

COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES GENOTIPOS DE MAÍZ FRENTE A VARIACIONES EN FECHA DE SIEMBRA, DENSIDAD Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris¹ (MSc) y Lucas Ratto²

1.INTA EEA Pergamino. Av Frondizi km 4,5 B2700WAA Pergamino 2.Syngenta Argentina SA

ferraris.gustavo@inta.gob.ar

La intensificación agrícola y la falta de rotaciones han producido una disminución de los niveles de MO de los suelos de la región pampeana. Esto junto con la escasa reposición de nutrientes podría generar carencias generalizadas, especialmente de nitrógeno (N), el elemento clave para gramíneas. Aun cuando se ha desarrollado un amplio conocimiento sobre el diagnóstico y tecnología de fertilización nitrogenada, existe escasa investigación sobre las interacciones que existen entre la nutrición y prácticas de manejo como fecha de siembra (FS), densidad (D), o genotipo (G). El objetivo de este trabajo fue evaluar el resultado agronómico de diferentes G, FS, D y niveles de N, así como sus interacciones. Durante el ciclo 2014/15, se desarrolló un experimento a campo en Pergamino, donde se evaluaron en 2 FS 3-4 G, 3 D y 3 dosis de N, en un diseño factorial completo. El clima favorable permitió una excelente expresión de rendimiento, aun sostenido en FS tardías. En FS temprana, se determinó efecto significativo de G y Dosis N ($P < 0,01$), así como también de la interacción GxD ($P < 0,05$). La mayor parte de la variación fue explicada por Dosis N (55,6%), G (19,5%) y GxD (7,6 %). Entre los efectos simples, alcanzaron el rendimiento máximo una D de 75000 plha⁻¹, la dosis máxima de 160 kgNha⁻¹ y los cultivares SYN969TDTG y SPS2721TDTG, de ciclo completo. En FS tardía, se determinó efecto significativo de G, D, dosis N ($P < 0,01$) y de la interacción DxN ($P < 0,05$). La partición de varianza jerarquiza los efectos simples de Dosis N (59,9%), G (24,5%), Densidad (6,8%), y entre las interacciones DxN (1,95 %). En FS tardía las interacciones GxD y GxN son de menor magnitud en comparación con FS temprana, indicando menor estrés y mayor estabilidad de rendimiento. En esta FS, el rendimiento máximo se obtuvo con D de 55000 plha⁻¹, dosis máxima de 200 kgNha⁻¹ y G SYN900TDTG. Se concluye que el diseño sitio-específico de estrategias de producción GxDxDosisN adaptadas a FS, suelo y año climático es un aspecto relevante para maximizar el potencial productivo de cultivo.

Palabras clave: *sistemas, interacciones, recomendaciones sitio-específico.*

INTRODUCCIÓN

La intensificación de la agricultura y la falta de rotaciones con pasturas han producido una notable disminución de los niveles de MO de los suelos de la región pampeana, los que en algunas zonas representan solo el 50% del nivel original (Lavado, 2006). Esto junto con la escasa reposición de nutrientes podría generar carencias generalizadas.

El Nitrógeno (N) es el principal elemento en la nutrición del maíz, y uno de los factores que con mayor frecuencia limita los rendimientos (Andrade, 2012; Doberman, 2007). Por este motivo, desde hace mucho tiempo se conducen experimentos de investigación en la Región pampeana Argentina, destinados a desarrollar metodologías de diagnóstico, calibrar curvas de respuesta a fertilización, y evaluar alternativas tecnológicas como fuentes, momentos, o formas de localización (Ferraris & Couretot, 2013.a, b.). Sin embargo, poco se sabe de las interacciones que existen entre la nutrición y prácticas de manejo del cultivo, como la fecha de siembra, densidad, o el genotipo elegido. En la Región Norte de Bs As y Sur de Santa Fe, es habitual observar un incremento de 30- 40 kgN ha⁻¹ en el período setiembre-diciembre (Ascheri, 2013, Ermácora et al., 2013, Ferraris & Couretot, 2013.b). Por este motivo, aun cuando se decidiera un mismo objetivo de N -sumando el contenido en el suelo a la siembra y el agregado mediante fertilización-, lo cual actualmente es motivo de disenso (Ascheri, 2013; Ermácora et al., 2013), la dosis recomendada a aplicar suele

reducirse. De igual modo, de manera intuitiva se asume que altas densidades, buena disponibilidad hídrica y genotipos de mayor rendimiento responden en mayor medida a la fertilización (Espósito et al., 2013; Ermácora et al., 2013; Maddonni, 2009). Los cambios en fecha de siembra traen aparejados también cambios en la eficiencia agronómica de uso de N, y en las pérdidas por lixiviación o volatilización (Ferraris et al., 2010; Ferraris et al., 2014), así como en la adaptación al ambiente productivo (Scharf, 2005) Sin embargo, esto debe ser comprobado y cuantificado para realizar recomendaciones certeras.

El objetivo de este trabajo es 1. Evaluar los efectos sobre los rendimientos de diferentes genotipos, fechas, densidades de siembra y niveles de N, así como sus interacciones. Hipotetizamos que 1. Es posible identificar combinaciones de estos factores que optimizan los recursos del ambiente, en fechas de siembra tempranas y tardías y 2. Existe interacción entre los factores, de modo que el óptimo de densidad y dosis de N cambia según el cultivar. Esta jerarquía a su vez es diferente según la fecha de siembra establecida

MATERIALES Y MÉTODOS

Se implantó un experimento de campo en la EEA INTA Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico (USDA- Soil Taxonomy V. 2006), capacidad de uso: I-2; IP=85. El ensayo se sembró el día 14 de Octubre y 12 de Diciembre representando un sistema de Maíz temprano y tardío, respectivamente. El distanciamiento entre hileras fue de 0,70 m. El diseño de los ensayos fue en bloques completos al azar con 2 repeticiones y 27 tratamientos en un arreglo factorial completo y al azar que surge de la interacción de 3 factores: 3 cultivares, 3 densidades y 3 niveles de N. En fecha tardía se repitió el esquema pero con 4 cultivares, dando origen a 36 tratamientos. Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con igual dosis de fósforo (P) y azufre (S): 100 kg ha⁻¹ de superfosfato triple de calcio y 80 kg ha⁻¹ de sulfato de calcio. En ambas fechas de siembra, los tratamientos recibieron una aplicación de fungicida (azoxistrobin 20 g l⁻¹ + cyproconazole 8 g l⁻¹, a la dosis de 500 ml ha⁻¹) para aislar el efecto de enfermedades. Los tratamientos se detallan en la Tabla 1. El análisis de suelo del sitio se presenta por su parte en la Tabla 2.

Tabla 1: *Tratamientos evaluados de la interacción entre Cultivares, Densidades y Dosis de Nitrógeno. EEA INTA Pergamino. Campaña 2014/15.*

Fecha temprana 14-Oct			Fecha tardía 12-Dic		
Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Cultivar	Densidad (pl. emergidas/ha)	Dosis Nitrógeno (suelo 0-60 cm + fertilizante) (kg/ha)	Cultivar	Densidad (pl. emergidas/ha)	Dosis Nitrógeno (suelo 0-60 cm + fertilizante)(kg/ha)
H1:SYN 969 TD TG H2: SPS 2721 TD TG H3:SYN 840 TD TG	D1: 65000 D2: 75000 D3: 85000	N1: 83 kg N2: 120 kg N3: 160 kg	H1:SYN 900 TDTG H2:SPS 2721 TDTG H3:SYN 840 TDTG H4:SYN 860 TDTG	D1: 55000 D2: 65000 D3: 75000	N1: 125 kg N2: 160 kg N3: 200 kg

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

Sitio	pH		Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-40) cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm
	agua 1:2,5		%		mg kg ⁻¹	ppm	kg ha ⁻¹	ppm
Temp	5,8		2,99	0,150	12,1	14,8 – 8,1	69,9	6,9
Tardío	5,5		3,36	0,168	21,3	25,3-15,4	125,8	7,9
	Mg	K	Ca	Zn	Mn	CU	Fe	B
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Temp	134	993	1381	0,82	55,3	1,35	86,9	0,49
Tardío	155	860	1307	1,15	56,3	1,71	116,0	0,47

En el estado V10 se midió la intensidad de verdor por medio del sensor Green Seeker. En la floración se midió el número de hojas fotosintéticamente activas, se calificó subjetivamente el estado del cultivo a través de la estimación de su vigor, y la intercepción de radiación. A cosecha se determinaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza, comparaciones de medias y análisis de regresión.

RESULTADOS

Descripción climática de la campaña:

a) Maíz temprano.

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones del sitio durante el ciclo de cultivo. Las precipitaciones fueron favorables y bien distribuidas (Figura 1), acompañadas de temperaturas moderadas. No se registraron excesos hídricos desmesurados. Las condiciones de luminosidad fueron favorables, originando un cociente fototermal (Q) medio (11 dic-10 ene) de 1,70, en comparación con 1,35 de la campaña anterior (Figura 2).

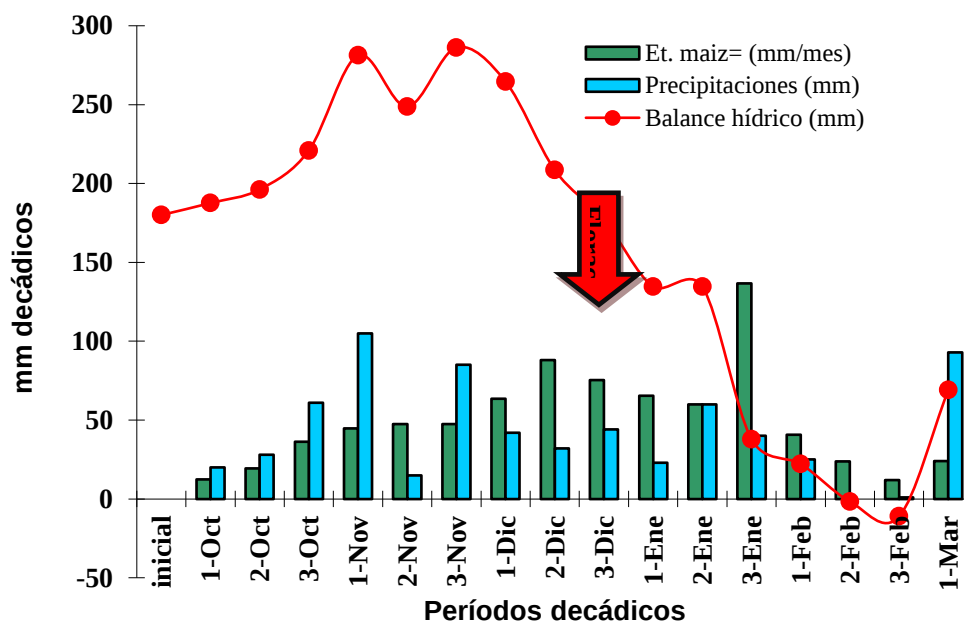


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulado (mm) en el sitio experimental. Pergamino, Bs As. Agua disponible inicial en el suelo (200 cm) 180 mm. La flecha indica la floración. Precipitaciones totales en el ciclo 674 mm. Déficit acumulado de evapotranspiración 13 mm.

b) Maíz Tardío

En la Figura 2 se presentan las precipitaciones del sitio durante el ciclo de cultivo. El ambiente fue más favorable aun que en la fecha temprana, alejando cualquier riesgo de estrés hídrico, y con condiciones de luminosidad normales de final de verano.

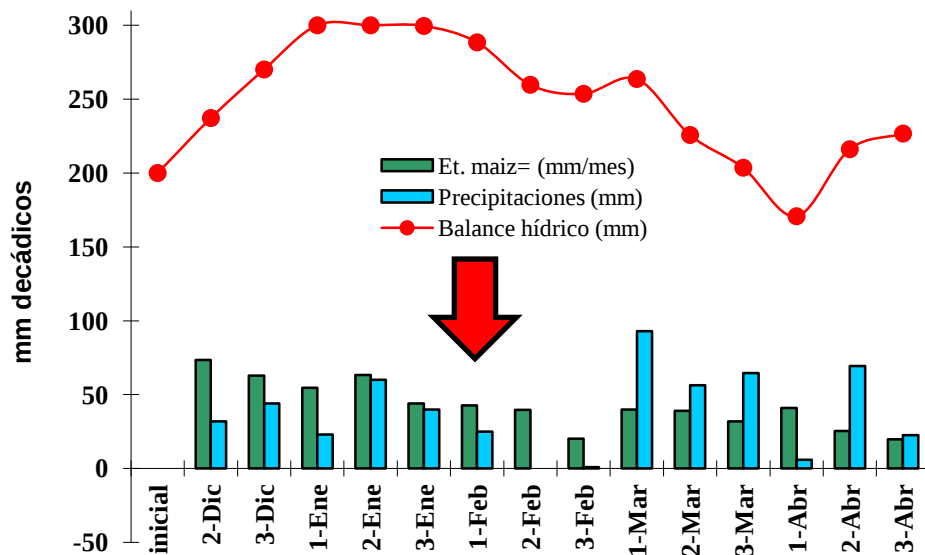


Figura 4: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulado (mm) en el sitio experimental. Pergamino. Agua disponible inicial en el suelo (200 cm) 200 mm. La flecha indica la floración. Precipitaciones totales en el ciclo 674 mm. Déficit acumulado de evapotranspiración 0 mm.

Resultados del experimento

a) Maíz Temprano

En la Tabla 3 se presentan los parámetros morfológicos y fisiológicos de cultivo así como los componentes del rendimiento. Por su parte, en las Figuras 3 a 6 se presentan los rendimientos a través de las diferentes combinaciones entre factores.

Tabla 3: *Parámetros morfológicos de cultivo durante el período crítico: hojas fotosintéticamente activas, índice de vigor, intercepción, intensidad de verde determinado mediante Green seeker y componentes numéricos del rendimiento. Tratamientos de manejo y nutrición en Maíz temprano. Pergamino, campaña 2014/15.*

Cultivar	Densidad (pl/ha)	N(s+f) kg/ha	Altura Planta	Vigor R2 (1-5)	Cobertura Intercepción (%)	Green seeker	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG/m ²	PG (g)
Syn969 TDTG	65000	N83	240	3,8	96,4	0,78	9893	3072,3	322
Syn969 TDTG	65000	N120	250	3,7	72,6	0,80	11536	3363,2	343
Syn969 TDTG	65000	N160	240	3,7	94,8	0,80	11982	3384,8	354
Syn969 TDTG	75000	N83	262	3,8	98,5	0,79	10054	3264,1	308
Syn969 TDTG	75000	N120	265	4,2	95,3	0,79	12661	4137,5	306
Syn969 TDTG	75000	N160	255	4,1	95,4	0,82	11875	3432,1	346
Syn969 TDTG	85000	N83	235	4,0	89,2	0,80	8464	2549,5	332
Syn969 TDTG	85000	N120	230	4,0	96,7	0,81	10179	3084,4	330
Syn969 TDTG	85000	N160	245	4,1	93,6	0,82	12768	3880,8	329
SPS2721 TDTG	65000	N83	260	3,8	89,6	0,76	9393	2837,7	331
SPS2721 TDTG	65000	N120	250	3,7	95,9	0,81	9821	2735,8	359
SPS2721 TDTG	65000	N160	246	3,8	94,1	0,81	11661	3341,2	349
SPS2721 TDTG	75000	N83	257	3,6	81,5	0,81	10893	3491,3	312
SPS2721 TDTG	75000	N120	275	3,7	97,3	0,81	13000	3746,4	347
SPS2721 TDTG	75000	N160	270	3,7	95,9	0,81	12107	3469,1	349
SPS2721 TDTG	85000	N83	242	3,6	91,8	0,79	10071	2919,3	345
SPS2721 TDTG	85000	N120	240	3,5	96,6	0,79	10715	3142,1	341
SPS2721 TDTG	85000	N160	235	3,6	95,9	0,80	11518	3458,8	333
SYN 840 TDTG	65000	N83	260	4,2	87,5	0,75	9786	3146,5	311
SYN 840 TDTG	65000	N120	255	4,4	94,1	0,81	10143	2906,3	349
SYN 840 TDTG	65000	N160	260	4,3	98,3	0,79	10286	3383,6	304
SYN 840 TDTG	75000	N83	265	4,1	88,7	0,77	8393	2574,5	326
SYN 840 TDTG	75000	N120	268	4,3	83,2	0,80	8857	2802,9	316
SYN 840 TDTG	75000	N160	270	4,2	92,6	0,82	11607	3582,5	324
SYN 840 TDTG	85000	N83	250	3,9	89,6	0,81	9839	3094,1	318
SYN 840 TDTG	85000	N120	255	4,2	96,9	0,81	9483	2908,9	326
SYN 840 TDTG	85000	N160	255	4,3	93,1	0,82	11429	3432,0	333
Correlación (r ² vs rendimiento)			0,20	0,23	0,04	0,18		0,84	0,07

Índice de Vigor: 1 mínimo 5-máximo

R2 Corresponde a los estados de cuajado de grano.

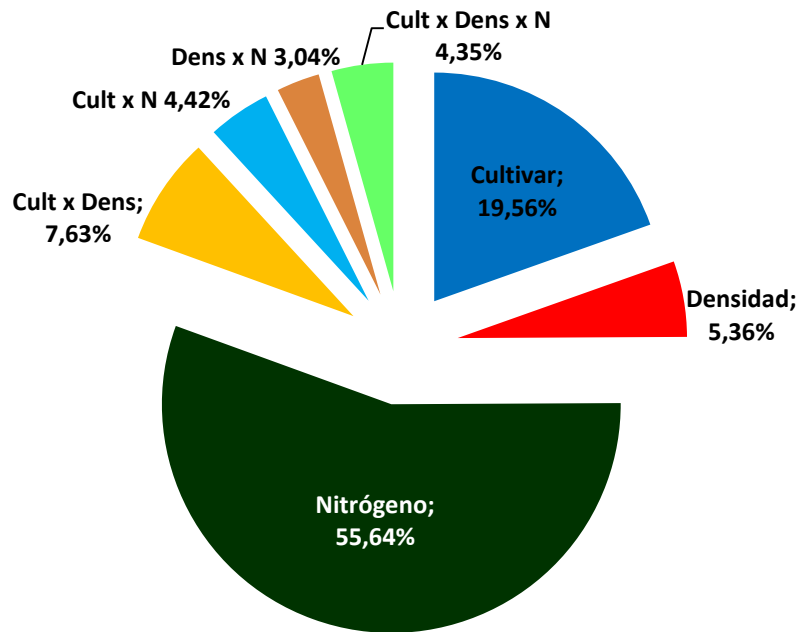


Figura 3: Contribución de diferentes factores y sus interacciones a la variabilidad en los rendimientos del experimento. **Fecha de siembra temprana.**

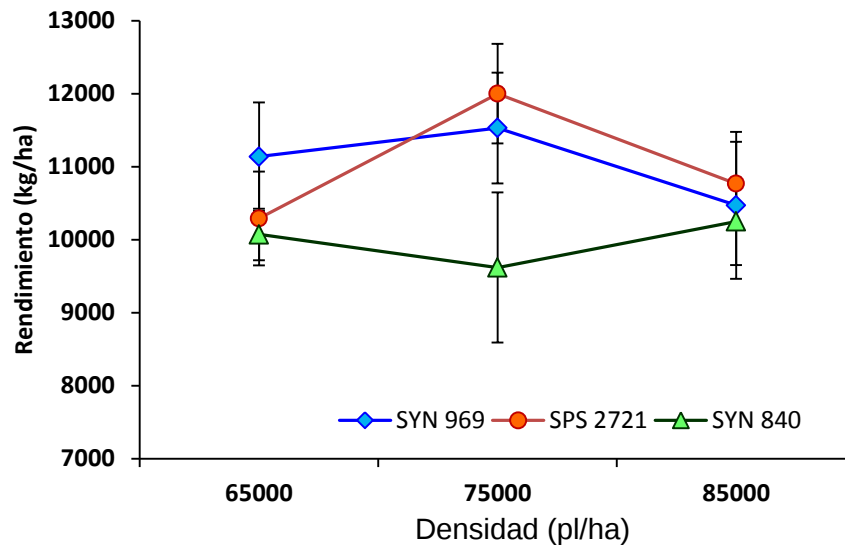


Figura 4: Comportamiento de tres cultivares de maíz frente a cambios en la densidad de siembra, promedio de tres niveles de N. **Fecha de siembra temprana.** INTA EEA Pergamino, campaña 2014/15.

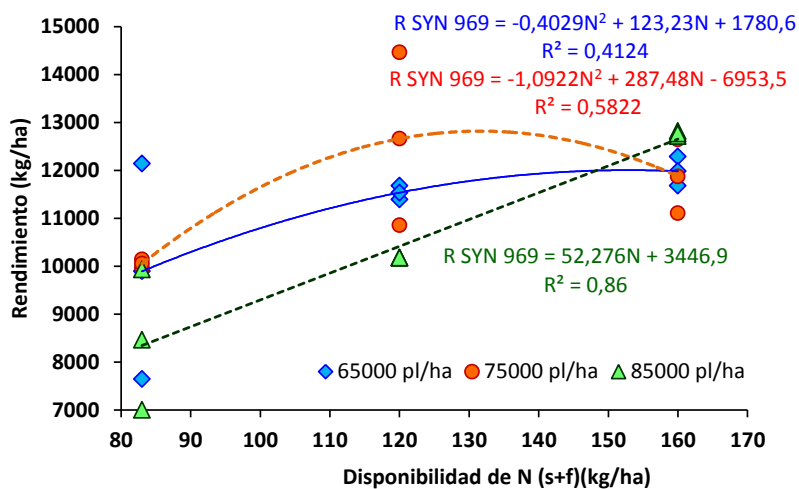


Figura 5.a. SYN 969 TDTG

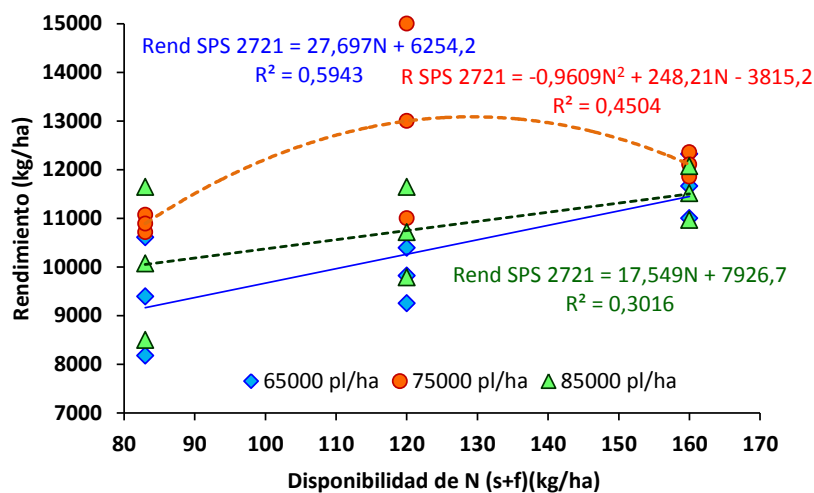


Figura 5.b. SPS 2721 TDTG

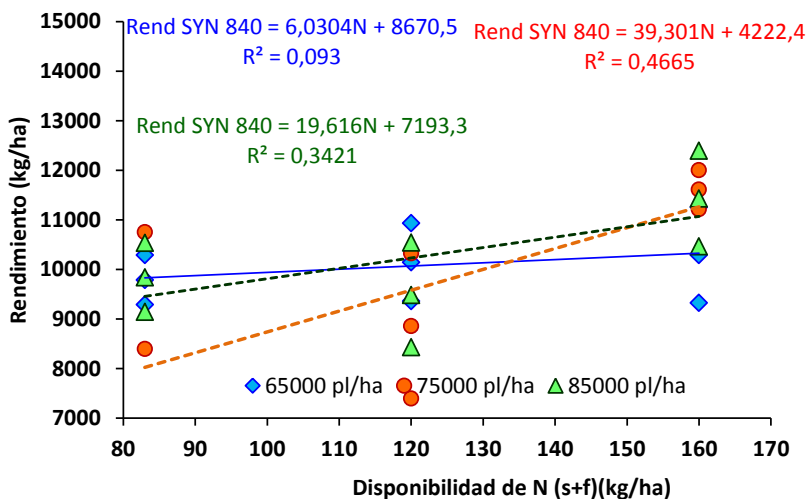


Figura 5.c. SYN 840 TDTG

Figura 5: Respuesta a la fertilización nitrogenada según densidad de plantas emergidas, para tres cultivares de Maíz: a) SYN 969 TDTG, b) SPS 2721 TDTG y c) SYN 840 TDTG. Fecha de siembra temprana. Pergamino, campaña 2014/15.

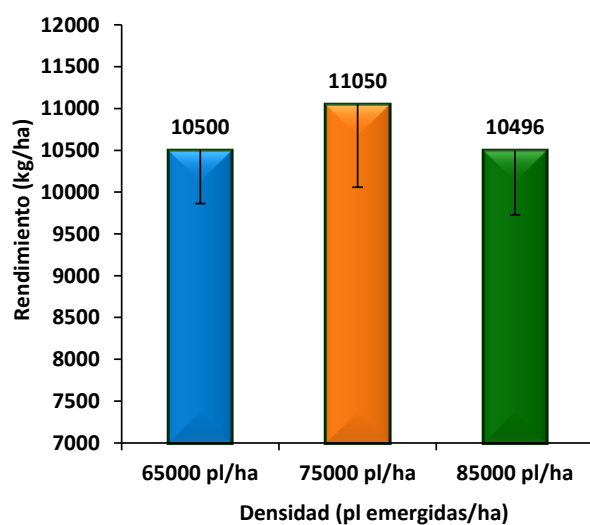


Figura 6.a

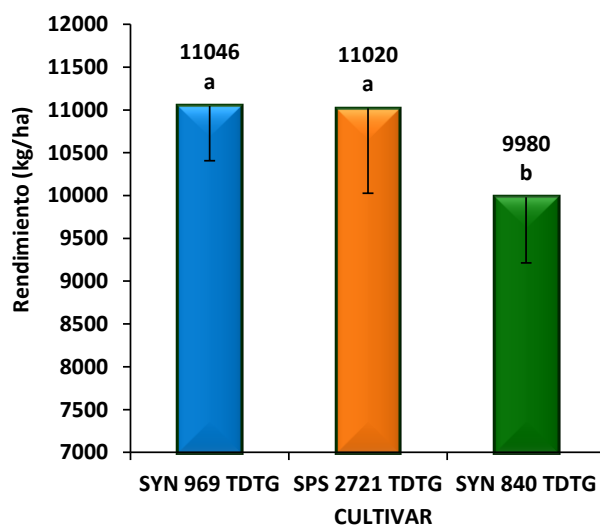


Figura 6.b

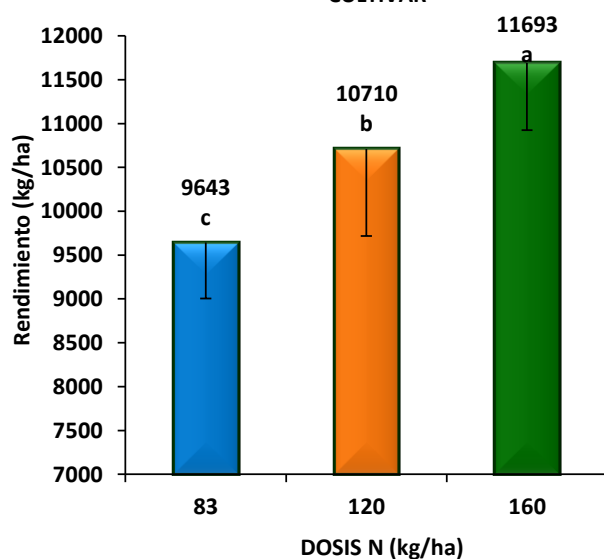


Figura 6.c

Figura 6: Rendimiento de **maíz temprano** promedio de tres factores principales: a) Densidad de plantas logradas, b) Genotipo y c) Dosis de N. Dentro de cada factor, letras

distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos ($P<0,01$). Las barras de error indican la desviación standard de la media. INTA EEA Pergamino, campaña 2014/15.

El ciclo agrícola 2014/15 se caracterizó por un escenario favorable para los maíces, tanto en fecha de siembra tradicional como tardía, que fueron acompañados por temperaturas moderadas y precipitaciones bien distribuidas.

En la **siembra temprana**, los rendimientos lograron un promedio de 10682 kg ha^{-1} con un máximo de 13000 kg ha^{-1} y mínimo de 8393 kg ha^{-1} (Tabla 3). Estos rendimientos son muy buenos para el sitio, más aun considerando que un grupo de tratamientos no recibieron fertilización adicional al N disponible en suelo.

Se determinó efecto significativo de Cultivar y Dosis de N ($P<0,01$), así como también de la interacción Cultivar x Densidad ($P<0,05$). La partición de la varianza indica que los principales factores de variación fueron los efectos simples: Dosis de N (55,6%), Cultivar (19,5%) y la interacción Cultivar x Densidad (7,6 %)(Figura 3).

Analizando la interacción cultivar por densidad, se observa que el efecto medio fue diferente según el cultivar evaluado: SYN969 TDTG y SPS2721 TDTG expresaron su óptimo en 75000 pl/ha, mientras que SYN840 TDTG lo alcanzó en la densidad máxima, aunque sin una pendiente pronunciada de aumento de rendimiento con la densidad (Figura 4).

En promedio, la densidad de mayor rendimiento fue 75000 pl/ha, aunque las diferencias observadas fueron moderadas y no alcanzaron la significancia estadística (Figura 6.a). SYN969 TDTG y SPS2721 TDTG presentaron un rendimiento estadísticamente similar, y superaron a SYN840 TDTG (Figura 6.b). Es probable que materiales de ciclo completo en un ambiente muy favorable, expresaran un mayor potencial productivo en comparación con un cultivar de ciclo intermedio. Por su parte, la respuesta a N se verificó en todos los cultivares y densidades, de manera lineal y significativa en todo el rango de dosis aplicado (Figuras 6 y 7.c).

b) Maíz Tardío

La descripción de diferentes variables de cultivo se presenta en la Tabla 4. Por su parte, en las Figuras 7 a 10 se presentan los rendimientos a través de las diferentes combinaciones entre factores.

Tabla 4: *Parámetros morfológicos de cultivo durante el período crítico: hojas fotosintéticamente activas, índice de vigor, intercepción, intensidad de verde determinado mediante Green seeker y componentes numéricos del rendimiento. Tratamientos de manejo y nutrición en Maíz tardío. Pergamino, campaña 2014/15.*

Cultivar	Densidad (pl/ha)	N(s+f) kg/ha	Altura Planta	Vigor R2 (1-5)	Cobertura Intercepción (%)	Green seeker	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG/m ²	PG (g)
Syn 900 TDTG	55000	N125	280	3,2	80	0,75	10667	3579,4	298
Syn 900 TDTG	55000	N160	275	3,7	94	0,77	13733	3935,1	349
Syn 900 TDTG	55000	N200	270	3,6	95	0,79	16833	5465,4	308
Syn 900 TDTG	65000	N125	275	3,0	94	0,75	12267	3629,2	338
Syn 900 TDTG	65000	N160	270	3,7	96	0,72	12183	3593,9	339
Syn 900 TDTG	65000	N200	270	3,8	96	0,74	13317	4035,3	330
Syn 900 TDTG	75000	N125	290	3,2	90	0,75	11617	3376,9	344
Syn 900 TDTG	75000	N160	260	3,5	85	0,71	12300	3628,3	339
Syn 900 TDTG	75000	N200	275	3,8	90	0,73	12900	3544,0	364
SPS2721 TDTG	55000	N125	280	3,0	74	0,76	11100	3153,4	352
SPS2721 TDTG	55000	N160	265	3,2	85	0,76	12683	3513,3	361
SPS2721 TDTG	55000	N200	290	3,6	92	0,76	14767	4136,3	357
SPS2721 TDTG	65000	N125	260	2,5	88	0,61	11117	3368,7	330
SPS2721 TDTG	65000	N160	285	3,6	90	0,73	12100	3297,0	367
SPS2721 TDTG	65000	N200	285	3,5	94	0,75	11617	3009,5	386
SPS2721 TDTG	75000	N125	275	3,3	85	0,69	9950	2357,8	422
SPS2721 TDTG	75000	N160	265	3,3	84	0,71	12183	3214,6	379
SPS2721 TDTG	75000	N200	277	3,7	90	0,78	12633	3022,3	418
SYN 840 TDTG	55000	N125	240	2,8	80	0,65	8600	2721,5	316
SYN 840 TDTG	55000	N160	270	2,8	83	0,74	11467	3687,0	311
SYN 840 TDTG	55000	N200	270	3,5	90	0,75	11750	3415,7	344
SYN 840 TDTG	65000	N125	255	3,0	82	0,6	8700	2521,7	345
SYN 840 TDTG	65000	N160	250	2,5	78	0,5	10100	2686,2	376
SYN 840 TDTG	65000	N200	265	3,4	89	0,75	9883	2656,8	372
SYN 840 TDTG	75000	N125	235	2,5	75	0,58	9383	2621,0	358
SYN 840 TDTG	75000	N160	255	3,3	87	0,66	11017	3034,9	363
SYN 840 TDTG	75000	N200	270	3,8	94	0,72	12750	3531,9	361
SYN 860 TDTG	55000	N125	245	2,5	85	0,69	9783	2844,0	344
SYN 860 TDTG	55000	N160	260	3,0	92	0,73	12034	3528,9	341
SYN 860 TDTG	55000	N200	280	3,5	94	0,79	12367	3523,3	351
SYN 860 TDTG	65000	N125	270	2,7	85	0,68	8600	2275,1	378
SYN 860 TDTG	65000	N160	270	2,8	89	0,71	12050	3121,8	386
SYN 860 TDTG	65000	N200	280	3,8	93	0,76	12550	3185,3	394
SYN 860 TDTG	75000	N125	245	3,2	78	0,69	8467	2165,4	391
SYN 860 TDTG	75000	N160	270	3,0	88	0,69	10317	2751,1	375
SYN 860 TDTG	75000	N200	295	3,8	90	0,72	13500	3461,5	390
Correlación (r ² vs rendimiento)			0,33	0,42	0,46	0,38		0,82	0,02

Índice de Vigor: 1 mínimo 5-máximo

R2 Corresponde a los estados de cuajado de grano.

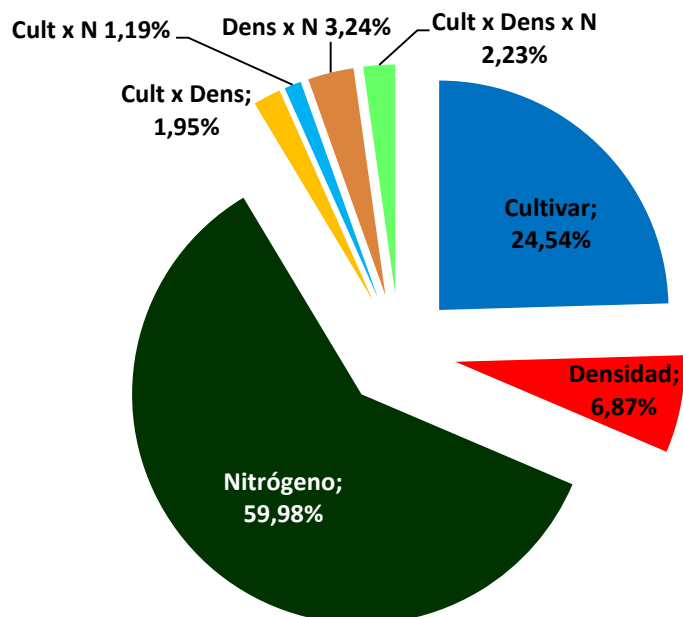


Figura 7: Contribución de diferentes factores y sus interacciones a la variabilidad en los rendimientos del experimento. **Fecha de siembra tardía.**

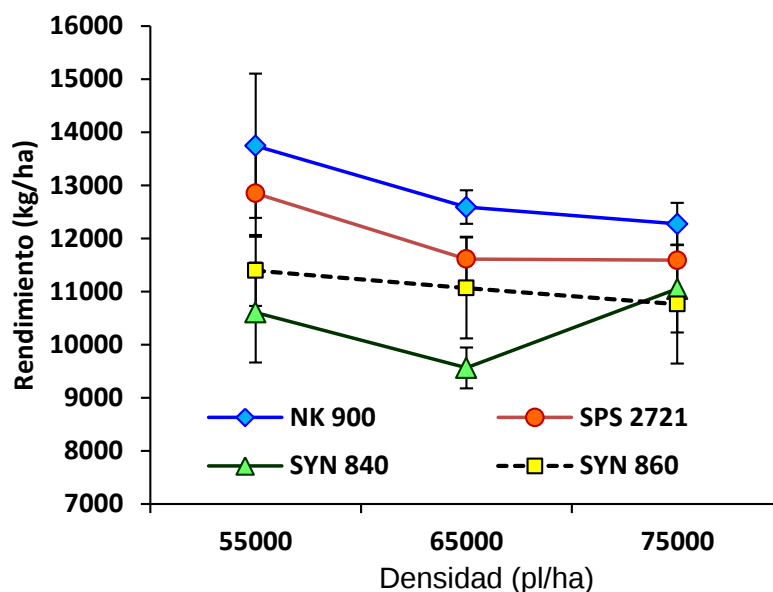


Figura 8: Comportamiento de tres cultivares de maíz frente a cambios en la densidad de siembra, promedio de tres niveles de N. **Fecha de siembra tardía.** INTA EEA Pergamino, campaña 2014/15.

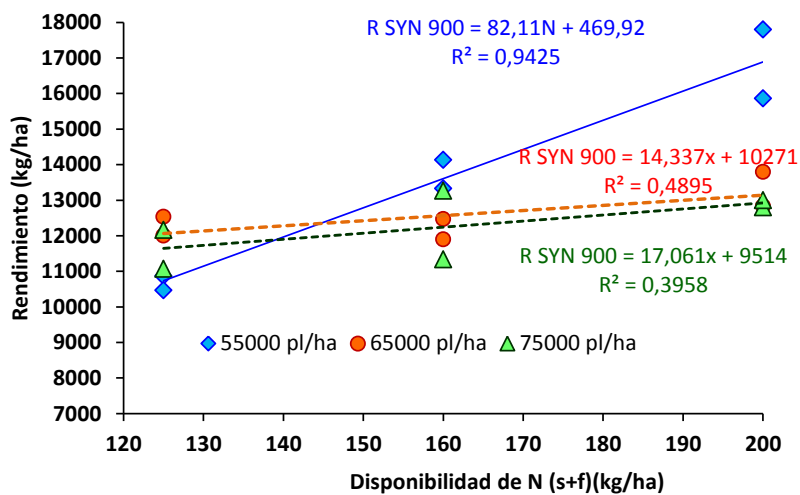


Figura 9.a. SYN 900 TDTG

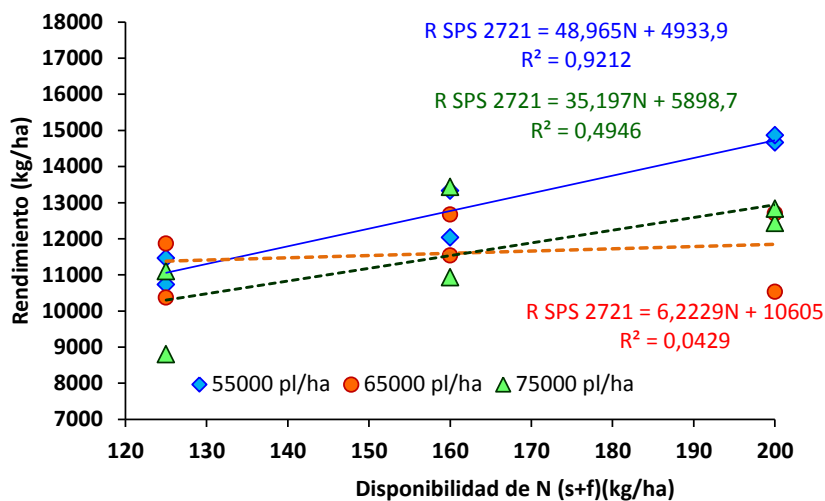


Figura 9.b. SPS 2721 TDTG

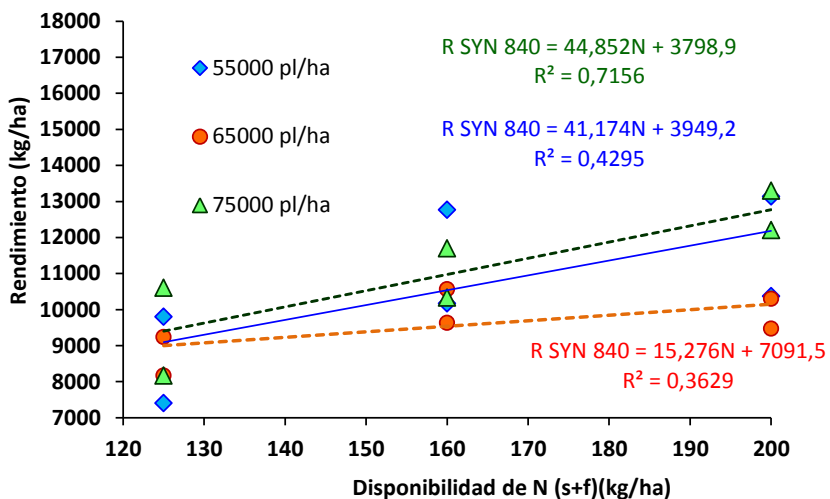


Figura 9.c. SYN 840 TDTG

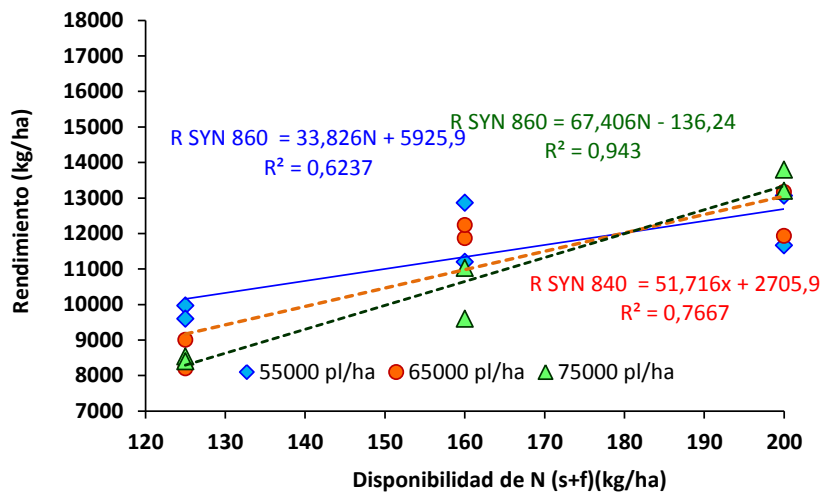


Figura 9.d. SYN 860 TDTG

Figura 9: Respuesta a la fertilización nitrogenada según densidad de plantas emergidas, para tres cultivares de Maíz: a) SYN 900 TDTG, b) SPS 2721 TDTG, c) SYN 840 TDTG y d) SYN 860 TDTG. **Maíz Tardío.** Pergamino, campaña 2014/15.

Sorprendentemente, en un año húmedo la **siembra tardía** alcanzó en promedio un rendimiento superior a la fecha temprana, con un promedio de 11591 kg ha^{-1} , siendo el máximo de 16833 kg ha^{-1} y mínimo de 8467 kg ha^{-1} (Tabla 4). Es probable que en la siembra tardía, la mayor oferta de N -especialmente la proveniente del suelo- sea una causa relevante de los rendimientos superiores en una campaña agrícola con predisposición al lavado de N. Se determinó efecto significativo de Cultivar, densidad y dosis de N ($P < 0,01$), así como también de la interacción Densidad x Dosis N ($P < 0,05$). Nuevamente, la partición de varianza jerarquiza como factores de variación los efectos de Dosis de N (59,9%), Cultivar (24,5%), Densidad (6,8%), y en menor medida la interacción Densidad x Nitrógeno (1,95 %)(Figura 5).

En esta siembra tardía, las interacciones de Cultivar con Densidad o Nitrógeno son de menor magnitud en comparación con la FS temprana (Tabla 4). Esto significa que los diferentes cultivares se comportan de manera más parecida, con mayor uniformidad, probablemente por la reducción en los niveles de estrés que podrían sufrir. La densidad de mayor rendimiento fue 55000 pl/ha (Figura 8): Los cultivares sembrados no necesitaría poblaciones altas para alcanzar niveles de producción altísimos (Figura 10.a). El óptimo se verificó 20000 pl/ha por debajo de la siembra temprana (Figura 6.a). SYN900 TDTG superó a SPS 2721 TDTG, y este a SYN860 TDTG y SYN840 TDTG (Figura 10.b). Nuevamente, los materiales de ciclo completo se impusieron sobre los intermedios.

* La respuesta a N se verificó en todos los cultivares y densidades, de manera lineal y significativa en todo el rango de dosis aplicado (Figura 9), así como agrupando todas las variables (Figura 10).c. Sin embargo, se verificó cierto grado de interacción triple: La respuesta a N fue mayor para la densidad más baja en los materiales de ciclo más largo: SYN 900 TDTG y SPS 2721 TDTG (Figuras 9.a y 9.b), pero se verificó el comportamiento inverso en SYN 860 con la mayor respuesta a N en alta densidad (75000 pl/ha, Figura 9.d).

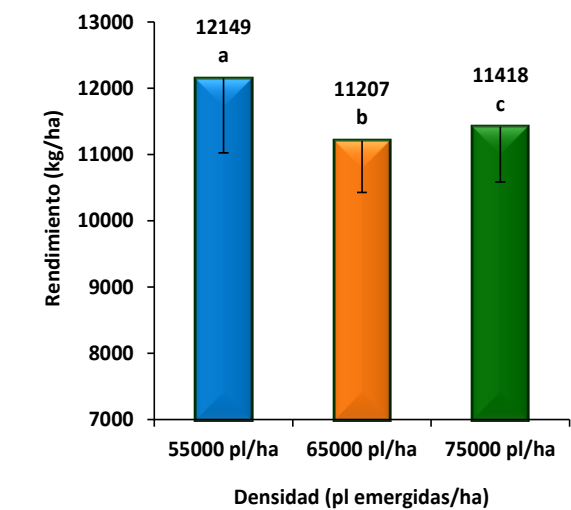


Figura 10.a

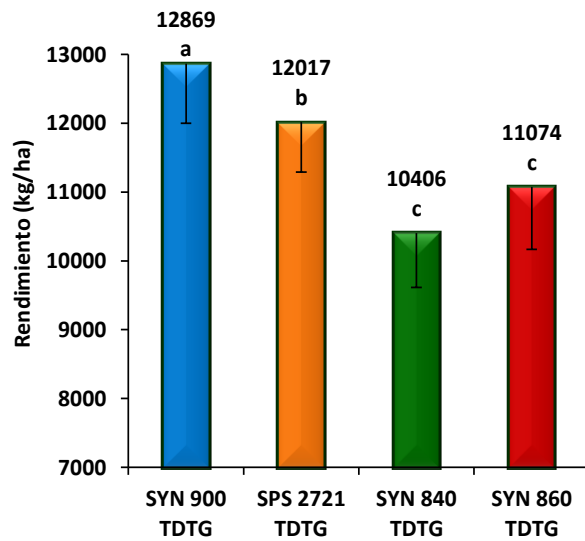


Figura 10.b

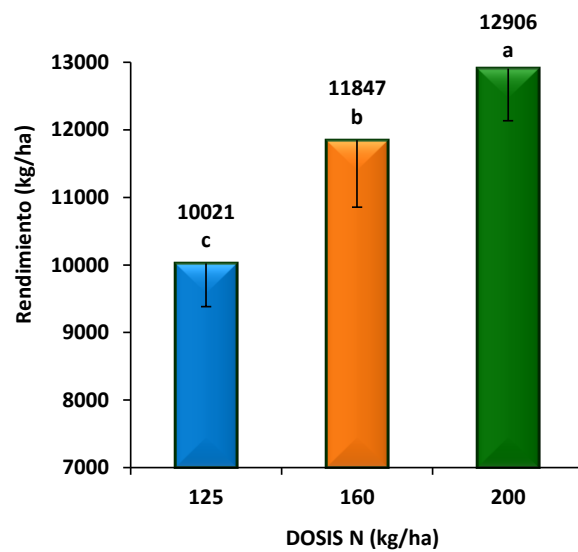


Figura 10.c

Figura 10: Rendimiento de **maíz tardío** promedio de tres factores principales: a) Densidad de plantas logradas, b) Genotipo y c) Dosis de N. Dentro de cada factor, letras distintas sobre

las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,01$). Las barras de error indican la desviación standard de la media. INTA EEA Pergamino, campaña 2014/15.

CONCLUSIONES

- * Los resultados obtenidos permiten aceptar las hipótesis propuestas, e identificar las mejores estrategias de producción para los sistemas evaluados. Es posible maximizar el rendimiento en Pergamino con siembras en **fechas tardías**, aun en un buen año climático. Bajo las características de suelo y clima de esta localidad, los ciclos completos maximizaron rendimiento en comparación con ciclos intermedios.
- * Para la **siembra temprana**, se observó una densidad óptima para cada cultivar -75000 pl/ha en SYN969 TDTG y SPS2721 TDTG, 85000 pl/ha en SYN 840 TDTG-. Se destaca la alta eficiencia de uso de N (EUN) en los tres materiales aumentando los rendimientos hasta la dosis máxima. De las interacciones evaluadas, Cultivar x Densidad fue la más destacada.
- * En la Fecha de **siembra tardía**, las interacciones se redujeron y el comportamiento entre cultivares fue más uniforme. El óptimo se verificó en la menor densidad a excepción de SYN 840 TDTG. Respetando la tendencia de los rendimientos, en SYN900 TDTG y SPS2721 TDTG la menor densidad también otorgó la máxima respuesta a N, observando el comportamiento inverso en SYN 860 TDTG.
- * Se concluye que el diseño sitio-específico de estrategias de producción cultivar – densidad – manejo y fertilización específicas es un aspecto sumamente relevante con la finalidad de maximizar el aprovechamiento del potencial que otorga la genética.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- *Andrade, F.H. 2002. Bases funcionales de la producción del cultivo de maíz. Su aporte a la economía sostenible. En: Satorre, E.H. (Ed.) Guía Dekalb del cultivo de maíz. Buenos Aires: Servicios y Marketing Agropecuario. pp. 14-19.
- *Ascheri, L. 2013. Siembra de Maíces tardíos. En: Jornada CREA Sur de Santa Fe. Maíz 2013. Venado Tuerto, 24 de Julio.
- *Bolsa de Comercio de Rosario. Consultado 16-May-2014. Disponible on-line <http://www.bcr.com.ar/Pages/GEA/estimaProd.aspx>
- *Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency – measurement and management. En: Fertilizer Best Management Practices: General Principles, Strategy for their Adoption and Voluntary Initiatives vs Regulations. 259 pp. Proc. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices. 7-9 March 2007. Brussels, Belgium. International Fertilizer Industry Association. Paris, France. pp. 1-28.
- *Ermácora, M., E. Gandino y M. Reyes. 2013. Ensayos comparativos de híbridos y planteos productivos: Convencional vs. Tardío. Ensayos Zonales de Maíz. Campaña 2012-13. Zona Norte de Bs. As.
- *Espósito, G.;W. Robledo, R. Bongiovanni, M. Ruffo, E. Diez y G. Balboa. 2012. Análisis del efecto año sobre la dosis variable de nitrógeno en maíz. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo "Latinoamérica unida protegiendo sus suelos"
- * Ferraris, G. y L. Couretot. 2013.a. Fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados en sistemas de producción de maíz tradicionales y tardíos. INTA EEA Pergamino. Informe técnico. 9 pp.
- * Ferraris, G. y L. Couretot. 2013.b. Fertilización Nitrogenada de maíz bajo tres escenarios productivos. Eficiencia, efecto de fuente y uso de inhibidores. En: Maíz. Resultados de experiencias. Pp 145-151.
- *Ferraris, G. y L. Couretot. 2014. Evaluación de fuentes fosforadas en Maíz tardío en el medio-oeste de Buenos Aires. Campaña 2011/12.
- * Ferraris, G., L. Couretot y M. Toribio. 2010. Pérdidas de nitrógeno por volatilización y su implicancia en el rendimiento del cultivo de maíz en Pergamino (Bs As). Efectos de fuente, dosis y uso de inhibidores. Mesa de Fertilidad y Nutrición de Cultivo. IX Congreso Nacional de Maíz. 1º Simposio Nacional de Sorgo. 4 pp.
- * Ferraris, G., G. Elías y ML Galetto. 2014. Pérdidas de nitrógeno por volatilización en maíces tardíos en Pergamino (Bs As). Efectos de fuente y dosis. MAIZ HD - X Congreso Nacional de Maíz. Area Suelos. Rosario, 3 al 5 de Setiembre de 2014.
- * Ferraris, G., L. Couretot y J. Urrutia. 2013. Respuesta a nitrógeno, azufre y zinc en maíz de siembra tardía en el medio-oeste de Buenos Aires. En: Maíz en Siembra Directa. Aapresid. 5 pp.

* Lavado, R. 2006. La región Pampeana: Historia, características y uso de sus suelos. En: Materia Orgánica "Valor Agronómico y Dinámica en Suelos Pampeanos" (ed. R Álvarez). Editorial. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. p. 1-12.

*Maddonni. G. 2009. Fecha de siembra como estrategia de manejo de agua en maíz. En: XVII Congreso Aapresid. Actas. Rosario, Santa Fe, 19 al 21 de agosto de 2009. Rosario: Aapresid. p. 195.

* Scharf, PC; NR Kitchen; KA Sudduth; JG Davis; VC Hubbard & JA Lory. 2005. Field-scale variability in optimal nitrogen fertilizer rate for corn. Agron. J. 97:452–461.