



Instytut Uprawy
Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy

Nr sprawy: NŻN.501.3.2020.WD

Principal:
WOODSTONE Sp. z o. o.
ul. M. Curie – Skłodowskiej 19/3, 15-275 Białystok

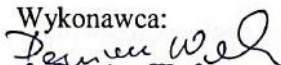
Informe sobre la investigación agrícola realizada en 2020

Número de contrato:
500.414.24.2020

Sobre el tema:

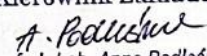
**"Determinación del efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno
en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz".**

Wykonawca:


dr Damian Wach

dr Damian Wach

Kierownik Zakładu


prof. dr hab. Anna Podleśna

Jednostka organizacyjna IUNG-PIB: Zakład Żywnienia Roślin i Nawożenia

Osoba do kontaktu: dr Damian Wach

Telefon: 814786836, 814786830

Adres e-mail: dwach@iung.pulawy.pl, nawozenie@iung.pulawy.pl

Puławy, wrzesień 2021 r.

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel.: +48 81 47 86 700/800, fax: +48 81 47 86 900
www.iung.pulawy.pl, e-mail: iung@iung.pulawy.pl
NIP: 716-000-42-81

1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio fue determinar el efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno sobre el crecimiento y desarrollo de la variedad de maíz LG 31-233 cultivada para ensilaje.

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A petición de WOODSTONE Sp. z o.o., con sede en Białystok, ul. M. Curie-Skłodowskiej 19/3, 15-275 Białystok, se llevó a cabo un experimento de campo con el estimulador de crecimiento BioWerm Techno durante la temporada de cultivo de 2020 con el objetivo de su comercialización. El experimento se realizó en los campos experimentales de la Estación Experimental Agrícola del Instituto de Ciencias del Suelo y Cultivo de Plantas – Instituto Nacional de Investigación en Grabów nad Wisłą, Voivodato de Mazovia.

Durante el procedimiento de introducción del producto BioWerm Techno en el mercado, se produjo una transferencia de derechos y asunción de obligaciones de Bud Drzew Sp. z o.o., con domicilio social en Białystok, ul. M. Curie-Skłodowskiej 19/3, 15-275 Białystok, a WOODSTONE Sp. z o.o., con domicilio social en Białystok, ul. M. Curie-Skłodowskiej 19/3, 15-275 Białystok. La empresa solicitó un cambio de la entidad responsable de la introducción del producto en el mercado en todos los documentos elaborados en el IUNG-PIB de Puławy.

El 29 de mayo de 2020, el muestreador (Sylwester Czarkowski) recogió muestras de la preparación para la investigación agrícola en la Estación Químico-Agrícola del Distrito de Białystok (protocolo de recogida de muestras número 10/10/2020 de fertilizantes, coadyuvantes para el cultivo de plantas y sustancias destinadas a ensayos para su comercialización).

El experimento se realizó en un suelo menos fértil, desarrollado sobre arcilla ligera, perteneciente al complejo de buen centeno (clase 3a). El suelo bajo el maíz se caracterizó por una reacción ligeramente ácida, con un contenido medio de fósforo, potasio y magnesio. El campo experimental presentaba un buen drenaje y un equilibrio hídrico y atmosférico adecuado. Las características básicas del suelo se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo del experimento de maíz.

Planta	tipo y tipo de suelo	complejo de aptitud agrícola	mg en 100 g de suelo			pH
			Según Egner		Mg	
			P ₂ O ₅	K ₂ O		
maíz para ensilaje	tierra cultivable hecha de arcilla ligera	Bien	17,0	15,0	7,2	5,7

Las tablas 2 y 3 resumen los datos sobre semillas, cultivos previos y fertilización de los últimos tres años.

Tabla 2. Evaluación de semillas

planta / variedad	fecha de siembra	origen	Dosis de siembra (kg/ha)	Espaciado
Maíz/ LG 31-233	04.05.2020	Limagrain	95.000	15,0 x 70,0

Tabla 3. Preemergencia (durante los últimos 3 años)

años	cultivo previo	rendimiento t/ha	fertilización orgánica por hectárea	fertilización kg/ha				agente químico
				N	P2O ₅		CaO	
2016	triticale de invierno	4,92	-	150,0	60,0	90,0	-	Snajper
2017	cebada de primavera	3,90	-	113,0	44,0	66,0	-	Gold450
2018	trigo de invierno	6,30	-	178,0	60,0	90,0	-	Bizon

El experimento evaluó el efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno aplicado dos veces como abonado de cobertura a una dosis de 2 litros por hectárea, en comparación con un tratamiento control, según el siguiente esquema:

A - Control sin pulverización, aplicación estándar de NPK;

B - Estimulador BioWerm Techno aplicado dos veces durante la temporada de cultivo a una dosis de 2 litros por hectárea, con aplicación estándar de NPK;

C - Estimulador BioWerm Techno aplicado dos veces durante la temporada de cultivo a una dosis de 2 litros por hectárea, con una reducción del 40% en la aplicación de NPK.

De acuerdo con las instrucciones del cliente, el estimulador BioWerm Techno se aplicó dos veces como abonado de cobertura a plantas de maíz en la etapa de cuarta hoja y en la etapa de séptima-octava hoja. En el experimento control, la fertilización se aplicó de acuerdo con la tecnología de cultivo de maíz para ensilaje adoptada en la Estación Experimental Agrícola de Grabów.

El experimento de campo se realizó mediante el método de franjas largas. La superficie cosechada fue de 22,4 m² (8 m de largo y 2,4 m de ancho).

En la Tabla 4 se presentan el momento de aplicación del estimulador BioWerm Techno y las dosis de fertilizantes minerales, y en la Figura 1 se muestra el plan de trabajo del experimento.

Tabla 4. Fertilización mineral y productos químicos utilizados en el experimento.

Designación de objeto	tipo de sustancia química	% ingrediente puro		dosis kg/ha		
				de ingrediente puro	sustancia activa	
Objeto A y B, 100 % NPK	Polifoska 6	30	K ₂ O	84,0	-	30.04.2020
	Polifoska 6	20	P ₂ O ₅	56,0	-	30.04.2020
	Polifoska 6	6	N	16,8	-	30.04.2020
	Urea	46	N	92,0	-	30.04.2020
	Polidap	46	P ₂ O ₅	23,0	-	30.04.2020
	Polidap	18	N	9,0	-	30.04.2020
	Urea	46	N	50,0	-	18.06.2020
	sal de potasio	60	K ₂ O	90,0	-	30.04.2020
	Maister Power 42,5	-	-	-	1,5 L/ha	05.06.2020
	BioWerm Techno	-	-	-	2,0 L/ha	08.06.2020
	BioWerm Techno	-	-	-	2,0 L/ha	29.06.2020
Objeto C 60 % NPK	Polifoska 6	30	K ₂ O	50,4	-	30.04.2020
	Polifoska 6	20	P ₂ O ₅	33,6	-	30.04.2020
	Polifoska 6	6	N	10,0	-	30.04.2020
	Urea	46	N	55,2	-	30.04.2020
	Polidap	46	P ₂ O ₅	13,8	-	30.04.2020
	Polidap	18	N	5,4	-	30.04.2020
	Urea	46	N	30,0	-	18.06.2020
	sal de potasio	60	K ₂ O	54,0	-	30.04.2020
	Maister Power 42,5	-	-	-	1,5 L/ha	05.06.2020
	BioWerm Techno	-	-	-	2,0 L/ha	08.06.2020
	BioWerm Techno	-	-	-	2,0 L/ha	29.06.2020

3. Tratamientos de cultivo durante la temporada de crecimiento.

El experimento se realizó siguiendo la tecnología recomendada para el cultivo de maíz para ensilaje. Se aplicó protección química contra malezas, enfermedades y plagas según las recomendaciones para el cuidado del maíz. Los resultados de los tratamientos de cultivo se presentan en la Tabla 5, y las fechas de las etapas de desarrollo de las plantas seleccionadas se presentan en la Tabla 6.

Tabla 5. Cultivo a partir de la cosecha del cultivo anterior y tratamientos durante el período vegetativo.

10.09.2019	Labrar el campo con una grada de discos después de la cosecha de trigo.
21.10.2019	Arado de invierno con arado reversible
17.04.2020	cultivar un campo con una rastra pesada
30.04.2020	Siembra de fertilizante multicomponente Polifoska6 y 1 dosis de nitrógeno (N) en forma de urea con una sembradora de fertilizante.
04.05.2020	Cultivo de campo con un equipo de labranza pasiva (grada de resortes + rodillo tubular)

04.05.2020	Siembra de maíz, variedad LG 31-233, con una separación de 70,0 x 15 cm mediante sembradora de precisión y aplicación de fertilizante Polidar.
05.06.2020	Pulverización de maíz con el herbicida Maister Power a una dosis de 1,5 L/ha + 250 L de agua, utilizando un pulverizador montado.
08.06.2020	Pulverización de maíz con un estimulador del crecimiento vegetal - BioWerm Techno, 2 L/ha
18.06.2020	siembra 2 dosis de nitrógeno en forma de urea, 50 kg N/ha
29.06.2020	Pulverización de maíz con un estimulador del crecimiento vegetal - BioWerm Techno, 2 L/ha
14.09.2020	cosecha de maíz verde

Tabla 6. Etapas de desarrollo del maíz en la escala BBCH.

BBCH code	fase de desarrollo	fecha
00	granos secos	04.05.2020
01	comienzo de la hinchazón	07.05.2020
05	La radícula emerge	13.05.2020
07	El coleóptilo crece a partir de una carióspside.	18.05.2020
09	coleóptilos sobre el suelo	20.05.2020
10	comienzo del desarrollo de la primera hoja	23.05.2020
11	primera hoja desplegada	26.05.2020
12	segunda hoja desplegada	26.05.2020
13	tercera hoja desplegada	02.06.2020
14	La cuarta hoja se desplegó	08.06.2020
15	quinta hoja desplegada	12.06.2020
16	sexta hoja desplegada	18.06.2020
17	La séptima hoja se desplegó	23.06.2020
18	8-11 hojas desplegadas	29.06.2020
19	12 o más hojas desplegadas	11.07.2020
30	primer nodo visible	14.07.2020
32	segundo nodo visible	16.07.2020
33	tercer nodo visible	20.07.2020
34	cuarto nodo visible	22.07.2020
51	el comienzo de la eyección de panículas	29.07.2020
53	parte superior visible de la panícula	03.08.2020
55	plenitud de expulsión de panícula	08.08.2020
59	fin de desechar las panículas	15.08.2020
61	estambres visibles en las espiguillas de la parte central	08.08.2020
63	el comienzo de la polinización	09.08.2020
65	floración de las partes superior e inferior de la panícula	10.08.2020
67	plena floración	13.08.2020
69	fin de la fase de floración	28.08.2020
71	Desarrollo de los primeros granos con una consistencia acuosa, que contienen aproximadamente un 16% de materia seca.	21.08.2020
73	el comienzo de la maduración lechosa de los granos	25.08.2020
75	Los granos alcanzan su punto de maduración lechosa y contienen aproximadamente un 40% de materia seca.	29.08.2020
79	los granos alcanzan su tamaño típico	31.08.2020

83	Comienza la maduración cerosa de los granos, los granos están blandos y contienen aproximadamente un 45% de materia seca.	02.09.2020
85	Maduración cerosa completa, granos con color típico, contienen aproximadamente un 55 % de materia seca.	10.09.2020
87	Madurez fisiológica, manchas negras visibles en la base del grano, contiene aproximadamente un 60% de materia seca.	14.09.2020
89	Granos completamente maduros, duros y brillantes, con un contenido aproximado del 65% de materia seca.	---
97	La planta muere y se marchita.	---
99	mazorcas de maíz cosechadas, grano, período de latencia	---

4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La siembra de maíz se realizó en el momento agrotécnico adecuado. Las condiciones climáticas durante la temporada de cultivo de 2020 fueron muy variables, con escasez de lluvias y sequías periódicas. Gracias a las lluvias locales relativamente intensas durante un período en el que las plantas mostraron una alta demanda de agua, se obtuvieron rendimientos de maíz verde bastante satisfactorios.

La distribución de las precipitaciones y las temperaturas totales durante la temporada de cultivo de 2020 se presenta en las Figuras 2 y 3.

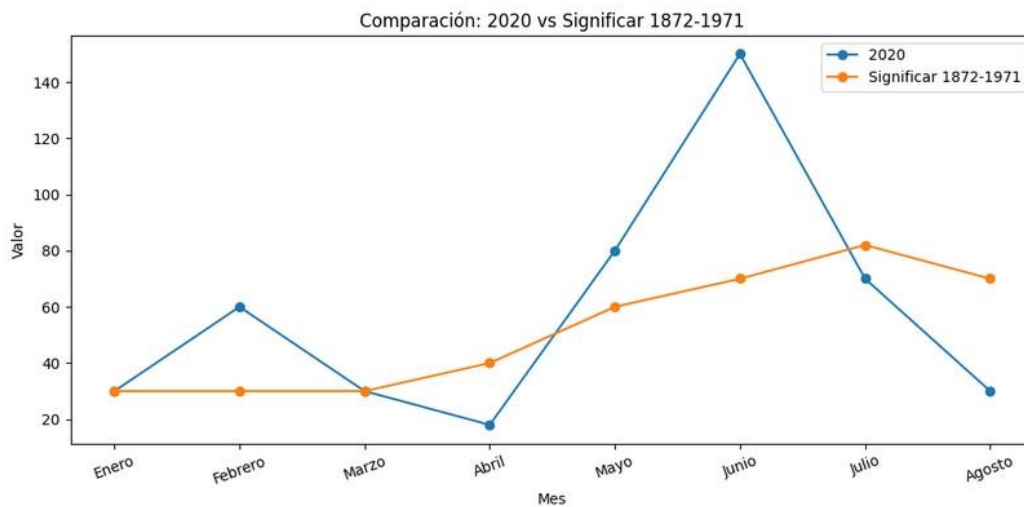


Figura 2. precipitaciones totales en la temporada de cultivo de 2020

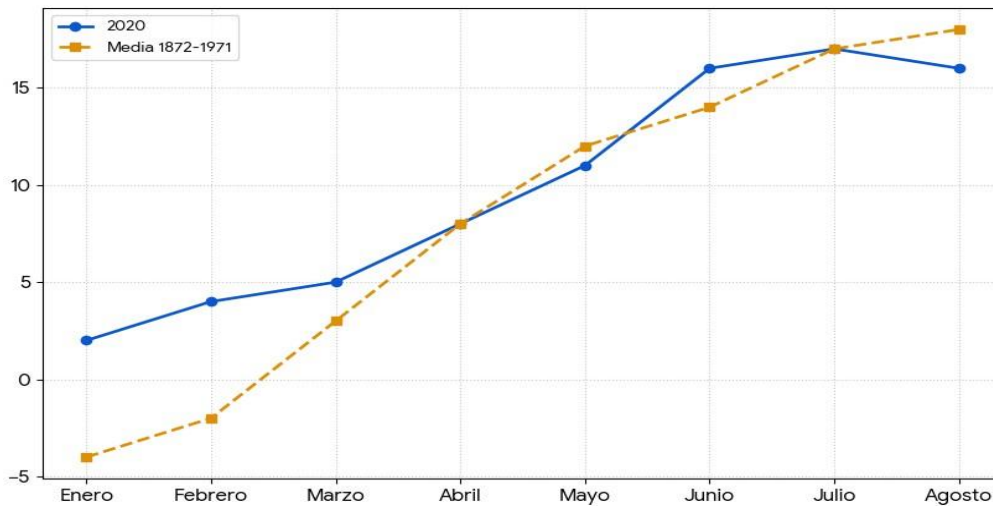


Figura 3. Distribución de la temperatura durante la temporada de cultivo de 2020.

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Acumulación de biomasa y desarrollo radicular en maíz

Siguiendo las instrucciones del cliente, se recolectaron muestras de plantas del campo de maíz durante la temporada de crecimiento para determinar el peso seco de las partes aéreas y las raíces. Las muestras se recolectaron en tres ocasiones: el 17 de junio (9 días después de la primera aplicación), el 9 de julio (10 días después de la primera aplicación) y el 29 de julio (en la etapa de emergencia de la panícula). Las plantas se secaron y se determinó el peso seco de las partes aéreas y las raíces. Los resultados se presentan en las Figuras 4 y 5.

El estimulador BioWerm Techno tuvo un efecto beneficioso tanto en el crecimiento de la biomasa aérea como en el desarrollo del sistema radicular del maíz (fotos 1-5). En todas las fechas de muestreo, los tratamientos con el estimulador evaluado obtuvieron mayores rendimientos de biomasa aérea que el control. Sin embargo, cabe destacar que el aumento del rendimiento fue significativo únicamente en el tratamiento con la dosis completa de NPK y la aplicación del estimulador (Figura 4). La situación fue ligeramente diferente para la materia seca de la raíz; tanto los tratamientos con fertilización mineral completa como con una reducción del 40% observaron un aumento significativo de la biomasa radicular en todas las fechas de muestreo en comparación con el control (Figura 5).

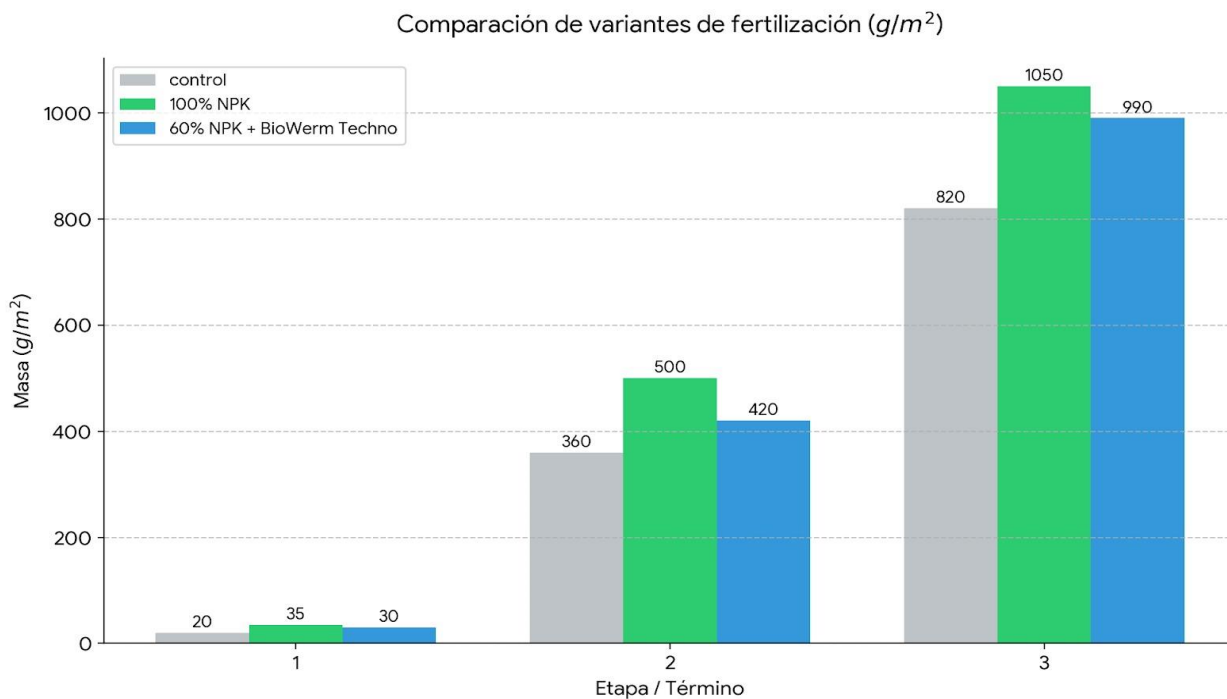


Figura 4. Efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno sobre la acumulación de biomasa (materia seca) de maíz.

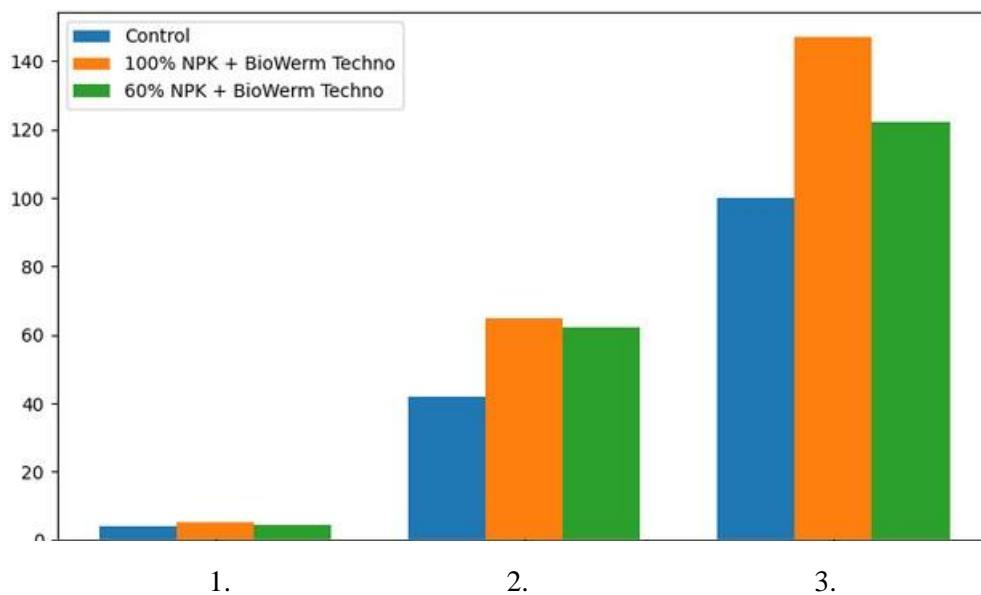


Figura 5. Efecto del estimulante de crecimiento BioWerm Techno sobre el crecimiento de las raíces (peso seco) del maíz.



Foto 1. Efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno en el desarrollo del maíz en la fase 16-17 (1 - control; 2. 100% NPK + BioWerm Techno; 3. 60% NPK + BioWerm Techno)



Foto 2. Efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno en el desarrollo del maíz en la fase 32-33 (1 - control; 2. 100% NPK + BioWerm Techno; 3. 60% NPK + BioWerm Techno)



Foto 3. Efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno en el desarrollo de las raíces del maíz en la fase 32-33 (1 - control; 2. 100% NPK + BioWerm Techno; 3. 60% NPK + BioWerm Techno)



Foto 4. Efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno en el desarrollo del maíz en la fase 55-57 (1 - control; 2. 100% NPK + BioWerm Techno; 3. 60% NPK + BioWerm Techno)



Foto 5. Efecto del estimulador de crecimiento BioWerm Techno en el desarrollo de las raíces del maíz en la fase 55-57 (1 - control; 2. 100% NPK + BioWerm Techno; 3. 60% NPK + BioWerm Techno)

Durante el tercer periodo de muestreo, que tuvo lugar entre las etapas 55 y 57 y la cosecha final, se determinó el contenido de los principales nutrientes minerales (NPK) en la masa seca de las partes aéreas de la planta. Las plantas de maíz de los tratamientos rociados con el estimulador BioWerm Techno acumularon más nutrientes en las partes aéreas en comparación con el tratamiento control. Los porcentajes de macronutrientes en la biomasa aérea en la etapa de panícula completa y en la cosecha final se resumen en la Tabla 7.

Tabla 7. Contenido de nutrientes en la masa aérea del maíz en la fase de panícula completa y en el rendimiento final.

	N	P	K	N	P	K
	%			%		
control	1,765	0,235	2,26	1,021	0,245	1,465
100% NPK + BioWerm Techno	1,87	0,255	2,485	1,15	0,285	1,59
60% NPK + BioWerm Techno	1,735	0,24	2,31	1,04	0,255	1,54

5.2. Contenido de clorofila en hojas de maíz

Durante el muestreo de plantas en la temporada de crecimiento, se midió el contenido de clorofila en las hojas de maíz utilizando un medidor portátil Hydro-N de Minolta. Las mediciones se realizaron en 30 hojas completamente expandidas. El valor promedio de las 30 mediciones se expresó en unidades SPAD adimensionales. Se observó un efecto positivo del estimulador de crecimiento BioWerm Techno en la acumulación de clorofila en las hojas en cada medición. En la tercera medición (en la etapa de máxima emergencia), se obtuvo la lectura SPAD más alta tras la aplicación del producto. En la segunda medición, se obtuvieron lecturas SPAD significativamente más altas en los tratamientos rociados con el estimulador en comparación con el tratamiento control (Figura 6).

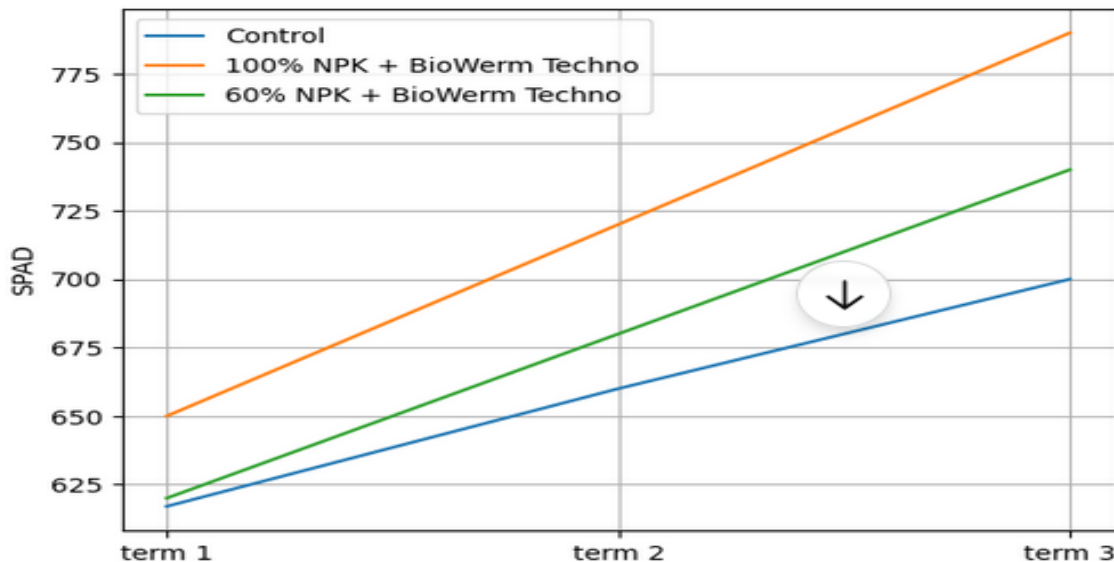
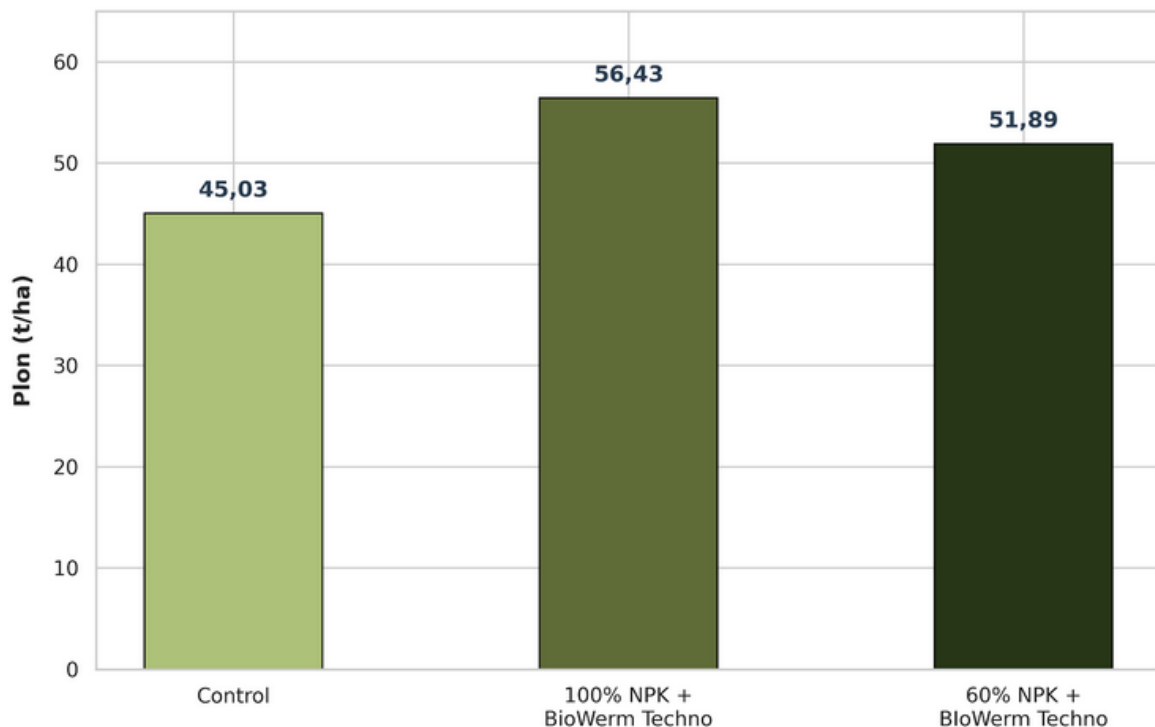


Figura 6. Efecto de la pulverización con el estimulador de crecimiento BioWerm Techno sobre las lecturas del índice de contenido de clorofila SPAD en hojas verdes.

5.3. Rendimiento de maíz para ensilaje

La aplicación de estimuladores del crecimiento resultó en un mayor rendimiento de maíz para ensilaje tanto en el tratamiento con fertilización completa como en el de fertilización reducida al 40%, en comparación con el control (solo fertilización completa con NPK). En ambos casos, el aumento del rendimiento fue estadísticamente significativo (Figura 6).



5.4. Absorción de nutrientes en la biomasa aérea del maíz

Las plantas de maíz tratadas con el estimulador BioWerm Techno absorbieron una mayor cantidad de todos los macronutrientes analizados en la biomasa verde. Gracias al efecto

beneficioso del estimulador, las plantas desarrollaron un sistema radicular más grande, lo que les permitió aprovechar mejor los nutrientes del suelo y de los fertilizantes minerales aplicados. La absorción de nitrógeno, fósforo y potasio en la biomasa verde del maíz se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Absorción de nutrientes con el rendimiento de masa de maíz verde.

	N	P	K
	Kg/ ha		
Control	201,9	46,2	276,4
100% NPK + BioWerm Techno	238,1	58,9	329,1
60% NPK + BioWerm Techno	204,5	51,1	308,7

6. Conclusiones

1. El estimulador de crecimiento vegetal BioWerm Techno influyó positivamente en la acumulación de biomasa aérea y el desarrollo del sistema radicular de las plantas de maíz durante la temporada de crecimiento.

2. Se observó un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento de maíz verde bajo la influencia del estimulador BioWerm Techno, tanto en el tratamiento con fertilización NPK completa como con una dosis reducida en un 40 % de fertilizantes minerales. Esto resultó en un incremento significativo del rendimiento de maíz cultivado para ensilaje.

3. Independientemente del nivel de fertilización mineral, las plantas tratadas con el producto de prueba absorbieron una mayor cantidad de nutrientes del suelo y de los fertilizantes en comparación con el control.

4. El estimulador de crecimiento vegetal BioWerm Techno es útil en el cultivo de cultivos extensivos.