

**EVALUACIÓN DE APLICACIONES DE FITOREGULADORES EN SEMILLA Y FORMA FOLIAR EN ARROZ**

Gregori, L. A <sup>(1)</sup>, Pirchi, H.J <sup>(1)</sup>, Arguissain, G.G <sup>(1)</sup> y Crepy, M.A<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> EEA Concepción del Uruguay del INTA

**Introducción**

Los fitoreguladores son compuestos hormonales que pueden promover, inhibir y modificar diferentes procesos fisiológicos en las plantas. En arroz, se han determinado mejoras en los niveles de productividad por uso de hormonas exógenas.

**Objetivo**

Evaluación de compuestos hormonales, sobre la velocidad implantación y stand final de plantas, productividad y componentes del rendimiento.

**Materiales y Métodos**

El ensayo se realizó en el campo experimental de arroz de la EEA Concepción del Uruguay del INTA.

La variedad utilizada fue Gurí INTA CL. La siembra del ensayo se realizó con una sembradora experimental de 8 surcos distanciados a 0.20 m.

La fecha de siembra fue el 07/10/2013, iniciando la emergencia el 18/10/2013. Inmediatamente luego de la siembra se realizó la aplicación de un herbicida preemergente (Pendimetalin) a una dosis de 3,5 lts ha<sup>-1</sup>. Una semana posterior al nacimiento de las plántulas se aplicó otro herbicida para el control de ciperáceas (Pyrazosulfurón) a una dosis de 300 gr ha<sup>-1</sup>. La aplicación de herbicidas culminó con el uso de Kifix® en preinundación en una dosis de (140 gr ha<sup>-1</sup>).

Las aplicaciones de fertilizantes se centraron en la fertilización con cloruro de potasio (KCL) en una dosis de 70 kg ha<sup>-1</sup> posteriormente a la siembra y urea en una dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup> previo a la inundación.

El producto hormonal estudiado posee una composición de 0,005% de auxinas, 0,005% de giberelinas, 0,009% de citocininas y 99,981% de ingredientes inertes.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

Tratamiento	Producto	Dosis	Momento de aplicación
T1	TESTIGO	-----	-----
T2	Compuesto Hormonal	400 cc/100 kg	Tratamiento semilla
T3	Compuesto Hormonal	300 cc/ha	Macollaje
T4	Compuesto Hormonal	300 cc/ha	PD (Pre-Diferenciación)
T5	Compuesto Hormonal	400 cc/100 kg & 300 cc/ha	Tratamiento de semilla & Macollaje
T6	Compuesto Hormonal	400 cc/100 kg & 300 cc/ha	Tratamiento de semilla & PD

Los tratamientos de semilla se realizaron con un volumen de caldo de 1,5 l/100 kg de semilla, utilizando para completar el volumen del producto, agua destilada.

Las aplicaciones en postemergencia (macollaje y pre-diferenciación) del cultivo se realizaron con una mochila Weed System a CO<sub>2</sub>, pastillas abanico plano 8002, con una presión de 40 lbs y un caudal de 206 lts/ha. Las fechas de aplicación fueron el 28/11/2013 y el 19/12/2013 para macollaje y pre – diferenciación (PD), respectivamente.

Cabe destacar que, habiéndose detectado síntomas de deficiencia de zinc en el ensayo, se procedió a la aplicación foliar de Zinc Quelatado en una dosis de 3 lts ha<sup>-1</sup>.

El inicio de riego del ensayo fue el 23/11/2013.

El diseño fue en bloques al azar con 3 repeticiones totalizando 18 parcelas para evaluación. El tamaño de cada parcela fue de 8 m<sup>2</sup>.

Se realizó el recuento de plántulas, en forma semanal, desde los 7 días de iniciada la emergencia (DDE) hasta alcanzar el stand final (31 DDE). El área de muestro del conteo fue de dos submuestras de 0.50 m lineales por parcela. Durante el último recuento se midió la altura sobre 10 plantas al azar en cada parcela.

Al momento de diferenciación del primordio floral (DPF) se procedió a medir el valor de NDVI por medio de un equipo Green Seeker. Cabe aclarar que esta medición se realizó una semana posterior a la aplicación de PD. Asimismo, en DPF se realizó el conteo de tallos en cada unidad experimental, dividiéndolos en tallos grandes y chicos.

La cosecha se realizó en forma manual el día 17/03/2014 en una superficie de aproximadamente 2.50 m<sup>2</sup>. En el momento fenológico de madurez se realizó un muestreo de 0.10 m<sup>2</sup> para la determinación de los componentes del rendimiento, previamente al corte se procedió a medir la altura de las plantas.

Fecha de momentos fenológicos:

- Diferenciación del primordio floral: 26/12/2013
- Floración: 24/01/2014
- Madurez de cosecha: 17/03/2014

De los datos registrados y determinados se realizó un análisis estadístico correspondiente.

## **Resultados y Discusión**

Al comparar los tratamientos sin aplicación en semilla (T1, T3 y T4) y tratamientos de semilla (T2, T5 y T6) se detectaron diferencias significativas en el número de plantas logradas ( $p < 0.05$ ). Así, para los cuatro momentos de conteo, el tratamiento en semilla permitió alcanzar un mayor número de plantas respecto a los no tratados (Tabla 1). Cabe mencionar que, si bien durante el primer conteo el tratamiento T5 se diferencia de los otros dos tratamientos de simiente, en los conteos posteriores en todos los tratamientos que incluían aplicación en la semilla, no resultaron diferentes entre ellos.

Los tratamientos en semilla permitieron obtener una mejora en la eficiencia de implantación del orden del 20% - 25%. En este sentido, es importante señalar que el hecho de realizar un tratamiento de semilla permite reducir la densidad de siembra (kg/ha) manteniendo un stand óptimo de plantas. Esto es de gran importancia ya que no sólo disminuye el costo en el insumo semilla, sino que también disminuye los problemas de distribución de plantas y competencia intraespecífica de las mismas.

La mejora en la germinación puede estar asociada al efecto de las giberelinas presentes en la formulación del producto ensayado. Es conocido que las giberelinas participan en la regulación de la producción de alfa – amilasas presentes en la capa de aleurona del grano. Estas enzimas catalíticas degradan el almidón almacenado en el endosperma dejando disponible el azúcar para el embrión. Estas condiciones permiten mejorar el vigor germinativo de la semilla.

Algunos trabajos indican que las citocininas, en combinación con aplicaciones exógenas de giberelinas, estimulan la germinación ya que participan directamente en la ruptura de la dormancia de las mismas (Kucera et al, 2005).

No se detectaron diferencias significativas en altura de planta al momento del último recuento ( $p > 0.05$ ).

Tabla 1- Número de plantas logradas a los 7, 17, 24 y 31 días desde la emergencia (DDE) y altura

Tratamiento	Número de plantas m <sup>2</sup>				Altura de plantas (cm)
	7 DDE	17 DDE	24 DDE	31 DDE	
Semilla + Macollaje *	490 a	490 a	480 a	462 a	14,43
Semilla *	465 b	473 a	463 a	447 a	15,4
Semilla + Pre-Difer. *	445 b	457 a	450 a	438 a	14,33
Macollaje	390 c	400 b	390 b	378 b	15,13
Pre-Difer.	382 c	393 b	383 b	373 b	14,63
Testigo	365 c	377 b	368 b	360 b	15,33

p < 0,05      p < 0,05      p < 0,05      p < 0,05      N.S  
de planta a los 31 DDE

\*Tratamiento en semilla

Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Letras iguales indican promedios no diferentes estadísticamente para el mismo día de evaluación (columna).

No se detectaron diferencias significativas en los valores de NDVI medidos al momento de DPF ( $p > 0.05$ ) (Tabla 2). Este resultado, manifiesta una condición de suficiencia de nitrógeno en los diferentes tratamientos ensayados.

Tabla 2- Valores de NDVI (Green Seeker) para cada uno de los tratamientos ensayados

Tratamiento	NDVI
Pre-Difer.	0,733 a
Semilla + Macollaje	0,731 a
Semilla	0,731 a
Testigo	0,730 a
Macollaje	0,730 a
Semilla + Pre-Difer.	0,728 a

Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Letras iguales indican promedios no diferentes estadísticamente

No se determinaron diferencias significativas en el número de tallos por m<sup>2</sup> entre los tratamientos en estudio ( $p > 0.05$ ). Sólo se observó una tendencia a presentar un mayor número de tallos totales y tallos grandes en los tratamientos de semilla (Tabla 3). Esto podría estar relacionado al mayor número de plantas fijadas a los 31 DDE por parte de estos tratamientos. Por otra parte, al calcular la proporción de tallos chicos, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $p > 0.05$ ). Asimismo, tampoco se observaron diferencias significativas en la proporción de tallos chicos muertos ( $p > 0.05$ ).

Tabla 3- Número de tallos por m<sup>2</sup> y proporción de tallos al momento de DPF para los tratamientos ensayados

Tratamiento	Nº Tallos Totales	Nº Tallos Grandes	Nº Tallos Chicos Vivos	Nº Tallos Chicos Muertos	Proporción Tallos Grandes (%)	Proporción Tallos Chicos Vivos (%)	Proporción Tallos Chicos Muertos (%)
Semilla + Pre-Difer.	1950	960	720	270	48,90	37,00	14,10
Semilla + Macollaje	1870	960	620	290	51,00	33,10	15,90
Semilla	1810	940	580	290	51,97	31,93	16,10
Pre-Difer.	1770	900	540	330	50,73	30,10	19,17
Macollaje	1730	890	600	240	51,37	34,90	13,73
Testigo	1680	850	590	240	50,77	35,87	13,36
	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Letras iguales indican promedios no diferentes estadísticamente (comparación dentro de cada columna)

Al momento de madurez, en todos los tratamientos se observó una altura superior al testigo, pero solo fue significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) el tratamiento de Pre-diferenciación (Tabla 4). Este efecto de estimulación sobre la altura de la planta podría deberse a las giberelinas presentes en la formulación del producto.

Tabla 4- Altura de planta al momento de madurez para cada tratamiento

Tratamiento	Altura (cm)
Semilla + Pre-Difer.	95,00 a
Pre-Difer.	93,33 a b
Semilla + Macollaje	91,67 a b c
Semilla	91,67 a b c
Macollaje	90,00 b c
Testigo	88,33 c

$p < 0,05$

Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Letras iguales indican promedios no diferentes estadísticamente

El rendimiento de grano mostró una diferencia significativa entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ). Los incrementos alcanzados por efecto del uso de fitoreguladores alcanzan el orden del 10% al 15%. Estos valores son similares a los obtenidos en ensayos previos como así también a los citados en la bibliografía.

Los rendimientos más altos fueron alcanzados por los tratamientos de Pre-Diferenc, semilla y macollaje, si bien estos dos últimos no se diferenciaron significativamente de los tratamientos combinados de semilla y aplicaciones foliares (Tabla 5).

Tabla 5- Rendimiento y componentes del rendimiento para los tratamientos ensayados

TRATAMIENTOS	Rendimiento (kg / ha)	PMG (gr)	Espig. Totales / m <sup>2</sup>	Espig. Llenas / m <sup>2</sup>	Vaneo (%)	Panojas / m <sup>2</sup>	Espig. / Panoja
Testigo	8689 c	25,28	46129 c	34368 c	25,42	417	110
Semilla	9704 a b	25,44	53405 a	38160 a b	28,41	463	116
Macollaje	9381 a b c	25,43	50803 a b c	36882 b c	27,28	431	117
Pre-Diferenc	10273 a	25,35	52272 a b	40514 a	22,42	435 a	120
Semilla + Macollaje	9125 b c	25,18	47368 b c	36235 b c	23,51	444	108
Semilla + Pre-Diferenc	8993 b c	25,19	46603 b c	35713 b c	23,31	402	116

p<0,05      N.S      p<0,05      p<0,05      N.S      N.S      N.S

Prueba de rangos múltiples de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Letras iguales indican promedios no diferentes estadísticamente (comparación dentro de cada columna)

Los valores de PMG y porcentaje de vaneo no resultaron significativamente diferentes entre los tratamientos evaluados ( $P > 0,05$ ). A pesar de ello, se observa que los tratamientos de semilla y macollaje son los que manifestaron altos valores de vaneo (Tabla 5). Coincidentemente, estos dos tratamientos son los que mostraron una mayor proporción de tallos grandes al momento de DPF. Es esperable que los tallos de mayor tamaño generen una floración de sus panojas mucho más sincrónica que aquellos con tamaño diferentes. En consideración, esto podría asociarse a que la mayor frecuencia de espiguillas alcanzaron antesis en condiciones meteorológicas desfavorables, generando un incremento en los valores de vaneo. Así, al analizar los datos meteorológicos, se determinaron valores muy bajos de temperaturas mínimas al momento de microsporogénesis y antesis. También, se detectaron bajos niveles radiativos en el período de floración.

Los tratamientos de semilla, macollaje y Pre-Diferenc presentaron los más altos valores de espiguillas totales m<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ). Si bien los valores de panoja m<sup>2</sup> no se diferenciaron en forma significativa entre tratamientos ( $p > 0,05$ ) se observa una tendencia a incrementar su número en el tratamiento de semilla y la combinación de semilla + macollaje.

A pesar de que la respuesta no resultó suficiente para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos, se observa una tendencia a incrementar el número de espiguillas por panoja en el tratamiento de Pre-Diferenc (Tabla 5). Este efecto fisiológico es esperable si se considera la composición del producto aplicado (estimulación por parte de auxinas y citocininas en la división, elongación y diferenciación celular).

Los tratamientos combinados de semilla y aplicaciones foliares tendieron a presentar un menor rendimiento (Tabla 5). Para el tratamiento combinado de semilla + macollaje, los incrementos logrados en el número de plantas del orden del 20% por el tratamiento en semilla, en combinación con una aplicación foliar en macollaje pudo haber generado un estímulo en el mantenimiento de tallos chicos viables. Esta condición, pudo haber concebido a panojas de menor tamaño (Tabla 5). En el tratamiento de semilla + Pre-Diferenc, la aplicación foliar permitió mantener una alta proporción de tallos chicos vivos (Tabla 3), que posteriormente podrían haberse comportado como infértiles, no generando panojas.

### **Conclusiones**

Es posible obtener altos niveles de productividad alcanzando un óptimo stand de plantas en forma inicial. Esta condición se adquiere por medio del tratamiento de la semilla con el producto hormonal. Los tratamientos combinados no resultaron apropiados para generar mejoras en los niveles productivos. Mientras tanto los tratamientos foliares independientes, generaron incrementos en el rendimiento sin ser diferente a los alcanzados por el tratamiento de semilla.

### **Bibliografía**

Kucera, B., Cohn, M.A. and Leubner-Metzge, G. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research*. Vol 15. pp: 281 – 307.