

Protocolo de ensayos de fertilización en maíz 2017-18

Objetivo

- Evaluar el efecto individual e interactivo de P, S y Zn en maíz temprano según formulaciones de Microstar.

Metodología

Tratamientos de fertilización en maíz

- 1) Control
- 2) Exp 1: 10%N 40%P₂O₅, en 30 kg/ha
- 3) Exp 2: 10%N 40 %P₂O₅ 4 %S, en 30 kg/ha
- 4) Exp 3: 10%N 40% P₂O₅ 2 % Zn, en 30 kg/ha
- 5) Microstar PZ, en 30 kg/ha
- 6) 80 kg/ha MAP
- 7) 90 kg/ha MES Z

Determinaciones

Al momento de la siembra se determinaron mediante análisis de suelo:
[0-20 cm] Materia orgánica, pH, P (Bray I), CIC, Bases, Zn y B.

Al momento de cosecha se determinó el rendimiento de grano y concentración de N, P, S y Zn en grano, la cosecha se realizó en forma mecánica recolectando los cuatro surcos centrales por un largo de 10 m. Las determinaciones de nutrientes en grano se realizaron como muestras compuestas de todos los tratamientos, razón por la cual no se pudieron realizar análisis estadísticos, siendo la misma de carácter descriptivo.

Diseño experimental

Los ensayos se realizaron en microparcels, de 7 surcos de ancho a 0,70 m cada surco por 15 m de largo, se utilizó un diseño en bloques completos aleatorios con 3 repeticiones espaciales por tratamiento. Los resultados fueron analizados mediante ANAVA en modelos mixtos y test de separación de medias DGC al 10% de probabilidad.

PLANO

Localidad: La Aguada

Fecha de Siembra: 20/10/17

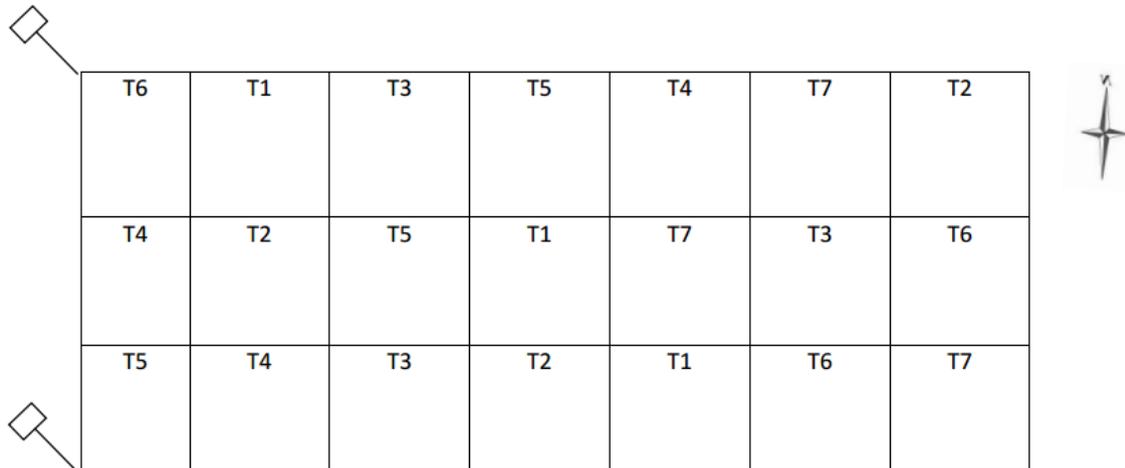
Híbrido: DOW 507

Densidad: 65000 semillas/ha

Distancia entre hileras: 0.70 m

Ancho: 4.9 m (7 surcos)

Largo: 15 m



T1 - Control

T2 -Exp 1: 10%N 40%P₂O₅, en 30 kg/ha

T3 -Exp 2: 10%N 40 %P₂O₅ 4 %S, en 30 kg/ha

T4 -Exp 3: 10%N 40% P₂O₅ 2 % Zn, en 30 kg/ha

T5 -Microstar PZ, en 30 kg/ha

T6 -80 KG MAP

T7 -90 KG SZ

Resultados

En la Tabla 1 se pueden observar los valores del análisis de suelo del ensayo previo a la siembra del cultivo. Como se puede apreciar y según los modelos desarrollados por la cátedra del Producción de Cereales de la FAV-UNRC, este sitio presenta niveles de P, S y Zn inferiores a los críticos para el cultivo de maíz (15, 10 y 1 mg/kg, respectivamente).

Tabla 1. Análisis de suelo del ensayo de fertilizantes en "La Aguada", Córdoba

Prof (cm)	MO	N-NO3	P	S-SO4	pH	Zn
0-20	12,0	25,57	6,40	6,50	6.44	0.85

MO en g/kg. N-NO3, P, S-SO4, Zn en mg/kg.

Durante septiembre y marzo de la campaña 2017/18 se registraron un total de 453 mm de lluvias (31 % inferior al registro medio, 657 mm). Como se puede apreciar en la Figura 1 las precipitaciones decádicas indicaron que desde la tercera década de enero y hasta final de marzo las mismas fueron inferiores a los valores medios del periodo (1990/16). Esta condición indicaría un disminución del rendimiento como consecuencia de un menor llenado de los granos.

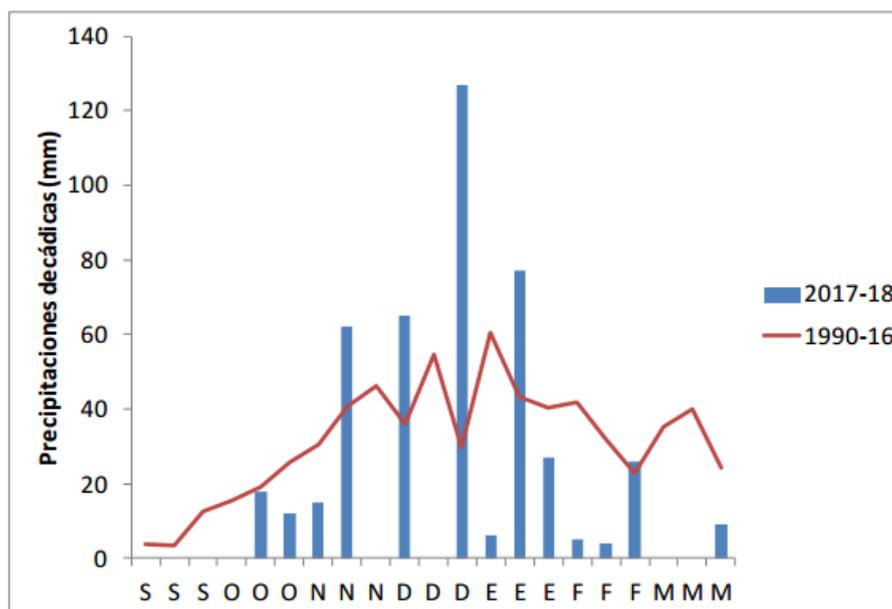


Figura 1. Precipitaciones decádicas de la campaña 2017/18 y media del periodo 1982/2016, en "La Aguada", Córdoba.

El rendimiento medio obtenido en todo el experimento fue de 9117 kg/ha, los tratamientos evaluados presentaron diferencias estadísticas entre sí, con tres tratamientos con la mayor productividad (SZ, Microstar PZ y Exp 3), tres con rendimiento medio (MAP, Exp 2 y Exp 1) y el control como el tratamiento de menor rendimiento. Los rendimientos medios de cada uno de los grupos fueron de, 9515, 9048 y 8134 kg/ha, respectivamente, ello implica una diferencia del 5,16 y 11,23 % entre grupos.

De acuerdo a la composición de cada tipo de fertilizante se determinó respuesta al agregado de fósforo, sin encontrar respuesta a la adición de S, dado que no se detectaron diferencias entre Exp 2, Exp 1 y MAP. Esta respuesta fue de 914 kg/ha (11,23% de aumento respecto del Control), por otro lado, el mayor rendimiento del Exp 3, Microstar PZ y SZ por sobre los tratamientos con fósforo, indicaría una respuesta positiva al agregado de Zn, del orden del 5,16% sobre los tratamientos con P sin Zn y del 16,98% respecto del control, 467 y 1381 kg/ha de respuesta, respectivamente.

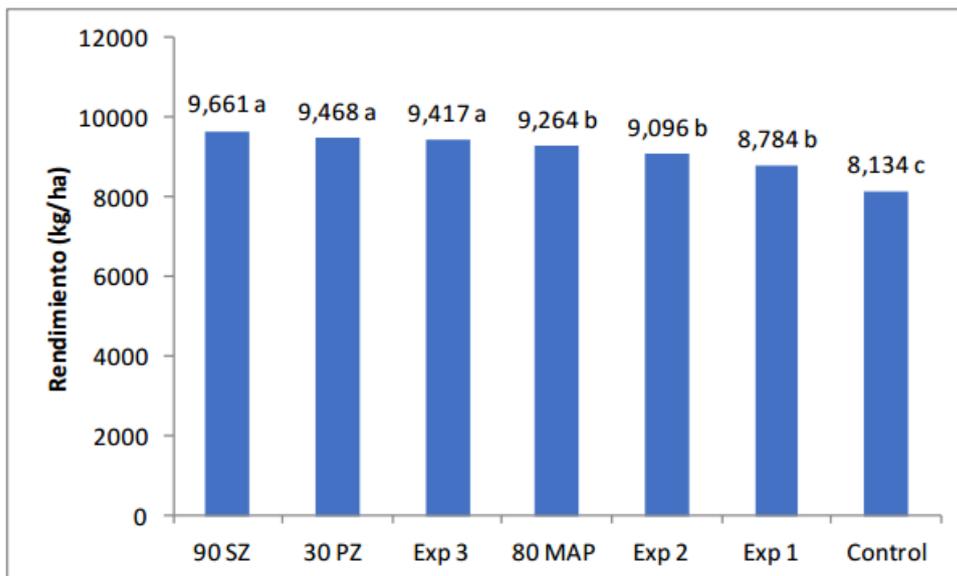


Figura 2. Rendimiento de maíz según tratamientos de fertilización en "La Aguada", Córdoba.

En las Figuras 3 y 4 se pueden observar los efectos de los tratamientos de fertilización sobre los componentes directos del rendimiento, Peso y número de granos, respectivamente. La tendencia observada indica que el Peso de los granos se modificó análogamente al rendimiento mientras que el número fue afectado de forma diferencial a excepción del tratamiento SZ que aumentó ambos componentes.

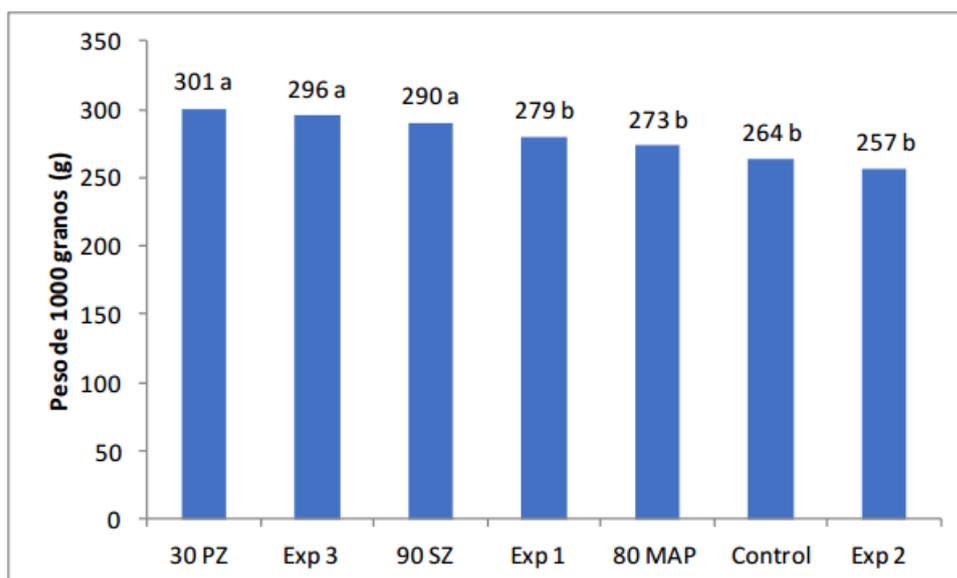


Figura 3. Peso de 1000 granos de maíz según tratamientos de fertilización en "La Aguada", Córdoba.

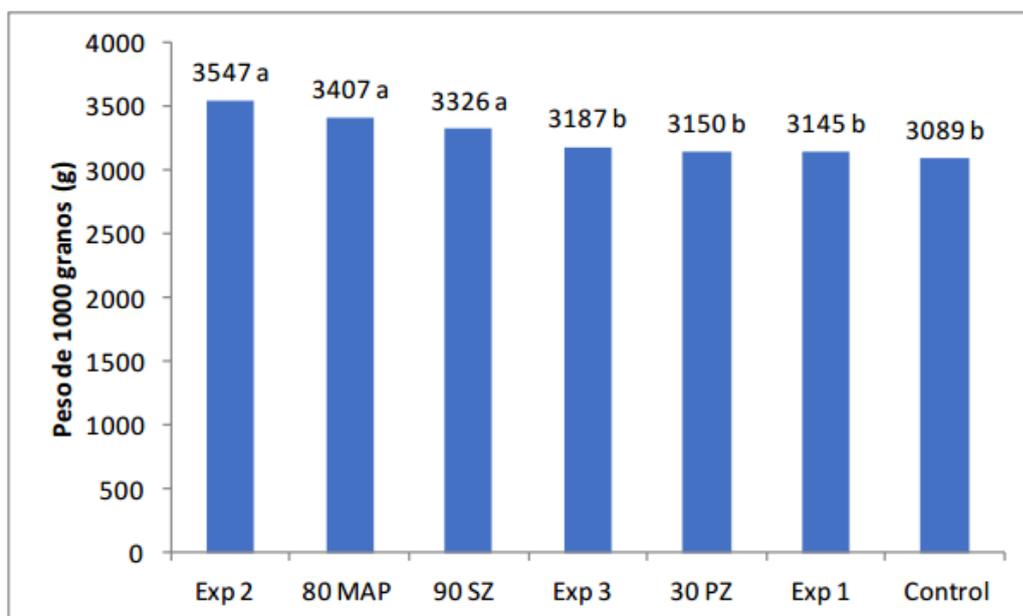


Figura 4. Número de granos por m² en maíz según tratamientos de fertilización en "La Aguada", Córdoba.

Síntesis

Los resultados encontrados permiten interpretar que el uso de 30 kg/ha de Microstar PZ fue análogo al uso de MAP, en este sentido no se detectó respuesta al agregado de S. Por otro lado, el uso de Microstar PZ, o de SZ y Exp 3 indicarían una clara respuesta a Zn. Estos resultados permitirían interpretar provisionalmente que el empleo de Microstar PZ incrementaría el rendimiento de maíz por su aporte de P y Zn sin confirmarse el aprovechamiento de S.

Futuras investigaciones en el mismo sentido que la presente permitirán confirmar o descartar esta síntesis.

**ENSAYO EN CAMDOCEX "LA AGUADA"
NUTRIENTES**

Modelos lineales generales y mixtos

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.002_R_REML<-lme(R~1+Trat
,random=list(Bloque=pdIdent(~1))
,weights=varComb(varIdent(form=~1|Trat))
,method="REML"
,control=lmeControl(niterEM=150
,msMaxIter=200)
,na.action=na.omit
,data=mlm.modeloR.data02
,keep.data=FALSE)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.002_R_REML

Variable dependiente: R

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
42	540.17	563.50	-255.09	221.87	0.71	0.76

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	33	7441.45	<0.0001
Trat	6	33	28.37	<0.0001

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	33	8164.44	<0.0001
Trat	6	33	28.37	<0.0001

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Trat	6	33	28.37	<0.0001

Efectos fijos

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	9467.50	130.59	33	72.50	<0.0001
Trat80 MAP	-203.01	155.55	33	-1.31	0.2009
Trat90 SZ	193.00	174.38	33	1.11	0.2764
TratControl	-1333.33	129.14	33	-10.33	<0.0001
TratExp 1	-683.67	205.39	33	-3.33	0.0022
TratExp 2	-371.67	171.66	33	-2.17	0.0377
TratExp 3	-50.17	108.89	33	-0.46	0.6480

Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: *pdIdent*

Formula: $\sim 1 | \text{Bloque}$

Desvíos estándares y correlaciones

	(const)
(const)	162.94

Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: *varIdent*

Formula: $\sim 1 | \text{Trat}$

Parámetros de la función de varianza

Parámetro	Estim
30 PZ	1.00
Exp 3	0.67
Exp 2	1.61
Exp 1	2.04
Control	1.02
80 MAP	1.39
90 SZ	1.65

R - Medias ajustadas y errores estándares para Trat

DGC (Alfa=0.10)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Trat	Medias	E.E.	
90 SZ	9660.50	176.22	A
30 PZ	9467.50	130.59	A
Exp 3	9417.33	111.81	A
80 MAP	9264.49	157.61	B
Exp 2	9095.83	173.53	B
Exp 1	8783.83	206.95	B
Control	8134.17	131.61	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Modelos lineales generales y mixtos

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.000_P1000_REML<-lme(P1000~1+Trat  
,random=list(Bloque=pdIdent(~1))  
,method="REML"  
,control=lmeControl(niterEM=150  
,msMaxIter=200)  
,na.action=na.omit  
,data=mlm.modeloR.data00  
,keep.data=FALSE)
```

Resultados para el modelo: `mlm.modelo.000_P1000_REML`

Variable dependiente: Peso de 1000 granos

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
21	129.00	134.76	-55.50	9.69	0.79	0.79

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	12	17546.42	<0.0001
Trat	6	12	8.68	0.0009

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	12	17546.42	<0.0001
Trat	6	12	8.68	0.0009

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Trat	6	12	8.68	0.0009

Efectos fijos

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	300.76	5.59	12	53.77	<0.0001
Trat80 MAP	-27.47	7.91	12	-3.47	0.0046
Trat90 SZ	-10.39	7.91	12	-1.31	0.2136
TratControl	-36.70	7.91	12	-4.64	0.0006
TratExp 1	-21.33	7.91	12	-2.70	0.0194
TratExp 2	-44.12	7.91	12	-5.58	0.0001
TratExp 3	-5.11	7.91	12	-0.65	0.5303

Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: *pdIdent*

Formula: *~1|Bloque*

Desvíos estándares y correlaciones

(const)	
(const)	3.9E-04



P1000 - Medias ajustadas y errores estándares para Trat

DGC (Alfa=0.10)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Trat	Medias	E.E.	
30 PZ	300.76	5.59	A
Exp 3	295.64	5.59	A
90 SZ	290.37	5.59	A
Exp 1	279.42	5.59	B
80 MAP	273.29	5.59	B
Control	264.06	5.59	B
Exp 2	256.63	5.59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.001_NG_REML<-lme (NG~1+Trat
,random=list (Bloque=pdIdent (~1))
,method="REML"
,control=lmeControl (niterEM=150
,msMaxIter=200)
,na.action=na.omit
,data=mlm.modeloR.data00
,keep.data=FALSE)
```

Resultados para el modelo: `mlm.modelo.001_NG_REML`