



Ensayos Zonales de Maíz. Campaña 2013-14 Zona Norte de Bs. As.

Ensayos sobre Tecnología de Nutrición y Estructura en Planteos de maíces tardíos: respuestas a la fertilización nitrogenada y a la densidad de siembra en la zona Norte de Bs. As.

Matías Ermacora-ZNBA-
Ezequiel Gandino ZNBA-
Máximo Reyes- ZNBA

Resumen:

Bajo las condiciones exploradas durante la campaña y bajo el esquema de experimentación definido, la variable nitrógeno sumada al efecto densidad explican más del 80% de la variabilidad de los resultados, sin presentar interacción entre sí y muy leve con la localidad y el ambiente. Las respuestas a nitrógeno se saturaron en 130 kg/ha N total en todas las localidades tanto en el ambiente loma como bajo. La densidad de plantas logradas que maximizó los rendimientos fue la de 65 mil plantas/ha en todas las localidades tanto en el ambiente loma como bajo, con caídas muy importantes en planteos de 52 mil plantas/ha y sin incrementos de rendimiento por aumentar la densidad a 82 mil plantas/ha. La combinación con mejor resultado económico fue la de 130 N total y 65 mil plantas/ha.

Datos últimos tres campañas:

Las respuestas en rendimiento a ofertas crecientes de nitrógeno en los planteos de maíz tardío se presentan con una reducción notable en su variabilidad y definen un rango de saturación de respuesta más acotado (100 a 140 vs 120 a 190 kg/ha N total) y con un valor promedio de umbral de respuesta algo menor (120 vs 160 kg/ha N total) respecto a los planteos de maíces tempranos.

Con respecto a densidad de plantas logradas en planteos de fecha tardía, los rendimientos se maximizaron con 66 mil plantas/ha, sin cambios importantes en las curvas que ajustan los máximos y mínimos rendimientos. El análisis económico marca valores de densidad óptima de 63, 65 y 68 mil plantas/ha para la curva de mínimos, medios y máximos rendimientos. El manejo de la densidad en fecha de siembra temprana presenta un rango más amplio de densidades (de 50 a 77 mil plantas/ha) y define un valor de densidad óptimo económico sobre la curva de rendimientos medios de 73 mil plantas/ha.

1) Introducción:

Entre los determinantes más importantes de la brecha existente entre el rendimiento potencial de maíz y el alcanzado a campo, la disponibilidad de agua y nitrógeno son los factores de mayor importancia en nuestra zona de producción. Los planteos de maíces en fechas de siembra tardía, apuntan a asegurar la oferta de agua durante los momentos más críticos del cultivo para la determinación del rendimiento, permitiendo asegurar uno de estos factores. El otro factor, está fuertemente bajo control de los productores, a través del manejo de la fertilización nitrogenada, en los frecuentes sistemas de producción de secano del Norte de Buenos Aires. La respuesta a la fertilización con este nutriente está condicionada por la variabilidad de las condiciones climáticas, de suelo y de la estructura de los cultivos. Dichas respuestas en planteos de fecha de siembra convencional, han sido evaluadas y reportadas en numerosas campañas y, las decisiones de fertilización con estos nutrientes se apoyan en una base de información sólida que permite, en el caso de nitrógeno, predecir respuestas incorporando factores de variabilidad climáticas y edáficas con un alto grado de certeza y factores reductores de rendimiento como fósforo y azufre (Maicero). Sin embargo, el manejo de la nutrición nitrogenada en planteos de fecha de siembra tardía no ha podido ser predicha por los modelos de simulación con el mismo grado de precisión y, la generación de información experimental de base a campo, resulta imprescindible para continuar con la evaluación y ajustes del comportamiento de los modelos en las distintas situaciones de producción en fecha de siembra tardía y así agregar un mayor grado de certeza al incorporar estas herramientas a la toma de decisiones de fertilización nitrogenada en el cultivo. Otro componente importante del armado del planteo de maíz en fechas de siembra tardía y que tiene que ver con tecnología de estructura es la densidad de plantas a lograr. El rápido cierre de surco, el mayor porte logrado por las plantas y la menor tasa de crecimiento por planta durante el período crítico en relación a los recursos disponibles, hacen que normalmente bajemos la densidad objetivo. Pero cuánto? Existen trabajos que sugieren mantener la densidad como consecuencia de los altos rendimientos alcanzados bajo este sistema de producción. Estos dos componentes del planteo tecnológico del cultivo de maíz en fecha tardía pueden tener su particular combinación económicamente óptima en función del ambiente explorado. El éxito del planteo de maíz en siembra tardía nos permite ir ajustando cada uno de los componentes tecnológicos que hacen al armado del cultivo con el objetivo de hacer más eficiente el uso de los recursos e insumos. Es por ello que, durante la campaña 2013-14 del cultivo de maíz (y por tercera campaña consecutiva), tres ensayos de fertilización nitrogenada combinada con tres niveles de densidad en grandes franjas a campo fueron llevados a cabo por el CREA Zona Norte de Bs. As. con el objetivo de sustentar decisiones de manejo para el desarrollo del cultivo de maíz tardío en la región. Estos tratamientos exploraron dos situaciones ambientales contrastantes: loma y bajo en cada uno de los ensayos planteados sobre las sub regiones de la zona norte de Bs.As.

Objetivo de los ensayos:

Generar información necesaria para mejorar el estado actual del conocimiento sobre las respuestas a la fertilización nitrogenada y a la densidad del cultivo de Maíz en fecha de siembra tardía en la zona norte de Bs. As.

1.1) Objetivos:

- i) Analizar las respuestas físicas y económicas a la fertilización nitrogenada y a la densidad de siembra en planteos de maíces tardíos sobre ambientes contrastantes explorando además, potenciales de rendimiento.
- ii) Comparar modelos de respuesta a nitrógeno en planteos de maíz temprano y tardío.
- iii) Buscar la densidad óptima económica y comparar respuesta a la densidad en planteos de maíz temprano y tardío
- iv) Ampliar la discusión generando información de densidad en maíces tardíos con fechas contrastantes utilizando modelo de simulación.

2) Metodología y determinaciones:

Los ensayos fueron planteados cruzando dos ambientes productivamente contrastantes (Loma y Bajo) homogéneos dentro de cada sub ambientes. La siembra de los tratamientos y su manejo respondió a un buen planteo productivo de la región. Fueron sembrados en fechas tardías dentro de un rango de fecha óptimo, logrando una alta homogeneidad en el planteo y se realizó un correcto control de malezas (barbecho, pre emergentes y glifosato en V6). Para unificar genética se utilizó el híbrido DK 7210 VT3Pro. En cuanto a la fuente de los diferentes nutrientes, se usó como fuente de nitrógeno Urea incorporada en el momento de la siembra. La fertilización fosforada, común para todos los tratamientos, apuntó a no limitar las respuestas utilizando 140 kg/ha MAP (Cuadro 1). Las parcelas fueron de aproximadamente 200 m de largo y de 12-14 surcos de ancho.

Para definir los tratamientos de nitrógeno (kg N total), se utilizaron los datos de análisis de suelo tomados sobre la superficie del ensayo. Para esto, previo a la siembra se tomaron muestras de 0-20 cm sobre las que se determinó contenido de N-NO₃, P extractable (K&B I), S-SO₄ (acetato de amonio), MO, pH y humedad. En profundidad (20-40 y 40-60 cm) sólo se hicieron determinaciones de N-NO₃ y humedad. Las muestras fueron enviadas a un mismo laboratorio. Los tratamientos vinculados con nitrógeno quedaron definidos a partir de la oferta del suelo + fertilizante fosforado + fertilizante nitrogenado (Figura 1).

Con respecto a los tratamientos vinculados a densidad, fueron planteados tres niveles de densidad en cada uno de los niveles de nitrógeno (3x3); la densidad frecuentemente utilizada en estos sistemas y dos densidades extremas bajo el mismo manejo de alta producción (Figura 1). Esta estructura de ensayo permitió analizar las respuestas a nitrógeno en tres curvas pertenecientes a cada densidad y viceversa.

Se llevó el registro de la fecha de siembra, fecha de emergencia, floración, R3, R5 y madurez del cultivo. Alrededor del estado de V6, se determinó la densidad de plantas logradas a través del recuento del número total de plantas en seis segmentos de 10 m². Al estado de R1, R3 y R5.5 fue medida la proporción de radiación interceptada por el canopeo fotosintéticamente activo utilizando un radiómetro de barra cuántico (Cavadevices).

Previo a cosecha y en 6 repeticiones se determinó el n° plantas y espigas a cosecha en una superficie de 10 m² por tratamiento.

La cosecha de las grandes franjas a campo fue realizada con maquinaria propia del campo y pesadas en monotolvas con balanza. Una muestra de grano de cada tratamiento fue guardada para la estimación de los

componentes del rendimiento. Los datos se expresaron a humedad comercial (14.5%). Los objetivos y la metodología fueron definidos en Mesa de Asesores.

Esquema ensayos de fertilización nitrogenada y densidad:

140 Kg/ha Map								
Densidad pl/m2			Densidad pl/m2			Densidad pl/m2		
5.2	6.7	8.2	5.2	6.7	8.2	5.2	6.7	8.2
N Total 130 kg/ha	N Total 130 kg/ha	N Total 130 kg/ha	N Suelo	N Suelo	N Suelo	N Total 180 Kg/ha	N Total 180 Kg/ha	N Total 180 Kg/ha

Figura 1: esquema de conducción de los ensayos y descripción de los tratamientos

Manejo de los ensayos:

Campo	Localidad	Ambiente	SSuelo	FSbra(Em)	Antec	DES	Fert Nitrog	Fert fosf	NSuelo(kg/ha)	Pinicial (ppm)	Sinicial (ppm)	MO %	pH
LaHerrería	SAAreco	Loma	Solis	6/12 (11/12)	S1°	52	Urea a la Sbra	140 MAP	72	8.4	3.2	3.07	6.1
		Bajo						140 MAP	76	12.3	3.1	2.95	6.0
Sta María	Rojas	Loma	Rojas	2/12 (8/12)	T/S	52	Urea a la Sbra	140 MAP	66	5.6	2.3	3.50	6.1
		Bajo						140 MAP	70	5.1	3.1	3.22	6.0
Lombardo	Bragado	Loma	Bolivar	30/11 (5/12)	C/S	70	Urea a la Sbra	140 MAP	60	28.1	9.0	1.53	6.3
		Bajo	Bragado					140 MAP	60	8.1	2.0	2.16	6.2

Cuadro 1: Campo, localidad de referencia, ambiente, serie suelo, fecha de siembra (y emergencia), cultivo antecesores, distancia entre surco, fuente y momento del fertilizante nitrogenado, fuente y dosis del fertilizante fosforado, valores de nitrógeno (0-60 cm), fósforo y azufre (0-20 cm) inicial, porcentaje de materia orgánica y pH (0-20 cm).

3) Resultados:

Analizando el conjunto de los datos, se observan leves interacciones entre localidad y las variables densidad y nitrógeno por lo que se analizan los resultados por sitios. No se observan interacciones entre nitrógeno y densidad, tampoco entre ambiente y nitrógeno. El nivel de nitrógeno ofertado explicó casi el 50% de la variabilidad de los resultados y la densidad el 31% (Cuadro 2).

Variable	DF	SS	%SCT	MS	F	P
LOCALIDAD (A)	2	4483302	15.2	2241651	162.83	0.000
AMBIENTE (B)	1	158763	0.5	158763	11.53	0.002
NITR (C)	2	1.46E+07	49.3	7291389	529.63	0.000
DENSIDAD (D)	2	9089402	30.8	4544701	330.12	0.000
C*D	4	94429.1	0.3	23607.3	1.71	0.175
B*C	2	129006	0.4	64502.9	4.69	0.018
B*D	2	133248	0.5	66624.1	4.84	0.016
A*B	2	102448	0.3	51224	3.72	0.037
A*C	4	119605	0.4	29901.2	2.17	0.108
A*D	4	267676	0.9	66919.1	4.86	0.004
A*B*C*D	28	385474	1.3	13766.9		
TOTAL	53	2.96E+07	100.0			

Cuadro 2: análisis de varianza del rendimiento para las variables involucradas en la evaluación: Localidad, Ambiente (Loma y Bajo) Nivel de nitrógeno total ofertado, Densidad de plantas logradas y sus interacciones.

a) Lombardo, Bragado:

La variabilidad de los resultados estuvo explicada en un 52% por los niveles de nitrógeno explorados y un 47% por la densidad de siembra evaluada. No existieron diferencia entre ambientes, tampoco interacción con las variables analizadas. Se observaron diferencias significativas entre densidades y niveles de N explorados, sin interacción fuerte entre estas variables

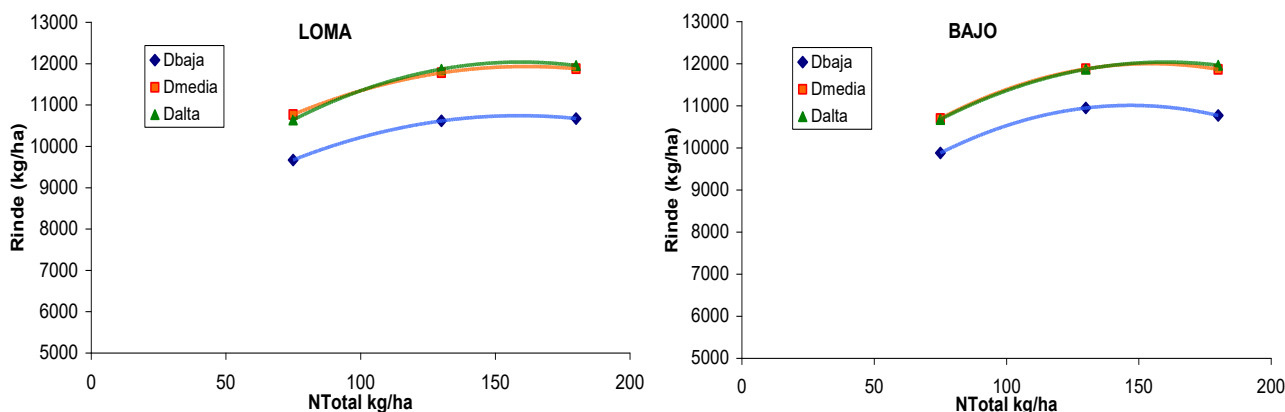


Figura 2: respuesta a ofertas crecientes de nitrógeno como nitrógeno total (suelo 0-60 cm + N fertilizantes), bajo tres densidades de siembra diferenciado entre Loma y Bajo en la localidad de Bragado.

Fertilización	Rinde (kg/ha)	PI Cos/10m2	Esp/10m2	n° Granos/m2	P 1000(grs)	Granos/esp	Rta EconU\$\$/ha
180 Ntotal	11516 a	65.5	66.4	3348	344.7	509	21
130 Ntotal	11491 a	65.6	66.4	3339	344.7	508	78
N Suelo (75)	10387 b	65.4	65.5	3147	331.1	485	0
Probabilidad	0.00	0.74	0.12	0.00	0.00	0.00	///
DMS (%5)	86	1	1	25	1.1	5	///
Densidad	Rinde (kg/ha)	PI Cos/10m2	Esp/10m2	n° Granos/m2	P 1000(grs)	Granos/esp	Rta EconU\$\$/ha
Alta (8.2)	11494 a	80.6	77.5	3478	330.2	449	61
Media (6.7)	11476 a	65.7	66.7	3419	335.4	513	95
Baja (5.2)	10424 b	50.3	54.1	2937	354.8	542	0
Probabilidad	0.00	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	///
DMS (%5)	86	1	0.6	25	1.1	5	///

Cuadro 3: rendimiento y componentes para cada uno de los tratamientos de nitrógeno y densidad evaluados (promedio de ambiente y tratamiento) y la respuesta económica en relación al tratamiento de menor costo (Nsuelo y baja densidad) en la localidad de Bragado. PN maíz 130 U\$\$/Tn Urea 550 U\$\$/Tn y semilla maíz 200 U\$\$/ bolsa

Respecto a nitrógeno, se observó una respuesta importante entre el nivel de nitrógeno inicial (75 kg/ha) y el tratamiento que exploró los 130 kg/ha N total. No se observaron respuestas mas allá de los 130 kg/ha nitrógeno ofertado (Figura 2 y Cuadro 3). Observando el nivel de senescencia relativo del cultivo en sus distintas etapas fenológicas, los valores de intercepción de radiación y los componentes del rendimiento de los distintos tratamientos que exploraron un amplio rango de nitrógeno ofertado, podemos estimar cuando el cultivo experimentó desbalances entre la oferta y demanda de nitrógeno. A la floración de los cultivos, los valores de intercepción de radiación eran similares entre tratamiento (entre 88 y 90 %) y a partir de allí comenzaron a marcarse las diferencias afectando a todos los componentes del rendimiento. Aumentó el n° granos cosechados por aumentos en el n° granos/espiga fijados en cada situación. No hubo cambios importantes en la cantidad de espigas cosechadas. Además, hubo efecto sobre el componente peso de grano. La respuesta económica a la fertilización nitrogenada en relación al testigo alcanzó los 78U\$\$/Ha (Cuadro 2). Ofertas de 180 kg/ha de N no modificaron el n° espigas

cosechadas ni el n° granos/espiga; tampoco modificaron el peso de los granos. Se perdieron 57 U\$\$/ha por aumentar la oferta de 130 a 180 kg/ha N total. Para la variable de manejo Densidad, se observaron caídas importantes por bajar densidad y no se logró aumentar el rendimiento con aumentos en la densidad de plantas logradas. Las bajas densidades interceptaron entre el 75 y 80% de la radiación interceptada, mientras que la densidad media y alta entre el 90 y 95% durante el período crítico. Al bajar densidad, cayó el número de grano ya que la reducción en la cantidad de espigas no fue compensada por aumentos en el número granos/espiga. El peso de granos aumentó pero no compensó la caída en granos. Por otro lado, al aumentar la densidad de plantas, aumentó la cantidad de espigas (no en la misma proporción), acompañado de una reducción en el número de granos/espiga de la misma magnitud y se registró una leve caída en el peso de los granos. En términos económicos, el aumento del gasto en semilla no fue acompañado por mejoras en el resultado (Figura 2 y Cuadro 3).

b) Santa María, Rojas:

La variabilidad de los resultados estuvo explicada en un 56% por los niveles de nitrógeno explorados y un 36% por la densidad de siembra evaluada. Existieron leves diferencia entre ambientes, sin interacción con nitrógeno y leve con la densidad. Se observaron diferencias significativas entre densidades y niveles de N explorados, sin interacción entre estas variables.

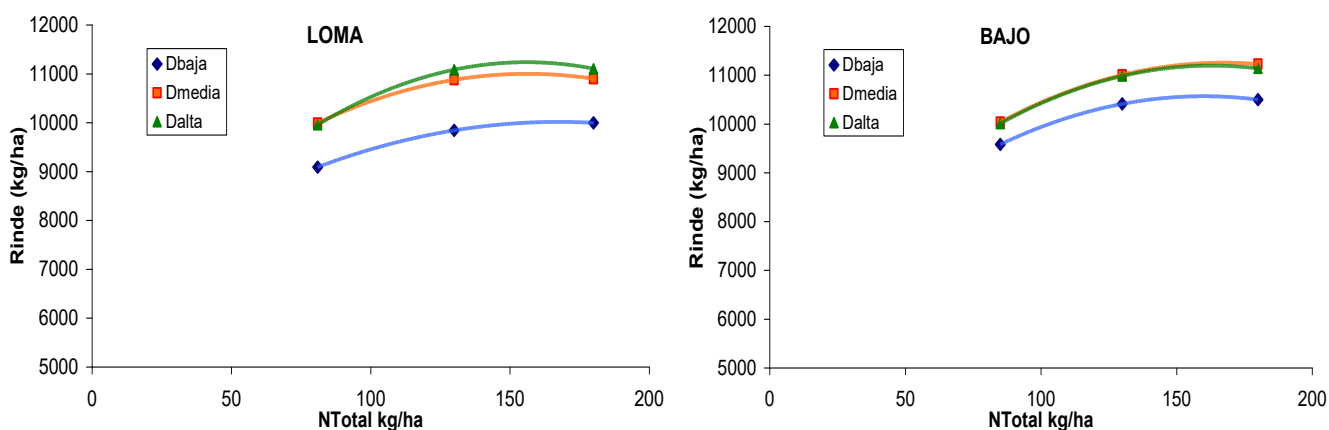


Figura 3: respuesta a ofertas crecientes de nitrógeno como nitrógeno total (suelo 0-60 cm + N fertilizantes), bajo tres densidades de siembra diferenciado entre Loma y Bajo en la localidad de Rojas.

Tratamiento	Rinde (kg/ha)	PI Cos/10m2	Esp/10m2	n° Granos/m2	P 1000(grs)	Granos/esp	Rta EconU\$\$/ha
180 Ntotal	10811 a	67.3	65.7	3361	321.8	516	14
130 Ntotal	10700 a	66.6	66.0	3340	320.5	511	60
N Suelo (83)	9778 b	66.7	65.3	3138	311.9	486	0
Probabilidad	0.00	0.10	0.14	0.00	0.00	0.00	///
DMS (%5)	117	0.7	1	66	3.6	7	///
Tratamiento	Rinde (kg/ha)	PI Cos/10m2	Esp/10m2	n° Granos/m2	P 1000(grs)	Granos/esp	Rta EconU\$\$/ha
Alta (8.2)	10713 a	80.2	75.9	3423	312.9	451	41
Media (6.7)	10673 a	65.3	64.8	3340	319.6	515	74
Baja (5.2)	9903 b	55.2	56.2	3077	321.7	548	0
Probabilidad	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	///
DMS (%5)	117	0.7	1	66	3.6	7	///

Cuadro 4: rendimiento y componentes para cada uno de los tratamientos de nitrógeno y densidad evaluados (promedio de ambiente y tratamiento) y la respuesta económica en relación al tratamiento de menor costo (Nsuelo y baja densidad) en la localidad de Rojas. PN maíz 130 U\$\$/Tn Urea 550 U\$\$/Tn y semilla maíz 200 U\$\$/ bolsa

El comportamiento de los tratamientos fue similar a lo observado en Bragado, donde las respuestas a nitrógeno se saturaron en 130 kg/ha y las respuestas en densidad de plantas se maximizaron en 65 mil plantas/ha. Los componentes del rendimiento tuvieron el mismo comportamiento. La correcta decisión de fertilización nitrogenada junto a la densidad pudieron determinar diferencias económicas entre 80 y 130 U\$\$/ha (Figura 3 y Cuadro 4).

c) La Herrería, S A Areco:

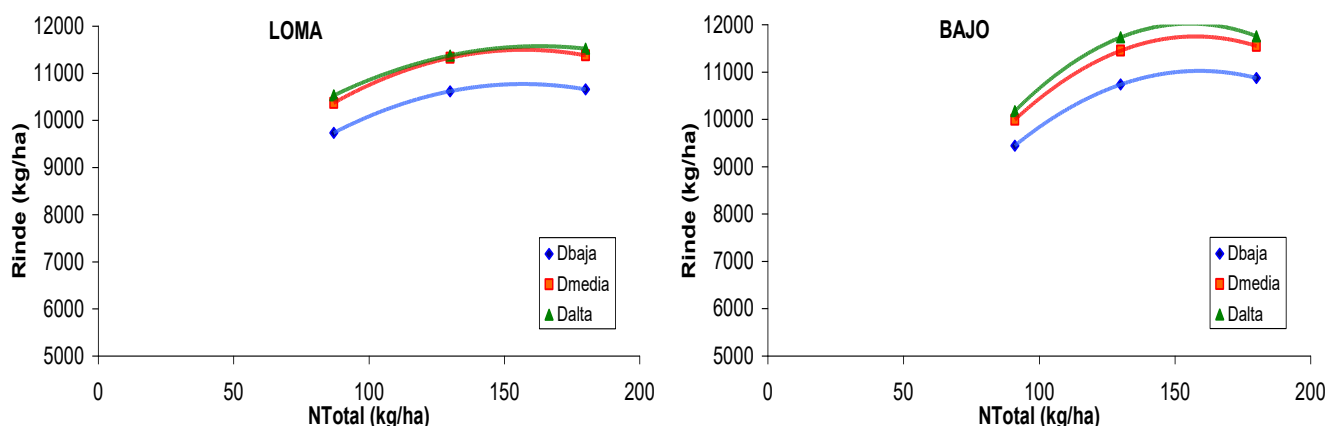


Figura 4: respuesta a ofertas crecientes de nitrógeno como nitrógeno total (suelo 0-60 cm + N fertilizantes), bajo tres densidades de siembra diferenciado entre Loma y Bajo en la localidad de SA Areco.

Tratamiento	Rinde (kg/ha)	PI Cos/10m2	Esp/10m2	n° Granos/m2	P 1000(grs)	Granos/esp	Rta EconU\$\$/ha
180 Ntotal	11290 a	66.2	64.8	3702	305.6	581	54
130 Ntotal	11207 a	66.2	64.9	3691	304.2	578	104
N Suelo (89)	10040 b	66.4	64.3	3468	290.5	547	0
Probabilidad	0.00	0.74	0.10	0.00	0.00	0.00	///
DMS (%5)	91	1	0.5	51	2.4	6	///
Tratamiento	Rinde (kg/ha)	PI Cos/10m2	Esp/10m2	n° Granos/m2	P 1000(grs)	Granos/esp	Rta EconU\$\$/ha
Alta (8.2)	11182 a	81.1	78.5	3885	287.6	495	39
Media (6.7)	11011 b	64.3	62.8	3673	299.6	585	60
Baja (5.2)	10344 c	53.5	52.7	3302	313.1	627	0
Probabilidad	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	///
DMS (%5)	91	1	0.5	51	2.4	6	///

Cuadro 5: rendimiento y componentes para cada uno de los tratamientos de nitrógeno y densidad evaluados (promedio de ambiente y tratamiento) y la respuesta económica en relación al tratamiento de menor costo (Nsuelo y baja densidad) en la localidad de S A Areco. PN maíz 130 U\$\$/Tn Urea 550 U\$\$/Tn y semilla maíz 200 U\$\$/ bolsa

La variabilidad de los resultados estuvo explicada en un 69% por los niveles de nitrógeno explorados y un 28% por la densidad de siembra evaluada. Sin diferencias entre ambientes y con leve interacción con nitrógeno. Se observaron diferencias significativas entre densidades y niveles de N explorados, sin interacción entre estas variables.

Las respuestas a nitrógeno se saturaron en 130 kg/ha y las respuestas en densidad de plantas se maximizaron en 65 mil plantas/ha. La correcta decisión de fertilización nitrogenada junto a la densidad pudieron determinar diferencias económicas entre 70 y 160 U\$\$/ha (Figura 3 y Cuadro 4).

3.1) Rendimiento y oferta total de nitrógeno. Temprano vs. Tardío:

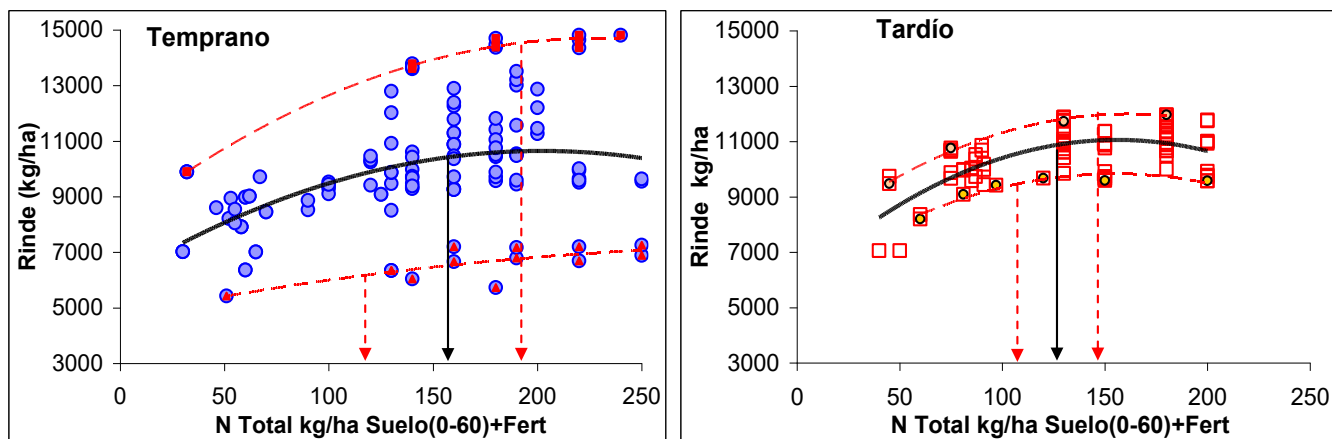


Figura 6: rendimiento en kg/ha en función de la oferta total de nitrógeno disponible como la suma de N suelo (0-60 cm) + fertilizantes diferenciados entre planteos de maíz temprano (izq) y maíz tardío (der) ajustados por función cuadrática

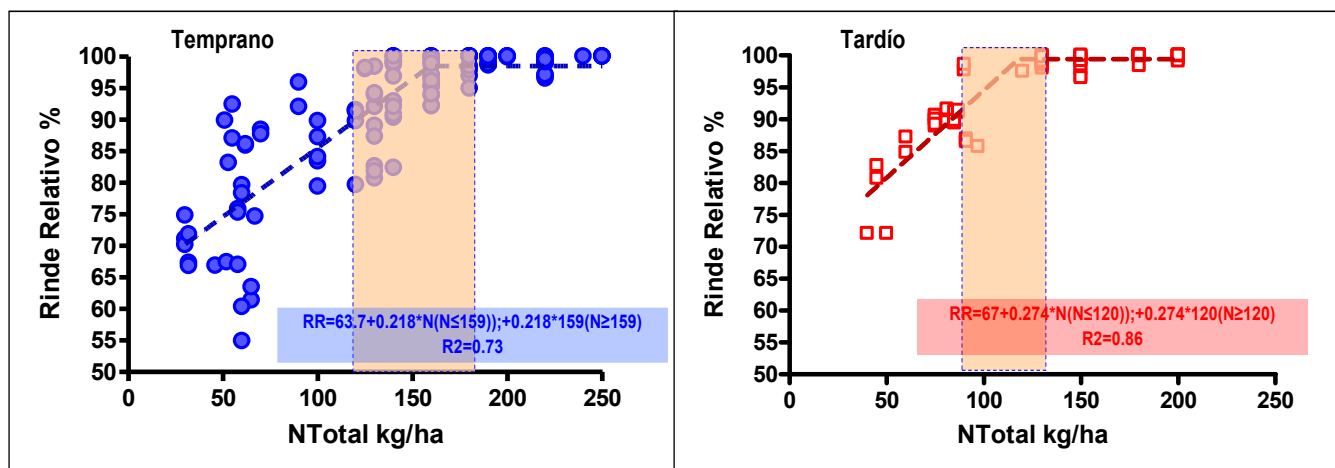


Figura 7: rendimiento relativo (campaña y sitio) en % en función de la oferta total de nitrógeno disponible como la suma de N suelo (0-60 cm) + fertilizantes diferenciados entre planteos de maíz temprano (izq) y maíz tardío (der) ajustados por función bilineal.

La variable nitrógeno total disponible en maíces tempranos explicó el 73% de la variabilidad de los rendimientos relativos a partir de una función bi lineal con un punto de quiebre en los 160 (± 8) kg/ha de N total y un valor de pendiente de 0.218 % por unidad de nitrógeno ofertado. Por su parte y con menor cantidad de datos en maíces tardíos, el nitrógeno total explicó el 86% de la variabilidad de los rendimientos relativos con un punto de quiebre en los 120 (± 5) kg/ha de N total y un valor de pendiente de 0.274% por unidad de nitrógeno en la zona de respuesta lineal de la función de ajuste bi lineal (Figura 7).

Ajustando los datos con la función cuadrática, las respuestas a ofertas crecientes de nitrógeno se maximizan en 160 kg/ha N en tempranos y en 130 kg/ha N en tardíos achicando la variabilidad de manera significativa (Figura 6).

La primera diferencia entre los dos modelos (Temprano vs Tardío) a la hora de analizar las respuestas a la fertilización nitrogenada tiene que ver con la naturaleza propia de los planteos analizados. Los maíces en fecha de siembra tardía disminuyen significativamente la variabilidad de sus rendimientos en

comparación con los planteos en fecha de siembra convencional, por lo tanto las diferencias en el valor de umbral de respuesta a nitrógeno entre planteos tendrá que ver con la variabilidad que se incorpora con la base de datos. Si la base de datos de los planteos de fecha de siembra temprana incorpora ensayos realizados en campañas y/o ambientes de media y alta productividad, el umbral estará sesgado hacia valores más altos de nitrógeno (ej entre 160 y 200 kg/ha N). Si por el contrario, en la base de datos hay mayor proporción de situaciones de productividad media a baja, el umbral de respuesta a nitrógeno se moverá hacia valores más bajos de nitrógeno inicial (ej entre 120 y 160 kg/ha N). Esta es la variabilidad que, en el caso de maíces tardíos es significativamente menor y el punto de quiebre de las respuestas a nitrógeno más precisa (Figura 6 y 7).

El otro aspecto para entender las respuestas diferenciales entre planteos es que más allá de lo cuantitativo (oferta total de nitrógeno y rendimiento) existen marcadas diferencias en la relación oferta/demanda de nitrógeno a lo largo del ciclo del cultivo, claramente más sincronizada en los planteos de maíces tardíos.

4) Resultados ensayos Densidad, campañas 2012-13 y 2013-14

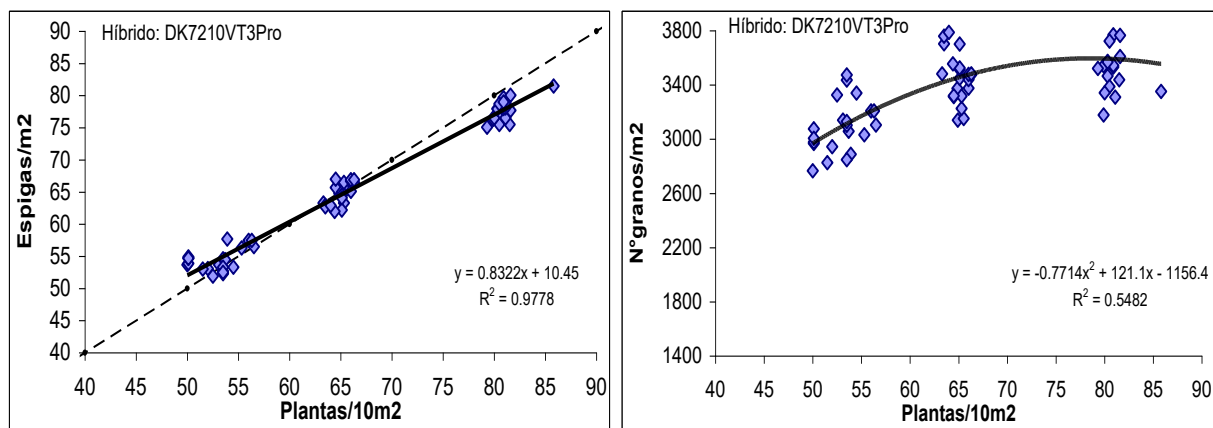


Figura 8: cantidad de espigas (izq) y granos/m² (der) fijados en función de la densidad de plantas logradas usando el híbrido Dk7210VT3Pro

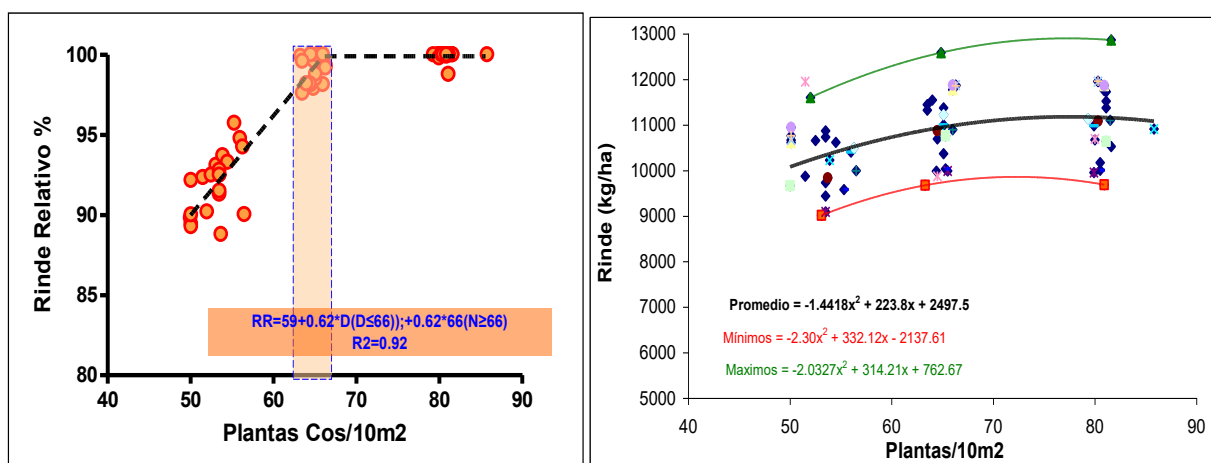


Figura 9: rendimiento relativo % (izq) y en kg/ha (der) en función de la densidad de plantas logradas. Híbrido Dk 7210 VT3Pro, últimas dos campañas, 6 localidades.

Bajas densidades (53 mil plantas/ha) no compensan la caída en el n° espigas a cosecha y no logran fijar la misma cantidad de granos/m² (Figura 8). Parte de la

explicación de la falta de capacidad para compensar rendimiento a través de ajustes en el número granos/espiga y por aumentos de menor proporción en el peso de grano puede estar explicada por las caídas en los valores de intercepción de radiación observados a partir de R1 (Figura 10) con diferencias marcadas durante el llenado, más marcadas con distancia de siembra a 70cm. Sin embargo, trabajos citan a limitaciones de destino como la variable que explica la caída de rendimientos al reducir la densidad de plantas dentro de las fechas óptimas de siembra para maíces tardíos (primera quincena de diciembre). Las altas densidades (82 mil plantas/ha) no generan aumentos importantes en el n°granos/m² logrados (Figura 8). La función bi lineal de ajuste define un valor de 66±2 mil plantas/ha (Figura 9)

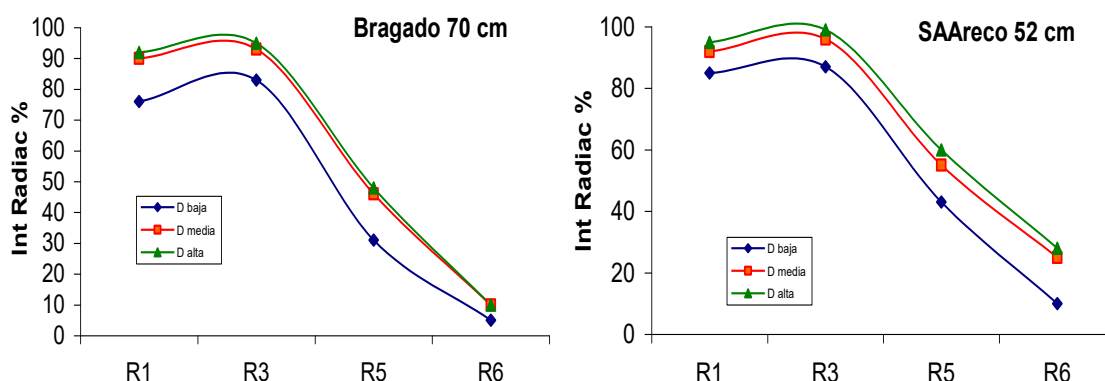


Figura 10: valores de intercepción de radiación medidos durante el ciclo del cultivo para las tres densidades de siembra evaluadas bajo el modelo de 130 kg N total en dos de los campos.

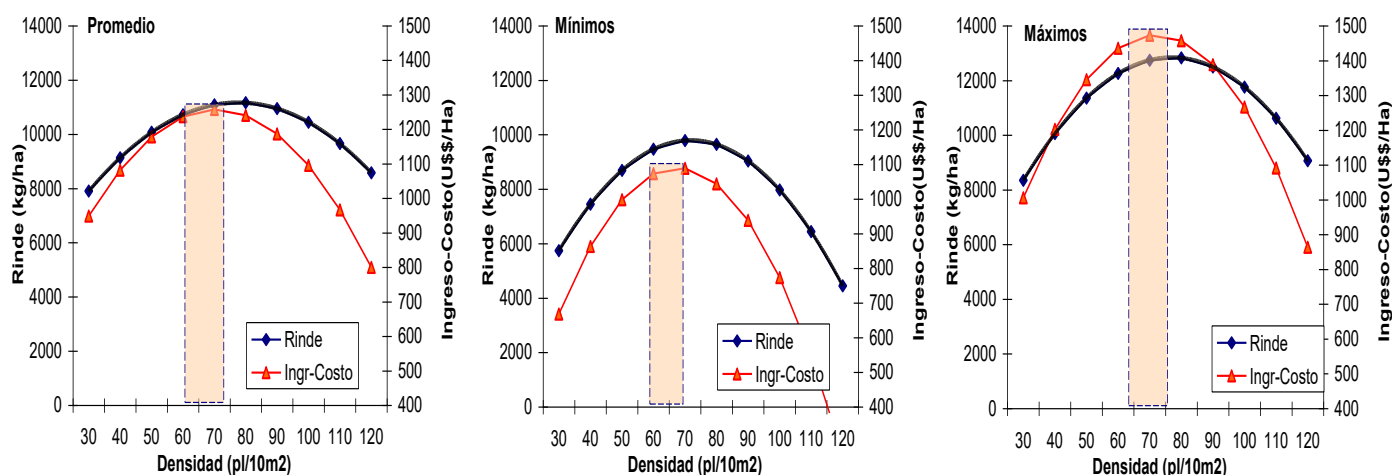


Figura 11: rendimientos calculados con la función polinómica de ajuste promedio, de mínimos y máximos rendimientos y diferencia entre ingreso y costo con aumento de densidades.

El análisis económico de la curva promedio, de mínimo y de máximos rendimientos, marca una densidad óptima económica de 65, 63 y 68 mil plantas/ha (Figura 11). La densidad óptima económica en fecha de siembra temprana presenta mayor rango de variabilidad (entre 50 y 77 mil plantas, datos no presentados) y sobre curva de ajuste promedio define un valor de 73 mil plantas/ha (Figura 12).

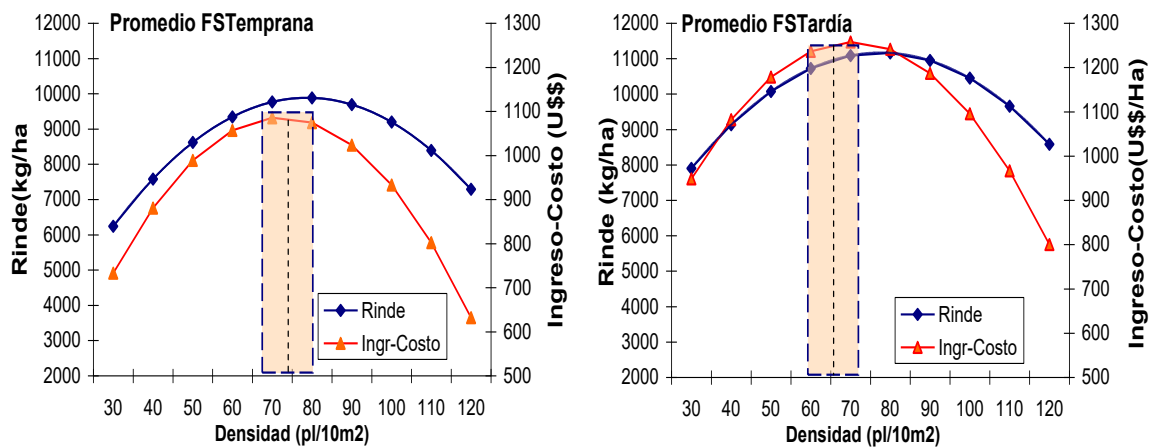


Figura 12: rendimientos calculados con la función polinómica de ajuste promedio para fecha de siembra temprana y tardía y diferencia entre ingreso y costo con aumento de densidades.

4.1) Densidad y Fecha de siembra. Rendimientos simulados

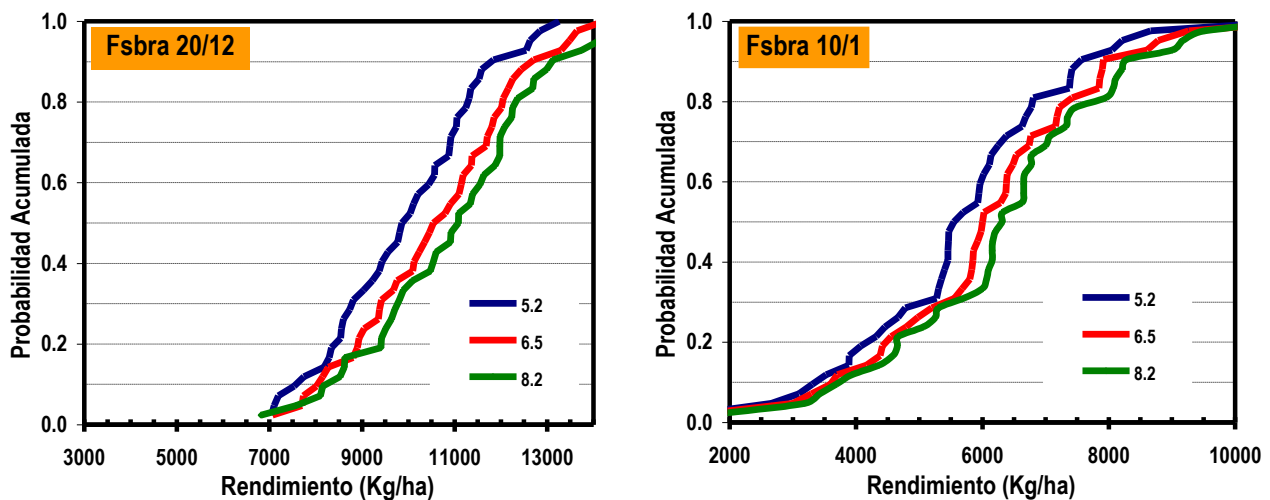


Figura 13: probabilidad acumulada de rendimiento para tres niveles de densidad: Baja (52 mil plantas/ha), Media (65 mil plantas/ha) y Alta (82 mil plantas/ha) para dos fechas de siembra en la localidad de Junín con serie de suelo Junín, con perfil a CC a la siembra, 150 kg/ha N total y un híbrido 118 MR (Ax882). Datos simulados con DSSAT3.5

Lo primero que se desprende de los resultados simulados es el impacto del atraso en la fecha de siembra a enero sobre el rendimiento y su variabilidad (Figura 13). Respecto a densidad, se observa una pérdida de rendimiento por bajar la densidad de 6.5 a 5.2 pl/m² tanto en fecha de diciembre como en la fecha de enero de magnitudes similares (7%) donde el componente modificado fue el n° granos/m² sin lograr compensaciones en el peso de los granos. Aumentos en la densidad de siembra de 6.5 a 8.2 pl/m² incrementó los rendimientos en casi un 4% en ambas fechas de siembra asociado a aumentos en el n° granos/m² sin pérdidas en el componente peso de granos.