



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

**Efecto de factores ambientales, de la nutrición nitrogenada y su
interacción sobre el rendimiento y el contenido de proteína de trigo
Triticum aestivum (L.) en el centro de la Provincia de Santa Fe.**

Ingeniero Agrónomo Diego Hugo Pérez

Tesis para optar al título de magister en Manejo
y conservación de Recursos Naturales

Director: Dr. José Luis Rotundo

Co-Director: Ing. Agrónomo (MSc) Juan Manuel Orcellet

Año: 2020

Efecto de factores ambientales, de la nutrición nitrogenada y su interacción sobre el rendimiento y el contenido de proteína de trigo en el centro de la Provincia de Santa Fe.

Diego Hugo Pérez

Ingeniero Agrónomo – Universidad Nacional de Rosario

Esta Tesis es presentada como parte de los requisitos para optar al grado académico de Magister en Manejo y Conservación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Rosario y no ha sido previamente presentada para la obtención de otro título en esta u otra Universidad. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en la provincia de Santa Fe, durante el período comprendido entre el año 2015 y el año 2016, bajo la dirección de Dr. José Luis Rotundo.

Nombre y firma del Doctorando

Nombre y firma del Director

Nombre y firma del Co - Director

Defendida:de 20__.

AGRADECIMIENTOS

- *A mi Director de tesis José Luis Rotundo por haberme guiado e incentivado en este camino de formación.*
- *A mi Co - Director Juan Manuel Orcellet por sus aportes, correcciones y valiosas sugerencias sobre el trabajo de tesis.*
- *A Lucas Borrás y Brenda Gambín por el sólido apoyo e incentivo en el transcurso de la maestría.*
- *A todos los productores que me brindaron sus campos, insumos y tiempo para lograr los experimentos de la tesis.*
- *A la Facultad de Ciencias Agrarias por brindarme un excelente ambiente de formación a través de su calidad docente y calidez humana.*
- *A mi familia, mi esposa María del Pilar, Candela, Rocío y Jazmín, apoyo incondicional en todo momento.*

DEDICATORIAS

A mis padres por el apoyo incondicional y por transmitirme los valores del esfuerzo, la humildad y la educación.

PUBLICACIONES Y PRESENTACIONES A CONGRESOS

Trabajos presentados en congresos derivados de la tesis:

¿Podemos monitorear el estatus nitrogenado del trigo en el centro de Santa Fe? Orcellet, J.M.; Calcha, J.; Cencig, G.; **Pérez, D.**; Tornotti, L.; Reussi Calvo, N.; Sainz Rosas, H. Revista INTA Rafaela 2016. Simposio Fertilidad IPNI Cono Sur 2017.

Publicaciones en revistas de extensión derivados de la tesis:

Relación entre la mineralización aparente de nitrógeno en trigo y nitrógeno incubado en anaerobiosis en el centro de Santa Fe. Orcellet, J.M.; Calcha, J.; Cencig, G.; **Pérez, D.**; Tornotti, L.; Reussi Calvo, N.; Sainz Rosas, H. Revista INTA Rafaela 2015.

Fertilización foliar nitrogenada en estadios avanzados del cultivo de trigo, efectos sobre rendimientos y contenido de proteína. Orcellet, J.M.; **Pérez, D.**; Reussi Calvo, N.; Sainz Rosas, H. Revista INTA Rafaela 2016.

Análisis de campañas CREA Las Petacas, CREA Gálvez, Jornada de Actualización técnica región CREA SS y región CREA SFC.

ÍNDICE

| CONTENIDO | PÁGINA |
|---|---------------|
| ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS | 7 |
| RESUMEN | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| Importancia del cultivo de trigo en la Argentina | |
| Factores que modulan el rendimiento y calidad | |
| OBJETIVOS E HIPOTESIS | 14 |
| Objetivo general | |
| Objetivos específicos | |
| Hipótesis | |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| Descripción general del sitio experimental y diseño experimental | |
| Análisis estadístico | |
| RESULTADOS | 20 |
| Oferta hídrica por sitios | |
| Cociente fototermal por sitios | |
| Rangos ambientales y productivos explorados | |
| Factores que modulan la respuesta en rendimiento a la fertilización nitrogenada | |
| Factores que modulan la respuesta en proteína a la fertilización nitrogenada | |
| DISCUSION | 33 |
| CONCLUSIONES | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA | 37 |
| ANEXO | 42 |

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

AIC: Criterio de Información Akaike

Rendimiento S/F (kg/ha): rendimiento sin fertilización foliar expresado en kilogramos por hectárea

AU (mm): agua útil acumulada a la siembra del cultivo

CFS: centro provincia de Santa Fe

pp ciclo (Mayo-Octubre): precipitaciones durante el ciclo del cultivo

pp My: precipitaciones del mes de Mayo

pp Jn: precipitaciones del mes de Junio

pp Jl: precipitaciones del mes de Julio

pp A: precipitaciones del mes de Agosto

pp S: precipitaciones del mes de Septiembre

pp O: precipitaciones del mes de Octubre

PTO Ago: coeficiente fototermal del mes de Agosto

PTO Sep: coeficiente fototermal del mes de Septiembre

PTO Oct: coeficiente fototermal del mes de Octubre

PB: contenido de proteína bruta (%)

PC: periodo critico

P 1000 granos: peso de mil granos (gramos)

pH: peso hectolitrico

Ntotal %: nitrógeno total

P (ppm): fosforo Bray

PH: potencial hidrogeno

CE: conductividad eléctrica

N-NO₃ (kg ha): nitrógeno de nitratos

MO (%): materia orgánica

RESUMEN

El trigo *Triticum aestivum* (L.) es uno de los cultivos de mayor importancia en la Argentina. Es de suma importancia en mejoras de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Una de las prácticas de manejo de alto impacto productivo es el manejo de la fertilización nitrogenada. En este sentido es de suma importancia conocer la magnitud de la respuesta y de qué factores depende para poder tomar decisiones de fertilización nitrogenada acertadas. En el centro de la provincia de Santa Fe la información sobre respuesta a la fertilización foliar es escasa y no hay evidencias de cuáles son los factores que modulan dicha respuesta.

Los objetivos de la presente tesis fueron: 1) cuantificar la respuesta del rendimiento a la fertilización nitrogenada en función de los efectos ambientales como disponibilidad hídrica y cociente fototermal, 2) cuantificar el efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido de proteína en grano según efectos de temperaturas y de disponibilidad hídrica durante llenado de granos y 3) estudiar las posibilidades de aumentar productividad y contenido proteico con fertilizaciones foliares nitrogenadas.

Se realizaron 15 experimentos en 2 campañas agrícolas (2014/15 y 2015/16), en cuatro departamentos del centro de la provincia de Santa Fe. El diseño utilizado fue en bloques completos aleatorios con tres repeticiones. Se evaluaron seis dosis de N aplicadas a la siembra (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg N ha⁻¹), cada dosis con y sin fertilización foliar en pre-emergencia floral (primeras aristas visibles). Los datos recolectados fueron analizados mediante ANOVA, regresión simple y modelos lineales mixtos.

En la mayoría de los sitios hubo respuesta significativa al agregado de nitrógeno (N) tanto para la evaluación de rendimiento como de proteína en grano. El mejor modelo basado en AIC indicó que la presencia de respuesta en rendimiento al N aplicado estuvo explicada parcialmente por el N disponible (Nd) en el suelo al momento de la siembra y por el coeficiente fototermal del mes de septiembre; y para el caso de proteína en grano la respuesta estuvo explicada por la fecha de siembra, contenido de materia orgánica del suelo y por el coeficiente fototermal del mes de septiembre. Si bien en la mayoría de los sitios hubo respuesta su magnitud fue variable, siendo baja o nula en varios sitios. La misma se relacionó negativamente con el coeficiente fototermal del mes de septiembre.

ABSTRACT

Available information regarding nitrogen foliar fertilization in wheat in Santa Fe province in Argentina is limited. The aims of the present thesis were: 1) quantify the response of grain yield to nitrogen fertilization based on environmental predictors such as water availability and photothermal quotient, 2) to quantify the effect of nitrogen fertilization on grain protein content as related to temperature and water availability effects during grain filling and 3) to study the role of foliar applications on wheat productivity and protein content. Data was obtained from fifteen N fertilization experiments, conducted in 2015 and 2016 growing seasons. Treatments consisted on six levels of applied N: 0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg applied N ha⁻¹, each level with and without foliar fertilization in pre-flowering stage. Data was analyzed using no-linear mixed effect models. Yield increases with N fertilization were evident in most trials, but the response depended on the specific site. Yield response was explained by soil N availability at sowing and photothermal coefficient during September. Protein response was explained by sowing date, organic matter and photothermal coefficient of September.

INTRODUCCION

La importancia del cultivo de trigo

El cultivo de trigo es de fundamental importancia en los planteos productivos del centro de la provincia de Santa Fe por sus efectos positivos en lo que respecta a física de suelos, control de malezas, sustentabilidad y diversificación de riesgos en las empresas agropecuarias. En la República Argentina el área promedio sembrada de trigo fue en los últimos 10 años de 4.5 millones de hectáreas (16% del área de los cultivos más importantes: trigo, maíz y soja). En la provincia de Santa Fe el trigo ocupa en el mismo periodo de tiempo una superficie de 570 mil hectáreas (12% del área de los cultivos más importantes: trigo, maíz y soja) (Ministerio de Agroindustria, 2020). Tanto a nivel país como en la provincia de Santa Fe el área de trigo mostró en los últimos años una merma asociada al aumento del área del cultivo de soja.

A nivel regional, el trigo sigue siendo el cultivo de mayor importancia en los meses de invierno, permitiendo realizar un doble cultivo incluyendo maíz o soja de segunda; siendo estas secuencias las de mayores márgenes brutos en las empresas agropecuarias (base de datos de gestiones CREA). Este resultado económico depende en gran medida del rendimiento y de la calidad comercial del grano obtenido. Por lo tanto, mejoras en la productividad y la calidad del grano de manera eficiente, repercutirán directamente en los resultados económicos de las empresas.

A nivel nacional, el trigo producido en Argentina tiene dos principales destinos: la industria transformadora local y la exportación. El primero tiene una demanda anual de 6 millones de toneladas, lo que representa el 33% de la producción nacional (Bolsa de Comercio de Rosario, 2016). El Segundo es exportado a diferentes países, siendo Brasil, el principal destino con aproximadamente el 50% del volumen total de las exportaciones realizadas por Argentina (Bolsa de Comercio de Rosario, 2016). Es válido mencionar que el mercado brasilero requiere mayoritariamente trigo de buena calidad panadera (definido como contenido de proteína bruta en grano), ya que debido a

las condiciones climáticas de este país no le permiten obtener granos de calidad en su producción. Frente a dicho escenario, obtener calidad de trigo es de suma relevancia tanto para el mercado interno como también el mercado externo. Teniendo en cuenta esta situación, la producción que aporta la provincia de Santa Fe al global del país es de suma importancia.

Factores que modulan el rendimiento y la calidad en trigo

Existen múltiples definiciones de rendimiento que son importantes entender para analizar sus posibles limitantes. El rendimiento potencial (Y_p) del cultivo es aquel obtenido por un genotipo sin limitantes de agua y nutrientes, en ambientes sin plagas, enfermedades, ni malezas. Por lo tanto, para un determinado genotipo, el Y_p está limitado por la oferta de CO_2 , radiación, y temperatura denominados factores definitorios del rendimiento (Rabbinge y van Ittersum, 1997). El Y_p es la máxima producción lograda en una región. Acuña et al. (2011) estimaron un rendimiento potencial para el trigo en el sur de Australia de alrededor de $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$. En la región pampeana, Menéndez y Satorre (2007) estimaron rendimientos potenciales de entre 5.000 y 7.500 kg ha^{-1} . Por otro lado, cuando el cultivo se ve afectado por el suministro de agua y/o nutrientes, el rendimiento es inferior al potencial, y se denomina rendimiento alcanzable (Y_w). Finalmente, el rendimiento logrado (Y_a), es aquel que se da en condiciones agronómicas, tanto con limitaciones abióticas como bióticas.

La variación en el rendimiento del cultivo de trigo está estrechamente relacionada con el número de granos por metro cuadrado. El rendimiento potencial del cultivo, sin limitantes hídricas ni edáficas, y en ausencia de efectos catastróficos (como heladas en floración), está fuertemente asociado al coeficiente fototermal (Fisher, 1985). Este se define como la relación entre la radiación solar interceptada y la temperatura media, ambos durante el período crítico para la determinación del número de granos, el cual se ubica entre 20 días pre-floración y 10 post-floración (Fisher, 1985). Valores bajos de este cociente durante el período en torno a floración reduce fuertemente el potencial de rendimiento afectando el número potencial de granos fijados (Magrin et al., 1993; Menendez y Satorre, 2007). Estos valores bajos de cociente fototermal se asocian a una baja disponibilidad de radiación para crecimiento y a una alta temperatura media que acelera el desarrollo. A su vez, temperaturas moderadamente altas ($15 - 32^\circ\text{C}$)

durante el llenado de granos afectan el peso de los granos de trigo y la concentración de proteína (Bruckner y Frohberg, 1987; Slafer et al., 1990; Dalal et al., 1997). Además, breves períodos de muy altas temperaturas ($>32^{\circ}\text{C}$) disminuyen el peso de grano dependiendo del nivel térmico, su dinámica y duración, el momento del llenado y la sensibilidad genotípica (Stone, 2000; Gooding et al., 2003). Una vez definido el potencial de rinde o techo de producción existen otros factores del ambiente que afectan el rinde alcanzable.

Entre los factores que afectan el rendimiento alcanzable, la disponibilidad de agua es uno de los más importantes (Warrington et al., 1977; Fischer, 1985; Sosulski et al., 1996; Abbate et al., 2004). El agua almacenada en el suelo es extremadamente valiosa para el rendimiento del cultivo de trigo, marcando pisos de producción (Kirkegaard et al., 2007). En los suelos Argiudoles del centro de Santa Fe, se estimó que el rendimiento del cultivo de trigo depende en gran medida del contenido hídrico del suelo al momento de la siembra. Esto se debe a que en dicha zona existe un déficit hídrico medio de 161mm debido a las escasas precipitaciones durante los meses de invierno (Villar, 2000). Por lo tanto, para estos ambientes se determinó que el uso del agua disponible en el suelo a la siembra, al metro de profundidad, sumado a las precipitaciones de los meses invernales (Junio, Julio y Agosto) explica el 88% de la variación del rendimiento del cultivo de trigo (Villar, 2001). La disponibilidad de agua durante el periodo crítico afecta el rendimiento del cultivo disminuyendo el número de granos (Giunta et al., 1993). Por otro lado, una deficiencia hídrica luego de anthesis produce una caída en el rendimiento por disminución de peso de grano y menor cantidad de proteína (Ercoli et al., 2008). En ausencia de limitantes hídricas pueden existir otros factores que limiten la producción.

El nitrógeno (N) es el nutriente que con mayor frecuencia limita la producción de trigo en la región pampeana (Michelena et al., 1989; Hall et al., 1992; Maddonni et al., 1999; Fontanetto et al., 2005). Dependiendo del momento de aplicación, el fertilizante nitrogenado influye en el rendimiento y/o en la calidad del grano de trigo (Campbell et al., 1981; Velasco et al., 2012). Una práctica muy común en la zona central de Santa Fe es la aplicación de fertilizante nitrogenado en pre-siembra o en la siembra del cultivo, buscando impactar principalmente en el rendimiento. Los valores más usados tienen un rango entre los 40-90 kg/ha de N agregados. Las aplicaciones

foliares de fertilizante líquido en estadios reproductivos más avanzados para lograr aumentos de concentración de proteína son de uso muy poco frecuente. La fertilización nitrogenada es, por otro lado, uno de los principales costos de producción y una posible fuente de contaminación. Dada esta situación resulta clave comprender los factores ambientales que modifican la respuesta del rendimiento del trigo a la aplicación de fertilizante nitrogenado.

Por otro lado, teniendo en cuenta que en la campaña de trigo 2015- 2016 el contenido promedio de proteína bruta (PB) a nivel país fue de 9,5%, siendo este el más bajo de la historia de la producción triguera nacional (Cuniberti et al., 2016), es necesario evaluar aquellas prácticas que tiendan a incrementar el contenido de PB del grano.

La variabilidad en rendimiento y calidad de trigo a través de los años produce inestabilidad económica en las empresas agropecuarias de la zona. Poder disminuir la incertidumbre productiva y económica en las mismas es de crucial importancia para la continuidad en el tiempo. Entender la respuesta del rendimiento y la calidad al agregado de N es clave tanto por cuestiones tanto económicas como ambientales. Existen numerosos trabajos que evaluaron la respuesta del rendimiento al nitrógeno en función de variables ambientales de manera individual (López-Bellido, 2001; Kharel et al., 2011). Sin embargo, en la zona Central de la provincia de Santa Fe, factores ambientales que modulan la respuesta a esta tecnología han sido menos explorados. Por ende, resulta muy importante conocer las variables ambientales integralmente para poder entender como puede ser la respuesta del rendimiento a la fertilización nitrogenada.

Los trabajos que evalúan la influencia del ambiente sobre la respuesta del rendimiento y contenido de proteína bruta al agregado de nitrógeno se focalizaron en asociaciones con temperatura, radiación, y disponibilidad de agua. En general, la mayoría de estos trabajos, evaluaron la influencia de dichos factores ambientales de manera individual; es decir, sin considerar la interacción entre dichas variables ambientales. Por ejemplo, hay evidencia de que el agua disponible a la siembra condiciona a la respuesta a la fertilización nitrogenada (López-Bellido, 2001). La respuesta al N aplicado durante el periodo de llenado de granos se ve afectado por altas temperaturas y baja disponibilidad hídrica (Panozzo et al., 1999). Acortamientos en la

duración del periodo de llenado de granos afecta la respuesta al N. La respuesta a la fertilización foliar tardía, que normalmente se utiliza para incrementar la concentración de proteína en grano, puede estar limitada por la disponibilidad de agua en el suelo y por el nivel de fertilización nitrogenada de base (Varga et al., 2006). Las elevadas temperaturas en llenado de granos afectan las etapas de desarrollo, acortando el periodo de absorción de agua y disminuyendo la acumulación de materia seca en el grano. Los efectos de déficits hídricos son aditivos al de elevadas temperaturas en llenado, acortando el periodo de llenado de granos disminuyendo al final el peso de estos. La omisión de la fertilización nitrogenada produce reducción en la tasa y duración de la acumulación de proteínas en grano (Altenbach et al., 2003). Uno de los factores más importantes que afectan la cantidad de proteína en grano es la temperatura en llenado de granos. El nivel de fertilización nitrogenada afecta de manera indirecta el nivel de proteínas a través de efectos en el rendimiento, a mayores valores de rendimientos menores son los valores de concentración proteína en grano por un efecto dilución (Campbell et al., 1981). Bajo condiciones de temperaturas moderadas en llenado de granos, el agregado de nitrógeno incrementa el contenido de proteína (Dupont et al., 2006).

Debido a la escases de información en la zona geográfica analizada, la generación de información de respuestas a la fertilización nitrogenada según condiciones ambientales será de gran utilidad para la toma de decisiones y una mejora en la eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

El objetivo general es cuantificar la respuesta del rendimiento y la calidad del grano de trigo a la fertilización nitrogenada en la zona Centro de la Provincia de Santa Fe.

Objetivos específicos

1: Cuantificar la respuesta a la fertilización nitrogenada en función de los efectos ambientales como disponibilidad hídrica y cociente fototermal

2: Cuantificar el efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido de proteína en grano según efectos de temperaturas y de disponibilidad hídrica durante llenado de granos.

3: Estudiar las posibilidades de aumentar productividad y contenido proteico con aplicaciones foliares.

Hipótesis

1: la respuesta en rendimiento y proteína a la fertilización nitrogenada está afectada por efectos ambientales como agua, cociente fototermal y su interacción.

2: el contenido de proteína en grano aumenta con la aplicación de fertilización foliar.

3: las respuestas en rendimiento y proteína a las aplicaciones foliares de nitrógeno están afectadas negativamente por temperaturas en llenado de granos.

MATERIALES Y METODOS

Descripción general del sitio experimental y diseño experimental

Se realizaron 15 experimentos (Tabla 1), en 2 campañas agrícolas (2014/15 y 2015/16), de fertilización en trigo bajo siembra directa. Los mismos estuvieron distribuidos en cuatro departamentos del centro de la provincia de Santa Fe (CSF) (Figura 1). El tamaño de las parcelas fue de 5 metros de ancho por 10 metros de largo. La cosecha se realizó con maquina experimental de 1.35 metros de ancho por 10 metros de largo. Los sitios experimentales se ubicaron en diferentes series de suelos, clasificadas como Argiudoles típicos, con textura franco-limosa en el horizonte superficial. Los genotipos usados fueron elegidos según ambientes, sanidad del cultivar y potenciales de rendimientos de cada zona. En cada sitio experimental el diseño utilizado fue en bloques completos aleatorios con tres repeticiones. Se evaluaron seis dosis de N aplicadas a la siembra (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg N ha⁻¹), cada dosis con y sin fertilización foliar en pre-emergencia floral (primeras aristas visibles) (Z49, según Zadocks et al., 1974). A la siembra la fuente de N utilizada fue urea (46-0-0) granulada

aplicada al voleo en cobertura total. Por otro lado, para la aplicación foliar se utilizó Foliar Sol U® (20 - 0- 0) a una dosis de 20 kg N ha⁻¹ utilizando una mochila pulverizadora. Solo en 3 sitios (sitios 2, 5 y 13) no se aplicó el fertilizante foliar. Para que el fósforo (P) y el azufre (S) no sean limitantes se aplicó a la siembra una dosis de 30-40 y 20-25 kg ha⁻¹, respectivamente.

En pre-siembra se realizó la determinación de materia orgánica (MO) (Walkley y Black, 1934), y Nitrógeno anaeróbico (Nan) en el estrato superficial (0-20 cm), N-NO₃⁻ (N inicial) y humedad del suelo hasta los 60 y 200 cm de profundidad (método gravimétrico), respectivamente. El Nan se determinó mediante el método de incubación anaeróbica (Bremner y Keeney, 1965) propuesto por Gianello y Bremner (1986). La concentración inicial de N-NO₃⁻ se determinó por colorimetría (Kenney y Nelson, 1982) (Tabla 2).

Durante el ciclo del cultivo se realizaron lecturas de índice verde (IV) (Z31 y Z49, según Zadocks et al., 1974). Se realizaron 15 lecturas con el clorofilómetro en cada parcela, las mismas se realizaron en la última hoja expandida, a la mitad de la distancia entre el tallo y el ápice, y a la mitad de la distancia entre el borde de la hoja y la nervadura central. Para cada momento de medición se determinó el índice de suficiencia de nitrógeno (ISN) como el cociente entre la lectura de la parcela problema y la parcela de referencia (200 kg N ha⁻¹). Se determinó peso de mil granos y número de granos de cada tratamiento.

Se tomaron datos climáticos (radiación, temperatura máxima y mínima, precipitaciones) de estaciones climáticas de INTA ubicadas en las localidades más cercanas a los sitios experimentales. La frecuencia de medición de estas variables fue diaria. Con los datos climáticos obtenidos, se calculó el cociente fototermal por sitio según Fisher (1985)

Se simularon balances hídricos (medidos en milímetros acumulados cada 10 días) de cada sitio mediante el modelo de Villar (2000). El periodo crítico se consideró en un periodo de tiempo que va desde 20 días pre-floración y 10 post-floración, momento en el cual se define el número de granos por unidad de área (Fischer, 1985).

A cosecha se evaluaron concentración de proteína (%) por método de Kjeldahl, el rendimiento (kg/ha), el cual se expresó a 14% de humedad.

Tabla 1: Datos de sitios experimentales

| Sitio | Año | Ubicación | Tipo y serie de suelo | Fecha de siembra | Cultivar | Antecesor |
|----------|------|---------------|------------------------------|------------------|-----------------|-----------|
| Sitio 1 | 2015 | Gálvez | Argiudol Típico (Clason) | 3/6/2015 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 2 | 2015 | Gálvez | Argiudol Típico (Clason) | 3/6/2015 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 3 | 2015 | Gálvez | Argiudol Típico (Clason) | 3/6/2015 | Klein Nutria | Soja |
| Sitio 4 | 2015 | Gálvez | Argiudol Típico (Clason) | 30/5/2015 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 5 | 2015 | Gálvez | Argiudol Típico (Clason) | 30/5/2015 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 6 | 2015 | Gálvez | Argiudol Típico (Esperanza) | 20/6/2015 | Klein Nutria | Soja |
| Sitio 7 | 2015 | Humboldt | Argiudol Típico (Esperanza) | 3/7/2015 | Klein Tauro | Soja |
| Sitio 8 | 2015 | San Justo | Argiudol típico (San Justo) | 2/7/2015 | Klein Tauro | Maíz |
| Sitio 9 | 2016 | Gálvez | Argiudol Típico (Loma Alta) | 25/5/2016 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 10 | 2016 | Gálvez | Argiudol Típico (Loma Alta) | 25/5/2016 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 11 | 2016 | Gálvez | Argiudol Típico (Loma Alta) | 25/5/2016 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 12 | 2016 | Gálvez | Argiudol Típico (Esperanza) | 30/5/2016 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 13 | 2016 | C. Pellegrini | Argiudol Típico (Los Cardos) | 5/6/2016 | Bag 601 | Soja |
| Sitio 14 | 2016 | Rafaela | Argiudol típico (Rafaela) | 15/6/2016 | SY200 | Soja |
| Sitio 15 | 2016 | Rafaela | Argiudol típico (Rafaela) | 25/5/2016 | Klein Serpiente | Soja |

Tabla 2: Caracterización de sitios experimentales (N-NO₃: nitrógeno en suelo; OM: Materia orgánica; Nt: nitrógeno total del suelo, PH: potencial hidrogeno del suelo, P: concentración de fosforo del suelo).

| Sitio | año | N-NO ₃ (kg/ha) | MO (%) | Agua inicial (mm) (1 mt) | Nt (%) | pH | P Bray (ppm) |
|----------|------|------------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----|--------------|
| Sitio 1 | 2015 | 64.2 | 2.8 | 118 | 0.129 | 6.3 | 20 |
| Sitio 2 | 2015 | 52.5 | 2.5 | 118 | 0.119 | 6.7 | 7.5 |
| Sitio 3 | 2015 | 57.5 | 2.7 | 179 | 0.107 | 5.9 | 12.1 |
| Sitio 4 | 2015 | 91.7 | 2.8 | 179 | 0.143 | 5.9 | 15 |
| Sitio 5 | 2015 | 65.5 | 2.6 | 161 | 0.173 | 6.2 | 20.1 |
| Sitio 6 | 2015 | 56.2 | 2.6 | 161 | 0.171 | 6.2 | 8.3 |
| Sitio 7 | 2015 | 80.1 | 2.4 | 123.7 | 0.123 | 6.1 | 33.3 |
| Sitio 8 | 2015 | 69.3 | 2.2 | 48 | 0.122 | 6.3 | 16.6 |
| Sitio 9 | 2016 | 71.4 | 3.2 | 130 | 0.11 | 5.8 | 10.1 |
| Sitio 10 | 2016 | 92.3 | 3.7 | 92 | 0.183 | 6 | 13.7 |
| Sitio 11 | 2016 | 103.4 | 3.6 | 94 | 0.181 | 5.9 | 16 |
| Sitio 12 | 2016 | 85 | 3 | 156 | 0.154 | 5.8 | 28.9 |
| Sitio 13 | 2016 | 79.2 | 3.6 | 162 | 0.15 | 6.3 | 33.7 |
| Sitio 14 | 2016 | 39.9 | 2.4 | 171.8 | 0.118 | 6.3 | 36.1 |
| Sitio 15 | 2016 | 39.9 | 2.4 | 171.8 | 0.118 | 6.3 | 36.1 |

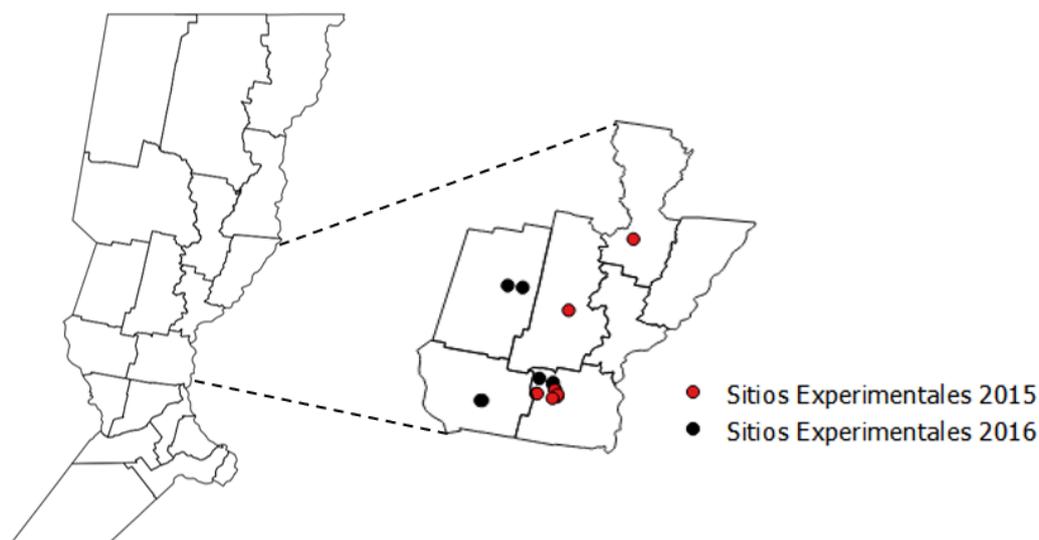


Figura 1: ubicación de los sitios experimentales.

Análisis estadístico:

Tanto para rinde como para proteína, los datos se analizaron utilizando modelos lineales mixtos (paquete lme4, función lmer) (Bates et al., 2013) en R (R Core Team 2016, versión 3.3.0).

El análisis se realizó en dos etapas. En una primera etapa se evaluó cuál fue el modelo de respuesta que mejor se ajustaba al conjunto de datos considerando la respuesta a N aplicado en suelo y N foliar. Los modelos de respuesta fueron lineal-plateau, cuadrático-plateau, cuadrático, exponencial, y raíz cuadrada. Las funciones para testear estos modelos fueron las siguientes:

$$Variable = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 * X, & \text{si } X < X_m \\ \beta_0 + \beta_1 * X_m, & \text{si } X \geq X_m \end{cases} \quad \text{Lineal plateau (Ec. 1),}$$

$$Variable = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 * X + \beta_2 * X^2, & \text{si } X < X_m \\ \beta_0 + \beta_1 * X_m + \beta_2 * X_m^2, & \text{si } X \geq X_m \end{cases} \quad \text{Cuadrático-plateau (Ec. 2),}$$

$$Variable = \beta_0 + \beta_1 * X + \beta_2 * X^2 \quad \text{Cuadrático (Ec. 3),}$$

$$Variable = \beta_0 - (\beta_0 - \beta_1) * e^{(-\beta_2 * X)} \quad \text{Exponencial (Ec. 4),}$$

$$Variable = \beta_0 + \beta_1 * X + \beta_2 * \sqrt{X} \quad \text{Raíz cuadrada (Eq. 5),}$$

donde $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ son coeficientes específicos para cada función, X es kg N ha^{-1} , y X_m es la dosis de fertilizante necesaria para alcanzar el *plateau*. El criterio para la selección de modelos en esta etapa del análisis fue el AIC que tiene en cuenta no solo el ajuste del modelo sino también el número de parámetros utilizados (Aho et al., 2014).

En una segunda etapa se exploraron distintos predictores a nivel de sitio para explicar las diferentes respuestas al agregado de N aplicado. La inclusión de los distintos predictores se basó en varios aspectos, incluyendo el interés específico en determinar la influencia de ciertas variables en la respuesta al N aplicado, disponibilidad de los datos y la variación a través de los ensayos. Se exploraron los siguientes predictores:

- a. N de suelo en la siembra (N kg ha^{-1} , 0-60 cm de profundidad): como variable cuantitativa (N de suelo).
- b. Materia orgánica del suelo (% , 0-20 cm de profundidad): como variable cuantitativa.
- c. Fósforo del suelo (mg kg^{-1} , 0-20 cm de profundidad): como variable cuantitativa (P de suelo).
- d. Tipo de suelo: como variable categórica con tres niveles (I, II y III).
- e. Contenido de agua disponible del suelo en la siembra (mm, 0-2 m de profundidad): como variable cuantitativa (Agua de suelo).
- f. Precipitación durante el ciclo del cultivo (mm): como variable cuantitativa.
- g. Cocientes fototermales de los meses de Agosto, Septiembre y Octubre: como variables cuantitativas (MJ/m^2).
- h. Fecha de siembra: como variable categórica (fechas de siembras tempranas y fechas de siembras tardías).

El modelo final se obtuvo siguiendo la estrategia llamada “*top-down*” del proceso de selección de modelos (Zuur et al., 2009). Para este análisis se evaluó el efecto principal de cada variable arriba mencionada sobre los parámetros del modelo seleccionado en la primera etapa del análisis. Para reducir el sobre ajuste se testearon máximo dos efectos principales para cada parámetro del modelo. En total se evaluaron 371 modelos descritos en la Tabla Suplementaria I.

El modelo final fue obtenido siguiendo la inferencia multi-modelo basada en el enfoque de la teoría de la información (Burnham y Anderson, 2014). Este procedimiento no acepta la existencia de un único modelo verdadero en ciencias

biológicas. La selección del modelo de mejor aproximación representa la inferencia de los datos y nos indica que “efectos” (representados por parámetros) pueden ser apoyados por datos (Burnham y Anderson, 2002). Basado en el contexto y objetivos de la tesis, AIC es la herramienta apropiada para la selección de modelos cuando se compara con otros como BIC o pruebas de hipótesis (Aho et al., 2014; Burnham y Anderson, 2002, 2014; Burnham et al., 2011).

RESULTADOS

Oferta hídrica por sitios

En todos los sitios evaluados se calculó la disponibilidad de agua acumulada en el suelo al momento de la siembra (AU) y se tomó el registro de precipitaciones durante el ciclo del cultivo. La oferta hídrica total del cultivo se calculó como la sumatoria de las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo (pp My-Oct) (milímetros de lluvia desde el mes de Mayo hasta el mes de Octubre) adicionadas al agua útil a la siembra (AU).

Total Oferta (mm): $AU + pp \text{ My-Oct}$

En función de la oferta hídrica y utilizando el modelo de Villar (2000), de balance hídrico decádico, se simuló los mismos arrojando valores entre un mínimo de -5 mm (sitio 7) hasta un valor máximo de -150 mm (sitio 10) de balances hídricos negativos en periodo crítico (PC) (Figura 2). En el primer año de ensayos, el balance

hídrico durante el periodo crítico fue de -31.25 mm en promedio, mientras que en el segundo año fue de -98.85 mm.

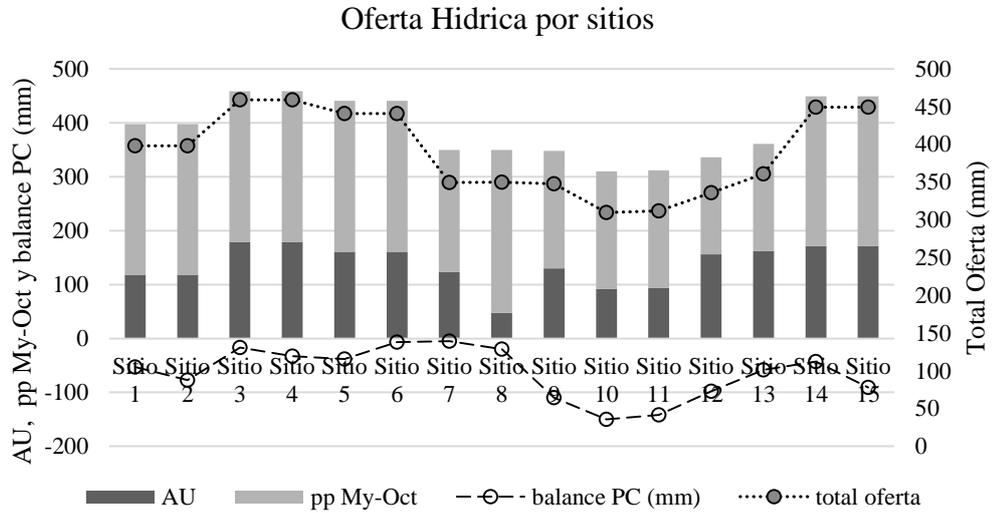


Figura 2: Oferta hídrica por sitio. AU (agua útil a la siembra del cultivo); pp My-Oct (precipitaciones acumuladas desde Mayo a Octubre); balance PC (balance hídrico durante el periodo crítico del cultivo); total oferta (sumatoria de AU y precipitaciones My-Oct)

Cociente fototermal por sitios

Los cocientes fototermales fueron muy variables entre sitios y en términos generales el PTQ_sep fue mayor que los PTQ_ago y PTQ_oct. A su vez, los cocientes fototermales del segundo año de evaluación fueron, en promedio superiores a los registrados durante el primer año (Tabla 3).

Tabla 3: Caracterización de sitios experimentales en función de coeficientes fototermales de los meses de agosto, septiembre y octubre. Valores de PTQ MJ/(m².día.°C).

| Sitios | PTQ_ago | PTQ_sep | PTQ_oct |
|---------|---------|---------|---------|
| Sitio 1 | 2.05 | 2.25 | 1.9 |
| Sitio 2 | 2.05 | 2.25 | 1.9 |
| Sitio 3 | 2.05 | 2.25 | 1.9 |
| Sitio 4 | 2.05 | 2.25 | 1.9 |
| Sitio 5 | 2.05 | 2.25 | 1.9 |
| Sitio 6 | 2.05 | 2.25 | 1.9 |
| Sitio 7 | 1.31 | 1.38 | 1.3 |
| Sitio 8 | 1.24 | 1.28 | 1.21 |

| | | | |
|----------|------|------|------|
| Sitio 9 | 2.7 | 3.2 | 1.95 |
| Sitio 10 | 2.7 | 3.2 | 1.95 |
| Sitio 11 | 2.7 | 3.2 | 1.95 |
| Sitio 12 | 2.7 | 3.2 | 1.95 |
| Sitio 13 | 3 | 3.32 | 2.1 |
| Sitio 14 | 1.78 | 1.85 | 1.55 |
| Sitio 15 | 1.78 | 1.85 | 1.55 |
| Promedio | 2.10 | 2.34 | 1.77 |

Rangos ambientales y productivos explorados

En la Tabla 4 se muestran los valores máximos y mínimos de las variables climáticas analizadas, del suelo, de producción física y de calidad de grano obtenida, observados en los experimentos.

Tabla 4: Rangos explorados de condiciones climáticas, suelo, producción y calidad de granos* (valores mínimos y máximos observados)

| | Variabes | Mínimo | Máximo |
|----------------------------|-------------------------|---------------|---------------|
| Condición climática | AU (mm) | 48 | 179 |
| | pp ciclo (Mayo-Octubre) | 180 | 302 |
| | pp Mayo | 0 | 14.6 |
| | pp Junio | 28 | 60 |
| | pp Julio | 3 | 38 |
| | pp Agosto | 2.5 | 135 |
| | pp Septiembre | 9 | 36 |
| | pp Octubre | 77 | 139 |
| | PTO Ago | 1.24 | 3 |
| | PTO Sep | 1.28 | 3.32 |
| | PTO Oct | 1.21 | 2.1 |
| Datos de Suelo | Ntotal% | 0.092 | 0.236 |
| | P (ppm) | 5.6 | 41.9 |
| | pH | 5.6 | 7 |
| | CE | 0.1 | 0.29 |
| | N-NO3 (kg ha) | 36 | 106 |

| | | | |
|-------------------|-------------------|------|------|
| | MO | 2.1 | 3.7 |
| Producción | Rendimiento S/F | 1562 | 8954 |
| | PB | 6.8 | 18.6 |
| Granos | P 1000 granos | 19 | 62 |
| | Peso Hectolitrico | 49 | 84 |

**AU: agua útil en el suelo a la siembra del cultivo, pp: precipitaciones, PTO: coeficiente fototermal, Ntotal: nitrógeno total en el suelo, P: fosforo en el suelo, pH: potencial hidrogeno, CE: conductividad eléctrica, N-NO3: nitrógeno en el suelo, MO: materia orgánica, S/F: sin aplicación foliar, PB: proteína bruta, P 1000: peso de mil granos.*

Las variables ambientales y del suelo consideradas mostraron una importante variabilidad entre sitios (Tabla 4). Respecto a las variables ambientales se observó una brecha de 122 mm de precipitaciones ocurridas en el ciclo del cultivo (pp ciclo Mayo- Octubre) entre sitios. También la condición hídrica del suelo al inicio fue muy diferente entre sitios observándose una diferencia máxima de 131 mm de AU acumulada. Respecto a las variables del suelo, se destaca la diferencia entre los contenidos de materia orgánica (OM) entre los sitios, con valores mínimos de 2.1% y máximos de 3.7%. Se exploró una gran variabilidad de rendimientos y niveles de proteína a través de los sitios y de los años (Figura 3a: rendimientos y Figura 3b: proteína). El sitio 13 fue el de mayor rendimiento con una media de 7466 kg/ha, mientras que el de menor productividad fue el sitio 5 con un rendimiento medio de 2756 kg/ha. Dentro de cada sitio, las diferencias entre el valor máximo y mínimo fueron diferentes. Hubo sitios con importante variación de rinde entre tratamientos (como el sitio 3 y el sitio 12), mientras que otros mostraron muy poca diferencia (como el sitio 1 y el sitio 9). Estos resultados dan indicios de la variabilidad en la respuesta a N entre sitios. Esto se puede observar en la Figura 4. En el caso de proteína en grano (%) el sitio 9 arrojó el mayor valor con una media de 13.19% y el menor valor fue registrado en el sitio 4 con una media de 8.99%.

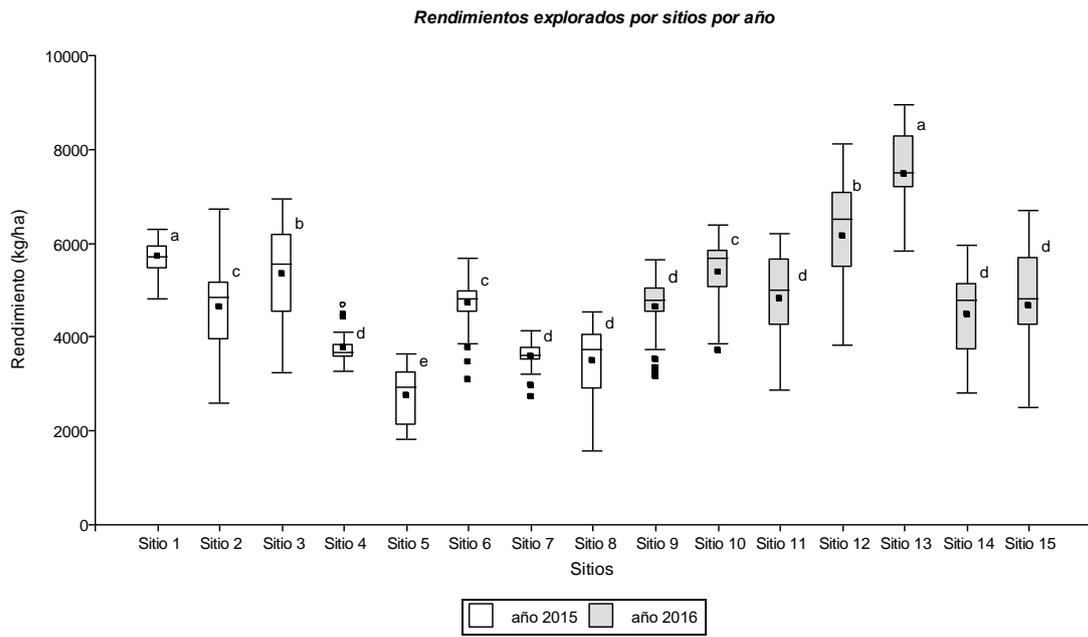


Figura 3: a: Rendimientos por sitios por año (kg/ha). Las letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios por año (test LSD Fisher $p < 0.05$)

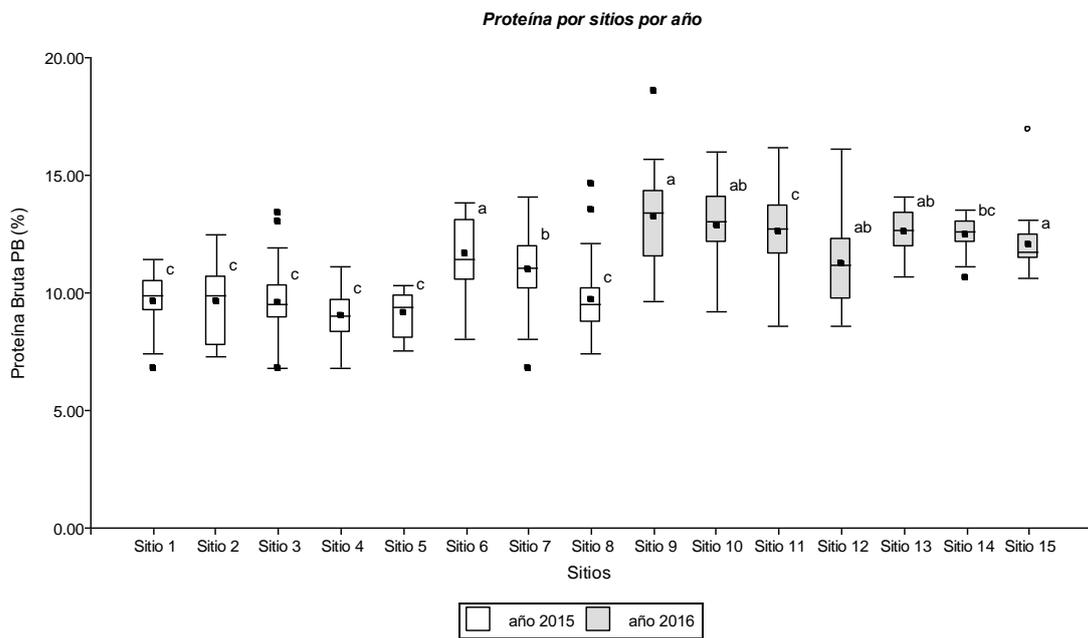


Figura 3: b: Niveles de proteína por sitios por año (PB %). Las letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios por año (test LSD Fisher $p < 0.05$)

Factores que modulan la respuesta en rendimiento a la fertilización nitrogenada

La selección de los modelos de respuesta general a la fertilización para rinde y proteína se describen en la Tabla Suplementaria I. El modelo final óptimo para rendimiento en cada sitio y el nivel de N aplicado es una ecuación exponencial (Harmsen 2000):

$$y = \beta_0 - (\beta_0 - \beta_1) * \text{EXP}(-(\beta_2 * X)) \quad \text{Ecuación 1}$$

donde: y es el rendimiento, β_0 es la variación de intercepción debida al sitio, β_1 es el coeficiente lineal, β_2 es el coeficiente exponencial y X es el nivel de N fertilizante.

En el caso de proteína en cada sitio y el nivel de N aplicado se modela como una ecuación raíz cuadrada:

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x + \beta_2 * X^{(1/2)} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde: y es la concentración de proteína, β_0 es la variación de intercepción debida al sitio, β_1 es el coeficiente lineal, β_2 es el coeficiente cuadrático y X es el nivel de N fertilizante.

El primer análisis consistió en determinar si la respuesta del rendimiento a la aplicación de nitrógeno variaba con el año y el sitio explorado, antes de analizar el efecto diferencial de variables ambientales y de manejo sobre la respuesta al N aplicado. El modelo global de respuesta en rendimiento a la aplicación de N se observa en la Tabla 5. El análisis del modelo mixto arrojó una función de respuesta exponencial definida por los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , que son indicativos de rendimiento a 0 kg N ha⁻¹ aplicado, respuesta inicial y rendimiento máximo, respectivamente. Los factores aleatorios son entornos definidos como la combinación de años y ubicaciones (Año_loc) y bloques anidados dentro de entornos (Bloque (Año_loc)).

Tabla 5. Respuesta del rendimiento al fertilizante nitrogenado y a la aplicación de N foliar. Resumen del análisis del modelo mixto para la respuesta del rendimiento del cultivo de trigo a la fertilización con nitrógeno (kg N ha⁻¹) en 15 ensayos en el centro de la provincia de Santa Fe. La función de respuesta es la raíz cuadrada definida por Ecuación 1, donde los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , son indicativos de rendimiento a 0 kg N ha⁻¹ aplicado, respuesta inicial y rendimiento máximo, respectivamente. Los factores aleatorios son entornos definidos como la combinación de años y ubicaciones (Año_loc) y bloques anidados dentro de entornos (Block (Año_loc)). Este modelo de efectos mixtos se seleccionó en base al criterio de información de Akaike.

| Efectos Fijos | Estimador | Error STD | DF | t-valor | p-valor |
|-----------------------|-----------|-----------|-----|---------|---------|
| β_0 (intercept) | 5450.2 | 358.6 | 392 | 15.20 | <0.0001 |

| | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|---------|
| $\beta_0 \sim 0$ kg N foliar | 144.9 | 51.8 | 392 | 2.80 | 0.0054 |
| β_1 (intercept) | 3855.1 | 277.7 | 392 | 13.88 | <0.0001 |
| $\beta_1 \sim 0$ kg N foliar | -495.6 | 72.3 | 392 | -6.86 | <0.0001 |
| β_2 | 0.017 | 0.002 | 392 | 7.49 | <0.0001 |
| Efectos Aleatorios | StdDev β_0 | StdDev β_1 | StdDev β_2 | Residual | |
| Nivel: Año_loc | 1359.5 | 1046.4 | 0.007 | | |
| Nivel: Bloque (Año_loc) | 158.0 | 0.005 | 7.53E-06 | 336.2 | |

El modelo exponencial de respuesta del rendimiento en función del nitrógeno muestra una diferencia positiva en rendimientos con fertilización foliar en niveles bajos de nitrógeno agregado de base, los cuales desaparecen en valores elevados de nitrógeno agregado (Figura 4-a). Por otro lado, realizando la derivada del modelo exponencial y calculando en términos de eficiencia agronómica de uso de nitrógeno (kg grano producidas por kg N agregado) podemos observar como a medida que aumentamos la dosis de N de base con y sin el agregado de N foliar la eficiencia se va reduciendo hasta valores cercanos a cero cuando los niveles de nitrógeno de base superaron los 150 kg/ha aplicados (Figura 4-b).

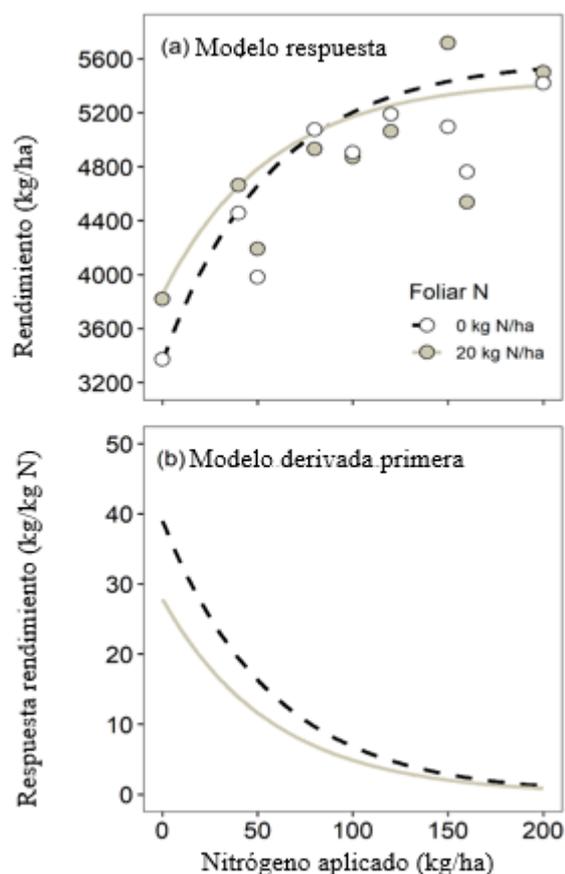


Figura 4: Modelo de respuesta en rendimiento a la fertilización nitrogenada con y sin el efecto de la fertilización foliar (círculos negros con N foliar y círculos vacíos sin foliar). Figura 4-a: rendimientos ajustados por el modelo lineal mixto. Figura 4-b: eficiencia agronómica de uso de nitrógeno

La respuesta a rendimiento observada fue diferente en cada uno de los sitios evaluados. En los sitios 4 y 5, de bajo rendimiento medio, no se observan grandes diferencias de rendimientos a medida que se incrementa el N aplicado de base, a diferencia de lo que se aprecia en los sitios 12 y 15 con grandes brechas de productividad según el N aplicado (Figura 5).

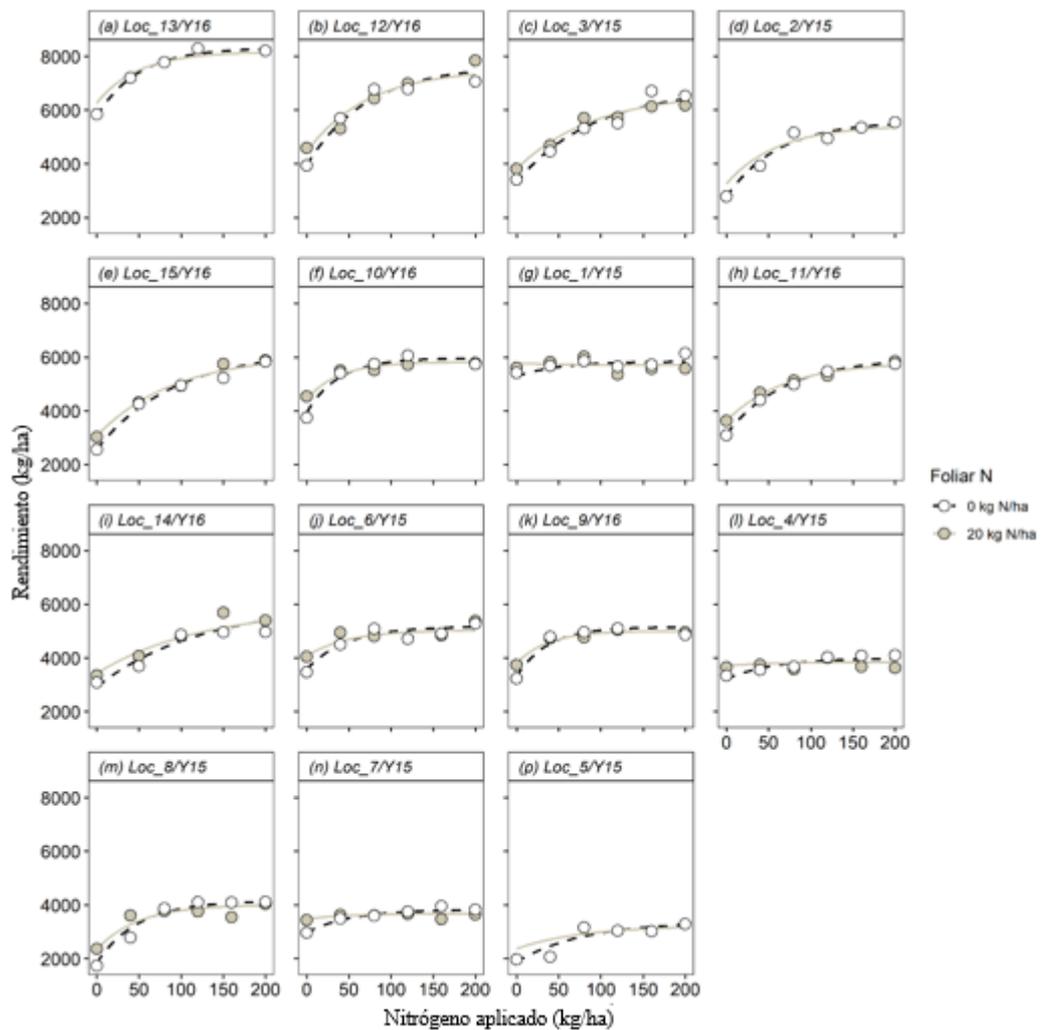


Figura 5: Respuestas en el rendimiento por sitios con y sin el agregado de fertilización foliar (círculos negros con N foliar y círculos vacíos sin foliar)

Como fuera descrito en materiales y métodos, la pendiente de la respuesta del rendimiento al N aplicado para los diferentes sitios fue correlacionado con diferentes variables de manejo y ambiente (N del suelo, materia orgánica, fósforo del suelo, tipo de suelo, lluvias durante el ciclo, agua útil a la siembra, cociente fototermal de los

meses de Agosto, Septiembre y Octubre, y fecha de siembra) para explorar la influencia potencial de diferentes predictores al nivel de sitio sobre la respuesta al N aplicado. La exploración sugirió que los predictores en la componente fija que podían contribuir a mejorar el modelo eran el cociente fototermal del mes de Septiembre (PTO-sep) y el contenido de NO₃ (N suelo) del suelo al momento de la siembra (Tabla 6). Por este motivo estas 2 variables fueron incluidas en el modelo. La función de respuesta es exponencial está definida por los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , los cuales hacen referencia al rendimiento a 0 kg N ha⁻¹ aplicado, respuesta inicial y rendimiento máximo, respectivamente. El parámetro β_0 se ve afectado por el cociente fototermal del mes de Septiembre (PTQ_sep) mientras que el parámetro β_1 se ve afectado por el contenido de nitrógeno (N) del suelo. Dentro de las variables más importantes que modulan el rendimiento, el cociente fototermal de Septiembre fue el de mayor impacto en la modificación de la respuesta del rendimiento al agregado de nitrógeno.

Tabla 6. Predictores que afectan la respuesta del rendimiento del cultivo de trigo a la fertilización con nitrógeno (kg N ha⁻¹) en 15 ensayos en el centro de la provincia de Santa Fe. La función de respuesta es la raíz cuadrada definida por Ecuación 1, donde los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , son indicativos de rendimiento a 0 kg N ha⁻¹ aplicado, respuesta inicial y rendimiento máximo, respectivamente. El parámetro β_0 se ve afectado por el coeficiente fototermal del mes de Septiembre (PTQ_sep) mientras que el parámetro β_1 se ve afectado por el contenido de nitrógeno (N) del suelo. Los factores aleatorios son entornos definidos como la combinación de años y ubicaciones (Año_loc) y bloques anidados dentro de entornos (Bloque (Año_loc)). Este modelo mixto se seleccionó según el criterio de información de Akaike.

| Efectos Fijos | Estimador | Error STD | DF | t-valor | p-valor |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|---------|
| β_0 (intercepto) | 2524.7 | 1096.0 | 390 | 2.30 | 0.0218 |
| $\beta_0 \sim 0$ kg N foliar | 141.6 | 51.7 | 390 | 2.74 | 0.0065 |
| $\beta_0 \sim$ PTQ_sep | 1216.7 | 440.2 | 390 | 2.76 | 0.006 |
| β_1 (intercepto) | 3269.4 | 974.4 | 390 | 3.36 | <0.0001 |
| $\beta_1 \sim 0$ kg N foliar | -494.1 | 72.7 | 390 | -6.80 | <0.0001 |
| $\beta_1 \sim$ N Suelo | 8.3 | 13.4 | 390 | 0.62 | 0.0327 |
| β_2 (intercepto) | 0.017 | 0.0023 | 390 | 7.65 | <0.0001 |
| Efectos Aleatorios | StdDesv β_0 | StdDesv β_1 | StdDesv β_2 | Residual | |
| Nivel: Año_loc | 1092.7 | 1033.6 | 0.007 | | |
| Nivel: Bloque (Año_loc) | 157.4 | 0.006 | 7.71E-06 | 336.6 | |

Realizando una división de los rangos de cociente fototermales explorados en Septiembre y de valores de N a la siembra, podemos observar como a medida que

exploramos mayores valores de cociente fototermal en Septiembre los rendimientos alcanzados son superiores a iguales valores de N a la siembra. También observamos como las diferencias de rendimiento por el agregado de N foliar se presentan en mayor magnitud en valores bajos de nitrógeno aplicado. Por otro lado, a mayores valores de N en el suelo e iguales cociente fototermal, se observa una mejora en los valores de rendimiento cuando los valores aplicados de N están dentro del rango de 0 a 50 kg/ha N aplicados (Figura 6).

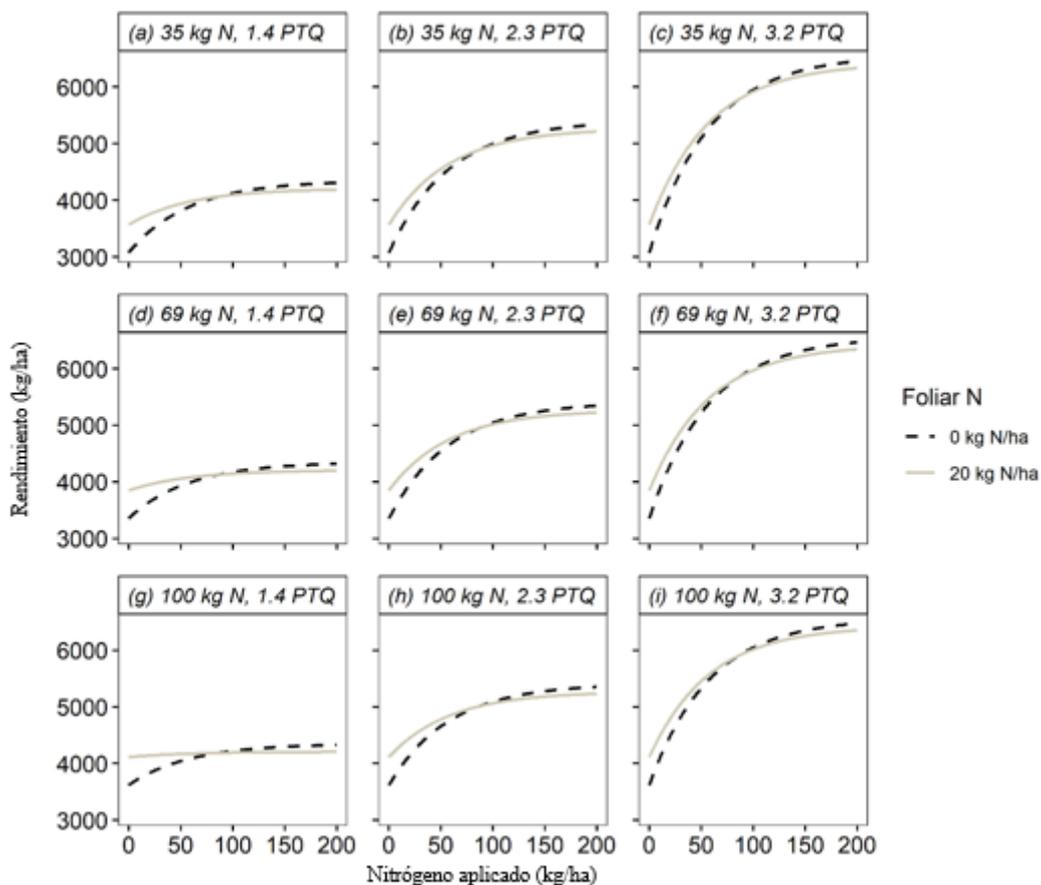


Figura 6: Predictores de rendimiento en grano modulado por cociente fototermal de Septiembre y contenido de N del suelo. Cada figura representa una combinación entre coeficiente fototermal, contenido de N del suelo y rendimientos. Líneas continuas (gris) rendimiento con aplicación de N Foliar, líneas punteadas (negras) rendimientos sin aplicación de N Foliar.

Factores que modulan la respuesta en proteína a la fertilización nitrogenada

El modelo general de respuesta en proteína a la fertilización nitrogenada arrojó una función de respuesta raíz cuadrada definida donde los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , son indicativos de proteína a 0 kg N ha⁻¹ aplicado, respuesta inicial y

proteína máxima, respectivamente. Los factores aleatorios son entornos definidos como la combinación de años y ubicaciones (Año_loc) y bloques anidados dentro de entornos (Bloque (Año_loc)). En la Tabla 7 podemos ver el modelo global de respuesta en proteína a la fertilización nitrogenada. Como se mencionó en materiales y métodos, 3 sitios no contaron con la aplicación de N foliar (sitios 2,5 y 13), valores que fueron estimados.

Tabla 7. Respuesta de proteína en grano al fertilizante nitrogenado y a la aplicación de N foliar. Resumen del análisis del modelo mixto para la respuesta de proteína del cultivo de trigo a la fertilización con nitrógeno (kg N ha^{-1}) en 15 ensayos en el centro de la provincia de Santa Fe. La función de respuesta es la raíz cuadrada definida por Ecuación 2, donde los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , son indicativos de proteína a 0 kg N ha^{-1} aplicado, respuesta inicial y proteína máximo, respectivamente. Los factores aleatorios son entornos definidos como la combinación de años y ubicaciones (Año_loc) y bloques anidados dentro de entornos (Block (Año_loc)). Este modelo de efectos mixtos se seleccionó en base al criterio de información de Akaike.

| Efectos Fijos | Estimador | Error STD | DF | t-valor | p-valor |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|----------|---------|
| β_0 (intercepto) | 10.5 | 0.4 | 376 | 25.84 | <0.0001 |
| $\beta_0 \sim 0 \text{ kg N foliar}$ | -1.6 | 0.2 | 376 | -8.03 | <0.0001 |
| β_1 (intercepto) | 0.0068 | 0.0024 | 376 | 2.78 | 0.0057 |
| β_2 (intercepto) | 0.0564 | 0.0350 | 376 | 1.61 | 0.1084 |
| $\beta_2 \sim 0 \text{ kg N foliar}$ | 0.0832 | 0.0199 | 376 | 4.19 | <0.0001 |
| Efectos aleatorios | StdDev β_0 | StdDev β_1 | StdDev β_2 | Residual | |
| Nivel: Año_loc | 1.440 | 0.004 | 0.035 | | |
| Nivel: Bloque (Año_loc) | 6.03E-05 | 6.1E-07 | 0.0213 | 0.9311 | |

El modelo arroja que los valores de proteína en grano, en % aumentan a medida que incrementa la dosis de fertilizante nitrogenado de base y también que los valores de proteína (%) son siempre mayores cuando se le agregó el fertilizante foliar (Figura 7).

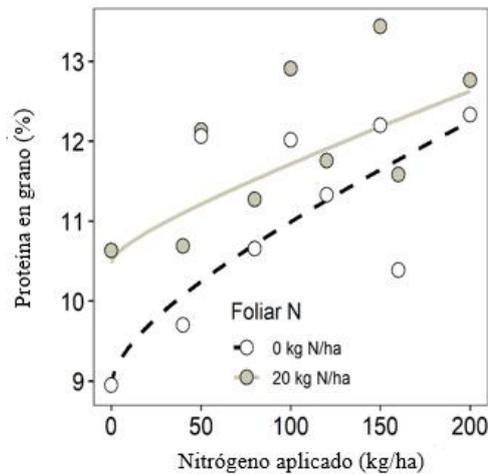


Figura 7. Respuesta global de la proteína a la fertilización. Rendimientos observados (círculos) y ajustados (líneas) obtenidos del modelo lineal mixto. Círculos vacíos indican sin agregado de N Foliar y círculos llenos indican con aplicación de N Foliar.

La tendencia de aumento de niveles de proteína en grano se observan en todos los sitios pero de diferente magnitud. Se observa diferencia de niveles de proteína en los sitios con el agregado de nitrógeno foliar como efecto positivo en todos los niveles de N agregado de base (Figura 8).

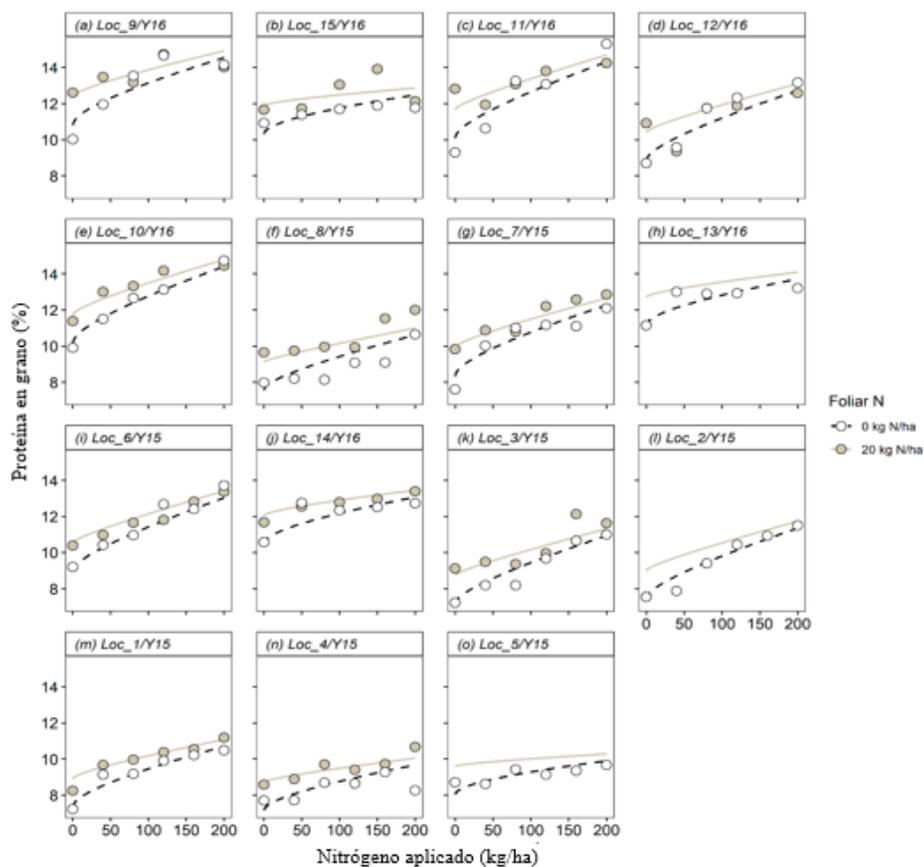


Figura 8. Respuestas al agregado de N según sitios. Las líneas representan el ajuste del modelo (Círculos vacíos indican sin agregado de N Foliar y círculos llenos indican con aplicación de N Foliar).

Las variables que modulan la respuesta en proteína frente al agregado de nitrógeno son el cociente fototermal del mes de Septiembre (PTO_sep), fechas de siembras y el contenido de materia orgánica del suelo (OM) (Tabla 8). La función de respuesta es la raíz cuadrada definida por los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , los cuales son indicativos de valores de proteína a 0 kg N ha⁻¹ aplicado, respuesta inicial y proteína máxima, respectivamente. El parámetro β_0 se ve afectado por el coeficiente fototermal del mes de Septiembre (PTQ_sep), el parámetro β_1 se ve afectado por la fecha de siembra y el parámetro β_2 se ve afectado por el contenido de materia orgánica del suelo (OM).

Tabla 8. Predictores que afectan la respuesta de proteína en grano del cultivo de trigo a la fertilización con nitrógeno (kg N ha⁻¹) en 15 ensayos en el centro de la provincia de Santa Fe. La función de respuesta es la raíz cuadrada definida por Ecuación 2, donde los parámetros de efectos fijos β_0 , β_1 y β_2 , son indicativos de proteína a 0 kg N ha⁻¹ aplicado, respuesta inicial y proteína máximo, respectivamente. El parámetro β_0 se ve afectado por el cociente fototermal del mes de Septiembre (PTQ_sep), el parámetro β_1 se ve afectado por la fecha de siembra, mientras que el parámetro β_2 se ve afectado por el contenido de materia orgánica del suelo. Los factores aleatorios son entornos definidos como la combinación de años y ubicaciones (Año_loc) y bloques anidados dentro de entornos (Bloque (Año_loc)). Este modelo mixto se seleccionó según el criterio de información de Akaike.

| Efectos Fijos | Estimador | Error STD | DF | t-valor | p-valor |
|------------------------------|-----------|-----------|-----|---------|---------|
| β_0 (intercepto) | 8.2983 | 1.2520 | 373 | 6.63 | <0.0001 |
| $\beta_0 \sim 0$ kg N foliar | -1.5438 | 0.1934 | 373 | -7.98 | <0.0001 |
| $\beta_0 \sim$ PTQ_sep | 0.8971 | 0.5012 | 373 | 1.79 | 0.0743 |
| β_1 (intercepto) | -0.0357 | 0.0122 | 373 | -2.92 | 0.0037 |
| $\beta_1 \sim$ Fecha Siembra | 0.0003 | 0.0001 | 373 | 3.58 | 0.0004 |
| β_2 (intercepto) | -0.3723 | 0.0976 | 373 | -3.82 | 0.0002 |
| $\beta_2 \sim 0$ kg N foliar | 0.0815 | 0.0197 | 373 | 4.14 | <0.0001 |
| $\beta_2 \sim$ OM | 0.1532 | 0.0324 | 373 | 4.73 | <0.0001 |

| Efectos aleatorios | StdDev β_0 | StdDev β_1 | StdDev β_2 | Residual |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| Nivel: Año_loc | 1.2160 | 0.0012 | 1.02E-07 | |
| Nivel: Bloque (Año_loc) | 0.000033 | 0.000001 | 0.020 | 0.9400 |

En función de los predictores anteriormente analizados se observó cómo en fechas de siembras tempranas se observan valores inferiores de proteína respecto a fechas de siembras tardías. En cuanto a materia orgánica, cuando decaen los valores de la misma también lo hacen los valores de proteína. Del mismo modo, a mayores valores de cocientes fototermales de Septiembre mejoran los valores de proteína (Figura 9).

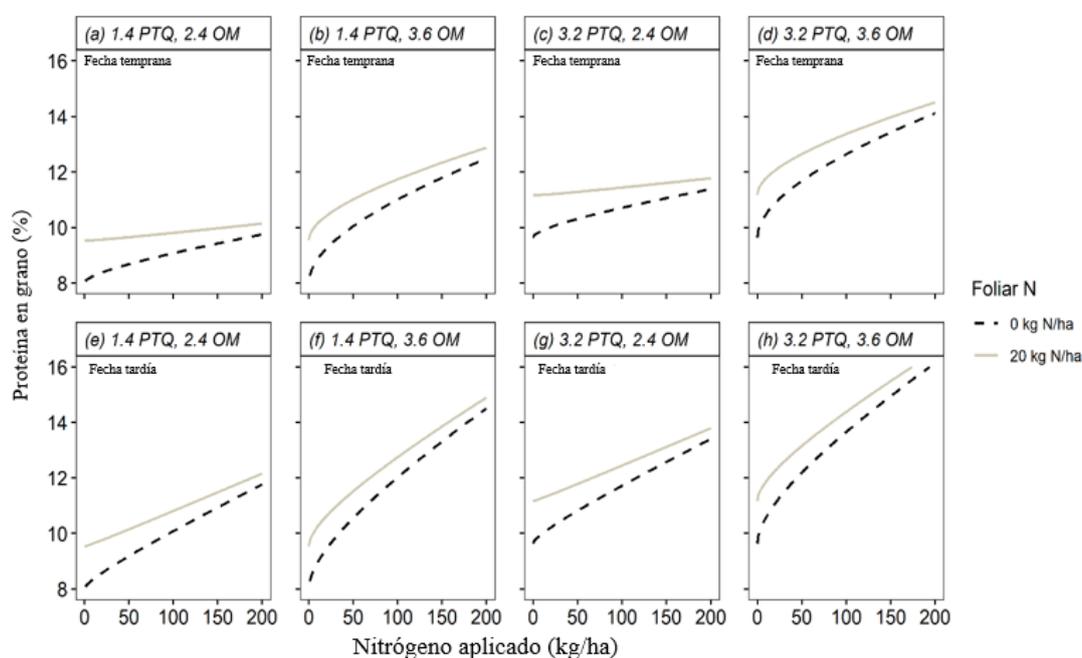


Figura 9. Predictores de proteína en grano modulado por fecha de siembra, coeficiente fototermal de septiembre y contenido de materia orgánica. Cada figura representa una combinación entre cociente fototermal, fechas de siembras, contenido de materia orgánica y % de proteína en grano). líneas continuas ajuste de modelo con aplicación foliar y líneas discontinuas ajuste del modelo sin aplicación foliar.

DISCUSIÓN

Se asume que la fertilización foliar en el cultivo de trigo en la zona central de la provincia de Santa Fe tiene muy bajo impacto, razón por la cual la técnica es muy poco utilizada. Sin embargo, en la presente tesis, se comprueba que la técnica tiene una validez muy importante en el incremento de valores de proteína en grano. Para el caso de modificaciones de rendimiento por el uso de N foliar los factores que modifican la

respuesta del sitio son el cociente fototermal de septiembre y el nitrógeno del suelo; y para el caso de respuestas en proteína los factores fueron PTO_sep, fecha de siembra y contenido de materia orgánica del suelo. Los resultados de la presente tesis mostraron que la respuesta a la fertilización nitrogenada hacia incrementos en el rendimiento del cultivo fue cuando la disponibilidad de N en el suelo fue menor, en coincidencia con lo postulado por Abbate (1995) y Slafer (2006), quienes mostraron que la respuesta a la fertilización nitrogenada disminuye a medida que la disponibilidad de nitratos en el suelo a la siembra es mayor.

Generalmente en la zona analizada, la forma más usual de fertilización del cultivo de trigo es en pre-siembra anticipada (en forma voleada o en forma incorporada) y luego no se realizan correcciones del nivel de nitrógeno agregado. El estatus nitrogenado del cultivo se define generalmente antes de sembrarlo. En la presente tesis, se determina que podemos mejorar la eficiencia de uso agronómico de nitrógeno dividiendo y aportando dosis de nitrógeno foliar en aplicaciones en hoja bandera para aumentar los tenores proteicos e incrementar los rendimientos. Similares resultados se observan en el sur de la provincia de Buenos Aires (Echeverría, 2005; Berg y Loewy, 2004). Por otro lado, el monitoreo constante del estatus nitrogenado del cultivo a través de sensores de verdor de las hojas, nos permitirán tomar mejores decisiones del uso de fertilizantes nitrogenados. Dicho instrumento, permite obtener el índice de verdor (IV) de la hoja bandera, el cual está en estrecha relación con el contenido de clorofila (Finman et al., 1997) y por ende con la concentración de N de la hoja (Schepers et al., 1992). Para el sudeste bonaerense (Reussi Calvo y Echeverría, 2006) y recientemente para el centro de la provincia de Santa Fe (Orcellet et al., 2016), el IV de la hoja bandera en floración es un buen predictor del incremento de PB del grano de trigo por efecto de aplicaciones de N en dicho momento. La variable IV, sumado al seguimiento de las condiciones ambientales de cada campaña, permitirán tomar decisiones con mayor certeza agronómica.

En la zona analizada, el ambiente (PTO_sep) determinó las respuestas, tanto en rendimiento como en proteína. Es muy claro como el efecto de la radiación y temperatura (PTO_sep) durante el periodo crítico del cultivo modifican los valores analizados. En un análisis a nivel nacional, Andrade y Satorre (2015), muestran similares resultados, incrementando el valor de la información generada. Por estos motivos es de suma importancia el monitoreo de las condiciones climáticas en periodo

crítico, así como también chequear el estado nutricional del cultivo para poder realizar correcciones en forma tardía.

Cabe destacar que, dentro de los modelos, la variable condición hídrica (balances hídricos) no entró como factor modulador de la respuesta al rendimiento. Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron, en general, abundantes (promedio de 253 mm desde el mes de Mayo hasta Octubre). El AU del suelo sumada a las precipitaciones durante el ciclo del cultivo tuvieron un mínimo de 310 mm y un valor máximo de 459 mm.

El incremento del contenido de PB del grano de trigo es el principal objetivo de la fertilización foliar en estadios avanzados (Z4.9). En la presente tesis se evaluó el efecto de dicha práctica sobre el rendimiento y calidad de grano del cultivo. En el total de los sitios y dosis evaluadas, se determinó que la fertilización foliar incrementó significativamente ($p < 0,10$) el rendimiento y el contenido de PB del grano.

Reussi Calvo et al. (2006), postulan que, en situaciones de baja disponibilidad de N, el agregado de N se destina principalmente a la generación del rendimiento, mientras que los niveles de proteína en grano no se modifican o eventualmente disminuyen en caso de que exista un efecto de dilución de la proteína. Sin embargo, el mismo autor describe que en situaciones de disponibilidad media, el agregado de N incrementa simultáneamente los rendimientos y la proteína. En la presente tesis podemos afirmar que el contenido de proteína se incrementa en todos los rangos de nitrógeno agregados, a diferencia de las citas mencionadas.

Numerosas evidencias (López-Bellido et al., 1998; Stewart y Dwyer, 1990) han mostrado una relación negativa entre rendimiento y calidad principalmente debida a un efecto de dilución de la proteína como consecuencia de aumentos en los rendimientos. Esta relación negativa podría minimizarse cuando el rendimiento ha sido incrementado con tratamientos que consideren altos niveles de nitrógeno, especialmente cuando la respuesta del nitrógeno para incrementar rendimiento ha sido saturada (Reussi Calvo et al., 2006). Sin embargo, los resultados de esta tesis no mostraron asociación entre el contenido proteína en grano y rendimiento, ya que para un amplio rango de valores de rendimientos se obtuvo un variado rango de valores de proteína, con tendencias de mayores rendimientos correlacionados con mayores tenores de proteína en grano.

La utilización de modelos mixtos para la predicción de la respuesta en rendimiento al agregado de N brindó información y certeza para el diagnóstico de

fertilización nitrogenada, constituyéndose en una herramienta necesaria cuando se pretende generar criterios de fertilización a partir de ensayos multi-ambientales. Este estudio permitió encontrar modelos razonables que reducen la incertidumbre al decidir las dosis de fertilizante nitrogenado y de fertilización foliar. Los modelos encontrados describieron satisfactoriamente la variación espacial y temporal de la respuesta del rendimiento en grano y proteína en trigo. Los mismos tienen varios atributos importantes a considerar: (i) consideran la estructura jerárquica de datos, una característica común de estos y otros datos agronómicos, (ii) consideran que la respuesta en rendimiento al N aplicado varía con los sitios, y (iii) predicen que la magnitud de la respuesta en rendimiento al N aplicado depende de variables ambientales.

CONCLUSIONES

Se acepta parcialmente la hipótesis 1, que afirma que la respuesta a la fertilización nitrogenada está afectada por efectos ambientales como agua, cociente fototermal y su interacción. En la presente tesis, se demostró que la condición hídrica no interviene en la modulación en la respuesta a la fertilización con N en el cultivo de trigo en la región central de Santa Fe. Por otro lado, si se observó un efecto del cociente fototermal del mes de Septiembre (PTO_sep) tanto para rendimiento como para proteína en grano.

Se acepta la hipótesis 2, que afirma que el contenido de proteína en grano está afectado por la aplicación foliar de fertilizante nitrogenado. Este punto es de suma importancia ya que tenemos la posibilidad de poder aumentar los tenores de proteína en etapas avanzadas del cultivo, antes una práctica que en la zona analizada de muy baja adaptación o no estaba tenida en cuenta. En función de los resultados obtenidos, podemos incorporar a los sistemas de producción la práctica de fertilización foliar para aumentar los valores de proteína en grano. También observamos que se modificó el rendimiento y la calidad debido a este tipo de aplicaciones. Sumado a esto, con tecnologías como medidor de clorofila, podemos corregir déficits de N en forma rentable en etapas avanzadas del cultivo.

Se rechaza la hipótesis 3, que afirma que las respuestas a la fertilización nitrogenada foliar para incrementar rendimientos y proteína están moduladas por temperaturas en llenado de granos. Para el caso de respuestas a la aplicación de nitrógeno foliar para incrementar rendimientos, los factores que la afectan son el

cociente fototermal del mes de septiembre y el contenido de N del suelo; en cambio los factores que afectan las respuestas a la aplicación de N foliar para modificar proteína son cociente fototermal del mes de septiembre, fechas de siembras y contenido de materia orgánica del suelo. Indirectamente el cociente fototermal nos está indicando a que menores valores del mismo, mayores son las temperaturas y/o menor es la radiación en el periodo en cuestión, con lo que se puede deducir que los valores de temperaturas están interviniendo en las respuestas a la fertilización. En cuanto a las fechas de siembras, cuanto más tardías son exponemos al cultivo a menores valores de cociente fototermales, básicamente por aumentos de temperaturas medias.

En base a los resultados obtenidos podemos concluir que podemos mejorar el rendimiento y la calidad de grano en el cultivo de trigo en la zona central de la provincia de Santa Fe a través de fertilizaciones foliares.

La información generada para la zona geográfica de influencia es importante ya que agrega conocimiento para ampliar las herramientas vinculadas a la toma de decisiones de fertilización del cultivo de trigo.

BIBLIOGRAFÍA

Abbate P., Andrade F. y Culot J., 1995. The effect of radiation; nitrogen on number of grains in wheat. *Journal of Agricultural Science*. 124: 351-360.

Abbate P.E., Dardanelli J.L., Cantarero M.G., Maturano M., Melchiori R.J.M. y Suero E.E., 2004. Climatic and water availability effects on water-use efficiency in wheat. *Crop Science*. 44: 474-483.

Acuña T., Dean G. y Rifkin P., 2011. Contrast to achieve high potential yield of wheat in a temperate, high rainfall environment in south-eastern Australia. *Crop and Pasture Science*. 62: 125-136.

Aho K., Derryberry D. y Peterson T., 2014. Model selection for ecologists: the worldviews of AIC and BIC. *Ecology*. 95: 631-636.

Altenbach S.B., DuPont F.M., Kothari K.M., Chan R., Johnson E.L. y Lieu D., 2003. Temperature, water and fertilizer influence the timing of key events during grain development in a US spring wheat. *Journal of Cereal Science*. 37: 9-20.

Andrade J. y Satorre E., 2015. Single and double crop systems in the Argentine Pampas: Environmental determinants of annual grain yield. *Field Crops Research*. 177: 137-147.

Barbieri P.A., Sainz Rozas H.R. y Echeverría E.H., 2008. Time of nitrogen application affects nitrogen use efficiency of wheat in the humid pampas of Argentina. *Canadian Journal of Plant Science*. 88: 849-857.

Barbieri P.A., Echeverría H.E. y Sainz Rozas H.R., 2009. Dosis óptima económica de nitrógeno en trigo según momento de fertilización en el sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo*. 27: 115-125.

Bates D., Maechler M., Bolker B. y Walker S., 2013. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.0-5. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.

Bolsa de Comercio de Rosario, <https://www.bcr.com.ar/es>.

Bremner J. y Keeney D., 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytica Chimica Acta*. 32: 485-495.

Bruckner P.L. y Frohberg R.C., 1987. Rate and duration of grain fill in Spring wheat. *Crop Science*. 27: 451-455.

Burnham K. P. y Anderson, D. R., 2014. P values are only an index to evidence: 20th- vs. 21st-century statistical science. *Ecology*. 95: 627-630.

Calvo N., Echeverría H., Barbieri P. y Rozas H., 2006. Nitrógeno y azufre en trigo: ¿Rendimiento y proteína? XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo – Salta-Jujuy.

Campbell C.A., Davison H.R. y Winkleman G.E., 1981. Effect of nitrogen, temperature, growth stage and duration of moisture stress on yield components and proteins content of Monitou spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 61: 549-63.

Cuniberti M., Mir I., Chialvo E., Berra O., Macagno S. y Pronotti M., 2016. Rendimiento y calidad del trigo en la región central del país. *Información para Extensión*. www.inta.gob.ar/mjuarez.

Dalal R.C., Strong W., Weston E.J., Cooper J.E. y Thomas G.A., 1997. Prediction of grain protein in wheat and barley in a subtropical environment from available water and nitrogen in Vertisols at sowing. *Australian Journal of experimental agriculture*. 37: 351-7.

Dupont F.M., Hurkmana W.J., Vensel W.H., Tanaka Ch., Kothari K.M., Chungb Okkyung K. y Altenbach S.B., 2006. Protein accumulation and composition in wheat grains: Effects of mineral nutrients and high temperature. *European Journal Agronomy*. 25: 96–107.

Echeverría H., Berg R. y Loewy T., 2004. Nitrógeno en trigo: Rendimiento y calidad panadera. Fertilización de base. Actas VI Congreso Nacional de trigo. UNS-INTA. Bahía Blanca, Buenos Aires. 133-134.

Echeverría H.E. y Studdert G.A., 2001. Predicción del contenido de proteína en grano de trigo (*Triticum aestivum* L) mediante el índice de verdor de la hoja bandera. *Ciencia del Suelo*. 19: 67-74.

Ercoli L., Lulli L., Mariotti M., Masoni A. y Arduini I., 2008. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *European Journal Agronomy*. 28: 138–147.

Finnan J. M., Burke J. I. y Jones M. B., 1997. A note on a non-destructive method of chlorophyll determination in wheat (*Triticum aestivum* L). *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 36: 85-89.

Fischer R.A., 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science*. 105: 447-461.

Fontanetto H., Vivas H., Keller O., Albrecht R., Gastaldi L. y Castignani H., 2005. Consideraciones sobre la fertilización nitrogenada de trigo en la región central de Santa Fe. *Publicación miscelánea. EEA Rafaela*. 103.

Gambín B.L., Coyos T., Di Mauro G., Borrás L. y Garibaldi L.A., 2016. Exploring genotype, management, and environmental variables influencing grain yield of late-sown maize in central Argentina. *Agricultural System*. 146: 11–19.

Coyos T., Borrás L. y Gambín B.L., 2018. Site-specific covariates affecting yield response to nitrogen of late-sown Maize in Central Argentina. *Agronomy Journal*. 110: 1544–1553.

Gianello C. y Bremer J.M., 1986. Comparison of chemical methods of assessing potentially available organic nitrogen in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 17: 215–236.

Giunta F., Motzo R. y Deidda M., 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*. 33: 399-409.

Gooding M.J., Ellis R.H., Shewry P.R. y Schofield J.D., 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*. 37: 295-309.

Hall A.J., Rebella C.M., Ghera C.M. y Cullot J. P., 1992. Field crop systems of Pampas. In: C.J. Pearson (Ed). *Ecosystems of the world. Field crops Ecosystems*. Elsevier scientific. 413-450.

Harmsen, K. (2000). A modified Mitscherlich equation for rainfed crop production in semi-arid areas: 1. Theory. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 48(3), 237–250. Keeney D.R. y Nelson D.W., 1982. Nitrogen inorganic forms. In: Page. A. L. et al. Edition: *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America. 643-698.

Kharel T., Clay D., Clay S., Beck D., Reese C., Carlson G. y Park H., 2011. Nitrogen and water stress affect winter wheat yield and dough quality. *Agronomy Journal*. 103: 1389-1396.

Kirkegaard K.A., Lilley J.M., Howe J.N. y Graham J.M., 2007. Impact of subsoil water use on wheat yield. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58: 303-315.

Maddonni G.A., Urricariet A.S., Ghersa C.M. y Lavado R.S., 1999. Assessing soil quality in the Rolling Pampa, using soil properties and maize characteristics. *Agronomy Journal*. 91: 280-287.

Magrin G.O., Hall A.J., Baldy C. y Grondona M.O., 1993. Spatial and interannual variations in the photothermal quotient: implications for the potential kernel number of wheat crops in Argentina. *Agricultural and Forest Meteorology*. 67: 29-41.

Menendez F. y Satorre E., 2007. Evaluating wheat yield potential determination in the Argentine Pampas. *Agriculture Systems*. 95: 1-10.

Michelena R.O., Iurrtia C.B., Vavruska F.A., Mon R. y Pittaluga A., 1989. Degradación de suelos del Norte de la Región Pampeana. *Publicación Técnica 6*. INTA. Centros Regionales de Buenos Aires Norte, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe. Proyecto de Agricultura Conservacionista.

Ministerio de Agroindustria, base disponible on-line. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura-ganaderia-y-pesca>.

López-Bellido L., Fuentes M., Castillo J. y López-Garrido F., 1998. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crops Research*. 57: 265-276.

López-Bellido R.J. y López-Bellido L., 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Research*. 71: 31-46.

Orcellet J., 2016. Fertilización foliar en estadios avanzados en el cultivo de trigo: efectos sobre el rendimiento y el contenido de proteína, *Información técnica de cultivos de invierno*, INTA Rafaela, campaña 2016, *Publicación Miscelánea*. 131.

Panozzo J. y Eagles H.A., 1999. Rate and duration of grain filling and grain nitrogen accumulation of wheat cultivars grown in different environments. *Australian Journal of Agricultural Research*. 50: 1007-1015.

Rabbinge R. y van Ittersum M.K., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*. 52: 197-208.

R Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Slafer G.A., Andrade F.H. y Feingold F.G., 1990. Genetic improvement of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Argentina: relationships between nitrogen and dry matter. *Euphytica*. 50: 63–71.

Slafer G.A., Miralles D., Savin R., Whitechurch E. y Gonzalez F., 2006. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Ed. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina. 7: 101-132.

Schepers J., Blackmer T. y Francis D., 1992. Predicting N fertilizer needs for corn in humid regions: Using chlorophyll meters. In B. Bock y K. Kelly (ed). *Bulletin Y-226*. Tennessee Valley Authority National Fertilizer and Environmental Research Center. 105-114.

Sosulski F.W., Lin D. y Paul E.A., 1996. Effect of moisture, temperature and nitrogen on yield and protein quality of Thatcher wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 46: 583-588.

Stewart D.W. y Dwyer L.W., 1990. Yields and protein trends of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) on the Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science* 70: 33–44.

Stone P., 2000. In: *Crop Responses and adaptations to Temperatures stress*. Food Product Press, N. Y. 302.

Varga B. y Svecnjak Z., 2006. The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. *Field Crops Research*. 96: 125–132.

Velasco J.L., Sainz Rozas H., Echeverria H. y Barbieri P.A., 2012. Optimizing fertilizer nitrogen use efficiency by intensively managed spring wheat in humid regions: Effect of split application. *Canadian Journal of Plant Science* 92: 847-856.

Villar J., 2000. Economía del agua en el cultivo de trigo en el área centro de Santa Fe. Información técnica de trigo. Campaña 1998. Publicación Miscelánea N°90. INTA Rafaela.

Villar J., 2001. Dinámica del consumo de agua de trigo en siembra directa. Información técnica de trigo. Campaña 2000. Publicación Miscelánea N°94. INTA EEA Rafaela.

Walkley A. y Black I., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29-38.

Warrington I.J., Dunstone R.L. y Green L.M., 1977. Temperature effects of three development stages on yield of heat ear. Australian Journal of Agricultural Research. 28: 11-27.

Zadoks J.C., Chang T. y Konzak C., 1974. A decimal code for growth stages of cereals. Weed Research. 14: 415-421.

Zuur A.F., Ieno E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A. y Smith.G. M., 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer, New York.

Anexo:

Tabla Suplementaria I:

Tabla Suplementaria I. Selección de modelos

TABLA SI.1 Selección de respuesta general del Rinde a la fertilización nitrogenada. Los modelos que fallaron en la convergencia no fueron incluidos en la tabla.

| Modelo | df | AIC | BIC | logLik | Test | L.Ratio | p-valor |
|---------------------------------|----|-----|-----------------|----------|----------|---------|-------------------|
| Lineal plateau | 1 | 13 | 6620.069 | 6673.226 | -3297.03 | | |
| Exponencial | 2 | 13 | 6592.661 | 6645.818 | -3283.33 | | |
| Cuadrático | 3 | 13 | 6633.387 | 6686.545 | -3303.69 | | |
| Raíz cuadrada | 4 | 13 | 6597.591 | 6650.749 | -3285.8 | | |
| Exponencial simplificado | 5 | 12 | 6591.228 | 6640.297 | -3283.61 | 4 vs 5 | 4.362723 0.036734 |

TABLA SI.2 Selección de respuesta general del Proteína a la fertilización nitrogenada. Los modelos que fallaron en la convergencia no fueron incluidos en la tabla.

| Modelo | df | AIC | BIC | logLik | Test | L.Ratio | p-valor |
|-----------------------------------|----|-----|----------------|----------|---------|---------|-------------------|
| Exponencial | 1 | 13 | 1298.985 | 1351.663 | 636.493 | | |
| Cuadrático | 2 | 13 | 1267.908 | 1320.585 | 620.954 | | |
| Raíz cuadrada | 3 | 13 | 1267.001 | 1319.678 | -620.5 | | |
| Raíz cuadrada simplificado | 4 | 12 | 1266.68 | 1315.305 | -621.34 | 3 vs 4 | 1.678863 0.195076 |

TABLA SI.3. Selección de predictores para la respuesta del Rinde a la fertilización. En negrita se resalta el modelo seleccionado.

| Modelo | a | b | c | d | e | f | AIC_valor |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|----------|----------|----------|----------------|
| 31 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5601.74 |
| 178 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5866.15 |

| | | | | | | | |
|-----|--------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 122 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + PH | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5866.20 |
| 24 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + PH | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5866.26 |
| 150 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N | c ~ PH | 2 | 1 | 1 | 5866.99 |
| 220 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + PH | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5867.18 |
| 192 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5867.59 |
| 73 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + PH | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5867.61 |
| 269 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + PH | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5867.89 |
| 171 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + PH | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5867.94 |
| 126 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + PH | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5868.05 |
| 318 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + PH | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5868.10 |
| 182 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5868.13 |
| 125 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + PH | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5868.16 |
| 181 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5868.20 |
| 130 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5868.25 |
| 28 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + PH | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5868.27 |
| 27 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + PH | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5868.28 |
| 157 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5868.38 |
| 185 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + MO | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5868.41 |
| 164 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5868.53 |
| 154 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N | c ~ PH | 2 | 1 | 1 | 5868.99 |
| 153 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N | c ~ PH | 2 | 1 | 1 | 5869.01 |
| 223 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + PH | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5869.21 |
| 224 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + PH | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5869.22 |
| 77 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + PH | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5869.49 |
| 195 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5869.58 |
| 76 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + PH | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5869.61 |
| 196 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5869.65 |
| 273 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + PH | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5869.83 |
| 272 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + PH | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5869.92 |
| 174 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + PH | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5869.97 |
| 175 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + PH | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5869.97 |
| 120 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + PH | c ~ Q_Sep | 1 | 2 | 1 | 5870.10 |
| 321 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + PH | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5870.12 |
| 176 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ PH | 1 | 2 | 1 | 5870.15 |
| 322 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + PH | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5870.15 |
| 189 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + MO | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5870.32 |
| 137 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + MO | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5870.33 |
| 144 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5870.38 |
| 116 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5870.38 |
| 188 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + MO | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5870.42 |
| 22 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + PH | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 5870.43 |
| 168 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5870.43 |
| 160 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5870.44 |
| 161 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5870.49 |
| 167 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5870.51 |
| 277 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5870.61 |
| 32 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5870.81 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 102 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N | c ~ Q_Sep | 2 | 1 | 1 | 5870.85 |
| 148 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ PH | 1 | 1 | 1 | 5871.10 |
| 81 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5871.31 |
| 121 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + PH | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5871.44 |
| 177 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5871.47 |
| 218 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + PH | c ~ N_NO3 | 1 | 2 | 1 | 5871.50 |
| 4 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 5871.53 |
| 190 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ PH | 1 | 2 | 1 | 5871.62 |
| 71 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + PH | c ~ fecha siembra | 1 | 2 | 1 | 5871.66 |
| 124 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + PH | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5871.71 |
| 23 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + PH | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5871.71 |
| 180 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5871.79 |
| 326 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5871.83 |
| 267 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + PH | c ~ MO | 1 | 2 | 1 | 5871.95 |
| 179 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5871.96 |
| 26 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + PH | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5871.99 |
| 123 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + PH | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5872.03 |
| 46 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5872.18 |
| 169 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + PH | c ~ PH | 1 | 2 | 1 | 5872.18 |
| 316 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + PH | c ~ AU+_ppOct | 1 | 2 | 1 | 5872.24 |
| 25 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + PH | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5872.29 |
| 149 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N | c ~ PH | 2 | 1 | 1 | 5872.40 |
| 183 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + MO | c ~ PH | 1 | 2 | 1 | 5872.40 |
| 162 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ PH | 1 | 2 | 1 | 5872.51 |
| 155 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ PH | 1 | 2 | 1 | 5872.59 |
| 53 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N | c ~ fecha siembra | 2 | 1 | 1 | 5872.64 |
| 152 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N | c ~ PH | 2 | 1 | 1 | 5872.67 |
| 340 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5872.73 |
| 219 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + PH | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5872.78 |
| 228 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5872.81 |
| 109 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 5872.81 |
| 249 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N | c ~ MO | 2 | 1 | 1 | 5872.86 |
| 200 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N | c ~ N_NO3 | 2 | 1 | 1 | 5872.87 |
| 191 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5872.92 |
| 39 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + MO | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5872.94 |
| 11 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5872.98 |
| 222 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + PH | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5872.99 |
| 72 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + PH | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5873.00 |
| 151 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N | c ~ PH | 2 | 1 | 1 | 5873.01 |
| 18 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 5873.02 |
| 291 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5873.04 |
| 284 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + MO | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5873.18 |
| 194 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.21 |
| 75 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + PH | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5873.23 |
| 298 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N | c ~ AU+_ppOct | 2 | 1 | 1 | 5873.25 |
| 268 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + PH | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5873.26 |
| 221 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + PH | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5873.29 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 95 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5873.33 |
| 88 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + MO | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5873.38 |
| 170 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + PH | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.45 |
| 193 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.47 |
| 317 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + PH | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5873.52 |
| 271 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + PH | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5873.54 |
| 74 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + PH | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5873.56 |
| 67 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5873.57 |
| 263 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5873.61 |
| 173 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + PH | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.72 |
| 184 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + MO | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.73 |
| 320 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + PH | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5873.82 |
| 163 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.84 |
| 270 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + PH | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5873.85 |
| 156 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.85 |
| 242 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5873.92 |
| 187 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + MO | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5873.99 |
| 207 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5874.03 |
| 166 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5874.09 |
| 319 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + PH | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5874.12 |
| 159 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5874.16 |
| 172 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + PH | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5874.17 |
| 186 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + MO | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5874.26 |
| 165 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5874.38 |
| 333 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + MO | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5874.43 |
| 312 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5874.50 |
| 60 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 5874.51 |
| 158 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ PH | 2 | 2 | 1 | 5874.53 |
| 235 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + MO | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5874.61 |
| 256 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 5874.62 |
| 214 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 5874.63 |
| 305 | a ~ foliar_N + PH | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 5874.71 |
| 129 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6599.37 |
| 7 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ BH_Antesis | 1 | 2 | 1 | 6599.87 |
| 136 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + MO | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6600.76 |
| 115 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6600.87 |
| 133 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6601.23 |
| 39 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ BH_Antesis | 2 | 2 | 1 | 6601.42 |
| 132 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6601.45 |
| 23 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ BH_Antesis | 2 | 2 | 1 | 6601.54 |
| 276 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6601.65 |
| 143 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6601.66 |
| 101 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N | c ~ Q_Sep | 2 | 1 | 1 | 6601.97 |
| 11 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ AU_mm | 1 | 2 | 1 | 6602.31 |
| 80 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6602.35 |
| 140 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + MO | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6602.43 |
| 119 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6602.50 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 3 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 6602.75 |
| 139 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + MO | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6602.76 |
| 325 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6602.78 |
| 3 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 6602.80 |
| 118 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6602.80 |
| 6 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ BH_Antesis | 1 | 2 | 1 | 6602.96 |
| 127 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ Q_Sep | 1 | 2 | 1 | 6603.19 |
| 45 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6603.42 |
| 283 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + MO | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6603.53 |
| 38 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + MO | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6603.57 |
| 280 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6603.59 |
| 147 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6603.60 |
| 146 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6603.68 |
| 227 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6603.74 |
| 17 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6603.77 |
| 43 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ AU_mm | 2 | 2 | 1 | 6603.80 |
| 35 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6603.82 |
| 279 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6603.83 |
| 105 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N | c ~ Q_Sep | 2 | 1 | 1 | 6603.86 |
| 87 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + MO | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6603.88 |
| 27 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ AU_mm | 2 | 2 | 1 | 6603.90 |
| 34 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6603.90 |
| 52 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N | c ~ fecha siembra | 2 | 1 | 1 | 6603.91 |
| 108 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6603.96 |
| 248 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N | c ~ MO | 2 | 1 | 1 | 6603.98 |
| 104 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N | c ~ Q_Sep | 2 | 1 | 1 | 6604.02 |
| 339 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6604.07 |
| 262 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6604.10 |
| 66 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6604.20 |
| 35 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6604.21 |
| 290 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6604.21 |
| 5 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ BH_Antesis | 1 | 1 | 1 | 6604.22 |
| 84 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6604.26 |
| 199 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N | c ~ N_NO3 | 2 | 1 | 1 | 6604.33 |
| 134 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + MO | c ~ Q_Sep | 1 | 2 | 1 | 6604.41 |
| 19 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N + AU_mm | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6604.43 |
| 297 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N | c ~ AU+_ppOct | 2 | 1 | 1 | 6604.45 |
| 113 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ Q_Sep | 1 | 2 | 1 | 6604.47 |
| 83 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6604.49 |
| 128 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6604.56 |
| 38 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ BH_Antesis | 2 | 2 | 1 | 6604.59 |
| 94 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6604.59 |
| 10 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6604.65 |
| 22 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ BH_Antesis | 2 | 2 | 1 | 6604.66 |
| 7 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 6604.87 |
| 131 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6604.89 |
| 6 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 6604.92 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 328 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6604.93 |
| 329 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6604.95 |
| 332 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + MO | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6604.99 |
| 311 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6605.15 |
| 241 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6605.24 |
| 287 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + MO | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6605.29 |
| 234 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + MO | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6605.41 |
| 141 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ Q_Sep | 1 | 2 | 1 | 6605.51 |
| 42 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + MO | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6605.52 |
| 48 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6605.52 |
| 213 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6605.54 |
| 49 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6605.55 |
| 274 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ MO | 1 | 2 | 1 | 6605.57 |
| 91 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + MO | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6605.60 |
| 286 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + MO | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6605.63 |
| 41 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + MO | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6605.67 |
| 21 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6605.70 |
| 37 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N | c ~ BH_Antesis | 2 | 1 | 1 | 6605.75 |
| 231 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6605.82 |
| 20 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6605.82 |
| 135 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + MO | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6605.83 |
| 112 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6605.83 |
| 56 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N | c ~ fecha siembra | 2 | 1 | 1 | 6605.84 |
| 29 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 6605.87 |
| 266 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6605.87 |
| 114 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6605.89 |
| 230 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6605.90 |
| 70 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6605.91 |
| 59 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6605.91 |
| 99 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ Q_Sep | 1 | 1 | 1 | 6605.92 |
| 90 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + MO | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6605.94 |
| 21 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N | c ~ BH_Antesis | 2 | 1 | 1 | 6605.95 |
| 255 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6605.96 |
| 252 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N | c ~ MO | 2 | 1 | 1 | 6605.96 |
| 111 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6606.01 |
| 55 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N | c ~ fecha siembra | 2 | 1 | 1 | 6606.02 |
| 138 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + MO | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6606.10 |
| 206 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6606.10 |
| 251 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N | c ~ MO | 2 | 1 | 1 | 6606.11 |
| 342 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6606.13 |
| 117 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6606.14 |
| 265 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6606.14 |
| 69 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6606.20 |
| 294 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6606.25 |
| 304 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6606.30 |
| 293 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6606.31 |
| 343 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6606.34 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 78 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ fecha siembra | 1 | 2 | 1 | 6606.34 |
| 203 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N | c ~ N_NO3 | 2 | 1 | 1 | 6606.42 |
| 202 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N | c ~ N_NO3 | 2 | 1 | 1 | 6606.46 |
| 300 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N | c ~ AU+_ppOct | 2 | 1 | 1 | 6606.57 |
| 301 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N | c ~ AU+_ppOct | 2 | 1 | 1 | 6606.58 |
| 98 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6606.58 |
| 97 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6606.67 |
| 14 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6606.77 |
| 13 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6606.79 |
| 142 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6606.85 |
| 323 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ AU+_ppOct | 1 | 2 | 1 | 6606.86 |
| 275 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6606.93 |
| 336 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + MO | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6606.99 |
| 1 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 1 | 1 | 0 | 6607.02 |
| 1 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 1 | 1 | 0 | 6607.02 |
| 1 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 1 | 1 | 0 | 6607.02 |
| 335 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + MO | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6607.07 |
| 315 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6607.14 |
| 145 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6607.17 |
| 30 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6607.17 |
| 314 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6607.18 |
| 100 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N | c ~ Q_Sep | 2 | 1 | 1 | 6607.26 |
| 278 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6607.28 |
| 281 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + MO | c ~ MO | 1 | 2 | 1 | 6607.33 |
| 244 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6607.34 |
| 238 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + MO | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6607.37 |
| 245 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6607.38 |
| 217 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6607.49 |
| 237 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + MO | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6607.51 |
| 33 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6607.52 |
| 103 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N | c ~ Q_Sep | 2 | 1 | 1 | 6607.56 |
| 43 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 6607.57 |
| 216 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6607.60 |
| 36 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + MO | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 6607.63 |
| 79 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6607.71 |
| 85 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + MO | c ~ fecha siembra | 1 | 2 | 1 | 6607.74 |
| 15 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 6607.80 |
| 63 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6607.83 |
| 225 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ N_NO3 | 1 | 2 | 1 | 6607.86 |
| 106 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ Q_Sep | 1 | 2 | 1 | 6607.89 |
| 260 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ MO | 1 | 2 | 1 | 6607.91 |
| 259 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6607.96 |
| 82 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6608.01 |
| 50 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ fecha siembra | 1 | 1 | 1 | 6608.01 |
| 62 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6608.01 |
| 64 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ fecha siembra | 1 | 2 | 1 | 6608.03 |
| 2 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 6608.06 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 246 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ MO | 1 | 1 | 1 | 6608.06 |
| 258 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6608.09 |
| 337 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ AU+_ppOct | 1 | 2 | 1 | 6608.14 |
| 324 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6608.14 |
| 288 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ MO | 1 | 2 | 1 | 6608.21 |
| 209 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6608.25 |
| 210 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6608.26 |
| 2 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 6608.29 |
| 33 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 6608.43 |
| 307 | a ~ foliar_N + MO | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6608.44 |
| 308 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6608.48 |
| 327 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6608.54 |
| 5 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 6608.61 |
| 197 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ N_NO3 | 1 | 1 | 1 | 6608.63 |
| 92 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ fecha siembra | 1 | 2 | 1 | 6608.63 |
| 295 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ AU+_ppOct | 1 | 1 | 1 | 6608.64 |
| 9 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N | c ~ AU_mm | 1 | 1 | 1 | 6608.67 |
| 282 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + MO | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6608.72 |
| 17 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N | c ~ 1 | 2 | 1 | 0 | 6608.77 |
| 44 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6608.85 |
| 8 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ 1 | 1 | 2 | 0 | 6608.91 |
| 37 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + MO | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6608.95 |
| 330 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + MO | c ~ AU+_ppOct | 1 | 2 | 1 | 6609.00 |
| 285 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + MO | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6609.00 |
| 16 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6609.13 |
| 309 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ AU+_ppOct | 1 | 2 | 1 | 6609.13 |
| 86 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + MO | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6609.15 |
| 226 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6609.16 |
| 47 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6609.18 |
| 107 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6609.24 |
| 40 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + MO | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6609.24 |
| 261 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6609.29 |
| 51 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N | c ~ fecha siembra | 2 | 1 | 1 | 6609.35 |
| 89 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + MO | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6609.37 |
| 247 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N | c ~ MO | 2 | 1 | 1 | 6609.37 |
| 338 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6609.39 |
| 19 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6609.41 |
| 239 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ N_NO3 | 1 | 2 | 1 | 6609.44 |
| 65 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6609.44 |
| 232 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + MO | c ~ N_NO3 | 1 | 2 | 1 | 6609.52 |
| 229 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + N_NO3 | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6609.52 |
| 289 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6609.52 |
| 110 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ Q_Sep | 2 | 2 | 1 | 6609.53 |
| 34 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6609.54 |
| 264 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6609.56 |
| 54 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N | c ~ fecha siembra | 2 | 1 | 1 | 6609.62 |
| 211 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ N_NO3 | 1 | 2 | 1 | 6609.64 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------|---|---|---|---------|
| 68 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6609.65 |
| 10 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ AU_mm | 1 | 2 | 1 | 6609.67 |
| 250 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N | c ~ MO | 2 | 1 | 1 | 6609.69 |
| 341 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6609.78 |
| 18 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6609.81 |
| 292 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6609.85 |
| 198 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N | c ~ N_NO3 | 2 | 1 | 1 | 6609.90 |
| 296 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N | c ~ AU+_ppOct | 2 | 1 | 1 | 6609.91 |
| 93 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6609.96 |
| 57 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ fecha siembra | 1 | 2 | 1 | 6610.00 |
| 253 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ MO | 1 | 2 | 1 | 6610.06 |
| 41 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N | c ~ AU_mm | 2 | 1 | 1 | 6610.10 |
| 9 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6610.18 |
| 201 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N | c ~ N_NO3 | 2 | 1 | 1 | 6610.19 |
| 299 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N | c ~ AU+_ppOct | 2 | 1 | 1 | 6610.25 |
| 96 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6610.25 |
| 331 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + MO | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6610.31 |
| 25 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N | c ~ AU_mm | 2 | 1 | 1 | 6610.40 |
| 310 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6610.44 |
| 204 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ N_NO3 | 1 | 2 | 1 | 6610.47 |
| 12 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ 1 | 2 | 2 | 0 | 6610.51 |
| 302 | a ~ foliar_N | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ AU+_ppOct | 1 | 2 | 1 | 6610.54 |
| 334 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + MO | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6610.63 |
| 240 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6610.71 |
| 313 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6610.75 |
| 233 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + MO | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6610.83 |
| 212 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6610.95 |
| 243 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + AU+_ppOct | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6611.02 |
| 236 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + MO | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6611.11 |
| 42 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ AU_mm | 2 | 2 | 1 | 6611.15 |
| 215 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + Q_Sep | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6611.22 |
| 58 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6611.35 |
| 254 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6611.37 |
| 26 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ foliar_N + BH_Antesis | c ~ AU_mm | 2 | 2 | 1 | 6611.38 |
| 61 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ fecha siembra | 2 | 2 | 1 | 6611.61 |
| 257 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ MO | 2 | 2 | 1 | 6611.68 |
| 205 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6611.72 |
| 303 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6611.79 |
| 208 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ N_NO3 | 2 | 2 | 1 | 6612.03 |
| 306 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ foliar_N + fecha siembra | c ~ AU+_ppOct | 2 | 2 | 1 | 6612.14 |

TABLA SI.4. Selección de predictores para la respuesta de la proteína a la fertilización. En negrita se resalta el modelo seleccionado.

| Modelo | A | b | c | d | e | f | AIC_value |
|-----------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------------|
| 87 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1255.80 |
| 85 | a ~ foliar_N | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + MO | 1 | 1 | 2 | 1256.76 |
| 90 | a ~ foliar_N + MO | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1257.87 |
| 86 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1258.22 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 89 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1258.40 |
| 88 | a ~ foliar_N + PH | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1258.67 |
| 91 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1258.70 |
| 255 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ MO | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1261.51 |
| 38 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ 1 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 0 | 2 | 1261.54 |
| 41 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1262.26 |
| 136 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1262.32 |
| 66 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1262.46 |
| 332 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1262.56 |
| 36 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + MO | 1 | 0 | 2 | 1262.87 |
| 34 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ 1 | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 2 | 0 | 2 | 1262.92 |
| 42 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 2 | 1 | 2 | 1263.02 |
| 248 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ MO | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1263.12 |
| 45 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 0 | 2 | 1263.28 |
| 33 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1263.29 |
| 134 | a ~ foliar_N | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + MO | 1 | 1 | 2 | 1263.45 |
| 290 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ MO | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1263.48 |
| 283 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ MO | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1263.53 |
| 185 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ PH | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1263.53 |
| 234 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1263.54 |
| 43 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N + AU_mm | 2 | 1 | 2 | 1263.67 |
| 64 | a ~ foliar_N | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + Q_Sep | 1 | 1 | 2 | 1263.70 |
| 41 | a ~ foliar_N + MO | b ~ 1 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 0 | 2 | 1263.74 |
| 297 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1263.76 |
| 330 | a ~ foliar_N | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + MO | 1 | 1 | 2 | 1263.88 |
| 17 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ 1 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 0 | 2 | 1264.00 |
| 3 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1264.22 |
| 258 | a ~ foliar_N + MO | b ~ MO | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1264.22 |
| 35 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU_mm | 2 | 0 | 2 | 1264.26 |
| 38 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 2 | 1 | 2 | 1264.30 |
| 253 | a ~ foliar_N | b ~ MO | c ~ foliar_N + fecha siembra | 1 | 1 | 2 | 1264.33 |
| 69 | a ~ foliar_N + MO | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1264.37 |
| 37 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ 1 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 0 | 2 | 1264.41 |
| 139 | a ~ foliar_N + MO | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1264.51 |
| 37 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1264.62 |
| 335 | a ~ foliar_N + MO | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1264.68 |
| 42 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ 1 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 0 | 2 | 1264.69 |
| 39 | a ~ foliar_N + PH | b ~ 1 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 0 | 2 | 1264.70 |
| 40 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ 1 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 0 | 2 | 1264.77 |
| 281 | a ~ foliar_N | b ~ MO | c ~ foliar_N + MO | 1 | 1 | 2 | 1264.79 |
| 311 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1264.83 |
| 232 | a ~ foliar_N | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + MO | 1 | 1 | 2 | 1264.85 |
| 183 | a ~ foliar_N | b ~ PH | c ~ foliar_N + MO | 1 | 1 | 2 | 1264.87 |
| 199 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1265.03 |
| 269 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ MO | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1265.05 |
| 65 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.06 |
| 192 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ PH | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1265.07 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 262 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ MO | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.07 |
| 94 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1265.08 |
| 135 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.08 |
| 254 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ MO | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1265.11 |
| 276 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ MO | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1265.11 |
| 241 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1265.14 |
| 288 | a ~ foliar_N | b ~ MO | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 1 | 1 | 2 | 1265.17 |
| 150 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ PH | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1265.19 |
| 143 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1265.20 |
| 246 | a ~ foliar_N | b ~ MO | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1265.21 |
| 43 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 1 | 0 | 2 | 1265.22 |
| 339 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1265.23 |
| 24 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ 1 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 0 | 2 | 1265.27 |
| 140 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.27 |
| 138 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.31 |
| 2 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 1 | 0 | 2 | 1265.33 |
| 137 | a ~ foliar_N + PH | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.33 |
| 331 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.37 |
| 101 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1265.45 |
| 9 | a ~ foliar_N | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1265.48 |
| 67 | a ~ foliar_N + PH | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.50 |
| 318 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1265.52 |
| 10 | a ~ foliar_N | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 1 | 1 | 2 | 1265.53 |
| 48 | a ~ foliar_N + MO | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 0 | 2 | 1265.54 |
| 31 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ 1 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 0 | 2 | 1265.55 |
| 251 | a ~ foliar_N + MO | b ~ MO | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1265.56 |
| 15 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 1 | 0 | 2 | 1265.57 |
| 115 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.59 |
| 70 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.62 |
| 68 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.63 |
| 293 | a ~ foliar_N + MO | b ~ MO | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1265.66 |
| 213 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.66 |
| 286 | a ~ foliar_N + MO | b ~ MO | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.71 |
| 333 | a ~ foliar_N + PH | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.71 |
| 325 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1265.72 |
| 237 | a ~ foliar_N + MO | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.73 |
| 188 | a ~ foliar_N + MO | b ~ PH | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.73 |
| 336 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.75 |
| 304 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1265.76 |
| 334 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1265.77 |
| 164 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ PH | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1265.77 |
| 39 | a ~ foliar_N + BH_Antesis | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N + AU_mm | 2 | 1 | 2 | 1265.92 |
| 52 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1265.95 |
| 256 | a ~ foliar_N + PH | b ~ MO | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1266.02 |
| 295 | a ~ foliar_N | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1266.05 |
| 259 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ MO | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1266.12 |
| 20 | a ~ foliar_N + MO | b ~ 1 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 0 | 2 | 1266.16 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 300 | a ~ foliar_N + MO | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1266.19 |
| 10 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ 1 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 0 | 2 | 1266.21 |
| 257 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ MO | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1266.29 |
| 44 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 0 | 2 | 1266.30 |
| 282 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ MO | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.35 |
| 6 | a ~ foliar_N | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 1 | 1 | 2 | 1266.36 |
| 233 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.40 |
| 184 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ PH | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.40 |
| 289 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ MO | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1266.44 |
| 309 | a ~ foliar_N | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + Q_Sep | 1 | 1 | 2 | 1266.49 |
| 247 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ MO | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1266.52 |
| 73 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1266.60 |
| 287 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ MO | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.62 |
| 284 | a ~ foliar_N + PH | b ~ MO | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.63 |
| 220 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1266.66 |
| 238 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.67 |
| 1 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 1 | 0 | 1 | 1266.68 |
| 1 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 1 | 0 | 1 | 1266.68 |
| 285 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ MO | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.68 |
| 235 | a ~ foliar_N + PH | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.68 |
| 189 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ PH | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.69 |
| 186 | a ~ foliar_N + PH | b ~ PH | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.70 |
| 236 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.76 |
| 187 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ PH | c ~ foliar_N + MO | 2 | 1 | 2 | 1266.77 |
| 6 | a ~ foliar_N + MO | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1266.87 |
| 113 | a ~ foliar_N | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + Q_Sep | 1 | 1 | 2 | 1266.88 |
| 108 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1266.92 |
| 260 | a ~ foliar_N | b ~ MO | c ~ foliar_N + Q_Sep | 1 | 1 | 2 | 1266.93 |
| 249 | a ~ foliar_N + PH | b ~ MO | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1266.94 |
| 252 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ MO | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1266.94 |
| 122 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1266.96 |
| 178 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ PH | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1266.96 |
| 291 | a ~ foliar_N + PH | b ~ MO | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1266.97 |
| 16 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ 1 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 0 | 2 | 1266.98 |
| 314 | a ~ foliar_N + MO | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1266.98 |
| 46 | a ~ foliar_N + PH | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 0 | 2 | 1266.99 |
| 206 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1266.99 |
| 190 | a ~ foliar_N | b ~ PH | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 1 | 1 | 2 | 1267.00 |
| 227 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1267.00 |
| 239 | a ~ foliar_N | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 1 | 1 | 2 | 1267.06 |
| 141 | a ~ foliar_N | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 1 | 1 | 2 | 1267.07 |
| 294 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ MO | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1267.09 |
| 267 | a ~ foliar_N | b ~ MO | c ~ foliar_N + PH | 1 | 1 | 2 | 1267.09 |
| 92 | a ~ foliar_N | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 1 | 1 | 2 | 1267.09 |
| 292 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ MO | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1267.10 |
| 80 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1267.10 |
| 157 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ PH | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1267.12 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 11 | a ~ foliar_N | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N + AU_mm | 1 | 1 | 2 | 1267.13 |
| 129 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1267.13 |
| 171 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ PH | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1267.14 |
| 49 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 0 | 2 | 1267.15 |
| 296 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.16 |
| 47 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 0 | 2 | 1267.17 |
| 250 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ MO | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.19 |
| 337 | a ~ foliar_N | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 1 | 1 | 2 | 1267.20 |
| 274 | a ~ foliar_N | b ~ MO | c ~ foliar_N + N_NO3 | 1 | 1 | 2 | 1267.21 |
| 18 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ 1 | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 2 | 0 | 2 | 1267.21 |
| 211 | a ~ foliar_N | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 1 | 1 | 2 | 1267.29 |
| 59 | a ~ foliar_N + Q_Sep | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1267.32 |
| 18 | a ~ foliar_N + PH | b ~ 1 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 0 | 2 | 1267.34 |
| 195 | a ~ foliar_N + MO | b ~ PH | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1267.34 |
| 25 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.35 |
| 26 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 2 | 1 | 2 | 1267.36 |
| 197 | a ~ foliar_N | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1267.36 |
| 97 | a ~ foliar_N + MO | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1267.38 |
| 3 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU_mm | 1 | 0 | 2 | 1267.39 |
| 21 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ 1 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 0 | 2 | 1267.39 |
| 265 | a ~ foliar_N + MO | b ~ MO | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1267.41 |
| 146 | a ~ foliar_N + MO | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1267.41 |
| 244 | a ~ foliar_N + MO | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1267.41 |
| 162 | a ~ foliar_N | b ~ PH | c ~ foliar_N + Q_Sep | 1 | 1 | 2 | 1267.42 |
| 272 | a ~ foliar_N + MO | b ~ MO | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1267.48 |
| 22 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + PH | 1 | 0 | 2 | 1267.50 |
| 342 | a ~ foliar_N + MO | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1267.51 |
| 19 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ 1 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 0 | 2 | 1267.54 |
| 279 | a ~ foliar_N + MO | b ~ MO | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1267.55 |
| 148 | a ~ foliar_N | b ~ PH | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1267.60 |
| 202 | a ~ foliar_N + MO | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.63 |
| 118 | a ~ foliar_N + MO | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1267.63 |
| 316 | a ~ foliar_N | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + PH | 1 | 1 | 2 | 1267.69 |
| 99 | a ~ foliar_N | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1267.74 |
| 29 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 1 | 0 | 2 | 1267.74 |
| 298 | a ~ foliar_N + PH | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.75 |
| 2 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1267.78 |
| 153 | a ~ foliar_N + MO | b ~ PH | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.82 |
| 310 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1267.84 |
| 27 | a ~ foliar_N + MO | b ~ 1 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 0 | 2 | 1267.84 |
| 301 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.87 |
| 216 | a ~ foliar_N + MO | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1267.88 |
| 5 | a ~ foliar_N | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1267.88 |
| 323 | a ~ foliar_N | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + N_NO3 | 1 | 1 | 2 | 1267.93 |
| 321 | a ~ foliar_N + MO | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1267.93 |
| 104 | a ~ foliar_N + MO | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1267.95 |
| 302 | a ~ foliar_N | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + fecha siembra | 1 | 1 | 2 | 1267.98 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 167 | a ~ foliar_N + MO | b ~ PH | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1267.99 |
| 299 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1268.04 |
| 191 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ PH | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.11 |
| 34 | a ~ foliar_N + MO | b ~ 1 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 0 | 2 | 1268.12 |
| 93 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.12 |
| 328 | a ~ foliar_N + MO | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1268.15 |
| 240 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.17 |
| 307 | a ~ foliar_N + MO | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1268.17 |
| 142 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.20 |
| 22 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N + BH_Antesis | 2 | 1 | 2 | 1268.22 |
| 312 | a ~ foliar_N + PH | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.26 |
| 338 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.29 |
| 261 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ MO | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.30 |
| 315 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.36 |
| 4 | a ~ foliar_N + PH | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1268.37 |
| 114 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.38 |
| 268 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ MO | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1268.42 |
| 7 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1268.42 |
| 313 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.45 |
| 50 | a ~ foliar_N | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N | 1 | 1 | 1 | 1268.47 |
| 198 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1268.50 |
| 275 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ MO | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1268.52 |
| 17 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1268.61 |
| 8 | a ~ foliar_N | b ~ 1 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 1 | 0 | 2 | 1268.61 |
| 55 | a ~ foliar_N + MO | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1268.64 |
| 5 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ 1 | c ~ foliar_N | 2 | 0 | 1 | 1268.67 |
| 263 | a ~ foliar_N + PH | b ~ MO | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.68 |
| 212 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.68 |
| 23 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ 1 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 0 | 2 | 1268.68 |
| 116 | a ~ foliar_N + PH | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.69 |
| 266 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ MO | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.71 |
| 119 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.74 |
| 149 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ PH | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1268.74 |
| 193 | a ~ foliar_N + PH | b ~ PH | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.81 |
| 163 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ PH | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.81 |
| 117 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.83 |
| 242 | a ~ foliar_N + PH | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.84 |
| 273 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ MO | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1268.84 |
| 144 | a ~ foliar_N + PH | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.84 |
| 317 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1268.85 |
| 13 | a ~ foliar_N + MO | b ~ 1 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 0 | 2 | 1268.85 |
| 95 | a ~ foliar_N + PH | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.86 |
| 218 | a ~ foliar_N | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + PH | 1 | 1 | 2 | 1268.86 |
| 270 | a ~ foliar_N + PH | b ~ MO | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1268.88 |
| 264 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ MO | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1268.89 |
| 71 | a ~ foliar_N | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + PH | 1 | 1 | 2 | 1268.91 |
| 30 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ 1 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 0 | 2 | 1268.91 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 100 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1268.92 |
| 196 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ PH | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.93 |
| 277 | a ~ foliar_N + PH | b ~ MO | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1268.94 |
| 280 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ MO | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1268.94 |
| 194 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ PH | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.95 |
| 340 | a ~ foliar_N + PH | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.97 |
| 7 | a ~ foliar_N | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N + AU_mm | 1 | 1 | 2 | 1268.98 |
| 245 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1268.99 |
| 147 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1269.00 |
| 243 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1269.01 |
| 145 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1269.02 |
| 98 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1269.03 |
| 96 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1269.05 |
| 271 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ MO | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.06 |
| 27 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ AU_mm | c ~ foliar_N + AU_mm | 2 | 1 | 2 | 1269.06 |
| 324 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.06 |
| 214 | a ~ foliar_N + PH | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1269.07 |
| 200 | a ~ foliar_N + PH | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.08 |
| 120 | a ~ foliar_N | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + PH | 1 | 1 | 2 | 1269.11 |
| 217 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1269.11 |
| 203 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.13 |
| 343 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1269.13 |
| 303 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.14 |
| 341 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + AU+_ppOct | 2 | 1 | 2 | 1269.16 |
| 278 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ MO | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.19 |
| 176 | a ~ foliar_N | b ~ PH | c ~ foliar_N + N_NO3 | 1 | 1 | 2 | 1269.20 |
| 19 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ 1 | c ~ foliar_N + AU_mm | 2 | 0 | 2 | 1269.21 |
| 165 | a ~ foliar_N + PH | b ~ PH | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1269.21 |
| 223 | a ~ foliar_N + MO | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.22 |
| 76 | a ~ foliar_N + MO | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.23 |
| 168 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ PH | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1269.24 |
| 215 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1269.24 |
| 127 | a ~ foliar_N | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + N_NO3 | 1 | 1 | 2 | 1269.26 |
| 28 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ 1 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 0 | 2 | 1269.28 |
| 201 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.34 |
| 25 | a ~ foliar_N + PH | b ~ 1 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 0 | 2 | 1269.35 |
| 154 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ PH | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.35 |
| 78 | a ~ foliar_N | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + N_NO3 | 1 | 1 | 2 | 1269.36 |
| 225 | a ~ foliar_N | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 1 | 1 | 2 | 1269.36 |
| 204 | a ~ foliar_N | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 1 | 1 | 2 | 1269.36 |
| 151 | a ~ foliar_N + PH | b ~ PH | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.37 |
| 166 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ PH | c ~ foliar_N + Q_Sep | 2 | 1 | 2 | 1269.38 |
| 57 | a ~ foliar_N | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + fecha siembra | 1 | 1 | 2 | 1269.40 |
| 102 | a ~ foliar_N + PH | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.43 |
| 125 | a ~ foliar_N + MO | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.44 |
| 169 | a ~ foliar_N | b ~ PH | c ~ foliar_N + PH | 1 | 1 | 2 | 1269.45 |
| 26 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ 1 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 0 | 2 | 1269.47 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 111 | a ~ foliar_N + MO | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.48 |
| 106 | a ~ foliar_N | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + fecha siembra | 1 | 1 | 2 | 1269.48 |
| 105 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.48 |
| 319 | a ~ foliar_N + PH | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.49 |
| 32 | a ~ foliar_N + PH | b ~ 1 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 0 | 2 | 1269.50 |
| 322 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.52 |
| 51 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.53 |
| 35 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ 1 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 0 | 2 | 1269.54 |
| 181 | a ~ foliar_N + MO | b ~ PH | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.55 |
| 152 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ PH | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.59 |
| 155 | a ~ foliar_N | b ~ PH | c ~ foliar_N + fecha siembra | 1 | 1 | 2 | 1269.60 |
| 230 | a ~ foliar_N + MO | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.61 |
| 132 | a ~ foliar_N + MO | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.61 |
| 209 | a ~ foliar_N + MO | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.62 |
| 326 | a ~ foliar_N + PH | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.66 |
| 320 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.66 |
| 305 | a ~ foliar_N + PH | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.70 |
| 33 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ 1 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 0 | 2 | 1269.70 |
| 83 | a ~ foliar_N + MO | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.72 |
| 103 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.74 |
| 174 | a ~ foliar_N + MO | b ~ PH | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1269.75 |
| 9 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ 1 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 0 | 2 | 1269.76 |
| 329 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.77 |
| 160 | a ~ foliar_N + MO | b ~ PH | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.79 |
| 308 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.80 |
| 21 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1269.81 |
| 62 | a ~ foliar_N + MO | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.82 |
| 327 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1269.90 |
| 306 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ AU+_ppOct | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1269.97 |
| 72 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.02 |
| 219 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.05 |
| 53 | a ~ foliar_N + PH | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1270.16 |
| 56 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1270.22 |
| 11 | a ~ foliar_N + PH | b ~ 1 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 0 | 2 | 1270.31 |
| 121 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.34 |
| 14 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ 1 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 0 | 2 | 1270.35 |
| 177 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ PH | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1270.37 |
| 54 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N | 2 | 1 | 1 | 1270.47 |
| 79 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1270.47 |
| 128 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1270.48 |
| 107 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1270.49 |
| 205 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1270.49 |
| 226 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1270.50 |
| 12 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ 1 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 0 | 2 | 1270.61 |
| 170 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ PH | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.61 |
| 224 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.65 |
| 221 | a ~ foliar_N + PH | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.68 |

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---|---|---|---------|
| 156 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ PH | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1270.70 |
| 77 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.70 |
| 58 | a ~ foliar_N + fecha siembra | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1270.74 |
| 74 | a ~ foliar_N + PH | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.78 |
| 23 | a ~ foliar_N + AU_mm | b ~ BH_Antesis | c ~ foliar_N + AU_mm | 2 | 1 | 2 | 1270.81 |
| 222 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.83 |
| 75 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.88 |
| 126 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.89 |
| 123 | a ~ foliar_N + PH | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1270.94 |
| 182 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ PH | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1270.98 |
| 179 | a ~ foliar_N + PH | b ~ PH | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1270.99 |
| 130 | a ~ foliar_N + PH | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.00 |
| 133 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.05 |
| 228 | a ~ foliar_N + PH | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.08 |
| 207 | a ~ foliar_N + PH | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.08 |
| 124 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1271.09 |
| 81 | a ~ foliar_N + PH | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.12 |
| 210 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.13 |
| 231 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.13 |
| 63 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.13 |
| 60 | a ~ foliar_N + PH | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.13 |
| 109 | a ~ foliar_N + PH | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.14 |
| 180 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ PH | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.16 |
| 84 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.17 |
| 175 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ PH | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1271.21 |
| 131 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.22 |
| 112 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.23 |
| 172 | a ~ foliar_N + PH | b ~ PH | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1271.27 |
| 82 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.31 |
| 229 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + N_NO3 | 2 | 1 | 2 | 1271.34 |
| 208 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ N_NO3 | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.34 |
| 161 | a ~ foliar_N + AU+_ppOct | b ~ PH | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.35 |
| 158 | a ~ foliar_N + PH | b ~ PH | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.37 |
| 61 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ fecha siembra | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.39 |
| 173 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ PH | c ~ foliar_N + PH | 2 | 1 | 2 | 1271.43 |
| 110 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ Q_Sep | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.48 |
| 159 | a ~ foliar_N + N_NO3 | b ~ PH | c ~ foliar_N + fecha siembra | 2 | 1 | 2 | 1271.59 |