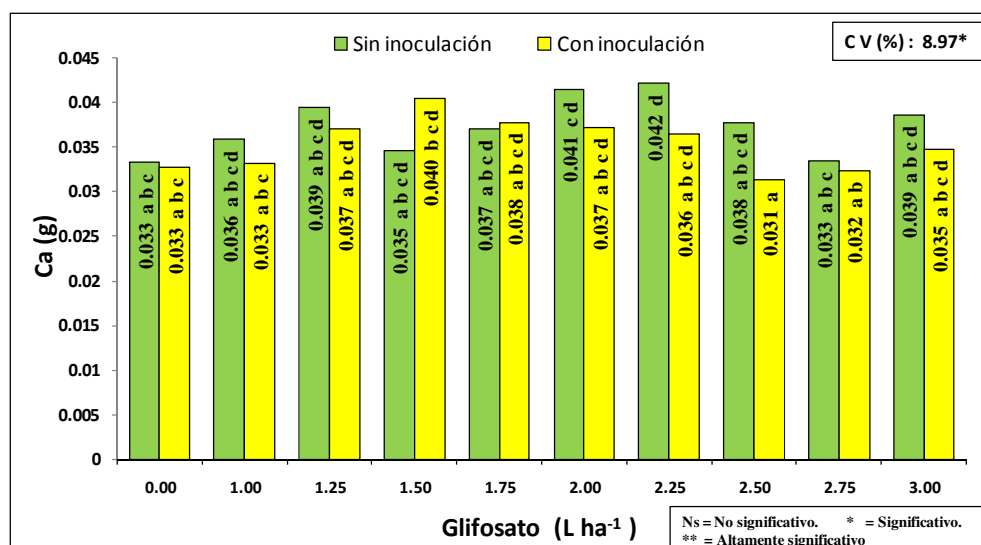


Figura 27. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Ca en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se observa una tendencia similar, aunque los tratamientos con inoculación de nematodos acumularon menos Ca, lo que indicaría que los nematodos influyeron en este aspecto.

4.1.3.5. Contenido de Magnesio (Mg).

En la figura 28 se observa los resultados de la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Mg en las raíces fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,027 g raíces⁻¹ de Mg, es estadísticamente superior, aunque comparte significancia con otros 13 tratamientos, los que presentaron menores promedios fueron los tratamientos sin glifosato y sin nematodos (G_{0,00} N₀), con 0,019 g raíces⁻¹ de Mg junto al de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁), con 0,020 g raíces⁻¹ de Mg, son estadísticamente inferiores aunque comparten significancia con casi todos los tratamientos excepto con (G_{2,00} N₀ y G_{2,25} N₀).

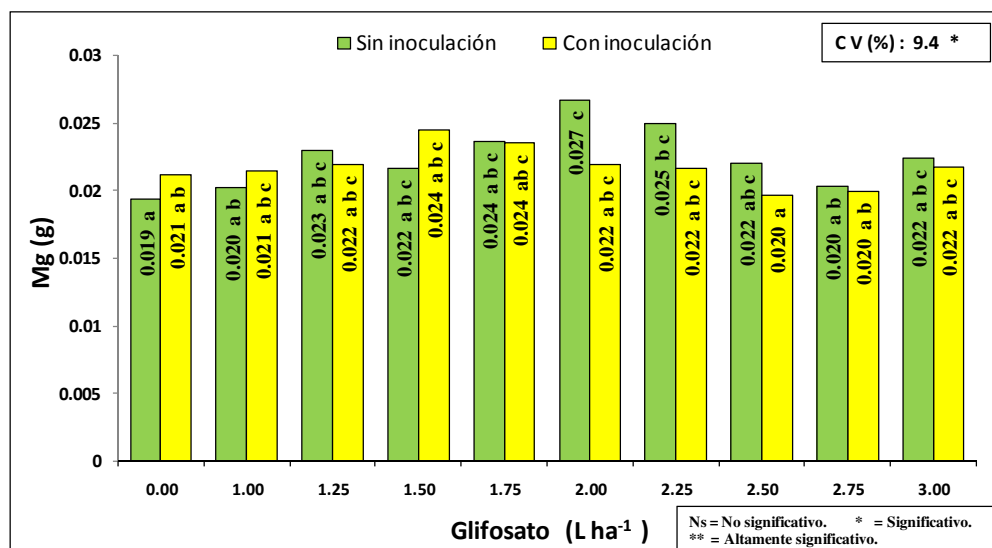


Figura 28. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mg en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (9,04 %) es bajo, lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Para los elementos N, K, Ca y Mg se observa una tendencia similar en la que sus contenidos aumentan hasta la dosis de 2,00 L de glifosato ha⁻¹ y de ahí en adelante empieza a disminuir.

4.1.3.6. Contenido de Azufre (S).

En la figura 29 para la interacción G x N (glifosato x nematodos) los tratamientos que presentaron mayor contenido de S en las raíces fueron; sin glifosato y con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁) y 1,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,25} N₀), ambos con 0,006 g raíces⁻¹ de S, pero comparten rango de significancia estadística con seis tratamientos, el que presentó menor contenido de S en las raíces fue el de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₀), con

0,002 g raíces⁻¹ de S y comparte rango estadístico con (G_{2,75} N₀) cuyo promedio fue de 0,003 g raíces⁻¹ de S.

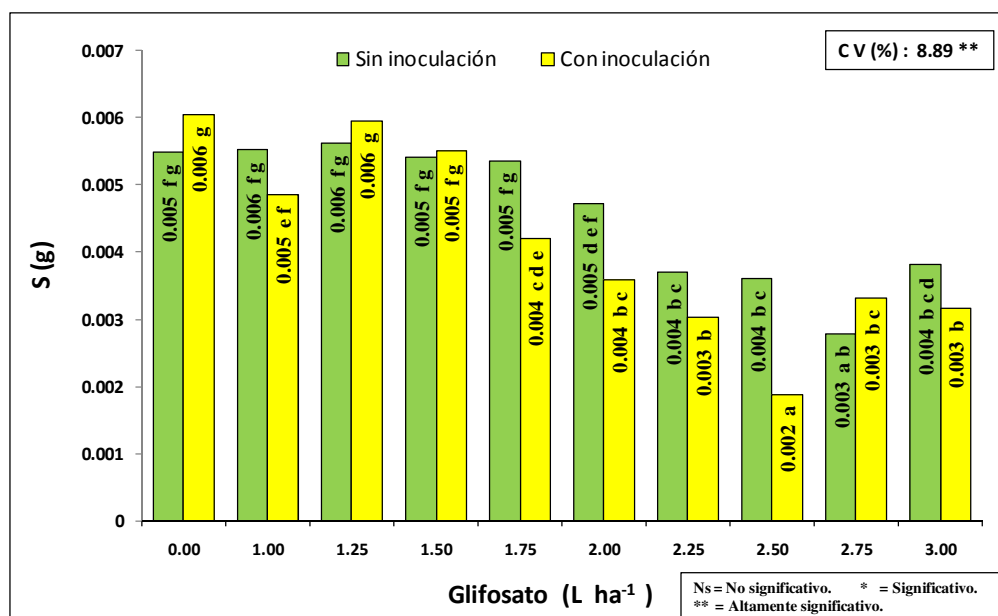


Figura 29. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de S en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (8,89 %) es bajo, lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa que el contenido de S empieza a disminuir a partir de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato, de ahí en adelante al ir aumentando la dosis hasta 3,00 L ha⁻¹ de glifosato el contenido de S baja notablemente, lo que quiere decir que el glifosato en las dosis mayormente afectadas, causa un efecto negativo sobre el contenido de S en las raíces de las plantas de banano, lo que tiene sentido al analizar lo mencionado por James, citado por Yamada y Stipp (2006) quienes indican que el glifosato se trasloca a la raíz y es exudado pudiendo llegar a tener contacto con la raíz del banano afectándola y provocando alteraciones en la nutrición mineral.

4.1.3.7. Contenido de Zinc (Zn).

En la figura 30 se muestra los resultados de la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Zn en las raíces fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,019 g raíces⁻¹ de Zn, es estadísticamente superior, aunque comparte significancia con otros siete tratamientos, el tratamiento con menor contenido de Zn en las raíces fue el de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁), que presento 0,012 g raíces⁻¹ de Zn, aunque comparte rango de significancia con casi todos los tratamientos excepto con (G_{1,00} N₀; G_{2,00} N₀; G_{2,25} N₀ y G_{2,50} N₀).

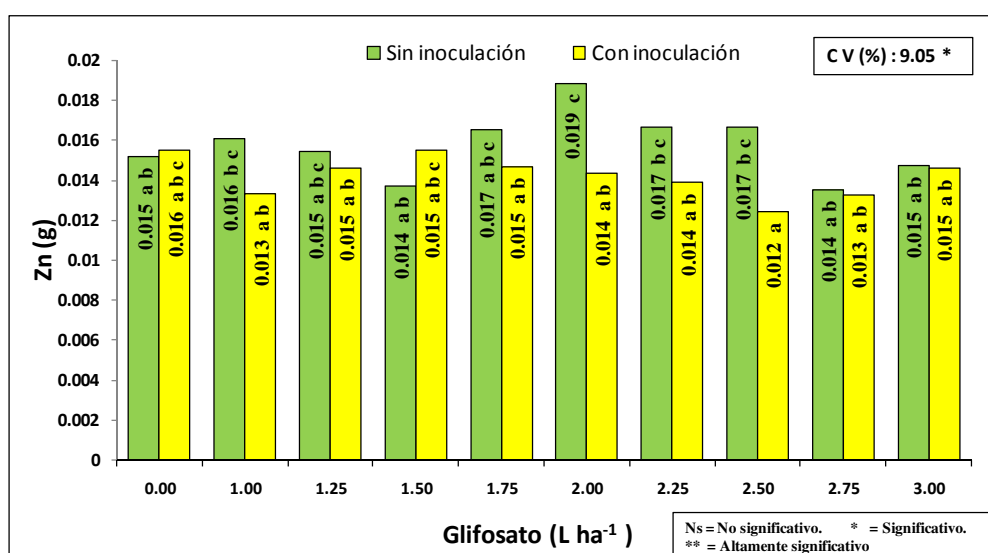


Figura 30. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Zn en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (9,05 %) es bueno para el diseño empleado, lo que da confianza en los resultados obtenidos.

En este caso los tratamientos con glifosato mas inoculación de nematodos acumularon menos Zn, esto es más notorio a partir de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato donde la diferencia entre los tratamientos sin y con inoculación es mayor.

4.1.3.8. Contenido de Cobre (Cu).

En la figura 31 se observa los resultados de la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde el tratamiento que presentó mayor contenido de Cu en las raíces fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,035 g raíces⁻¹ de Cu, es estadísticamente superior compartiendo rango de significancia con seis tratamientos, el contenido más bajo de Cu en las raíces correspondió a 2,75 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,75} N₁) con 0,019 g raíces⁻¹ de Cu, es estadísticamente inferior, pero comparte significancia con otros siete tratamientos.

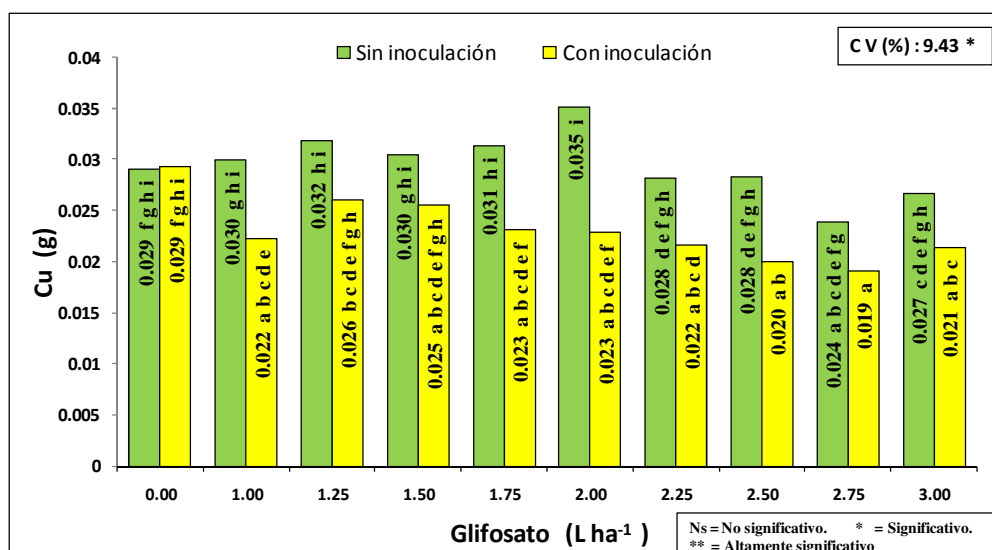


Figura 31. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Cu en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (9,43 %) es bajo, lo cual da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa que a medida que aumenta el contenido de glifosato los tratamientos con nematodos acumulan menor contenido de Cu en las raíces, comparados con los que no fueron inoculados, lo que indica que los nematodos de alguna manera afectaron la acumulación de Cu.

4.1.3.9. Contenido de Hierro (Fe).

En la figura 32 se observa que los efectos de la interacción G x N (glifosato x nematodos), provocaron que el tratamiento con mayor contenido de Fe en las raíces fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,367 g raíces⁻¹ de Fe, este resultó estadísticamente superior, aunque comparte rango de significancia estadística con otros ocho tratamientos. El tratamiento con menor contenido de Fe en las raíces fue el de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₁), que presentó 0,239 g raíces⁻¹ de Fe, es estadísticamente inferior, pero comparte significancia con otros 13 tratamientos.

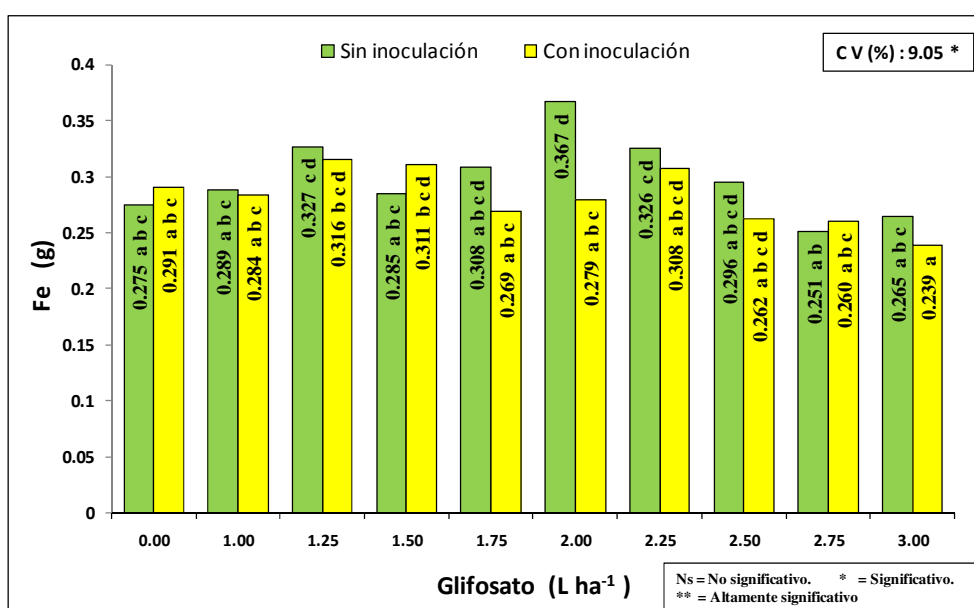


Figura 32. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Fe en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (9,05 %) es bajo, lo cual da confianza en los resultados obtenidos.

4.1.3.10. Contenido de Manganeso (Mn).

En la figura 33 se presenta los resultados del contenido de Mn en las raíces, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), aquí el tratamiento con mayor contenido de Mn en las raíces fue el de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,50} N₀), con 0,034 g raíces⁻¹ de Mn, es estadísticamente superior aunque comparte rangos de significancia con seis tratamientos, los menores contenidos de Mn en las raíces se encontraron con 2,50 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁ y G_{2,75} N₁), los dos con 0,021 g de Mn, aunque comparten rango de significancia con 13 tratamientos.

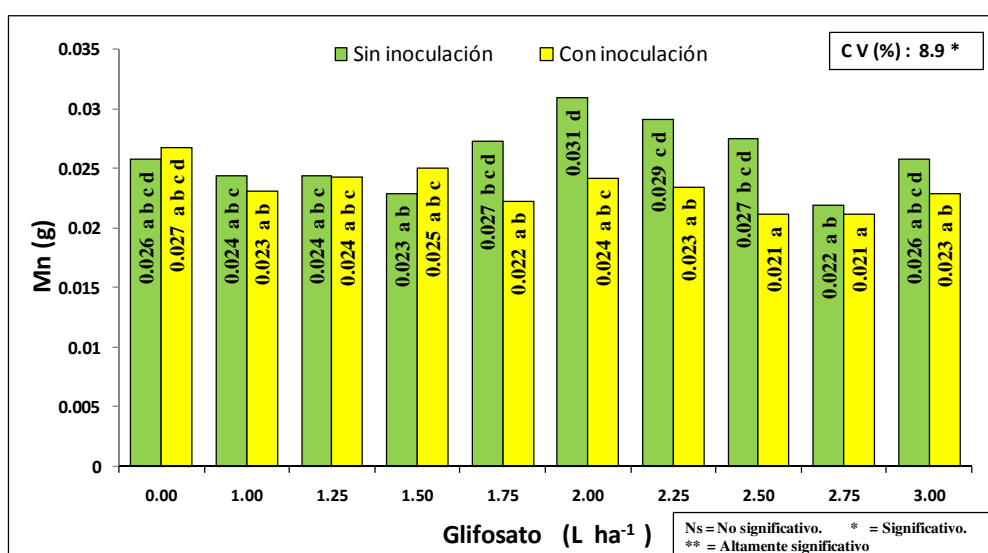


Figura 33. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mn en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (8,99 %) es bueno lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa que una diferencia considerable entre los tratamientos sin y con inoculación, a partir de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato, lo que indicaría que los nematodos disminuyeron la acumulación de Mn en las raíces.

4.1.3.11. Contenido de Boro (B).

En la figura 34 se presenta los resultados del contenido de B en las raíces, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde los tratamientos con mayor contenido de B en las raíces fueron los de 1,00 y 1,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin y con inoculación de nematodos (G_{1,00} N₀ y G_{1,50} N₁), ambos con 0,010 g raíces⁻¹ de B, aunque comparten rango de significancia con otros ocho tratamientos, los menores contenidos de B se obtuvo con los tratamientos 0,00 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁ y G_{2,75} N₁), con 0,006 y 0,007 g raíces⁻¹ de B respectivamente; sin embargo comparten significancia estadística con otros nueve tratamientos.

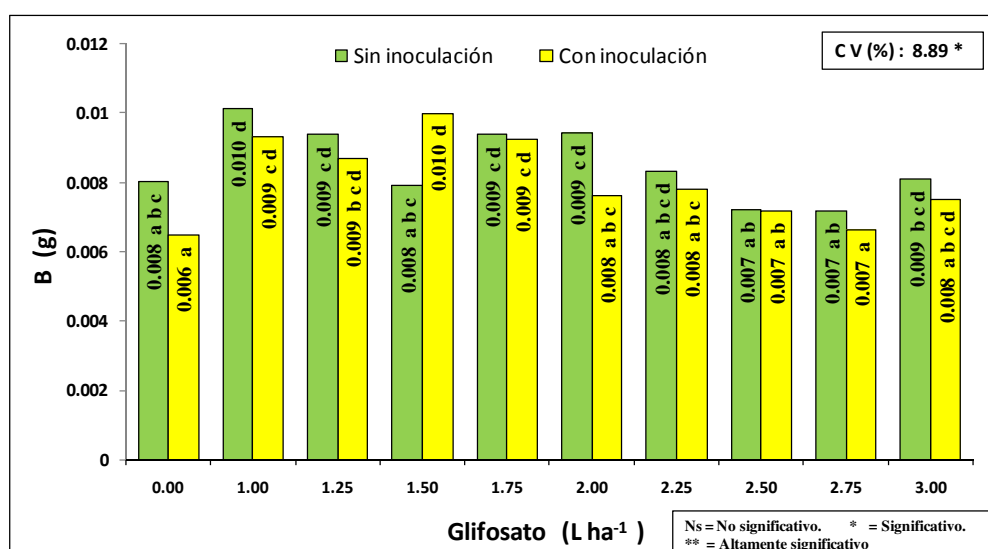


Figura 34. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de B en las raíces de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (8,89 %) es bajo lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa una disminución del contenido de B en las raíces a partir de la dosis de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato en adelante, lo cual se puede deber a que el exudado de las

raíces de la maleza tuvo mayor concentración de glifosato y causó un efecto negativo en la acumulación de este elemento en la raíz.

4.2. RESULTADOS DE PLÁNTULAS DE BANANO SEMBRADAS EN SUELO DE LA HDA. SAN JOSÉ (BABAHOYO).

4.2.1. Variables de Crecimiento de la Planta.

4.2.1.1. Altura

El ADEVA (anexo 9) indica que existe diferencias estadísticas altamente significativas, para el factor glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos), mientras que para el factor nematodos no se observó diferencias estadísticas significativas.

En la figura 35 se observa los resultados de altura para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde los tratamientos de 2,50 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁ y G_{2,75} N₁), con 108,3 y 107,7 cm de altura promedio respectivamente, fueron estadísticamente superiores, aunque comparten rango de significancia estadística con la mayoría de tratamientos, a excepción de (G_{1,50} N₀ y G_{3,00} N₁), los cuales comparten significancia con el tratamiento de 0,00 L ha⁻¹ de glifosato (G_{0,00} N₀) con 86,2 cm de altura, el cual es el menor.

El coeficiente de variación (4,2 %) es bajo lo que da confianza en los resultados obtenidos.

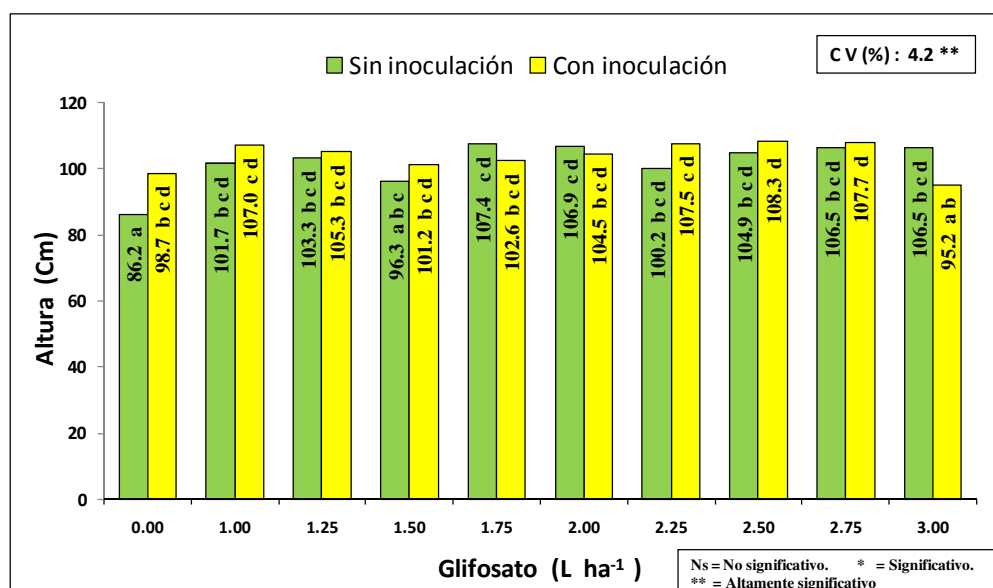


Figura 35. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre la altura de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.2.1.2. Área Foliar.

El ADEVA (anexo 9), muestra diferencias estadísticas altamente significativas, para el factor glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos), mientras que para el factor nematodos no se encontró diferencias estadísticas significativas.

En la figura 36 se muestra los resultados del área foliar, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos con mayor área foliar fueron los de 1,50; 1,75 y 2,25 L ha⁻¹ de glifosato el primero con inoculación de nematodos y los otros sin inoculación (G_{1,50} N_{1,00}; G_{1,75} N₀ y G_{2,25} N₀), los tres con un área foliar de 0,41 m², son estadísticamente superiores aunque comparten significancia con otros 14 tratamientos, la menor área foliar resultó en el tratamiento sin glifosato y sin nematodos (G_{0,00} N₀), con 0,31 m² de área foliar, pero comparte significancia estadística con otros siete tratamientos.

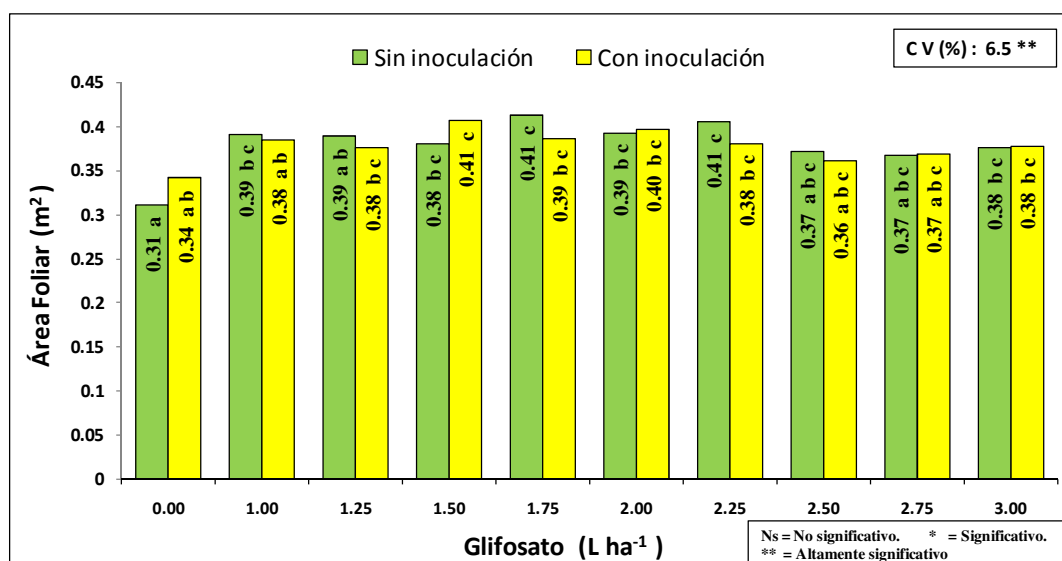


Figura 36. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el área foliar de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (6,5 %) lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa claramente que los tratamientos, sin glifosato, con control manual de malezas, presentan menor área foliar, debido a que el efecto de competencia de malezas es mayor que el efecto que puede causar el glifosato, (Robinson y Singk, 1973; citados por Acosta, y Agüero; 2002) mencionan que la competencia de malezas en banano provoca una reducción del área foliar.

Para las variables altura y área foliar se presentan resultados similares, donde los tratamientos sin glifosato y sin nematodos son inferiores, debido a que el efecto negativo de la competencia de las malezas es mayor que el provocado por el glifosato.

4.2.1.3. Diámetro de corona foliar.

El ADEVA (anexo 9), muestra diferencias estadísticas altamente significativas, para el factor glifosato, diferencias significativas para la interacción G x N (glifosato x nematodos), y no se muestra diferencias estadísticas para el factor nematodos.

En la figura 37 se observa los resultados para el diámetro foliar para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el mejor tratamiento fue el de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,25} N₀) cuyo promedio alcanza 95,44 cm, es estadísticamente superior pero comparte rango de significancia estadística con otros 16 tratamientos, el menor diámetro foliar se encontró con los tratamientos sin glifosato, sin y con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₁), con 86,39 y 86,44 cm de diámetro foliar respectivamente, son estadísticamente inferiores pero comparten significancia con diez tratamientos.

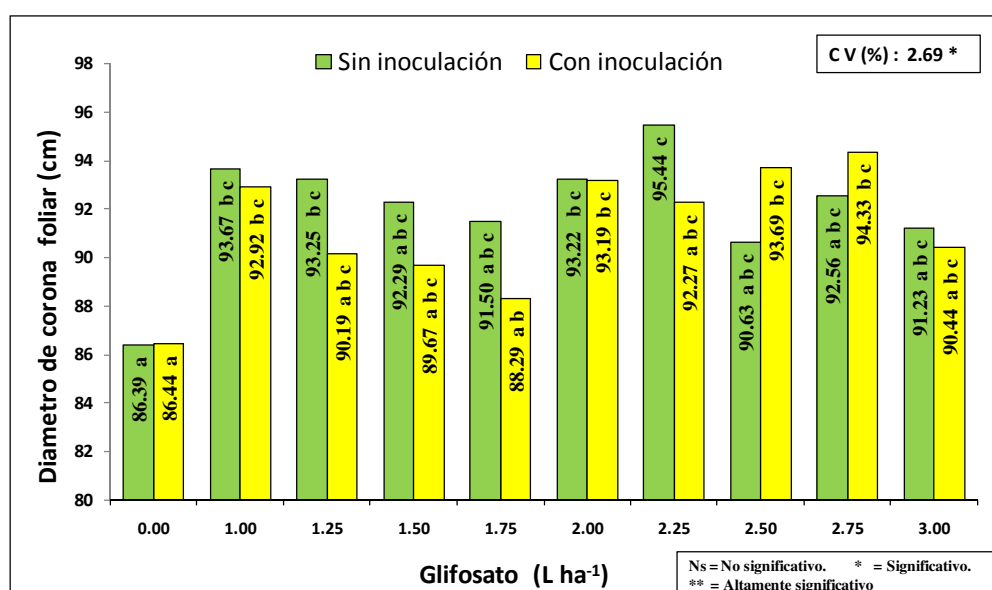


Figura 37. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el diámetro foliar o corona, de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (2,69 %) lo que da confianza en los resultados obtenidos.

Los tratamientos sin glifosato con corte de la *B. decumbens* cada 20 días, presentaron menor diámetro foliar que los tratamientos con glifosato, lo que indica que la competencia de malezas afectó mayormente que el uso del glifosato, resultados similares se obtuvo en las variables de crecimiento para el suelo de Patricia Pilar.

4.2.1.4. Diámetro de Pseudotallo.

En el ADEVA (anexo 9), se observa diferencias estadísticas altamente significativas, para el factor glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos), mientras que para el factor nematodos no se presentó diferencias estadísticas significativas.

En la Figura 38 se observa los resultados del diámetro del pseudotallo para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde los tratamientos de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{1,75} N₀) con 3,82 cm, junto a 2,25 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,25} N₁ y G_{2,75} N₁) con un diámetro de 3,80 cm, son superiores y estadísticamente iguales, aunque comparten rangos de significancia con la mayoría de tratamientos excepto con (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₁), el menor promedio se presentó con el tratamiento sin glifosato y sin nematodos (G_{0,00} N₀) con un diámetro de 3,45 cm, es estadísticamente inferior pero comparte rango de significancia estadística con otros tratamientos.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (2,78 %) lo que da confianza en los resultados obtenidos.

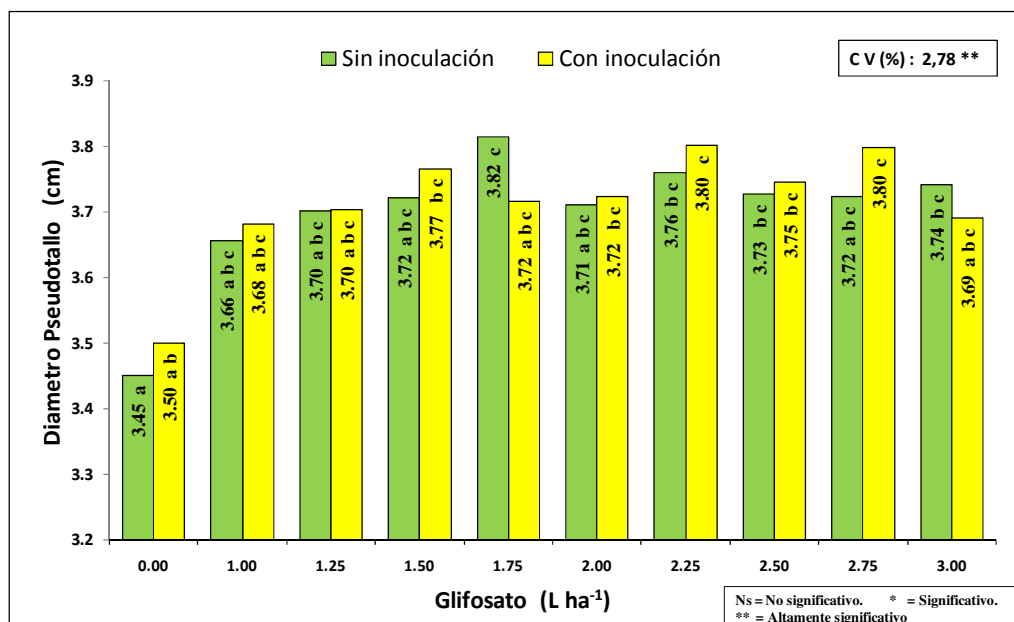


Figura 38. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el diámetro de pseudotallo, de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Al igual que el diámetro foliar aquí se observa que el efecto de competencia de *B. decumbens* perjudica mayormente comparado con el uso de glifosato. Resultados similares se obtuvo con el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar).

4.2.1.5. Peso fresco de raíz.

En el ADEVA (anexo 9), se observa diferencias estadísticas significativas, en los factores individuales glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 39 se presenta los resultados de peso fresco de raíz para la interacción G x N (glifosato x nematodos), presentando el mayor peso con la dosis de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,50} N₀) con un peso de 74,02 g planta⁻¹, es estadísticamente superior pero comparte rango de significancia estadística con (G_{1,25} N₀; G_{1,75} N₀ y G_{2,75} N₁), los tratamientos con menor peso fresco de raíz fueron

los de 0,00 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato con y sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁ y G_{2,75} N₀) con 51,86 y 51,93 g planta⁻¹ respectivamente, son estadísticamente inferiores aunque comparten rango estadístico con otros ocho tratamientos.

Se presenta un bajo coeficiente de variación de (5,53 %), lo que da confiabilidad en los resultados obtenidos.

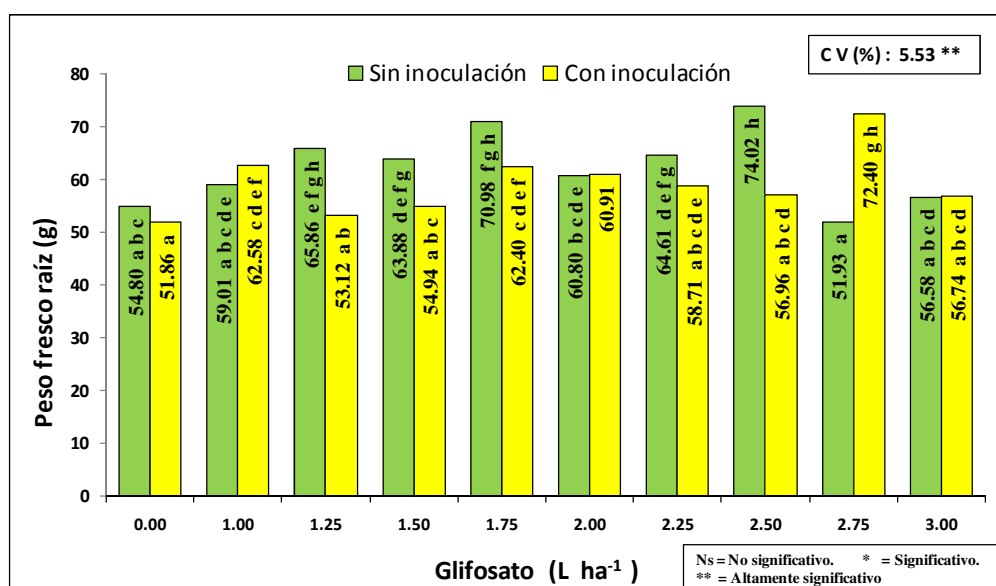


Figura 39. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso fresco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.2.1.6. Peso seco de raíz.

En el ADEVA (anexo 9) se observa diferencias estadísticas significativas, en los factores glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 40 se presenta los resultados para el peso seco de raíz, en la interacción G x N (glifosato x nematodos), presentando mayor peso el tratamiento de

1,75 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{1,75} N₀), con 5,52 g planta⁻¹ de raíces secas, es estadísticamente superior aunque comparte rango de significancia estadística con otros 14 tratamientos, el menor peso seco de raíz se registró con la dosis de 1,25 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{1,25} N₁), presentando un peso promedio de 3,99 g planta⁻¹ de raíces secas, es estadísticamente inferior aunque comparte significancia estadística con otros 13 tratamientos.

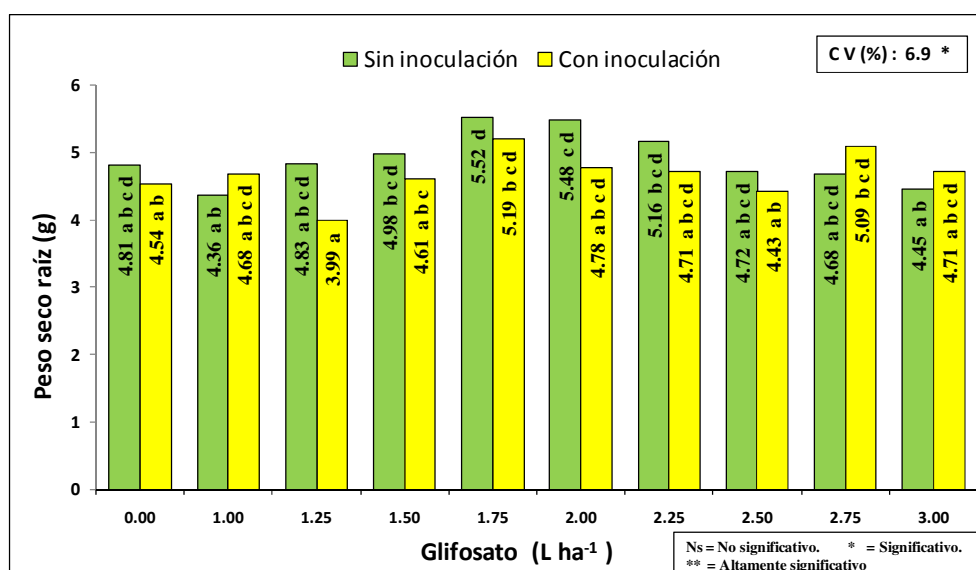


Figura 40. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso seco radicular de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (6,9 %) que es bueno y da confianza en los resultados obtenidos; además, se observa una tendencia parecida a otras variables e incluso similar a la misma variable con el suelo de la Hda. Sandrita (P. Pilar).

4.2.1.7. Peso fresco de planta.

El ADEVA (anexo 9) muestra diferencias estadísticas altamente significativas, para el factor glifosato, diferencias significativas para la interacción G x N (glifosato x

nematodos) y no se presenta diferencias estadísticas significativas para el factor nematodos

En la figura 41 se observa que el peso fresco de planta, en la interacción G x N (glifosato x nematodos), siendo el tratamiento de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,25} N₁), el que presentó un mayor peso fresco de planta con 404,36 g planta⁻¹ de peso fresco, aunque comparte significancia estadística con otros 15 tratamientos, el menor promedio se registró con el tratamiento sin glifosato y sin nematodos (G_{0,00} N₀) con 325,16 g planta⁻¹ de peso fresco, es estadísticamente menor pero comparte significancia con cuatro tratamientos.

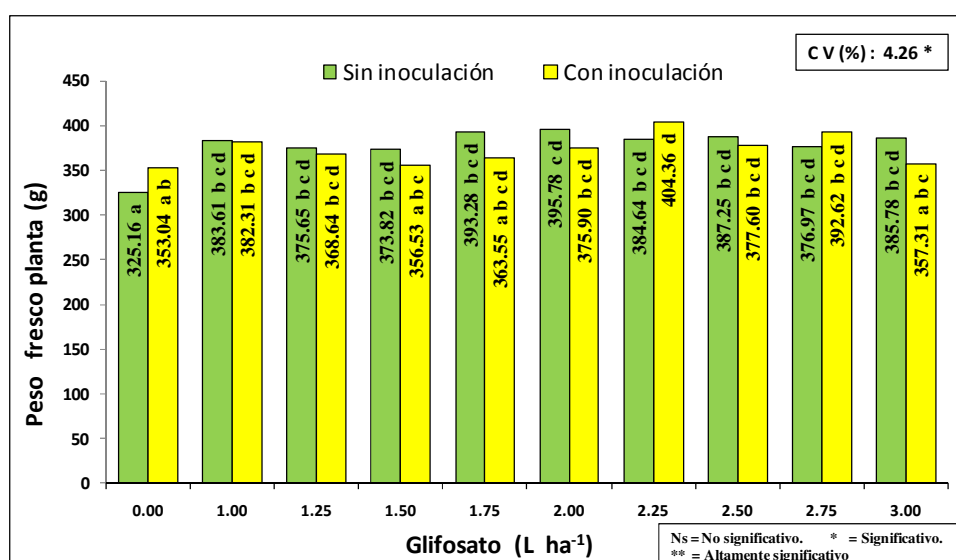


Figura 41. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso fresco de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (4,26 %) que es bueno y da confianza en los resultados obtenidos.

Al igual que otras variables los tratamientos sin glifosato presentan los valores más bajos debido a la competencia de malezas, además los resultados para esta variable son similares en los dos tipos de suelo.

4.2.1.8. Peso seco de planta.

El ADEVA (anexo 9) muestra diferencias estadísticas significativas en los factores glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos)

En la figura 42 se muestra los resultados del peso seco de planta para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento más alto y estadísticamente superior, aunque comparte significancia con otros 16 tratamientos, fue el de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{1,75} N₀), con un peso seco de 32,26 g planta⁻¹, el menor peso seco de planta se presentó con el tratamiento de 0,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀), con un peso seco de 26,98 g planta⁻¹, aunque es estadísticamente igual a los tratamientos (G_{0,00} N₁ y G_{1,00} N₁) con 27,53 y 28,62 g planta⁻¹, sin embargo comparten rango de significancia con otros 16 tratamientos.

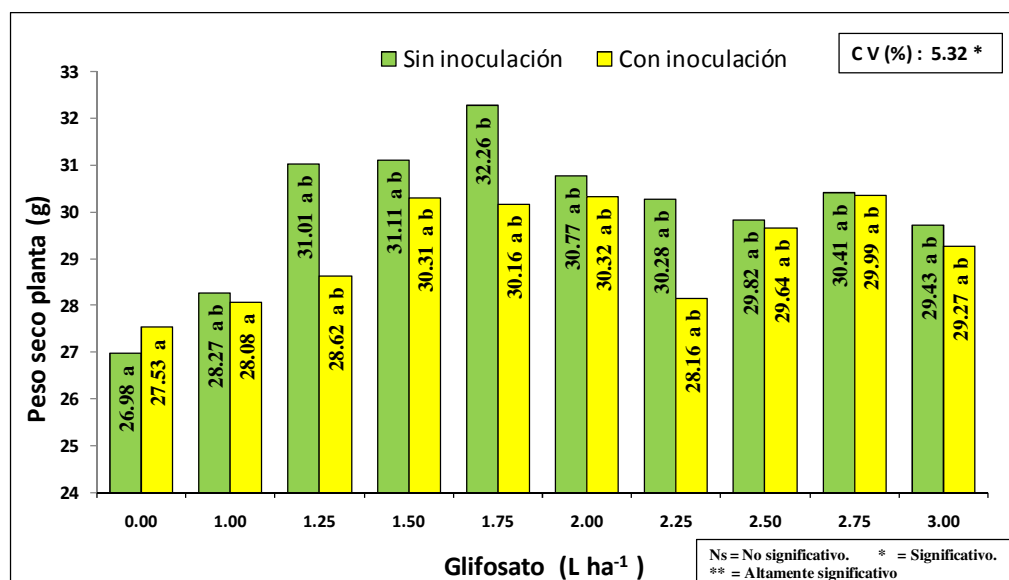


Figura 42. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso seco de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (5,32 %) lo cual es bueno y da confianza en los resultados obtenidos.

Los tratamientos sin glifosato con corte de *B. decumbens* cada 20 días, presentan menor peso seco de raíz comparado con los que tienen glifosato, debido a que la competencia de malezas en plántulas con las características evaluadas, causa mayor efecto negativo que las dosis bajas de glifosato hasta 2,00 L ha⁻¹ de glifosato.

4.2.2. Análisis Sanitario de Raíces.

4.2.2.1. Peso de raíces sanas.

El ADEVA (anexo 9) presenta diferencias estadísticas altamente significativas para los factores glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 43 se observa el peso fresco de raíces sanas, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el mejor peso fresco se encontró con los tratamientos de 1,75 y 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,75} N₀ y G_{2,50} N₀), con 68,14 y 68,10 g de raíces sanas respectivamente, aunque comparte significancia estadística con (G_{1,25} N₀; G_{1,50} N₀ y G_{2,75} N₁), el menor peso de raíces sanas se presentó con el tratamiento de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,75} N₀), con 48,45 g de raíces sanas, pero estadísticamente es igual a (G_{0,00} N₁; G_{1,25} N₁ y G_{1,50} N₁), compartiendo además rango de significancia con otros tratamientos.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (5,55 %), lo cual da confiabilidad en los resultados obtenidos.

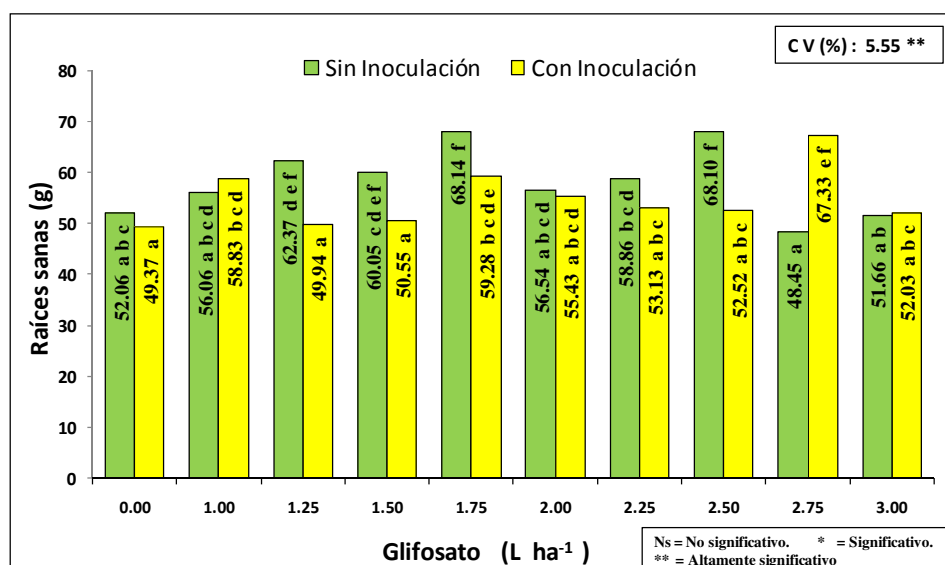


Figura 43. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso de raíces sanas (no afectadas por nematodos) en plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se observa que los nematodos disminuyeron el peso de raíces vivas, los tratamientos con nematodos se encuentran con promedios por debajo de los que no fueron inoculados.

4.2.2.2. Peso de raíces dañadas por nematodos.

El ADEVA (anexo 9) muestra diferencias estadísticas altamente significativas para los factores glifosato y nematodos, así como para la interacción G x N (glifosato x nematodos).

En la figura 44 se muestra los resultados del peso fresco de raíces dañadas por nematodos para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos más afectados fueron los de 2,25 y 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,25} N₀ y G_{2,50} N₀), con 5,75 y 5,92 g de raíces dañadas por nematodos, son estadísticamente superiores pero comparten significancia con (G_{2,00} N₁ y G_{2,25} N₁), el

tratamiento menos afectado fue, sin glifosato y con inoculación nematodos ($G_{0,00} N_1$), con 2,49 g de raíces dañadas por nematodos, es el menor pero comparte rango de significancia estadística con ($G_{0,00} N_0$; $G_{1,00} N_0$ y $G_{1,75} N_0$)

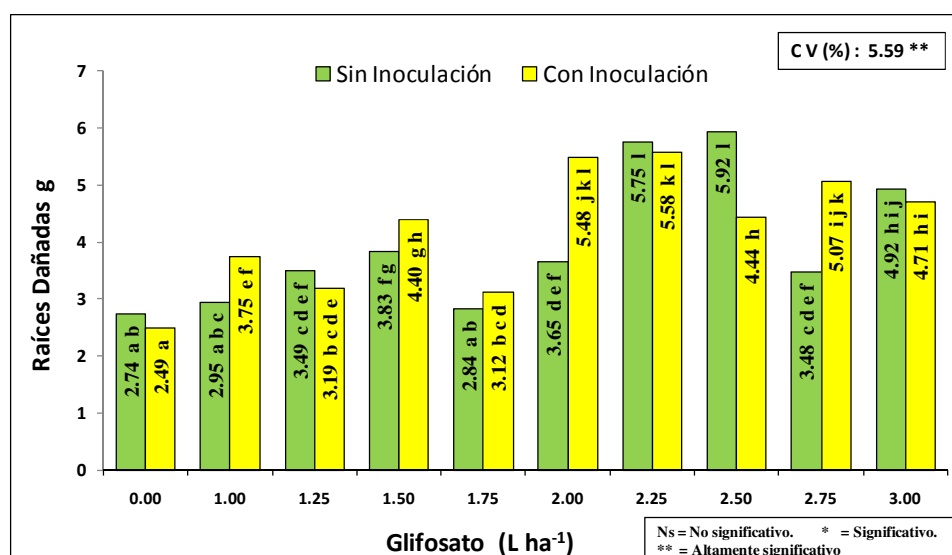


Figura 44. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el peso de raíces afectadas por nematodos en plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación de 5,59 %, que es bueno y brinda confianza en los resultados obtenidos.

Para esta variable sucedió lo contrario a lo encontrado en las plantas sembradas con el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), en este caso a mayor dosis de glifosato aumenta el peso de raíces dañadas.

Estos resultados no concuerdan con la cantidad de *R. similis*, probablemente los metabolizados del glifosato exudados por las raíces de *B. decumbens* pudieron causar daño en las raíces de las plantas de banano.

4.2.2.3. Cantidad de *R. similis* en 100 g de raíz.

En la figura 45 se observa el número de *R. similis* contados en 100 g de raíces para cada tratamiento, el mayor número de nematodos fue encontrado en los tratamientos de 0,00 y 1,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁ y G_{1,00} N₁), donde se contaron 2 600 nematodos *R. similis*, el menor número de nematodos se presentó en el tratamiento de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,25} N₁), con 1 200 nematodos *R. similis*.

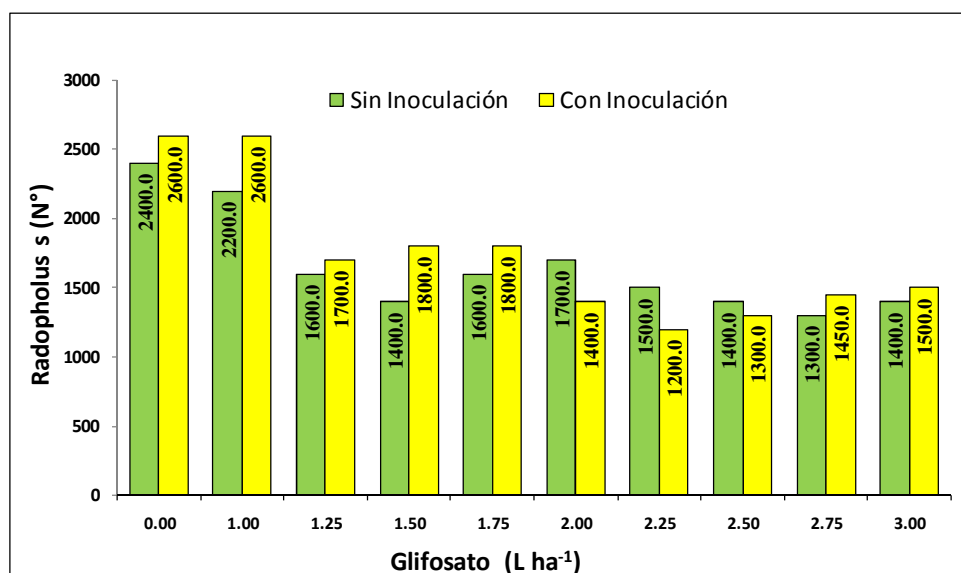


Figura 45. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el número de *R. similis* en 100 g de raíz de plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se observa que a partir de 1,00 L ha⁻¹ de glifosato en adelante la cantidad de *R. similis* por 100 g de raíces disminuye notablemente, probablemente los exudados de la *B. decumbens* que contenían glifosato (Neumann *et al.* 2006, citado por Duke *et al.* 2006) y (James, 2004, citado por Yamada y Stipp, 2006), afectaron a la población de nematodos en las raíces de banano.

Los resultados en el número de *R. similis* es similar para los dos tipos de suelo, donde se observa que a mayores dosis de glifosato disminuye la población de nematodos lo que concuerda con (Bigwood, 2002) quien menciona que el glifosato causa efectos negativos en nematodos.

4.2.3. Contenidos Nutricionales de la Parte Aérea.

En el cuadro 19 los resultados del ADEVA indican que para el factor glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos) existen diferencias estadísticas altamente significativas para todos los elementos analizados, mientras que para el factor nematodos existen diferencias estadísticas significativas para todos los elementos a excepción de S, Cu y Fe, que no muestran significancia estadística.

Cuadro 6. Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional en la parte vegetativa de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

F.V.	G L	CM										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Repetición	3	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
Glifosato (G)	9	0,02**	0**	0,42**	0,01**	0,01**	0**	0**	0**	0,03**	0,01**	0**
Nematodos (N)	1	0,03**	0*	0,24**	0,01*	0**	0 Ns	0*	0 Ns	0 Ns	0,03**	0,01**
G x N	9	0,01**	0**	0,16**	0,01**	0**	0**	0**	0**	0**	0**	0**
Error	57	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	79											
CV %		5,33	5,38	5,53	5,39	5,75	5,23	5,54	5,45	5,3	5,34	5,43

4.2.3.1. Contenido de Nitrógeno (N).

V. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, L. y AGUERO, R. 2002. Producción de banano bajo diferentes estrategias de manejo de la flora vascular. 315, 316 p, disponible en: http://musalit.inibap.org/pdf/IN030052_es.pdf, consultado el 05 de enero del 2008.
- AGÜERO, L; PÉREZ, L y GUZMÁN, M. 1998. Crecimiento y Rendimiento del Banano (Musa Aaa) Bajo Ciclos Consecutivos de Aspersión con Glifosato, agronomía mesoamericana, Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC), Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 109 p, disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n02_105.pdf
- ANONIMO, SF. Mecanismo de acción de las familias químicas a las que pertenecen los Herbicidas que actúan sobre la producción aminoácidos y síntesis de proteínas. Familia Química Ingrediente Activo Mecanismo de Acción, disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/h60-7190_anexo1.pdf
- ARAYA, M. y CHEVES 1996. Efecto de la posición del punto de muestreo sobre la cantidad de raíces y las densidades poblacionales de los fitonematodos presentes en duos de sucesión de plantas de banano Musa AAA), Agronomía Costarricense Nota Técnica.
- BIGWOOD, J. 2002. Breve Resumen de la Literatura Científica con Respeto a los Efectos Nocivos de Formulaciones que Contienen Glifosato en Biotas Acuáticas y Suelos. Pag 12-14
- BRAVO, E, SF. Impactos del Glifosato en el Medio Ambiente disponible en: http://webs.chasque.net/~rapaluy1/glifosato/Impactos_Glifosato_Medio_Ambiente.html
- CARDARELLI, A. 1999, Cultivos Tropicales, Centro Internacionale Crocevia, Quito Ecuador, Editorial Mendieta. 19, 20 p

- CERDA, J; MENDOZA, M; JOSAFAD, S; NIETO, F y CORTEZ, S. 1999, Combate Químico De Malezas En Manzano: Coadyuvantes, 2 p, disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v10n01_007.pdf
- CONSTANTIN, J; MACHADO, M.H; OLIVEIRA, JR; RIOS, F.A y ROSO, A.C. 2008 Influência do glyphosate na dessecação de capim-braquiária e sobre o desenvolvimento inicial da cultura do milho, Planta daninha vol.26 no.3 Viçosa, disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000300019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- CORPEI, 2006, Corporación de exportaciones e inversiones, Banano, Guayaquil-Ecuador. Disponible en: http://www.corpei.org/FrameCenter.asp?Ln=SP&Opcion=3_2_1
- DUKE, S; CERDEIRA, A Y MATALLO, M. 2006, Uso De Herbicidas E Seus Efeitos Em Doenças Vegetais, POTAFOS, Informações Agronômicas N0 115, 2-4, 6,7 p.
- ESQUIVEL, A. (2001). *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949 (Nematodo barrenador), Escuela de Ciencias Agrarias Universidad Nacional Costa Rica, disponible en: <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=4707&-Find>.
- FORLANI, G, et al.1995, Differential sensitivity of plant-associated bacteria to sulfonylurea and imidazonline herbicides. Plant and Soil. Ecologistas, en Acción, Efectos sobre el medio ambiente, Acumulación de tóxicos en el suelo y en las aguas, pag 1.
- GRAVA L; SHIGUEAKI, E y SILVA, W. 2006, Nutrição e adubação da cultura da banana POTAFOS, Informações Agronômicas N° 116, 14, 15 p.

- GROOT, H y ORTÍZ, S. 2005. Glifosato riesgo humano; Apuntes científicos Uniandinos N°. 6, disponible en:
<http://ciencias.uniandes.edu.co/pdf/glifosat06.pdf>.
- LOPEZ, R. 2007. Evaluación de tres fitohormonas bajo diferentes dosis, sobre el desarrollo de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*) en etapa de vivero, Las Golondrinas-Quinindé. 2006. Tesis de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Santo Domingo de los Tsachilas. Facultad de Ciencia Agropecuarias, p 24.
- MAG, 2006. Distribución de la superficie cosechada de banano por provincias, disponible en:
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/banano/docs/superficie%20provincia.htm>
- MALAVOLTA, E, Y FERREIRA, M. 2007, Níquel de Tóxico a Essencial, Informações Agronômicas, IPNI, N° 118, 24 p.
- NIVIA, E. 2003, Efectos Sobre la Salud y el Ambiente de Herbicidas que Contienen Glifosato, Ingeniera Agrónoma; Licenciada en Biología y Química. Directora Ejecutiva de RAPALMIRA. PAN-Colombia. Cali. Eco Portal, disponible en:
<http://www.ecoportel.net/>
- NÚÑEZ, A. 1989, El Cultivo del Banano.-Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional del Banano.-Sección Cooperativas, disponible en:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/banano.pdf
- ORDEÑANA, O. 1992. Malezas, Rol-Ecología-Fisiología-Morfología y Taxonomía, Especies Importantes en Ecuador, Graficas Impacto, Guayaquil- Ecuador, 19 p

- ORDEÑANA, 1994, Agronomía de Cultivos y Control de Malezas, Guayaquil, Graficas Impacto, 296, 297 p.
- QUIJIJE, 2008, Comunicación y Asesoría personal, Jefe del área de Entomología de la Estación Experimental Tropical Pichilngue del INIAP (Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias –Ecuador.
- RIVAS, G Y ROSALES, F., 2003., Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos., Actas del Taller” Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas”, Guayaquil, Ecuador.
- RODRÍGUEZ, E. 1987, Control de Malezas en Musáceas, CENIAP. Maracay Venezuela, 1 p, disponible en:
<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd25/texto/contr olmelazas.htm>
- SANTOS, T, SANTOS, J; FERREIRA, F; OLIVEIRA, J; BENTIVENHA, S y MACHADO, A. 2008. Exudación radicular de glifosato por *b* y sus efectos en plantas de eucalipto; planta daninha vol.26 No.2 Viçosa Apr./June 2008, disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- SOLOMON, K, et al. 2005, Estudio de los efectos del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente, Centre for Toxicology and Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Canadá

SOTO, M 1990, Bananos, Cultivo y Comercialización, Asociación Bananera Nacional, Escuela de Fitotecnia Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, 19 p.

SOSA L. Y MEDRADO C, 1997, Efecto de la competencia de las malezas en platanales (Musa AAB) establecidos, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela. Disponible en:
http://www.revfacagronluz.org.ve/v14_6/v146z001.html

SERRATO J, (2005), Fumigación Con Glifosato: Efectos Nocivos, Ciencias Biológicas, Manejo y Conservación de vida silvestre, Universidad Nacional.

TURNER, (2003), INFOMUSA, La Revista Internacional de Bananos y Platanos, Vol. 12-Nº 2, Diciembre 2003, Pg 15

VENEGAS, F, y ORDEÑANA, O, 1983, Efecto De La Competencia De Malezas Y Su Control En Banano, INIAP, EETP, Boletín Técnico N.

YAMADA, T. y CAMARGO, P, 2007, Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas, IPNI, Informações Agronômicas Nº 119, Encarte, 2-4 p

YAMADA, T. y STIPP, S, 2007, Informações recentes para otimização da produção agrícola, POTAFOS, Informações Agronômicas N0 117, 4,5p

YAMADA, T. y STIPP, S, 2006, Manejo sustentável na agricultura É discutido em workshop na ESALQ, POTAFOS, Informações Agronômicas Nº 116, 1-3, 5-6, 15 p

WIKIPEDIA, 2007. Musa × paradisiaca.

En la figura 46 se presenta los promedios de N en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos con mayor contenido de N en la planta fueron los de 1,00 y 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,00} N₀ y G_{2,00} N₀), con 0,424 y 0,431 g planta⁻¹ de N respectivamente, son estadísticamente iguales aunque comparten rango estadístico con otros seis tratamientos, el menor valor se obtuvo con 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁), con 0,208 g planta⁻¹ de N, además es estadísticamente inferior al resto.

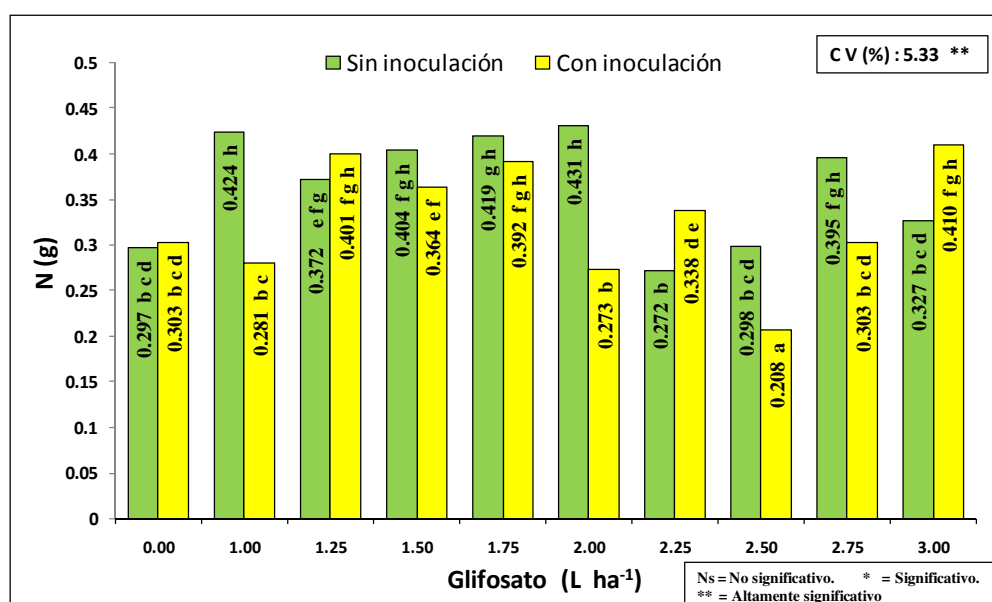


Figura 46. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de N en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (5,33 %), que es bueno y brinda confianza en los resultados obtenidos.

4.2.3.2. Contenido de Fósforo (P).

En la figura 47 se observa los resultados del el contenido de P en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde los tratamientos que presentaron mayor contenido de P y resultaron estadísticamente iguales aunque comparten significancia con otros cinco tratamientos, fueron los de 1,75 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos y el de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{1,75} N₀; G_{2,75} N₀ y G_{2,75} N₁), los tres con 0,094 g planta⁻¹ de P, el menor contenido de P en la planta se dio con el tratamiento de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₁), con 0,061 g planta⁻¹ de P aunque comparte rango de significancia estadística con (G_{2,00} N₀; G_{2,25} N₀ y G_{3,00} N₀).

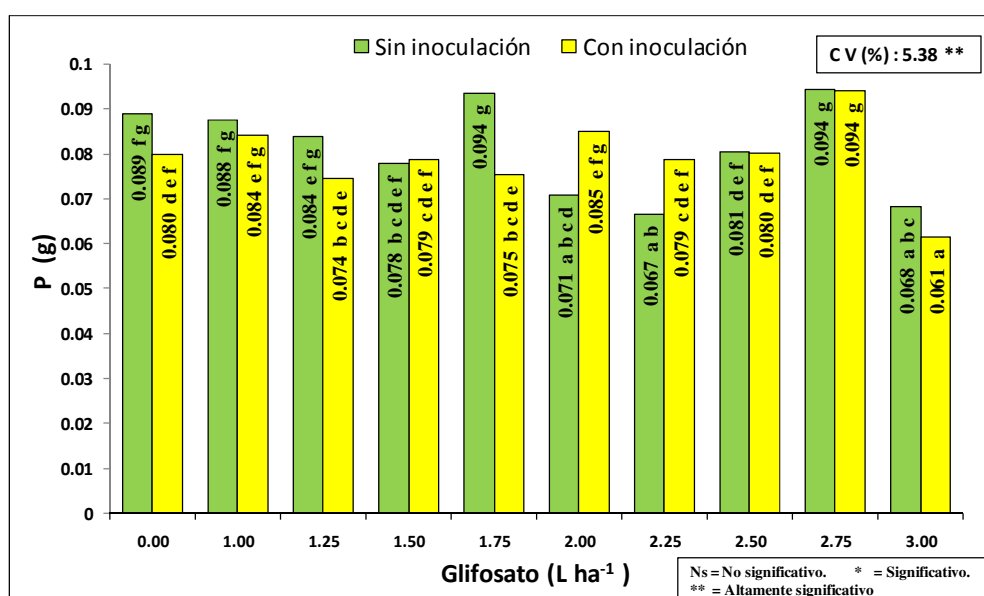


Figura 47. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de P en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un bajo coeficiente de variación (5,38 %), que da confianza en los resultados obtenidos.

4.2.3.3. Contenido de Potasio (K).

En la figura 48 se observa los resultados del contenido de K en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presento mayor contenido de K en la planta fue el de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,75} N₀), con 2,022 g planta⁻¹ de K, aunque comparte significancia estadística con (G_{2,00} N₁; G_{2,50} N₁; G_{2,75} N₁ y G₃ N₀), el tratamiento con menor contenido de K en la planta fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{1,50} N₁), con 1,203 g planta⁻¹ de K, aunque comparte rango estadístico con otros cuatro tratamientos.

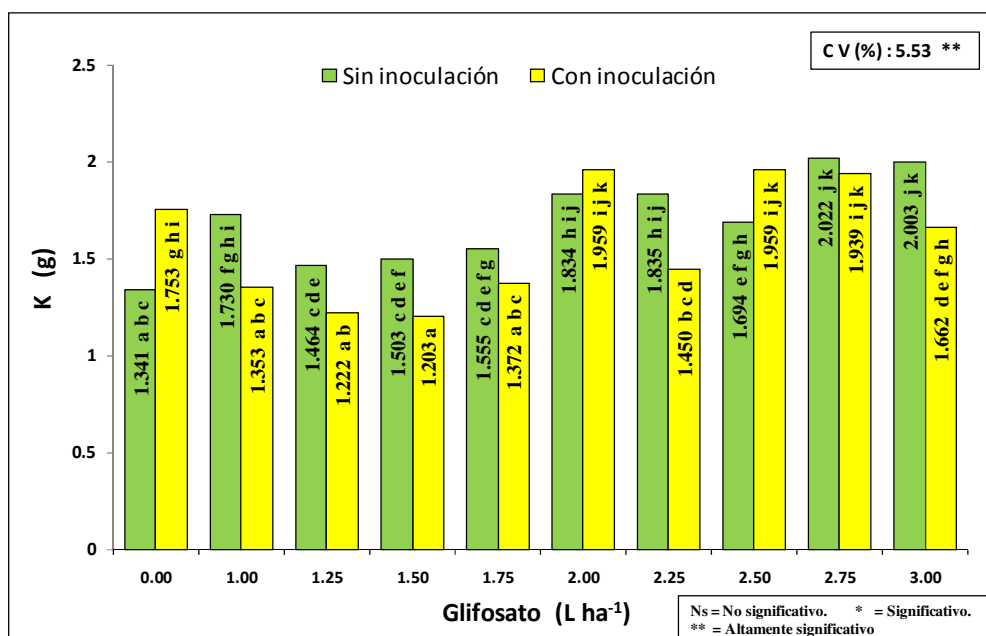


Figura 48. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de K en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (5,53 %) es bajo y da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa que a partir de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato hacia arriba, el contenido de K en la planta aumenta, lo que se pudo deber a que a que el fosfato inorgánico exudado por la raíz de la maleza, producto del metabolismo del glifosato en la planta (Hoagland,

1980, citado por Santos, et al. 2008), participo en los procesos de adsorción de elementos en el suelo, pudiendo de alguna manera desplazar al K que podría estar fijado en este suelo arcilloso.

4.2.3.4. Contenido de Calcio (Ca)

En la figura 49 se presenta los resultados del contenido de Ca en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Ca en la planta, fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,50} N₀), con 0,573 g planta⁻¹ de Ca, estadísticamente superior aunque comparte significancia estadística con (G_{1,00} N₁; G_{1,25} N₀ y G_{1,25} N₁), los tratamientos con menor contenido de Ca en la planta fueron los 0,00 y 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁ y G_{2,25} N₁) con 0,396 y 0,394 g planta⁻¹ de Ca respectivamente, son iguales estadísticamente aunque comparte rango de significancia con otros cuatro tratamientos.

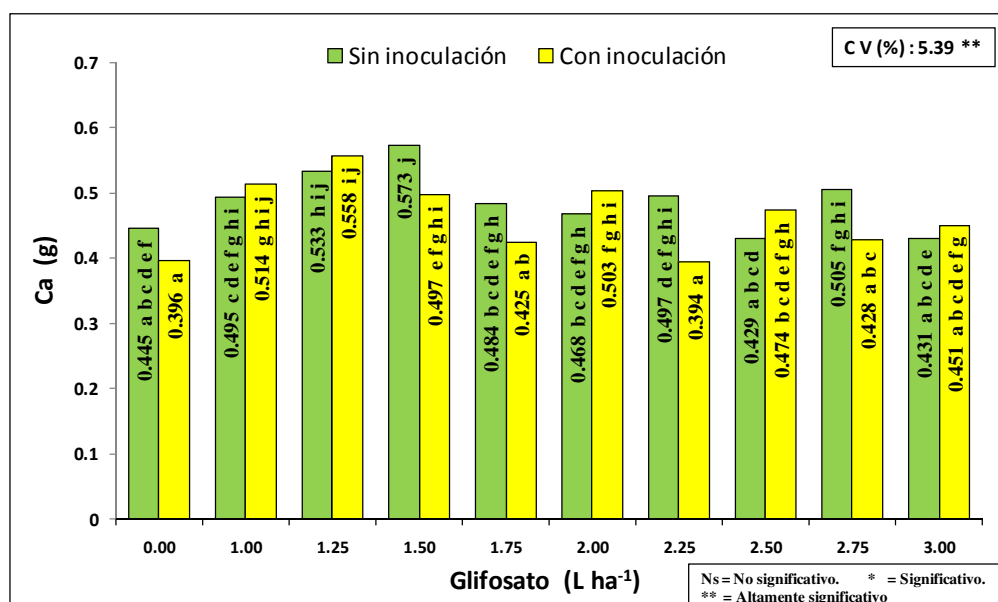


Figura 49. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Ca en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se presenta un coeficiente de variación de 5,39 % que es bueno y da confianza en los resultados obtenidos.

Los tratamientos sin glifosato acumularon menor Ca, debido a la competencia de las malezas, sumándose además los nematodos que afectaron mayormente la acumulación de Ca en estos tratamientos.

A partir de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato se observa una disminución en el contenido de Ca debido al efecto del glifosato, lo que se pudo deber que al tener mayor concentración de glifosato, los exudados pudieron ser igualmente más concentrados provocando una alteración en la nutrición de la planta, causando desbalances en la dinámica nutricional de suelo, como menciona Hoagland, citado por Santos, *et al.* (2008).

4.2.3.5. Contenido de Magnesio (Mg).

En la figura 50 se observa los resultados del contenido de Mg en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de Mg en la planta y son estadísticamente superiores fueron los testigos sin glifosato, con competencia de *B. decumbens* cortada cada 20 días, (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₁) con 0,154 y 0,146 g planta⁻¹ de Mg, el tratamiento con menor contenido de Mg en la planta y estadísticamente inferior fue el de 1,25 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,25} N₁), con 0,052 g planta⁻¹ de Mg.

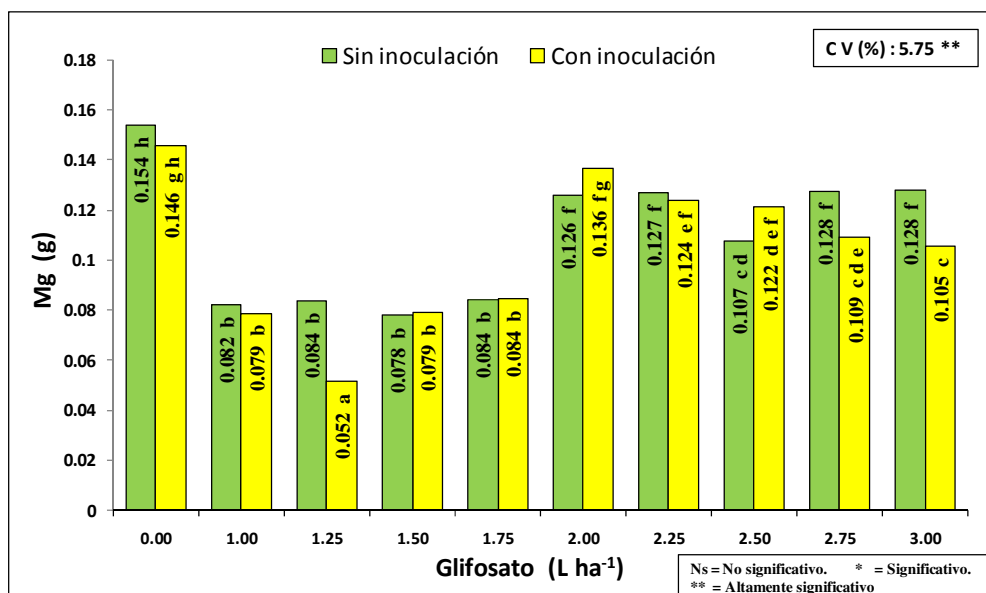


Figura 50. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mg en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (5,75 %) es bajo y da confianza en los resultados.

Se observa que bajo las condiciones del ensayo, la aplicación de glifosato afectó a la acumulación de Mg en las plantas de banano, el contenido bajó drásticamente desde 1,00 a 1,75 L ha⁻¹ de glifosato y de 2,00 hasta 3,00 L ha⁻¹ de glifosato subió el contenido de Mg en la planta, aunque sigue inferior a los tratamientos sin glifosato.

4.2.3.6. Contenido de Azufre (S).

En la figura 51, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de S en la planta fue el de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,75} N₁), con 0,048 g planta⁻¹ de S, aunque comparte significancia con (G_{1,25} N₀; G_{1,25} N₁; G_{1,75} N₀ y G_{2,50} N₀), el tratamiento con menor contenido de S y estadísticamente inferior fue el de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₁), con 0,023 g planta⁻¹ de S.

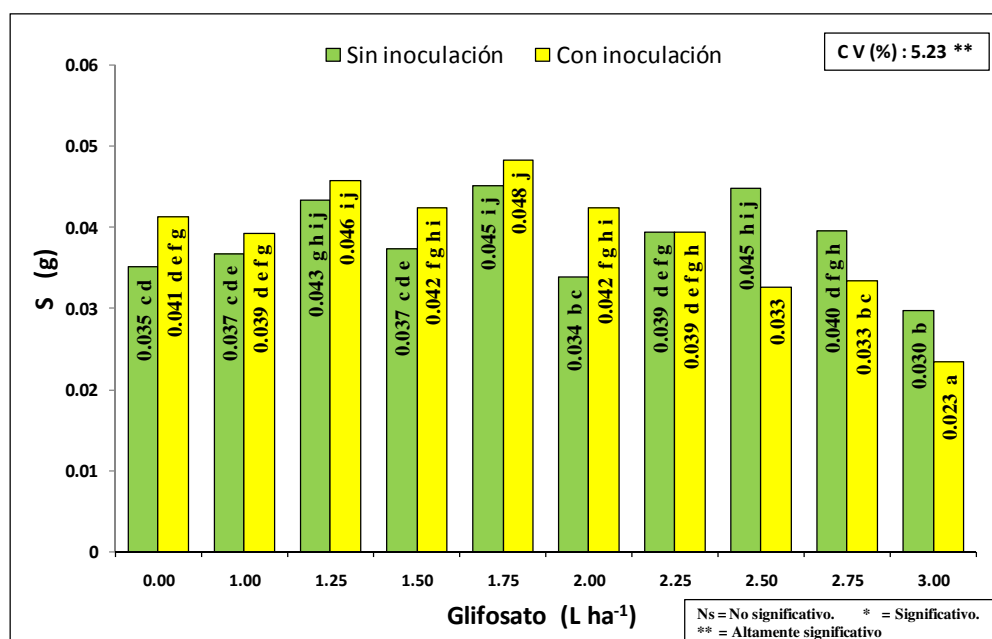


Figura 51. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de S en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación (5,23 %) es bueno para esta investigación y valida los resultados obtenidos.

Se observa que hasta 1,75 L ha⁻¹ de glifosato hay un ligero aumento del S en la planta, pero de ahí en adelante parece ser que el glifosato afectó en mayor grado, debido a que la concentración de los exudados por las malezas van a tener mayor concentración por el hecho de recibir mayor dosis y la molécula de glifosato desintegrada puede unirse a la materia orgánica del suelo, provocando desbalances en la dinámica del suelo, lo cual coincide con lo mencionado por Groot y Ortíz (2005), Nivia (2003), Serrato (2005) y competir por sitios de absorción (Yamada y Stipp, 2006).

4.2.3.7. Contenido de Zinc (Zn).

En la figura 52 se presentan los resultados del contenido de Zn en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor

contenido de Zn en la planta fueron el 0,00 y 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, con y sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁ y G_{2,00} N₀), los dos con 0,025 g planta⁻¹ de Zn, son estadísticamente superiores aunque comparten rango de significancia con (G_{1,00} N₁; G_{1,25} N₁; G_{1,50} N₀ y G_{1,50} N₁), el tratamiento con menor contenido de Zn en la planta fue el de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,75} N₀), con 0,016 g planta⁻¹ de Zn, pero comparte rango estadístico con otros cinco tratamientos.

El coeficiente de variación (5,54 %) es aceptable para esta investigación y valida los resultados obtenidos.

Se observa que la inoculación de nematodos aumentó la absorción del Zn en comparación con los tratamientos sin inoculación que se encuentran en niveles inferiores, hasta 1,75 L ha⁻¹ de glifosato, de ahí en adelante no se observa mayor diferencia entre los tratamientos sin y con inoculación de nematodos.

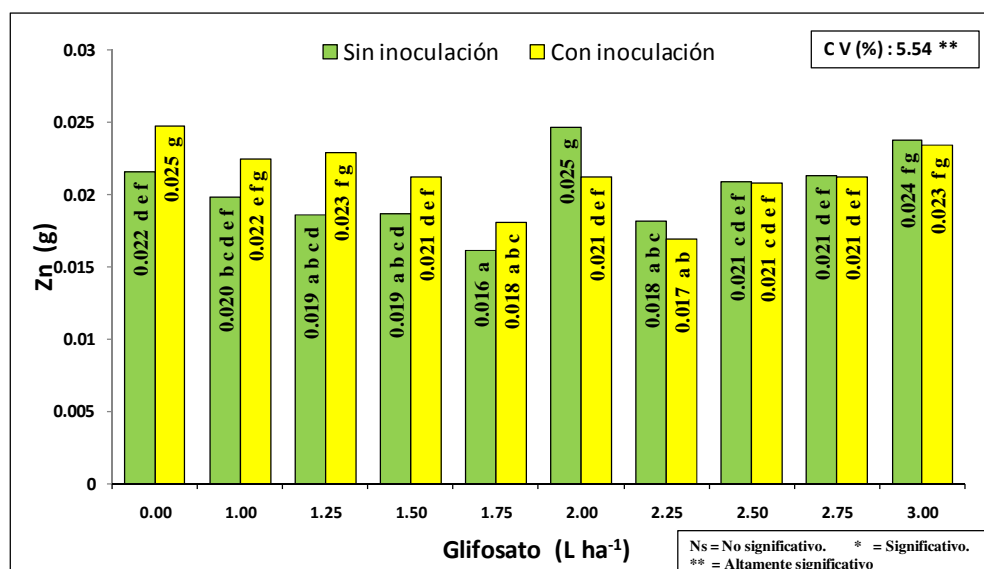


Figura 52. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Zn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.2.3.8. Contenido de Cobre (Cu).

En la figura 53 se observa los resultados del contenido de Cu en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de Cu en la planta fueron los de 2,25; 2,75 y 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,25} N₀; G_{2,75} N₀ y G_{3,00} N₀), junto con los tratamientos de 2,00 y 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,00} N₁ y G_{2,75} N₁), todos con 0,030 g planta⁻¹ de Cu, sin embargo comparten rango de significancia con otros nueve tratamientos, el menor contenido de Cu en la planta presentó el tratamiento de 1,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,00} N₀), con 0,023 g planta⁻¹ de Cu, pero comparte significancia con otros cinco tratamientos.

El coeficiente de variación (5,45 %) es bajo, por lo que brinda confianza en los resultados obtenidos.

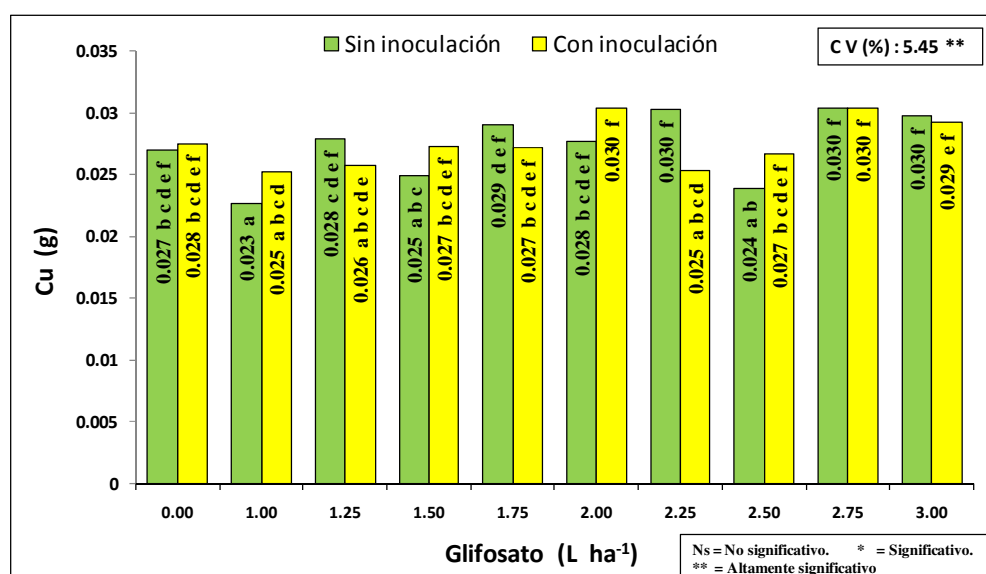


Figura 53. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Cu en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.2.3.9. Contenido de Hierro (Fe).

En la figura 54 se muestra los resultados del contenido de Fe en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Fe en la planta fue el de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,75} N₀), con 0,665 g planta⁻¹ de Fe y es estadísticamente superior, el tratamiento con menor contenido de Fe en la planta fue el de 0,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁), con 0,383 g planta⁻¹ de Fe, es inferior estadísticamente sin embargo comparte rango de significancia con G_{0,00} N₀ y G_{1,00} N₀.

El coeficiente de variación (5,3 %) es bajo para la investigación realizada, por lo que brinda confianza en los resultados obtenidos.

Se observa claramente que la competencia de malezas afecta negativamente la acumulación de Fe en la parte vegetativa de las plantas de banano, en comparación con el efecto que puede causar el glifosato, aunque a partir de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato disminuye la acumulación de Fe.

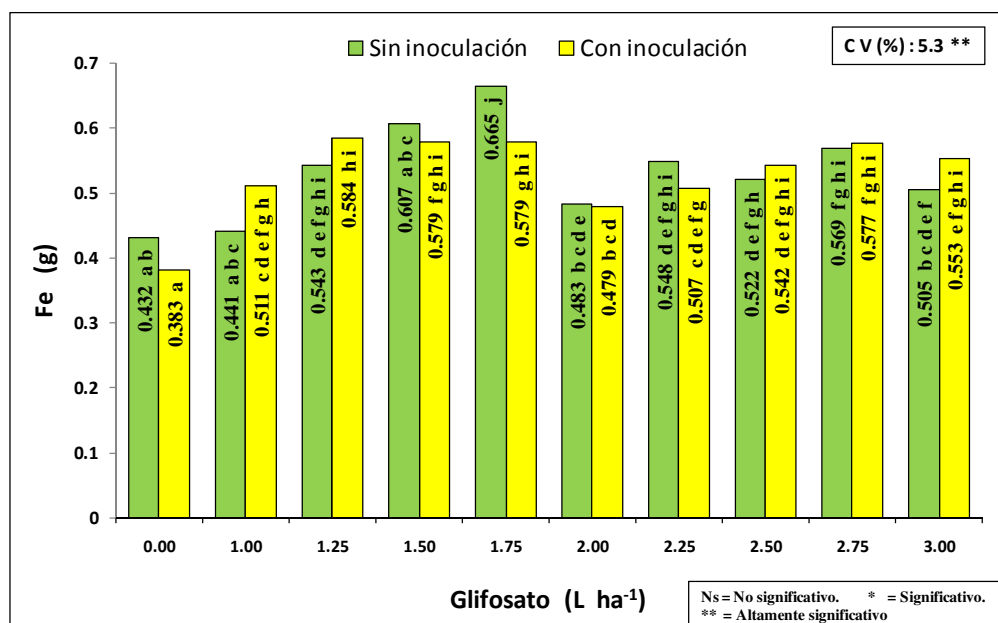


Figura 54. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Fe en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.2.3.10. Contenido de Manganeso (Mn)

En la figura 55 se presenta los resultados del contenido de Fe en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Mn en la planta fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,563 g planta⁻¹ de Mn, aunque comparte significancia con (G_{1,75} N₀; G_{2,25} N₀; G_{2,75} N₀ y G_{3,00} N₁) el tratamiento con menor contenido de Mn en la planta fue el de 0,00 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₁), con 0,396 g planta⁻¹ de Mn, aunque comparte significancia estadística con otros seis tratamientos.

El coeficiente de variación (5,34 %) es bajo y da confianza en los resultados obtenidos.

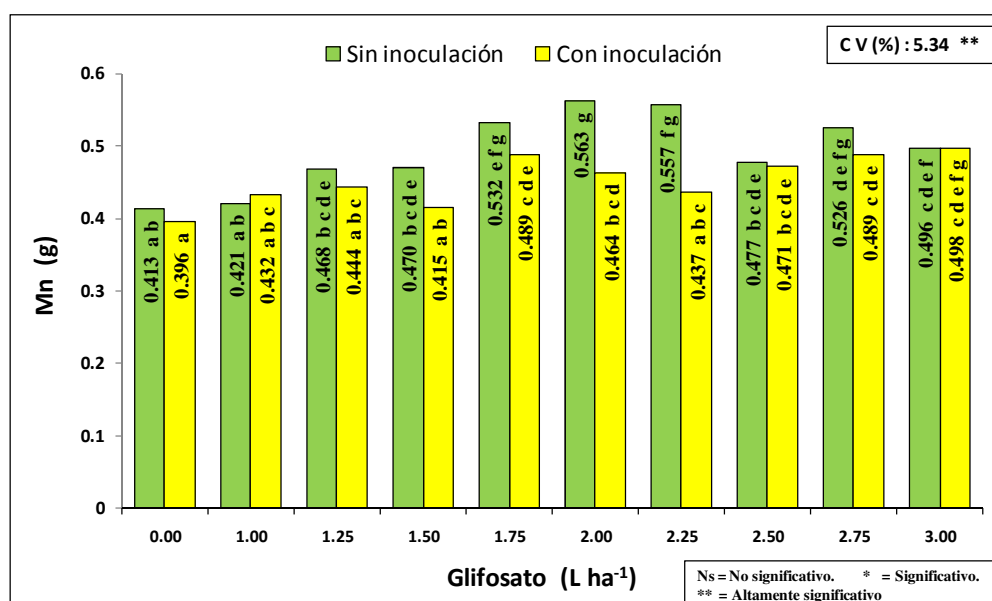


Figura 55. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mn en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Los tratamientos sin glifosato, bajo competencia de *B. decumbens*, acumularon menor contenido de Mn en la planta, lo cual se puede deber a que la competencia de

malezas afecta mayormente que el glifosato, estos resultados no concuerdan con lo mencionado por Malavolta y Ferreira (2007); Yamada y Stipp (2006, 2007) quienes indican que el glifosato inhibe la absorción de micronutrientes como Mn, Fe y Zn.

4.2.3.11. Contenido de Boro (B)

En la figura 56 se muestra los resultados del contenido de B en la planta, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de B en la planta fue el tratamiento de 0,00 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G₀ N₀) con 0,111 g planta⁻¹ de B, es estadísticamente superior aunque comparte rango de significancia con (G_{0,00} N₁ y G_{1,00} N₀), el tratamiento con menor contenido de B fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,50} N₁), con 0,048 g planta⁻¹ de B, pero comparte rango de significancia con otros seis tratamientos.

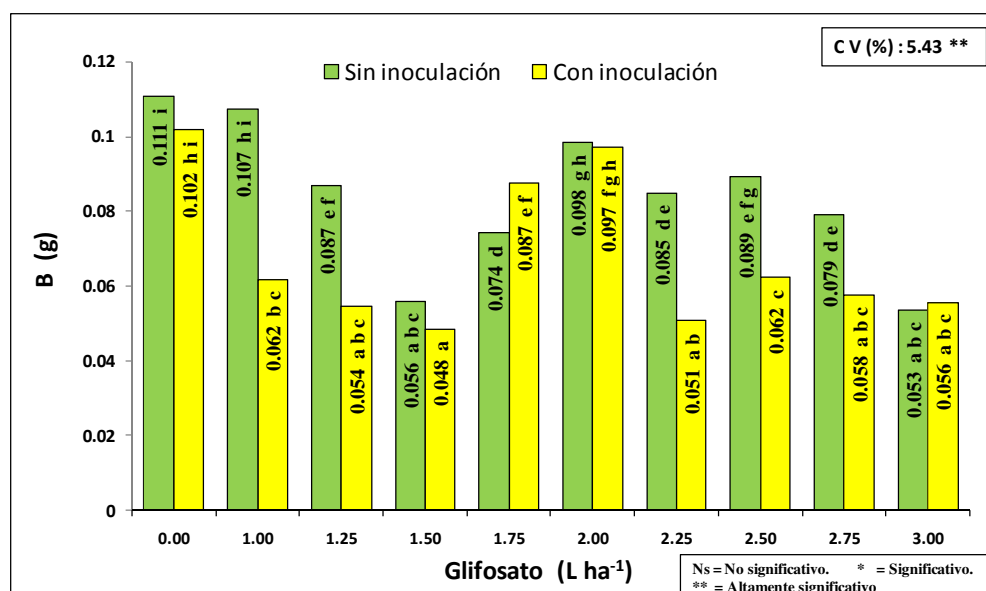


Figura 56. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de B en la parte aérea de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 5,43 % es bajo y da confianza en los resultados.

Se observa que el glifosato afecta negativamente la acumulación del B en la planta de banano bajo las condiciones evaluadas, en comparación con los tratamientos en los que el banano estuvo en competencia con *B. decumbens*.

4.2.4. Contenidos Nutricionales de las Raíces.

En el cuadro 20 los resultados el ADEVA muestra que para el factor glifosato y para la interacción G x N (glifosato x nematodos) existen diferencias estadísticas significativas para todos los elementos analizados, mientras que en el factor nematodos existen diferencias significativas para todos los elementos a excepción de N, Mg y S.

Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia estadística, para el contenido nutricional en raíces de plantas de banano, sembradas con suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

F.V.	G L	CM										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Repetición	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glifosato (G)	9	0**	0**	0,01**	0*	0**	0**	0**	0*	0**	0**	0**
Nematodos (N)	1	0 Ns	0*	0*	0*	0 Ns	0 Ns	0**	0**	0*	0**	0*
G x N	9	0**	0**	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0**
Error	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	79											
CV %		8,69	8,74	9,03	9,26	9,42	9,42	9,29	9,36	8,93	9,16	9,09

4.2.4.1. Contenido de Nitrógeno (N).

En la figura 57 se observa los resultados del contenido de N en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de N en las raíces fue el 2,00 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,068 g raíz⁻¹ de N, es mayor aunque comparte

significancia estadística con otros seis tratamientos, el menor contenido de N en las raíces se presentó con el tratamiento de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,75} N₀), con 0,040 g raíz⁻¹ de N, sin embargo comparte rango de significancia estadística con otros siete tratamientos.

El coeficiente de variación de 8,69 % es aceptable para la investigación realizada y brinda confianza en los resultados obtenidos.

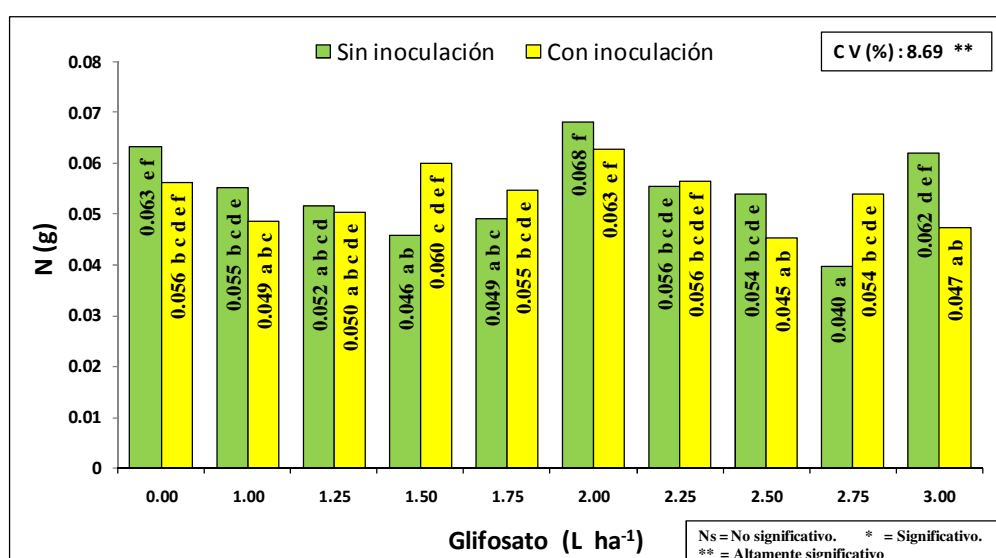


Figura 57. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de N en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.2.4.2. Contenido de Fósforo (P).

En la figura 58 se observa los resultados del contenido de P en las raíces de las plantas de banano para la interacción G x N (glifosato x nematodos), donde el tratamiento que presentó mayor contenido de P en las raíces y fue estadísticamente mayor aunque comparte rango de significancia con otros nueve tratamientos fue el de 1,25 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{1,25} N₀), con 0,011 g raíz⁻¹ de P, los tratamientos con menor contenido de P en las raíces fueron los de 1,75; 2,25 y 2,50 L

ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,75} N₁; G_{2,25} N₁ y G_{2,50} N₁), con 0,008 g raíz⁻¹ de P, junto con el tratamiento de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato sin inoculación de nematodos (G_{2,75} N₀), con 0,007 g raíz⁻¹ de P, sin embargo estos comparten rango estadístico con otros nueve tratamientos aunque no se observa una tendencia marcada.

El coeficiente de variación de 8,74 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

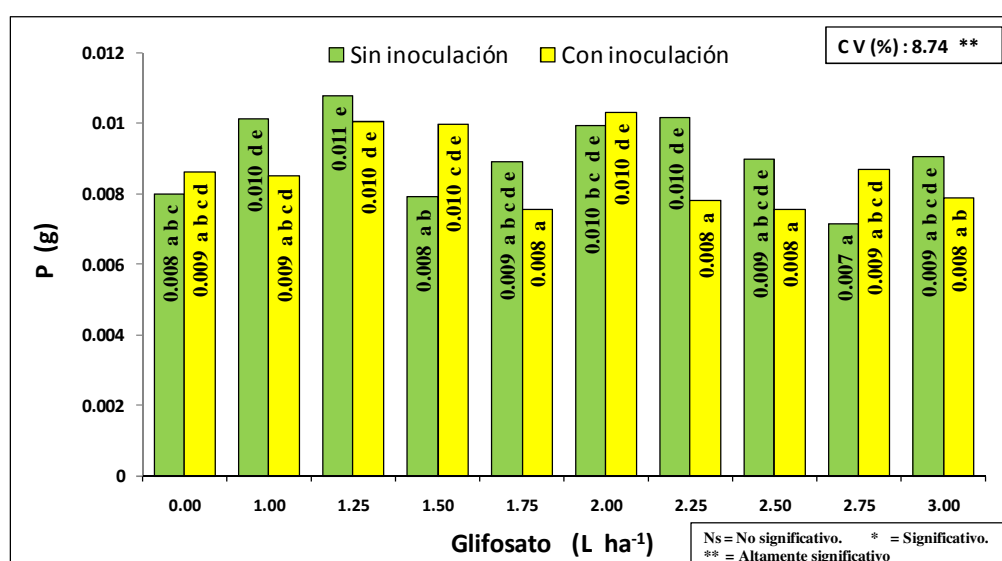


Figura 58. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de P en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

4.2.4.3. Contenido de Potasio (K).

En la figura 59 se observa los resultados del contenido de K en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de K en las raíces y es estadísticamente mayor aunque comparte significancia con otros cinco tratamientos fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{1,50} N₁), con 0,307 g de K, el tratamiento con menor contenido de K en las raíces fue el de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de

nematodos ($G_{2,50} N_1$), con $0,168 \text{ g raíz}^{-1}$ de K, aunque comparte significancia estadística con otros siete tratamientos.

El coeficiente de variación de $9,03 \%$ es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

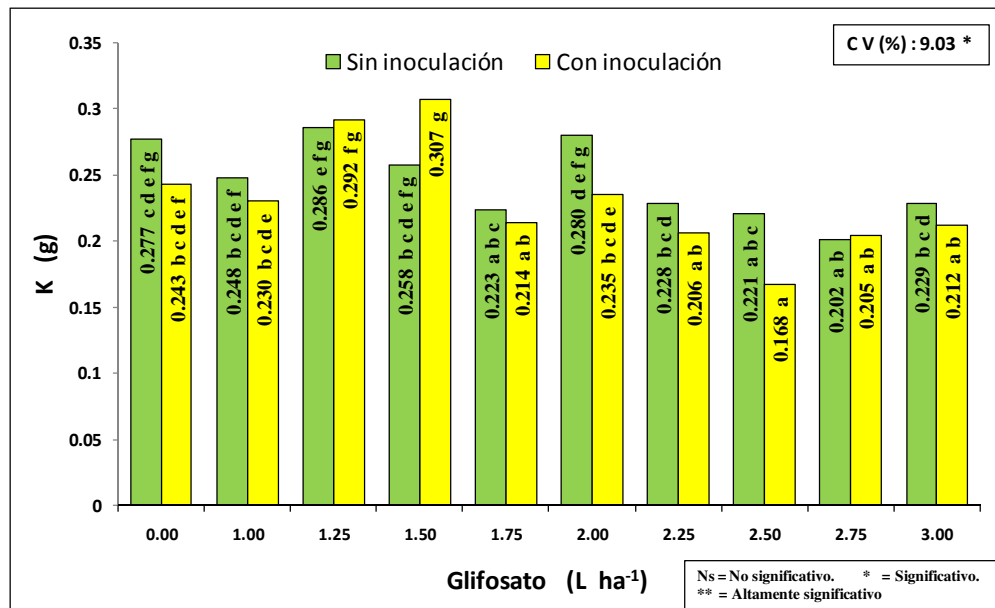


Figura 59. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de K en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El bajo contenido de K en las raíces a medida que sube la dosis de glifosato se pudo deber a que el glifosato forma compuestos con Ca^{2+} y Mg^{2+} reduciendo su absorción, transporte y acumulación, según lo mencionado por Yamada y Stipp (2007); Groot y Ortíz (2005) esto podría provocar un desbalance entre la relación Ca:Mg:K, bloqueando al K y posiblemente esa sea la razón por la que el glifosato afecte la acumulación de K en las raíces.

Por otro lado pudo ser causado por el glifosato exudado por las raíces de *B. decumbens*, provocando alteraciones en la nutrición mineral, esto concuerda con James, citado por Yamada y Stipp (2006) y Neumann *et al.* citados por Duke *et al.* (2006)

quienes mencionan que el glifosato se transloca a la raíz y es exudado pudiendo llegar a tener contacto con las raíces de banano afectándola y provocando alteraciones en la nutrición mineral.

4.2.4.4. Contenido de Calcio (Ca)

En la figura 60 se observan los resultados del contenido de Ca en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Ca en las raíces y es estadísticamente mayor aunque comparte significancia con otros 14 tratamientos fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{1,50} N₁), con 0,083 g raíz⁻¹ de Ca, el tratamiento con menor contenido de Ca en las raíces fue el de 1,75 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{1,75} N₁) con 0,059 g raíz⁻¹ de Ca, aunque comparte significancia estadística con otros tratamientos.

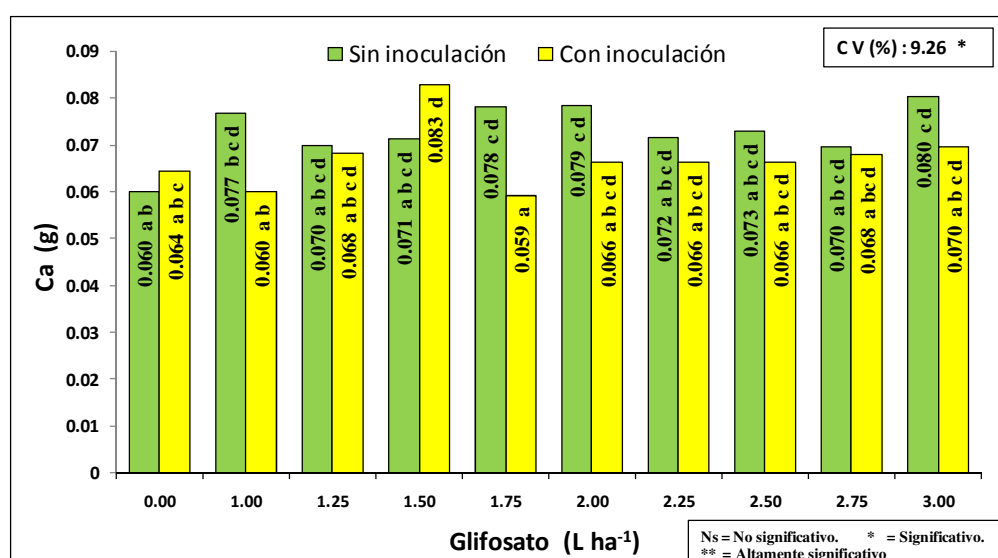


Figura 60. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Ca en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 9,26 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

4.2.4.5. Contenido de Magnesio (Mg).

En la figura 61 se observan los resultados del contenido de Mg en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de Mg en las raíces fueron los de 2,00 y 2,25 L ha⁻¹ de glifosato sin y con inoculación de nematodos respectivamente (G_{2,00} N₀ y G_{2,25} N₁), con 0,034 g raíz⁻¹ de Mg, son estadísticamente mayores aunque comparten significancia con otros siete tratamientos, el menor contenido de Mg se presentó con el tratamiento de 1,00 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{1,00} N₁), con 0,019 g raíz⁻¹ de Mg, aunque comparte significancia estadística con otros siete tratamientos.

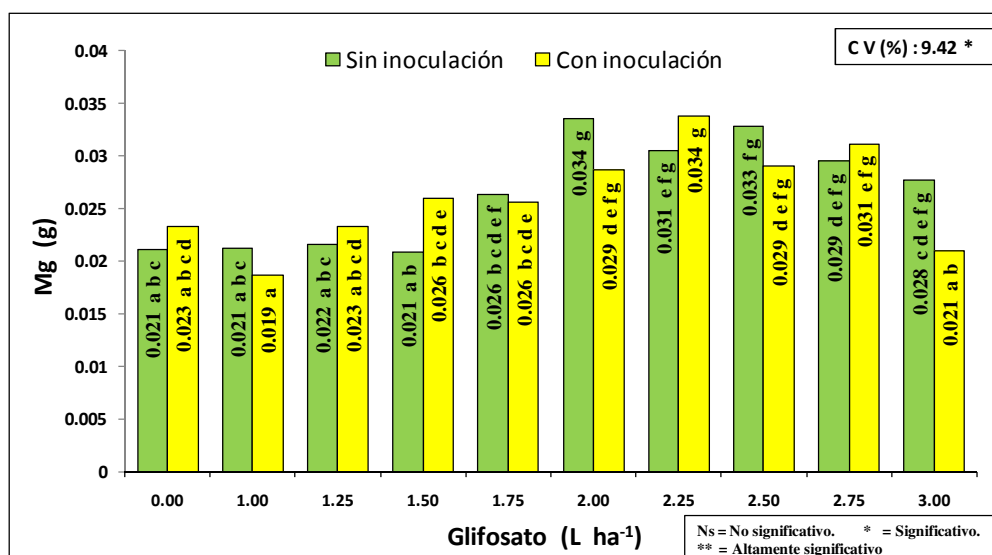


Figura 61. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mg en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 9,42 % es aceptable para la investigación.

El glifosato provocó un aumento en el contenido de Mg en las raíces de las plantas de banano a partir 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, lo que podría deberse a que los exudados de las raíces de *B. decumbens*, formaron compuestos con el Ca²⁺ dejando mas disponible al Mg²⁺, tomando de referencia lo mencionado por (Yamada y Stipp, 2007), quienes mencionan que el glifosato puede formar compuestos con Ca, Mg, Mn y Fe.

4.2.4.6. Contenido de Azufre (S).

En la figura 62 se muestra los resultados del contenido de S en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), los tratamientos que presentaron mayor contenido de S en las raíces y fueron estadísticamente mayores resultaron los de 0,00 L ha⁻¹ de glifosato, con y sin inoculación de nematodos (G_{0,00} N₀ y G_{0,00} N₁) con 0,005 y 0,004 g raíz⁻¹ de S respectivamente, aunque comparten significancia con el tratamiento de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato mas inoculación de nematodos (G_{1,50} N₁), los tratamientos con menor contenido de S en las raíces fueron los de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato (G_{2,25} N₁), con inoculación de nematodos y los de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, con y sin inoculación de nematodos (G_{2,50} N₀ y G_{2,50} N₁), con 0,003 g raíz⁻¹ de S, aunque comparten rango de significancia estadística con otros cinco tratamientos.

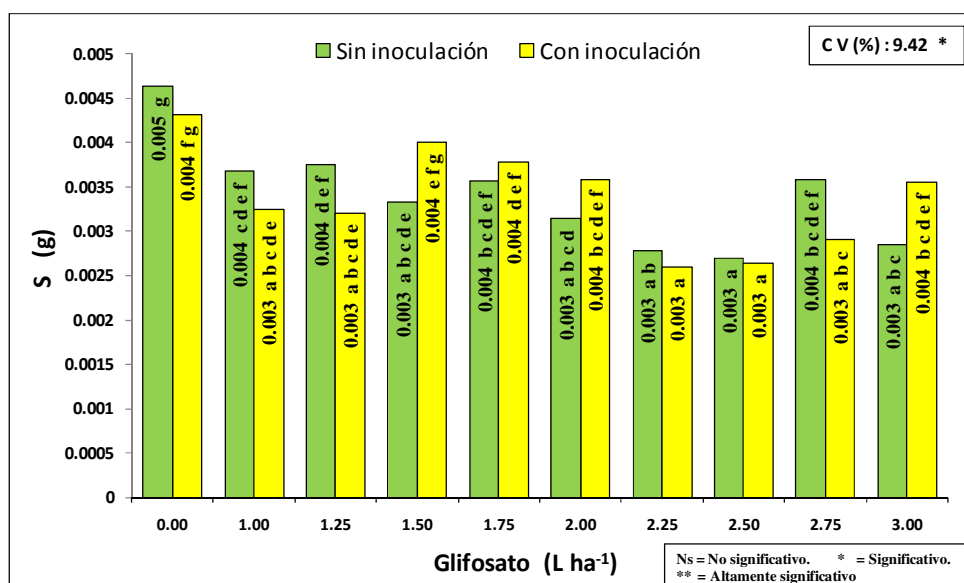


Figura 62. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de S en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 9,42 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

El efecto negativo que puede causar el glifosato en la acumulación de S en las raíces de la planta es mayor que el efecto causado por la competencia de malezas. Este resultado concuerda con lo encontrado en las plantas sembradas con el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar) donde se dió un descenso de S a partir de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, en este caso desde 1,00 L ha⁻¹ de glifosato ya se observan los efectos negativos y va disminuyendo hasta 3,00 L ha⁻¹ de glifosato.

Adicionalmente, se puede mencionar que los análisis para los dos suelos reportan bajo nivel de S y este al estar en escasos, los exudados derivados del glifosato pudieron actuar inhibiendo el poco S del suelo.

4.2.4.7. Contenido de Zinc (Zn).

En la figura 63, se observa los resultados del contenido de Zn en las raíces de las plantas de banano para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Zn en las raíces fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀) con 0,019 g raíz⁻¹ de Zn, y fue estadísticamente mayor aunque comparte rango de significancia con otros cuatro tratamientos, la menor contenido de Zn en las raíces se presentó con el tratamiento de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{3,00} N₁) con 0,012 g raíz⁻¹ de Zn, aunque comparte rango de significancia estadística con otros 11 tratamientos.

El coeficiente de variación de 9,29 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

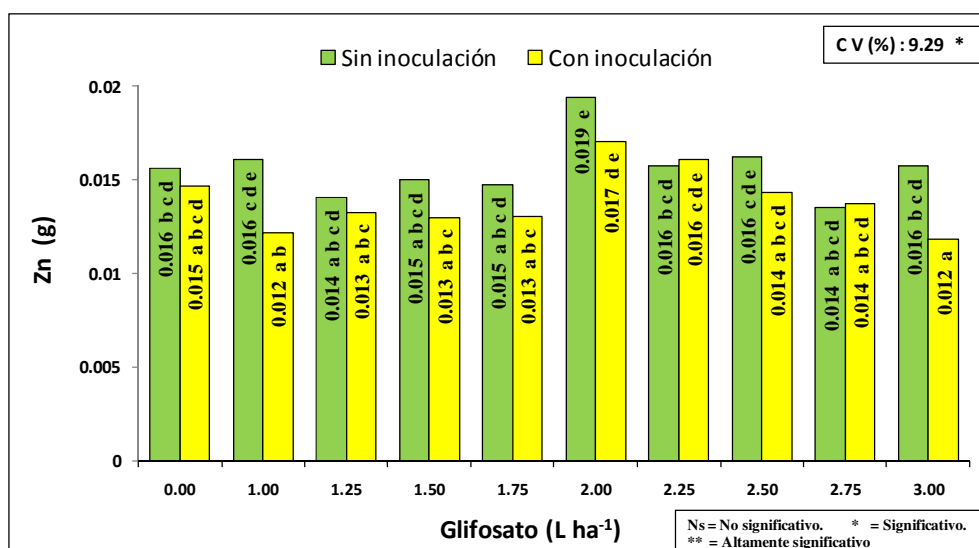


Figura 63. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Zn en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Se observa una tendencia similar a otras variables en la que los valores suben hasta la dosis de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato y luego descienden hasta 3,00 L ha⁻¹ de glifosato.

4.2.4.8. Contenido de Cobre (Cu).

En la figura 64, se observa los resultados del contenido de Cu en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Cu en las raíces y es estadísticamente mayor aunque comparte rango de significancia con otros ocho tratamientos, fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀), con 0,043 g raíz⁻¹ de Cu, el tratamiento con menor contenido de Cu en las raíces fue el de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,75} N₁), con 0,029 g raíz⁻¹ de Cu, pero comparte significancia estadística con otros 15 tratamientos.

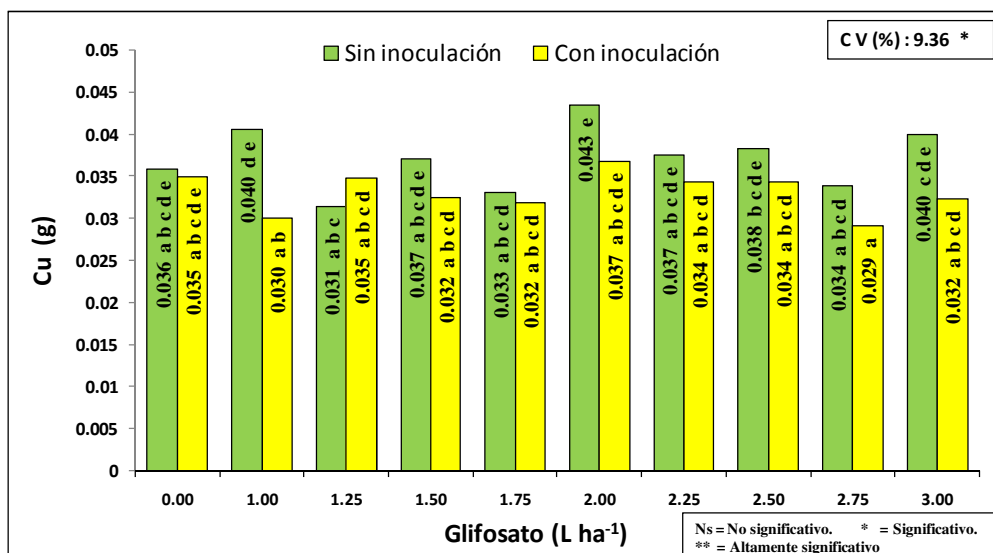


Figura 64. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Cu en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 9,36 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos, en este caso se observa una tendencia similar a la anterior.

4.2.4.9. Contenido de Hierro (Fe).

En la figura 65, se muestra los resultados del contenido de Fe en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Fe en las raíces fue el de 1,25 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{1,25} N₀), con 0,089 g raíz⁻¹ de Fe, fue estadísticamente mayor aunque comparte significancia con otros 12 tratamientos, el menor contenido de Fe en las raíces se dio con el tratamiento de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,50} N₁), con 0,061 g raíz⁻¹ de Fe, aunque comparte significancia estadística con otros 10 tratamientos.

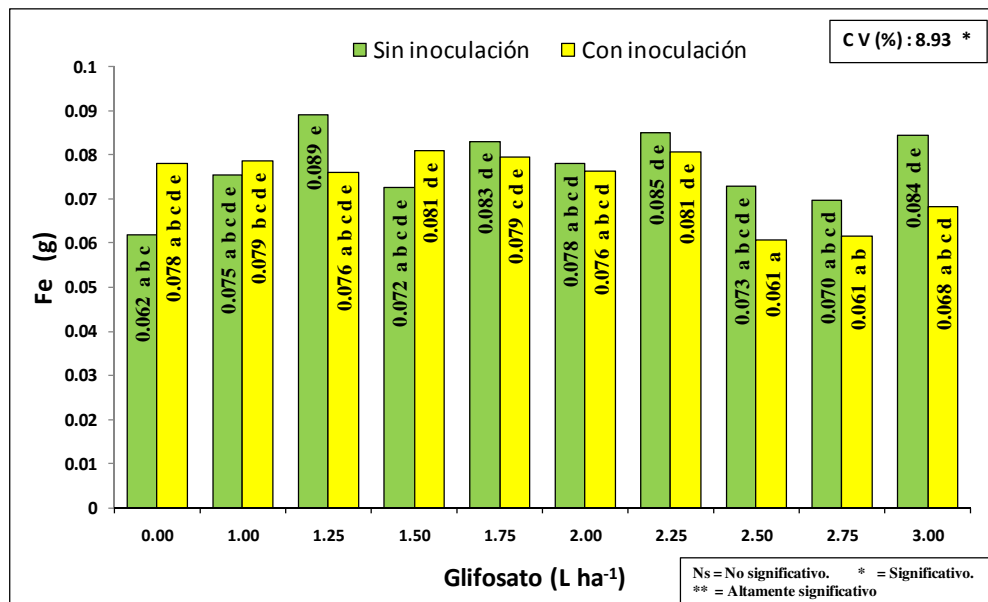


Figura 65. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Fe en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 8,93 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

El glifosato afectó la acumulación de Fe en las raíces a partir de 2,25 L ha⁻¹, de glifosato donde se observa una ligera disminución de este elemento.

4.2.4.10. Contenido de Manganeso (Mn)

En la figura 66 se presenta los resultados del contenido de Mn en las raíces de las plantas de banano, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de Mn en las raíces fue el de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,00} N₀) con 0,105 g de Mn, es estadísticamente mayor aunque comparte significancia con el tratamiento de 2,00 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{2,00} N₁), el tratamiento con menor contenido de Mn en las raíces fue el de 2,75 L ha⁻¹ de glifosato, con inoculación de nematodos (G_{2,75} N₁), con 0,056 g de Mn, es estadísticamente inferior sin embargo comparte rango de significancia estadística con otros seis tratamientos.

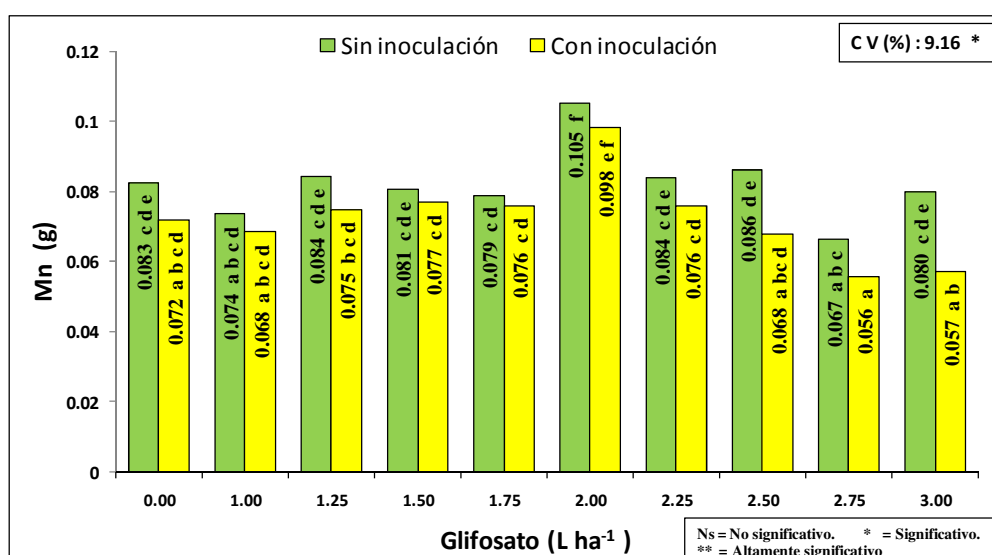


Figura 66. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de Mn en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 9,16 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

El contenido de Mn en las raíces se vio afectado a partir de 2,25 L ha⁻¹ de glifosato, donde los tratamientos con inoculación tuvieron menor contenido de Mn, de alguna forma los nematodos están influyendo en la acumulación de Mn.

4.2.4.11. Contenido de Boro (B).

En la figura 67, se muestra los resultados del contenido de B en las raíces, para la interacción G x N (glifosato x nematodos), el tratamiento que presentó mayor contenido de B en las raíces, aunque comparte significancia estadística con otros nueve tratamientos, fue el de 1,50 L ha⁻¹ de glifosato con inoculación de nematodos (G_{1,50} N₁), con 0,023 g raíz⁻¹ de B, el tratamiento con menor contenido de B en las raíces fue el de 2,50 L ha⁻¹ de glifosato, sin inoculación de nematodos (G_{2,50} N₀), con 0,014 g raíz⁻¹ de B, es el menor aunque comparte significancia estadística con otros 12 tratamientos.

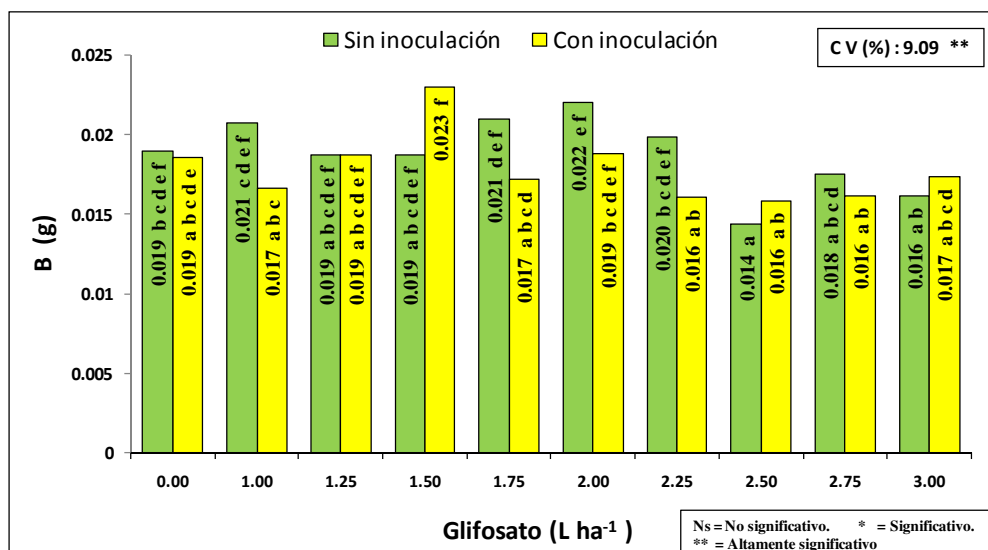


Figura 67. Efecto del glifosato y la inoculación de nematodos *R. similis* sobre el contenido de B en la parte radicular de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

El coeficiente de variación de 9,09 % es aceptable para la investigación realizada y da confianza en los resultados obtenidos.

Se observa que hasta 2,00 L ha⁻¹ de glifosato tiende a subir el contenido de B, a mayores dosis de glifosato el contenido de B en las raíces tiende a bajar hasta la dosis de 3,00 L ha⁻¹ de glifosato, lo que quiere decir que dosis altas de glifosato provocan una disminución del contenido de B en las raíces.

4.3. CORRELACIONES

4.3.1. Correlaciones entre el Factor Glifosato y las Variables Evaluadas en las Plantas de Banano Sembradas en Suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar).

En el cuadro 21, se muestra los coeficientes de correlación entre el factor glifosato y las variables de crecimiento, donde se presentó de forma positiva y altamente significativa para las variables, altura, área foliar, diámetro de pseudotallo, diámetro foliar y peso fresco de planta con 0,41; 0,28; 0,35; 0,44 y 0,41 respectivamente, la variable que presentó una correlación negativa y altamente significativa fue el peso de raíces dañadas con - 0,43.

Cuadro 8. Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y las variables de crecimiento para las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Coeficientes de correlación	
Variable Dependiente	Variable Independiente
	Factor Glifosato
Altura	0,41 **
Área foliar	0,28 *
Diámetro de pseudotallo	0,35 **
Diámetro foliar	0,44 **
Peso fresco de planta	0,41 **
Peso seco de planta	0,12 Ns
Peso fresco de raíz	0,01 Ns
Peso seco de raíz	- 0,11 Ns
Raíces sanas (g)	- 0,11 Ns
Raíces dañadas (g)	- 0,43 **
Ns = No significativo * = Significativo	
** = Altamente significativo	

Los resultados obtenidos discrepan con los encontrados por Agüero, *et al.* (1998) quienes evaluaron varios ciclos de aplicación de glifosato en cultivo de banano y no encontró efectos en variables de crecimiento similares a las determinadas.

Al aplicar glifosato se observa que aumenta los valores para: altura, área Foliar, diámetro del pseudotallo, diámetro foliar y peso fresco de planta, lo que concuerda con los resultados obtenidos anteriormente donde se encontró significancia estadística para las dosis de glifosato en estas variables.

En el cuadro 22 se observa que la correlación entre glifosato y contenido de nutrientes en la planta, fue positivo y significativo para el contenido de P, B y Fe con coeficientes de correlación de 0,54; 0,35 y 0,54 respectivamente, y negativa para el contenido de N, Zn y Mn con valores de -0,27; -0,83; -0,41 respectivamente.

Cuadro 9. Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Coeficientes de correlación	
Variable Dependiente	Variables Independientes
	Factor Glifosato
N	- 0,27 *
P	0,54 **
K	- 0,22 Ns
Ca	- 0,19 Ns
Mg	0,18 Ns
S	0,11 Ns
B	0,35 **
Zn	- 0,83 **
Cu	- 0,04 Ns
Fe	0,54 **
Mn	- 0,41 **
Ns = No significativo * = Significativo ** = Altamente significativo	

Estos resultados indican que el glifosato de algún modo influyó en el aumento de las concentraciones de P, B y Fe en la planta, lo que pudo deberse a que no hubo competencia con malezas, en comparación con el tratamiento sin glifosato las malezas que fueron cortadas seguían creciendo y compitiendo por nutrientes.

El glifosato inhibió la acumulación de N, Zn y Mn, estos resultados coinciden con los publicados por Malavolta y Ferreira (2007) quienes encontraron este problema al estudiar que subdosis de glifosato provocados por la deriva del herbicida en el cultivo de girasol.

En el cuadro 23, se observa los coeficientes de correlación entre glifosato y contenido de nutrientes en las raíces, donde se presentaron resultados negativos y estadísticamente significativos para el contenido de K, S, B, Cu y Fe con -0,26; -0,81; -0,38; -0,4 y -0,28 respectivamente, lo que indica que el glifosato afecto la absorción de los elementos mencionados por parte de las raíces.

Cuadro 10. Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las raíces de banano, sembrado en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Coeficientes de correlación	
Variable Dependiente	Variables Independientes
	Factor Glifosato
N	0,01 Ns
P	0 Ns
K	- 0,26 **
Ca	0,04 Ns
Mg	0,03 Ns
S	- 0,81 **
B	- 0,38 **
Zn	- 0,14 Ns
Cu	- 0,4 **
Fe	- 0,28 *
Mn	- 0,12 Ns
Ns = No significativo * = Significativo ** = Altamente significativo	

El glifosato exudado por la raíz de *B. decumbens* pudo tener contacto con la raíz del banano, perjudicando el funcionamiento de la raíz y la acumulación de nutrientes, lo cual se fundamenta con Neumann *et al.* (2006), citados por Duke *et al.* (2006) y Malavolta y Ferreira (2007), quienes mencionan que el glifosato se trasloca a la raíz, es exudado y puede causar problemas en la nutrición mineral.

4.3.2. Correlaciones entre el Factor Glifosato y las Variables Evaluadas en las Plantas de Banano Sembradas en Suelo de la Hda. San José (Babahoyo).

En el cuadro 24, se observa la correlación entre glifosato y las variables de crecimiento donde se encontró coeficientes positivos y significativos para altura, diámetro del pseudotallo, peso fresco de planta, peso seco de planta y peso de raíces dañadas con coeficientes de 0,31; 0,37; 0,31; 0,27; y 0,66 respectivamente, lo que quiere decir que la aplicación de glifosato mejora las variables mencionadas.

Cuadro 11. Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y las variables de crecimiento para las plantas de banano, sembrado en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Coeficientes de correlación	
Variable Dependiente	Variables Independientes
	Factor Glifosato
Altura	0,31 **
Área foliar	0,11 Ns
Diámetro de pseudotallo	0,37 **
Diámetro foliar	0,28 Ns
Peso fresco de planta	0,31 *
Peso seco de planta	0,27 *
Peso fresco de raíz	0,16 Ns
Peso seco de raíz	0,1 Ns
Raíces sanas (g)	0,07 Ns
Raíces dañadas (g)	0,66 **
Ns = No significativo * = Significativo	
** = Altamente significativo	

Los resultados para las plantas sembradas con este suelo son similares a los obtenidos con el suelo de Patricia Pilar.

En el cuadro 25, se observa que la correlación entre glifosato y el contenido de nutrientes en la planta, fue significativa y positiva para Fe y Mn con coeficientes de correlación de 0,32 y 0,56 respectivamente, lo que nos indica que la aplicación de glifosato aumento el contenido de los elementos mencionados.

Cuadro 12. Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Coeficientes de correlación	
Variable Dependiente	Variables Independientes
	Factor Glifosato
N	- 0,1 Ns
P	- 0,24 *
K	- 0,6 **
Ca	- 0,26 *
Mg	0,25 *
S	- 0,44 **
B	- 0,41 **
Zn	- 0,02 Ns
Cu	- 0,42 **
Fe	0,32 **
Mn	0,56 **
Ns = No significativo * = Significativo ** = Altamente significativo	

Para el factor glifosato se presentaron coeficientes de correlación negativos en los contenidos de P, K, Ca, S, B y Cu con coeficientes de -0,24; -0,60; -0,26; -0,44; -0,41 y -0,42 respectivamente, lo que nos indica que la aplicación de glifosato afectó a la acumulación de estos nutrientes en la planta.

En este suelo la acumulación de nutrientes en la planta estuvo mayormente afectada, lo cual se podría deber a una mayor retención del glifosato por parte de las arcillas del suelo (anexo 3), descolocando a los nutrientes de los sitios de absorción, sobre todo a dosis altas de glifosato.

En el cuadro 26, observamos la correlación entre el glifosato y contenido de nutrientes en las raíces, donde se muestra coeficiente significativo y positivo para el Mg con una correlación de 0,56, y coeficientes negativos para P, K, S y B con correlaciones de -0,23; -0,54; -0,56 y -0,37 respectivamente.

Cuadro 13. Coeficientes de correlación entre el factor glifosato y el contenido nutricional de las raíces de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

Coeficientes de correlación	
Variable Dependiente	Variables Independientes
	Factor Glifosato
N	- 0,14 Ns
P	- 0,23 *
K	- 0,54 **
Ca	0,2 Ns
Mg	0,56 **
S	- 0,56 **
B	- 0,37 **
Zn	0,02 Ns
Cu	0,03 Ns
Fe	- 0,15 Ns
Mn	- 0,18 Ns
Ns = No significativo * = Significativo ** = Altamente significativo	

Los exudados del glifosato pudieron formar compuestos con algunos elementos, ocupando sitios de intercambio e inhibiendo su adsorción y absorción de otros elementos, por otro lado el glifosato exudado por las malezas pudo tener contacto con la

raíz de banano alterando su funcionamiento y reduciendo su grado de acumulación de nutrientes.

Para las plantas sembradas con este suelo se observa mayores efectos negativos en comparación con el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar).

En las raíces de banano para el suelo evaluado se observa mayores efectos negativos en la acumulación de nutrientes, lo que se puede deber a que el glifosato presenta alta adsorción sobre la superficie del suelo, prefiriendo el fragmento mineral y los óxidos de Fe y Al, aclarando que el suelo de la Hda. San José (Babahoyo) es de textura arcillo-limoso y posiblemente retuvo en mayor grado los exudados de las malezas, teniendo mayor tiempo de contacto con las raíces de banano alterando la nutrición mineral, fundamentado con lo mencionado por Nivia (2003); Yamada y Stipp (2006).

Probablemente no se observó mayores efectos negativos sobre las plantas de banano debido a que los suelos usados poseen Ca en niveles altos, esto concuerda con Yamada y Stipp (2006), quienes mencionan que cantidades altas de Ca en el suelo pueden funcionar como antídoto de glifosato.

Sumándose a lo anterior, Morillo, Undabeytia y Maqueda, citados por Bravo (1999) mencionan que la absorción del glifosato disminuye con la presencia de cobre, debido a la formación de complejos glifosato-Cu, analizando el suelo de la Hda. San José (Babahoyo) encontramos niveles altos de este elemento lo cual pudo también atenuar los posibles efectos del glifosato, mientras que en el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar) encontramos niveles medios.

Por otro lado el glifosato en el suelo se ioniza y se adsorbe a los fragmentos minerales, los óxidos de Fe y Al, además se adsorbe fuertemente a la materia orgánica, dejando al glifosato biológicamente no disponible para las plantas, este criterio comparten Solomon K, *et al.* (2005) y Nivia (2003) junto con Yamada y Stipp (2006)

estos últimos además agregan que el glifosato compite por sitios de adsorción con minerales, tomando en cuenta que el suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar) presenta un alto porcentaje de M.O. y el suelo de la Hda. San José (Babahoyo) presenta niveles bajos.

Para comprender el efecto del glifosato sobre el suelo y el cultivo, es necesario tomar en cuenta varios aspectos como: tipo de suelos, materia orgánica y los elementos presentes en el suelo capaces de formar complejos con el glifosato.

VI. CONCLUSIONES

El control de la maleza *B. decumbens* con aplicación de glifosato en varias dosis no perjudicó el crecimiento de las plantas de banano, en los dos tipos de suelo

La competencia de la maleza *B. decumbens* disminuyó la altura, área foliar, diámetro foliar, diámetro de pseudotallo y peso fresco de planta para el suelo franco (andisol) y para el suelo arcillo limoso (vertisol) se afectó la altura, diámetro de pseudotallo, el peso fresco y seco de planta, y peso de raíces dañadas por nematodos.

El glifosato causó efectos negativos en la acumulación de N, Zn y Mn en la parte vegetativa de las plantas para el suelo franco (andisol), mientras que para el suelo arcillo limoso (vertisol) disminuyó la acumulación de P, K, Ca, S, B y Cu.

La aplicación de glifosato aumentó la acumulación de P, Fe y B en la parte vegetativa de las plantas sembradas con el suelo franco (andisol), para las plantas sembradas con el suelo arcillo limoso (vertisol) el glifosato aumentó la acumulación de Mg, Fe y Mn.

En los contenidos nutricionales de las raíces la aplicación de glifosato redujo la acumulación de K, S, B, Cu y Fe para el suelo franco (andisol), mientras que para el suelo arcillo limoso (vertisol) el glifosato afectó la acumulación de P, K, S y B.

Las aplicaciones de glifosato provocaron un aumento en la acumulación de Mg en las raíces de las plantas cultivadas con el suelo arcillo limoso (vertisol), mientras que para el suelo franco (andisol) no aumentó la acumulación de elementos minerales.

Las dosis altas de glifosato disminuyeron la población de nematodos *R. similis* en los dos tipos de suelo.

VII. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones sería conveniente incluir un testigo en el cual se eliminen por completo las malezas manualmente, para no tener efecto por la competencia de malezas.

Sería un excelente aporte realizar una investigación similar a nivel de plantación comercial.

Evaluar el efecto del glifosato sobre los microorganismos del suelo especialmente los involucrados en el desdoblamiento y disponibilización de elementos minerales para la planta.

VIII. RESUMEN

El estudio se realizó en la EET Pichilingue del INIAP Quevedo-Ecuador, utilizando suelo de dos Hdas. bananeras en distintas localidades, un suelo andisol (textura franca) de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar - Los Ríos) y un suelo vertisol (textura arcillo limoso) de la Hda. San José (Babahoyo - Los Ríos), con el objetivo de evaluar los efectos del glifosato sobre el desarrollo, nutrición y sanidad del sistema radicular de plántulas de banano, bajo condiciones de invernadero, se sembró el banano en macetas y alrededor *Brachiaria decumbens* como maleza, sobre esta se aplicó glifosato (Roundup), cubriendo las plantas de banano con bolsas plásticas para que el glifosato solo lo reciba la maleza, el ensayo tuvo una duración de 90 días.

Se aplicaron 20 tratamientos resultantes de la combinación de diez niveles de glifosato (0, 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 2,75 y 3 L ha⁻¹ de glifosato) y dos niveles de inoculación de nematodos *Radopholus similis* (0 y 15000 nematodos planta⁻¹), con cuatro repeticiones, bajo un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial A (glifosato) * B (nematodos).

Para evaluar los efectos de los tratamientos, se analizaron las siguientes variables: De crecimiento (altura, área foliar, diámetro de pseudotallo, diámetro de corona foliar, peso fresco y seco de planta, peso fresco y seco de raíz, peso de raíces sanas y dañadas, cantidad *R. similis*), variables nutricionales de contenido en g planta⁻¹ y raíz⁻¹ para los elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe y Mn.

El glifosato no causó efectos negativos en el crecimiento de las plantas, en comparación con la competencia de malezas, la que afectó significativamente la altura, diámetro de corona foliar y de pseudotallo, para el suelo andisol (franco) y para el suelo vertisol (arcillo limoso) la competencia de malezas afectó el peso seco de plantas, diámetro foliar y de pseudotallo.

En la parte vegetativa el glifosato afectó la acumulación de Zn y Mn en las plantas sembradas con el suelo andisol (franco) y disminuyó el contenido de Mg, S y B, en las plantas cultivadas con el suelo vertisol (arcillo limoso).

En las raíces de las plantas sembradas en suelo andisol (franco) el glifosato afectó la acumulación de los nutrientes K, S y B en las raíces de las plantas sembradas con y la acumulación de K y S en las raíces de las plantas cultivadas con el suelo vertisol (arcillo limoso)

IX. SUMMARY

The study was conducted in the EET Pichilingue INIAP Quevedo-Ecuador, using soil from two banana farms in different locations, a Andisol (texture franca) of Sandrita's plantation (Patricia Pilar – Los Ríos) and a vertisol (clay slimy texture) of San Jose's plantation (Babahoyo - Los Ríos) to assess the effects of glyphosate on the development, nutrition and health of the root system of banana plantlets under greenhouse conditions, the banana was planted in pots and some weeds such as *Brachiaria decumbens* on this applied glyphosate (Roundup), covering the banana plants with plastic bags so that you receive only the glyphosate weed, the trial lasted 90 days.

We applied 20 treatments resulting from the combination of ten levels of glyphosate (0, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2 2.25, 2.5, 2.75 and 3 L ha⁻¹ glyphosate) and two levels of inoculation nematode *Radopholus similis* (0 and 15,000 nematode plant⁻¹), with four replicates in a design of randomized blocks in factorial arrangement A (glyphosate) * B (nematodes).

To assess the effects of treatments were analyzed the following variables: growth (height, leaf area, pseudostem diameter, leaf diameter, fresh and dry weight of plant, fresh weight and root dry weight of roots healthy and damaged *R. similis* numbers), variables of nutritional content in g plant⁻¹ and root⁻¹ for the elements: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe and Mn.

Glyphosate did not cause negative effects on plant growth, compared to weed competition, which significantly affected the height, pseudostem diameter and leaf for the Andisol (franco) and for the vertisol (clay slimy) weed competition affected the dry weight of plants, leaf and pseudostem diameter.

At the vegetative part, glyphosate affected the accumulation of Zn and Mn in plants in Andisol (franco) and decreased the content of Mg, S and B in the plants grown in vertisol (clay slimy).

In plant roots glyphosate affected the accumulation of nutrients K, S and B in the roots of plants with Andisol (franco) and accumulation of K and S in the roots of plants grown in vertisol (slimy clay)

X. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, L. y AGUERO, R. 2002. Producción de banano bajo diferentes estrategias de manejo de la flora vascular. 315, 316 p, disponible en: http://musalit.inibap.org/pdf/IN030052_es.pdf, consultado el 05 de enero del 2008.
- AGÜERO, L; PÉREZ, L y GUZMÁN, M. 1998. Crecimiento y Rendimiento del Banano (Musa Aaa) Bajo Ciclos Consecutivos de Aspersión con Glifosato, agronomía mesoamericana, Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC), Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 109 p, disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n02_105.pdf
- ANONIMO, SF. Mecanismo de acción de las familias químicas a las que pertenecen los Herbicidas que actúan sobre la producción aminoácidos y síntesis de proteínas. Familia Química Ingrediente Activo Mecanismo de Acción, disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/h60-7190_anexo1.pdf
- ARAYA, M. y CHEVES 1996. Efecto de la posición del punto de muestreo sobre la cantidad de raíces y las densidades poblacionales de los fitonematodos presentes en duos de sucesión de plantas de banano Musa AAA), Agronomía Costarricense Nota Técnica.
- BIGWOOD, J. 2002. Breve Resumen de la Literatura Científica con Respeto a los Efectos Nocivos de Formulaciones que Contienen Glifosato en Biotas Acuáticas y Suelos. Pag 12-14
- BRAVO, E, SF. Impactos del Glifosato en el Medio Ambiente disponible en: http://webs.chasque.net/~rapaluy1/glifosato/Impactos_Glifosato_Medio_Ambiente.html

- CARDARELLI, A. 1999, Cultivos Tropicales, Centro Internacionale Crocevia, Quito Ecuador, Editorial Mendieta. 19, 20 p
- CERDA, J; MENDOZA, M; JOSAFAD, S; NIETO, F y CORTEZ, S. 1999, Combate Químico De Malezas En Manzano: Coadyuvantes, 2 p, disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v10n01_007.pdf
- CONSTANTIN, J; MACHADO, M.H; OLIVEIRA, JR; RIOS, F.A y ROSO, A.C. 2008 Influência do glyphosate na dessecação de capim-braquiária e sobre o desenvolvimento inicial da cultura do milho, Planta daninha vol.26 no.3 Viçosa , disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000300019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- CORPEI, 2006, Corporación de exportaciones e inversiones, Banano, Guayaquil-Ecuador. Disponible en: http://www.corpei.org/FrameCenter.asp?Ln=SP&Opcion=3_2_1
- DUKE, S; CERDEIRA, A Y MATALLO, M. 2006, Uso De Herbicidas E Seus Efeitos Em Doenças Vegetais, POTAFOS, Informações Agronômicas N0 115, 2-4, 6,7 p.
- ESQUIVEL, A. (2001). *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949 (Nematodo barrenador), Escuela de Ciencias Agrarias Universidad Nacional Costa Rica, disponible en: <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=4707&-Find>.
- FORLANI, G, et al.1995, Differential sensitivity of plant-associated bacteria to sulfonylurea and imidazonline herbicides. Plant and Soil. Ecologistas, en Acción, Efectos sobre el medio ambiente, Acumulación de tóxicos en el suelo y en las aguas, pag 1.

- GRAVA L; SHIGUEAKI, E y SILVA, W. 2006, Nutrição e adubação da cultura da banana POTAFOS, Informações Agronômicas N° 116, 14, 15 p.
- GROOT, H y ORTÍZ, S. 2005. Glifosato riesgo humano; Apuntes científicos Uniandinos N°. 6, disponible en:
<http://ciencias.uniandes.edu.co/pdf/glifosat06.pdf>.
- LOPEZ, R. 2007. Evaluación de tres fitohormonas bajo diferentes dosis, sobre el desarrollo de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*) en etapa de vivero, Las Golondrinas-Quinindé. 2006. Tesis de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Santo Domingo de los Tsachilas. Facultad de Ciencia Agropecuarias, p 24.
- MAG, 2006. Distribución de la superficie cosechada de banano por provincias, disponible en:
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/banano/docs/superficie%20provincia.htm>
- MALAVOLTA, E, Y FERREIRA, M. 2007, Níquel de Tóxico a Essencial, Informações Agronômicas, IPNI, N° 118, 24 p.
- NIVIA, E. 2003, Efectos Sobre la Salud y el Ambiente de Herbicidas que Contienen Glifosato, Ingeniera Agrónoma; Licenciada en Biología y Química. Directora Ejecutiva de RAPALMIRA. PAN-Colombia. Cali. Eco Portal, disponible en:
<http://www.ecoportel.net/>
- NÚÑEZ, A. 1989, El Cultivo del Banano.-Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional del Banano.-Sección Cooperativas, disponible en:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/banano.pdf

- ORDEÑANA, O. 1992. Malezas, Rol-Ecología-Fisiología-Morfología y Taxonomía, Especies Importantes en Ecuador, Graficas Impacto, Guayaquil- Ecuador, 19 p
- ORDEÑANA, 1994, Agronomía de Cultivos y Control de Malezas, Guayaquil, Graficas Impacto, 296, 297 p.
- QUIJIJE, 2008, Comunicación y Asesoría personal, Jefe del área de Entomología de la Estación Experimental Tropical Pichilngue del INIAP (Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias –Ecuador.
- RIVAS, G Y ROSALES, F., 2003., Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos., Actas del Taller” Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas”, Guayaquil, Ecuador.
- RODRÍGUEZ, E. 1987, Control de Malezas en Musáceas, CENIAP. Maracay Venezuela, 1 p, disponible en:
<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd25/texto/contr olmelazas.htm>
- SANTOS, T, SANTOS, J; FERREIRA, F; OLIVEIRA, J; BENTIVENHA, S y MACHADO, A. 2008. Exudación radicular de glifosato por *b* y sus efectos en plantas de eucalipto; planta daninha vol.26 No.2 Viçosa Apr./June 2008, disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- SOLOMON, K, et al. 2005, Estudio de los efectos del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida Glifosato (PECIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente, Centre for

Toxicology and Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Canadá

SOTO, M 1990, Bananos, Cultivo y Comercialización, Asociación Bananera Nacional, Escuela de Fitotecnia Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, 19 p.

SOSA L. Y MEDRADO C, 1997, Efecto de la competencia de las malezas en platanales (Musa AAB) establecidos, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela. Disponible en:
http://www.revfacagronluz.org.ve/v14_6/v146z001.html

SERRATO J, (2005), Fumigación Con Glifosato: Efectos Nocivos, Ciencias Biológicas, Manejo y Conservación de vida silvestre, Universidad Nacional.

TURNER, (2003), INFOMUSA, La Revista Internacional de Bananos y Platanos, Vol. 12-Nº 2, Diciembre 2003, Pg 15

VENEGAS, F, y ORDEÑANA, O, 1983, Efecto De La Competencia De Malezas Y Su Control En Banano, INIAP, EETP, Boletín Técnico N.

YAMADA, T. y CAMARGO, P, 2007, Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas, IPNI, Informações Agronômicas Nº 119, Encarte, 2-4 p

YAMADA, T. y STIPP, S, 2007, Informações recentes para otimização da produção agrícola, POTAFOS, Informações Agronômicas Nº 117, 4,5p

YAMADA, T. y STIPP, S, 2006, Manejo sustentável na agricultura É discutido em workshop na ESALQ, POTAFOS, Informações Agronômicas N° 116, 1-3, 5-6, 15 p


WIKIPEDIA, 2007. Musa × paradisiaca.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Esquema de la distribución de los tratamientos al azar



Anexo 2. Análisis del suelo usado para el ensayo, recolectado de la Hda. Sandrita ubicada en Patricia Pilar.

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : INIAP PICHILINGUE. DPTO. SUELOS Dirección : km 5 Vía Quevedo El Empalme Ciudad : Quevedo Teléfono : Fax :			DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Ensayo Glifosato Sandrita Provincia : Los Ríos Cantón : Buena Fé Parroquia : Ubicación :			PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : N° Reporte : Fecha de Muestreo : 06/03/2008 Fecha de Ingreso : 06/03/2008 Fecha de Salida : 17/03/2008		
--	--	--	---	--	--	--	--	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
6918	Muestra 1 Invernadero		6,6 PN	12 B	22 A	1,13 A	9 A	1,6 M	2 B	5,7 M	2,6 M	167 A	3,9 B	0,10 B	

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6918					6,0 A	5,6	1,42	9,38	11,73			41	40	19	Franco

Anexo 3. Análisis del suelo usado para el ensayo recolectado de la Hda. San José, ubicada en Babahoyo.

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018


REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : INIAP PICHILINGUE. DPTO. SUELOS Dirección : km 5 Vía Quevedo El Empalme Ciudad : Quevedo Teléfono : Fax :			DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Ensayo Glifosato San José Provincia : Los Ríos Cantón : Buena Fé Parroquia : Ubicación :			PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : N° Reporte : Fecha de Muestreo : 06/03/2008 Fecha de Ingreso : 06/03/2008 Fecha de Salida : 17/03/2008		
--	--	--	---	--	--	--	--	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
6919	Muestra 1 Invernadero		6,7 PN	3 B	12 M	0,44 A	17 A	3,8 A	2 B	1,3 B	7,6 A	63 A	10,1 M	0,21 M	

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6919					2,9 B	4,4	8,64	47,27	21,24			11	44	45	Arcillo-Limoso

Anexo 4. Análisis químico de tejidos de la parte aérea de plantas sembradas en suelo de la Hda. Sandrita, ubicada en Patricia Pilar.

 ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018											
Análisis Químico de Tejidos de la Parte Aérea											
Tratamientos	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
T ₁	1.80	0.26	5.82	1.64	0.56	0.15	36.00	9.00	122.00	94.00	22.00
T ₂	1.80	0.24	5.40	1.54	0.64	0.15	35.00	8.00	114.00	81.00	19.00
T ₃	1.80	0.21	5.26	1.53	0.67	0.19	37.00	9.00	138.00	91.00	23.00
T ₄	1.70	0.25	5.28	1.52	0.71	0.19	24.00	8.00	140.00	90.00	22.00
T ₅	1.90	0.20	5.16	1.49	0.74	0.19	39.00	9.00	161.00	83.00	21.00
T ₆	1.60	0.22	5.33	1.48	0.60	0.21	46.00	9.00	144.00	85.00	21.00
T ₇	1.80	0.25	7.20	1.61	0.77	0.17	38.00	9.20	139.00	82.00	22.00
T ₈	1.80	0.23	6.38	1.42	0.75	0.16	37.00	8.00	155.00	81.00	27.00
T ₉	1.90	0.25	5.55	1.43	0.81	0.17	35.00	9.00	139.00	87.00	31.00
T ₁₀	1.40	0.22	5.53	1.34	0.70	0.18	36.00	9.00	160.00	78.00	30.00
T ₁₁	1.80	0.20	3.84	1.70	0.61	0.18	32.00	9.00	165.00	77.00	26.00
T ₁₂	1.70	0.27	4.80	1.33	0.71	0.18	19.00	9.00	157.00	84.00	28.00
T ₁₃	1.70	0.27	4.73	1.70	0.81	0.18	14.00	8.00	158.00	76.00	30.00
T ₁₄	1.30	0.22	3.91	1.09	0.58	0.18	14.00	8.00	136.00	83.00	27.00
T ₁₅	1.80	0.25	5.40	1.38	0.75	0.17	16.00	9.00	149.00	79.00	24.00
T ₁₆	1.80	0.28	4.10	1.68	0.63	0.18	16.00	9.00	151.00	85.00	29.00
T ₁₇	1.90	0.24	5.42	1.52	0.77	0.17	15.00	8.00	169.00	87.00	27.00
T ₁₈	1.60	0.28	5.45	1.22	0.67	0.19	17.00	9.00	159.00	80.00	28.00
T ₁₉	1.60	0.31	4.17	1.22	0.61	0.17	9.00	8.00	157.00	77.00	23.00
T ₂₀	1.30	0.31	6.38	1.65	0.75	0.17	9.00	9.00	141.00	73.00	18.00

Anexo 6. Análisis químico de tejidos de la parte aérea de plantas sembradas en suelo de la Hda. San José, ubicada en Babahoyo.

											
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018											
Análisis Químico de Tejidos en raíces											
Tratamientos	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
T ₁	1.10	0.33	4.97	1.65	0.57	0.13	8.00	10.00	160.00	153.00	41.00
T ₂	1.50	0.31	6.12	1.75	0.29	0.13	7.00	8.00	156.00	149.00	38.00
T ₃	1.20	0.27	4.72	1.72	0.27	0.14	6.00	9.00	175.00	151.00	28.00
T ₄	1.30	0.25	4.83	1.84	0.25	0.12	6.00	8.00	195.00	151.00	18.00
T ₅	1.30	0.29	4.82	1.50	0.26	0.14	5.00	9.00	206.00	165.00	23.00
T ₆	1.40	0.23	5.96	1.52	0.41	0.11	8.00	9.00	157.00	183.00	32.00
T ₇	0.90	0.22	6.06	1.64	0.42	0.13	6.00	10.00	181.00	184.00	28.00
T ₈	1.00	0.27	5.68	1.44	0.36	0.15	7.00	8.00	175.00	160.00	30.00
T ₉	1.30	0.31	6.65	1.66	0.42	0.13	7.00	10.00	187.00	173.00	26.00
T ₁₀	1.10	0.23	6.74	1.45	0.43	0.10	8.00	10.00	170.00	167.00	18.00
T ₁₁	1.10	0.29	6.37	1.44	0.53	0.15	9.00	10.00	139.00	144.00	37.00
T ₁₂	1.00	0.30	4.82	1.83	0.28	0.14	8.00	9.00	182.00	154.00	22.00
T ₁₃	1.40	0.26	4.27	1.95	0.18	0.16	8.00	9.00	204.00	155.00	19.00
T ₁₄	1.20	0.26	3.97	1.64	0.26	0.14	7.00	9.00	191.00	137.00	16.00
T ₁₅	1.30	0.25	4.55	1.41	0.28	0.16	6.00	9.00	192.00	162.00	29.00
T ₁₆	0.90	0.28	6.46	1.66	0.45	0.14	7.00	10.00	158.00	153.00	32.00
T ₁₇	1.20	0.28	5.15	1.40	0.44	0.14	6.00	9.00	180.00	155.00	18.00
T ₁₈	0.70	0.27	6.61	1.60	0.41	0.11	7.00	9.00	183.00	159.00	21.00
T ₁₉	1.00	0.31	6.39	1.41	0.36	0.11	7.00	10.00	190.00	161.00	19.00
T ₂₀	1.40	0.21	5.68	1.54	0.36	0.08	8.00	10.00	189.00	170.00	19.00

Anexo 7. Análisis químico de tejidos de la parte radicular de plantas sembradas en suelo de la Hda. San José, ubicada en Babahoyo.

Tratamientos		%					ppm					
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
T ₁		1.50	0.19	6.58	1.42	0.50	0.11	45.00	37.00	85.00	147.00	196.00
T ₂		1.20	0.22	5.39	1.67	0.46	0.08	45.00	35.00	88.00	164.00	160.00
T ₃		1.10	0.23	6.10	1.49	0.46	0.08	40.00	30.00	67.00	190.00	180.00
T ₄		1.10	0.19	6.20	1.71	0.50	0.08	45.00	36.00	89.00	174.00	194.00
T ₅		1.10	0.20	5.00	1.75	0.59	0.08	47.00	33.00	74.00	186.00	177.00
T ₆		1.30	0.19	5.35	1.50	0.64	0.06	42.00	37.00	83.00	149.00	201.00
T ₇		1.20	0.22	4.93	1.55	0.66	0.06	43.00	34.00	81.00	184.00	182.00
T ₈		1.20	0.20	4.91	1.62	0.73	0.06	32.00	36.00	85.00	162.00	192.00
T ₉		1.00	0.18	5.06	1.75	0.74	0.09	44.00	34.00	85.00	175.00	167.00
T ₁₀		1.30	0.19	4.80	1.69	0.58	0.06	34.00	33.00	84.00	177.00	168.00
T ₁₁		1.30	0.20	5.62	1.49	0.54	0.10	43.00	34.00	81.00	181.00	167.00
T ₁₂		1.20	0.21	5.68	1.48	0.46	0.08	41.00	30.00	74.00	194.00	169.00
T ₁₃		1.10	0.22	6.38	1.49	0.51	0.07	41.00	29.00	76.00	166.00	164.00
T ₁₄		1.20	0.20	6.15	1.66	0.52	0.08	46.00	26.00	65.00	162.00	154.00
T ₁₅		1.30	0.18	5.10	1.41	0.61	0.09	41.00	31.00	76.00	189.00	181.00
T ₁₆		1.40	0.23	5.24	1.48	0.64	0.08	42.00	38.00	82.00	170.00	219.00
T ₁₇		1.30	0.18	4.76	1.53	0.78	0.06	37.00	37.00	79.00	186.00	175.00
T ₁₈		1.20	0.20	4.44	1.76	0.77	0.07	42.00	38.00	91.00	161.00	180.00
T ₁₉		1.30	0.21	4.93	1.64	0.75	0.07	39.00	33.00	70.00	148.00	134.00
T ₂₀		1.20	0.20	5.37	1.76	0.53	0.09	44.00	30.00	82.00	173.00	145.00

Anexo 8. Cuadrados medios y significancia estadística, para las variables de crecimiento, de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. Sandrita (Patricia Pilar), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

F.V.	G L	CM									
		A.	Ar. F.	D. F.	D.Ps.	P. Fr. R.	P. S. R.	P. Fr. P.	P. S. P.	P. R. Sn.	P. R. D.
Repetición	3	119,06	0	50,08	0,22	1093,51	0,45	2261,76	2,14	866,43	13,11
Glfosato (G)	9	74,18 *	0 *	19,9 *	0,05 *	247,15 *	0,46 *	2392,62 **	2,65 Ns	325,05 *	100,95 **
Nematodos (N)	1	108,35 *	0,01 *	0,9 Ns	0 Ns	887,31 *	1,16 *	501 Ns	0,24 Ns	522,1 *	48,88 **
G. x N.	9	19,28 *	0 *	4,2 Ns	0,01 *	108,8 Ns	0,53 *	648,55 *	0,24 Ns	64,99 *	44,32 **
Error	57	16,61	0	6,55	0,01	89,86	0,16	433,61	0,24	68,13	1,78
Total	79										
CV %		3,96	5,76	2,81	2,79	10,39	8,98	5,53	5,13	10,3	12,36

A = Altura D.Ps. = Diámetro de pseudotallo P. Fr. P. = Peso fresco de planta P. R. D. = Peso de raíces dañadas
Ar. F.= Area foliar P. Fr. R. = Peso fresco de raíz P. S. P. =Peso seco de planta
D.F. = Diámetro foliar P. S. R. = Peso seco de raíz P. R. Sn. = Peso de raíces sanas

* = Significativo ** = Altamente significativo Ns = No significativo

Anexo 9. Cuadrados medios y significancia estadística, para las variables de crecimiento, de las plantas de banano, sembradas en suelo de la Hda. San José (Babahoyo), bajo condiciones de invernadero. EETP 2008.

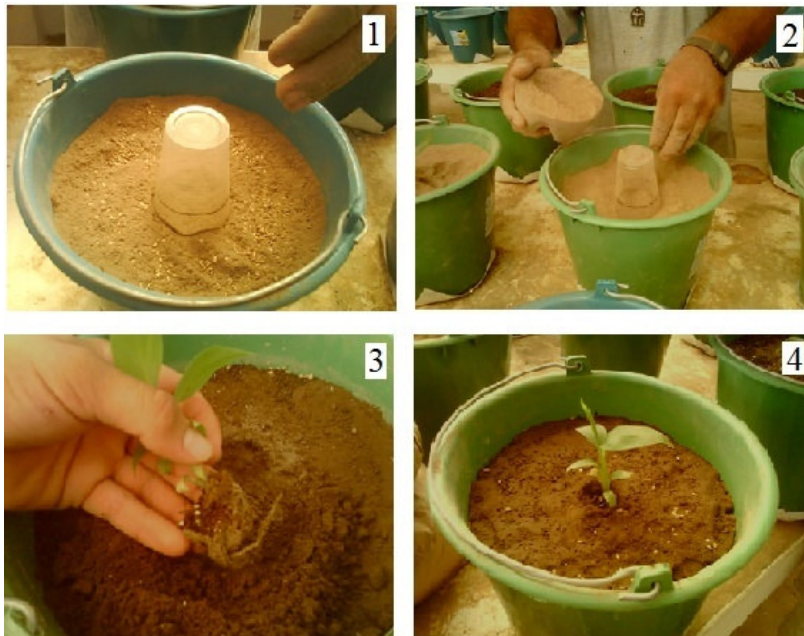
F.V.	G L	CM									
		A.	Ar. F.	D. F.	D.Ps.	P. Fr. R.	P. S. R.	P. Fr. P.	P. S. P.	P. R. Sn.	P. R. D.
Repetición	3	117,08	0,01	39,48	0,15	277,69	0,18	1	4,51	240,95	1,28
Glfosato (G)	9	159,57 **	0 **	40,03 **	0,06 **	120,59 **	0,7 **	1888,85 **	11,63 *	112,51 **	7,96 **
Nematodos (N)	1	65,65 Ns	0 Ns	15,3 Ns	0 Ns	202,85 *	1 *	501,5 Ns	13,42 *	229,74 **	1,4 **
G. x N.	9	89,96 **	0 **	9,48 *	0,01 **	217,84 **	0,36 *	820,64 *	2,07 *	190,36 **	1,92 **
Error	57	18,7	0	6,05	0,01	11,24	0,11	255,72	2,49	9,83	0,05
Total	79										
CV %		4,2	6,5	2,69	2,78	5,53	6,9	0	5,32	5,55	5,59

A = Altura D.Ps. = Diámetro de pseudotallo P. Fr. P. = Peso fresco de planta P. R. D. = Peso de raíces dañadas
Ar. F.= Area foliar P. Fr. R. = Peso fresco de raíz P. S. P. =Peso seco de planta
D.F. = Diámetro foliar P. S. R. = Peso seco de raíz P. R. Sn. = Peso de raíces sanas

* = Significativo ** = Altamente significativo Ns = No significativo

Anexo 10. Estado de las plántulas de banano antes de sembrarlas

Anexo 11. Pasos realizados para el trasplante del banano y la siembra de la maleza, (1) siembra de la semilla de *B. decumbens*, (2) Se tapa la semilla, (3) trasplante de la planta luego de haber regado, (4) planta trasplantada.



Anexo 12. Pasos realizados para la aplicación de glifosato, (1) cubrir la planta de banano con una bolsa plástica, (2) ajustar la bolsa con cinta adhesiva, (3) preparación de bomba (4) fumigación.



Anexo 13. Pasos realizados para la aplicación de glifosato, (1) cubrir la planta de banano con una bolsa plástica, (2) ajustar la bolsa con cinta adhesiva, (3) preparación de bomba (4) fumigación.





Foto 1. A los 8 días del trasplante.



Foto 2. A los 15 días del trasplante.



Foto 3. A los 30 días del trasplante.



Foto 4. Estado radicular al momento de la aplicación de glifosato



Fotos 5 y 6. Corte de la *B. decumbens* al momento de la aplicación de glifosato.



Foto 7. Medición de altura



Foto 8. Medición de diámetro foliar



Fotos 9 y 10. Corte de plántulas en la base del cormo y ordenamiento por tratamientos



Fotos 11 y 12. Medición de diámetro de pseudotallo y partición de plantas para su secado



Fotos 13 y 14. Extracción de raíces