



**UCA**  
Ingeniería y Ciencias Agrarias

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

“Efecto de varias estrategias de fertilización sobre el  
rendimiento y la calidad de trigo pan”

Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero Agrónomo

Autor: Rafael Paz

Tutor: Fernando H. Miguez

## Resumen

La calidad del trigo incide en el precio que recibe el productor. El objetivo de este ensayo fue evaluar la respuesta en rendimiento y porcentaje de gluten húmedo (GH) de dos variedades de trigo de ciclo corto (CC) y largo (CL) a la fertilización con N, P y S y evaluar la utilidad de los métodos de medición de NDVI y SPAD. Se realizó un ensayo experimental en la localidad de Pergamino, provincia de Buenos Aires. El diseño fue en bloques aleatorizado, se evaluaron el ciclo de cultivo con dos niveles (largo y corto) y ocho tratamientos de nutrición y densidad: T1: 20 Kg de P  $ha^{-1}$  y 14 kg de S  $ha^{-1}$  con el nitrógeno disponible en el suelo (55 kg de N  $ha^{-1}$ ), T2: idem T1 con disponibilidad de 150 kg de N  $ha^{-1}$  al macollaje, T3: idem T2 con disponibilidad de 200 kg de N  $ha^{-1}$  al macollaje, T4: idem T2 con disponibilidad de 300 kg de N  $ha^{-1}$ . T5: 40 Kg de P  $ha^{-1}$ , 28,8 kg de S  $ha^{-1}$ , 300 kg de N  $ha^{-1}$  al macollaje disponible y 20 kg de N foliar  $ha^{-1}$ , T6: idem T2, pero con 30% menos de densidad de plantas y 20 kg de N foliar  $ha^{-1}$ , T7: idem T6, pero con igual densidad que T1. Se observó un aumento en el rendimiento en ambas variedades, siendo su efecto mayor en la variedad de CL, posiblemente por su mayor potencial genético. El aumento en el rendimiento fue mayor en altas dosis de N, siguiendo una función de no proporcionalidad. Las mayores dosis de N, especialmente cuando también se aumentó la dosis de P y S aumentaron tanto el rendimiento como GH para ambas variedades. La fertilización foliar con 20 kg  $ha^{-1}$  de N no tuvo efectos sobre GH y aumentó el rendimiento solamente en la variedad CC. La reducción en la densidad de plantas no tuvo efecto ni sobre el rendimiento ni sobre GH. Las mediciones de NDVI y Spad no resultaron útiles para predecir ni explicar el efecto de la fertilización sobre el rendimiento y GH.

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia. A mis padres por brindarme la posibilidad de estudiar y por su apoyo para terminar la carrera de Ingeniero Agrónomo y a mi esposa por su gran apoyo en la tesis final de graduación.

En segundo lugar, a Inés Davérede por permitirme ser parte de este proyecto y su apoyo en la redacción y a Fernando H. Miguez por darme la posibilidad de terminar este proyecto. También a mis compañeros, el Ing en Prod. Agropecuaria Andres Pastrone por su ayuda en la recopilación de datos y análisis estadísticos.

A Bunge Argentina S.A y Bioceres INDEAR por haberme brindado los materiales necesarios. A Alejandro Iturbe, encargado a campo de este proyecto en la Estación Experimental Rizobacter de Pergamino, por su colaboración en la recopilación de datos de este ensayo.

Por último, a todos los profesores de la Universidad Católica Argentina por su colaboración en mi formación como profesional y persona, y a mis compañeros, amigos y futuros colegas que tuve el gusto de conocer y me ayudaron en mi formación.

## Índice

<b>Introducción</b>	4
<b>Objetivos</b>	6
<b>Materiales y Métodos</b>	7
Caracterización del sitio experimental	7
Métodos y procedimientos	7
<b>Resultados y Discusión</b>	10
Ciclo Corto	10
Ciclo Largo	12
NDVI	14
Minolta Spad	14
<b>Conclusión</b>	15
<b>Bibliografía</b>	16
<b>ANEXO</b>	19



## Introducción

El trigo pan (*Triticum aestivum L.*), es uno de los principales cultivos extensivos en Argentina, en la campaña 2019/20 se sembraron 6,94 millones de hectáreas con una producción total de 19,76 millones de toneladas (Magyp 2020)

El trigo es un cultivo fundamental en la rotación de los lotes debido, a su aporte a la recuperación de la estructura y fertilización del suelo, a la profundización de las napas freáticas, a su ayuda a combatir malezas problema y al aporte de materia orgánica (Cuniberti, 2016). La siembra se realiza durante la etapa invernal y su ciclo dura aproximadamente 130-210 días dependiendo de la variedad, la región y la fecha de siembra.

La incorporación de trigo en el sistema productivo posibilita al productor obtener un ingreso adicional a los cultivares estivales como el maíz o la soja y mejora el margen bruto de la rotación. Para lograrlo, debe cumplir los parámetros establecidos por el mercado que establece bonificaciones en base al porcentaje de proteína en el grano.

La SAGPyA, en 1994, introdujo el análisis de proteína en las partidas comerciales y en el 2004 actualizó la clasificación del trigo en según su tipo en: duros (aptos para panificación), blandos (aptos para galletitas), candeal (aptos para fideos) y forrajeros; dentro de los trigos duros hay bonificaciones comerciales por calidad: los trigos de peso hectolítico superiores a  $75 \text{ kg.hl}^{-1}$  y con proteína mayor o igual a 11% se otorga una bonificación del 2% por punto porcentual. Por el contrario, con tenores de proteína por debajo del 11% o peso hectolítico menor a  $75 \text{ kg hl}^{-1}$ , se aplican rebajas.

La Comisión Nacional de Semillas, Comité de Cereales de Invierno (INASE, 2006) categoriza las variedades de trigos en tres grupos de calidad: Grupo 1, trigos correctores para panificación industrial Grupos 2 trigos para panificación tradicional con más de 8 hs de fermentación y Grupo 3 trigos para panificación directa con menos de 8 hs de fermentación. Algunos molinos harineros ofrecen bonificaciones superiores a las del estándar de comercialización, variables según su concentración de proteína (CPC) y gluten húmedo (GH). Por lo tanto, producir trigo de calidad superior, puede ser una buena alternativa para el productor que le permita mejorar sus ingresos.

El tenor proteico y de gluten húmedo son fuertemente influenciados por el genotipo, el ambiente radiativo y térmico durante el llenado de granos y la disponibilidad de nutrientes. Las condiciones ambientales durante el llenado de granos afectan tanto el rendimiento como CPC y GH, (Dupont & Altenbach, 2003). Cultivos con igual concentración de N en planta en antesis dieron diferentes rendimientos y CP cuando varió la temperatura y disponibilidad de agua durante el llenado de los granos (Amir *et al* 2004; Jie Pan *et al* 2006). En general altas temperaturas durante el llenado reducen tanto la duración como la tasa de llenado y deprimen más la acumulación de almidón que de proteína, elevando su concentración; temperaturas frescas y buena disponibilidad de agua tienen el efecto contrario. El control de enfermedades foliares

aplicando fungicidas, normalmente aumenta el rendimiento y disminuye CP por un llenado de granos más largo y eficiente (Dimmock *et al*, 2002)

Los principales nutrientes que usualmente limitan en el rendimiento y calidad del trigo son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S). El manejo habitual que hacen los productores de la fertilización nitrogenada tiene como objetivo maximizar los rendimientos con aplicaciones en cobertura total de N al suelo entre pre-siembra y macollaje (Bergh *et al.*, 2003). Lluvias frecuentes e intensas, pueden generar pérdidas de N por lixiviación (Drury *et al.*, 1996). Contrariamente, la deficiencia hídrica puede dificultar su absorción y transporte a través de la planta, llevando a una deficiencia nutricional. (Amir *et al* 2004; Jie Pan *et al* 2006, Divito *et al*, 2008)

Además del genotipo y las condiciones ambientales, la fertilización N puede modificar CP y GH. Su efecto sobre la calidad industrial del trigo depende del tipo de fertilizante, su dosis y momento de aplicación (Saint Pierre *et al.*, 2008). Además, el efecto de la fertilización N sobre el rendimiento, CP y GH, depende de la disponibilidad inicial de N en el suelo. Cuando la disponibilidad de N en el suelo es baja, la fertilización N generalmente aumenta el rendimiento sin modificar o aun disminuyendo CP y GH, por una mayor fijación de granos (Selles & Zenter 1998). Cuando la disponibilidad es intermedia, la fertilización N normalmente aumenta tanto el rendimiento como CP y GH. Finalmente, cuando se supera un determinado umbral de disponibilidad, el agregado adicional de N incrementa principalmente CP y GH con poco efecto sobre el rendimiento (Selles y Zenter 1998; Quatrocchio *et al* 2004; Saint Pierre *et al.*, 2008)

La fertilización con N a la siembra y al macollaje generalmente elevan el rendimiento en trigo, debido a un aumento en el área fotosintética de la planta y a un mayor número de granos fijados. Fertilizaciones con N en etapas reproductivas, tienen mayor efecto sobre el tenor proteico que sobre el rendimiento, especialmente cuando el número de granos ya se ha definido. Varios autores indicaron que la fertilización de N centrada en antesis generó aumentos en PC con limitado efecto sobre el rendimiento (Echeverría y Studdert 2001; Loewy 2004, Bergh *et al.* 2003; Miguez *et al* 2013).

La concentración de N en hoja bandera expandida, Zadoks 39 (Zadoks *et al*, 1974), correlaciona positivamente con CP para un rango de rendimientos definido, lo que ha permitido desarrollar un índice de verdor, para usarlo como predictor del tenor proteico de los granos de trigo (Reeves *et al* 1993, Echeverria y Studdert 2001, Bergh *et al* 2003, Gandrup *et al* 2004, Darwich 2006). Este índice ha mostrado un buen ajuste, a menos que las condiciones ambientales durante el llenado de los granos determine un rendimiento muy alto o bajo.

Existen algunas herramientas útiles para diagnosticar de necesidad de N en trigo. Estas herramientas pueden ser utilizadas para optimizar el rendimiento o incluso para buscar aumentos en CP. El NDVI es una de ellas, estima la calidad, cantidad y desarrollo de la vegetación en base a un sensor que mide intensidad de radiación del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. Echeverria & Studdert, 2001 han demostrado una correlación positiva entre la medición de NDVI y el

contenido de proteína en grano. Este método puede ser utilizado para diagnósticos de fertilización y definir estrategias.

Otra herramienta de diagnóstico de N en planta es la medición de clorofila a través del instrumento Minolta SPAD 502 que es una herramienta manual no invasiva para la planta. Schepers ha demostrado que existe una relación entre las lecturas del índice de verdor y el porcentaje de clorofila en la planta, que fisiológicamente está relacionado con la concentración de N en hoja (Finnan *et al.*, 1997). Con estas determinaciones, se puede relacionar la concentración de N en hoja bandera con el porcentaje de proteína esperado. Bergh *et al.*, 2003 muestran resultados útiles de evaluación de porcentaje de N en hoja bandera en etapa de pre-antesis con una alta correlación con el porcentaje de proteína en grano y, por lo tanto, puede representar una buena herramienta para el diagnóstico de necesidad de aplicación N para aumentar CP.

## Objetivos

El objetivo de este ensayo es evaluar la respuesta en rendimiento y GH a distintos niveles de fertilización con N (Nitrógeno), P (fosforo) y S (Azufre) de una variedad de ciclo largo y otra de ciclo corto de trigo, ambas de grupo de calidad 2. Evaluar mediante mediciones de NDVI y SPAD su utilidad para el diagnóstico de necesidad de fertilización N adicional, para aumentar rendimiento y GH.

### Hipótesis

- 1- La aplicación de N producirá un aumento en el rendimiento a bajas dosis de N y un aumento en rendimiento y GH (Gluten Húmedo) a altas dosis para ambos ciclos de cultivo (CL y CC). Siendo mayor su respuesta en la variedad de CL.
- 2- La aplicación de 20 kg de N en antesis en forma foliar producirá un aumento de rendimiento y GH en ambas variedades.
- 3- Una doble dosis de aplicación de P y S (40 y 28 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente) junto con el N, producirá un aumento en el rendimiento y GH con respecto a una dosis normal de N, P y S sin fertilización foliar.

## **Materiales y Métodos**

### **Descripción del sitio experimental**

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la empresa Bioceres “El Campito” en Pergamino, provincia de Buenos Aires con dos variedades de esa empresa; una de Ciclo Largo: Bioceres 3009 (CL) y otra de Ciclo Corto: Bioceres 1009 (CC).

El lote es utilizado para ensayos experimentales. Los cultivos antecesores fueron Maíz/Soja. El lote se encontraba libre de malezas en el momento de comienzo de las actividades para la realización del ensayo.

Con respecto a las características edáficas del campo experimental, se encuentra la serie Pergamino (Pe) caracterizado por ser un suelo oscuro, muy profundo y bien drenado formado por sedimentos loessicos franco limosos gruesos. Su clasificación taxonómica es Argiudol Típico, fina, illitica, térmica (USDA- Soil Taxonomy, 1999). Con capacidad de uso I-1/2, con un Bt fuertemente textural.

Previo a la siembra se llevó a cabo un análisis de suelo que arrojó los siguientes resultados: 0 – 20 cm, materia orgánica (MO%) 2,12%, P Bray 12 ppm, pH 6,54, sulfatos 9 ppm y 1,5 ppm de Zn. Los nitratos de 0 – 60 cm arrojó un total de 55 kg de N ha<sup>-1</sup>.

### **Método y procedimientos**

El diseño del ensayo fue en bloques completos aleatorios, con dos factores, uno el ciclo del cultivo con dos niveles (CC y CL) y otro factor de manejo con ocho tratamientos de nutrición y densidad, llegando a un total de 14 tratamientos, con tres repeticiones (bloques) cada uno. Las variedades fueron Bioceres 3009 de CL y Bioceres 1006 de CC.

Se delimitaron las parcelas con cinta métrica y estacas blancas. Se armaron 42 parcelas de una superficie de 8,12 m<sup>2</sup> cada una. La primera tarea que se realizó fue el barbecho el 4/5/2016 con aplicación de 3 litros ha<sup>-1</sup> Credit Full® (composición: glifosato 54%, mezcla de sales de la N-fosfonometil glicina) y 0,5 lts de Starane Xtra® (composición: fluroxipyr 33,3%), continuada con otra aplicación de 15 gr Finesse® WG (composición: clorimuron 62,5% + mestulfuron metil 12,5%) el 19/5/2016.

## Descripción de los tratamientos

Tabla 1.

T	GC2	plantas/m2	Tratamiento de fertilizante	P kg/ha	S kg/ha	N disp. a macollaje kg/ha	N foliar kg/ha
1	3009	240	Testigo nutrición	20	14.4	55	0
2	3009	240	Respuesta a N macollaje	20	14.4	150	0
3	3009	240	Respuesta a dosis intermedia de N	20	14.4	200	0
4	3009	240	Respuesta alta dosis N sin N foliar	20	14.4	300	0
5	3009	240	Respuesta altas dosis PNS + N foliar= FoliarSolU	40	28.8	300	20
6	3009	170	Respuesta a <b>baja densidad: 30%</b> menor a la recomendada	20	14.4	150	20
7	3009	240	Respuesta a dosis media de N + N foliar	20	14.4	150	20
1	1006	300	Testigo nutrición	20	14.4	55	0
2	1006	300	Respuesta a N macollaje	20	14.4	150	0
3	1006	300	Respuesta a dosis intermedia de N	20	14.4	200	0
4	1006	300	Respuesta alta dosis N sin N foliar	20	14.4	300	0
5	1006	300	Respuesta altas dosis PNS + N foliar= FoliarSolU	40	28.8	300	20
6	1006	210	Respuesta a <b>baja densidad: 30%</b> menor a la recomendada	20	14.4	150	20
7	1006	300	Respuesta a dosis media de N + N foliar	20	14.4	150	20

**Tabla 1:** Tratamientos y dosis de nutrientes aplicados al cultivo de trigo en la localidad de Pergamino, Provincia de Buenos Aires, en la campaña de trigo 2016/2017

La siembra se realizó en 2 etapas, primero el CL con fecha el 23/5/2016 y posterior el CC con fecha el 21/6/2016. Se llevo a cabo con una sembradora experimental marca Baumer de 5 surcos separados por 17,5 cm. La densidad de siembra para el CL fue de 240 plantas m<sup>-2</sup> a excepción del tratamiento 6 que fue de 170 pl m<sup>-2</sup>. Con respecto al CC, la densidad fue de 300 plantas m<sup>-2</sup> y el tratamiento 6 para ese ciclo, de 210 plantas m<sup>-2</sup>.

La fertilización a la siembra se realizó con 122 kg ha<sup>-1</sup> de SPS (0-21-0-12S) en todos los tratamientos. Al tratamiento T5 para ambos ciclos se le realizó una fertilización de SPS previa a la siembra para lograr la doble fertilización correspondiente a ese tratamiento.

El 20/7/2016 se realizó una refertilización con 45 kg ha<sup>-1</sup> de SPT (0-46-0) a todos los tratamientos de ambos ciclos, excepto al tratamiento T5, que se le aplicó 90 kg ha<sup>-1</sup> de SPT para llegar a los niveles de requerimientos de protocolo. La misma se realizó al voleo en forma manual.

La aplicación de N se realizó el 9/8/2016 para el ciclo largo con dosis de 225 litros ha<sup>-1</sup> de UAN (32-0-0) para los tratamientos T2, T6 y T7, 580 litros ha<sup>-1</sup> para los tratamientos T4 y T5, y finalmente con 343 litros ha<sup>-1</sup> para el tratamiento T3. La aplicación con UAN para el ciclo corto se realizó el 29/8/16 con mismas dosis que en el ciclo largo y en los mismos tratamientos mencionados para ese ciclo.

Antes de la aplicación de N foliar, se llevó a cabo la medición de NDVI utilizando un sensor activo de canopeo Crop Circle de Holland Scientific® y al mismo tiempo se realizó la medición de clorofila con el Minolta SPAD 502®.

El 6/10/16 se llevó a cabo la aplicación de N foliar para los tratamientos T5 y T7 para ambos ciclos (CL y CC) con una dosis de 90 litros  $ha^{-1}$  de Foliar Sol U® (20-0-0, densidad: 1,12 gr/ $cm^3$ ) equivalente a 20 kg  $ha^{-1}$  de N. la misma fue realizada en periodo de antesis del cultivo.

Para mantener la sanidad del cultivo se llevaron a cabo algunas aplicaciones de fungicidas e insecticidas. La primera se realizó el 26/9/16 con dosis de 85 gr de Starkle® (Dinotefuran 70% WP) y 1 litro  $ha^{-1}$  de Opera (pyraclostrobin 13,3% + epoxiconazole 5%). Una segunda aplicación el 12/10/16 con 1,2 litros  $ha^{-1}$  de Orquesta Ultra® (fluxapiroxad 5 gr + pyraclostrobin 8,1 gr + epoxiconazole 5 gr + coadyuvantes y solubles c.s.p 100  $cm^3$ ) y 500 ml  $ha^{-1}$  de Pirifos® (clorpirifos, 480 gr de ingrediente activo por litro de producto formulado) para el control de pulgón verde. Finalmente, una tercera aplicación el 21/10/16 con una dosis de 100 gr  $ha^{-1}$  de Starkle, 500 ml  $ha^{-1}$  de Pirifos®, 125 ml  $ha^{-1}$  de Fastac® y 1,2 litros  $ha^{-1}$  de Orquesta Ultra®.

La cosecha se realizó con una cosechadora Haldrup C 85 autopropulsada el 6/12/16.

Los resultados fueron evaluados mediante el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011). Se realizó un análisis de la varianza utilizando para su comparación la prueba de Tukey, con un nivel de significación del 90% (error  $\alpha=0,1$ ). Las variedades se analizaron por separado ya que no es el objetivo del ensayo su análisis entre ellas.

## Resultados y discusión

### Rendimiento y porcentaje de Gluten Húmedo

#### Ciclo Corto

**Tabla 2.**

Tratamiento	Descripción	Dosis de N (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Dif. Est. Rend.	GH (%)	Dif. Est. GH
1	Testigo Nutrición	55	4292,21	A	18,33	A
	Resp. a N					
2	Macollaje	150	5610,61	B	21,67	AB
	Resp. Dosis					
3	Intermedia de N	200	6029,15	BC	29	BC
	Resp. Altas Dosis					
4	de N	300	6406,96	C	31	C
	Resp. Altas Dosis					
5	PNS + N Foliar	320	7304,43	D	32,33	C
	Resp. a Baja					
6	Densidad (30%)	170	6258,72	BC	27	BC
	Resp. a Dosis					
	Intermedia de N					
7	+ N Foliar	170	6466,56	C	25,67	AB

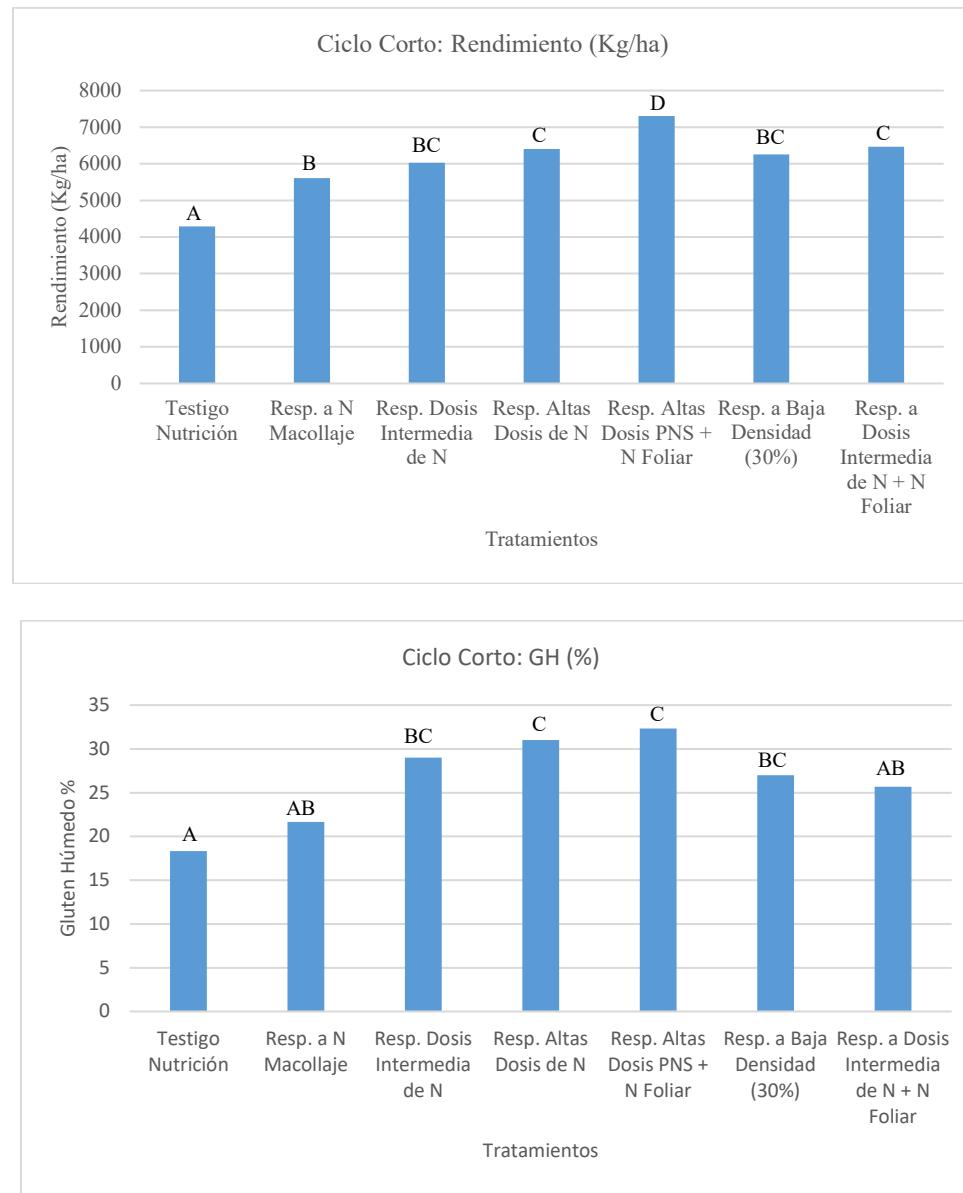
**Tabla 2: Valores promedio de las variables Rendimiento y gluten húmedo para todos los tratamientos en la variedad de ciclo corto. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P>0,1$ )**

Todos los tratamientos superaron al testigo en rendimiento. Los tratamientos con una dosis intermedia de N al macollaje (T2; T3 y T6) tuvieron respuestas similares e intermedias. Los tratamientos que incluyeron la aplicación de N foliar o la máxima dosis de N mostraron rendimientos superiores (T4 y T7) y el máximo rendimiento se logró con el tratamiento que además de una elevada dosis de N, incluyó una mayor aplicación de P y S (T5). La reducción en la densidad de siembra no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento (T2 vs T6). La fertilización foliar (T7 vs T2) aumentó el rendimiento, pero no tuvo efectos sobre GH.

Con relación a GH, los tratamientos T6; T4; T3 y T5 superaron a T1. Fueron los tratamientos con mayor disponibilidad de N por planta, por un efecto de la mayor dosis de N, su aplicación foliar y/o por una reducción en el número de plantas (T6). Nuevamente el tratamiento que logró el máximo valor de GH, fue el que además de una elevada dosis de N incluyó una mayor aplicación de P y S.

Estos resultados sugieren que las menores dosis de N aplicadas aumentaron principalmente el rendimiento, mientras que, cuando la disponibilidad de N se acercó a valores de saturación para rendimiento, la mayor dosis aumentó el tenor de GH. Estos

resultados concuerdan con lo reportado por varios autores. (Selles y Zenter 1998; Quatrocchio *et al* 2004; Saint Pierre *et al.*, 2008). El T5 estaría indicando que una elevada fertilización con N podría generar una mayor necesidad de P y S por sobre valores considerados de suficiencia y las ventajas de una fertilización balanceada.



**Figura 1:** Rendimiento y Gluten húmedo de la variedad ciclo corto en función del tratamiento de fertilización. En la localidad de Pergamino, Provincia de Buenos Aires (2016).

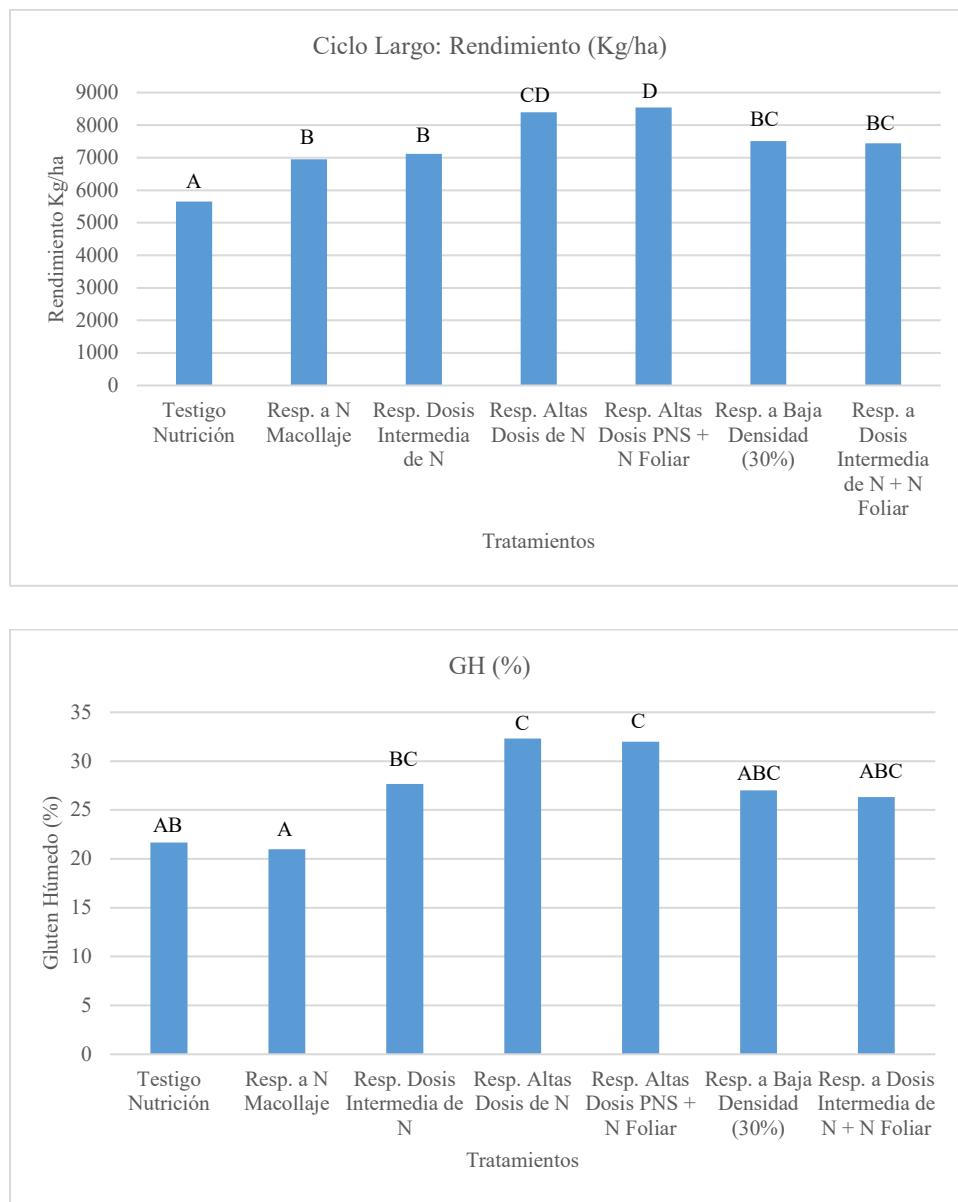
## Ciclo Largo

**Tabla 3.**

Tratamiento	Descripción	Dosis de N (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Dif. Est. Rend.	GH (%)	Dif. Est. GH
1	Testigo Nutrición Resp. A N Macollaje	55 150	5649,95 6952,51	A B	21,67 21	AB A
2	Resp. Dosis Intermedia de N	200	7111,81	B	27,67	BC
3	Resp. Altas Dosis de N	300	8395,95	CD	32,33	C
4	Resp. Altas Dosis PNS + N Foliar	320	8546,45	D	32	C
5	Resp. A Baja Densidad (30%)	170	7508,85	BC	27	ABC
6	Resp. A Dosis Intermedia de N + N Foliar	170	7440,64	BC	26,33	ABC
7						

**Tabla 3: Valores promedio de las variables Rendimiento y glúten húmedo para todos los tratamientos de fertilización, en la variedad de ciclo largo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P>0,1)**

Todos los tratamientos de fertilización aumentaron el rendimiento respecto del testigo. Las dosis intermedias de N (T2; T3; T6 y T7) generaron aumentos intermedios y los mayores rindes se lograron con las mayores dosis de N (T4 y T5), especialmente este último tratamiento, que incluyó una mayor dosis de P y S. La reducción en la densidad de plantas no modificó el rendimiento (T2 vs T7). El efecto de la fertilización sobre GH fue menos marcado que en la variedad CC. Solamente los tratamientos con las mayores dosis de N (T3; T4 y T5) superaron al testigo. Esto podría explicarse por el mayor rendimiento mostrado por la variedad de CL respecto de la de CC, lo que habría motivado que una mayor parte del N aplicado incrementara el rendimiento, restando menos N para un aumento en el tenor proteico y por ende de GH.



**Figura 2:** Rendimiento y Gluten húmedo de la variedad CL en función del N disponible en el suelo. En la localidad de Pergamino, Provincia de Buenos Aires (2016).

En función de estos resultados se acepta la Hipótesis 1, ya que la fertilización N aumentó el rendimiento y lo hizo en mayor medida en la variedad de mayor potencial genético (CL). Las mayores dosis de N aumentaron tanto el rendimiento como GH en ambas variedades.

Se rechaza la Hipótesis 2, la fertilización foliar (T4 vs T5) y (T7 vs T2), aumentó el rendimiento en la variedad CC, no lo hizo en la variedad CL y no modificó GH en ninguna de las variedades.

Se acepta la Hipótesis 3, Una doble dosis de aplicación de P y S (40 y 28 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente) junto con elevadas dosis de N, generó un aumento en el rendimiento y GH con respecto a una dosis normal de N, P y S, sin fertilización foliar, para ambas variedades (T5 vs T2)

## NDVI

Para la variable NDVI no se observaron diferencias significativas entre ciclos y tratamientos. Para realizar una observación más detallada, y evaluar su capacidad predictiva, se procedió a realizar un análisis de regresión entre las mediciones de NDVI y las variables rendimiento y gluten húmedo.

Para la variedad CC, se observó una nula asociación entre NDVI y rendimiento ( $R^2 = 0,00085$ ) al igual que con la variable GH ( $R^2 = 0,00062$ ). Para la variedad CL, se observó una baja relación entre NDVI y rendimiento ( $R^2 = 0,15$ ) y con similar resultado para la variable GH ( $R^2 = 0,12$ ). Por tanto, para las condiciones en que se realizó este ensayo, no resultó una herramienta útil para predecir ni explicar el rendimiento o el tenor de GH, en función de los tratamientos de fertilización.

## Minolta Spad 502

Para la variedad CC, se observó una baja asociación entre las mediciones de Spad y las variables rendimiento y GH ( $R^2 = 0,4$  y  $R^2 = 0,35$  respectivamente).

Para la variedad CL, lo observado resultó similar a la variedad CC con una asociación baja con la variable rendimiento ( $R^2 = 0,25$ ) y una nula asociación con la variable gluten húmedo ( $R^2 = 0,08$ ). Por tanto, para las condiciones en que se realizó este ensayo, no resultó una herramienta útil para predecir ni explicar el rendimiento o el tenor de GH, en función de los tratamientos aplicados.

## Conclusiones

La fertilización N generó un aumento en el rendimiento en ambas variedades, siendo su efecto mayor en la variedad de CL, posiblemente por su mayor potencial genético. El aumento en el rendimiento fue mayor en altas dosis de N, siguiendo una función de no proporcionalidad. Las mayores dosis de N, especialmente cuando también se aumentó la dosis de P y S aumentaron tanto el rendimiento como GH para ambas variedades. Esto sugiere que por medio de la fertilización es posible lograr elevados rendimientos y tenores de GH aun en variedades de Grupo 2 de calidad. La fertilización foliar con 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no tuvo efectos sobre GH y aumentó el rendimiento solamente en la variedad CC. La reducción en la densidad de plantas no tuvo efectos, ni sobre el rendimiento ni sobre GH. Las mediciones de NDVI y Minolta Spad 502 no resultaron útiles para predecir ni explicar el efecto de la fertilización sobre el rendimiento y GH.

## Bibliografía

Agrofy, 2016. news.agrofy.com.ar/especiales/trigo14-15/siembra-trigo. Especial Trigo 2014/2015. Siembra de Trigo. Noviembre 2016.

Amir Y., Djabri, D., Guellil H. and Youyou, A. Influence of environmental factors on the quality of wheat grown in Algeria. *Food, Agriculture and Environment*, **2004**. (2) 315-319.

Soil Taxonomy, *A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Second edition 1999. USDA.

Schepers, J. S., et al. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1992, vol. 23, no 17-20, p. 2173-2187.

Bergh, R., Zamora, M., Seghezzo, M. L., y Molfese, E. (2003). Fertilización nitrogenada foliar en trigo en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires. *INPOFOS Informaciones Agronómicas del Cono Sur, Buenos Aires*, **19**, 15-21.

Cuniberti, M. (2004). *Propuesta de clasificación del trigo argentino* (No. H1084). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina).

Cuniberti, M. (2016). Problemática actual de la calidad del trigo argentino. *Jornadas Trigueras de la, 60*.

Darwich N, Estrategias de fertilización nitrogenada para la obtención de trigos con calidad de exportación. *Actas Congreso A Todo Trigo*, **2006**, 29-36.

Di Rienzo, JA; F Casanoves; MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & CW Robledo. 2011. InfoStat, versión 20011. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dimmock J.P. and Gooding, M.J. The influence of foliar diseases, and their control by fungicides, on the protein concentration in wheat grain: a review *The Journal of Agricultural Science* **2002**, 139: 307-318 Cambridge University Press

Divito, G.A.; Echeverría, H.E.; Barbieri, P. and Sainz Rozas, H. Aplicación de Urea foliar al cultivo de trigo en antesis bajo condiciones de estrés hídrico. *Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo*, **2008** 26(1): 89-96.

Drury, C. F., Tan, C. S., Gaynor, J. D., Oloya, T. O., y Welacky, T. W. (1996). Influence of controlled drainage-subirrigation on surface and tile drainage nitrate loss. *Journal of Environmental Quality*, 25(2), 317-324.

Echeverría H.E.; Studdert G.A. Predicción del contenido de proteína en grano de trigo (*Triticum aestivum* L) mediante el índice de verdor de la hoja bandera. *Ciencia del Suelo*, 2001 19 (1), 67-74

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(1), 67-74.

Echeverría, H., Berg, R., y Loewy, T. (2004). Nitrógeno en trigo: Rendimiento y calidad panadera. I. Fertilización de base. In *VI Congreso Nacional de trigo*.

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*, 85-89.

Gandrup M.E., García F.E., Fabrizzi, K.P. and Echeverría H.E. Evolución de un índice de verdor en hoja para evaluar el estatus nitrogenado en trigo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias INTA*, 2004, 33(3): 105-121

INASE. Calidad industrial de variedades de trigo pan. Comité de Cereales de Invierno de la Comisión Nacional de Semillas, 2006.

Jie Pan, Yan Zhu, Weixing Cao, Tingbo Dai and Dong Jiang: “Predicting the Protein Content of Grain in Winter Wheat with Meteorological and Genotypic Factors”. *Plant Production Science*, 2006 (9) 323-333

Loewy, T. (2004). Fraccionamiento del nitrógeno y fertilización foliar en trigo. In *Actas del XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná (Entre Ríos)* (pp. 22-25).

Magyp 2020 Estimaciones agrícolas  
<http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>

Míguez, FH; AA Pérez, JA Fresco and ML Zapiola, 2013. Meta-analysis of nitrogen fertilization effects of wheat grain protein in Argentina Open Science Repository Agriculture. doi: 10.7392/openaccess.70081981. on line <http://www.open-science-repository.com/agriculture-70081981.html>

Molfese, E., Astiz, V., Pensando en la próxima campaña triguera: Calidad Industrial de variedades de trigo pan 2016 [https://inta.gob.ar/sites/default/files/mapba\\_inta\\_barrow - 2016\\_pensando\\_en\\_calidad\\_de\\_trigo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/mapba_inta_barrow - 2016_pensando_en_calidad_de_trigo.pdf)

Quatrocchio, A; Echeverría, H. y Alonso, S. Estrategias de fertilización nitrogenada en cultivares de trigo: calidad panadera. *Actas Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*, 2004, 22-25.

Reeves DW, PL Mask, CW Wood, DP Delaney. Determination of wheat nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter: Influence of management practices. *Journal of Plant Nutrition*. 1993 16: 781-796.

Rodríguez, D., Andrade, F. H., y Goudriaan, J. (2000). Does assimilate supply limit leaf expansion in wheat grown in the field under low phosphorus availability? *Field Crops Research*, 67(3), 227-238.

Salomón, N., Aldalur, B., Cuniberti, M. B., y Miranda, R. (2013). Distribución de la calidad del trigo pan argentino utilizando mapas del sistema de información geográfica. *Revista de investigaciones agropecuarias*, 39(1).

Secretaría de Agricultura. Minagri. Informe de Harina de Trigo. [www.minagri.gob.ar/sitio/areas/ss\\_alimentos\\_y\\_bebidas/archivos160600](http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/ss_alimentos_y_bebidas/archivos160600). Marzo, 2018.

Selles, F. y Zentner, R. 1998. Environmental factors affecting wheat protein. Pp. 139-150. In D. Fowler y col. (eds) *Wheat Protein: Production and marketing*. Univ. Ext. Press. Univ. of Saskatchewan. Saskatoon, SK. Canada

Zadoks, JC; TT Chang & CF Konzak. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res*. 14: 415-421.

## Anexo

# Anexo estadístico

Tabla de resultados

<b>Bloque</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Nombre Tratamiento</b>	<b>Trat.</b>	<b>Rend.</b>	<b>GH</b>	<b>Spad</b>	<b>NDVI</b>
A	Corto	Testigo Nutrición	1	3933.12	21	45.8	0.55
A	Corto	Respuesta a N Macollaje	2	5229.92	23	50.8	0.52
A	Corto	Respuesta a dosis intermedias de N	3	5881.92	28	50.8	0.59
A	Corto	Respuesta a altas dosis de N sin N Foliar	4	6349.52	32	52.2	0.59
A	Corto	Respuesta a altas dosis de PNS + N Foliar	5	7259.28	34	50.8	0.61
A	Corto	Respuesta a Baja Densidad (30% menos)	6	5752.32	32	49.8	0.56
A	Corto	Respuesta a altas dosis de N con N Foliar	7	6102.88	21	48.3	0.57
B	Corto	Testigo Nutrición	1	4186.16	15	44.1	0.58
B	Corto	Respuesta a N Macollaje	2	5890.88	22	50.5	0.56
B	Corto	Respuesta a dosis intermedias de N	3	6517.12	32	50.2	0.39
B	Corto	Respuesta a altas dosis de N sin N Foliar	4	6649.12	29	50.4	0.52
B	Corto	Respuesta a altas dosis de PNS + N Foliar	5	7163.12	29	52	0.58
B	Corto	Respuesta a Baja Densidad (30% menos)	6	6474	24	50.1	0.47

B	Corto	Respuesta a altas dosis de N con N Foliar	7	6826.88	30	46.7	0.49
C	Corto	Testigo Nutrición	1	4757.36	19	49	0.42
C	Corto	Respuesta a N Macollaje	2	5711.04	20	50.5	0.40
C	Corto	Respuesta a dosis intermedias de N	3	5688.4	27	50.5	0.36
C	Corto	Respuesta a altas dosis de N sin N Foliar	4	6222.24	38	50.6	0.39
C	Corto	Respuesta a altas dosis de PNS + N Foliar	5	7490.88	34	51.7	0.51
C	Corto	Respuesta a Baja Densidad (30% menos)	6	6549.84	25	49.2	0.52
C	Corto	Respuesta a altas dosis de N con N Foliar	7	6469.92	26	49.6	0.43
A	Largo	Testigo Nutrición	1	5179.6	20	50.5	0.40
A	Largo	Respuesta a N Macollaje	2	7022.08	21	51.7	0.27
A	Largo	Respuesta a dosis intermedias de N	3	7130.72	32	51.2	0.30
A	Largo	Respuesta a altas dosis de N sin N Foliar	4	8067.68	40	54.4	0.32
A	Largo	Respuesta a altas dosis de PNS + N Foliar	5	8733.04	31	53.9	0.23
A	Largo	Respuesta a Baja Densidad (30% menos)	6	6891.44	26	52.2	0.25
A	Largo	Respuesta a altas dosis de N con N Foliar	7	7647.44	28	53.2	0.31
B	Largo	Testigo Nutrición	1	6223.68	19	49.2	0.39
B	Largo	Respuesta a N Macollaje	2	6738.08	19	52.9	0.36

B	Largo	Respuesta a dosis intermedias de N	3	7186.72	25	53	0.30
B	Largo	Respuesta a altas dosis de N sin N Foliar	4	8392	32	51.9	0.34
B	Largo	Respuesta a altas dosis de PNS + N Foliar	5	8785.52	38	51.1	0.35
B	Largo	Respuesta a Baja Densidad (30% menos)	6	7721.68	25	52.2	0.35
B	Largo	Respuesta a altas dosis de N con N Foliar	7	7731.92	26	51	0.29
C	Largo	Testigo Nutrición	1	5546.56	26	48.9	0.33
C	Largo	Respuesta a N Macollaje	2	7097.36	23	52.3	0.32
C	Largo	Respuesta a dosis intermedias de N	3	7018	26	52.7	0.29
C	Largo	Respuesta a altas dosis de N sin N Foliar	4	8728.16	32	51.7	0.32
C	Largo	Respuesta a altas dosis de PNS + N Foliar	5	8120.8	32	52.2	0.30
C	Largo	Respuesta a Baja Densidad (30% menos)	6	7913.44	30	50.4	0.32
C	Largo	Respuesta a altas dosis de N con N Foliar	7	6942.56	25	50.8	0.33

## Datos de ANOVA

### **Análisis de la varianza**

#### **Rendimiento**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	Rendimiento	21	0.94	0.91	4.72

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16392894.06	8	2049111.76	25.10	<0.0001
Bloque	788835.63	2	394417.82	4.83	0.0289
Tratamiento	15604058.43	6	2600676.40	31.86	<0.0001
Error	979660.58	12	81638.38		
Total	17372554.64	20			

#### **GH**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	GH	21	0.78	0.63	12.49

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	462.48	8	57.81	5.31	0.0051
Bloque	8.00	2	4.00	0.37	0.7001
Tratamiento	454.48	6	75.75	6.96	0.0023
Error	130.67	12	10.89		
Total	593.14	20			

#### **Spad**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	Spad	21	0.80	0.66	2.35

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64.79	8	8.10	5.96	0.0032
Bloque	3.69	2	1.84	1.36	0.2942
Tratamiento	61.10	6	10.18	7.50	0.0016
Error	16.30	12	1.36		
Total	81.09	20			

#### **NDVI**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	NDVI	21	0.73	0.55	10.37

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.09	8	0.01	4.08	0.0146
Bloque	0.07	2	0.03	12.09	0.0013
Tratamiento	0.02	6	3.9E-03	1.40	0.2902
Error	0.03	12	2.7E-03		

Total	0.12	20
-------	------	----

### Rendimiento

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Largo	Rendimiento	21	0.91	0.84	5.22	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17310712.44	8	2163839.05	14.63	<0.0001
Bloque	329553.04	2	164776.52	1.11	0.3600
Tratamiento	16981159.40	6	2830193.23	19.13	<0.0001
Error	1775270.08	12	147939.17		
Total	19085982.52	20			

### GH

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Largo	GH	21	0.84	0.74	8.91	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	373.90	8	46.74	8.17	0.0008
Bloque	18.00	2	9.00	1.57	0.2474
Tratamiento	355.90	6	59.32	10.37	0.0004
Error	68.67	12	5.72		
Total	442.57	20			

### Spad

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Largo	Spad	21	0.66	0.43	2.03	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25.39	8	3.17	2.87	0.0487
Bloque	4.98	2	2.49	2.25	0.1477
Tratamiento	20.41	6	3.40	3.08	0.0461
Error	13.26	12	1.11		
Total	38.65	20			

### NDVI

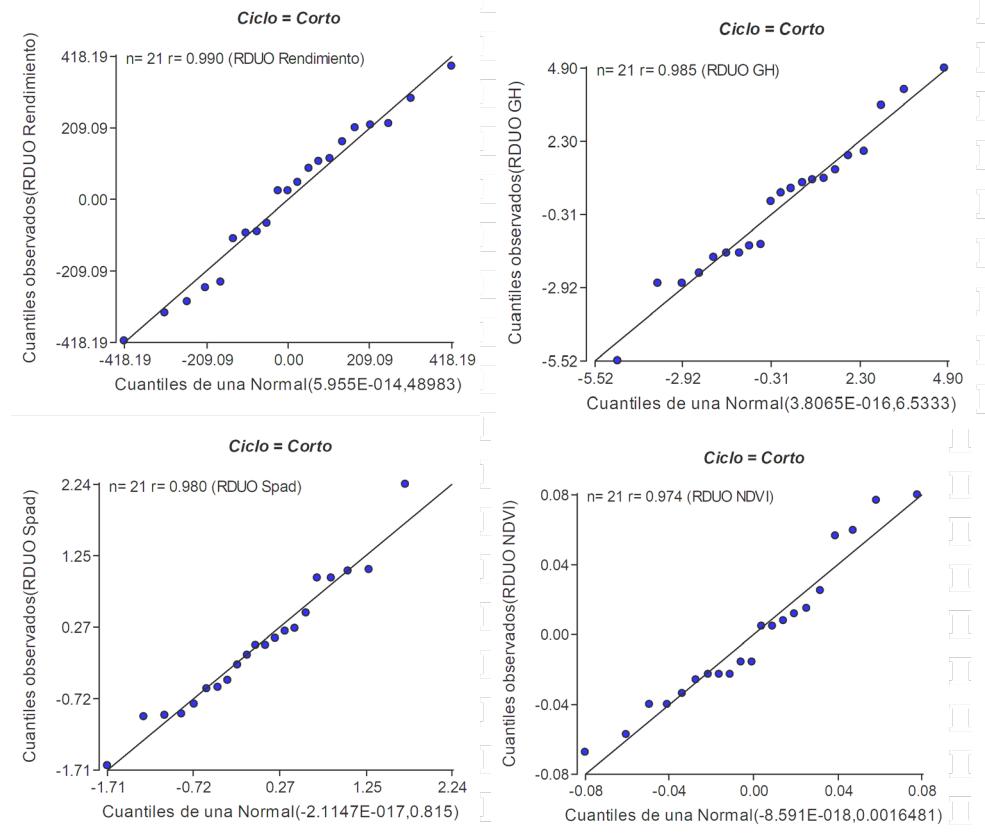
Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Largo	NDVI	21	0.58	0.30	10.81	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

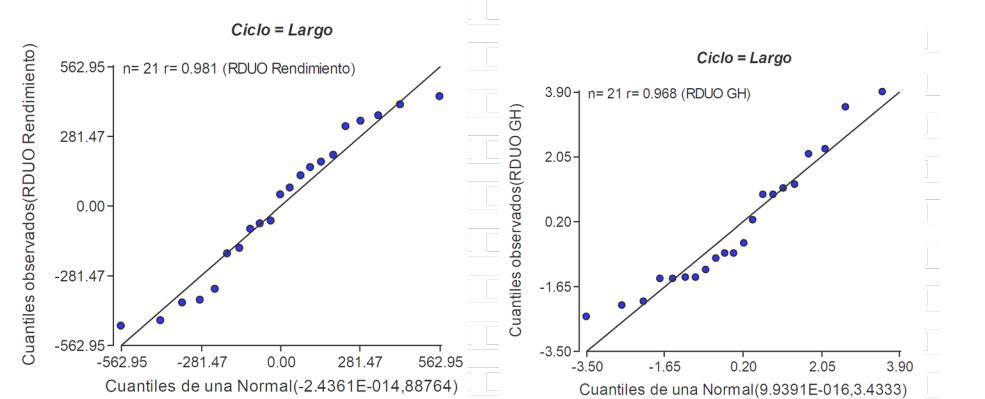
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	8	2.5E-03	2.09	0.1213
Bloque	0.01	2	3.2E-03	2.75	0.1043
Tratamiento	0.01	6	2.2E-03	1.87	0.1686
Error	0.01	12	1.2E-03		
Total		0.03	20		

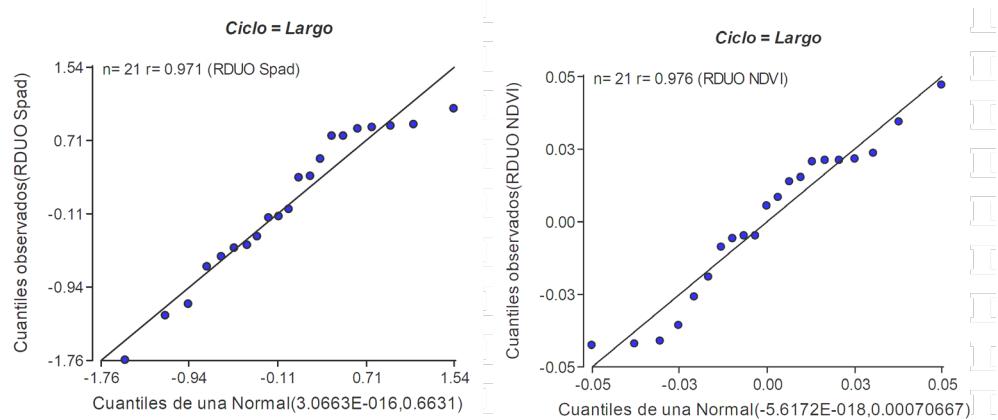
## Supuestos del ANOVA

### • Normalidad CICLO CORTO



### CICLO LARGO



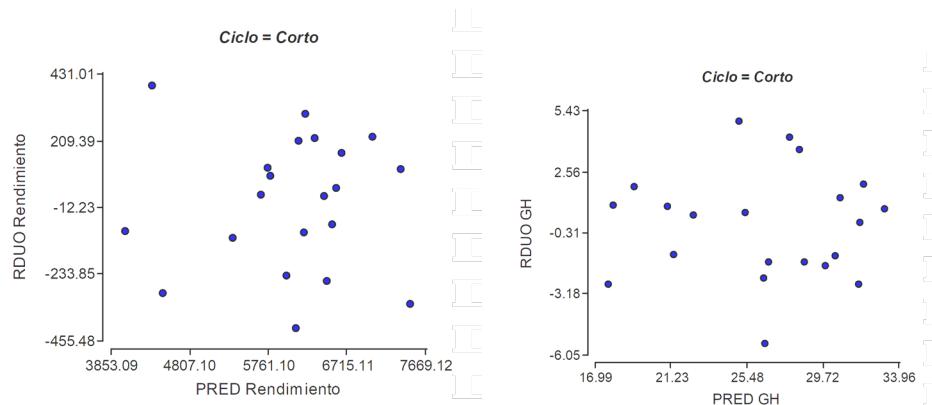


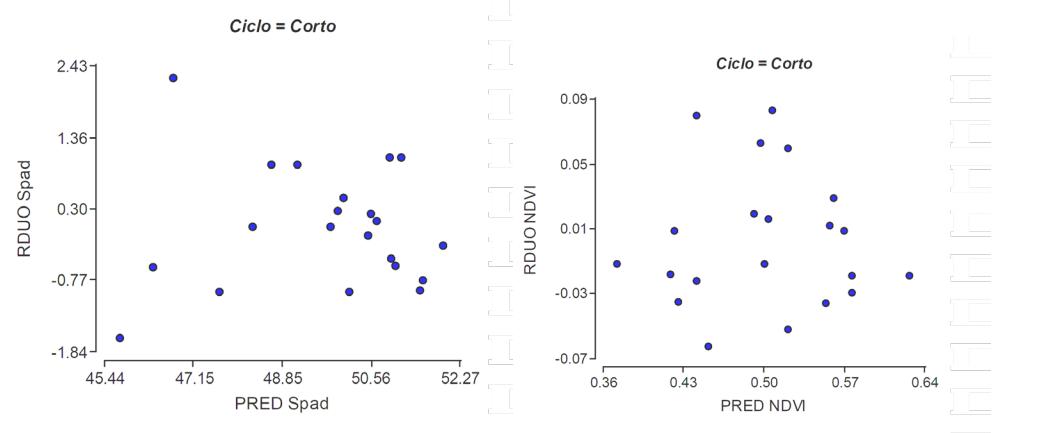
### Shapiro-Wilks (modificado)

Ciclo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral)	D
Corto	RDUO Rendimiento	21	0.00	221.32	0.95		0.5795
Corto	RDUO GH	21	0.00	2.56	0.96		0.8050
Corto	RDUO Spad	21	0.00	0.90	0.97		0.8424
Corto	RDUO NDVI	21	0.00	0.04	0.92		0.1835
Largo	RDUO Rendimiento	21	0.00	297.93	0.90		0.1124
Largo	RDUO GH	21	0.00	1.85	0.90		0.1055
Largo	RDUO Spad	21	0.00	0.81	0.91		0.1333
Largo	RDUO NDVI	21	0.00	0.03	0.91		0.1560

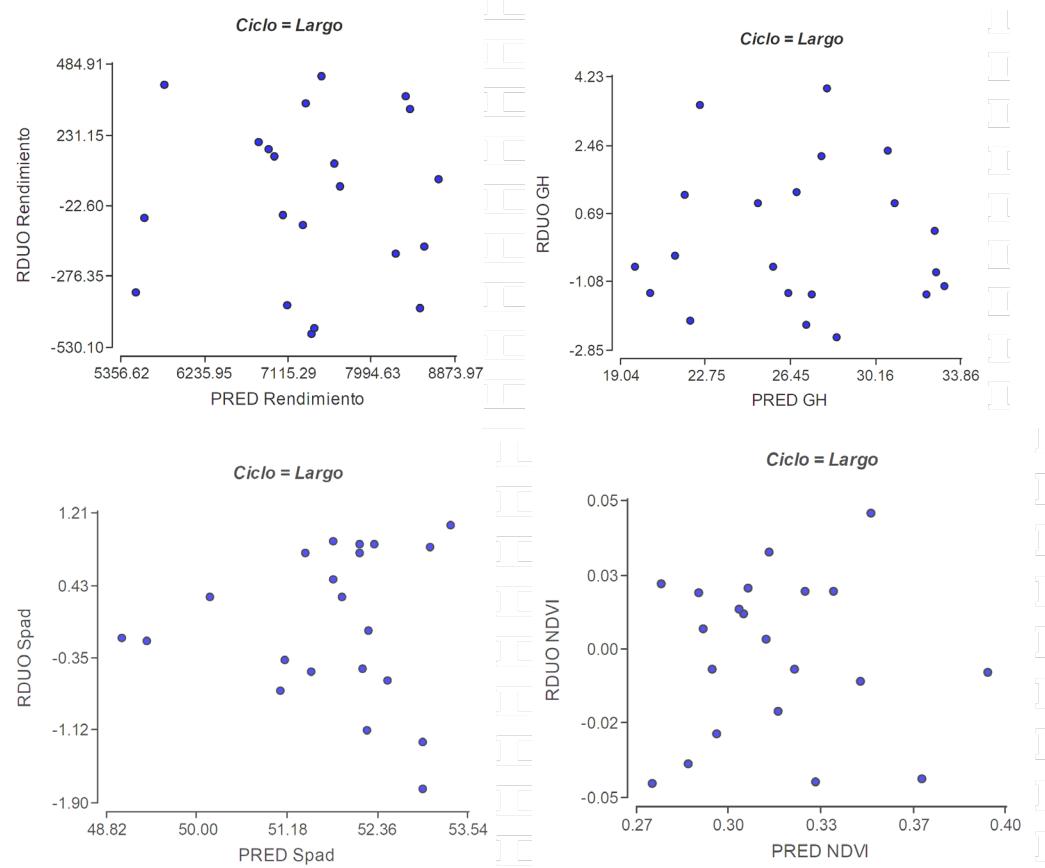
- Homocedasticidad

### CICLO CORTO





## CICLO LARGO



**LEVENE****Análisis de la varianza****RABS Rendimiento**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	RABS Rendimiento	21	0.40	3.0E-03	64.03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	110776.30	8	13847.04	1.01	0.4781
Tratamiento	99447.21	6	16574.53	1.21	0.3671
Bloque	11329.09	2	5664.55	0.41	0.6713
Error	164934.00	12	13744.50		
Total	275710.30	20			

**RABS GH**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	RABS GH	21	0.56	0.27	60.41

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.55	8	2.94	1.91	0.1504
Tratamiento	17.55	6	2.92	1.90	0.1623
Bloque	6.00	2	3.00	1.95	0.1851
Error	18.48	12	1.54		
Total	42.03	20			

**RABS Spad**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	RABS Spad	21	0.59	0.31	66.82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.68	8	0.46	2.15	0.1123
Tratamiento	2.68	6	0.45	2.09	0.1303
Bloque	0.99	2	0.50	2.32	0.1408
Error	2.57	12	0.21		
Total	6.24	20			

**RABS NDVI**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	RABS NDVI	21	0.51	0.19	63.60

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	8	6.8E-04	1.59	0.2260
Tratamiento	0.01	6	8.5E-04	1.98	0.1481
Bloque	3.7E-04	2	1.8E-04	0.43	0.6622
Error	0.01	12	4.3E-04		
Total	0.01	20			

## Prueba de Tukey

### **Análisis de la varianza**

#### **Rendimiento**

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	Rendimiento	21	0.94	0.91	4.72

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

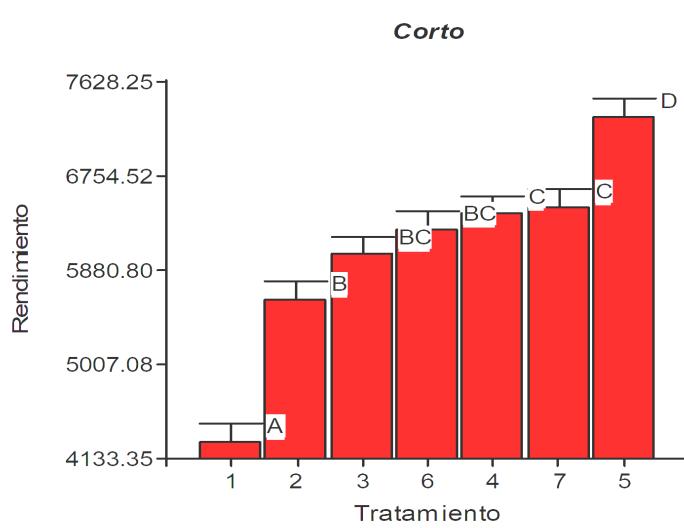
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16392894.06	8	2049111.76	25.10	<0.0001
Tratamiento	15604058.43	6	2600676.40	31.86	<0.0001
Bloque	788835.63	2	394417.82	4.83	0.0289
Error	979660.58	12	81638.38		
Total	17372554.64	20			

**Test:Tukey Alfa=0.10 DMS=717.34650**

Error: 81638.3813 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	4292.21	3	164.96	A
2	5610.61	3	164.96	B
3	6029.15	3	164.96	B
6	6258.72	3	164.96	B
4	6406.96	3	164.96	C
7	6466.56	3	164.96	C
5	7304.43	3	164.96	D

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



### GH

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	GH	21	0.78	0.63	12.49

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

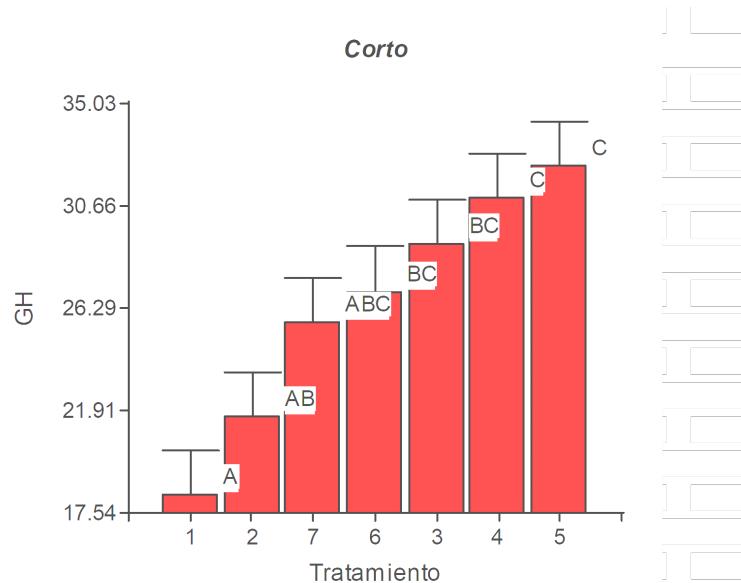
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	462.48	8	57.81	5.31	0.0051
Tratamiento	454.48	6	75.75	6.96	0.0023
Bloque	8.00	2	4.00	0.37	0.7001
Error	130.67	12	10.89		
Total	593.14	20			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=8.28464

Error: 10.8889 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	18.33	3	1.91 A
2	21.67	3	1.91 A B
7	25.67	3	1.91 A B C
6	27.00	3	1.91 B C
3	29.00	3	1.91 B C
4	31.00	3	1.91 C
5	32.33	3	1.91 C

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



### Spad

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	Spad	21	0.80	0.66	2.35

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64.79	8	8.10	5.96	0.0032
Tratamiento	61.10	6	10.18	7.50	0.0016
Bloque	3.69	2	1.84	1.36	0.2942
Error	16.30	12	1.36		
Total	81.09	20			

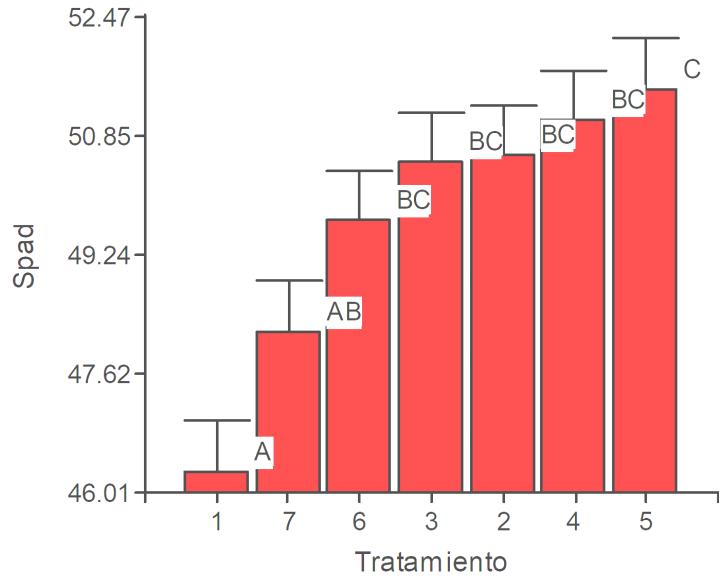
Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=2.92607

Error: 1.3583 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	46.30	3	0.67	A
7	48.20	3	0.67	A
6	49.70	3	0.67	B
3	50.50	3	0.67	B
2	50.60	3	0.67	B
4	51.07	3	0.67	B
5	51.50	3	0.67	C

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

### Corto



### NDVI

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Corto	NDVI	21	0.73	0.55	10.37

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

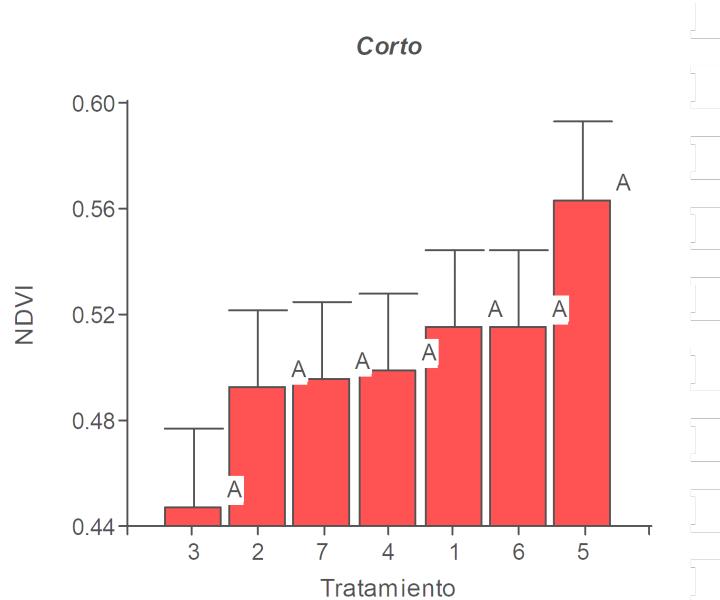
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.09	8	0.01	4.08	0.0146
Tratamiento	0.02	6	3.9E-03	1.40	0.2902
Bloque	0.07	2	0.03	12.09	0.0013
Error	0.03	12	2.7E-03		
Total	0.12	20			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=0.13158

Error: 0.0027 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	0.45	3	0.03 A
2	0.49	3	0.03 A
7	0.50	3	0.03 A
4	0.50	3	0.03 A
1	0.52	3	0.03 A
6	0.52	3	0.03 A
5	0.57	3	0.03 A

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



### Rendimiento

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo	Rendimiento	21	0.91	0.84	5.22

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

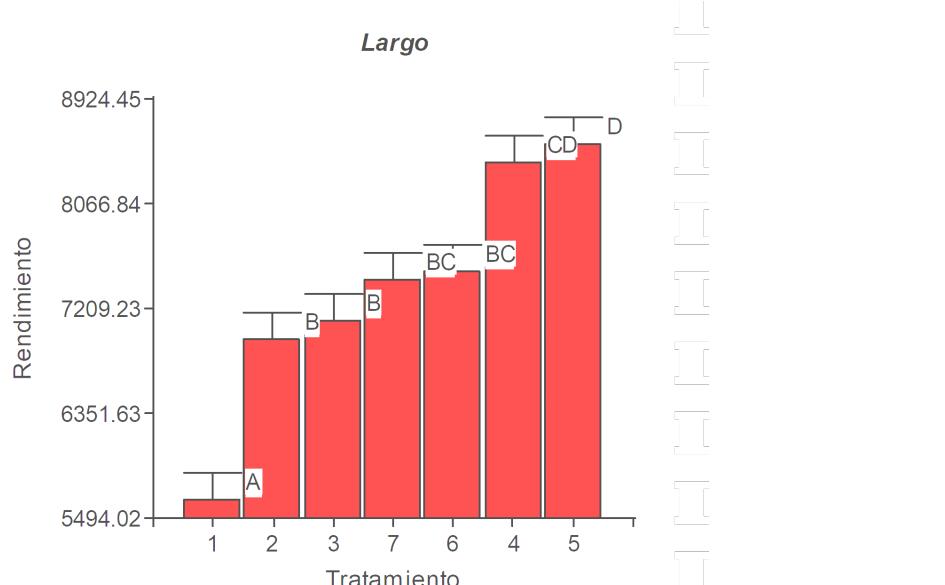
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17310712.44	8	2163839.05	14.63	<0.0001
Tratamiento	16981159.40	6	2830193.23	19.13	<0.0001
Bloque	329553.04	2	164776.52	1.11	0.3600
Error	1775270.08	12	147939.17		
Total	19085982.52	20			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=965.65810

Error: 147939.1733 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	5649.95	3	222.07
2	6952.51	3	222.07
3	7111.81	3	222.07
7	7440.64	3	222.07
6	7508.85	3	222.07
4	8395.95	3	222.07
5	8546.45	3	222.07

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



## GH

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo	GH	21	0.84	0.74	8.91

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

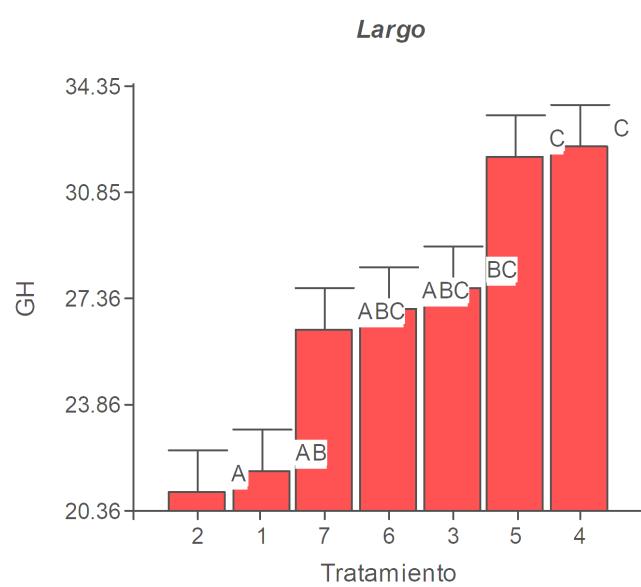
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	373.90	8	46.74	8.17	0.0008
Tratamiento	355.90	6	59.32	10.37	0.0004
Bloque	18.00	2	9.00	1.57	0.2474
Error	68.67	12	5.72		
Total	442.57	20			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=6.00571

Error: 5.7222 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	21.00	3	1.38 A
1	21.67	3	1.38 A B
7	26.33	3	1.38 A B C
6	27.00	3	1.38 A B C
3	27.67	3	1.38 B C
5	32.00	3	1.38 C
4	32.33	3	1.38 C

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



### Spad

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo	Spad	21	0.66	0.43	2.03

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25.39	8	3.17	2.87	0.0487
Tratamiento	20.41	6	3.40	3.08	0.0461
Bloque	4.98	2	2.49	2.25	0.1477
Error	13.26	12	1.11		
Total	38.65	20			

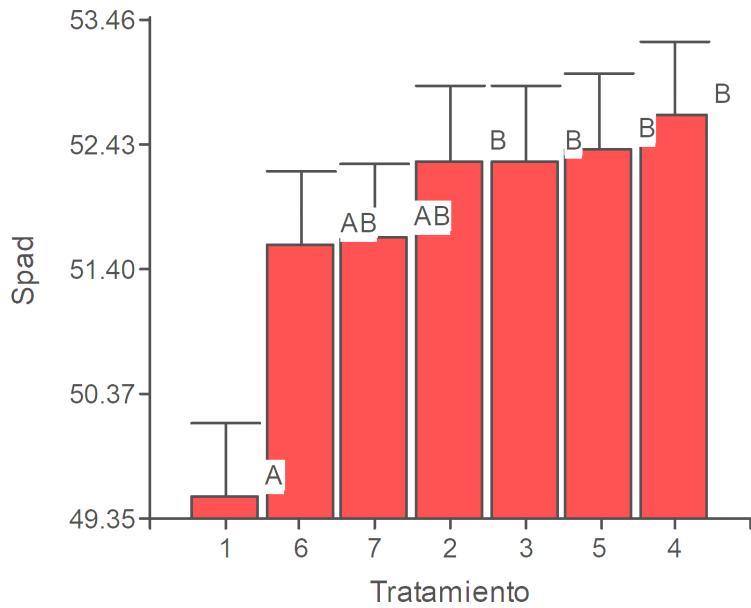
Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=2.63933

Error: 1.1052 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	49.53	3	0.61 A
6	51.60	3	0.61 A B
7	51.67	3	0.61 A B
2	52.30	3	0.61 B
3	52.30	3	0.61 B
5	52.40	3	0.61 B
4	52.67	3	0.61 B

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

### Largo



### NDVI

Ciclo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo	NDVI	21	0.58	0.30	10.81

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	8	2.5E-03	2.09	0.1213
Tratamiento	0.01	6	2.2E-03	1.87	0.1686
Bloque	0.01	2	3.2E-03	2.75	0.1043
Error	0.01	12	1.2E-03		
Total	0.03	20			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=0.08616

Error: 0.0012 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	0.29	3	0.02	A
3	0.30	3	0.02	A
6	0.31	3	0.02	A
7	0.31	3	0.02	A
2	0.32	3	0.02	A
4	0.33	3	0.02	A
1	0.37	3	0.02	A

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