

**APORTE DE LA FOTOSÍNTESIS DE LAS HOJAS, ARISTAS Y LAS
ESPIGAS AL LLENADO DE LOS GRANOS DE TRIGO EN LA REGIÓN
SEMIÁRIDA PAMPEANA.**

Autores: Suppo, Walter Matías.

Vistarop, Marianela Soledad.

Director: Fernández, Miguel Ángel

Cátedra: Cultivos II

Carrera: Ingeniería Agronómica

Institución: Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa.

Año: 2012

Índice:

Resumen.....3

Introducción.....4

Materiales y métodos.....6

Resultados y discusión.....8

Conclusiones.....25

Bibliografía.....26

RESUMEN

El llenado de los granos de trigo pan (*Triticum aestivum* L), se vera afectado si las plantas sufren un estrés hídrico, provocando achuzamiento y puede sacarlo del estándar de comercialización. La mayor parte de los foto-asimilados acumulados en los granos proceden de la fotosíntesis de la espiga, aristas, láminas y vainas foliares de las hojas y entrenudos superiores. El objetivo de este trabajo fue detectar variabilidad genética en la respuesta al estrés hídrico y a la defoliación.

Los ensayos se realizaron en el Campo Exp. de la Fac. de Agronomía (UNLPam) a 11 km al norte de la ciudad de Santa Rosa (36° 46' S y 64° 17' W), a 210 mts de elevación. Sobre un suelo franco-arenoso, se sembraron parcelas estándar, en un diseño de 4 bloques completamente aleatorizados. La labranza del lote se realizó por método convencional, con un barbecho desde febrero. La siembra se realizó el 14 de Junio de 2010.

Se eligieron 5 genotipos de trigo pan de distintos criaderos, para obtener variabilidad. No obstante, se buscaron de ciclo semejante para que la floración ocurra a fines de octubre en forma simultánea. Los tratamientos realizados fueron: la aplicación de IK como inhibidor de la fotosíntesis sobre toda la parte aérea, defoliación de láminas y/o aristas, espigas tapadas con/sin defoliación y plantas testigo.

Se simuló un estrés hídrico en Z71 con la aplicación de IK. Este tratamiento disminuyó el peso de la espiga en un 18% promedio; pero en algunas variedades la reducción fue del 50%. La reducción de la fotosíntesis por defoliación de las láminas y tapado de la espiga disminuyó en mayor proporción el peso de los granos que el número de granos de toda la espiga. Es decir, que en este ambiente existió una limitación por la fuente de asimilados.

En la medida que se van quitando órganos fotosintéticamente activos a la planta se ve claramente la reducción en el peso de la espiga (alrededor de un 40 % de reducción cuando se le quita la lámina a la hoja de la planta y las aristas, o el 20 % cuando solo se le quitan las aristas).

El comportamiento dispar entre las variedades podría indicar que existe variabilidad genética disponible para mejorar la compensación ante la caída de la fuente de fotoasimilados. Existen genotipos más vulnerables a la pérdida de partes verdes, con importante reducción tanto en el número de granos de los tres tercios de la espiga como en peso de los mismos.

Palabras claves: trigo-variedades-llenado de grano-estrés hídrico-defoliación-

INTRODUCCIÓN:

El trigo pan (*Triticum aestivum L.*), es un cultivo invernal de gran importancia a nivel nacional. En los últimos años, en nuestra provincia ha habido una tendencia a la disminución del área cultivada. La Pampa siembra un 6% de la superficie sembrada a nivel nacional, con un rinde promedio de 2.072 kg/ha (Iglesias e Iturrioz, 2010).

Debido a la importancia del trigo en la alimentación, ha sido incluida en programas de mejoramiento genético con el fin de desarrollar genotipos mejorados para diversos ambientes. Para tal fin se evalúan genotipos en ensayos comparativos de rendimiento. El progreso en la selección de genotipos adaptados se dificulta debido a la gran interacción de los genotipos con el ambiente (Jordaan, 1999). Otro factor que influye en las diferencias de rendimiento con respecto a otras zonas trigueras del país, es la falta de incorporación de tecnología por parte del sector primario, determinando un deficiente nivel productivo-tecnológico, generando consecuencias en la evolución de los rendimientos anuales obtenidos (Belmonte *et al.*, 2010).

La adaptación del trigo a una amplia región de cultivo requiere que su desarrollo fenológico se adapte a cada ambiente, siendo primordial que la antesis ocurra en un momento de bajo riesgo de helada, como así también que el llenado de los granos ocurra en momento de bajo estrés hídrico y térmico (Fischer, 1985).

Los efectos principales del ambiente sobre los caracteres de un genotipo tales como el ciclo de crecimiento y rendimiento potencial pueden observarse mediante técnicas tradicionales, pero la tolerancia al estrés parece ser una combinación de efectos de múltiples caracteres morfológicos y fisiológicos. La identificación y valoración de esos efectos y el conocimiento de sus interacciones son fundamentales en los programas de mejora para tolerancia a la sequía, ya que permitirían identificar genotipos tolerantes al estrés hídrico y temperaturas elevadas propias del final del ciclo del cultivo especialmente en climas de tipo Mediterráneo (Acevedo, 1989). En esta fase, la sequía afecta de forma importante a la capacidad fotosintética del cultivo ya que al mismo tiempo que disminuye la fotosíntesis neta se produce una disminución en la transpiración, que refleja el cierre de los estomas en respuesta a la desecación de la hoja. La disminución en la transpiración suele ser paralela a la de la fotosíntesis, lo que indica que el cierre estomático limita ambos procesos (Hsiao, 1973).

Los estudios sobre transferencia de asimilados al grano han mostrado que muchas de las sustancias de reserva almacenadas en el mismo son producto de la fotosíntesis en la parte superior de la planta. Gran parte de los asimilados acumulados en los granos proceden de la espiga, aristas, láminas y vainas foliares de las hojas superiores y de los entrenudos superiores del tallo (Ziegler-Jöns, 1989). Se ha comprobado que especialmente en condiciones de déficit hídrico la tasa de fotosíntesis neta de trigos sin aristas fue significativamente más baja, que la tasa de los trigos con aristas durante el periodo de llenado del grano. Sin embargo, no se han detectado diferencias importantes en la eficiencia en el uso del agua sobre la base de biomasa total o peso del grano para líneas isogénicas de trigo con y sin aristas (Weyhrich *et al.*, 1995).

Los desecantes químicos han sido propuestos como agentes simuladores de estrés hídrico en sequía terminal o de final de ciclo, deteniendo la fotosíntesis y permitiendo la translocación de asimilados desde los órganos vegetativos hacia los granos en crecimiento (Blum *et al.*, 1991). Analizando el contenido de prolina y de clorofila a nivel de hoja, Sawhney y Singh (2002), demostraron que el efecto del IK fue semejante al efecto del estrés hídrico.

Las estructuras morfológicas fotosintetizantes de la planta de trigo (hoja bandera y otras hojas inferiores, glumas, aristas y pedúnculo) son importantes en el suministro de fotoasimilados a partir de la etapa Z 71 (escala Zadoks *et al.*, 1974), que ocurre durante la primer semana posterior a la fecundación (Lucas y Asana, 1968). Al finalizar el mismo queda establecido el número de granos/m². Hacia el final del ciclo el crecimiento del grano se torna más dependiente de la removilización de asimilados para la deposición de almidón y proteínas hasta alcanzar la madurez fisiológica (Z90) donde finaliza el crecimiento del mismo (Slafer *et al.*, 2003). En este periodo, la fotosíntesis de las aristas y de las partes verdes de la espiga puede ser compensadora, para mantener el rendimiento de granos en situaciones de limitación debida a la fuente (Maydup *et al.*, 2010).

La hipótesis de este trabajo fue que el aporte de foto-asimilados desde las partes verdes de la espiga, las vainas y entrenudos en la planta de trigo podrá suplantar una reducción de la fotosíntesis de las láminas durante el llenado de los granos por defoliación o estrés hídrico y la contribución será distinta de acuerdo al genotipo utilizado.

Objetivos

-Evaluar la pérdida en número y peso de los granos (destino) cuando existe una reducción del aparato fotosintético (fuente).

-Determinar cuál de las estructuras (láminas de las hojas, superficie verde de la espiga, tallos verdes) adquiere mayor relevancia en el llenado del grano.

-Evaluar el efecto del genotipo sobre el sostenimiento del llenado ante una restricción en la fotosíntesis.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Los ensayos se realizaron en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam a 11 km al norte de la ciudad de Santa Rosa (36° 46' S y 64° 17' W), a 210 mts de elevación. El suelo se clasifica como un Haplustol éntico (Soil Survey Staff, 1975).

El ensayo se sembró en parcelas estándar (6m de largo x 7 surcos a 0,20m entre hileras) en un diseño de 4 bloques completamente aleatorizados. La labranza del lote se realizó por métodos convencionales, con un barbecho previo a la siembra que se inició en febrero. La siembra se realizó en el 14 de Junio de 2010.

Se eligieron 5 genotipos de trigo pan provenientes de distintos criaderos, con el objetivo de obtener variabilidad genética. Se buscaron genotipos de ciclo semejante para que la floración ocurra aproximadamente fin de octubre en forma homogénea para todos los cultivares.

En el Cuadro 1 se describen los tratamientos realizados para reducir la fuente de fotosintatos sobre las plantas de las variedades elegidas. El tratamiento con **ioduro de potasio (IK)** se realizó con el objetivo de simular el impacto que tiene un estrés hídrico durante el llenado de grano, provocando un secado anticipado de la planta de trigo, deteniendo la fotosíntesis pero manteniendo la translocación de foto-asimilados. La aplicación de la solución de IK fue realizada el 11 de noviembre, en el estado Z71 de Zadoks *et al.* (1974) con agua destilada y una concentración de 0,4 g de ingrediente activo por litro ([0,4% p/v]), tal como lo realizaron Blum (1998), Ahmadi *et al.* (2009) y Mohammadi *et al.* (2009). No pudo ser calculada la cantidad en ml/m² aplicados, tal como lo realizaron Fernández-Figares *et al.* (2000). Sawhney y Singh (2002) utilizaron una concentración más baja ([0,1% p/v]). La aplicación de IK fue con mochila mojando toda la planta.

En los tratamientos de **defoliación**, se extrajeron de la planta diferentes órganos que participan en la fotosíntesis y la transferencia de asimilados hacia el grano. La defoliación consistió en el corte con tijera de todas las láminas de las hojas y/o las aristas dejando las vainas.

- Estos fueron:
- a) Sin aristas y sin láminas.
 - b) Sin aristas y con las hojas completas.
 - c) Con aristas y sin láminas.
 - d) Testigo sin defoliación.

En el tratamiento de las **espigas tapadas** se intentó impedir la fotosíntesis de la espiga con diferentes tipos de sobres de papel: blanco (papel tipo farmacia), marrón (papel madera) y papel aluminio de acuerdo con la metodología desarrollada por Maydup *et al.* (2010). A todos los sobres se le realizaron orificios para que no aumente la temperatura interna como lo explican Tambussi *et al.* (2007) y Maydup *et al.* (2010). Se colocaron 5 sobres de cada tipo en cada una de las variedades utilizadas. Con el tratamiento de las **espigas tapadas** más la **defoliación** se intentó determinar el aporte de las vainas y el tallo en la fotosíntesis.

Cuadro 1. Variedades utilizadas y los tratamientos realizados sobre las plantas.

CULTIVAR	Solución IK (0,4 g/l)	Defoliación	Espigas Tapadas	Espigas Tapadas + defoliación	Testigo
INIA Tijetera (Relmo)	X	X	X	-	X
Buck Guapo (Buck)	X	X	X	X	X
ACA 303 (ACA)	X	X	X	X	X
Klein Gavilán (Klein)	X	X	X	-	X
Baguette 13 (Nidera) *	X	X	-	-	X

Ref: entre paréntesis se menciona el criadero que originó la variedad. *(Sin arista o levemente aristado). En el tratamiento de espigas tapadas se perdieron algunos tratamientos por tormenta fuerte en noviembre.

La recolección fue llevada a cabo luego de madurez fisiológica el 14 de diciembre de 2010 en forma manual. Todos los pesos fueron tomados a peso constante después de la exposición de los materiales a estufa de circulación forzada durante 48 horas a 60° C. El peso de los granos fue realizado con balanza de precisión (0,001g).

RESULTADOS Y DISCUSION:

El peso de la espiga a cosecha mostró una interacción altamente significativa entre la aplicación de IK y el testigo. Mientras que cuando se realizó el análisis del tratamiento testigo por separado, se observaron diferencias significativas entre las variedades. La variedad Klein Gavilán tuvo mayor peso seco de la espiga que INIA Tijetera y B. Guapo (Cuadro 1A). La aplicación del IK redujo el peso de las espigas de todas las variedades, no encontrándose diferencias significativas entre las mismas. El peso seco del entrenudo no mostró diferencias significativas ni con aplicación de IK ni en el testigo. Con respecto al número de espiguillas totales no se detectó interacción y además no hubo diferencias significativas ni en la aplicación de IK ni en el testigo con una $P \leq 0,05$, resultados lógicos habida cuenta de que al momento de la aplicación del IK fue posterior a la diferenciación de las mismas. No obstante, entre variedades hubo diferencias significativas en el número a una $P \leq 0,10$, con el test de Tukey. En la Figura 1 se puede observar el efecto de la aplicación del desecante sobre el peso seco de las espigas, mostrando una afectación importante de Klein Gavilán y Baguette Premium 13, no así de las otras tres lo que se refleja en la interacción detectada. Es decir, que las más afectadas por la aplicación de IK son las variedades de mayor peso de las espigas.

Cuadro 1A. Aplicación de IK y su efecto sobre peso de la espiga, peso del entrenudo y el número de espiguillas totales.

Variedad	Peso Espiga (g)		Peso Entrenudo (g)		N° Espiguillas Totales	
	IK	Testigo	IK	Testigo	IK	Testigo
Baguette 13	1,50 A	2,89 BC	0,31	0,31	15,60 A	16,60 A
Buck Guapo	1,52 A	1,94 AB	0,19	0,22	14,40 A	15,80 A
INIA Tijetera	1,85 A	1,60 A	0,22	0,22	16,00 A	15,60 A
ACA 303	2,19 A	2,36 ABC	0,22	0,24	17,20 AB	17,40 AB
Klein Gavilán	2,20 A	3,31 C	0,24	0,32	18,60 AB	21,40 B
DMS	0,868	0,996	0,152		4,441	
Interacción	**		Ns		ns	
CV	23,11		29,03		12,44	

DMS: Diferencia mínima significativa. CV: coeficiente de variabilidad (%).

Con respecto al número de granos llenos en el tercio superior se encontró una interacción significativa entre los tratamientos por lo que hubo que analizar por separado el tratamiento IK y el testigo. Entre las variedades no se encontraron diferencias significativas con la aplicación de IK. Sin embargo, al evaluar el testigo se encontraron diferencias significativas, siendo Klein Gavilán y Baguette 13 de mayor número de granos que Buck Guapo e INIA Tijetera. Se observó una disminución en el número de granos al aplicar IK, excepto la variedad INIA Tijetera (Cuadro 1B). El peso de los granos del tercio superior arrojó una interacción altamente significativa entre

los tratamientos; al evaluar por separado, se encontraron diferencias significativas entre las variedades al aplicar IK, siendo la variedad ACA 303 la que mayor peso arrojó. En el testigo se encontraron diferencias altamente significativas. La variedad Klein Gavilán se diferenció de Buck Guapo e INIA Tijetera (Figuras 2 a y b).



Foto 1. Efecto de la aplicación de IK, 7 días después de la aplicación.

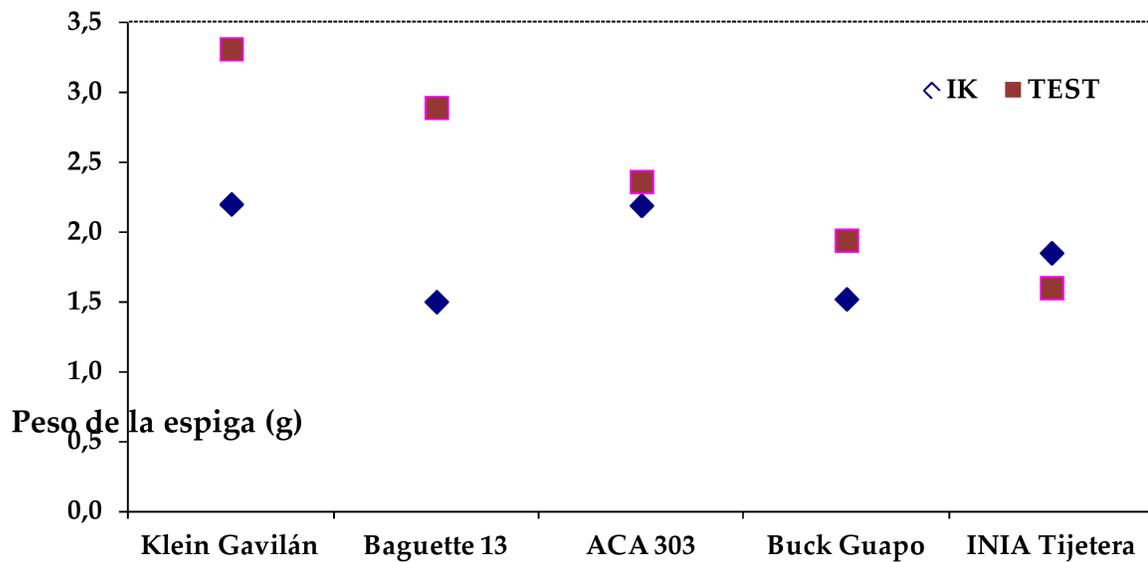
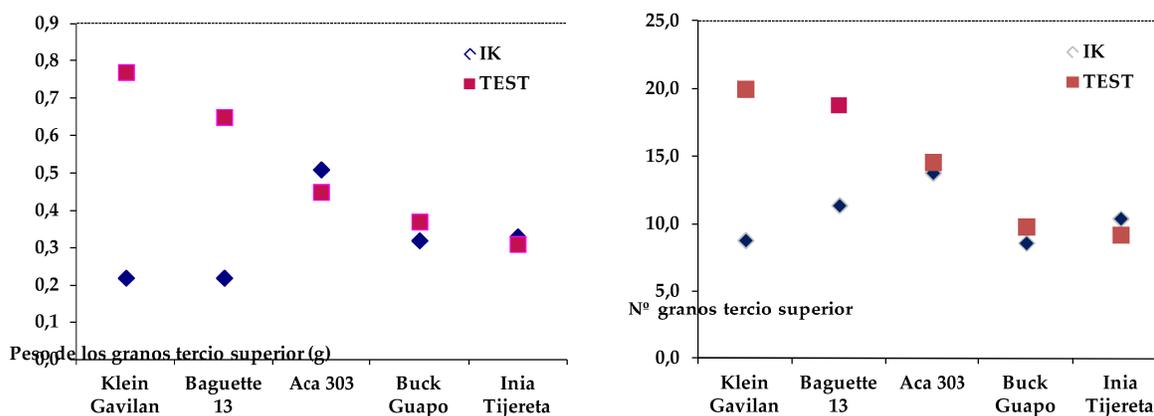


Figura 1. Efecto de la aplicación de desecante químico (IK) sobre el peso seco de la espiga a cosecha.

Cuadro 1B. Aplicación de IK y su efecto sobre el número y el peso de los granos del tercio superior.

Variedad	NGR3erSUP		Peso3erSup (g)	
	IK	Testigo	IK	Testigo
Baguette 13	11,40	18,80 B	0,22 A	0,65 BC
Buck Guapo	8,60	9,80 A	0,30 A	0,37 A
INIA Tijetera	10,40	9,20 A	0,33 A	0,31 A
Aca 303	13,80	14,60 AB	0,51 B	0,45 AB
Klein Gavilán	8,80	20,00 B	0,22 A	0,77 C
DMS	6,38	5,73	0,18	0,27
Interacción	**		**	
CV	25,56		29,20	

Obs: NGR3erSUP: número de granos del tercio superior; Peso3erSup: peso de los granos del tercio superior.



Figuras 2 a y b. Efecto de la aplicación de desecante químico (IK) sobre el peso y el número de granos del tercio superior de la espiga.

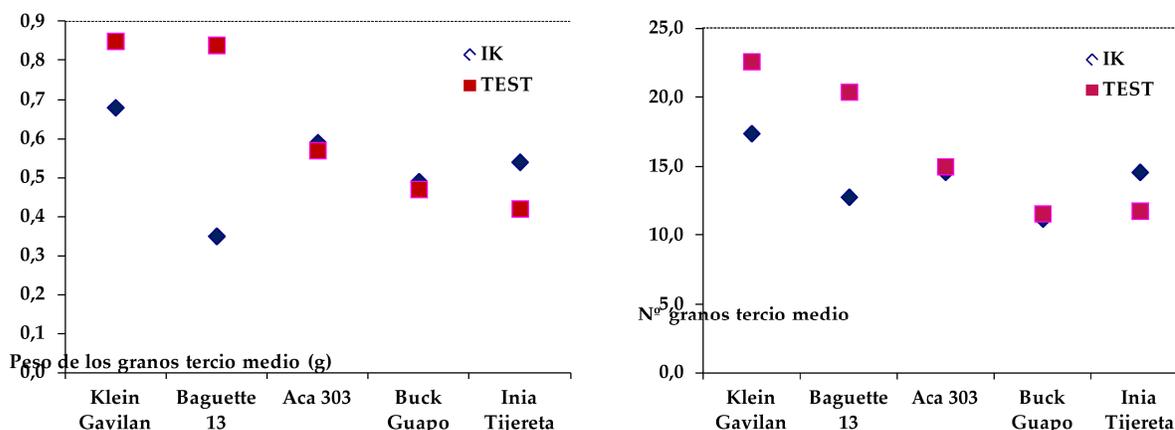
El número de granos del tercio medio mostró una interacción significativa entre los tratamientos IK y el testigo. Las variedades dieron respuesta similar ante el tratamiento IK no mostrando diferencias entre las mismas, así mismo el número de granos disminuyó con la aplicación de IK en aquellas variedades que tenían originalmente mayor número de granos (Baguette 13, Klein Gavilán), no así en las variedades con menor número de grano originalmente (Buck Guapo, INIA Tijetera y ACA 303). El tratamiento testigo mostró diferencias significativas entre las variedades siendo Klein Gavilán y Baguette 13 las de mayor número de granos. En cuanto al peso de los granos del tercio medio también hubo interacción altamente significativa

entre tratamiento con IK y el testigo, pero se observó el mismo comportamiento de las variedades tanto cuando se los trata con IK como en el testigo. Sin embargo, podemos decir al igual que en el tercio superior que la aplicación de IK ha disminuido tanto el número de granos como el peso de aquellas variedades de mayor número y peso de los granos (Cuadro 1C) (Figuras 3 a y b).

Cuadro 1C. Aplicación de IK y su efecto sobre el número y el peso de los granos del tercio medio.

Variedad	NGR3erMED		Peso3erMED	
	IK	Testigo	IK	Testigo
Baguette 13	12,80	20,40 B	0,35 A	0,84 B
Buck Guapo	11,20	11,60 A	0,49 AB	0,47 A
INIA Tijetera	14,60	11,80 A	0,54 AB	0,42 A
Aca 303	14,60	15,00 AB	0,59 AB	0,57 AB
Klein Gavilán	17,40	22,60 B	0,68 B	0,85 B
DMS	6,265	7,692	0,295	0,344
Interacción	*		**	
CV	24,39		29,17	

Obs: NGR3erSUP: número de granos del tercio superior; Peso3erSup: peso de los granos del tercio superior.



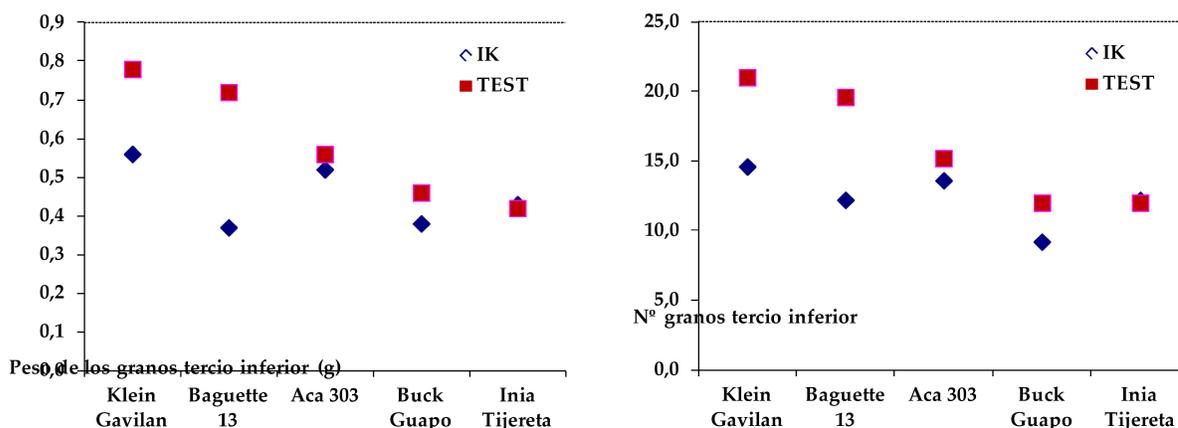
Figuras 3 a y b. Efecto de la aplicación de desecante químico (IK) sobre el peso y el número de granos del tercio medio de la espiga.

El número y peso de los granos del tercio inferior no mostró interacción significativa entre los tratamientos como tampoco se encontraron diferencias entre las variedades. Sin embargo, se detectaron diferencias con el Test de Tukey en aquellas variedades con mayor número y peso de los granos afectándose mayormente cuando se les aplicó IK (Cuadro 1D) (Figuras 4 a y b).

Cuadro 1D. Aplicación de IK y su efecto sobre el número y el peso de los granos del tercio inferior.

Variedad	NGR3erINF		Peso3erINF (g)	
	IK	Testigo	IK	Testigo
Baguette 13	12,20 AB	19,60 BC	0,37 A	0,72 AB
Buck Guapo	9,20 A	12,00 AB	0,38 A	0,46 AB
Inia Tijetera	12,20 AB	12,00 AB	0,43 AB	0,42 AB
Aca 303	13,60 ABC	15,20 ABC	0,52 AB	0,56 AB
Klein Gavilán	14,60 ABC	21,00 C	0,56 AB	0,78 B
DMS	8,274		0,366	
Interacción	ns		ns	
CV	27,60		33,31	

Obs: NGR3erSUP: número de granos del tercio superior; Peso3erSup: peso de los granos del tercio superior.



Figuras 4 a y b. Efecto de la aplicación de desecante químico (IK) sobre el peso y el número de granos del tercio inferior de la espiga.

No se pudo observar una reducción del peso de los granos en los tres tercios evaluados en ACA 303, B. Guapo e INIA Tijetera y una reducción de hasta un 50 a 60% dependiendo del tercio evaluado en Baguette 13 y K. Gavilán (Figuras 2a, 3a y 4a), valores superiores en estos casos a los obtenidos por Nicolas y Turner (1993). Royo y Blanco (1998) reportaron una reducción del número de granos y el peso con la aplicación de IK sobre triticale. También Fernández-Figares *et al.* (2000) encontraron una reducción del 42% en el peso de los granos de dos variedades de triticale. Por ello es llamativo que no se observara una reducción significativa del peso de los

granos de alguna de las variedades de este ensayo. Esto podría ser explicado con los resultados obtenidos por Gebbing y Schnyder (1999) y Moayedi *et al.* (2009) quienes encontraron diferencias en la movilización de carbohidratos acumulados previo a la antesis en dos cultivares de trigo primaverales. También, Mohammadi *et al.* (2009) encontraron diferencias en la reducción de grano entre variedades pero, en este caso todas las reducciones fueron de mayor magnitud que en este ensayo. Todas estas diferencias pueden estar dadas porque en la mayoría de los ensayos se aplicó por concentración de IK en la solución y no por gramos de ingrediente activo por unidad de superficie como lo realizaron Fernández-Figares *et al.* (2000).

A continuación se detallan los resultados del efecto del tapado de las espigas para determinar la reducción que provoca la ausencia de la fotosíntesis de la espiga sobre el peso y el número de los de los granos. Debido a condiciones climáticas ocurridas el 06/11/2010 tomadas por el observatorio meteorológico de la Facultad de Agronomía, ubicado a 500 mts de las parcelas de ensayos, se registró una precipitación de 19,7 mm y ráfagas de viento con velocidades máximas de 48,3 km/h, por lo que se perdieron plantas tapadas con sobres de papel por vuelco y arrancado de las mismas, debido a esto solo se pudo recolectar datos de las variedades Buck Guapo y ACA 303 (Cuadro 2 A,B,C,D).

Como se evaluaron distintos materiales para el tapado de las espigas, primeramente se realizó un análisis para detectar si el tratamiento tapado con papel aluminio fue semejante al tapado con papel madera. Se observó mediante un análisis de la varianza (datos no mostrados) que no hubo diferencias significativas, por lo que se juntaron los datos de ambos tipos de papel para poseer mayor cantidad de información (Foto 2).



Foto 2. Espigas tapadas con sobres de papel para evitar fotosíntesis.

Se evaluó por medio del tapado de las espigas y la defoliación de las láminas la fotosíntesis de la caña y las vainas sobre el peso de la espiga, peso del entrenudo y número de espiguillas totales no encontrándose interacción significativa entre el tratamiento espigas tapadas sin láminas y los testigos. Con respecto al comportamiento de las variedades dentro de cada tratamiento (plantas tapadas sin láminas y el testigo) se puede apreciar que se redujo el peso seco de la espiga pero no el del entrenudo que lleva la espiga, ni el número de espiguillas totales (Cuadro 2A).

Cuadro 2A. Contribución a la fotosíntesis de la caña y las vainas de las hojas al peso de la espiga, peso del entrenudo y número de espiguillas totales.

Variedad	PS Espiga (g)		PS Entrenudo (g)		N° Espiguillas Totales	
	TAP/SL	Testigo	TAP/SL	Testigo	TAP/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	1,05 A	1,94 BC	0,24	0,22	17,25	15,80
Inia Tijetera	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Aca 303	1,66 AB	2,36 C	0,31	0,24	18,20	17,40
Klein Gavilán	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
DMS	0,667		0,104		3,4	
Interacción	Ns		Ns		ns	
CV	23,96		24,98		11,82	

Obs: TAP/SL: tapadas sin láminas.

No se encontró interacción significativa entre los tratamientos espigas tapadas sin láminas y el testigo tanto en el número como en el peso de los granos del tercio superior. Las diferencias significativas entre las variedades dentro de cada tratamiento no pudieron detectarse para este tercio (Cuadro 2 B).

Cuadro 2B. Contribución a la fotosíntesis de la caña y las vainas al número y peso de los granos del tercio superior.

Variedad	NGR3erSUP		Peso3erSup (g)	
	TAP/SL	Testigo	TAP/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	S/d	s/d
Buck Guapo	9,38 A	9,80 A	0,21 A	0,37 AB
Inia Tijetera	s/d	s/d	s/d	s/d
Aca 303	15,40 B	14,60 B	0,35 AB	0,45 B
Klein Gavilán	s/d	s/d	s/d	s/d
DMS	4,337		0,185	
Interacción	ns		ns	
CV	27,71		33,82	

Obs: TAP/SL: tapadas sin láminas.

La contribución de la fotosíntesis de la caña y de las vainas de las hojas no mostró una interacción significativa entre los tratamientos espigas tapadas sin lámina y el testigo, con respecto al número y peso de los granos del tercio medio. Si bien el peso de los granos del tercio medio disminuyó no pudo detectarse estadísticamente, esto puede deberse a un mínimo número de réplicas producto de la pérdida de sobres debido a la tormenta con viento (Cuadro 2C), sí se puede detectar una caída en el peso de los granos del tercio inferior. (Cuadro 2D).

Cuadro 2C. Contribución a la fotosíntesis de la caña y las vainas al número y peso de los granos del tercio medio.

Variedad	NGR3erMED		Peso3erMED (g)	
	TAP/SL	Testigo	TAP/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	11,13	11,60	0,30 A	0,47 AB
Inia Tijetera	s/d	s/d	s/d	s/d
Aca 303	16,20	15,00	0,43 AB	0,57 B
Klein Gavilán	s/d	s/d	s/d	s/d
DMS	5,613		0,233	
Interacción	ns		ns	
CV	25,41		32,66	

Obs: TAP/SL: tapadas sin láminas.

Cuadro 2D. Contribución de la fotosíntesis de la caña y las vainas al número y peso de los granos del tercio inferior.

Variedad	NGR3erINF		Peso3erINF (g)	
	TAP/SL	Testigo	TAP/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	8,00 A	12,00 AB	0,21 A	0,46 BC
Inia Tijetera	s/d	s/d	s/d	s/d
Aca 303	13,80 AB	15,20 B	0,32 AB	0,56 C
Klein Gavilan	s/d	s/d	s/d	s/d
DMS	5,80		0,21	
Interacción	ns		ns	
CV	29,59		33,78	

Obs: TAP/SL: tapadas sin láminas.

No hubo interacción significativa entre los tratamientos espigas tapadas con las hojas completas (sin defoliación) y el testigo; en el peso de la espiga, peso del entrenudo y número de espiguillas totales. Se observó diferencias significativas entre las variedades en el análisis por

separado de cada tratamiento para el peso de la espiga. Klein Gavilán mostró mayor peso y número de espiguillas en el testigo; pero cuando fueron tapadas las espigas no se detectaron diferencias. ACA 303 y Klein Gavilán fueron las más afectadas por el tapado de las espigas (40.7 y 39.3% de reducción del peso), mientras que Buck Guapo e INIA Tijetera fueron menos afectadas (28.9 y 23.8% de reducción del peso). Así mismo se pudo observar que el tratamiento TAP/CH redujo el peso seco de la espiga, mientras que no fue así con el peso seco del entrenudo, ni con el número de espiguillas totales (Cuadro 3A). En este caso, si bien pudo haber compensación por mayor tasa de fotosíntesis de las hojas (Chanishvili *et al.*, 2005) no alcanzó para compensar la eliminación de la fotosíntesis de la espiga.

Cuadro 3A. Aporte de fotoasimilados por parte de las hojas y la caña a las espigas.

Variedad	PS Espiga (g)		PS Entrenudo (g)		N° Espiguillas Totales	
	TAP/ CH	Testigo	TAP/CH	Testigo	TAP/CH	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	1,38 A	1,94 A	0,22	0,22	15,00 A	15,80 A
Inia Tijetera	1,22 A	1,60 A	0,26	0,22	16,00 A	15,60 A
Aca 303	1,40 A	2,36 AB	0,22	0,24	15,33 A	17,40 AB
Klein Gavilán	2,01 A	3,31 B	0,26	0,32	19,33 AB	21,40 B
DMS	1,222		0,162		4,613	
Interacción	ns		ns		ns	
CV	26,29		27,87		11,43	

Obs: TAP/CH: tapadas con hojas.

Para las variables número y peso de los granos del tercio superior no se encontró interacción significativa entre los tratamientos, espigas tapadas con hojas y testigo. En el análisis por separado no se observaron diferencias significativas entre las variedades para los tratamientos espigas tapadas con hojas y el testigo. Sin embargo se puede observar que el tratamiento disminuyó el número como peso de los granos del tercio superior, de la variedad Klein Gavilán. De las otras variedades se disminuyó pero no alcanzo a ser significativo (Cuadro 3 B).

No se observó interacción significativa entre los tratamientos; espigas tapadas con hojas y testigo, para las variables número y peso de los granos del tercio medio. Cuando se analizan el tratamiento y testigo por separado, el test de Tukey no muestra diferencias altamente significativas entre las variedades (Cuadro 3 C).

Cuadro 3B. Aporte de fotoasimilados por parte de las hojas y la caña de la espiga al número y al peso de los granos del tercio superior.

Variedad	NGR3erSUP		Peso3erSup (g)	
	TAP/CH	Testigo	TAP/CH	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	9,50 AB	9,80 AB	0,30 A	0,37 A
Inia Tijetera	6,60 A	9,20 AB	0,22 A	0,31 A
Aca 303	10,00 AB	14,60 BC	0,27 A	0,45 AB
Klein Gavilán	14,33 BC	20,00 C	0,42 A	0,77 B
DMS	7,074		0,331	
Interacción	ns		ns	
CV	25,20		35,12	

Obs: TAP/CH: tapadas con hojas.

Cuadro 3C. Aporte de fotoasimilados por parte de las hojas y la caña de la espiga al número y al peso de los granos del tercio medio.

Variedad	NGR3erMED		Peso3erMED (g)	
	TAP/CH	Testigo	TAP/CH	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	9,50 A	11,60 A	0,32 A	0,47 AB
Inia Tijetera	12,40 A	11,80 A	0,37 A	0,42 A
Aca 303	12,33 A	15,00 AB	0,38 A	0,57 AB
Klein Gavilán	16,67 AB	22,60 B	0,58 AB	0,85 B
DMS	9,241		0,423	
Interacción	ns		ns	
CV	27,35		34,86	

Obs: TAP/CH: tapadas con hojas.

Los tratamientos espigas tapadas con hojas y testigo no arrojaron interacción significativa para las variables número y peso de los granos del tercio inferior. Tampoco muestra diferencias significativas entre las variedades. Cuando se analiza por separado las espigas tapadas con hojas y el testigo, el tratamiento de tapar las espigas redujo el número y peso de los granos del tercio inferior. La disminución fue en una proporción mayor del peso de los granos que del número de granos del tercio inferior y mayor que la caída del tercio superior y medio llegando a un 51 % de reducción del peso de los granos de Klein Gavilán en el tercio inferior, 31 % en el tercio medio y 45% en el tercio superior (Cuadro 3 D).

Cuadro 3D. Aporte de fotoasimilados por parte de las hojas y la caña de la espiga al número y al peso de los granos del tercio inferior.

Variedad	NGR3erINF		Peso3erINF (g)	
	TAP/CH	Testigo	TAP/CH	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	9,50 A	12,00 A	0,27 A	0,46 AB
Inia Tijetera	7,80 A	12,00 A	0,22 A	0,42 AB
Aca 303	11,00 A	15,20 AB	0,31 A	0,56 AB
Klein Gavilán	12,00 A	21,00 B	0,38 A	0,78 B
DMS	8,69		0,37	
Interacción	ns		ns	
CV	28,44		35,25	

Obs: TAP/CH: tapadas con hojas.

La remoción de las aristas y las láminas de las hojas produjo una interacción altamente significativa con el testigo en las variables peso seco de la espiga y número de espiguillas totales. Al evaluar el tratamiento testigo por separado se observaron diferencias significativas entre las variedades. La variedad Klein Gavilán tuvo mayor peso seco de la espiga que INIA Tijetera, ACA 303 y B. Guapo. Tanto la defoliación de las aristas; como las aristas + las laminas; redujeron el peso seco de la espiga de todas las variedades, excepto INIA Tijetera; no encontrándose diferencias significativas entre las mismas dentro de cada uno de los tratamientos. En el peso del último entrenudo tanto en los tratamientos plantas SA/SL; SA/CL, como en el testigo, no se encontró interacción significativa. Con respecto al número de espiguillas totales se detectó una interacción altamente significativa entre los tratamientos (Cuadro 4 A). Si bien se ha descrito la importancia de la fotosíntesis de las aristas (Blum, 1985), al igual que lo observaran Ali *et al.* 2010 no todas las variedades se comportan de la misma manera ante la defoliación de hojas y aristas (Figura 5). Singh y Singh (2002) reportaron reducciones del orden del 30 al 40% del rendimiento del grano valores semejantes a los obtenidos aquí. Por ejemplo, en este ensayo la reducción fue desde nula en INIA Tijetera hasta de un 50% en Klein Gavilán. El rol de la fotosíntesis de las aristas es contradictorio debido a que en la variedad INIA Tijetera retirarlas no surtió ningún efecto, pobre efecto en Buck Guapo, Baguette 13, ACA 303, y muy fuerte efecto en la variedad Klein Gavilán.

El número de granos y el peso de los granos del tercio superior, mostraron una interacción altamente significativa entre los tratamientos, SA/SL, SA/CL y el testigo. Esta interacción esta dada porque no en todas las variedades afectó por igual la remoción de las hojas y de las aristas. Se puede afirmar que los tratamientos redujeron el número y peso de los granos del tercio superior (Cuadro 4 B).

Cuadro 4A. Efecto de los tratamientos, plantas sin arista y sin láminas y sin arista con láminas,

sobre el peso de la espiga, peso del último entrenado y número de espiguillas totales.

Variedad	PS Espiga (g)			PS Entrenado (g)			N° Espiguillas totales		
	SA/SL	SA/CL	Testigo	SA/SL	SA/CL	Testigo	SA/SL	SA/CL	Testigo
Baguette 13	1,59	2,26	2,89 CD	0,25	0,27	0,31	14,60 A	17,00	16,60 A
Buck Guapo	1,36	1,70	1,94 AB	0,21	0,23	0,22	16,60 AB	17,40	15,80 A
INIA Tijetera	1,64	1,64	1,60 A	0,21	0,27	0,22	18,20 AB	16,20	15,60 A
Aca 303	1,65	2,21	2,36 BC	0,21	0,24	0,24	17,00 AB	16,20	17,40 AB
K. Gavilán	1,64	1,70	3,31 D	0,23	0,21	0,32	19,00 B	17,00	21,40 B
DMS	0,55	0,73	0,63	0,12			4,38	3,71	4,61
Interacción	**			Ns			**		
CV	20,7			24,99			11,79		

Obs: SA/SL: sin aristas/sin láminas; SA/CL: sin arista/con hojas.

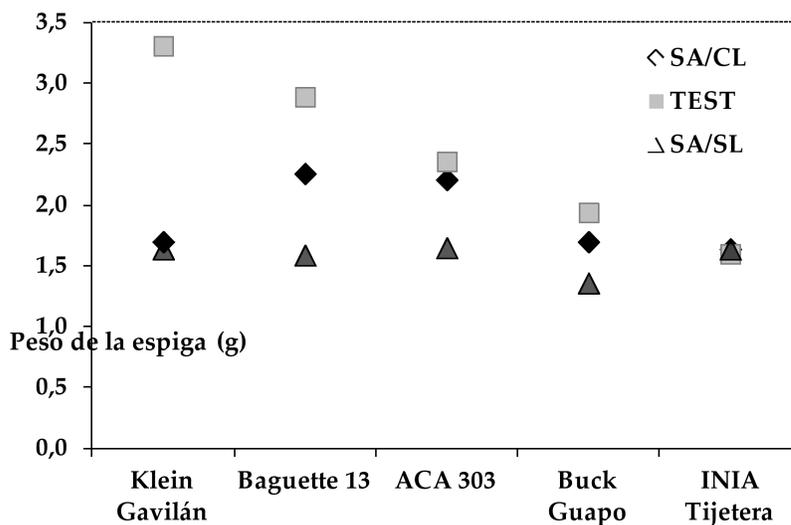


Figura 5. Efecto de la defoliación de las láminas y las aristas sobre el peso de la espiga.

Cuadro 4B. Efecto de los tratamientos, plantas sin arista sin lámina y sin arista con láminas, sobre el número y peso de los granos del tercio superior.

Variedad	NGR3erSUP			Peso3erSUP (g)		
	SA/SL	SA/CL	Testigo	SA/SL	SA/CL	Testigo
Baguette 13	11,60	16,20 B	18,80 B	0,35	0,56 B	0,65 B
Buck Guapo	9,60	9,40 A	9,80 A	0,26	0,32 A	0,37 A
Inia Tijetera	10,40	10,60 A	9,20 A	0,32	0,33 A	0,31 A
Aca 303	11,00	13,00 AB	14,60 AB	0,34	0,47 AB	0,45 A
Klein Gavilán	11,80	11,60 AB	20,00 B	0,30	0,38 AB	0,77 B
DMS	5,01	5,52	5,73	0,161	0,175	0,17
Interacción	**			**		
CV	21,73			26,33		

Obs: SA/SL: sin aristas/sin láminas; SA/CL: sin arista/con hojas.

En el tercio medio se detectó una interacción altamente significativa entre los tratamientos plantas SA/SL; SA/CL y testigo, para el número y peso de los granos del tercio medio. No se observaron diferencias altamente significativas entre las variedades cuando se analizaron los tratamientos de forma individual, excepto en el testigo (Cuadro 4 C).

En la variable número de granos del tercio inferior también se encontró interacción altamente significativa entre los tratamientos plantas SA/SL; SA/CL y el testigo. Cuando se evaluaron los tratamientos por separado se observó que el testigo muestra una diferencia altamente significativa entre las variedades; siendo la variedad Klein Gavilán la que mayor número de granos llenos posee, con respecto a las variedades B. Guapo e INIA Tijetera. Sin embargo, los tratamientos plantas SA/SL; SA/CL no arrojan diferencias significativas entre las variedades (Cuadro 4 D).

En el tratamiento de defoliación de aristas y láminas hubo reducción del peso de los granos de los tres tercios excepto en la variedad INIA Tijetera. En las variedades que se redujo el peso de los granos fue notable en los tres tercios (principalmente en las variedades Baguette 13 y Klein Gavilán) con preponderancia en las zonas distales como en el trabajo de Sandaña *et al.* (2007), pero aquí también fue importante la reducción en el tercio medio.

Cuadro 4C. Efecto de los tratamientos, plantas sin arista sin lámina y sin arista con láminas, sobre el número y peso de los granos del tercio medio.

Variedad	NGR3erMED	Peso3erMED (g)
----------	-----------	----------------

	SA/SL	SA/CL	Testigo	SA/SL	SA/CL	Testigo
Baguette 13	14,80	17,20	20,40 B	0,50	0,63	0,84 B
Buck Guapo	11,40	13,80	11,60 A	0,37	0,52	0,47 A
Inia Tijetera	14,60	13,60	11,80 A	0,47	0,48	0,42 A
Aca 303	15,00	19,20	15,00 A	0,48	0,70	0,57 A
Klein Gavilan	14,60	12,80	22,60 B	0,46	0,48	0,85 B
DMS	6,138	6,643	4,876	0,198	0,268	0,218
Interacción	**			**		
CV	23,41			26,48		

Obs: SA/SL: sin aristas/sin láminas; SA/CL: sin arista/con laminas.

Cuadro 4D. Efecto de los tratamientos, plantas sin arista sin lámina y sin arista con láminas, sobre el número y peso de los granos del tercio inferior.

Variedad	NGR3erINF			Peso3erINF (g)		
	SA/SL	SA/CL	Testigo	SA/SL	SA/CL	Testigo
Baguette 13	12,80	16,60	19,60 BC	0,33	0,52	0,72 BC
Buck Guapo	10,60	12,40	12,00 A	0,33	0,41	0,46 A
Inia Tijetera	11,80	12,00	12,00 A	0,38	0,41	0,42 A
Aca 303	13,00	14,60	15,20 AB	0,37	0,50	0,56 AB
Klein Gavilan	12,60	11,60	21,00 C	0,39	0,41	0,78 C
DMS	6,04	6,96	4,84	0,20	0,24	0,21
Interacción	**			**		
CV	25,32			29,26		

Obs: SA/SL: sin aristas/sin láminas; SA/CL: sin arista/con laminas.

En un trabajo realizado en INTA Paraná por de Souza y Formento (2008) encontraron una disminución del número de granos y del peso ante una reducción aunque fuera parcial de la hoja bandera, pero trabajando con una sola variedad de trigo pan. Por el contrario, Ahmadi *et al.* (2009) trabajando con una variedad resistente a la mayoría de las enfermedades más comunes del trigo, no encontraron efecto sobre el rendimiento y sólo un pequeño efecto sobre el peso de los granos defoliando todas las láminas en uno de los tratamientos, consistente con los datos obtenidos por Aggarwal *et al.* (1990). En nuestro trabajo algunas variedades tuvieron muy poco efecto ante una reducción mayor del área foliar y otras variedades de mayor potencial de tamaño de espiga mostraron una disminución. En otro experimento en el cual se manipuló el destino y no la fuente hubo solo una leve limitación por la fuente utilizando el desespiguillado de las espigas en unas veinte variedades de ciclo largo y otras veinte de ciclo corto (Aldabe *et al.*, 2008).

En el tratamiento con defoliación de las láminas manteniendo las aristas (CA/SL) el peso seco de la espiga y del entrenudo mostraron una interacción significativa con el testigo. Al

observar por separado cada tratamiento encontramos diferencias significativas en el tratamiento CA/SL entre ACA 303 e INIA Tijetera; siendo la primera de mayor peso de la espiga. En el testigo las variedades anteriormente mencionadas se comportan de la misma manera y siendo diferentes a Klein Gavilán de mayor peso de la espiga. El peso del entrenudo no mostró diferencias significativas en el tratamiento CA/SL, pero en cambio en el testigo arrojó diferencias entre las variedades INIA Tijetera y Klein Gavilán siendo esta última la de mayor peso del entrenudo (Cuadro 5A).

En el número de espiguillas totales de la espiga no se encontró interacción significativa entre el tratamiento CA/SL y el testigo; sin embargo, al evaluar por separado hubo diferencias significativas en el tratamiento CA/SL entre las variedades INIA Tijetera y Klein Gavilán; siendo esta última la de mayor número de espiguillas. En el testigo se observó el mismo comportamiento. Tampoco se encontró interacción significativa entre el tratamiento CA/SL y el testigo en el número de granos del tercio superior. Cuando se analizó por separado no hubo diferencias significativas entre las variedades en el tratamiento CA/SL; en cambio en el testigo arrojó diferencias significativas entre las variedades INIA Tijetera y Klein Gavilán, siendo esta última la de mayor número de granos (Cuadro 5A).

Por el contrario, el peso de los granos del tercio superior mostró interacción altamente significativa entre el tratamiento CA/SL y el testigo. En la observación individual se puede destacar que existen diferencias significativas entre las variedades INIA Tijetera y ACA 303; siendo esta última la de mayor peso para CA/SL. En cambio en el testigo ACA 303 y Klein Gavilán presentaron mayor peso de grano del tercio superior que INIA Tijetera (Cuadro 5B).

Cuadro 5A. Efecto del tratamiento, planta con arista sin láminas, sobre el peso de la espiga, peso del último entre nudo y número de espiguillas totales.

Variedad	PS Espiga		PS Entrenudo		N° Espiguillas totales	
	CA/SL	Testigo	CA/SL	Testigo	CA/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
ACA 303	2,22 A	2,36 B	0,25	0,24 AB	15,4 BC	17,4 ABC
Klein Gavilán	2,08 AB	3,31 A	0,21	0,32 A	19,4 AB	21,4 A
INIA Tijetera	1,47 B	1,60 B	0,19	0,22 B	15,0 C	15,6 BC
DMS	0,637	0,881	0,086	0,092	4,08	
Interacción	*		*		ns	
CV	20,54		21,71		11,71	

Obs: CA/SL: con arista/sin lámina

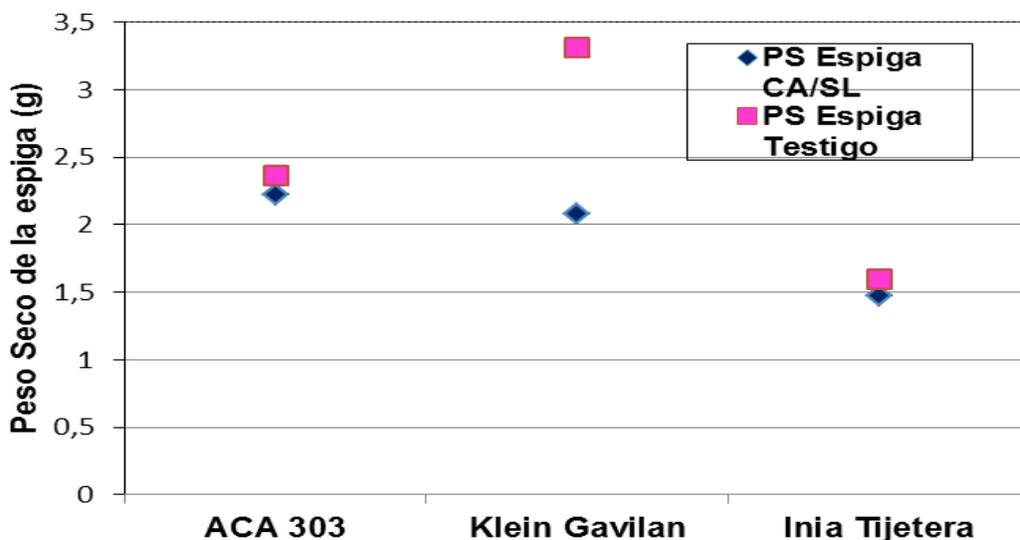


Figura 6. Efecto de la defoliación de las láminas sobre la disminución del peso de la espiga.

Cuadro 5B. Efecto del tratamiento planta con arista y sin lámina sobre el número de granos del tercio superior y el peso de los mismos.

Variedad	NGR3erSUP		Peso3erSUP	
	CA/SL	Testigo	CA/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	s/d	s/d	s/d	s/d
ACA 303	12,80 B	14,60 AB	0,47 A	0,45 A
Klein Gavilán	14,00 B	20,00 A	0,42 AB	0,77 A
INIA Tijetera	9,25 B	9,20 B	0,32 B	0,31 B
DMS	5,431		0,118	
Interacción	ns		**	
CV	20,19		27,45	

Obs: CA/SL: con arista/sin lámina

En el análisis del tercio medio no se detectó interacción significativa entre el tratamiento CA/SL y el testigo. El análisis individual muestra que para el tratamiento CA/SL no existen diferencias significativas entre variedades para el número de granos del tercio medio. En cambio en el testigo si se observa diferencias significativas entre las variedades siendo INIA Tijetera y ACA 303 diferentes y de menor número de granos que Klein Gavilán (Cuadro 5C). El peso de los granos del tercio medio mostró una interacción significativa entre tratamiento CA/SL y testigo. En el análisis individual del testigo muestra que INIA Tijetera y ACA 303 difieren de la variedad

Klein Gavilán siendo esta última la de mayor peso de granos. En el tratamiento CA/SL no se encontraron diferencias entre las variedades. Un comportamiento semejante encontraron Kruk *et al.* (1997) pero comparando cultivares modernos con antiguos. En ese trabajo los cultivares modernos mostraron una mayor reducción del peso de los granos con defoliación, mientras que cultivares antiguos no fueron afectados.

No se encontró interacción significativa entre el tratamiento CA/SL y el testigo en el número y peso de los granos del tercio inferior (Cuadro 5D). En el análisis individual de los tratamientos no se detectaron diferencias significativas entre las variedades para el tratamiento CA/SL, tanto en el número de granos de tercio inferior como en el peso de los mismos. Al observar el tratamiento testigo hubo diferencias significativas entre las variedades INIA Tijetera y Klein Gavilán; esta última arrojó mayor número y peso de los granos del tercio inferior.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que puede haber un efecto de limitación por la fuente tal como lo observaron Álvaro *et al.* (2008) pero además habría que agregar que depende de la variedad de que se trate, es decir, que habría variabilidad genética en la respuesta a las distintas relaciones fuente-destino. Estas relaciones fueron descritas como poco entendidas hasta ahora (Maydup *et al.*, 2010). De todas maneras estos autores encontraron diferencias en la contribución de las diferentes partes de la planta en las dos variedades de trigo pan estudiadas.

Cuadro 5C. Efecto del tratamiento planta con arista y sin lámina, sobre el número y peso de los granos del tercio medio.

Variedad	NGR3erMED		Peso3erMED	
	CA/SL	Testigo	CA/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	s/d	s/d	s/d	s/d
ACA 303	13,20 B	15,00 B	0,55	0,57 B
Klein Gavilán	17,00 AB	22,60 A	0,56	0,85 A
INIA Tijetera	11,50 B	11,80 B	0,42	0,42 B
DMS	6,21		0,15	0,27
Interacción	ns		*	
CV	20,28		23,3	

Obs: CA/SL: con arista/sin lámina

Cuadro 5D. Efecto del tratamiento planta con arista y sin lámina sobre

el número y el peso de los granos del tercio inferior.

Variedad	NGR3erINF		Peso3erINF	
	CA/SL	Testigo	CA/SL	Testigo
Baguette 13	s/d	s/d	s/d	s/d
Buck Guapo	s/d	s/d	s/d	s/d
ACA 303	11,00 B	15,20 AB	0,42 B	0,56 AB
Klein Gavilán	15,00 AB	21,00 A	0,47 B	0,78 A
INIA Tijetera	9,00 B	12,00 B	0,29 B	0,42 B
DMS	6,47		0,28	
Interacción	ns		ns	
CV	23,06		27,77	

Obs: CA/SL: con arista/sin lámina

CONCLUSIONES:

- La reducción de la fotosíntesis por defoliación de las láminas y tapado de la espiga disminuyó en mayor proporción el peso de los granos de toda la espiga, (aunque solo en el tercio inferior se pudieron diferenciar estadísticamente) que el número de granos. Es decir que en este ambiente existió una limitación por la fuente de asimilados.
- El comportamiento dispar entre las variedades podría indicar que existe variabilidad genética disponible para mejorar la compensación en la caída de la fuente de fotoasimilados. Existen genotipos más vulnerables a la pérdida de partes verdes, con importante reducción tanto en el número de granos de los tres tercios como en peso de los mismos.
- En la medida que se van quitando órganos fotosintéticamente activos a la planta se ve claramente la reducción en el peso de la espiga (alrededor de un 30 % de reducción en el peso de la espiga cuando se le quita la lámina a la hoja de la planta y las aristas, y el 17 % cuando solo se le quitan las aristas). El análisis por separado de cada tercio de la espiga aclara aun más este comportamiento de la planta de trigo.
- La ocurrencia de un estrés hídrico Z71, podría disminuir el peso seco de la espiga en un promedio 18%; cabe aclarar que existen variedades las cuales la reducción fue del 50% de peso seco de la espiga cuando se le aplicó IK como simulador de estrés.

BIBLIOGRAFÍA:

-Acevedo, E. 1989. Improvement of winter cereal crops in Mediterranean environments. Use of yield, morphological and physiological traits. *En*: Acevedo, E., Conesa, A.P., Monneveux,

P. y Srivastva, J.P. (eds.) Physiology-Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments, 273-305.

-Ahmadi, A., M. Joudi, y M. Janmohammadi, 2009. Late defoliation and wheat yield: little evidence of post-anthesis source limitation. *Field Crops Res.* 113:90-93.

-Ahmadi, M. E., G. Noornomhammadi, M. Ghodsi, y M. Kafi, 2009. Effects of water deficit and spraying of dessicants on yield, yield components and water use efficiency of wheat genotypes. *Pak. J. Biol. Sci.*, 12: 1399–1407.

-Álvaro, F., J. Isidro, L. F. García del Moral, D. Villegas D y C. Royo. 2008. Grain filling and dry matter translocation responses to source-sink modifications in a historical series of durum wheat. *Crop Sci.*, 48: 1523-1531.

-Aldabe, M. L., I. Terrile y F. González. 2008. Variabilidad del peso potencial de los granos y grado de limitación por la fuente durante el llenado de los mismos en cultivares de trigo de alto rendimiento en condiciones potenciales. *Actas VII Congreso Nac. Trigo 2008.* EF9, 6pp.

-Ali, M.A., M. Hussain, M.I. Khan, Z. Ali, M. Zulkiffal, J. Anwar, W. Sabir and M. Zeeshan, 2010. Source-sink relationship between photosynthetic organs and grain yield attributes during grain filling stage in spring wheat (*Triticum aestivum*). *Int. J. Agric. Biol.*, 12: 509–515.

-Belmonte, M. L.; M. D. Fernández; Y. Bellini Saibene; H. Lorda; M. E. Fuentes; A. Rossi; J. Garay y J. Rivarola. 2010. Caracterización tecnológica y productiva del cultivo de trigo y otros cereales de invierno para la región semiárida pampeana central. *En: El cultivo de trigo en la región semiárida y subhúmeda pampeana.* Eds. Bono, A., A. Quiroga y I. Frasier. Pub. Téc. N° 79. EEA. Anguil. Pp. 7-12.

Blum, A., 1985. Photosynthesis and transpiration in leaves of wheat and barley varieties. *J. Exp. Botany*, 36: 432–440.

Blum, A., 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*, 100: 77–83.

-Blum, A., Shpiler, L., Golan, G., Mayer, J., Sinmena, B., 1991. Mass selection of wheat for grain filling without transient photosynthesis. *Euphytica* 54:111-116.

-Chanishvili, G., Badridze, S., Barblishvili, T. F. Y Dolidze, M. D. 2005. Defoliation, photosynthetic rates, and assimilates transport in grapevine plants. *Russ. J. Plant Physiol.* 52:448-453.

-de Souza, J. y A. N. Formento. 2008. Defoliación de la hoja bandera: efecto sobre el rendimiento de trigo. *Actas VII Congreso Nac. Trigo 2008.* EF14, 5pp.

- Fernández-Figares, I., J. Marinetto, C. Royo, J. M. Ramos y L. F. García del Moral. 2000. Amino-acid composition and protein and carbohydrate accumulation in the grain of triticale grown under terminal water stress simulated by a senescing agent. *J. Cereal Sci.* 32:249–258.
- Fischer R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.* 105:447-461.
- Gebbing, T. and H. Schnyder . 1999. Pre-anthesis reserve utilization for protein and carbohydrate synthesis in grains of wheat. *Plant Physiol.*, 121:871–878.
- Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24: 519-570.
- Iglesias, D. y G. Iturrioz. 2010. Importancia de la cadena agroalimentaria del trigo en la Provincia de La Pampa. *En: El cultivo de trigo en la región semiárida y subhúmeda pampeana.* Eds. Bono, A., A. Quiroga y I. Frasier. Pub. Téc. N° 79. EEA. Anguil. Pp. 7-12.
- Jordaan, J. P. 1999. Breeding hybrid wheat for low-yielding environments. Pp. 417-439. *En: E. H. Satorre & G. A. Slafer (eds.). Wheat ecology and physiology of yield determination.* Food Products Press, New York, EEUU.
- Kruk, B., Calderini, D. F. y G. A. Slafer. 1997. Source-sink ratios in modern and old wheat cultivars. *J. Agric. Sci.* 128:273-281.
- Lucas, D. y R. D. Asana. 1968. Effect of defoliation on the growth and yield of wheat. *Physiol. Plantarum*, 21:1217-1223.
- Maydup, M.L.; M. Antonieta; J. J. Guiamet; C. Graciano; J. R. López y E. A. Tambussi. 2010. The contribution of ear photosynthesis to grain filling in bread wheat (*Triticum aestivum*, L.). *Field Crops Res.* 119:48-58.
- Moayed, A. A., A. N. Boyce, y S. S. Barakbah. 2009. Influence of water deficit during different growth and developmental stages on the contribution of stored pre-anthesis assimilates to grain in selected durum and bread wheat genotypes. *Aust. J. Basic and Applied Sci.*, 3:4408-4415.
- Mohammadi, M., R.A. Karimizadeh y M.R. Naghavi, 2009. Selection of bread wheat genotypes against heat and drought tolerance on the base of chlorophyll content and stem reserves. *J. Agric. Soc. Sci.*, 5:119–122.
- Nicolas, M.E. y N. C. Turner. 1993. Use of chemical desiccants and senescing agents to select wheat lines maintaining stable grain size during post-anthesis drought. *Field Crop Res.* 31:155-171.
- Otegui, M. E. y López Pereira, M. 2003. Fecha de siembra en Producción de granos Bases funcionales para su manejo. Eds. E. H. Satorre; R. L. Benech Arnold; G. A. Slafer; E. B. de

la Fuente; D. J. Miralles; M. E. Otegui y R. Savin eds. Fac. de Agron. Buenos Aires, Arg. Pág. 375-440.

-Royo, C. y R. Blanco. 1998. Use of potassium iodide to mimic drought stress in triticale. *Field Crop Res.* 59:201-212.

-Sandaña, P., Harcha, C y C. Calderini. 2007. Efecto de la relación fuente-destino durante el llenado de los granos del cultivo de trigo, arveja y lupino de hoja angosta. En: Workshop Internacional: Ecofisiología vegetal aplicada al estudio de la determinación del rendimiento y la calidad de los cultivos de granos. 1^{er} Encuentro Red Raíces de Ecofisiología, SECyT. Septiembre 2007, Mar del Plata, Arg. Resúmenes pág. 36-37.

-Sawhney, V. y D. P. Singh. 2002. Effect of chemical desiccation at the post-anthesis stage on some physiological and biochemical changes in the flag leaf of contrasting wheat genotypes. *Field Crops Res.* 77:1-6.

-Singh, D. y D. Singh. 2002. Effect the leaf blades and awn in grain yield of rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) in different stages of spikes development. *Ind. J. Agric. Sci.* 72:468-471.

-Slafer, G. A.; Miralles D. J.; Savin, R. Whitechurch, E. M, y González F. G., 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y calidad de trigo. Eds. E. H. Satorre; R. L. Benech Arnold; G. A. Slafer; E. B. de la Fuente; D. J. Miralles; M. E. Otegui y R. Savin eds. Fac. de Agron. Buenos Aires, Arg. Pp. 101-132.

-Tambussi, E.A., Bort J., Nogués S., Guiamet JJ., Araus JL 2007. The photosynthetic role of ears in C3 cereals: metabolism, water use efficiency and contribution to grain yield. *Critical Rev. Plant Sci.* 26:1-16.

-Weyrich, R.A., Carver, B.F. y Martin B.C. 1995. Photosynthesis and water-use efficiency of awned and awnleted near-isogenic lines of hard red winter wheat. *Crop Sci.*, 35: 172-176.

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

-Ziegler-Jöns, A. 1989. Gas exchange of ears of cereals in response to carbon dioxide and light. I. Relative contributions of parts of the ears of wheat, oat, and barley to the gas exchange of the whole organ. *Planta*, 178: 84-91.