



## **CREA Norte de Bs. As.**

### **INTENSIFICACIÓN AGRÍCOLA.**

**Evaluación de la Intensificación de los sistemas productivos en el Crea Norte de Bs. As. Resultados físicos y económicos y su relación con la captura y uso de recursos**

**-Plan Zonal NBA- Campaña 2011-12**

#### **1) Introducción:**

En las últimas tres campañas, la zona evaluó alternativas de dobles cultivos, sobre el eje de una hipótesis de trabajo: es posible modificar la secuencia tradicional en tercios, mayoritariamente en uso en campos propios de la Zona Norte de Buenos Aires, con el siguiente objetivo: aumentar la captura y uso de recursos disponibles y con ello la producción, generando balances de carbono más positivos que eleven la productividad de los suelos en el tiempo y que a la vez generen un mejor resultado económico medido a través del margen bruto agrícola promedio.

En este sentido, se evaluó la captura y uso de recursos, la productividad y el margen bruto por parte de monoculturas y dobles cultivos armados a partir de distintas combinaciones de invernales y estivales. Pudimos determinar diferencias en la captura y posterior uso de recursos y con ello en el rendimiento y en el margen bruto entre planteos de monocultivos y dobles cultivos. A su vez, confirmamos a partir de los antecedentes de las campañas 2008-09, 2009-10 y 2010-11 que secuencias de dobles cultivos (dos cultivos sucesivos en una misma campaña) conformados por diferentes especies, también difieren entre sí en la captura y uso de recursos y por consiguiente en la productividad total de la secuencia.

A partir de aquí y habiendo cuantificado la primera etapa del proceso de intensificación de los sistemas productivos que tiene como objetivo general esclarecer aspectos funcionales de los sistemas productivos intensificados tratando de comprender los factores que comandan el funcionamiento de esos sistemas, se nos presentó la posibilidad de evaluar a la intensificación de la rotación en una segunda etapa que implicó evaluar los efectos de las rotaciones anteriores sobre los cultivos que siguieron en la secuencia. Y en este sentido se planteó el **siguiente objetivo:**

**Evaluar la captura y el uso de recursos disponibles y la productividad por parte de una rotación intensificada sobre las rotaciones evaluadas durante la pasada campaña, tanto monoculturas como dobles cultivos.**

### 1.1) Objetivos específicos:

- Analizar los rendimientos y sus componentes
- Medir el aporte aéreo de rastrojos
- Evaluar la captura y la eficiencia de uso de los recursos: agua, radiación y nutrientes (nitrógeno, fósforo y azufre).
- Comparar resultado económico

Este nuevo objetivo se apoyó en la siguiente **hipótesis de trabajo**:

- El o los cultivos que precedieron a la secuencia bajo evaluación (trigo/soja), modifican la disponibilidad, captura y eficiencia de uso de alguno/s de los recursos y con ello la productividad.

### 2) Materiales y métodos:

Sobre las parcelas ya definidas en la campaña anterior, en tres campos de la Zona Norte de Buenos Aires, uno por subzona (B1, B2, B3) donde fueron evaluados monocultivos y dobles cultivos (figura 1), fue sembrada una secuencia común para todas las parcelas conformada por Trigo/Soja.

Tratamiento	Campaña 2010-11	Campaña 2011-12	Campaña 2012-13
1	Colza/Soja	Trigo/soja	Maíz
2	Trigo/Soja	Trigo/soja	Maíz
3	Cebada/soja	Trigo/soja	Maíz
4	Arveja/Soja	Trigo/soja	Maíz
5	Arveja/Maíz	Trigo/soja	Maíz
6	Maíz	Trigo/soja	Maíz
7	Soja <sup>1°</sup>	Trigo/soja	Maíz

Cuadro 1: cultivos conducidos bajo la propuesta de trabajo.

La variedad de trigo utilizada fue Baguette P11 sembrada en fecha ideal con un manejo de herbicidas, fungicidas e insecticidas acorde a sistemas de alta productividad zonal. Las parcelas con antecesor trigo/soja recibieron la aplicación de fungicida en dos momentos, Z3.3 y Z5.1 El manejo de la fertilización nitrogenada se realizó a partir de resultados de análisis de suelo de cada una de las parcelas apuntando a las mismas oferta de nitrógeno total, las cuales estuvieron dentro del rango de 150 a 180 kgN total/ha según campo. El manejo de la fertilización fosforada fue a dosis fija para todas las parcelas, aportando 120 kg/ha de MAP (Cuadro 2).

La siembra del cultivo de segunda fue realizada a posterior de una lluvia que permitió sembrar con seguridad. La variedad de soja de segunda utilizada es genética recomendada para la zona productiva, sembrada en una misma fecha y con el mismo manejo dentro cada uno de los ensayos (Cuadro 3).

### Manejo del cultivo de Trigo:

Campo	Localidad	SerieSuelo	FechaSbra(Emerg)	Fert Fosf	Ntotal	Herbicida	Fungicida	Insecticida
La Teresa	Perez Millán	Ramallo	11/6 (23/6)	120 MAP	150	0.5L 2-4d+6 Metsulf	Nativo 0.8L	Clorpirifos 0.5L
La Lucila	Urquiza	Urquiza	10/6 (23/6)	90MAPVolIPSbra+90MAPSbra	160 - 180	0.12LDic+6Mets	Nativo 0.8L	Clorpirifos 0.5L
La Libertad	Junín	Rpjas	16/6 (2/7)	120 MAP	160	0.1L Banv+5Mets	Axtra 0.5L	Clorpirifos 0.5L

Cuadro 2: Campo, localidad de referencia, serie de suelo, fecha de siembra y emergencia, fertilización fosforada y nitrogenada, herbicidas, fungicidas e insecticidas utilizados en cada uno de los campos. Mismo tratamiento entre parcelas dentro de un mismo campo.

## Manejo del cultivo Soja 2°:

Campo	Localidad	SerieSuelo	FechaSbra(Emerg)	Variedad	Sist Sbra	Fungicida	Insecticida
La Teresa	Perez Millán	Ramallo	7/12 (13/12)	DM 4250	Placa 35cm	Shpere 0.15L	2L Clorpi
La Lucila	Urquiza	Urquiza	2/12 (12/12)	DM 3810	Chorr 21 cm	Nativo 0.60 L	1.3L Clorpi
La Libertad	Junín	Rpjas	9/1 (20/1)	DM 4210	Placa 42 cm	AmXtra 0.3L	1L Clorpi

Cuadro 3: Campo, localidad de referencia, serie de suelo, fecha de siembra y emergencia, variedad, sistema de siembra, fungicidas e insecticidas utilizados en cada uno de los campos. Mismo tratamiento entre parcelas dentro de un mismo campo.

### 2.1) Determinaciones:

Se llevó el registro de la fecha de siembra, fecha de emergencia, estados fenológicos relevantes y madurez fisiológica de los cultivos, así como el registro de labores e insumos utilizados.

A la siembra y a la madurez fisiológica de todos los cultivos se midió el contenido de agua hasta 1.8 metros de profundidad fraccionando el muestreo cada 20 cm. Se registraron las precipitaciones en planillas de registro diarios. A partir de estos datos y con la curva número correspondiente a esa serie de suelo, se estimó el consumo de agua de los distintos cultivos por el método de balance hídrico. Junto con la determinación de humedad del perfil previo a la siembra de trigo, se llevó a cabo el muestreo y análisis de suelo en cada una de las parcelas evaluadas. Se tomaron muestras de 0-20 sobre las que se determinó, contenido de N-NO<sub>3</sub>, P extractable (K&B I) y S-SO<sub>4</sub> (turbidimetría). En profundidad (20-40 y 40-60) sólo se hicieron determinaciones de N-NO<sub>3</sub>. Las muestras fueron enviadas a un mismo laboratorio.

Se determinó la densidad de plantas logradas a través del recuento del número total de plantas en 6 segmentos de 2m de longitud cada uno.

Durante todo el ciclo y cada 15 días fue medida la proporción de radiación interceptada por el canopeo utilizando un radiómetro de barra (Cavadevices).

En estadíos tempranos la interceptación fue estimada por un software para determinar cobertura (APS Assess) sobre fotos tomadas al azar. La radiación total acumulada fue calculada a partir de los porcentajes de interceptación medidos y los valores de radiación diarios registrados en casilla meteorológica de la localidad de referencia.

A la floración de los cultivos y con un medidor Minolta Spad-502 fue calculado el índice relativo de actividad fotosintética como promedio de 20 lecturas realizadas sobre hoja bandera completamente desplegada y no senescente.

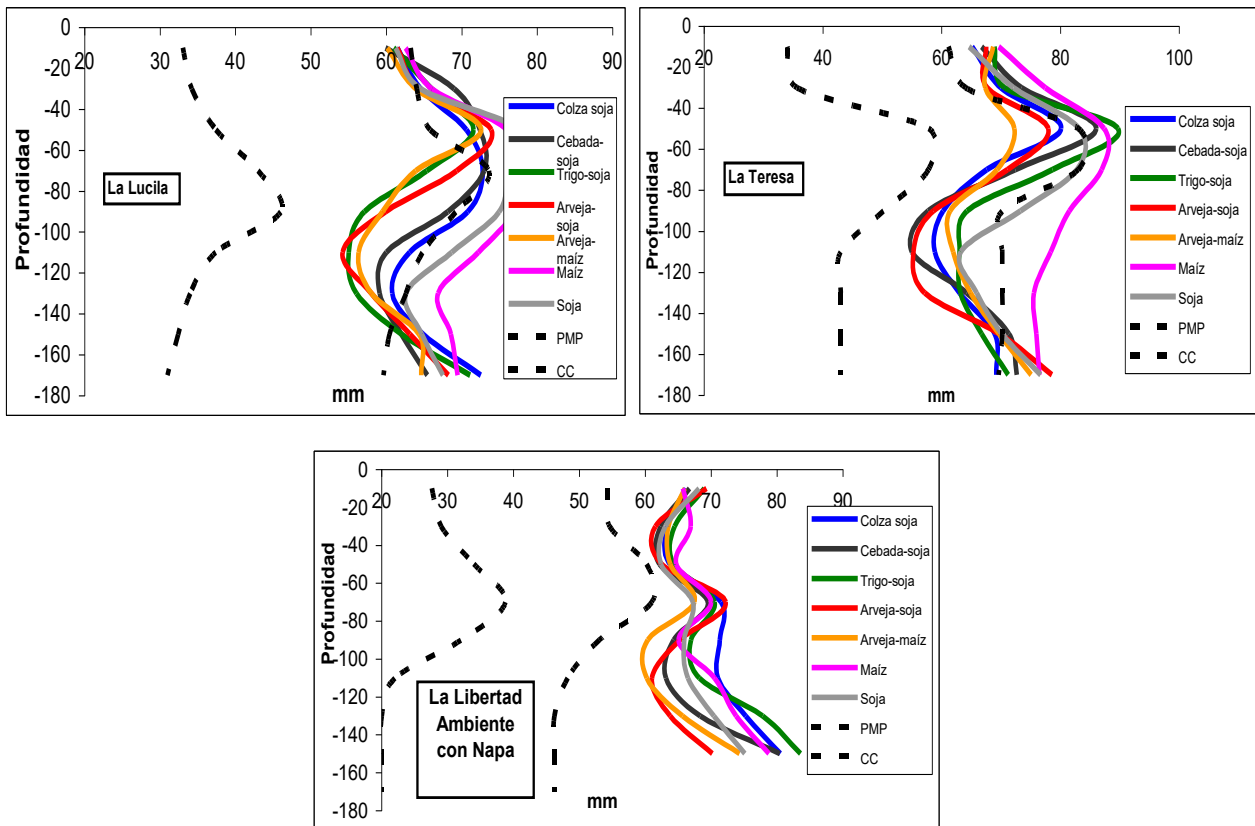
A madurez de los cultivos, se cortó la biomasa aérea en 3 hileras de 5 metros de largo cada una para estimar materia seca. Las muestras fueron secadas en estufas y pesadas con balanza de precisión (0.5 grs). A partir de esto, fue calculado el índice de cosecha y el aporte de rastrojos.

La cosecha y determinación de rendimiento sobre todas las parcelas fue mecánica, dejando los bordes fuera de la evaluación. Se tomó una muestra de grano para unificar humedades y cuantificar los componentes de rendimiento. Sobre las muestras de grano, fue realizado un análisis de nutrientes: nitrógeno, fósforo y azufre. A partir de esto se calculó la extracción de nutrientes realizada por los distintos cultivos.

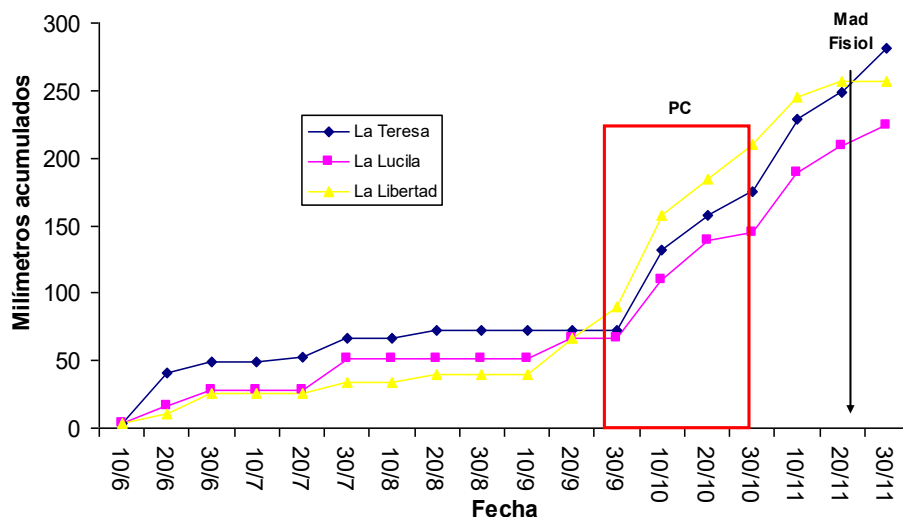
A la siembra del cultivo de trigo y a mitad de ciclo de la soja de segunda, se realizó un relevamiento de la comunidad de malezas y determinación de la frecuencia relativa de las mismas en cada una de las parcelas.

### 3) Resultados:

#### Agua a la siembra y precipitaciones durante el ciclo de los cultivos de Trigo



El campo La Libertad cuenta con aporte de napa, por lo que todas las parcelas de trigo comenzaron con el perfil cargado de agua. En los otros dos campos, sobre antecesor S1° y Maíz, el cultivo de trigo comenzó con todo el perfil recargado (100% agua útil). Sobre Cebada/soja y Colza/soja la recarga de los primeros 60 cm de suelo fue completa, por debajo, el perfil estuvo entre el 80 y el 90% de agua útil según campo. Sobre Trigo/soja, Arveja/soja y Arveja/Mz, los primeros 60 cm se presentaron recargados, de allí a 1.8 metros, el perfil se recargó entre un 70 y un 80% AU aproximadamente.



Las precipitaciones de invierno fueron escasas, entre 60 y 75 mm (un 50% de la histórica). Coincidente con el comienzo del período crítico (PC), regresaron las lluvias, generando valores acumulados en el mes de octubre, centrado el PC, de 120, 105 y 78 mm en La Libertad, La Teresa y La Lucila, respectivamente. La finalización del consumo de agua debido a la madurez fisiológica de los cultivos de trigo coincide con la interrupción de las precipitaciones y la falta de recarga del perfil para la soja de segunda

### Nitrógeno inicial a la siembra del Trigo:

Antecesor	Nitrógeno Sbra (kg/ha)
Maíz	50
Soja 1°	49
Arv/soja	41
Cza/soja	40
Ceb/soja	38
Arv/mz	32
Trigo/soja	30
Probabilidad	0.000
DMS	8

La oferta de nitrógeno en el suelo (0-60 cm) a la siembra de los cultivos de trigo estuvo entre 30 y 50 kg/ha.

Los antecesores que más nitrógeno disponible dejaron fueron Maíz y Soja 1°. Trigo/soja y Arv/Mz fueron los planteos que presentaron menor oferta inicial de nitrógeno en el suelo. Todas las parcelas fueron llevadas a un mismo nivel de nitrógeno total (suelo + fertilizante)

### 3.1) Relaciones funcionales para los cultivos de Trigo y Soja 2°

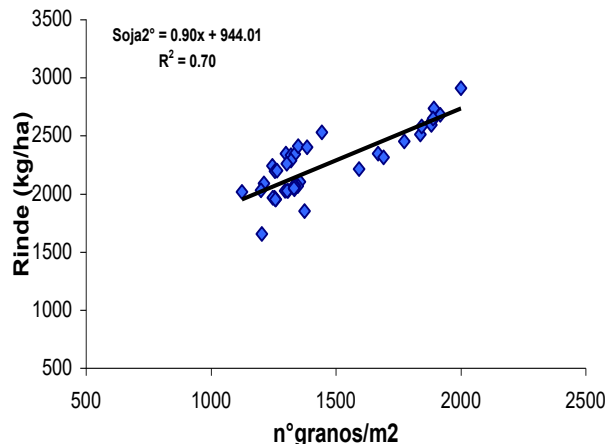
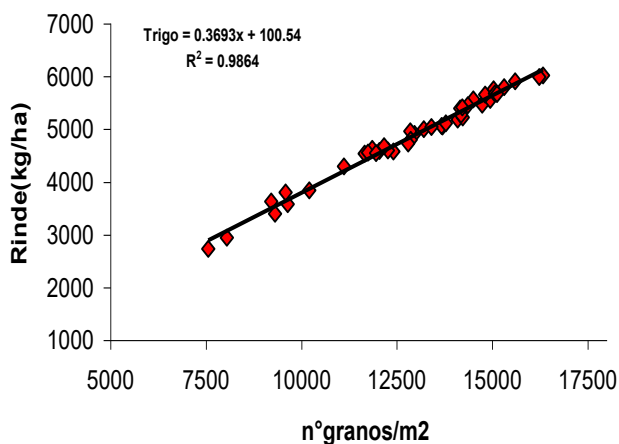


Figura 1: relación entre el nº granos/m<sup>2</sup> fijados en cada situación y el rendimiento para el set de datos de trigo (rojo) y soja de 2° (azul)

El rendimiento estuvo fuertemente asociado al nº granos/m<sup>2</sup> fijado en cada situación, explicando un 99% y un 70% la variabilidad de los rendimientos de los cultivos de trigo y de soja respectivamente (Figura 1). El nº espigas cosechadas fue el sub componente que explicó la mayor variabilidad en el nº granos/m<sup>2</sup> cosechados en trigo, un 94% y, el nº granos/planta, el sub componente que explicó el 72% de la variabilidad en el nº de granos fijados en los cultivos de soja 2° (Figura 2). El peso de grano explicó una baja proporción de la variabilidad observada en los rendimientos de ambos cultivos.

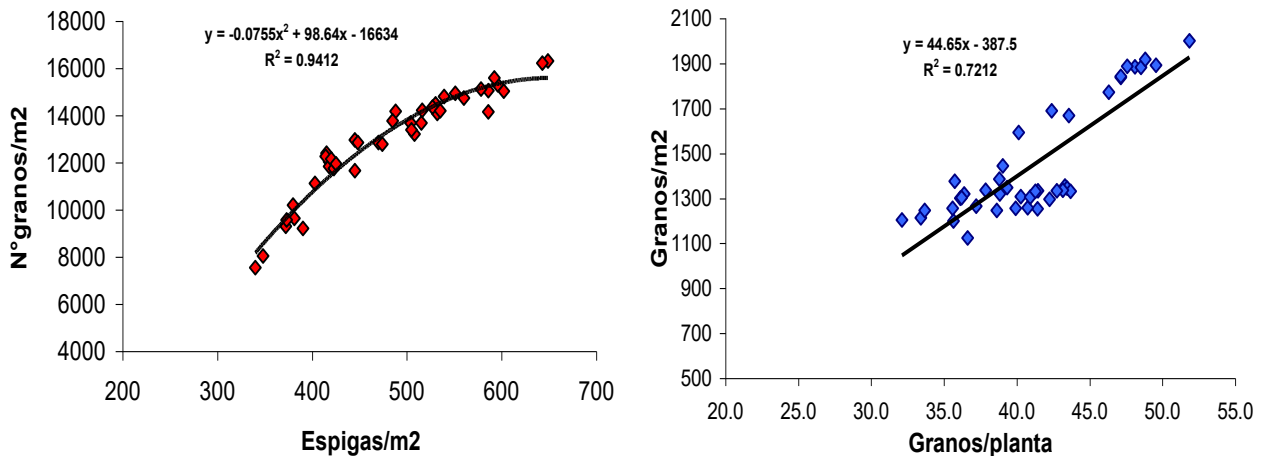


Figura 2: relación entre los sub componentes que mayor variabilidad explicaron del componente n° granos/m2.

### 3.2) Resultados Trigo:

#### Análisis de Varianza para rendimiento:

SOURCE	DF	SS	%SCTot	MS	F	P
CAMPO (A)	2	1.11E+07	41.3	5547649	192.02	0.000
ANTECESOR (B)	6	1.37E+07	51.0	2283171	79.03	0.000
A*B	12	1416538	5.3	118045	4.09	0.002
RESIDUAL	21	606703	2.3	28890.6		
TOTAL	41	2.68E+07	100.0			

Cuadro 4: análisis de varianza del rendimiento logrado por los cultivos de trigo para los 7 antecesores evaluados en los 3 campos

Se observan diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de los cultivos de trigo como consecuencia de los distintos cultivos que lo antecedieron ( $p=0.000$ ). Se observa interacción entre esta variable y la localidad ( $p=0.002$ ). Para destacar, más de la mitad de la variabilidad de los rendimientos están explicados por el efecto del cultivo antecesor (Cuadro 4).

#### Resultados por campo:

Antecesor	La Teresa	La Libertad	La Lucila
Arveja/soja	5856 a	6006 a	4936 a
Soja 1°	5513 b	5675 b	4555 ab
Arveja/maíz	5141 c	5613 b	4589 ab
Colza/soja	5117 c	5576 b	4085 bc
Maíz	5022 c	5435 bc	4658 a
Cebada/soja	4444 d	5193 c	3825 bc
Trigo/soja	3491 e	4766 d	2840 d
Probabilidad	0.00	0.00	0.00
DMS (0.05)	301	290	562

Cuadro 5: rendimiento de los cultivos de trigo según antecesor en cada uno de los campos. Se presenta el valor de probabilidad y la diferencia mínima significativa al 5%.

En los tres campos bajo evaluación, el cultivo antecesor que mejores rendimientos de trigo generó fue arveja/soja, seguido del antecesor Soja1° con diferencias significativas entre sí. Los antecesores que afectaron el rendimiento

del cultivo de trigo en mayor medida y de manera común en los tres campos fueron cebada/soja y trigo/soja, siendo este último el antecesor más perjudicial para el cultivo de trigo siguiente. Las secuencias arveja/maíz, colza/soja y maíz presentaron rendimientos similares entre sí tanto en La Teresa como en La Libertad. En La Lucila se observan cambios relativos dado fundamentalmente por la secuencia colza/soja (Cuadro 5). Este es el dato que fundamentalmente genera la interacción entre la variable antecesor y la variable campo observado en el cuadro 4, en los otros dos campos la interacción es de magnitud y no de orden. Es por esto que, se toman a las localidades como repeticiones para un análisis más completo del rendimiento, componentes y subcomponentes.

### Resultados promedio de campos: rendimiento y componentes

Antecesor	Rinde14H%(kg/ha)	Granos/m2	P1000(grs)	Plantas/m2	Espigas/m2	Espigas/pl	Granos/esp	Rastrojo 0%H(kg/ha)	Ind Cosecha
Arveja/soja	5560 a	14878	37.7	309	562	1.84	26.7	7645	0.388
Soja 1°	5248 b	13928	37.7	308	521	1.7	26.9	7198	0.386
Arveja/maíz	5114 bc	13648	37.4	273	486	1.78	28.2	6910	0.389
Maíz	5038 c	13199	38.2	279	486	1.75	27.3	6739	0.392
Colza/soja	4926 c	12971	38.1	309	512	1.67	25.3	6463	0.401
Cebada/soja	4487 d	11816	38.1	290	424	1.49	27.7	5516	0.413
Trigo/soja	3699 e	10034	36.8	293	397	1.38	25	4802	0.402
Probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
DMS (0.05)	204	570	0.5	4.5	12.5	0.1	0.71	551	0.02

Cuadro 6: rendimiento a humedad comercial (14%), n° granos/m2, peso de mil granos, n° plantas/m2, n° espigas/m2, n° espigas/planta lograda, n° granos/espiga, aporte de rastrojos en kg/ha con 0% humedad e índice de cosecha de los cultivos de trigo según antecesor como promedio de los campos. Se presenta el valor de probabilidad y la diferencia mínima significativa al 5%.

El efecto del cultivo antecesor sobre el rendimiento de los cultivos de trigo alcanzó su valor máximo de 1860 kg/ha. Quitando la monocultura de trigo, las diferencias máximas alcanzan los 1070 kg/ha. La parcela de trigo que mayor rendimiento promedio presentó fue la planteada sobre el antecesor arveja/soja, generando rendimientos significativamente mayores al resto de las parcelas, incluso respecto del antecesor más utilizado en nuestros planteos productivos, soja 1°. Las diferencias en rendimiento estuvieron explicadas por un mayor número de granos cosechados, asociado a una mayor cantidad de espigas logradas, consecuencia del aumento en la cantidad de espigas logradas por planta. No se observan diferencias de rendimiento entre los trigos planteados sobre soja 1° y sobre arveja/maíz. Vale resaltar los rendimientos conseguidos sobre maíz, levemente inferiores a los conseguidos sobre soja 1° al igual que sobre colza/soja. Los antecesores cebada/soja y trigo soja presentaron los mas bajos rendimientos con diferencias entre si que alcanzaron los 780 kg/ha. Para el caso de trigo sobre cebada/soja, la caída en el rendimiento se explica por menor cantidad de granos/m<sup>2</sup> cosechados asociado a una menor cantidad de espigas cosechadas. El bajo rendimiento del trigo planteado sobre trigo/soja se explica por una baja cantidad de granos cosechados, asociado a una menor cantidad de espigas logradas, como consecuencia de una baja prolificidad (espigas/planta) y de un menor número de granos/espiga. Además, también el peso de mil granos fue significativamente afectado (Cuadro 6).

## Uso y EU de recursos en los cultivos de Trigo:

### a) Radiación:

#### Análisis de varianza del recurso Radiación y la eficiencia de uso (EUR)

SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P	SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P
CAMPO (A)	2	120518	19.6	60259.1	30.87	0.000	CAMPO (A)	2	4.21996	61.1	2.10998	215.53	0.000
ANTECESOR (B)	6	426368	69.3	71061.3	36.41	0.000	ANTECESOR (B)	6	1.54872	22.4	0.25812	26.37	0.000
A*B	12	27773.4	4.5	2314.45	1.19	0.3531	A*B	12	0.93167	13.5	0.07764	7.93	0.000
RESIDUAL	21	40988.8	6.7	1951.85			RESIDUAL	21	0.20559	3.0	0.00979		
TOTAL	41	615648	100				TOTAL	41	6.90594	100			

Cuadro 6: análisis de varianza para el recurso radiación acumulado durante todo el ciclo y la eficiencia en el uso para rendimiento en grano de este recurso (EUR) en kg/Mj

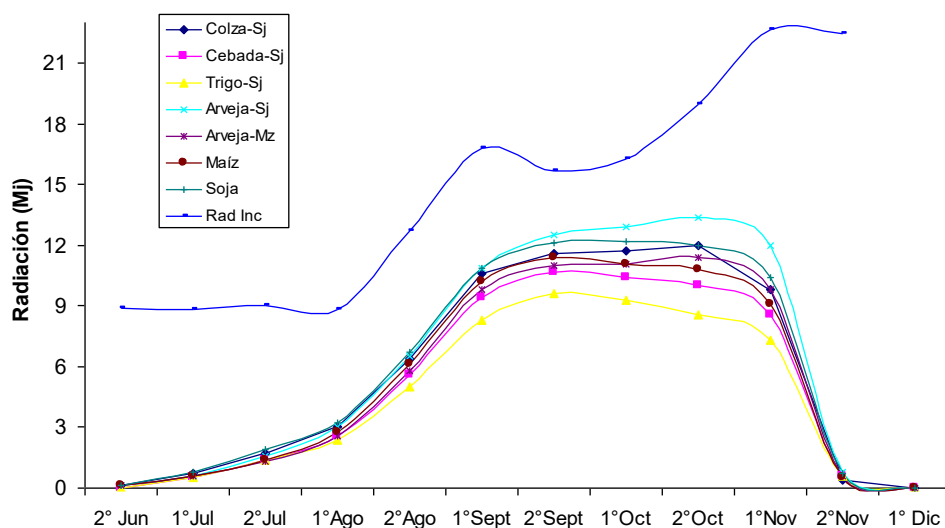


Figura 3: valores de radiación incidente (azul) e interceptada en megajoules por los distintos planteos como promedio de localidades y bloques.

Se observan diferencias significativas en la captura del recurso radiación según cultivo antecesor. Esta variable explica casi el 70% de la variabilidad observada en los valores de radiación acumulada durante todo el ciclo.

El cultivo antecesor, no sólo tuvo efecto sobre la captura del recurso, sino que también sobre la eficiencia con que ese recurso fue transformado a rendimiento (EUR). En este caso, la variable antecesor explica el 22.4% de la variabilidad observada en los valores de EUR (Cuadro 6).

Antecesor	Radiación acum(Mj)	Rad. Acum PC(Mj)	EUR(kg/Mj)
Arveja/soja	1161 a	408 a	4.15 b
Soja 1°	1112 ab	379 b	4.05 bc
Colza/soja	1063 b	370 b	3.97 c
Arveja/maíz	1002 c	350 c	4.38 a
Maíz	999 c	346 c	4.34 a
Cebada/soja	939 d	304 d	4.10 b
Trigo/soja	837 e	268 e	3.78 d
Probabilidad	0.00	0.00	0.00
DMS (0.05)	53	17	0.12

Cuadro 7: radiación acumulada en todo el ciclo del cultivo, durante el período crítico (Z3.7 a Z7.0) en Mj, y la eficiencia de uso de la radiación para rendimiento (EUR) en kg seco/Mj para el set de datos de trigo.

Los cultivos de trigo que mayor intercepción de radiación alcanzaron fueron los plantados sobre el antecesor arveja/soja, siendo el valor acumulado durante el período crítico del cultivo significativamente mayor respecto del trigo plantado sobre soja 1° (Figura 3, Cuadro 7). Sobre rastrojo de maíz, ya sea de primera como de segunda, presentaron valores similares entre sí y con diferencias respecto de la parcela de mayor rendimiento aumentando su eficiencia en el uso de la radiación en un 5% pero interceptaron sólo el 86% de la oferta radiativa capturada por los cultivos de trigo plantados sobre arv/sj. Las parcelas con menores valores de intercepción fueron las planteadas sobre cebada/soja y trigo soja alcanzando a interceptar en este último caso durante el período crítico sólo el 65% respecto de la parcela de mayor intercepción. Se observan claras relaciones entre la radiación interceptada en el ciclo y en el período crítico y el rendimiento de los cultivos (Figura 4).

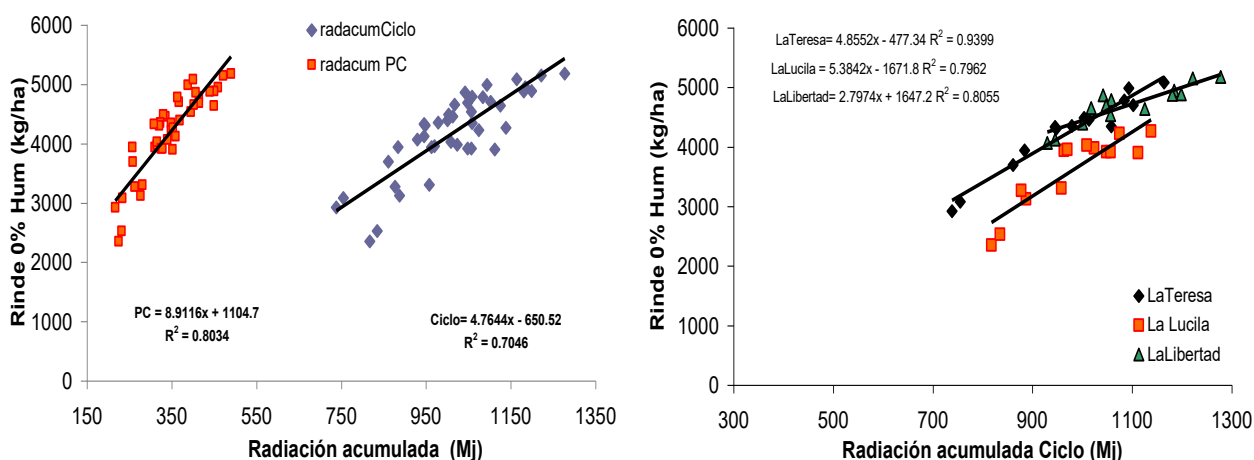


Figura 4: relación entre el rendimiento seco (0% humedad) y Izq) radiación acumulada en todo el ciclo y en el período crítico; Der) radiación acumulada en el ciclo diferenciado entre campos.

Respecto a la eficiencia en el uso de la radiación acumulada (EUR), los mayores valores los presentaron los trigos sembrados sobre rastrojo de maíz y arveja/maíz generando compensaciones parciales, seguido de los antecesores arveja/soja, cebada/soja, soja1° y colza/soja. Sobre la secuencia trigo/soja también se afectó significativamente la EUR (Cuadro 7).

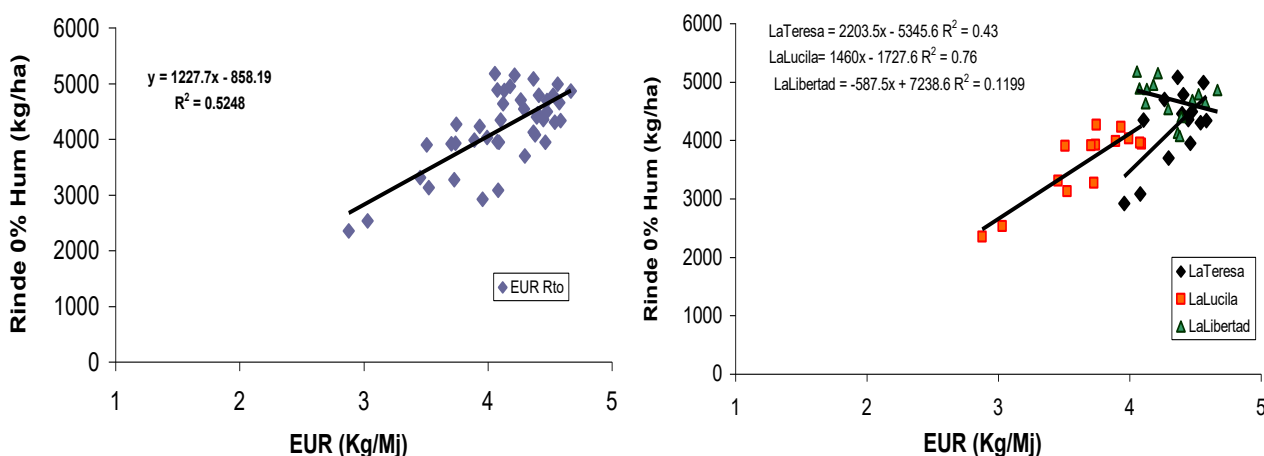


Figura 5: relación entre el rendimiento seco y la eficiencia de uso de radiación (EUR) para izq) el set de datos de trigo, der) diferenciado por campo.

Analizando el conjunto de datos, el rendimiento presentó una tendencia positiva con la EUR, explicando un 52% de la variabilidad de los rendimientos. Analizado por campo al existir interacción (P=0.00) se observa que, en La Teresa y La Libertad la variabilidad en los valores de EUR generada como consecuencia de los distintos antecesores tienen una relación positiva con el rendimiento, mientras que en La Libertad no se observó dicha relación (Figura 5).

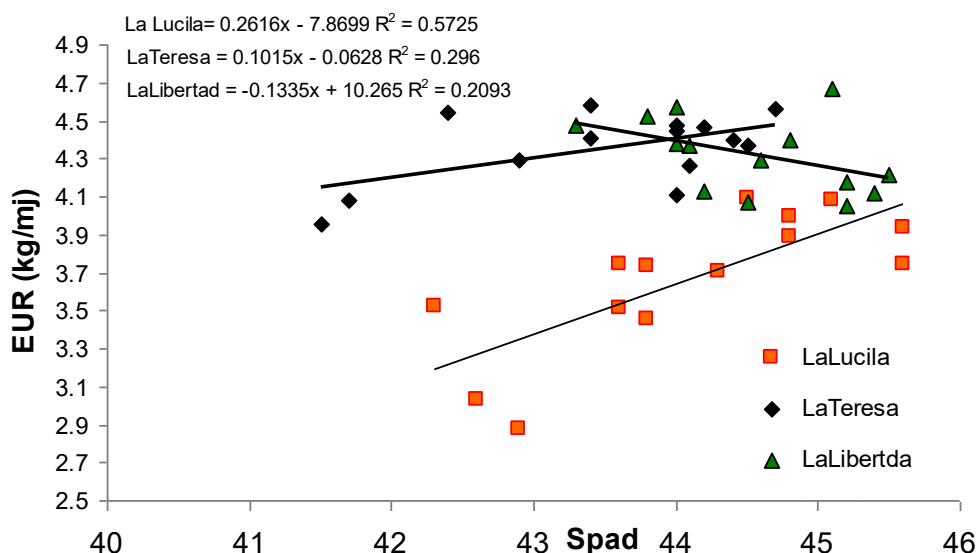


Figura 6: relación entre el índice Spad de hoja bandera en Z6.5 y la EUR(kg/mj) diferenciada entre campos

El índice Spad mide la concentración relativa de clorofila y es un indicador directo de la actividad fotosintética y esto está relacionado con el contenido de nitrógeno de la hoja. La relación observada en dos de los tres campos indica que una parte importante de las variaciones en los valores de EUR observadas por efecto de distintos antecesores, se explica por diferencias en las concentraciones de clorofila medidas en la hoja bandera al estado de floración de los cultivos de trigo asociado a mayores concentraciones de nitrógeno en hoja (Figura 6).

## b) Agua:

### Análisis de varianza del recurso Agua (Etc) y la eficiencia de uso (EUA)

SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P	SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P
CAMPO (A)	2	1042.41	4.4	521.207	1.16	0.333	CAMPO (A)	2	66.4104	50.0	33.2052	114.78	0.000
ANTECESOR (B)	6	3636.97	15.3	606.162	1.35	<b>0.280</b>	ANTECESOR (B)	6	50.9386	38.3	8.48977	29.35	<b>0.000</b>
A*B	12	9648.8	40.6	804.067	1.79	0.117	A*B	12	9.40587	7.1	0.78382	2.71	0.022
RESIDUAL	21	9438.05	39.7	449.431			RESIDUAL	21	6.07534	4.6	0.2893		
TOTAL	41	23766.2	100.0				TOTAL	41	132.830	100.0			

Cuadro 8: análisis de varianza para la variable evapotranspiración del cultivo (Etc) y la eficiencia en el uso para rendimiento en grano de este recurso (EUA) en kg/mm

Se observan leves diferencias en los valores de Etc según cultivo antecesor (P=0.28). El cultivo antecesor, explica el 15.3 % de la variabilidad observada en

los valores estimados de Etc y sumado a la interacción que muestra con la variable campo (P=0.11) alcanzan a explicar el 56% (Cuadro 8).

El cultivo antecesor, afectó levemente la captura del recurso, pero tuvo un fuerte impacto sobre la eficiencia con que ese recurso fue transformado a rendimiento (P=0.00). En este caso, la variable antecesor explicó el 38% de la variabilidad observada en los valores de EUR y, sumado a la interacción significativa con la localidad (p=0.02) alcanzó a explicar el 45.4% (Cuadro 8).

Antecesor	Promedio		La Teresa		La Lucila		La Libertad	
	Et cultivo (mm)	EUA(kg/mm)	Et cultivo (mm)	EUA(kg/mm)	Et cultivo (mm)	EUA(kg/mm)	Et cultivo (mm)	EUA(kg/mm)
Maíz	412 a	10.5 c	423	10.2 bc	421 ab	9.5 abc	393	11.9 bc
Soja 1°	403 ab	11.3 b	412	11.5 b	429 a	9.1 bc	368	13.2 a
Arveja/soja	401 ab	12.1 a	383	13.2 a	411 ab	10.4 a	408	12.6 ab
Colza/soja	400 ab	10.6 c	399	11.1 b	407 ab	8.6 c	394	12.2 abc
Cebada/soja	397 ab	9.7 d	422	9.0 cd	378 b	8.7 bc	391	11.4 c
Arveja/maíz	397 ab	11.1 b	405	10.9 b	400 ab	9.9 ab	385	12.5 ab
Trigo/soja	379 b	8.4 e	357	8.5 d	378 b	6.4 d	401	10.2 d
Probabilidad	0.28	0.00	0.30	0.00	0.16	0.00	0.37	0.00
DMS (0.05)	25.5	0.6	64	1.5	45	1.2	37	1.1

Cuadro 9: evapotranspiración y eficiencia de uso del agua para los cultivos de trigo evaluados según antecesor. Se presentan los datos promedios y por campo.

A pesar observar diferencias, aunque leves, en los valores promedios de Etc, no se observó una relación clara entre los valores estimados de Etc y el rendimiento. Se observa una fuerte interacción con el campo sin una tendencia clara (Cuadro 8 y 9, Figura 7).

Por otra parte, si se observó una estrecha relación entre la eficiencia con que fue usada el agua evapotranspirada y el rendimiento. Los cultivos de trigo con mayor EUA fueron los planteados sobre antecesor arveja/soja, soja 1° y arveja/maíz presentando la monocultura trigo/soja el valor más bajo de EUA (Cuadro 9, Figura 7).

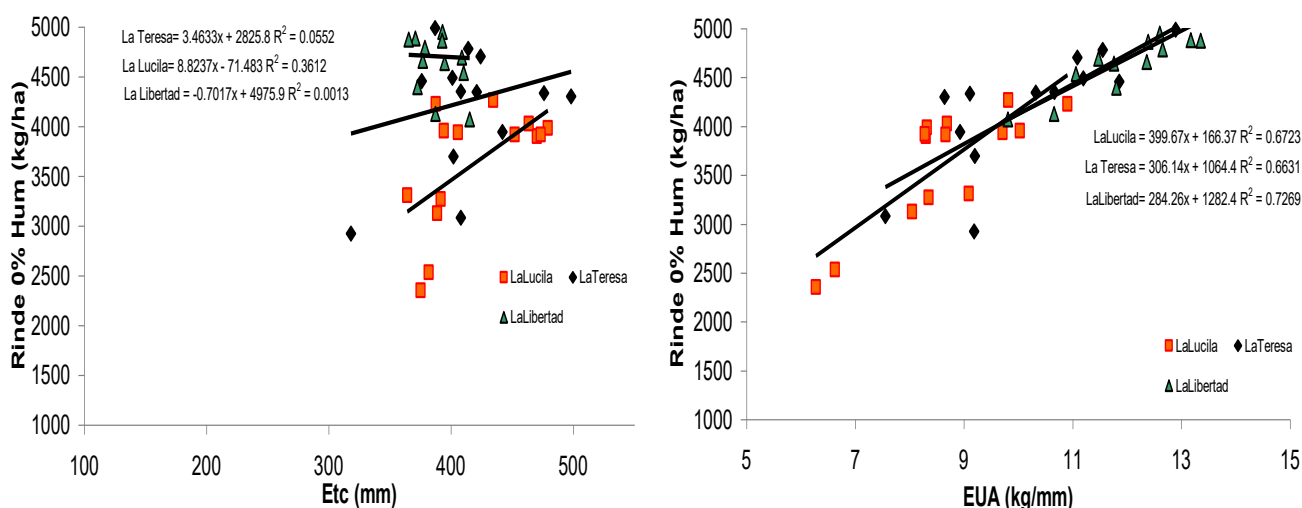


Figura 7: relación entre el rendimiento seco (0% humedad) y: Izq) La Evapotranspiración del cultivo; Der) eficiencia en el uso del agua evapotranspirada.

Sobre la eficiencia con que el agua fue utilizada, también tuvo efecto el estado nutricional del cultivo medido como índice Spad en hoja bandera a la floración. En La Teresa y La Lucila hubo una relación positiva y estrecha entre el índice Spad y la EUA (Figura 8).

Aquellos cultivos de trigo sembrados sobre los antecesores arveja/soja, arveja/maíz y soja 1° presentaron los mejores índices Spad y los mejores valores de EUA, indicando que la mejora en el estado nutricional de los cultivos tuvo un impacto positivo sobre la eficiencia con que se usó el agua evapotranspirada (Figura 8)

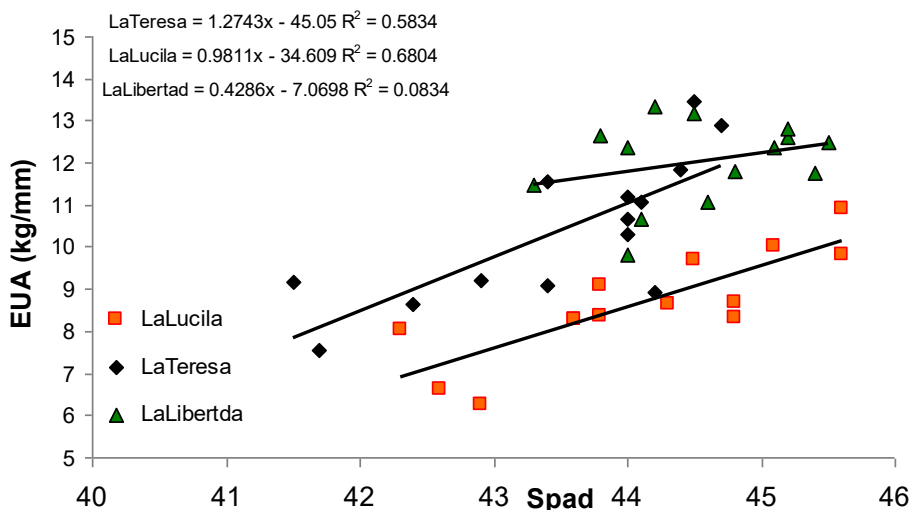


Figura 8: relación entre el índice Spad de hoja bandera en Z6.5 y la EUA (kg/mm) diferenciada entre campos

### c) Nitrógeno, eficiencia en el uso del nitrógeno ofertado:

SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P
CAMPO (A)	2	564.28	55.7	282.14	470.79	0.000
ANTECESOR (B)	6	382.34	37.7	63.7233	106.33	0.000
A*B	12	53.9929	5.3	4.4994	7.51	0.000
RESIDUAL	21	12.585	1.2	0.59929		
TOTAL	41	1013.2	100			

Cuadro 10: análisis de varianza para la variable eficiencia en el uso para rendimiento en grano del recurso nitrógeno ofertado (EUNof) en kgTrigo/kg nitrógeno. N ofertado = N suelo 0-60 cm a la siembra + N fertilizante.

Se observan diferencias significativas en la variable EUNof según cultivo antecesor, con interacción significativa con la localidad. Esta variable y su interacción alcanzan a explicar el 43% de la variabilidad de los valores de EUNof calculados (Cuadro 10). La interacción fundamentalmente es de magnitud.

	Promedio	La Teresa	La Lucila	La Libertad
Antecesor	EUN(kgTrigo/kgN)	EUN(kgTrigo/kgN)	EUN(kgTrigo/kgN)	EUN(kgTrigo/kgN)
Arveja/soja	30.3	33.6	25	32.3
Arveja/maíz	28.1	29.4	24.6	30.2
Soja 1°	27.9	31.6	21.8	30.5
Maíz	26.7	28.8	22.3	29.2
Colza/soja	26.4	29.3	19.8	29.9
Cebada/soja	24.4	25.5	19.7	27.9
Trigo/soja	20.1	20	14.8	25.6
Probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.00
DMS (0.05)	0.93	1.5	2.4	1.4

Cuadro 11: valores de eficiencia de uso del nitrógeno ofertado para cada uno de los ensayos y como promedio de los ensayos.

Los cultivos de trigo plantados sobre aquellos antecesores que tuvieron una leguminosa presentaron los mayores valores de EUNof, mientras que los antecesores que incorporaron una gramínea de invierno presentaron los valores más bajos de EUNof (Cuadro 11).

Se observó una relación positiva y robusta entre el indicador relativo de la actividad fotosintética (Spad) y la EUNof (Figura 9) indicando que no sólo los cultivos de trigo plantados sobre arveja/soja, arveja/maíz y soja1° estaban mejor nutridos de nitrógeno sino que, además usaron de manera más eficiente este nitrógeno al igual que los recursos agua y radiación.

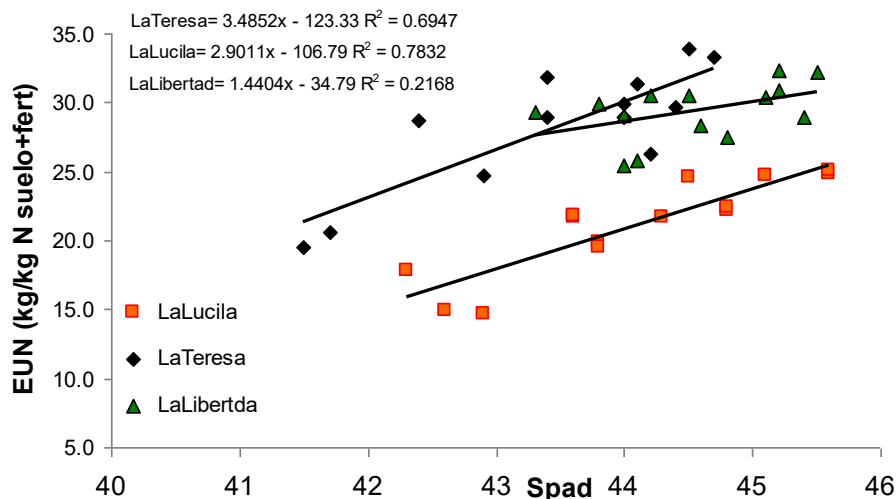


Figura 9: relación entre el índice Spad de hoja bandera en Z6.5 y la EUN ofertado (kg/kg N suelo 0-60+fertilizante) diferenciada entre campos.

#### d) Índice de Spad:

##### Análisis de varianza para el índice Spad:

SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P
CAMPO (A)	2	7.54333	18.2	3.77167	18.64	0.000
ANTECESOR (B)	6	18.3881	44.4	3.06468	15.14	<b>0.000</b>
A*B	12	11.2233	27.1	0.93528	4.62	0.001
RESIDUAL	21	4.25	10.3	0.20238		
TOTAL	41	41.4048	100			

Cuadro 12: análisis de varianza para el índice relativo de radiación fotosintéticamente activa medido a la floración de los cultivos.

Se observan diferencias estadísticamente significativas en los valores de Spad medidos sobre los cultivos de trigo según cultivo antecesor (P=0.00). Esta variable explica junto con la interacción con la localidad (P=0.00) el 72% de la variabilidad de los valores de Spad medidos.

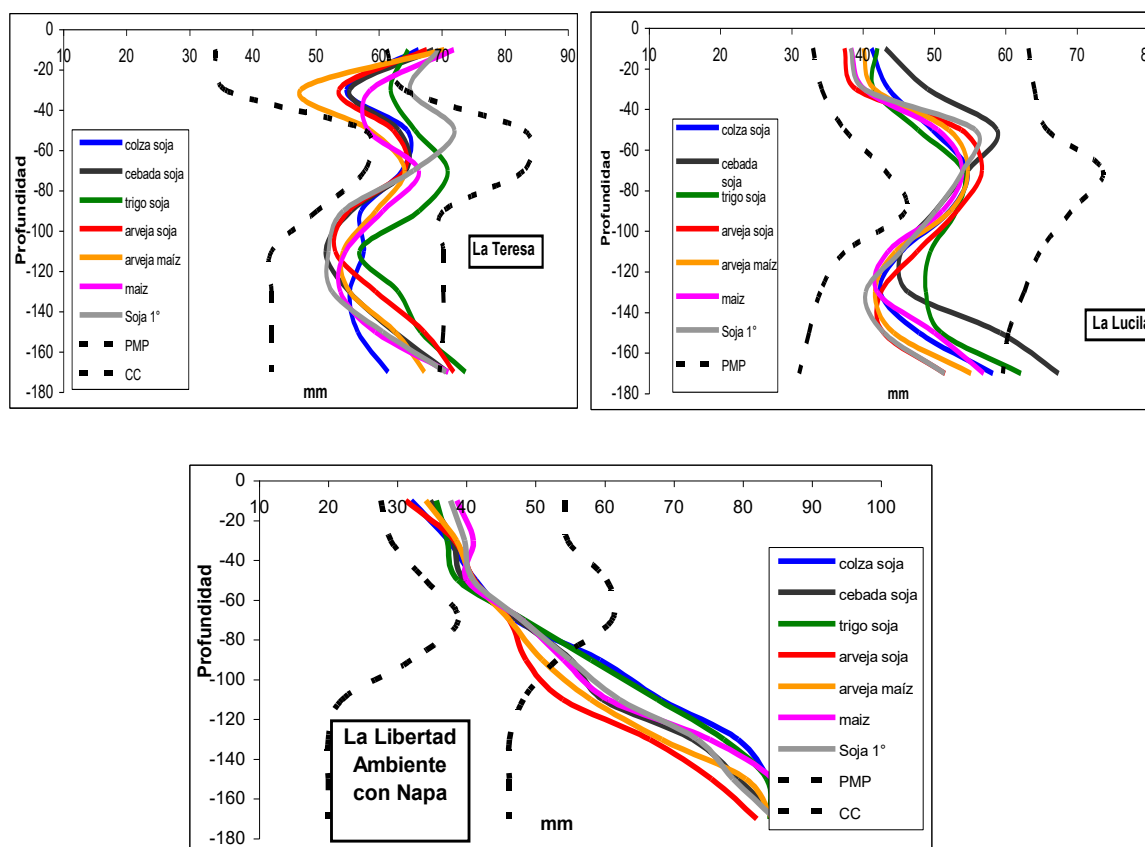
	Promedio	La Teresa	La Lucila	La Libertad
Antecesor	Ind Spad	Ind Spad	Ind Spad	Ind Spad
Arveja/soja	45.2 a	44.6 a	45.6 a	45.4 a
Arveja/maíz	44.4 b	44.0 ab	44.8 ab	44.5 abc
Colza/soja	44.1 bc	44.2 a	42.9 cd	45.3 abc
Soja 1°	44.0 bc	43.8 ab	44.0 b	44.4 bcd
Cebada/soja	44.0 bc	43.5 ab	43.8 bc	44.7 abc
Maíz	43.7 c	42.9 b	44.8 ab	43.6 d
Trigo/soja	42.8 d	41.6 c	42.7 d	44.0 cd
Probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.03
DMS (0.05)	0.54	1.16	1.02	0.98

Cuadro n° 13: valores de Índice Spad medidos en la hoja bandera al estado de floración de los cultivos (Z6.5)

El cultivo de trigo planteado sobre la secuencia con doble leguminosa fue quien presentó los valores más altos de Spad, seguido de la secuencia arveja/maíz. Los cultivos de trigo plantados sobre maíz y sobre trigo/soja, especialmente este último, fueron los que presentaron los valores más bajos de Spad.

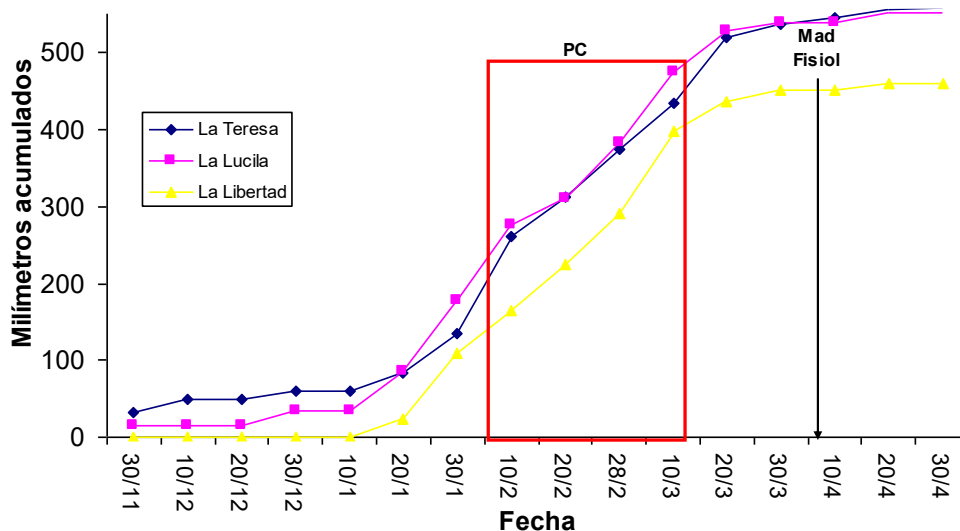
### 3.3) Resultados Soja 2°:

#### Agua a la siembra y precipitaciones durante el ciclo de los cultivos de Soja 2°



En La Teresa, las lluvias registradas en los últimos días de noviembre recargaron los primeros 40 cm de perfil permitiendo sembrar las sojas de segunda en fecha y el logro de plantas no fue afectado. A partir de los 40 cm el perfil quedó con muy poca agua útil remanente del trigo con valores entre 20 y 50% de AU. En La Lucila, los cultivos de trigo dejaron los perfiles secos desde

la superficie hasta el 1.6 mtrs con valores de agua útil entre el 20 y el 50%. Asumimos el riesgo de sembrar en fecha con la humedad justa afectando el logro en un 20-25%. En la Libertad no pudimos sembrar en fecha y hubo que esperar hasta contar con la primera lluvia del año. Los perfiles hasta los 80 cm se encontraban con 15 a 40% de AU, estando a partir de aquí en capacidad de campo y luego saturado (presencia de napa)



Las lluvias fueron escasas durante el mes de diciembre y los primeros 15 días de enero y combinado con alta demanda atmosférica generaron reducciones en el stand de plantas en La Lucila. Las importantes lluvias registradas a fin de enero y principios de febrero y la distancia entre surcos reducidas permitieron que los cultivos cerraran el surco con el comienzo del período crítico en La Teresa y La Lucila. En La Libertad, el cierre de surco se logró entrado el período crítico. Durante el PC de las sojas<sup>2°</sup>, las lluvias alcanzaron valores entre 290 y 300 mm en los tres campos.

### Análisis de Varianza del rendimiento:

SOURCE	DF	SS	%SCTot	MS	F	P
CAMPO (A)	2	1.19E+06	39.2	594712	24.39	0.000
ANTECESOR (B)	6	6.19E+05	20.4	103179	4.23	<b>0.006</b>
A*B	12	715263	23.6	59605.2	2.44	<b>0.035</b>
RESIDUAL	21	512036	16.9	24382.7		
TOTAL	41	3.04E+06	100.0			

Cuadro 14: análisis de varianza del rendimiento logrado por los cultivos de soja 2° para los 7 antecesores evaluados en los 3 campos

Se observan diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de los cultivos de soja como consecuencia de los distintos cultivos que antecedieron a la secuencia trigo/soja (p=0.006) observándose interacción entre esta variable y la localidad (p=0.035). Para el rendimiento de los cultivos de soja de segunda, la variable antecesor explicó la mitad de la variabilidad que pudo ser explicada en el caso de los cultivos de trigo dejando en evidencia que la señal de los distintos cultivos antecesores evaluados en la pasada campaña pudo ser capturada de mejor manera con los cultivos de trigo y de menor manera en los cultivos de soja 2° (Cuadro 14). Sin embargo, en dos de los tres campos pudieron verse efectos coincidentes de secuencias específicas (Cuadro 15).

## Resultados por campo:

Antecesor	La Teresa	La Lucila	La Libertad	Promedio
Arveja/soja	2822 a	2325	2045	2397 a
Arveja/maíz	2636 a	2467	2045	2383 a
Soja 1°	2615 a	2228	2000	2281 ab
Maíz	2479 ab	2241	2052	2258 ab
Colza/soja	2486 ab	2181	1995	2221 abc
Cebada/soja	2082 bc	2210	2029	2107 bc
Trigo/soja	1935 c	2184	2015	2045 c
Probabilidad	0.03	0.53	0.93	0.00
DMS (0.05)	511	357	140	187

Cuadro 15: rendimiento de los cultivos de soja 2° según secuencia antecesora en cada uno de los campos. Se presenta el valor de probabilidad y la diferencia mínima significativa al 5%.

En uno de los tres campos (La Teresa) los cultivos que precedieron a la secuencia trigo/soja evaluada en esta campaña, generaron efectos significativos sobre el rendimiento de las sojas 2°. Las diferencias máximas de rendimiento alcanzaron los 890 kg/ha (45%). En La Lucila se observaron efectos con tendencias similares pero de menor magnitud sin alcanzar la significancia estadística. Las sojas de segunda sembradas sobre arveja/soja y sobre arveja/maíz lograron los mejores rendimientos, mientras que, las sojas de segunda planteadas sobre las gramíneas/soja fueron las de menor rendimiento.

En La Libertad, la fecha de siembra fue la señal que prevaleció y que definió las condiciones de crecimiento y el rendimiento, ocultando el posible efecto de los cultivos antecesores.

La Teresa						
Antecesor	Granos/m2	P1000(grs)	Plantas/m2	Granos/pl	Rastrojo(kg/ha)	Ind Cosecha
Arveja/soja	1947	144.9	38.4	50.7	2517	0.49
Arveja/maíz	1900	138.7	39.1	48.7	2191	0.51
Soja 1°	1866	140.2	39.4	47.4	2326	0.49
Colza/soja	1777	139.9	38.8	45.8	2358	0.47
Maíz	1805	137.3	38.6	46.7	2387	0.47
Cebada/soja	1533	135.7	39.2	39.1	2149	0.45
Trigo/soja	1398	138.3	38.6	36.1	2246	0.43
Probabilidad	0.05	0.00	0.85	0.02	0.93	0.19
DMS (0.05)	355	2.5	1.9	7.3	814	0.06
La Lucila						
Antecesor	Granos/m2	P1000(grs)	Plantas/m2	Granos/pl	Rastrojo(kg/ha)	Ind Cosecha
Arveja/maíz	1415	174.4	36.3	38.9	2942	0.42
Arveja/soja	1298	179.2	35.7	36.5	2300	0.47
Maíz	1288	174	35.8	36	2560	0.43
Soja 1°	1284	173.5	35	36.7	2834	0.41
Cebada/soja	1267	174.4	35.1	36.1	2476	0.43
Trigo/soja	1268	172	34.5	36.7	2392	0.44
Colza/soja	1213	179.9	33.4	36.3	2569	0.43
Probabilidad	0.36	0.05	0.76	0.85	0.89	0.83
DMS (0.05)	180	5.1	4.4	5.2	1317	0.09

Cuadro 16: componentes del rendimiento, aporte de rastrojos e índice de cosecha para las dos localidades en las que se observó efecto de la secuencia anterior.

Las diferencias de rendimiento estuvieron explicadas por cambios en el n° granos cosechados en cada situación. Esta relación puede observarse claramente sobre los antecesores arveja/soja y arveja/maíz por un lado y de cebada/soja y trigo/soja en el otro extremo. El efecto de la historia previa hecha por las distintas secuencias evaluadas se evidenció en la productividad por planta generando diferencias máximas equivalentes a 7 vainas más por planta. La historia previa también tuvo efectos sobre el componente peso de 1000

granos (Cuadro 16). No se observaron diferencias en el aporte de rastrojos. Sin embargo, los cultivos se diferenciaron en el índice de cosecha en relación con el rendimiento logrado.

### Uso y EU de recursos en los cultivos de Soja 2°:

Para el análisis del uso de recursos, EU de los recursos y sus relaciones con el rendimiento se dejó de lado el ensayo realizado en La Libertad donde el efecto fecha de siembra moduló el uso de recursos, la eficiencia y los rendimientos logrados.

#### a) Radiación:

#### Análisis de varianza del recurso Radiación y la eficiencia de uso (EUR)

SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P	SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P
CAMPO (A)	2	4995.57	1.9	4995.57	0.86	0.369	CAMPO (A)	2	0.05707	18.2	0.05707	5.72	0.031
ANTECESOR (B)	6	112158	43.8	18693.1	3.23	0.033	ANTECESOR (B)	6	0.05421	17.3	0.00903	0.9	0.519
A*B	12	57934.4	22.6	9655.74	1.67	0.2017	A*B	12	0.0624	19.9	0.0104	1.04	0.440
RESIDUAL	21	81100	31.7	5792.86			RESIDUAL	21	0.13977	44.6	0.00998		
TOTAL	41	256188	100				TOTAL	41	0.31345	100			

Cuadro 17: análisis de varianza para el recurso radiación acumulado durante todo el ciclo y la eficiencia en el uso para rendimiento en grano de este recurso (EUR) en kg/Mj

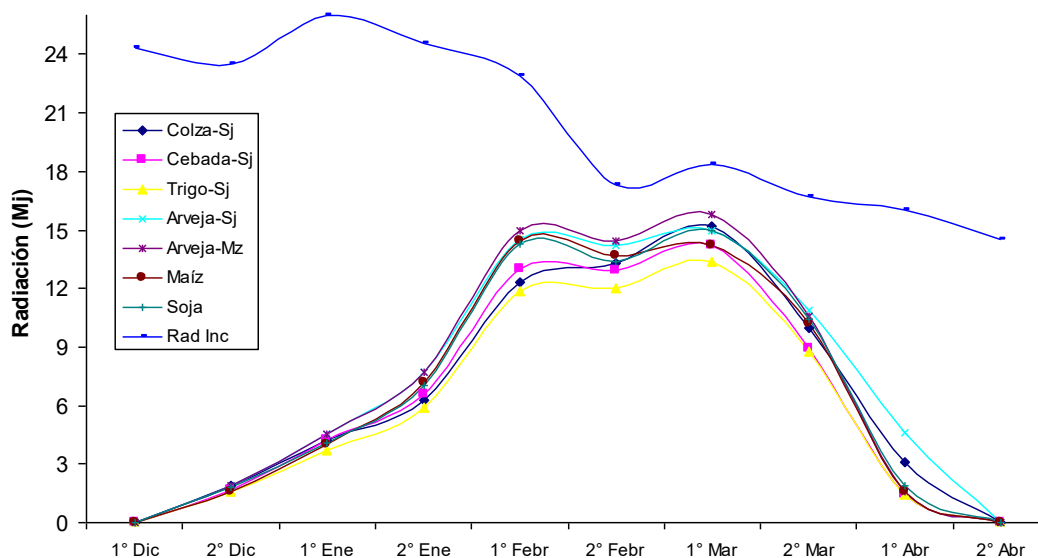


Figura 10: valores de radiación incidente (azul) e interceptada en megajoules/m<sup>2</sup> por los distintos planteos como promedio de bloques y localidades.

Se observaron diferencias significativas en la captura del recurso radiación incidente según cultivo antecesor (Figura 10, Cuadro 17). Esta variable explicó casi el 44% de la variabilidad observada en los valores de radiación acumulada durante todo el ciclo y sumado a la interacción con la variable campo, alcanzó a explicar más del 66%. El cultivo antecesor, no tuvo efecto sobre la EUR.

Antecesor	Rad Acum Ciclo(Mj)	Rad Acum PC (Mj)	EUR(kg/Mj)
Arveja/soja	1069 a	523 a	2.08
Arveja/maíz	1067 a	520 a	2.07
Maíz	1015 ab	499 ab	2.01
Soja 1°	1002 ab	489 ab	2.09
Colza/soja	964 abc	484 abc	2.09
Cebada/soja	943 bc	462 bc	1.97
Trigo/soja	879 c	439 c	2.03
Probabilidad	0.03	0.02	0.52
DMS (0.05)	115	47	0.15

Cuadro 18: radiación acumulada en todo el ciclo del cultivo, durante el período crítico (R3 a R5.9) en Mj, y la eficiencia de uso de la radiación para rendimiento (EUR) en kg seco/Mj para el set de datos de soja 2° como promedio de los ensayos conducidos en La Teresa y La Lucila

Los cultivos de soja 2° plantados sobre los antecesores arveja/soja y arveja/maíz presentaron los valores de radiación acumulada en el ciclo y durante el período crítico de los cultivos más altos con diferencias significativas respecto de las sojas 2° plantadas sobre cebada/soja y trigo/soja en una clara relación con el rendimiento (Cuadro 18, Figura 11).

Las parcelas que tuvieron arveja en la secuencia aumentaron en un 22% la cantidad de radiación interceptada respecto a las parcelas que tuvieron trigo en la secuencia anterior durante el período crítico para la fijación de granos. Esto explica las diferencias de granos cosechados entre tratamientos. Para el caso de arveja/soja, además, se observan valores más altos de interceptación de radiación durante el llenado de los granos explicando además, el aumento en este componente del rendimiento.

No se observan diferencias significativas en los valores de EUR entre tratamientos sin una relación clara con el rendimiento (Cuadro 18)

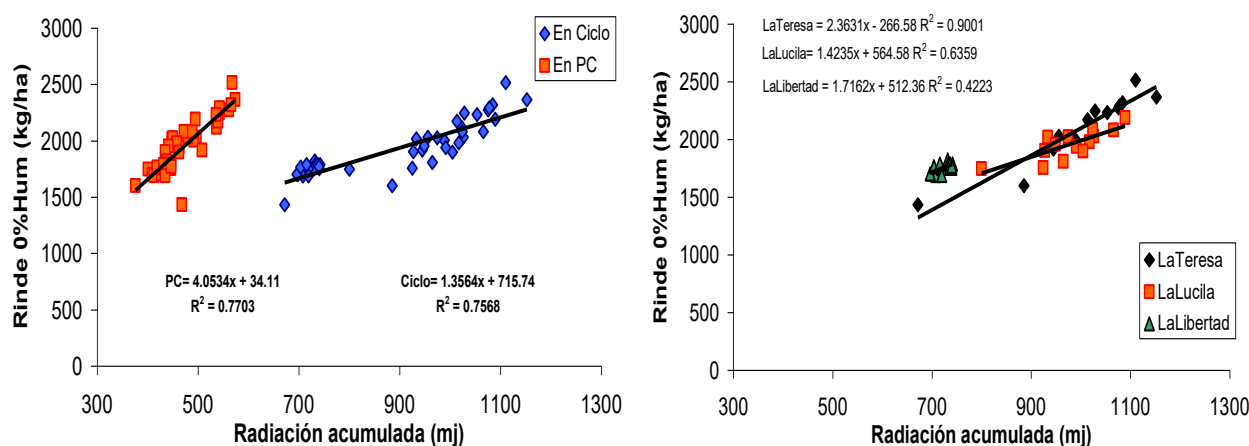


Figura 11: relación entre el rendimiento seco (0% humedad) y la radiación acumulada en todo el ciclo y en el período crítico; Der) radiación acumulada en el ciclo diferenciado entre campos.

## b) Agua:

### Análisis de varianza del recurso Agua (Etc) y la eficiencia de uso (EUA)

No se observan diferencias en los valores de Etc según cultivo antecesor ( $P=0.89$ ). El cultivo antecesor, explica sólo el 3.3 % de la variabilidad observada en los valores estimados de Etc (Cuadro 19).

El cultivo antecesor, no afectó la captura del recurso agua, pero tuvo un leve impacto sobre la eficiencia con que ese recurso fue transformado a rendimiento (P=0.19). En este caso, la variable antecesor explicó el 12.4 % de la variabilidad observada en los valores de EUR y, sumado a la interacción no significativa con la localidad (p=0.30) alcanzó a explicar el 32.3% (Cuadro 19).

SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P	SOURCE	DF	SS	%SCT	MS	F	P
CAMPO (A)	2	8910.03	28.2	4455.02	9.48	0.001	CAMPO (A)	2	18.4889	40.4	9.24445	15.52	0.000
ANTECESOR (B)	6	1042.94	3.3	173.824	0.37	<b>0.890</b>	ANTECESOR (B)	6	5.70268	12.4	0.95045	1.6	<b>0.198</b>
A*B	12	11752.7	37.2	979.395	2.08	0.068	A*B	12	9.11658	19.9	0.75971	1.28	0.302
RESIDUAL	21	9872.88	31.3	470.137			RESIDUAL	21	12.5108	27.3	0.59575		
TOTAL	41	31578.6	100				TOTAL	41	45.8189	100			

Cuadro 19: análisis de varianza para la variable evapotranspiración del cultivo (Etc) y la eficiencia en el uso para rendimiento en grano de este recurso (EUA) en kg/mm

Antecesor	EUA(kg/mm)	Etc (mm)
Arveja/maíz	7.30 a	285
Arveja/soja	6.9 a	300
Maíz	6.7 ab	296
Soja 1°	6.9 a	290
Colza/soja	6.5 ab	298
Cebada/soja	6.2 b	295
Trigo/soja	6.2 b	289
Probabilidad	0.19	89.00
DMS (0.05)	0.8	26

Cuadro 20: evapotranspiración y eficiencia de uso del agua para los cultivos de soja 2° evaluados según antecesor como promedio de los ensayos conducidos en La Teresa y La Lucila

Se observó una relación positiva y estrecha entre la eficiencia con que fue usada el agua evapotranspirada y el rendimiento. Los cultivos de soja 2° con mayor EUA fueron los planteados sobre antecesor arveja/maíz y arveja/soja presentando las sojas 2° planteadas sobre las gramíneas/soja 2° los valores más bajo de EUA (Cuadro 20, Figura 12).

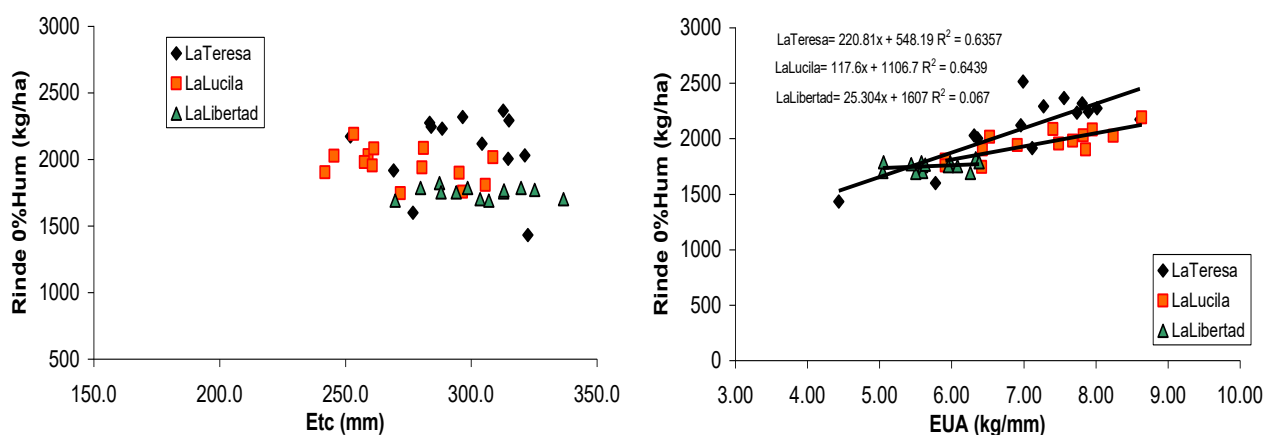


Figura 12: relación entre el rendimiento seco (0% humedad) y: Izq) La Evapotranspiración del cultivo; Der) eficiencia en el uso del agua evapotranspirada.

#### 4) Comparación de resultado económico de los planteos:

Secuencia	Resultados segunda campaña 2011-12				Resultados primera campaña 2010-11				Acum 2 Camp	
	MB LaTeresa	MB LaLucila	MB LaLibertad	%S1°	MB LaTeresa	MB LaLucila	MB LaLibertad	%S1°	Promedio	% S1° - T/S
Colza/soja	792	427	709	90	1132	1080	1323	112	1821	103
Trigo/soja	344	203	581	53	1058	895	997	93	1359	77
Cebada/soja	583	396	615	76	1113	1007	982	98	1565	88
Arveja/soja	1003	597	782	112	1047	1251	1073	106	1918	108
Arveja/maíz	842	585	697	101	1256	1405	1378	127	2054	116
Maíz	796	530	738	98	393	693	1012	66	1387	78
Soja 1°	898	511	730	100	1024	1093	1056	100	1771	100

Cuadro 21: márgenes brutos (MB) en U\$\$/ha sin costo alquiler en cada una de las localidades y como promedio de las tres expresada en % respecto del antecesor S1° para las dos campañas evaluadas y el MB acumulado en las dos campañas como promedio de los tres campos y como % de la secuencia Soja1°-Trigo/soja. Precio Neto: Colza 403U\$\$/ha; Trigo: 153; Cebada: 150U\$\$/ha; Arveja 215, **Maíz 148U\$\$/Tn** y Soja 296 U\$\$/Tn

Los resultados económicos de la secuencia trigo/soja bajo la campaña en evaluación presentaron el mejor MB sobre el antecesor arveja/soja seguido por los antecesores arveja/maíz, soja1° y maíz. Sobre gramínea/soja se observaron los peores resultados. Para destacar, el planteo de trigo/soja sobre el antecesor frecuentemente usado, Soja 1°, presentó resultados económicos similares a los antecesores arveja/maíz y maíz y claramente inferior en los tres campos sobre antecesor arveja/soja (Cuadro 21).

Los resultados en el margen bruto acumulado luego de las dos primeras campañas bajo evaluación muestran a la secuencia arveja/maíz – trigo/soja con un 16% más de resultado económico que la secuencia tradicional Soja1° - trigo/soja seguida por la secuencia arveja/soja – trigo/soja con un incremento del 8%. La secuencia colza/soja – trigo/soja presentó un MB acumulado similar a la rotación tradicional mientras que la monocultura trigo/soja presentó un 23% menos de resultado acumulado. Por su parte, cebada/soja – trigo/soja redujo en un 12% el MB acumulado respecto a la rotación tradicional.

Una de las premisas de la hipótesis motora del presente trabajo de Intensificación de los sistemas productivos es que, además de mejorar el MB acumulado tenemos que apuntar a generar mejores balances de carbono que eleven la productividad de los suelos en el tiempo.

En este sentido, todas las secuencias evaluadas aumentaron el aporte de rastrojos entre 3 y 4 toneladas (arv/maíz – Trigo/soja casi 7 tn) respecto a la secuencia tradicional Soja1° - Trigo/soja (Cuadro 22). Esto es difícil de transformarlo en valor económico e incorporarlo al margen bruto actual, pero los cambios ocurridos en el suelo (físicos y químicos) como consecuencia de aportes diferenciales de rastrojos en cantidad y calidad, pueden trasladarse a los cultivos siguientes modificando la captura y la eficiencia en el uso de los recursos disponibles y con ello la productividad y el margen bruto agrícola promedio

Secuencia Inicial	Aporte rastrojos kg/ha		
	Camp 2010-11	Camp 2011-12	Acumulado
Colza/soja	9749	8838	18587
Trigo/soja	10028	7094	17122
Cebada/soja	10827	7798	18625
Arveja/soja	7495	10136	17631
Arveja/maíz	11761	9489	21250
Maíz	8290	9146	17436
Soja 1°	4868	9723	14591
Probabilidad	0.00	0.00	0.00
DMS (5%)	639	830	1023

Cuadro 22: aporte de rastrojos en kg/ha diferenciado por la secuencia de cultivos inicial para las dos campañas evaluadas y como valor acumulado. Dato promedio de localidades

## 5) Conclusiones:

Conceptual: cumpliendo con los objetivos planteados, validamos la hipótesis de trabajo: el o los cultivos que precedieron a la secuencia bajo evaluación modifican la disponibilidad, captura y eficiencia de uso de alguno/s de los recursos y con ello la productividad.

### Trigos:

- Sobre antecesor maíz y soja 1° los cultivos de trigo arrancaron con el perfil completamente cargado. Sobre el resto de los cultivos antecesores, los cultivos de trigo comenzaron con 70 a 90% de Agua útil. Misma tendencia para nitratos a la siembra.
- Los rendimientos estuvieron fuertemente explicados por el n° granos cosechados asociado al n° espigas/m<sup>2</sup> fijadas en cada situación.
- Hubo un fuerte efecto del CA sobre los rendimientos explicando más del 50% de la variabilidad, con interacción con la localidad. Sin embargo, en las tres localidades, sobre antecesor arveja/soja se consiguió el mayor rendimiento seguido del antecesor soja1° y arveja/maíz. Los antecesores que generaron los menores rendimientos consistentemente en las tres localidades fueron cebada/soja y trigo/soja. Diferencias máximas de rendimiento de 1860 kg/ha; quitando trigo/soja las diferencias alcanzaron los 1070 kg/ha. Se consiguieron rendimientos similares sobre Soja 1°, Arveja/maíz y Maíz.
- Las diferencias observadas en la cantidad de radiación capturada y las mejoras en la EUR como consecuencia del CA, explicaron las diferencias de rendimiento marcadas por los cultivos de trigo.
- Las diferencias de rendimiento no estuvieron asociadas a la condición inicial de agua ni por la cantidad de recurso aprovechado (similar entre cultivos, salvo sobre trigo). Los rendimientos estuvieron explicados por las diferencias en la EUA.
- Respecto al recurso nitrógeno, el CA también tuvo efecto sobre la EUN ofertado con una clara relación con el rendimiento.
- Los cultivos de trigo planteados sobre antecesor arveja/soja, arveja/maíz y soja 1° aumentaron las EU de los recursos agua, nitrógeno y radiación en una clara relación con el índice de actividad fotosintética (Spad) cuyos valores estuvieron significativamente modificados por el CA

## Sojas 2°:

- Hubo efecto significativo del CA sobre los rendimientos, de menor magnitud que en trigo (en La Teresa misma magnitud). Interacción significativa con la localidad, mayores diferencias en la Teresa, menores en La Lucila y sin diferencias en La Libertad por efecto fecha de siembra
- El componente modificado fue el n°granos/pl. También hubo efecto sobre el P1000 granos.
- Las diferencias de rendimiento estuvieron explicadas por aumentos en la captura de radiación incidente. No hubo efectos sobre la EUR.
- No hubo efectos sobre los valores de Etc, si lo hubo sobre la EUA.

## Trigo/soja:

- EL MB presentado por los dobles cultivos trigo/soja sobre el antecesor tradicional Soja1° fue similar al conseguido sobre antecesores alternativos como Arveja/maíz y Maíz y claramente inferior a los planteados sobre antecesor arveja/soja
- El MB acumulado muestra a las secuencias Arveja/maíz – Trigo/soja y Arveja/soja – Trigo/soja con un aumento del 16 y 8% respecto a la secuencia tradicional, respectivamente.
- Todas las secuencias evaluadas aumentaron el aporte de rastrojos entre 3 y 4 Tn respecto a la rotación tradicional.