

## Fertilización de avena: exploración de respuesta a “multinutrientes”

Giordano M.<sup>1</sup>, Pautasso J.M.<sup>1,2</sup>, Butarelli S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FCA UNER

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Estación Experimental Agropecuaria Paraná,

Agencia de Extensión Rural Diamante

<sup>3</sup>AER INTA Nogoyá.

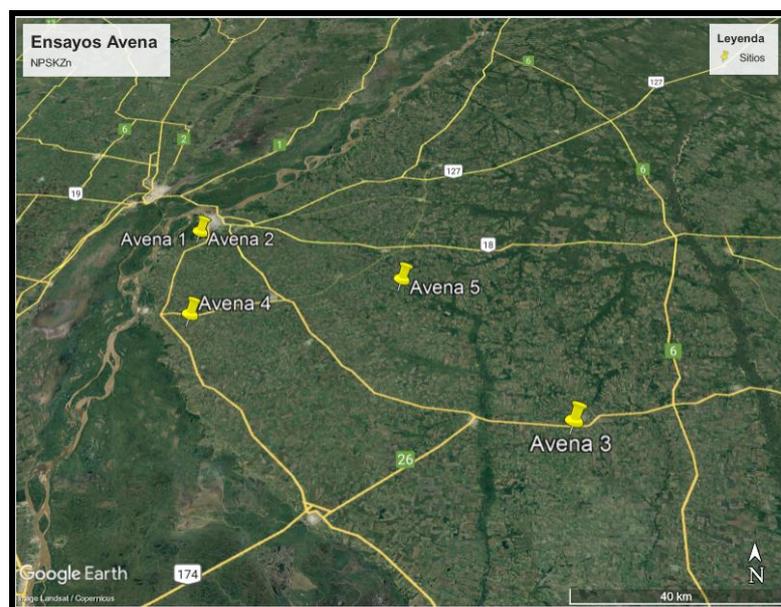
*En este trabajo se sintetizan los resultados obtenidos en cinco ensayos de fertilización realizados durante el año 2021, donde se explora la respuesta de avena, el principal verdeo invernal, a diferentes nutrientes.*

Iniciando el momento de la siembra de verdeos, las preguntas sobre qué especie sembrar y con qué tecnología se corresponden con decisiones de alto impacto en los sistemas productivos. El cultivo de avena es el recurso forrajero de invierno más importante del país, ya que sigue siendo el más elegido por los productores por su longitud de ciclo y respuesta ambiental (Kuttel, 2021).

En este artículo presentamos los resultados obtenidos en una red de ensayos de fertilización realizados durante el año 2021. La información presentada se irá contrastando con los antecedentes nacionales que se han generado en los últimos años.

### ¿Dónde y cómo se realizaron los ensayos?

En la siguiente figura se muestra la ubicación espacial donde estuvieron los lotes donde se realizaron la experiencia.



**Figura 1.** Sitios donde se instalaron los ensayos de avena en la provincia de E. R. en 2021.

Los ensayos se instalaron en sectores homogéneos de lotes comerciales. El diseño fue el mismo en todos los sitios, BCA con tres repeticiones y con los siguientes tratamientos:

- T0: Testigo sin fertilización.
- T1 (N): 92 kg de N por hectárea.
- T2 (NP): 92 kg de N + 20 kg de P por hectárea.
- T3 (NPS): 92 kg de N + 20 kg de P + 10 kg de S por hectárea.

- T4 (NPSK): 92 kg de N + 20 kg de P + 10 kg de S + 50 kg de K por hectárea.
- T5 (NPSKZn): 92 kg de N + 20 kg de P + 10 kg de S + 50 kg de K + 1 kg Zn por hectárea.

La fertilización se realizó al voleo en el momento de la siembra. Cada unidad experimental (parcela) fue de 2 metros de ancho por 8 metros de largo. Previo a los pastoreos se realizó un muestreo de 0,5 m<sup>2</sup> en cada parcela, con cortes a 5 cm de altura para estimar disponibilidad total de forraje, las muestras se pesaron y llevaron a estufa a 60 °C durante 48 h, luego se pesaron nuevamente para estimar el contenido de materia seca (kg MS).

Los cortes no fueron la misma cantidad para todos los sitios, dependiendo del uso que realizaba el productor. En los sitios 1, 2 y 5 se realizó un solo aprovechamiento; en el sitio 1 y 2 el corte se efectuó en grano pastoso (28 de julio), en el sitio 5 en el estado de 1 nudo (5 de julio). En el sitio 4 los cortes se efectuaron el 2 de junio y el 23 de julio. En el sitio 3 se realizaron tres aprovechamientos el 29 de abril, 3 de junio y el 12 de julio.

La razón por la que los verdeos terminaron prácticamente su ciclo tan temprano se debe a que todos correspondieron a ciclos cortos (excepto La Paloma INTA – Sitio 3).

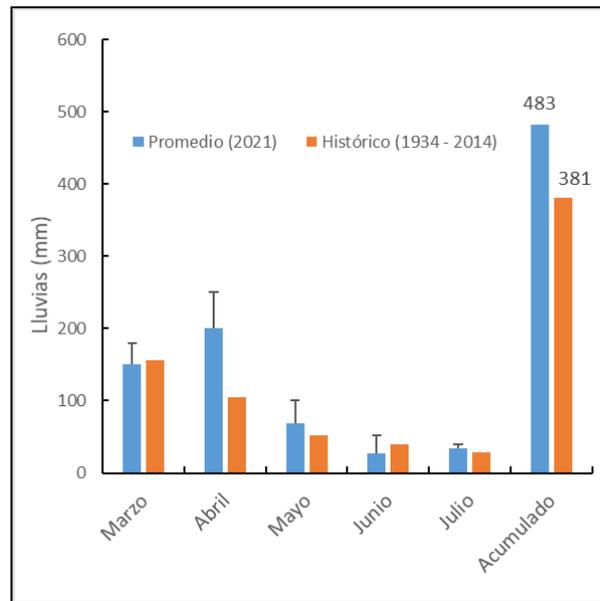
### Detalle de los sitios

Los niveles y/o índices de nutrientes en general presentaron valores adecuados, reflejando una alta fertilidad en los sitios, una excepción podría ser el valor de Zn disponible (Tabla 1). Los sitios 1 y 2 corresponden al mismo lote de avena donde se decidió duplicar el ensayo ya que inmediatamente luego de la aplicación de fertilizantes ocurrió una lluvia de 180 mm, la fertilización de este segundo ensayo se realizó el 22 de abril con el cultivo en emergencia. En el Sitio 1, 2 y 4 el cultivar fue Calen INTA, en el sitio 3 Paloma INTA, en el sitio 5 FU15 de Forratec. Todos los sitios presentaron cultivos con buen estand de plantas (más de 200 plantas por metro cuadrado) y en general durante el tiempo que duró el ensayo no presentaron problemas importantes de roya de la avena (*Puccinia coronata f. sp. avenae*).

**Tabla 1: Análisis de suelos (0-20 cm) de los sitios, fecha de siembra y número de cortes.**

Depto.	Siembra Fecha	Suelo	Nº de Cortes	pH	MO %	NO <sub>3</sub>	P Bray	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Ppm	K	Zn
Paraná (sitio 1)	07-abr	Argiudol ácuico	1	6,6	5,1	91,6	66,8	10,9	921,9	0,70
Paraná (sitio 2)	07-abr	Argiudol ácuico	1	6,6	5,1	91,6	66,8	10,9	921,9	0,70
Paraná (sitio 5)	20-abr	Peluderte árgico	1	6,2	5,4	43,8	24,6	10,7	414,1	0,71
Diamante (sitio 4)	24-mar	Argiudol ácuico	2	6,6	3,2	26,6	11,8	8,6	390,6	0,48
Nogoyá (sitio 3)	19-mar	Argiudol vértico	3	6,1	5,4	152,7	16,8	17,0	362,2	0,77
Promedio	3-abr			6,4	4,8	81,3	37,4	11,6	602,1	0,67

El ciclo productivo de los verdeos evaluados se desarrolló con mayores disponibilidades de agua con respecto al promedio histórico (Figura 2).

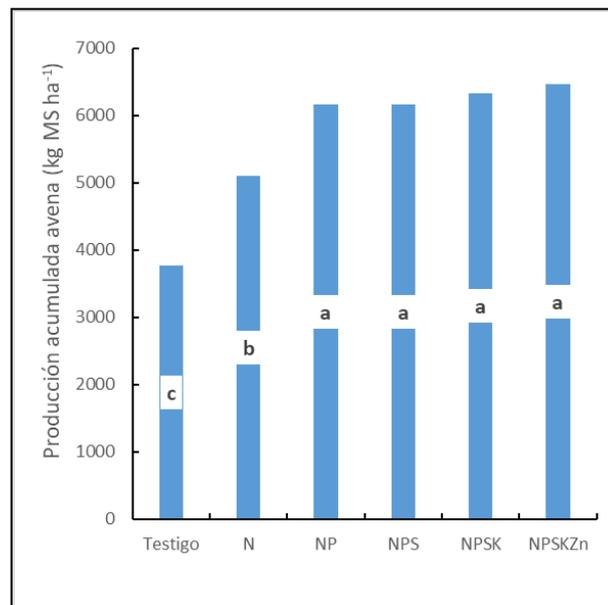


**Figura 2.** Lluvias mensuales durante el aprovechamiento y promedios históricos (indicar los periodos). Las barras corresponden a los desvíos estándares entre sitios para el año 2021 (indicar las fuentes).

### Impacto de la fertilización con diferentes nutrientes

Antes de evaluar nutriente por nutriente se presenta un análisis general, utilizando un análisis “multi-ambiental” que posibilita realizar el programa estadístico InfoStat. El estudio se realizó sobre la producción acumulada de forraje.

Los tratamientos no tuvieron efectos diferentes entre sitios (sin interacción “tratamiento por sitio”:  $p=0,19$ ), por lo que se puede evaluar todos los sitios juntos (Figura 3).



**Figura 3.** Rendimiento acumulado de avena en función de los tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test DGC;  $p > 0,05$ ).

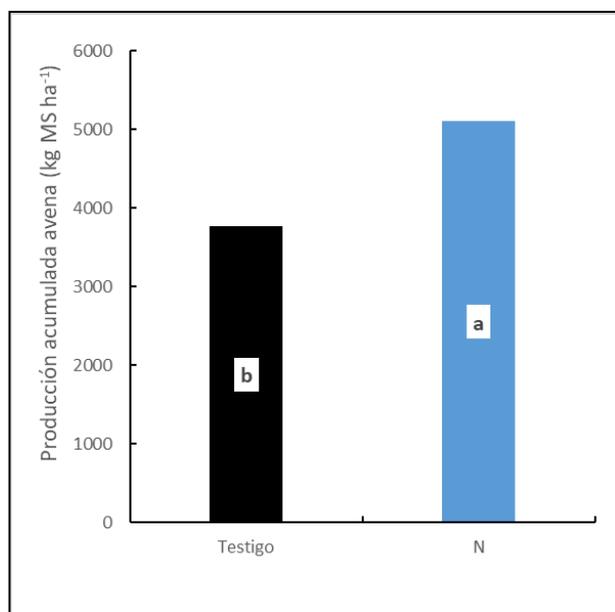
Este resultado indica que los nutrientes que mayor impacto tienen en la producción de materia seca de avena en nuestra región son el N y el P. Ahora veremos el impacto productivo de cada uno de los nutrientes a la vez, dejamos para comparar el testigo absoluto (sin agregado de fertilizantes).

### 1. Fertilización con N

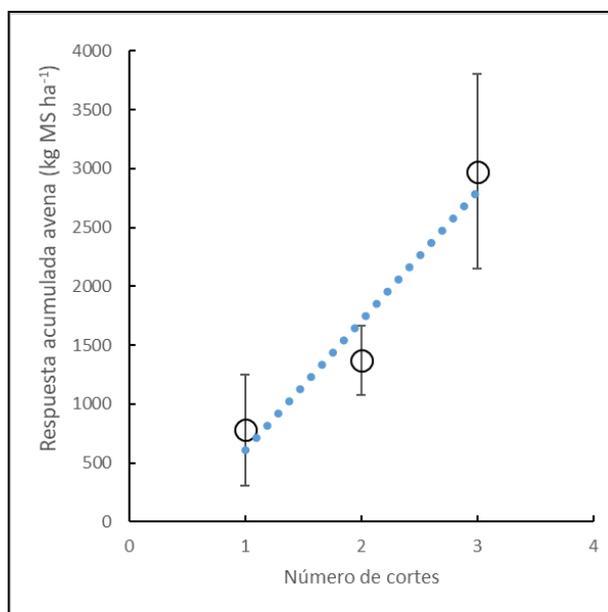
La respuesta al agregado de N fue de 1336 kg de MS (Figura 4, con una eficiencia de uso del N de 14,5 kg de MS por kg de N agregado. Tanto la respuesta promedio como la EUN están dentro del rango informado para la región (Pautasso *et al.*, 2020).

La respuesta tuvo una relación lineal ( $p= 0,03$ ) tal como se informa en la Figura 5. Este comportamiento indicaría que una utilización más intensiva (mayor cantidad de aprovechamientos) de este recurso es más dependiente del agregado de N.

La utilización de 92 kg de N por hectárea no se debe tomar como una recomendación de dosis. Posiblemente con menos cantidad de N agregado se podría haber llegado al mismo rendimiento. El objetivo de usar dicha dosis es para asegurarse de “captar” la respuesta de N. Para ajustar en cada situación la cantidad de N a agregar se puede tomar como recomendación lo informado en Pautasso y col. (2020).



**Figura 4.** Producción acumulada en función de los tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

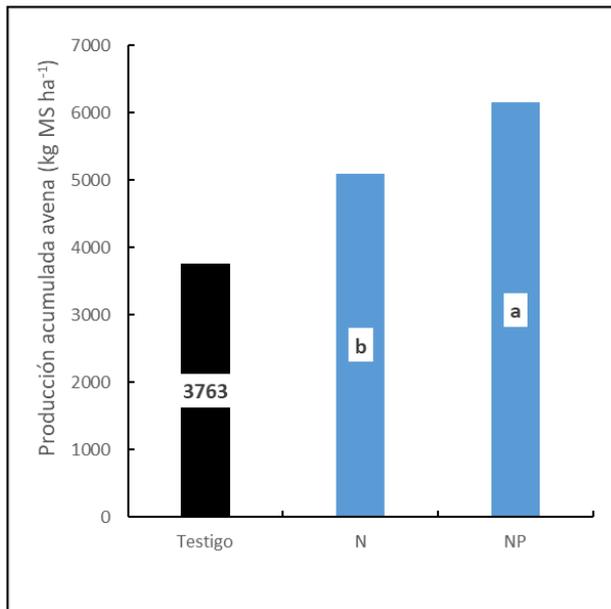


**Figura 5.** Respuesta acumulada al agregado de N en función de la cantidad de cortes.

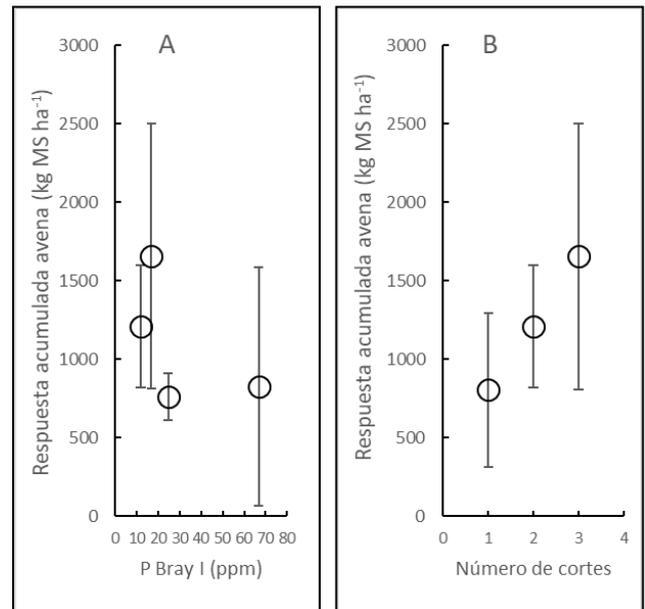
### 2. Fertilización con P

A pesar de los altos valores relativos de P Bray de los sitios la respuesta al agregado de N fue de 1057 kg de MS (Figura 6), con una eficiencia de uso del P de 53 kg de MS por kg de P agregado.

Si bien no se encontró una relación significativa, existe una tendencia a mayores respuestas al agregado de P con valores inferiores a 20 ppm de P Bray en los suelos (Figura 7 A). Umbrales de P Bray de 17 ppm para verdes de invierno son citados en la bibliografía (CREA, 2020). De igual manera existe una tendencia a mayores respuestas acumuladas al agregado de P con usos más intensivos de los verdes (Figura 7 B).



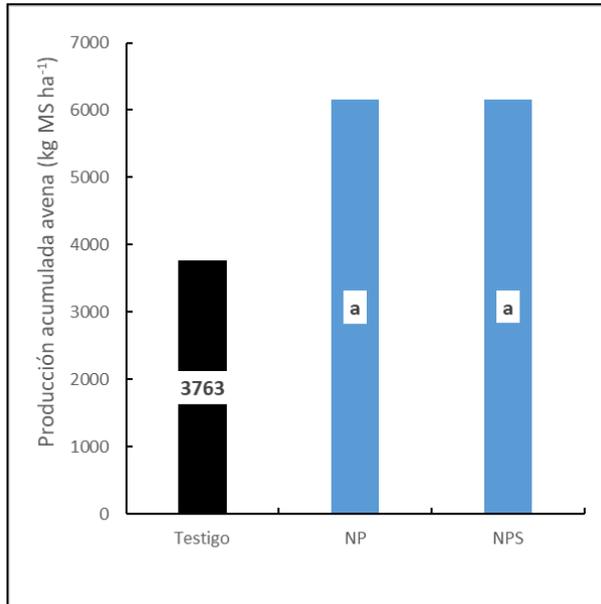
**Figura 6.** Producción acumulada en función de los tratamientos. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).*



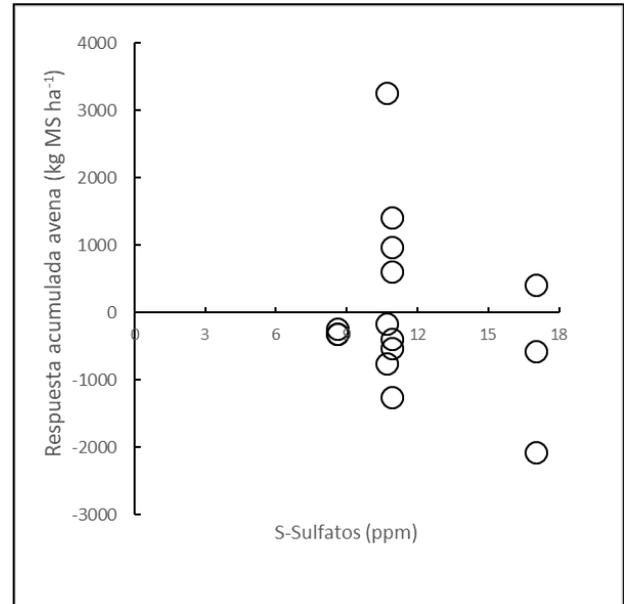
**Figura 7.** Respuesta acumulada al agregado de P en función de: A) P Bray I de los suelos (0-20 cm); B) Número de cortes.

### 3. Fertilización con S

No hubo respuesta al agregado de S (Figura 8) y tampoco hubo relación entre la respuesta y los niveles de S de sulfatos del suelo (Figura 9).



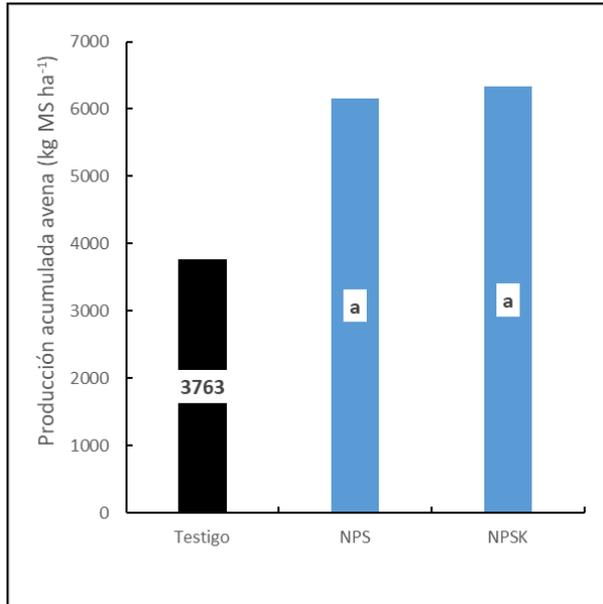
**Figura 8.** Producción acumulada en función de los tratamientos. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).*



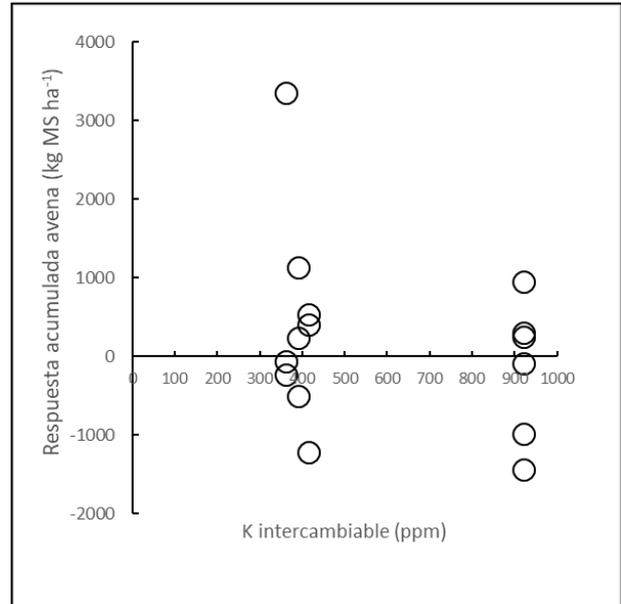
**Figura 9.** Respuesta acumulada de avena en función del nivel de Sulfatos en el suelo de 0-20 cm (ppm).

### 4. Fertilización con K

No se registró respuesta significativa al agregado de K, el incremento en la producción de biomasa fue de 175 kg MS ha<sup>-1</sup> frente a los tratamientos sin K. (Figura 10). Tampoco hubo relación entre la respuesta y los niveles de K intercambiable del suelo (Figura 11), probablemente porque los mismos fueron altos.



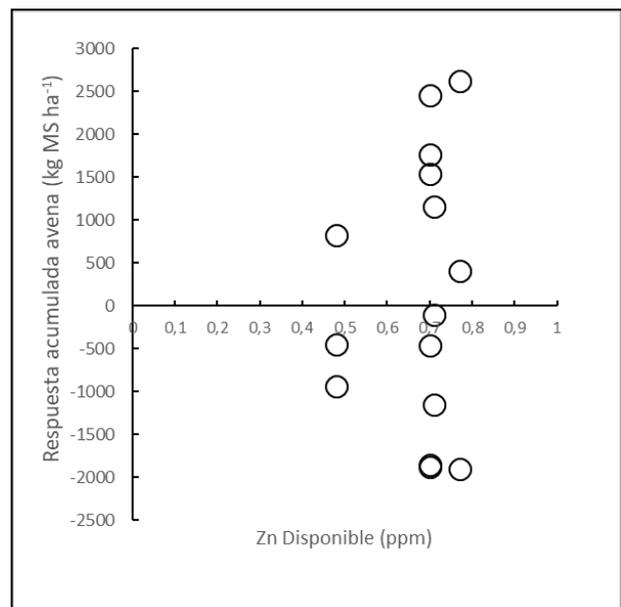
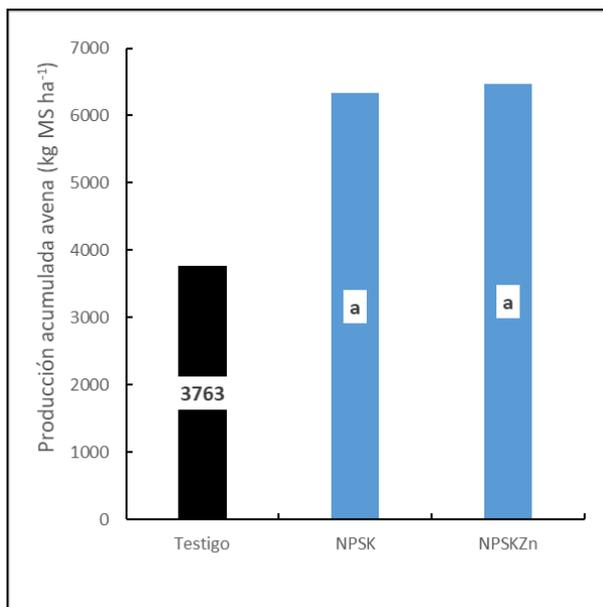
**Figura 10.** Producción acumulada en función de los tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).



**Figura 11.** Respuesta acumulada de avena en función del nivel de K intercambiable del suelo de 0-20 cm (ppm).

### 5. Fertilización con Zn

Al igual que con el agregado de K, la respuesta a Zn no fue significativa y de muy baja magnitud, 137 kg MS ha<sup>-1</sup> por el agregado de Zn (Figura 12) y tampoco hubo relación entre la respuesta y los niveles de disponibilidad de este nutriente en el suelo (Figura 13).



**Figura 12.** Producción acumulada en función de los tratamientos. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).*

**Figura 13.** Respuesta acumulada de avena en función del nivel de Zn disponible en el suelo de 0-20 cm (ppm).

### A modo de conclusión

Para el centro oeste de Entre Ríos los nutrientes que limitan fuertemente la producción de avena son el N y el P. Es conveniente continuar con estos ensayos en diferentes ambientes (años y sitios) para poder incrementar la base de datos que oriente en la definición de una estrategia de fertilización, acorde a las necesidades de diferentes sitios y condiciones climáticas.

Aun con niveles altos de fertilidad natural de los sitios el agregado de P y N produjo aumentos significativos de la producción de MS. La respuesta encontrada al agregado de N y P se maximiza con aprovechamientos más intensivos: a mayor número de cortes mayores respuestas.

### Agradecimientos

A los productores que año a año acompañan la tarea del INTA, brindando generosamente su tiempo y sus recursos. Al laboratorio de Suelo Fértil de ACA por acompañar generosamente en estos ensayos.

### Para seguir leyendo...

CREA 2020. <https://www.crea.org.ar/wp-content/uploads/2020/02/Fertilizacion-de-Verdeos-de-invierno-CREA-Revisado.docx> [Verificación: Mes año].

KUTTEL W. 2021. Avena: qué tener en cuenta para la siembra. INTA Informa. CULTIVO DE INVIERNO. 25 de febrero de 2021. <https://intainforma.inta.gob.ar/avena-que-tener-en-cuenta-para-la-siembra/> [Verificación: Mes año].

PAUTASSO J., QUINODOZ J., LEZANA L., ISAURRALDE R., PELTZER Y., GIORDANO M., QUINTERO C., ZUFIAURRE E. y J. OJEDA 2020. Respuesta a la fertilización nitrogenada de avena y raigrás. [https://www.researchgate.net/publication/349413536\\_Respuesta\\_a\\_la\\_fertilizacion\\_nitrogenada\\_de\\_avena\\_y\\_raigras](https://www.researchgate.net/publication/349413536_Respuesta_a_la_fertilizacion_nitrogenada_de_avena_y_raigras) [Verificación: Mes año].

**Para más información:** [pautasso.juan@inta.gob.ar](mailto:pautasso.juan@inta.gob.ar)