

Informe de Red Multiambiental de Evaluación de Densidades de Trigo CREA Córdoba Norte Campaña 2015-2016

Ing. Agr. Diego Lopez¹, Ing. Agr. Laura Britos ², Ing. Agr. Alejandro Etchegorry³, Ing. Agr. M.C Gregoret⁴ y Lic. Federico Monzani⁴

1: Responsable técnico zonal región Crea Córdoba Norte. 2: Responsable a campo de los ensayos. 3: Responsable Empresario de la red de Trigo. 4: Estadística en el reino de los Ceres- . Elaboración de informe y análisis estadístico. - <http://consultoraerc.wix.com/consltoraerc> -



Un sincero agradecimiento a todos los que participaron en la realización de estos ensayos, empresarios que prestaron sus campos, técnicos de cada uno de ellos y muy especialmente a los encargados, maquinistas, tolveros,... A las empresas semilleras que siempre nos apoyan y confían en nuestro trabajo y a la consultora "La estadística en el reino de Ceres" por el análisis de los datos.

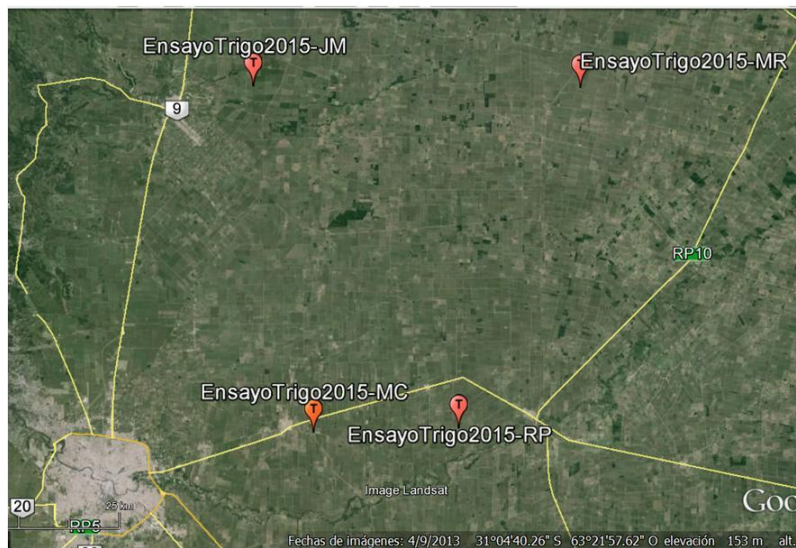
La elección de la densidad de siembra es una de las prácticas de manejo que determinan la capacidad del cultivo de interceptar radiación, agua y nutrientes. Pudiendo llegar a afectar de manera importante la captura y utilización de los recursos.

La densidad óptima es aquella que maximiza el rendimiento en grano. Ésta varía a través de los ambientes, respondiendo a las variaciones en la oferta de recursos para el crecimiento (de clima y de suelo).

Como el panorama varietal se va renovando constantemente, con el objeto de re- evaluar los efectos de distintas densidades sobre el rendimiento del trigo y los componentes del mismo, la Región CREA Córdoba Norte retoma los ensayos de densidad para la campaña trigo 2015. Generando información que permita a los productores y asesores orientar decisión de la densidad a utilizar, y así realizar recomendaciones válidas para todo el centro y norte de Córdoba.

☒ Sitios: Se establecieron en la red 4 sitios: 3 en secano, Monte Rosario, Monte Cristo, Jesús María (Zona 1) y uno bajo riego en Rio Primero (zona 1). Los sitios de Jesús María y Monte del Rosario lamentablemente no se analizaron por problemas de cosecha en el primero y de granizo en el segundo.

Ubicación de los ensayos comparativos de rendimiento



☒ Diseño experimental y tratamientos

Los tratamientos son franjas entre 10-12 mts. de ancho por 200 mts. de largo con diferentes densidades de plantas objetivo a lograr cada una.

D1: 227 ptas/m² (± 110 Kg/ha)*

D2: 185 ptas/ m² (± 90 Kg/ha) *

D3: 145 ptas/m² (± 70 Kg/ha)*

D4: 103 ptas/m² (± 50 Kg/ha)*

* Los Kg/ha a sembrar surgen del cálculo del P1000, la pureza, el Poder Germinativo de la semilla, el coef. de logro etc

Los ensayos contaron con 2 repeticiones cada uno. El protocolo planteaba que se realice todos los sitios con la misma variedad, lo que no fue posible debido a cuestiones de logísticas, por lo que sembró con la variedad que uso el productor.

Zona	Sitio	Fecha Siembra	Variedad	Densidad obj.	Media	Desv. Est.	
Z1 Secano	Monte Cristo	23/05/2015	BIOINTA 3006	227 ptas./m ²	1.311	236,24	
				185 ptas./m ²	1.446	21,43	
				145 ptas./m ²	1.445	203,84	
				103 ptas./m ²	1.668	150,53	
	Monte Rosario	01/06/2015	Baguette 601	227 ptas./m ²	Se desecho por daño granizo		
				185 ptas./m ²			
				145 ptas./m ²			
				103 ptas./m ²			
	Jesus María	25/05/2015	Klein Guerrero	227 ptas./m ²	Se desecho por error cosecha		
				185 ptas./m ²			
				145 ptas./m ²			
				103 ptas./m ²			
Z1 Bajo Riego	Rio Primero	29/05/2015	Baguette 11	227 ptas./m ²	2.774	54,95	
				185 ptas./m ²	2.739	42,97	
				145 ptas./m ²	2.711	11,11	
				103 ptas./m ²	2.638	192,08	

Análisis de datos:

Secano: Monte Cristo

En una primera instancia se analizó si se logró establecer las densidades propuestas, aspecto que siempre está influenciado por el tipo de maquinaria, la calibración de la misma y por la calidad y peso de la semilla. Por lo que es necesario chequearla previo a la etapa de macollaje.

Sitio	Tratamiento	Plantas lograda /m ²		
		Media	D.E.	
M. Cristo-Secano	D 1	336	11	A
	D 2	236	10	B
	D 3	183	18	C
	D 4	145	6	C

Como se puede ver en la tabla, el rango quedó establecido con valores mayores a los propuesto y por medio del ANOVA vemos que efectivamente se distinguieron 3 estratos de densidad: uno alto (336 ptas/m²) medio (236 ptas/m²) y uno bajo (entre 183 y 145 ptas/m²). Quiere decir que las relaciones que se evalúan son con estas últimas densidades y no a las sembradas.

Para interpretar cómo el cultivo reaccionó para utilizar el espacio, en este sitio vemos que a medida que la densidad bajaba, las plantas macollaban en mayor índice, sin embargo, por tratarse de un sitio en seco y que no recibió las mejores condiciones climáticas, no le alcanzó para llegar al número de espigas logradas que mostró la densidad mayor.

Sitio	Tratamiento	I. de Macollaje			N° de espigas/m ²		P1000 (grs)			
		Media	D.E.		Media	D.E.	Media	D.E.		
M. Cristo-Secano	Alta	0,85	0,07	A	285	4	A	33	0,7	A
	Media	1,15	0,07	B	272	4	B	31	1,4	A
	Baja	1,40	0,14	C	252	4	C	33	3,5	A
	Baja	1,65	0,07	C	241	1	C	32	2,1	A

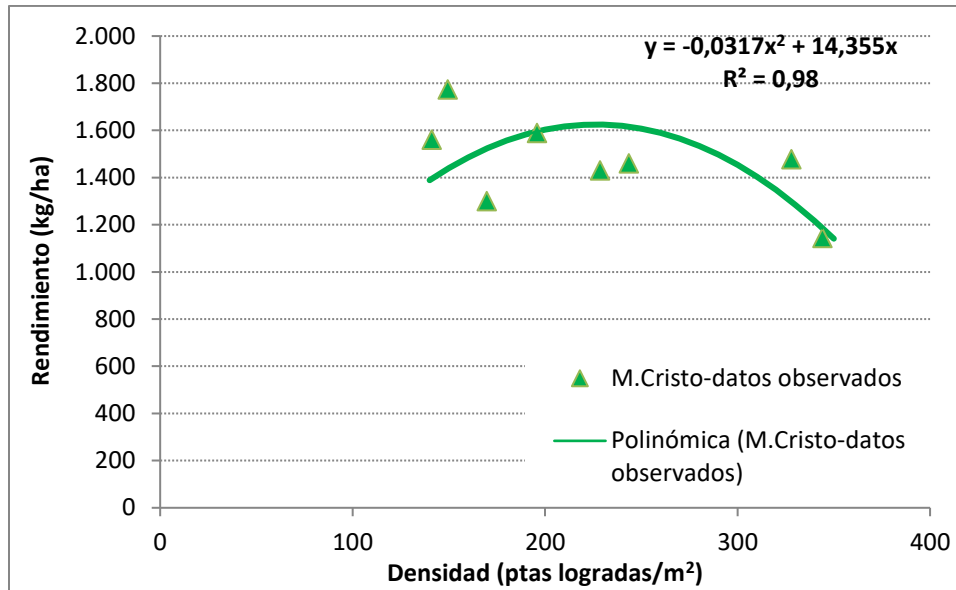
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Análisis de Regresión

La Regresión es la ecuación matemática que describe el comportamiento de una variable en función de otro conjunto de variables a partir de datos muestrales capturados. Uno de los principales usos de dicha recta será el de predecir o estimar los valores de Y (variable respuesta o dependiente) que obtendríamos para distintos valores de X (predictoras o independientes).

Cuando se lleva a cabo un ensayo de este tipo, en el cual se quiere averiguar con que densidad de plantas obtendremos el mejor resultado, se elige sembrar ciertas densidades pero lo importante no es el rendimiento en cada una de ellas, o sea no nos interesa el resultado en las densidades puntualmente evaluadas, sino la respuesta en todo el espectro. Por eso para evaluar esa respuesta a la variación en la densidad se realizó un análisis de regresión lineal múltiple (cuadrática), tomándose como variable respuesta al rendimiento y como variables predictoras a la cantidad de plantas/m² y las (plantas/m²)².

Secano - Monte Cristo				
Sitio	Variable	N	R ²	R ² Aj
MC	Rend.	8	0,98	0,98
Coeficientes de regresión y estadísticos asociados				
Coef	Est.	p-valor		
pl/m ²	14,355	<0,0001		
(pl/m ²) ²	-0,0317	<0,0004		



A primera vista, confunde visualmente que en el rango de densidades explorado en el ensayo el rendimiento pareciera tener una respuesta negativa al aumento de la densidad, se efectuaron estas mediciones y no resultaron estadísticamente significativas.

Coincidente con la teoría, que plantea que la relación del rendimiento con la densidad es cuadrática (creciente decreciente) (*Satorre et al, 2003*), los datos de este ensayo muestran una relación funcional cuadrática entre estas 2 variables con un alto ajuste ($R^2=0,98$) y significativo en todos sus parámetros. Por lo que a partir de esta relación podemos predecir cómo sería la respuesta a la densidad en todo su rango. Lo cual nos permite calcular **la Densidad óptima o de maximización del rinde**, la que resulto ser de **226 ptas logradas/m²**, aproximadamente 80 kg para la semilla utilizada en este sitio, algo superior a las densidades propuestas y a las más usadas en la zona (± 200 ptas/m²), aunque el diferencial de rinde no es importante, inclusive no estaría cubriendo los costos del aumento de semilla.

	Monte Cristo
Dens. Óptima Ensayo PI logradas/m ²	226
Dens. Adoptada Zona PI logradas/m ²	200
Diferencia PI/m ²	26
Rinde Opt. Ensayo Kg	1.625
Rinde Adoptada Zona Kg	1.603
Aumento. Rinde Kg	22

Riego: Río Primero

El mismo análisis se realizó para el sitio en Río primero bajo riego.

En la primer tabla se muestra el análisis de evaluación del resultado de las densidades propuestas, quedando como vemos 3 niveles diferentes, uno alto de 284 ptas/m² promedio, uno medio con 248 y uno bajo entre 197 y 147 ptas/m², al igual que en el ensayo en secano las plantas logradas son mayores a las objetivas. Los resultados y relaciones analizadas serán con estas últimas densidades.

		Ptas logradas/m ²		
Sitio	Tratamiento	Media	D.E.	
Río 1°-Riego	D 1	284	20	A
	D 2	248	17	B
	D 3	197	7	C
	D 4	147	15	C

En este sitio vemos que a medida que la densidad bajaba, las plantas macollaban en mayor índice, pero ahora, por tratarse de un sitio bajo riego y que recibió mejores condiciones en su etapa de macollaje, le alcanzó para llegar al mismo número de espigas logradas que mostró la densidad mayor.

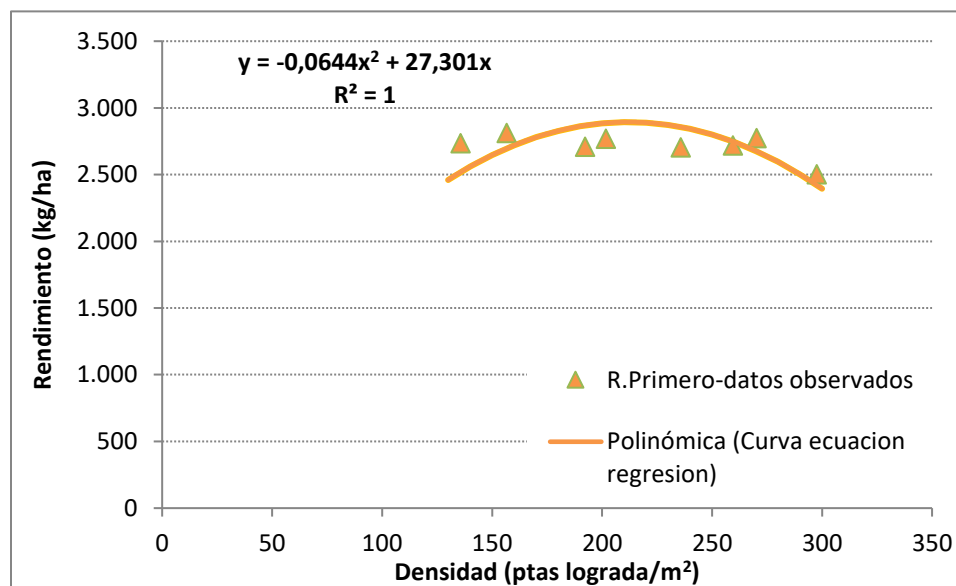
		I. de Macollaje			N° de espigas/m ²		P1000 (grs)			
Sitio	Tratamiento	Media	D.E.		Media	D.E.	Media	D.E.		
Río 1°-Riego	Alta	1,30	0,14	A	360	23	A	28	3,5	A
	Media	1,55	0,07	A	380	34	A	30	0,0	A
	Baja	2,00	0,28	A	392	40	A	28	0,0	A
	Baja	3,20	0,28	B	460	6	A	29	1,4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- Análisis de Regresión

Los datos de este ensayo también muestran una relación funcional cuadrática entre estas 2 variables con un alto ajuste ($R^2=1$) y significativo en todos sus parámetros. Por lo que a partir de esta relación podemos predecir cómo sería la respuesta en todo el rango de densidades. Lo cual nos permite determinar **la Densidad óptima o de maximización del rinde**, la que resulto ser de **212 ptas/m²**, aproximadamente 75 kg para la semilla utilizada en el ensayo. Esta densidad óptima y las densidades usadas en el ensayo no fueron mayores a las de secano pero si los niveles de rendimiento alcanzados con lo que muestra una mayor eficiencia del uso de los recursos en el planteo bajo riego, en el que también tuvo fertilización a la siembra y aplicación de fungicida.

Río Primero bajo riego								
Sitio	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC	
RP	Rend.	8	1	1	41692,96	106,77	107,01	
Coeficientes de regresión y estadísticos asociados								
Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
pl/m ²	27,301	1,25	24,2	30,33	21,79	<0,0001	408,16	27,53
(pl/m ²) ²	-0,0644	0,01	-0,08	-0,05	-12,7	<0,0001	139,47	27,53



La comparación con lotes comerciales, en lo que por lo general se usan densidades algo más altas, dio una diferencia a favor de 149 kg/ha, lo que habría que seguir evaluando.

	Río Primero
Dens. Optima Ensayo Pl logradas/m ²	212
Dens. Adoptada Zona Pl logradas/m ²	260
Diferencia Pl/m ²	-48
Rend. Opt. Ensayo Kg	2.893
Rend. Adoptada Zona Kg	2.744
Aumento. Rinde Kg	149



<http://consultoraerc.wix.com/consultoraerc>



Conclusiones:

- El rendimiento respondió a la variación en la densidad, bajo una relación funcional cuadrática.
- Las densidades utilizadas en los lotes comerciales muestran ser las apropiadas para la zona. Ya que coinciden con las de mejor resultado en este ensayo.
- La densidad óptima, o sea con la que se alcanzó el máximo rendimiento en los ensayo fue de **226 Ptas/m² en seco** (esto es plantas a cosecha) y de **212 Ptas/m² bajo riego**.
- En riego la respuesta fue similar, aunque de partida el rango planteado fue el mismo que para seco los niveles de rendimiento alcanzados fueron mayores, con lo que muestra una mayor eficiencia del uso de los recursos bajo riego.
- Sería interesante repetir este ensayo en el tiempo y con las mismas variedades en los sitios y con densidades más extremas por exceso y defecto, para poder sacar conclusiones más certeras.
- Hacer lo mismo con variedades de otra longitud de ciclo para poder evaluar esa influencia.