

# Universidad Nacional de Lomas De Zamora

## Facultad de Ciencias Agrarias



### ***Trabajo final de Grado***

“Influencia de la desecación química sobre el rendimiento y la dinámica de secado de diferentes órganos en genotipos contrastantes de girasol (*Helianthus annuus* L.)”.

Marco, Leandro Federico

2016

## **Índice**

Índice de cuadros.....	4
Índice de figuras.....	4
1. Resumen.....	6
2. Introducción.....	7
2.1. Importancia del girasol en Argentina.....	7
2.2. Acortamiento del periodo de cosecha mediante desecantes químicos.....	9
3. Objetivo e Hipótesis	
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivo específico.....	15
3.3. Hipótesis general.....	15
3.4. Hipótesis específica.....	15
4. Materiales y Métodos	
4.1. Genotipos.....	16
4.2. Tratamientos desecantes.....	16
4.3. Variables analizadas.....	18
4.4. Diseño experimental y análisis de los datos.....	19
5. Resultados	
5.1. Cambios de verdor foliar medidos con SPAD.....	21
5.2. Evolución de la humedad de granos.....	25
5.3. Relación entre la humedad de grano y las condiciones ambientales.....	28
5.4. Evolución de la humedad del receptáculo.....	31
5.5. Evolución de la humedad del tallo.....	34
5.6. Efectos de los desecantes sobre el rendimiento.....	37
5.7. Residuos de desecantes en granos almacenados.....	39
6. Discusión.....	39

7. Contraste de hipótesis.....	41
8. Conclusión.....	42
9. Bibliografía.....	43
10. Anexos estadísticos.....	48

## **Índice de Cuadros**

Cuadro N°1: Herbicidas desecantes autorizados y límite máximo de residuos en girasol ...	11
Cuadro N°2: Características de los híbridos de girasol usados e esta tesis.....	16
Cuadro N°3: Grado y dosis de fertilizantes aplicados.....	17
Cuadro N°4: Tipo y dosis de tratamientos desecantes aplicados.....	18
Cuadro N°5: Valores obtenidos del análisis de residuos.....	39

## **Índice de figuras**

Figura N°1: Planos de experimentos 1 (a) y el experimento 2 (b) indicando distribución de las parcelas con los genotipos y tratamientos desecantes, asignados aleatoriamente.....	20
Figura N°2: Evolución del índice de verdor en función de los días después de aplicación, para el experimento 1.....	22
Figura N°3: Evolución del índice de verdor en función de los días después de aplicación, para el experimento 2.....	24
Figura N°4: Evolución de la humedad de granos en función de los días después de aplicación en el experimento 1.....	26
Figura N°5: Evolución de la humedad de granos en función de los días después de aplicación en el experimento 2.....	27
Figura N°6: Relación entre el déficit de presión de vapor y la humedad de grano para los tratamientos control y Paraquat, en el experimento 1.....	29

Figura N°7: Relación entre el déficit de presión de vapor y la humedad de grano para los tratamientos control y Paraquat, en el experimento 2.....	30
Figura N°8: Evolución de la humedad del receptáculo en función de los días después de aplicación, para el experimento 1.....	32
Figura N°9: Evolución de la humedad del receptáculo en función de los días después de aplicación, para el experimento 2.....	33
Figura N°10: Evolución de la humedad del tallo en función de los días después de aplicación, para el experimento 1.....	35
Figura N°11: Evolución de la humedad del tallo en función de los días después de aplicación, para el experimento 2.....	36
Figura N°12: Rendimiento promedio final, experimento 1.....	37
Figura 13: Rendimiento promedio final, experimento 2.....	38
Figura 14: Rendimiento comparado de los distintos genotipos, entre el experimento 1 y 2.....	38

## **1. Resumen**

El cultivo de girasol en Argentina sufre grandes pérdidas de rendimiento por factores bióticos (insectos, hongos, aves) y abióticos (vuelco, quebrado) en el periodo entre llenado de granos y cosecha. Por ello se requieren estrategias de evasión de estas adversidades, como la aplicación de desecantes químicos para acelerar la tasa de pérdida de humedad. Sin embargo, se desconoce su efecto sobre la velocidad de secado de los diferentes órganos de la planta, especialmente los que ingresan a la cosechadora. El objetivo de esta tesis fue analizar el impacto de diversos desecantes sobre la tasa de secado de los granos, receptáculo y tallo, en genotipos contrastantes de girasol. Se realizaron 2 experimentos a campo en Buenos Aires, en 2 fechas de siembra: 17/11/14 (experimento 1) y 17/12/14 (experimento 2), aplicando tres desecantes químicos: i) Paraquat, ii) Carfentrazone y iii) Saflufenacil (en dosis recomendadas en el marbete) a genotipos de girasol aceitero contrastantes en verdor y composición de aceite: a) Paraíso 20 (genotipo tradicional de rápida senescencia, b) Syn 3825 (genotipo tradicional con carácter stay-green) c) Olisun 4 (genotipo alto oleico con carácter stay green), cuando los granos tenían 15% y 35% de humedad (experimento 1 y 2, respectivamente). El diseño utilizado fue un DCA con 2 repeticiones. Los datos se analizaron mediante ANOVA con 5 % de significancia. La aplicación de desecantes no provocó efectos negativos en el rendimiento. Los desecantes aceleraron la tasa de secado, en distinta magnitud, según el órgano considerado. Capítulos y tallos se secaron más lentamente que los granos, aun aplicando desecantes. Paraquat fue el desecante más efectivo. La pérdida de verdor no se asoció con las tasas de secado de ninguno de los órganos. Se concluye que, para las condiciones de este ensayo, el secado químico de los genotipos modernos de girasol estudiados resulta útil para adelantar la cosecha entre 8 y 12 días, especialmente con Paraquat y Saflufenacil, sin afectar el rendimiento ni dejar residuos en los granos almacenados. Sin embargo, el tallo y receptáculo permanecen más húmedos que los granos, incluso aplicando desecantes.

## **2. Introducción**

### **2.1. Importancia del girasol en la Argentina:**

En la actualidad, Argentina es uno de los principales productores de girasol a nivel mundial, con 1,25 millones de hectáreas sembradas a nivel país en la campaña 2015/2016 (FAOSTAT, 2016). Por encima se encuentra Rusia y Ucrania con 6,4 y 5,2 millones de ha, respectivamente. Para 2016/2017 las expectativas de producción son muy optimistas. Se estima una producción mundial de 45 millones de toneladas, de la cual Rusia y Ucrania aportan el 50%. Argentina tendrá su mayor cosecha de la última década, con una superficie estimada de 1,7 millones de hectáreas y producción estimada de 3,6 millones de toneladas, equivalente al ocho por ciento de la producción mundial (Andreani, 2016).

Una de las fortalezas dentro de la producción de ésta oleaginosa es su oferta variada de calidad de aceite, la cual incluye girasol confitero y aceitero, con calidad de aceite tradicional y alto oleico. En los híbridos aceiteros tradicionales, los frutos contienen 40-55% de aceite, 10% de ácidos grasos saturados, 15 - 30% de ácido oleico (18:1) y 55 - 75% de ácido linoleico (18:2) (BCR, 2014). El girasol alto oleico es aquel cuyo aceite contiene más del 75% de ácido oleico (CAA, 2016). Variedades alto oleico alcanzan el 80-85% de ácido oleico, y recientemente existen las denominadas variedades ultra oleico (UHO) que superan el 90% de ácido oleico (Advanta, 2016). La composición de ácidos grasos define la aptitud del aceite para diferentes usos. Los aceites poliinsaturados (con alto linoleico y linolénico, 18:2 y 18:3, respectivamente) son beneficiosos para la salud, ya que son ácidos grasos esenciales. No obstante, hay que tener en cuenta que cuanto más insaturado es un aceite (mayor número de dobles enlaces) mayor es la susceptibilidad a la autooxidación, que ocurre cuando éste se pone en contacto con el aire, alterándose así, la calidad del aceite. La composición de ácidos grasos del aceite está controlado por factores genéticos y ambientales, tanto en los cultivares tradicionales como en los alto oleico (Izquierdo y

Aguirrezábal, 2008; Angeloni et al, 2016). Los genotipos alto oleico suelen ser más estables en su composición acídica frente a cambios de temperatura y radiación, y recientemente se han descrito nuevos genotipos con elevada estabilidad (Alberio *et al*, 2016).

Según un informe del USDA, en comparación con la campaña 2015/16, la producción mundial de las 7 principales oleaginosas crecerá 4,6%; mientras que el consumo se incrementará 3,2%. En tanto, la producción de girasol crecerá 10,8%, unas 4,29 millones de toneladas; mientras que el crushing subirá 10,2%. También pronostica una producción Argentina de 3,3 millones de toneladas, lo que supondría un área sembrada de 1,6 millones de hectáreas, un estimativo similar al realizado por la Bolsa de Cereales. Esta producción tiene como destino el mercado interno de aceite comestible y sus derivados, producción de biodiesel y exportación. El grueso se exporta (dos tercios del total) y el resto se refina principalmente para consumo doméstico (aceite comestible) y, en menor proporción, para uso industrial (margarinas, mayonesas, galletitas y otros alimentos). Los subproductos de la industria aceitera (harinas proteicas y tortas) se procesan y transforman en pellets para la fabricación de alimentos balanceados (CIARA, 2016). En tanto, Ucrania se quedará con una cosecha de 13,5 millones de toneladas, con una suba interanual del 20%. También crecerán las ofertas de girasol de la Unión Europea y de Rusia. Por otro lado, la producción de los 9 principales aceites crecerá 5,1%, mientras que el consumo lo hará al 3,2%, en particular, la producción de aceite de girasol crecerá 10,2% (ASAGIR 2016). El aumento de la superficie sembrada con girasol alto oleico marca una ventaja competitiva para Argentina, siempre y cuando el mercado no se deprima por la sobreoferta de alto oleico de Ucrania (Andreani, 2016). Otra limitante a la producción a tener en cuenta es el bajo nivel de insecticida (DDPV) permitido en grano y aceite de girasol por la legislación europea. En suma, teniendo en cuenta los factores del mercado externo, en los próximos años el panorama para el cultivo de girasol en Argentina es alentador, ya que la quita total de retenciones (que antes era del

32% para el grano y 30% para el aceite) aumentó la competitividad del cultivo. Además, Argentina es hoy uno de los mayores referentes mundiales en ciencia y tecnología para girasol, logrando alto rendimiento promedio nacional (1700 kg/ha) comparado con los principales países productores (ASAGIR, 2016), generando nuevas tecnologías y genética de primer nivel en los principales semilleros mundiales de girasol.

## **2.2. Acortamiento del periodo de cosecha mediante desecantes químicos.**

Los cultivos de girasol frecuentemente sufren el ataque de diferentes plagas (insectos, hongos y aves) en el período comprendido entre el llenado de grano y la cosecha. Por ello, es necesario realizar un adecuado manejo integrado de adversidades, monitoreo y control de las enfermedades y plagas de fin de ciclo más importantes en girasol, especialmente *Sclerotinia* y *Verticillum*, y los complejos de orugas defoliadoras y chinches (RIAN, 2006). Ya desde el año 2010 se alertaba sobre el aumento en los 5 años anteriores del ataque de aves (palomas y cotorras) en forma exponencial, especialmente en el período de maduración y secado del cultivo (Canavelli, 2010). Desde ASAGIR, el Ing. Carlos Feoli informaba sobre el ataque de palomas torcaza en varias regiones del país en la campaña 2014/15 (Monguillot, 2015). Ésta plaga, dentro del territorio argentino, se convirtió en el enemigo más importante para el girasol, debido a que sus irregulares ataques desconciertan a los productores, llevando a que éstos se resignen a sembrarlo (Farrell y Zuil, 2014).

En general las adversidades bióticas generan cuantiosas pérdidas de pre-cosecha, del orden del 180 a 300 kg/ha debido a insectos y entre 400 a 1200 kg/ha por ataque de pájaros (ASAGIR, 2008), superando el límite de 70 kg/ha que propone el INTA como límite tolerable para nuestro país (Bragachini, 2012). Entre las estrategias para disminuir el ataque por pájaros, técnicos de INTA recomiendan evitar las siembras muy tempranas, aumentar la densidad de cultivo, elegir cultivares de cabeza volcada y acortar el tiempo a cosecha del cultivo para minimizar el ataque de pájaros (Farrell, 2010; Zuil, 2013; Farrell y Zuil, 2014).

Los desecantes químicos permiten anticipar la cosecha y escapar a las adversidades bióticas y abióticas durante el período de desecación de los frutos, luego de madurez fisiológica.

Existen pocos principios químicos registrados o en proceso de aprobación como desecantes en el cultivo de girasol (Cuadro 1). Los desecantes pueden emplearse tanto en cultivos destinados a la producción de granos (industria aceitera) como en aquellos destinados a la producción de semillas híbridas (industria semillera). En el primer caso resulta importante establecer los efectos sobre el rendimiento, las pérdidas de cosecha y la calidad e inocuidad de los granos almacenados, que luego serán destinados al consumo humano.

Para ello, se clasifican los fitoterápicos de acuerdo a su toxicidad aguda utilizando la dosis letal mediana (DL50) indicada por la Organización Mundial de la Salud, incluyendo: Clase I a: Sumamente peligroso, I b: Muy peligroso, Clase II: Moderadamente peligroso, Clase III: Poco peligroso, y Clase IV: Normalmente no ofrece peligro. El uso de desecantes de clases toxicológicas I y II, como el Paraquat, se encuentra permitido actualmente en 90 países, incluyendo a Argentina y países del Mercosur (pero exceptuando la Unión Europea), sin embargo en nuestro país estaría en proceso de prohibición (de acuerdo a la legislación provincial bonaerense, Ley N° 10.699: Protección de la salud humana, recursos naturales y la producción agrícola mediante el uso racional de productos químicos o biológicos, y su Decreto Reglamentario N° 499/91. Por ello, es necesario evaluar alternativas de uso de desecantes que correspondan a clases toxicológicas menos riesgosas (Cuadro 1).

**Cuadro N° 1.** Herbicidas desecantes autorizados y límite máximo de residuos (LMR) permitido en girasol en Argentina. Fuente: Ana María Gi Giulio (SENASA)

<b>Producto</b>	<b>Clase Toxicológica</b>	<b>Aptitud</b>	<b>LMR (mg/kg)</b>
Diquat dibromuro	II	Desecante-Herbicida	1,00
Carfentrazone etil	IV	Defoliante-desecante-herbicida	0,02
Flumioxazin	IV	Herbicida	0,02
Paraquat dicloruro	II	Defoliante-desecante-herbicida	0,05
Glifosato/glifosato ácido	IV	Herbicida	0,20

Estudios realizados, sobre control de plagas en granos almacenados de girasol, informan que la utilización de insecticidas (Pirimifós Metil, Deltametrina + Butóxido de Piperinilo y DDVP), dejan residuos tóxicos, superiores a los LMR impuestos por la Argentina y la UE, sobre los granos aun después de 180 DDA, en cambio el insecticida fumigante Fosfina, no ha dejado residuos incluso a los 0 DDA. (Carpanello *et al.*, 2015) Estos resultados perjudican a aquellos granos destinados a la producción de aceite, ya que por presentar contenidos superiores a los LMR impuestos por UE, no se permiten la exportación de este producto. Por lo expuesto, se recomienda utilizar fosfina durante el almacenamiento de girasol, por ser éste un pesticida de bajo nivel de residuos. (CPIA., 2015).

Se ha demostrado que la aplicación de productos desecantes, solos o en mezclas (Paraquat; Carfentrazone + glifosato) en girasol acortan periodos de senescencia, y después de madurez fisiológica, permiten reducir la humedad del grano anticipando la cosecha en 5 días luego de la aplicación (Farrell, 2010). Resultados recientes en la producción de semilla

híbrida en Venado Tuerto muestran adelantos en la cosecha de plantas hembra desecadas con Paraquat, en el rango de 35 a 45 días con respecto al control (Szemruch *et al.*, 2014).

En varios cultivos, los antecedentes bibliográficos muestran una marcada dependencia del estado de madurez del cultivo (humedad de los granos) en cuanto al efecto de los desecantes sobre el rendimiento. La aplicación de Paraquat con 40 % de humedad en colza (*Brassica napus* L.) ocasionó aumentos en la velocidad de secado de las semillas sin producir efectos adversos sobre el rendimiento. (Esfahani *et al.*, 2012). Estudios realizados en soja (*Glycine max*) con aplicaciones de Paraquat, mostraron reducciones en el rendimiento de hasta un 35 % cuando se aplicó en estadios temprano (R6), mientras que en estadios cercanos a madurez fisiológica (R7.3), no se observaron diferencias de rendimiento en comparación con el testigo (Lamego *et al.*, 2013). En poroto (*Phaseolus vulgaris* L.), la aplicación de diferentes desecantes (diquat, Carfentrazone-ethyl, Glufosinato de amonio, Flumioxazin y Saflufenacil), solos o combinados con Glifosato, alrededor del 20-25% de humedad de grano, aceleraron la cosecha sin reducir el rendimiento (Soltani *et al.*, 2013). Los mismos resultados fueron observados en el cultivo de algodón (*Gossypium* spp.) utilizando Saflufenacil solo o asociado (Germano dos Santos *et al.*, 2014). De la misma manera, la aplicación de glifosato y Paraquat en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en madurez fisiológica (grano pastoso), no provocaron efectos negativos en el rendimiento (Calviño *et al.*, 2002; Bellé *et al.*, 2014).

En el caso del girasol, las semillas alcanzan la madurez fisiológica con 38 % de humedad en girasol aceitero (Rondanini *et al.*, 2007) y 40% en confitero (Gesch y Johnson, 2012), mientras que la madurez de cosecha requiere porcentajes de humedad inferiores al 16-18%, compatibles con la cosecha mecánica de los granos. Así Rana *et al.* (1989) mencionan que el Paraquat, solo o combinado con otros desecantes, no produce modificaciones significativas del rendimiento cuando se aplica, con menos de 24% de

humedad. Por su parte, Shafiullah *et al.* (2001) detectaron diferencias significativas en el rendimiento, en función de las dosis y tipo de desecantes (Diquat y Clorato de sodio, entre otros) aplicados más temprano, a los 15 días después del inicio de llenado de granos. Aplicaciones de Saflufenacil, Glifosato y Paraquat con 50% de humedad en grano no redujeron el rendimiento, aunque se detectó una ligera disminución en el contenido de aceite (Stahlman *et al.*, 2010). En contraste, Howatt *et al.* (2009) hallaron reducciones en el rendimiento en híbridos comerciales de girasol desecados con 50 % de humedad. Dentro de los resultados reportados para aplicaciones de desecantes (incluyendo Paraquat, Carfentrazone, Glifosato y Saflufenacil) en el rango de 40-35% de humedad, Howatt *et al.* (2009), Endres (2008), Endres y Hendrickson (2009) y Stahlman *et al.* (2010) no obtuvieron cambios significativos en el rendimiento. La aplicación de Diquat con 25-30% de humedad, no produjo efectos sobre el rendimiento (Da Silva, 2011). En híbridos desecados prematuramente en madurez fisiológica con 35% de humedad, Larson *et al.* (2008) no detectaron cambios significativos en el rendimiento, pero observaron reducciones en algunos años y localidades cuando el desecante se aplicó con 50% de humedad en híbridos stay-green (*i.e.*, híbridos que retardan su senescencia). En girasol, existen híbridos stay-green funcionales (no sólo cosméticos), que aumentan la producción de biomasa corregida por aceite entre antesis y madurez fisiológica, aumentan la EUR y otorgan mayor resistencia al quebrado del tallo (de la Vega *et al.*, 2011). En USA existen reportes sobre la necesidad de monitorear la humedad de semillas, en lugar de usar indicadores visuales, para decidir el momento de cosecha, evitando la excesiva humedad del capítulo que en la cosechadora provoca atascamiento (*gumming*) del sistema de limpieza (NSA, 1998). Evaluaciones de la producción de semillas en Venado Tuerto (2011 y 2012), con cinco genotipos hembra desecados con Paraquat con 30% de humedad de grano, no mostraron variaciones significativas en el rendimiento, en ningún genotipo (Szemruch *et al.*, 2016).

En tratamientos con Saflufenacil, Stahlman *et al.* (2010) indicaron que los capítulos y tallos de girasol se secan más lentamente que las semillas/granos. Larson *et al.* (2008) también detectaron que la pérdida de humedad de granos, capítulos y tallos en girasol se acelera en diferentes proporciones al aplicar Paraquat, con mayor impacto en híbridos stay-green. En otros cultivos también se observan diferencias en la velocidad de desecación de diferentes órganos de las plantas. Marchiori *et al.* (2002), observaron que con la aplicación de Carfentrazone y Paraquat produjeron un 88% y 90 %, respectivamente, de desecado en plantas de soja a los 5 días después de aplicación y que ambos llegaron al 100% 2 días después. En algodón (*Gossypium spp.*), la utilización de Saflufenacil (más Etephon y Cyclanilide) provocó el 60% de defoliación a los 5 días después de aplicación (Dos Santos *et al.*, 2014).

Los numerosos antecedentes enunciados indican que: a) se debe aplicar desecantes con % humedad de grano menores a 38-40% (MF) a fin de evitar pérdidas de rendimiento, b) aplicar desecantes con demasiado baja humedad de granos no se justifica dado que acortan el periodo de secado sólo unos pocos días, c) la acción desecante depende del producto utilizado, el estado del cultivo y las condiciones ambientales, y d) la dinámica de secado es diferente en cada órgano vegetal (hojas, tallos, granos). Todavía no se han estudiado los efectos de diferentes desecantes sobre las dinámicas de secado de los granos, capítulos y tallos de híbridos modernos de girasol, en genotipos de girasol contrastantes en su velocidad de senescencia y en su composición de aceite, y en las condiciones de producción locales. Conocer esto es un paso necesario para analizar la conveniencia de la aplicación de desecantes, en función de: i) el adelantamiento de la cosecha que producen, ii) el secado diferencial de todas las estructuras que ingresan a la cosechadora (granos, capítulo y tallos), y iii) el balance entre efectividad y riesgo toxicológico de los diferentes desecantes.

### **3. Objetivos e hipótesis**

#### **3.1. Objetivo general**

El objetivo general de la tesis es analizar el impacto de diferentes desecantes, aplicados después de madurez fisiológica, sobre la dinámica de secado de plantas y el rendimiento en genotipos modernos de girasol contrastantes en calidad de aceite y velocidad de senescencia.

#### **3.2. Objetivo específicos**

- 1) Evaluar el impacto de diferentes desecantes sobre la pérdida de humedad en diferentes órganos de la planta de girasol (semillas, tallo y capítulo).
- 2) Evaluar el impacto de diferentes desecantes sobre el rendimiento del cultivo de girasol.

#### **3.3. Hipótesis General**

El uso de desecantes, aplicados después de madurez fisiológica, altera diferencialmente la dinámica de secado de plantas, sin afectar el rendimiento.

#### **3.4. Hipótesis Específicas**

- 1) La aplicación de desecantes acelera diferencialmente la tasa de secado en los diferentes órganos de la planta de girasol, en todos los genotipos utilizados.
- 2) Los productos desecantes, aplicados después de madurez fisiológica, no influyen sobre el rendimiento final del cultivo de girasol.

## **4. Materiales y métodos**

### **4.1. Genotipos**

Durante la campaña 2014/2015 se realizaron dos experimentos en el campo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (34° 35´ S 58° 29´ O). El experimento 1 se sembró el 17/11/14 y el experimento 2 se sembró un mes más tarde, el 17/12/14. En ambos experimentos se utilizaron 3 genotipos híbridos aceiteros (Cuadro 2) contrastantes en su composición de aceite y velocidad de senescencia.

**Cuadro N° 2.** Características de los híbridos de girasol usados en esta tesis. Fuente: Catálogo de semilleros.

<b>Nombre</b>	<b>Tipo de aceite</b>	<b>Color de aquenio</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Tipo de Senescencia</b>	<b>Empresa</b>
<b>Paraíso 20</b>	tradicional	negro	Intermedio	Rápida	Nidera
<b>Syn 3825</b>	tradicional	negro	Medio/corto	Stay-green	Syngenta
<b>Olisun 4</b>	Alto oleico	50% negro y 50% estriado	Largo	Stay-green	Advanta

Los genotipos se sembraron a mano, en 3 surcos de 3 m de largo, distanciados 0,70 m. A los 15 días desde la siembra (en el estadio de V4 de la escala de Schneiter y Miller, 1981) se raleo el cultivo a una densidad de 5,7 pl/m<sup>2</sup>. Las malezas se controlaron manualmente, con mejor control en el Exp. 1 que en Exp. 2 (donde la presencia de *Cynodon dactylon* L, gramón fue más difícil de controlar). Se realizaron aplicaciones de fungicida preventivo (Tebuconazole 25% 4 ml/L en V6) e insecticidas (en R6 se aplicó Cipermetrina 25% 2 ml/L para control de orugas defoliadoras). A fin de asegurar una adecuada fertilidad, se aplicó Triple 15 y Urea, alcanzando una dosis de 39 kg N/ha, 10 kg P/ha y 10 kg K/ha (Cuadro 3),

incorporándolos al costado de la hilera, a los 43 días después de la siembra (Exp. 1) y a los 28 días (Exp. 2), aportando la misma dosis en cada fecha.

**Cuadro N°3.** Grado y dosis de los fertilizantes aplicados.

Fertilizante	Grado		
	N	P	K
<b>Triple 15</b>	15	15	15
<b>Urea</b>	46	0	0
<b>Dosis (kg/ha)</b>	39	10	10

En el estadio R4, 10 capítulos por parcela, fueron tapados con bolsas de poliamida, para evitar el daño por aves. En el experimento. 1, la floración (R5.1) se inició el día 23/1/15 en Paraíso 20 y Syn 3825, y el 26/1/15 en Olisun 4. En el experimento 2 la floración fue más despereja, y se inició el 14/2/15 en Syn 3825 y aproximadamente una semana más tarde en Paraíso 20 y Olisun 4.

#### 4.2. Tratamientos desecantes

Se aplicaron tres tratamientos desecantes químicos: Paraquat (nombre comercial Gramoxone), Saflufenacil (nombre comercial Heat) y Carfentrazone (nombre comercial Affinity) a las dosis recomendadas en los marbetes para tal uso (Cuadro 4). El coadyuvante utilizado fue aceite mineral parafínico (Nimbus, Syngenta). Se pulverizó manualmente con mochila, usando boquillas de cono hueco, sobre el surco central de cada parcela, destapando los capítulos antes de la aplicación y colocando cortinas plásticas en los laterales de cada parcela durante la aplicación, para evitar deriva del producto. Además se mantuvieron parcelas *Control sin tratar* (secado natural).

Los desecantes se aplicaron entre R7 y R8, pero la humedad de los granos al momento de aplicación varió entre experimentos. En el Experimento 1, los desecantes se aplicaron el 11/03/2015, con menor porcentaje de humedad de grano (15% en promedio) y en el Experimento 2, se aplicaron el 20/3/2015 en P20 y el 30/03/2015 en Syn 3825 y Olisun 4 con mayor porcentaje de humedad de grano (35 % en promedio).

**Cuadro N° 4.** Tipo y dosis de tratamientos desecantes aplicados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Empresa</b>
<b>Paraquat</b>	2 l/ha	Gramoxone	Syngenta
<b>Saflufenacil</b>	60 g/ha + 50 cc coadyuvante	Heat	Basf
<b>Carfentrazone</b>	60 cc/ha + 50 cc coadyuvante	Affinity	FMC

#### **4.3. Variables analizadas**

Durante el ensayo se determinó fenología del cultivo siguiendo la escala de Schneiter y Miller (1981). Los datos diarios de temperatura, humedad relativa y radiación diarias se obtuvieron del SMN (Anexo). Se calculó el déficit de presión de vapor (DPV) a partir de los datos diarios de temperatura y humedad, calculando la tensión de vapor actual, la tensión de vapor de saturación, y el déficit de saturación (en hectopascales, hpa). En el intervalo de 2 – 3 días se registró el índice de verdor de las 6 hojas superiores de 5 plantas, utilizando el medidor de clorofila SPAD 502 (Minolta). En los testigos, la senescencia natural producida en sentido acrópeto, fue ligeramente más notoria en Paraíso 20 (híbrido tradicional) respecto de los otros dos híbridos stay-green (ver fotografía en el Anexo).

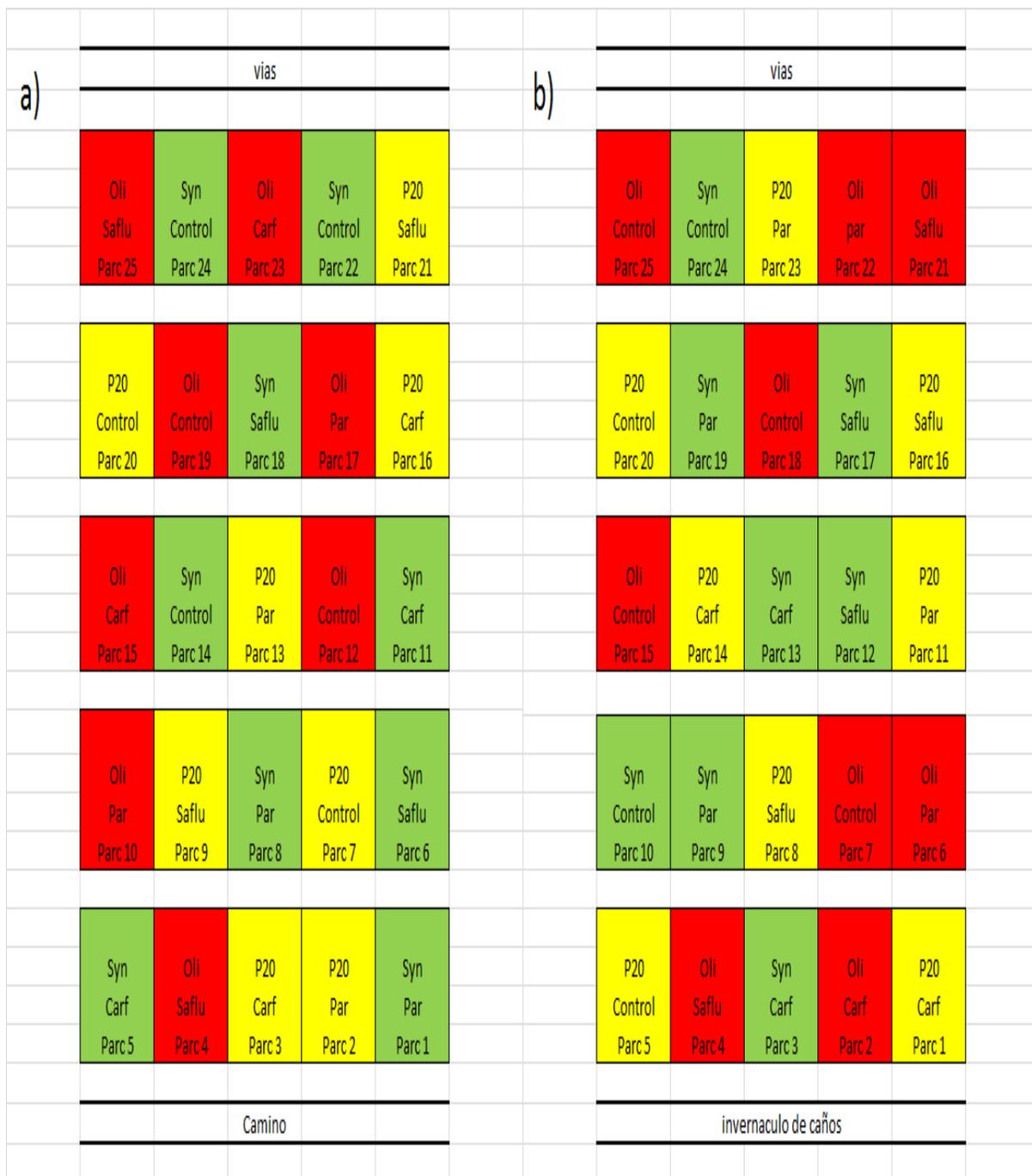
En cada fecha de muestreo, se cosecharon 2 plantas de cada tratamiento y se separaron en los diferentes órganos: a) tallo: segmento de 10cm de longitud, por debajo de la hoja más cercana al capítulo; b) capítulo: fracción correspondiente a un 1/8 del capítulo, c) granos en la fracción correspondiente a 1/8 del capítulo. Para cada órgano, se determinó el peso fresco y peso seco hasta peso constante secado en estufa a una temperatura de 60°C. El porcentaje de humedad (en base húmeda) se calculó según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad (base húmeda)} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

El rendimiento se determinó a partir del peso seco de los granos de 5 plantas por parcela en la última fecha de muestreo, expresándolo como rendimiento por superficie (kg/ha). Por último se analizó la presencia de residuos tóxicos de cada principio activo utilizado en los granos almacenados (permanecieron 3 meses en bolsas de papel, a temperatura ambiente dentro del gabinete). Para ello se enviaron muestras al Laboratorio de Contaminantes Químicos, CIA- INTA Castelar y mediante la utilización de cromatógrafo de gases, se realizaron las determinaciones correspondientes.

#### **4.4. Diseño experimental y análisis de los datos**

En cada experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 2 repeticiones, con arreglo factorial de genotipos y tratamiento de secado (Figura N°1). Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y test de comparación de medias utilizando la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC), basada en un análisis multivariado de conglomerado excluyente, con una significancia del 5%. Se utilizó el programa estadístico INFOSTAT ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)).



**Figura N°1:** Planos del Experimento 1 (a) y el experimento 2 (b) indicando la distribución de las parcelas con los genotipos y tratamientos desecantes, asignados aleatoriamente.

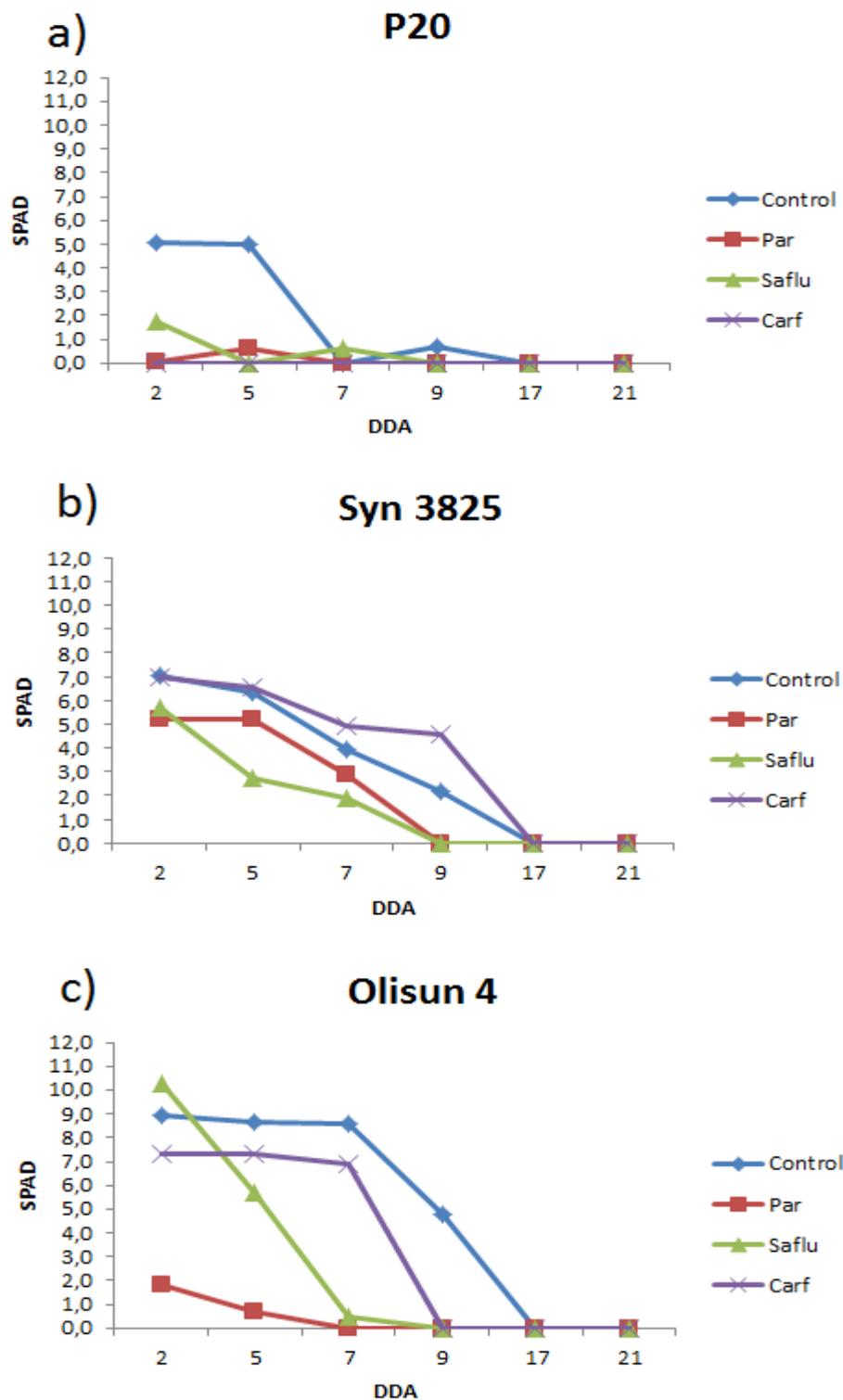
## **5. Resultados**

### **5.1. Cambios de verdor foliar medidos con SPAD**

En la Figura 2 se observa la caída del índice de verdor en el experimento 1, luego de la aplicación de los productos desecantes utilizados. Para el genotipo P20, todos los desecantes aplicados provocaron reducciones del índice de verdor entre los 2 y 5 días desde la aplicación (DDA), mientras que el Control perdió el verdor a los 7 DDA. Las variaciones observadas en el grafico no muestran diferencias significativas entre desecantes.

Para el genotipo Syn 3825, la aplicación de Paraquat y Saflufenacil provocaron reducción del indice de verdor entre los 2 y 9 DDA, mientras que Carfentrazone demostró su efecto final más tarde, a los 17 DDA, en forma similar al Control (Figura 2). Incluso, Carfentrazone parece haber retardado la senescencia en este genotipo.

Para el genotipo alto oleico, Olisun 4, Paraquat y Saflufenacil provocaron reducciones del verdor entre los 2 y 7 DDA (siendo más efectivo inicialmente el Paraquat), mientras que Carfentrazone tuvo efecto a los 9 DDA, y el Control perdió su verdor más tarde, a los 17 DDA (Figura 2).



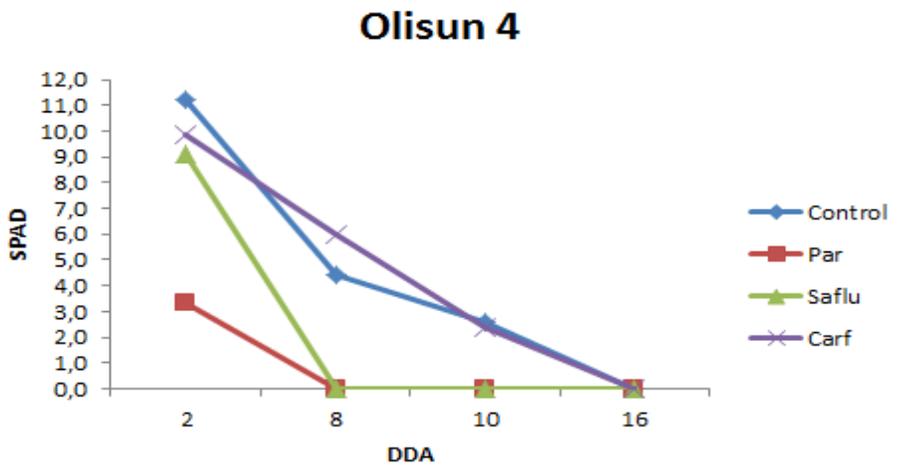
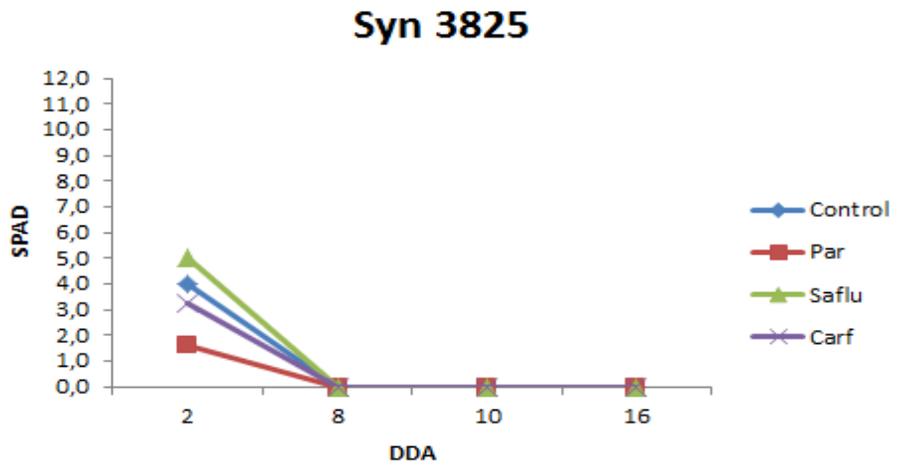
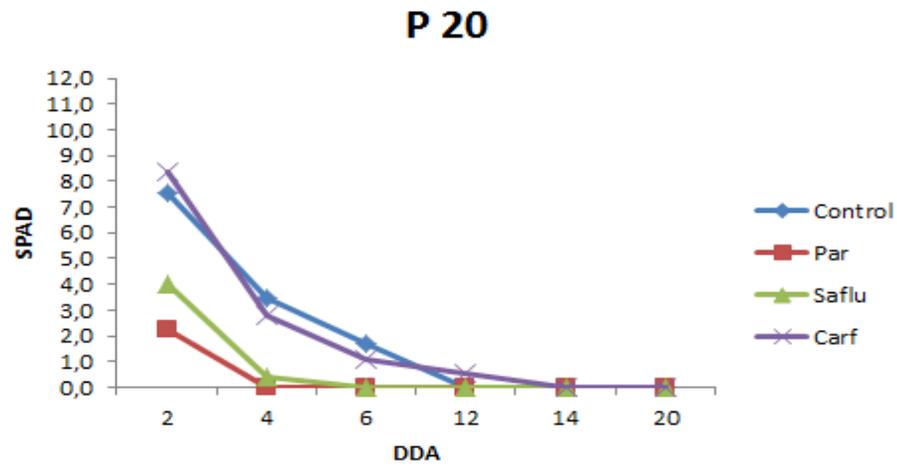
**Figura 2:** Evolución del índice de verdor (SPAD) en función de los días después de aplicación (DDA), en el experimento 1.

En el experimento 2 (Figura 3), para el genotipo P20 se redujo del índice de verdor entre los 2 y 4 DDA con Paraquat y Saflufenacil, siendo Paraquat el desecante más rápido en actuar. Carfentrazone disminuyó el verdor en escasa magnitud, presentando una dinámica muy similar al Control, perdiendo el verdor completamente recién a los 12 DDA.

Para Syn 3825, todos los desecantes provocaron disminuciones en el índice de verdor, entre los 2 y 8 DDA, siendo Paraquat el producto de acción más inmediata. A los 8 DDA, tanto el Control como los tratamientos desecados habían perdido completamente el verdor (Figura 3).

Para el genotipo Olisun 4, los desecantes Paraquat y Saflufenacil provocaron reducciones del índice de verdor entre los 2 y 8 DDA, siendo Paraquat el más efectivo. Los efectos del Carfentrazone se hicieron evidentes recién a los 16 DDA, con similar dinámica que el Control (Figura 3).

Tomando los datos en conjunto, se observó que un marcado efecto de pérdida de verdor del Paraquat, seguido por Saflufenacil, en comparación con otros tratamientos aplicados.



**Figura 3:** Evolución del índice de verdor (SPAD) en función de los días después de aplicación (DDA) en el experimento 2.

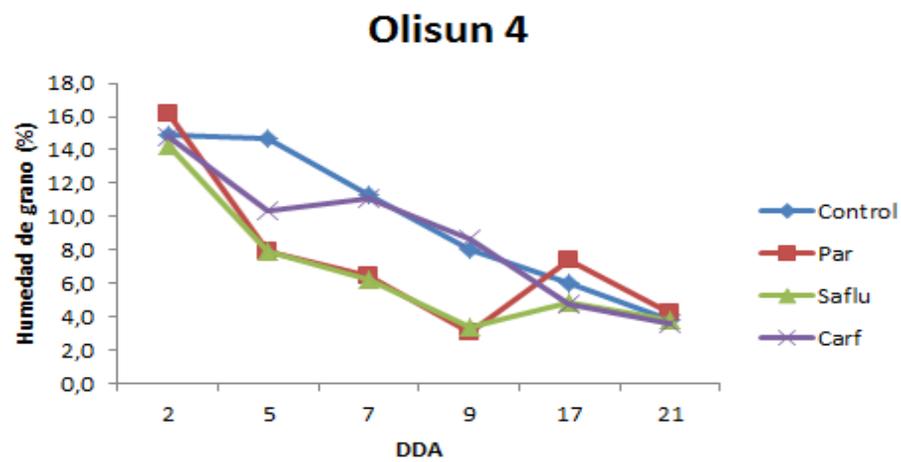
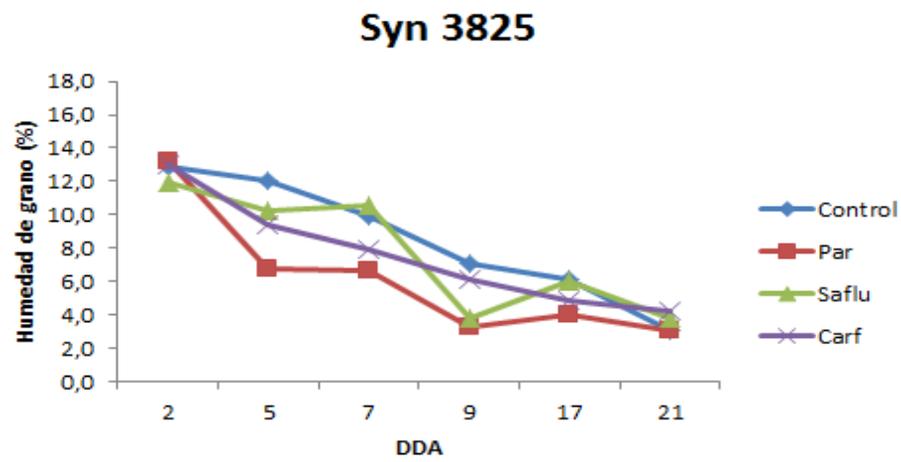
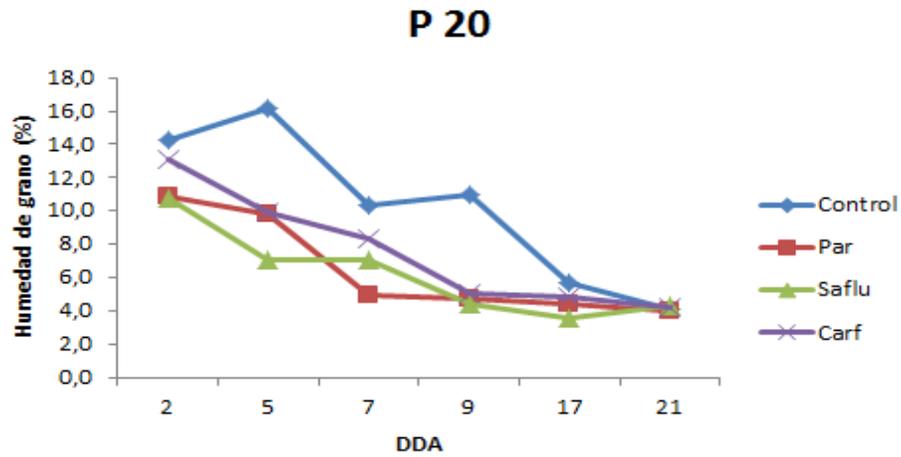
## 5.2. Evolución de la humedad de granos

En el experimento 1, los desecantes se aplicaron con relativamente baja humedad de granos (15 % en promedio). La aplicación de desecantes (Figura 4), provocó una aceleración de la tasa de secado de los granos entre los 2 y los 9 DDA, con reducciones aproximadas de 5 puntos porcentuales de humedad. En este periodo las mayores diferencias se dieron con Paraquat y Saflufenacil con respecto al Control. A partir de allí no se observan diferencias significativas entre tratamientos ni entre DDA para ninguno de los híbridos (Figura 4).

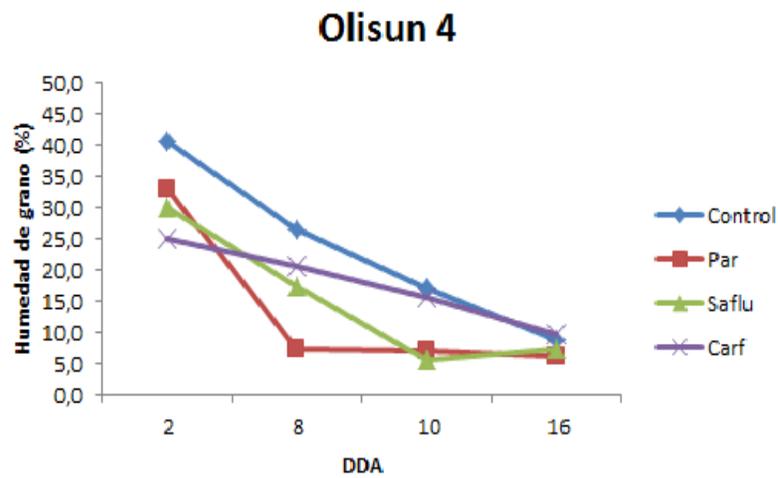
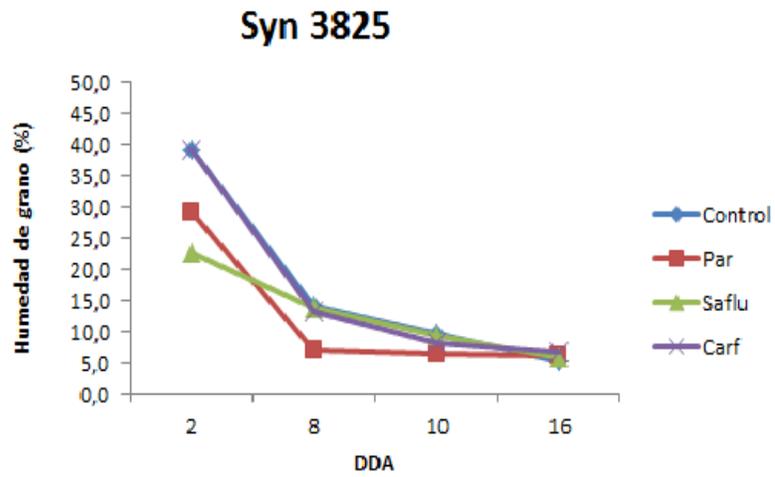
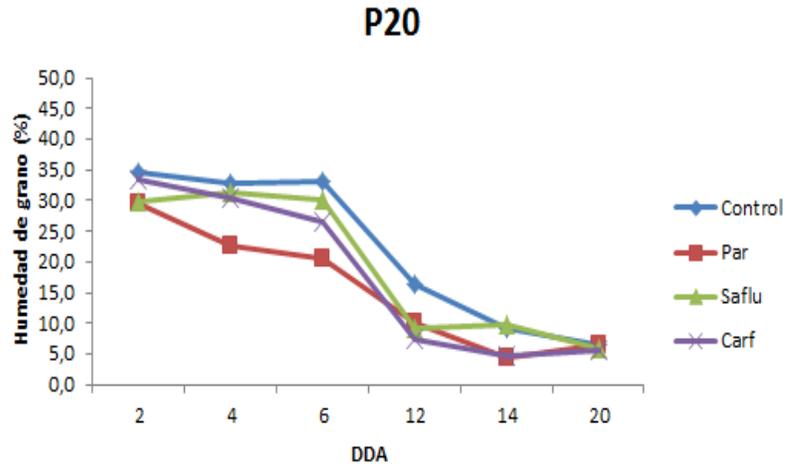
En el experimento 2, los desecantes se aplicaron con mayor humedad de granos (35% en promedio) y la dinámica de secado del grano fue variable entre genotipos y desecantes (Figura N°5), En P20 se aceleró la tasa de secado a partir los 2 DDA. El tratamiento con Paraquat redujo la humedad con mayor anticipación que el resto de los desecantes (entre 2 y 12 DDA). A partir de los 12 DDA, no se detectaron diferencias entre los desecantes. Las reducciones de humedad fueron del orden de los 25 puntos porcentuales de humedad, en promedio (Figura 5).

Para Syn 3825 y Olisun 4 la tasa de secado se aceleró entre los 2 y los 8 DDA, especialmente con Paraquat, provocando reducciones de 20 puntos porcentuales de humedad (Figura N°5). A partir de allí, en Syn 3825 no se encontraron diferencias entre tratamientos ni entre los DDA. En contraste, en Olisun 4, Paraquat y Saflufenacil, presentaron porcentajes de humedad significativamente menores en comparación con Carfentrazone y control (Figura 5).

Comparando la dinámica de humedad de granos con la dinámica de pérdida de verdor, se observan trayectorias diferentes, más lentas en la humedad de granos, por lo cual el verdor no fue un indicador visual asociado con la dinámica de humedad de granos.



**Figura 4:** Evolución de la humedad del grano en función de los días después de aplicación (DDA) en el experimento 1.



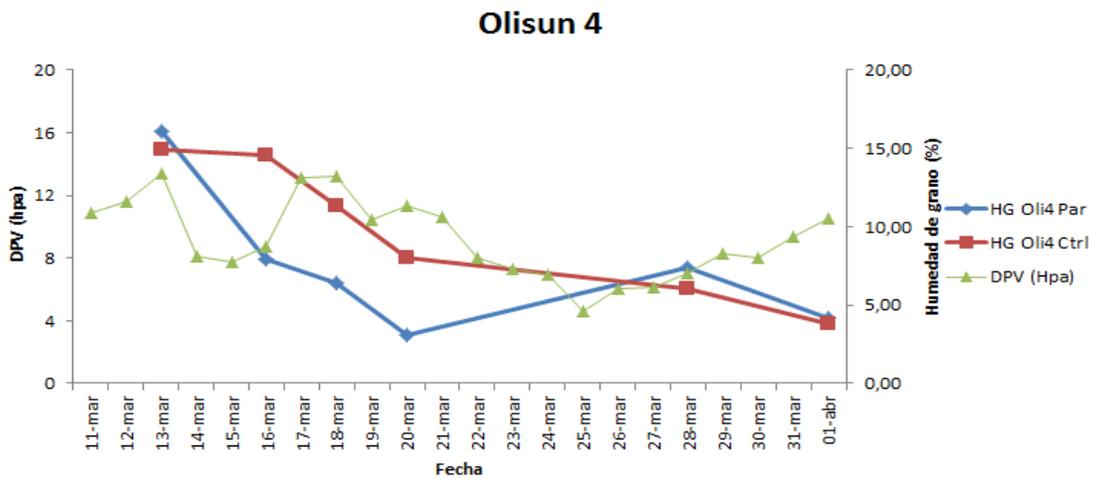
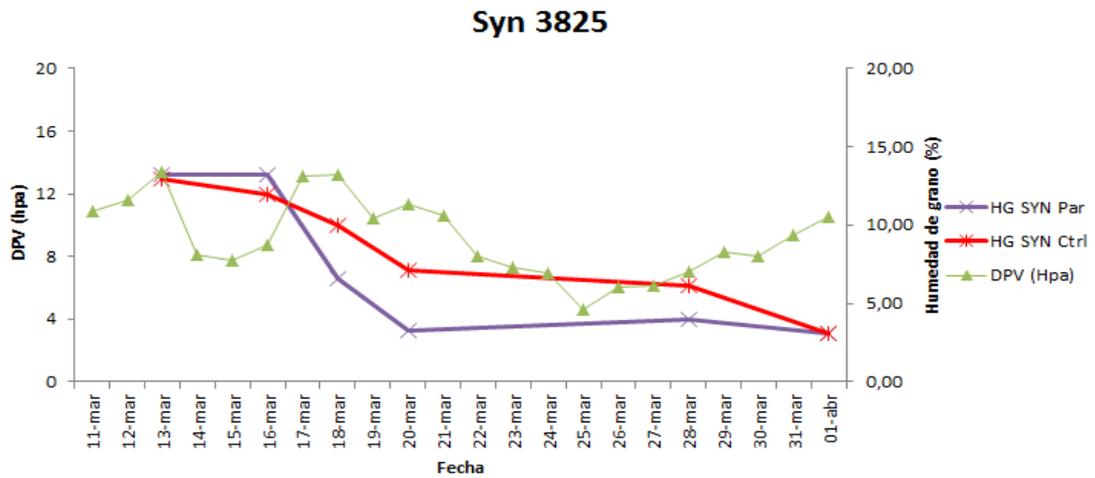
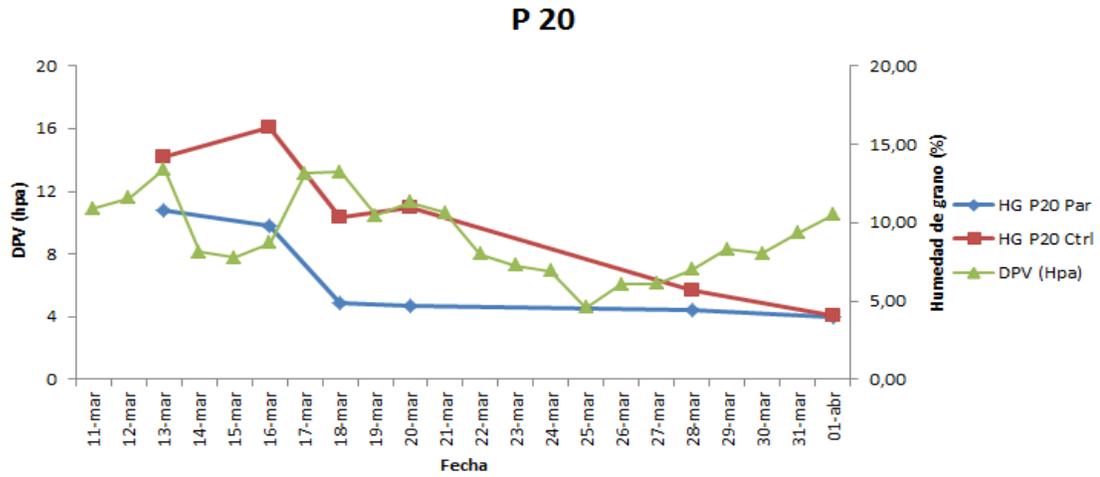
**Figura 5:** Evolución de la humedad del grano en función de los días después de aplicación (DDA) en el experimento 2.

### **5.3. Relación entre la humedad de grano y las condiciones ambientales**

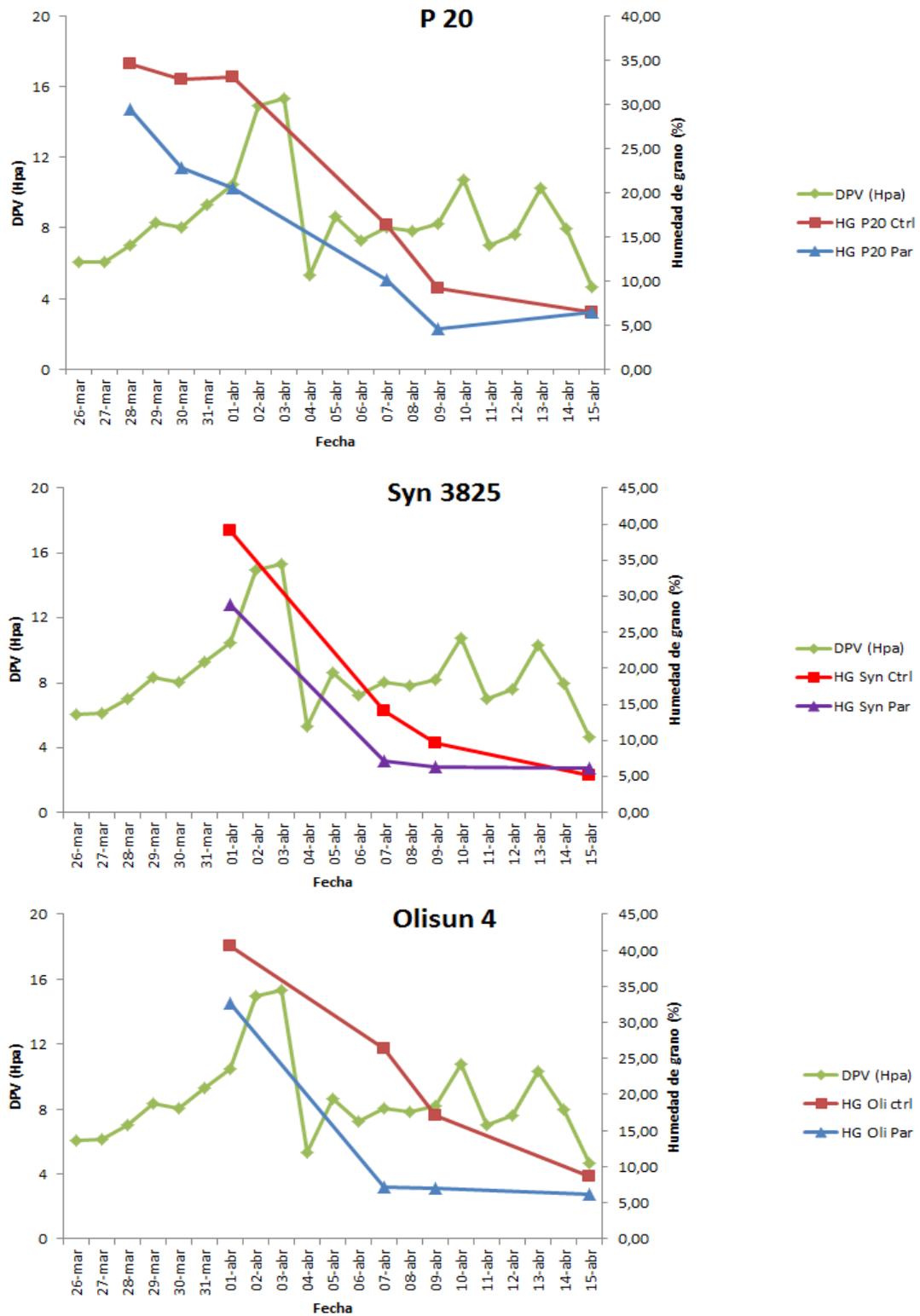
En líneas generales se puede observar que frente a un aumento en el déficit de presión de vapor, debido a un descenso en la humedad relativa ambiental (Figura 6), la pérdida de humedad de granos fue más marcada. Estos efectos se pueden observar entre los 2 (13/3/15) y 7 DDA (18/3/15) del experimento 1 (Figura 4), en donde se observa la mayor pérdida de humedad de granos.

En el experimento 2 (Figura 7), podemos observar una disminución de la humedad de grano en el genotipo P20, en los primeros días después de aplicación ya que el DPV va aumentando, favoreciendo aún más la pérdida de humedad desde los granos. Más tarde, se observa una abrupta caída del DPV, asociada a la ocurrencia de lluvias y elevada humedad relativa del aire. Estas condiciones menos favorables para el secado de grano ocurrieron a los pocos días de aplicar los desecantes en los genotipos Syn 3825 y Olisun 4 (Figura 7).

Cabe resaltar el efecto del desecante, ya que como se ilustra en las Figuras 6 y 7, las curvas que representan al desecante (Paraquat), siempre se encuentran por debajo de la curva del tratamiento control sin aplicación. Si bien las condiciones ambientales favorecen la pérdida de humedad, la utilización de desecantes acelera aún más dicho proceso.



**Figura 6:** Relación entre el déficit de presión de vapor y la humedad de grano para los tratamientos control y Paraquat, en el experimento 1.

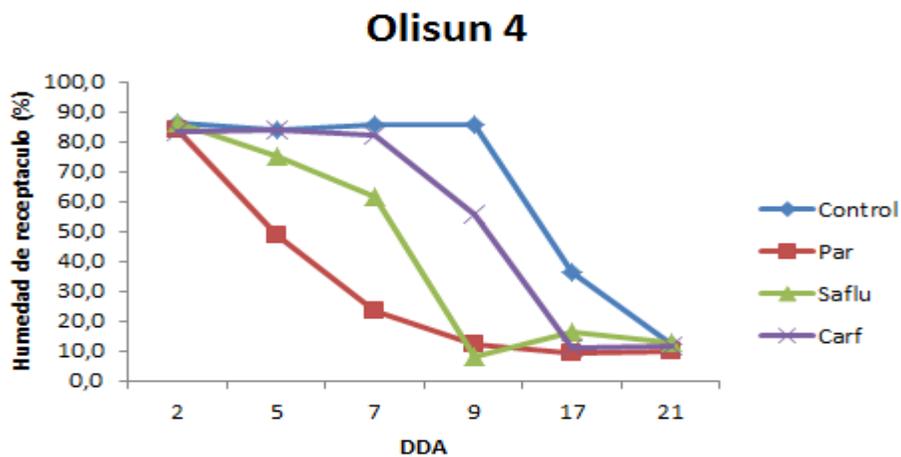
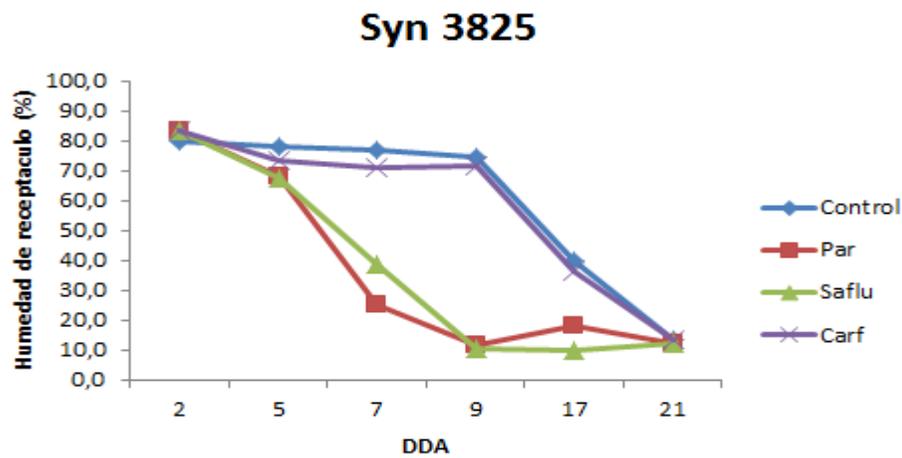
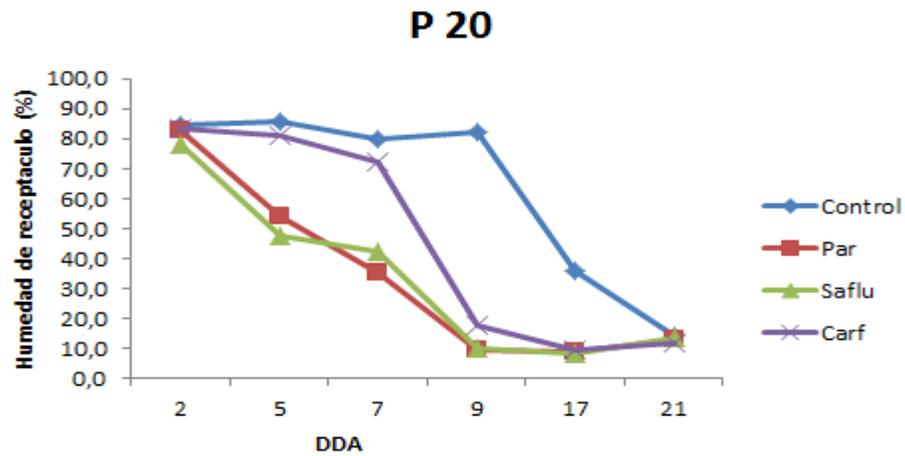


**Figura 7:** Relación entre el déficit de presión de vapor y la humedad de grano para los tratamientos control y Paraquat, en el experimento 2.

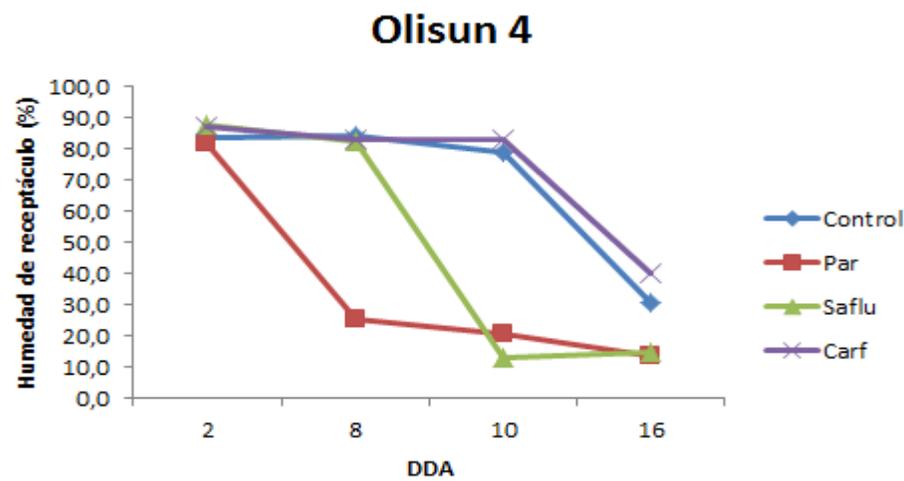
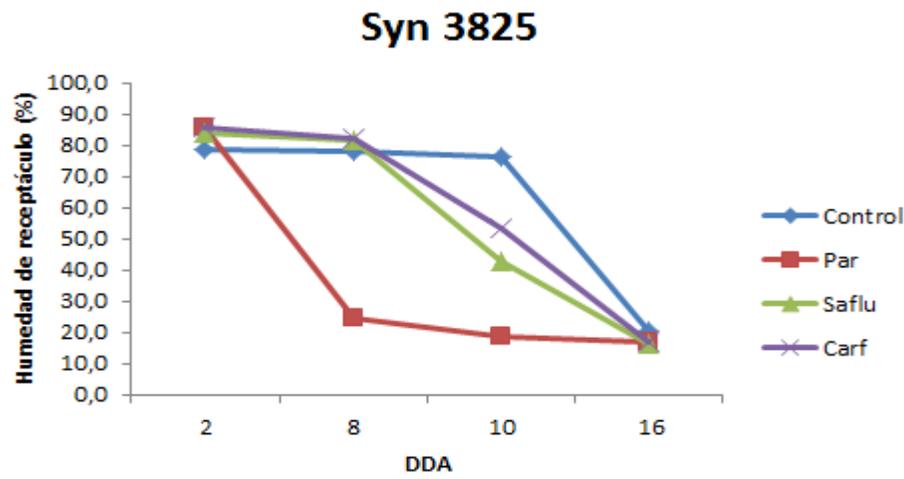
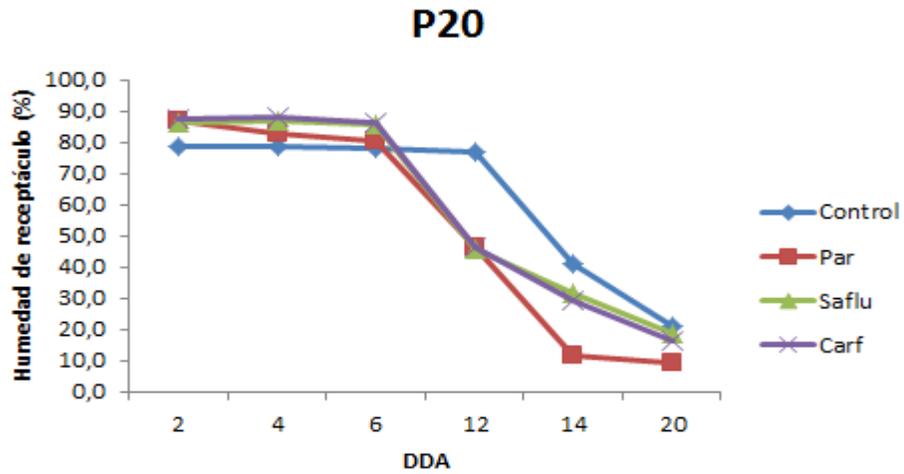
#### **5.4. Evolución de la humedad del receptáculo**

A diferencia de la humedad de los granos, el receptáculo (también llamado capítulo o cabeza) mostró un sorprendentemente elevado contenido de humedad, entre 80 y 90% inicial, en todos los genotipos y en ambos experimentos (Figura 8 y 9). La tasa de secado del receptáculo se vio acelerada con el uso de los productos desecantes. En el experimento 1 (Figura 8) para todos los híbridos, Paraquat y Saflufenacil provocaron aceleraciones en la tasa de secado del receptáculo entre los 2 y 9 DDA, con reducción de aproximadamente de 70 puntos porcentuales. Carfentrazone provocó una dinámica de secado más lenta del receptáculo que los desecantes anteriormente mencionados (Figura 8).

En el experimento 2 (Figura 9), en el genotipo P20, la humedad del receptáculo permaneció alrededor del 80 % durante los primeros 6 DDA, sin diferencias significativas entre los tratamientos. Entre los 6 y 12 DDA se observó una marcada aceleración de la tasa de secado, provocando reducciones entre 40 y 60 puntos porcentuales de humedad. En el caso de los genotipos Syn 3825 y Olisun 4, se observó una marcada aceleración de la tasa de secado entre los 2 y los 8 DDA. Paraquat fue el tratamiento que provocó una mayor aceleración de la tasa de secado, con respecto a Saflufenacil y Carfentrazone para los 3 híbridos (Figura 9).



**Figura 8:** evolución de la humedad del receptáculo en función de los días después de aplicación (DDA) para el experimento 1



**Figura 9:** evolución de la humedad del receptáculo en función de los días después de aplicación (DDA) para el experimento 2

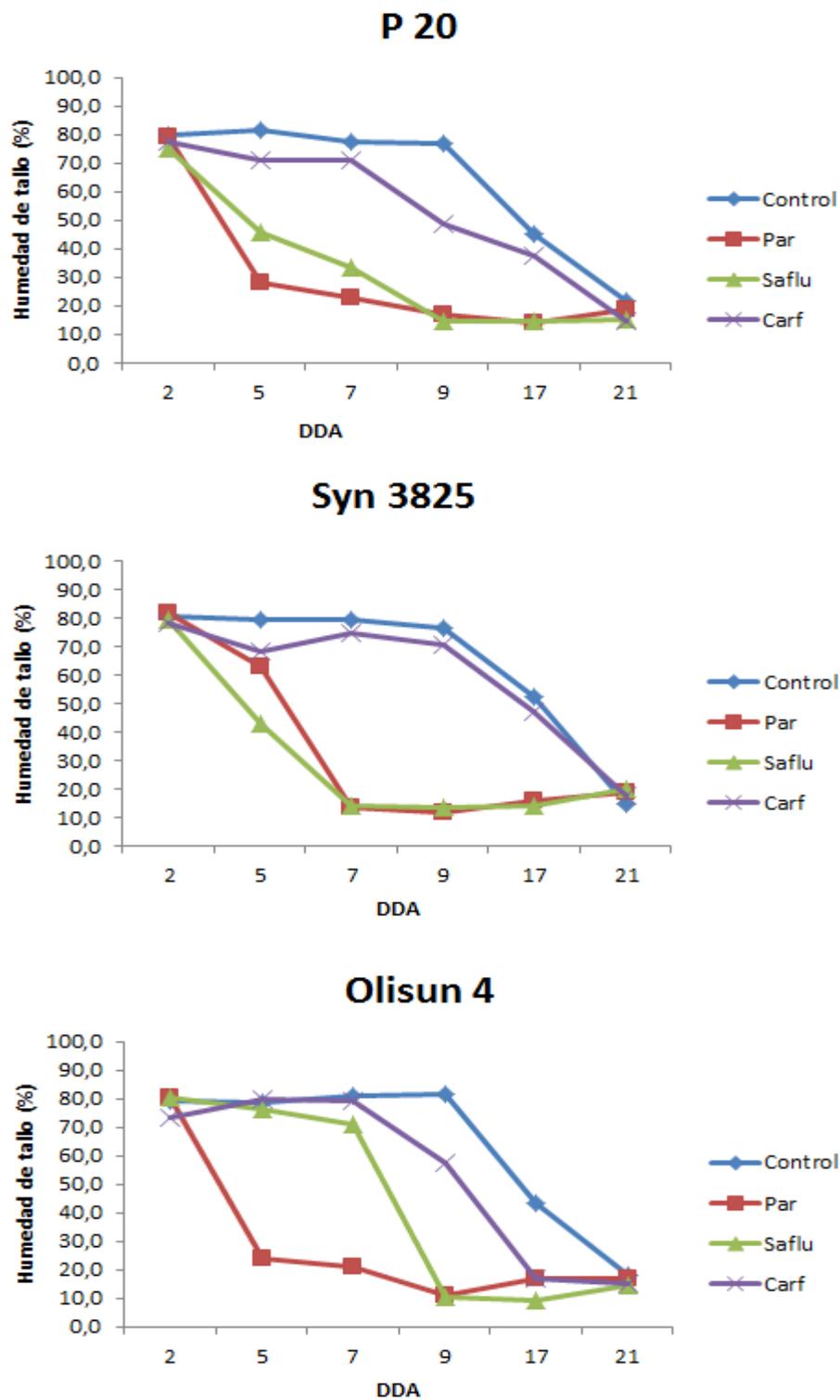
## 5.5. Evolución de la humedad del tallo

En el experimento 1 (Figura 10) la tasa de secado del tallo fue modificada luego de la aplicación de los tratamientos, respecto del control. Para P20 y Syn 3825 se observó una mayor tasa de secado con los tratamientos Paraquat y Saflufenacil, provocando reducciones de humedad aproximadas de 60 puntos porcentuales entre los 2 y 9 DDA.

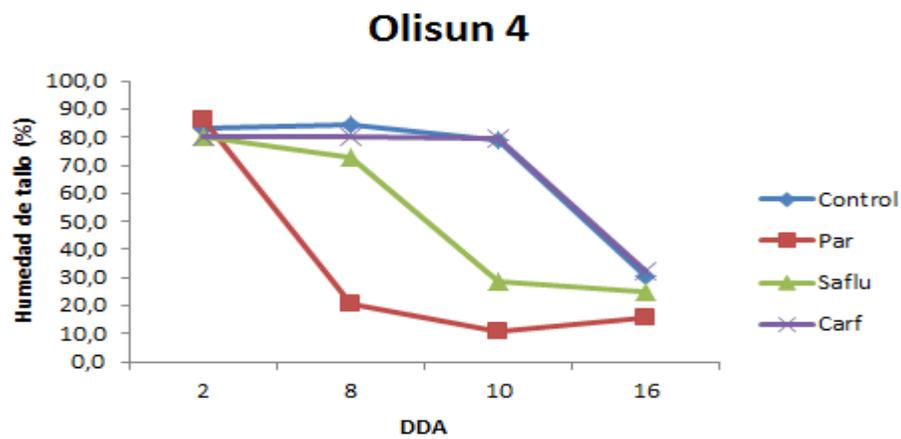
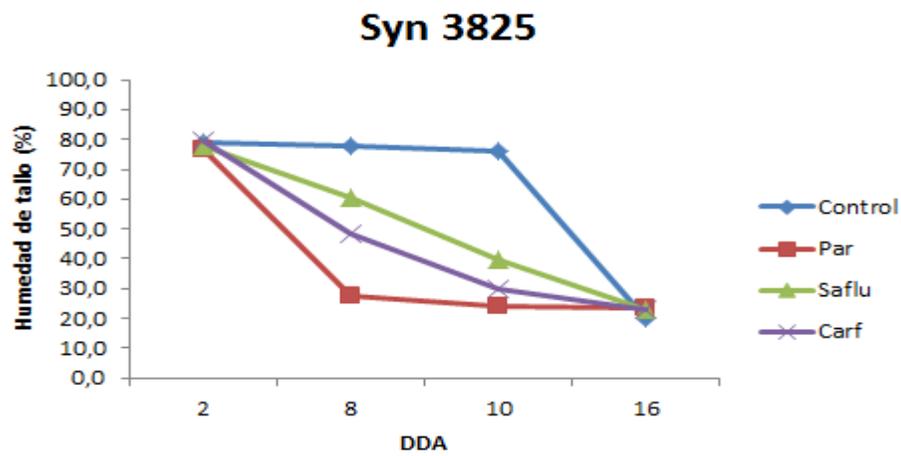
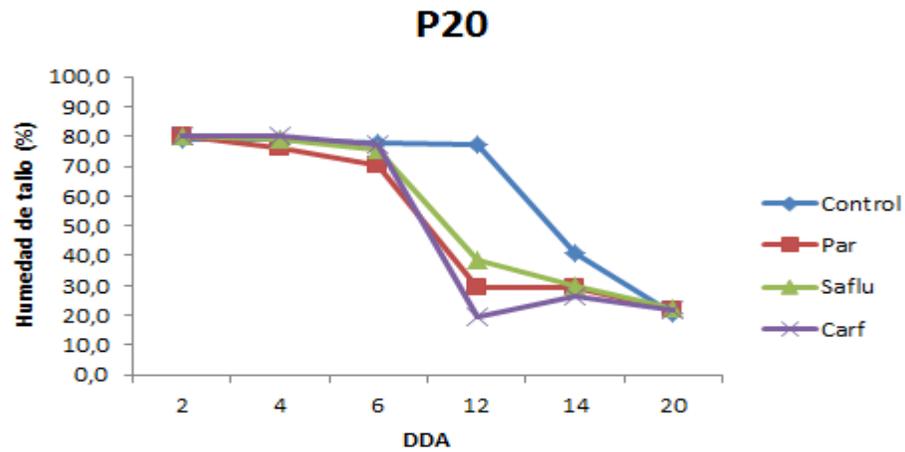
Para el genotipo Olisun 4, podemos observar que el Paraquat produjo reducciones en la humedad de tallo de 60 puntos porcentuales entre los 2 y 5 DDA, mientras que el Saflufenacil mantiene la humedad por encima de 70 % hasta los 7 DDA, observándose reducciones de 60 puntos porcentuales a los 9 DDA. Carfentrazone mostró sus efectos más tardíamente, a los 17 DDA (Figura 10).

La aplicación de desecantes en el experimento 2, aceleró la tasa de secado del tallo (Figura N°11) entre los 2 y 12 DDA para P20 y entre los 2 y 8 DDA para Syn3825 y Olisun 4, provocando reducciones de humedad de aproximadamente 50 - 60 puntos porcentuales. En P20, a los 6 DDA se observan diferencias significativas entre Paraquat respecto a Saflufenacil y Carfentrazone, pero luego los tres tratamientos igualaron sus efectos, llegando a 22% de humedad final a los 16 DDA (Syn 3815 y Olisun 4) y a los 20 DDA (P20).

Así, en el proceso de secado del grano, receptáculo y tallo, el principio activo que provocó mayor tasa de secado fue el Paraquat, siendo el segundo más efectivo el Saflufenacil.



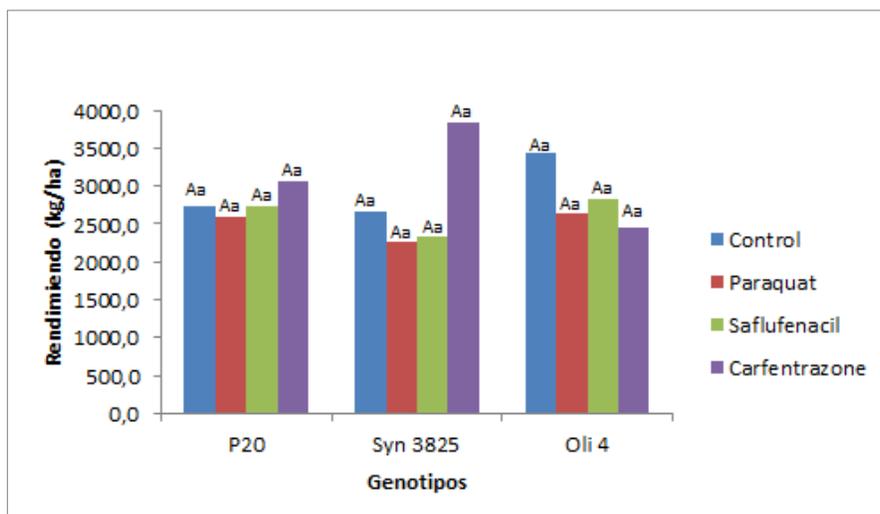
**Figura 10:** Evolución de la humedad del tallo en función de los días después de aplicación (DDA) para el experimento 1.



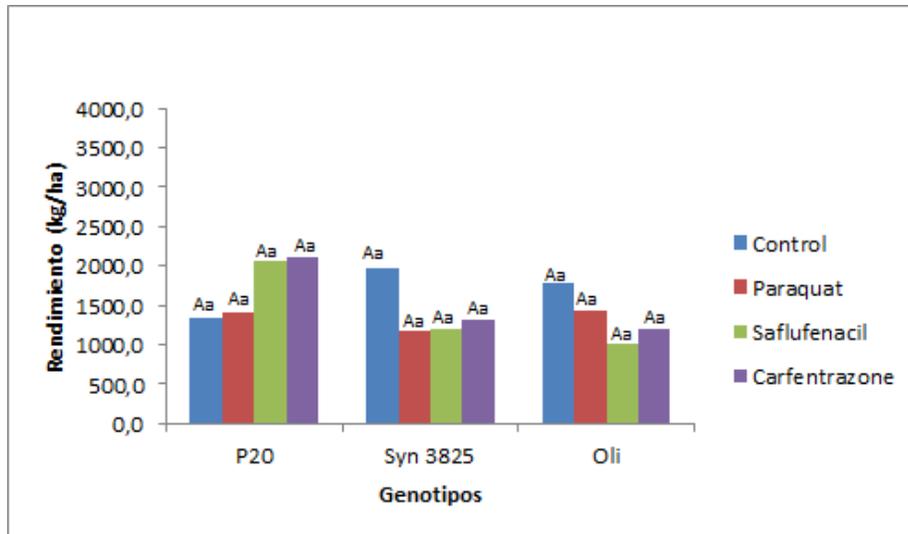
**Figura 11:** Evolución de la humedad del tallo en función de los días después de aplicación (DDA) para el experimento 2.

## 5.6. Efectos de los desecantes sobre el rendimiento en grano

A pesar de la variabilidad observada entre parcelas, la aplicación de desecantes no afectó significativamente el rendimiento en grano, ni entre tratamiento ni entre híbridos, tanto en el experimento 1 (Figura 12) como en el experimento 2 (Figura 13). El híbrido Syn 3825 en el tratamiento con Carfentrazone mostró una llamativa diferencia con el rendimiento del resto de los genotipos, al obtener rendimientos de 3432 y 4241 kg/ha y un CV de 14% en las 2 parcelas (repeticiones). Del mismo modo, Olisun 4 Control tuvo rendimiento de 3401 y 3482 kg/ha, más elevado que en el resto de las parcelas de este híbrido. Parte de la variación puede asociarse al escaso número de capítulos utilizados para determinar el rendimiento de toda la parcelas, y en estos casos podrían haber quedado capítulos de mayor tamaño para realizar el muestreo final, comparado con el resto.

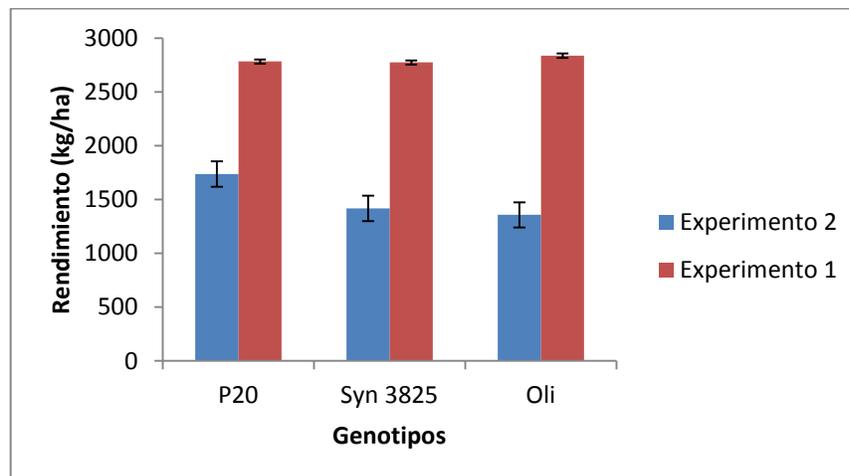


**Figura 12:** Rendimiento promedio final (kg/ha), para el experimento 1. Letras mayúsculas y minúsculas distinguen entre genotipos y tratamientos desecantes, respectivamente.



**Figura 13:** Rendimiento promedio final (kg/ha), para el experimento 2. Letras mayúsculas y minúsculas distinguen entre genotipos y tratamientos desecantes, respectivamente.

Tal como se esperaba, los rendimientos por híbrido (promediando los tratamientos) fueron superiores en el experimento 1 en comparación con el experimento 2. Este resultado se atribuye a la fecha de siembra más temprana del experimento 1, con mayor estación de crecimiento y oferta de recursos durante el ciclo.



**Figura N°14:** Rendimientos comparados en función de los distintos genotipos, entre los experimento 1 y 2

## 5.7 Residuos de desecantes en granos almacenados

Los análisis realizados por el Laboratorio de Contaminantes Químicos (CIA- INTA Castelar) no detectaron residuos de ninguno de los tres principios activos utilizados (Cuadro 5) en los granos almacenados en bolsas de papel a temperatura ambiente durante 5 meses.

**Cuadro N°5:** Valores obtenidos del análisis de residuos tóxicos en los granos.

<b>Principio activo</b>	<b>LMR mg/Kg</b>	<b>Valor Presente</b>
Paraquat	0.05	No detectado
Carfentrazone	0.02	No detectado
Saflufenacil	0.01	No detectado

## 6. Discusión

En el presente trabajo se ha observado que la aplicación de desecantes con diferente porcentaje de humedad de grano, 15% y 35% para los experimentos 1 y 2 respectivamente, no tuvo efectos negativos en el rendimiento. Dichos resultados coinciden con los datos aportados por Rana et al. (1989) aplicando desecantes con 24% de humedad, y Szemruch et al (2016) aplicando desecantes con humedad de grano menor a 35%. En cambio, la aplicación de desecantes con elevada humedad, por encima de la humedad de madurez fisiológica (38-40%, Rondanini et al 2007; Gesch y Johnson, 2012) causa disminución del rendimiento, ya que no se ha completado el llenado de granos todavía. Esto es evidente en los trabajos de Shafiulah et al. (2001) y Howatt et al. (2009), quienes obtuvieron una reducción en el rendimiento cuando la aplicación fue realizada con 50% de humedad.

La dinámica de secado para los distintos órganos a partir del uso de desecantes fue similar para ambos experimentos, demostrando tasas de secado con la misma respuesta

decreciente, aunque según los resultados obtenidos, se observó que la tasa de secado de receptáculo y tallo fue más lenta comparada a la tasa de secado de granos, como también lo fue para los desecantes Saflufenacil y Carfentrazone, ya que Paraquat ha sido el más efectivo. Así, fue lo observado por Stahlman et al. (2010), en donde las tasas de secado de receptáculo y tallo fueron más lentas que la tasa de granos. Respecto al uso de Paraquat, se observaron respuestas similares a las obtenidas por Larson et al. (2008), en donde la dinámica de secado se aceleró en forma más importante para genotipos *stay-green*, si bien la humedad de las semillas disminuyó más rápidamente que la humedad del receptáculo.

La pérdida de verdor mostró ser un indicador visual poco asociado con la humedad del tallo, receptáculo o granos. El receptáculo y los 10 cm superiores del tallo son extraordinariamente más húmedos (>80%) y permanecen más húmedos que los granos aún aplicando desecantes. La pérdida de humedad en estos órganos no es inmediata, ya que comienza varios días después de la aplicación de desecantes (>6 días). Tomando los datos en conjunto, sería recomendable cosechar luego de 10 días en promedio (8 a 12 días según el genotipo y experimento) de aplicado el Paraquat o Saflufenacil, siempre monitoreando la humedad tanto del grano como del receptáculo (ya que tienen dinámicas diferentes). Estas observaciones permiten concluir que la aplicación de desecantes químicos modifica la relación de humedad entre los diferentes órganos que ingresan a la cosechadora. El impacto de estos cambios de humedad en tallo y receptáculo, sobre las operaciones de corte, trilla y limpieza (*gumming*) deberían ser evaluados en el futuro.

Si bien la aplicación de desecantes acelera notoriamente la tasa de secado de los diferentes órganos con respecto al control, cabe resaltar que la efectividad de ellos difiere entre sí, siendo el más efectivo el Paraquat, siguiendo el Saflufenacil y por último el Carfentrazone. La importancia de esta tecnología radica, en que con la utilización de la misma, puede adelantar la cosecha mecánica en 8 y 12 días, al llegar antes a la humedad

de cosecha (14-13% de humedad de granos). Este adelanto de 8-12 días puede ser muy útil en situaciones en las cuales es aconsejable llevar a cabo esta práctica, como ser siembras tardías, años Niño (lluviosos), presencia de enfermedades de fin de ciclo, riesgo del ataque de aves, o en la producción de semilla híbrida de alto valor. La aplicación de esta tecnología en la producción de semillas de maíz es menor, ya que la utilización de desecantes suele provocar ruptura de la dormición, y rara vez se lleva a cabo esta práctica en siembras tardías utilizando Paraquat o urea líquida (Luis Bertoia, comunicación personal).

Otro punto a tener en cuenta al momento de decidir la aplicación de desecantes es su riesgo toxicológico, ya que el principio activo Paraquat pertenece a la clase toxicológica II, y muy posiblemente su uso se encuentre prohibido en el mediano plazo. Aunque desde el punto de vista de su efectividad, es el principio activo de mayor eficacia de secado, en ésta tesis también se presenta la alternativa de la utilización de Saflufenacil, ya que el mismo presenta un menor riesgo toxicológico (clase IV) con similar efectividad.

## **7. Contraste de hipótesis**

A la luz de los resultados obtenidos, la hipótesis 1 que dice *"La aplicación de desecantes acelera diferencialmente la tasa de secado en los diferentes órganos de la planta de girasol"* se acepta ya que se observaron diferencias significativas en la dinámica de secado de granos, receptáculo y tallo entre los tratamientos aplicados, especialmente Paraquat y Saflufenacil, respecto al tratamiento control.

La hipótesis 2 que dice *"Los productos desecantes, aplicados después de madurez fisiológica, no influyen sobre el rendimiento final del cultivo de girasol."* se acepta ya que en el presente trabajo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos desecantes aplicados respecto al control.

## **8. Conclusión**

En base a los resultados de esta tesis se concluye que la aplicación de desecantes químicos, cuando la humedad de grano se ubica entre 35 y 15%, acelera las tasas de secado de los granos, receptáculo y tallo de girasol, en distinta proporción según el órgano, dando la posibilidad de adelantar la cosecha mecánica entre 8 y 12 días, sin provocar efectos negativos en el rendimiento del cultivo.

## **9. Bibliografía**

- ADVANTA, 2016. <http://www.advantaseeds.com.ar/es/novedades/noticias/advanta-seeds-cultiva-la-innovacion>
  
- Alberio C., Izquierdo N.G., Galella T., Zuil S., Reid R., Zambelli A., Aguirrezabal L.A.N. 2016. A new sunflower high oleic mutation confers stable oil grain fatty acid composition across environments. *European Journal of Agronomy* 73: 25 – 33.
  
- Andreani P., 2016. Girasol alto oleico: de speciality a commodity. Disponible en: <http://www.agrovoz.com.ar/agricultura/girasol-alto-oleico-de-speciality-commoditie>
  
- Angeloni, P., Echarte, M.M., Pereyra Irujo G., Izquierdo N., Aguirrezábal, L.A.N. 2016. Fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in a changing environment. *Field Crops Research* (en prensa 29 April 2016).
  
- ASAGIR. 2008. Asociación Argentina de Girasol. Evaluación de daño por la paloma torcaza (*Zenaida auriculata*) en girasol y pérdida de cosecha en la provincia de la pampa campaña. 2011-2012. [http://www.asagir.org.ar/asagir2008/archivos\\_arcp/20121023115126.pdf](http://www.asagir.org.ar/asagir2008/archivos_arcp/20121023115126.pdf)
  
- ASAGIR. 2016. Informe “La Argentina produciría 3,3 millones de toneladas de girasol”. [http://www.asagir.org.ar/asagir2008/news\\_detail.asp?id=433](http://www.asagir.org.ar/asagir2008/news_detail.asp?id=433).
  
- BCR, 2014. Informativo Semanal N° 1670, Bolsa de Comercio de Rosario. <https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/infoboletinsemanal.aspx?IdArticulo=996>
  
- Bellé, C., Kulczynski, S. M., Basso, C. J., Kaspar, T.E., Lamego F. P., Bison Pinto M. A. 2014. Yield and quality of wheat seeds as a function of desiccation stages and herbicides. *Journal of Seed Science*, v.36, n.1, p.063-070.

- Bragachini, M., Peiretti, J., Sánchez, F. 2012. Importancia de la eficiencia de cosecha de girasol. INTA - PRECOP.  
<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/gacetillas/2012/20120203eficiencia-cosecha-girasol.asp>
  
- Bragachini M.A. 2012. Eficiencia de cosecha de girasol con agregado de valor en origen. INTA Manfredi. Actualización Técnica N° 71– PRECOP. Disponible en:  
[http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cosecha\\_de\\_girasol.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cosecha_de_girasol.pdf)
  
- . Consejo de Profesional de Ingeniería Agronómica (CPIA) Fitosanitarios permitidos en post-cosecha de girasol. 2015. Disponible en:  
[www.cpia.org.ar/download/fitosanitarios.pdf?noticia\\_id=2663](http://www.cpia.org.ar/download/fitosanitarios.pdf?noticia_id=2663)
  
- CAA, 2016. Código Alimentario Argentino. Capítulo VII Alimentos grasos y aceites alimenticios. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO\\_VII.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VII.pdf)
  
- B.B Carpaneto, R.E Bartosik, A. P. Ricca, P. Manetti , L. Cardoso 2015. Disponible en:  
<http://inta.gob.ar/documentos/residualidad-de-insecticidas-en-granos-de-girasol-almacenados-en-bolsas-plasticas-hermeticas>
  
- Calviño, P.A., Studdert, G.A., Abbatte, P.E., Andrade, F.H., Redolatti, M. 2002. Use of non-selective herbicides for wheat physiological and harvest maturity acceleration. Field Crops Research 77, 191-199.
  
- CIARA, 2016. Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina.  
<http://www.ciaracec.com.ar/complejo.php>
  
- Da Silva, H., 2011. Dessecação de plantas de girassol e qualidade de sementes armazenadas. Universidade Federal de Lavras.

- de la Vega A.J., Cantore M.A., Sposaro M.M., Trápani N., López Pereira M., Hall A.J. 2011.  
Canopy stay-green and yield in non-stressed sunflower. *Field Crops Research* 121: 175-185.
- Dos Santos, E. G., Inoue, M. H., Mendes K. F., Ben, R., Cavalcante, N. R De Oliveira J. S.  
2014. Eficiência do Saflufenacil aplicado como desfolhante em pré-colheita no algodoeiro.  
*Rev. Cienc. Agrar.*, v. 57, n. 2, p. 124-129, abr./jun.
- Endres, G. 2008. Performance of Preharvest Desiccants in Sunflower. Carrington.  
<https://www.ag.ndsu.edu/carringtonrec/documents/agronomyrd/docs2008/Performance%20of%20Preharvest%20Desiccants%20in%20Sunflower-%20Carrington-%202008.pdf>
- Endres, G. & Hendrickson, P. 2009. Performance of Sharpen as a Preharvest Desiccant in Sunflower. Carrington.  
<https://www.ag.ndsu.edu/archive/carringt/agronomy/Research/ProdMgmt/2009%20Sunflower%20response%20to%20Sharpen.pdf>
- Esfahani, M., Fardi, M., Asghari, J., Rabiei, M., Samizadeh, H. 2012. Effects of pre-harvest application of parquat on grain moisture reduction, grain yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Caspian J. Env. Sci.* 2012, Vol. 10 (1): 75-82.
- Farrell, M. 2010. Uso de defoliantes en girasol como herramienta para escapar a las plagas y disminuir las pérdidas de cosecha. Disponible en:  
<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/Uso-Defoliantes-Girasol.pdf>
- Farrell, M. & Zuil, S. 2014. Como ganar la carrera contra la paloma. Disponible en:  
<http://especiales.lanacion.com.ar/destacados/14/girasol/nota4.asp>
- Gesch, R.W. & Johnson, B.L. 2012. Seed moisture at physiological maturity in oilseed and confectionary sunflower hybrids in the northern U.S. *Field Crops Research* 133, 1-9.

- Howatt, K. Jenks, B. Moechnig, M. and Stahlman, P. 2009. Replacements for Paraquat as a Harvest Aid in Sunflower. Disponible en:  
[https://sunflowernsa.com/uploads/40/Desiccation\\_Weapon.pdf](https://sunflowernsa.com/uploads/40/Desiccation_Weapon.pdf)
  
- Izquierdo, N. & Aguirrezabal, L.A.N. 2008. Genetic variability of the response of fatty acid composition to temperature. *Field Crops Research* 106 116 –125.
  
- Lamego, F.P., Gallon, M., Basso, C.J., Kulczynski, S.M, Ruchel, Q, Kaspary, T.E.,Santi, A.L. 2013. Dessecação pré colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Planta Daninha, Viçosa-MG*, v. 31, n. 4, p. 929-938.
  
- Larson, T. D., Johnson, B.L., and Henson, R. A. 2008. Comparison of Stay-Green and Conventional Sunflower Desiccation in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 100 (4): 1124-1129.
  
- Marchiori JR., O., Inoue, M.H., Braccini, A.L., Oliveira JR., R.S., Avila, M.R., Lawder, M., Constantin, J. 2002. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*Brassica napus*) após aplicação de desecantes em pré colheita. *Planta Daninha, Viçosa-MG*, v.20, n.2, p.253-261.
  
- Monguillot, A. 2015. Las palomas, un mal que ataca al girasol. Nota periodística disponible en:  
<Http://infocampo.com.ar/nota/campo/70621/las-palomas-un-mal-que-ataca-al-girasol>.
  
- NSA, 1998. National Sunflower Association. When Green, Not Brown, Is the Color of Harvest. Disponible en: <https://www.sunflowernsa.com/magazine/articles/default.aspx?ArticleID=2815>
  
- RIAN. 2006. Red de Información Agropecuaria Nacional. Cosecha gruesa. Manual de campo. INTA. [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual\\_de\\_gruesa\\_2005\\_liviano.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_gruesa_2005_liviano.pdf)

- Schneiter, A.A., and J.F. Miller. 1981. Description of Sunflower Growth Stages. *Crop Science* 21: 901-903.
- Stahlman, P., Howatt K., Jenks B., and Moechnig, M. 2010. Saflufenacil – A New Preharvest Desiccant of Sunflower Proceedings of the 1st Australian Summer Grains Conference, Gold Coast, Australia, 21st – 24th June 2010.
- Szemruch CL, Renteria SJ, Moreira F, Cantamutto MA, Ferrari L, Rondanini DP (2014) Germination, vigour and dormancy of sunflower seeds following chemical desiccation of female plants. *Seed Science and Technology* 42: 454-460.
- Szemruch C.L., Cantamutto, M.A., García F.A., Aguirre M., Renteria S.J., Rondanini D.P. 2016. Hybrid sunflower seed yield, composition and deterioration after chemical desiccation. *International Journal of Plant Production* (aceptado 20/10/16).
- Zuil, S. 2013. Girasol: alternativas para disminuir el impacto por aves. Disponible en: <http://inta.gob.ar/noticias/girasol-alternativas-para-disminuir-el-impacto-por-aves>

## **10. Anexo**

Resumen de análisis estadístico para el experimento 1.

Se muestran las medias de tratamientos, comparadas según la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) con una significancia del 5 %. Letras mayúsculas: diferencias entre DDA. Letras minúsculas: Diferencias entre tratamientos.

### **SPAD**

P 20

	2	5	7	9	17	21
Control	5 A a	5 B a	0 A a	0,5 A a	0 A a	0 A a
Par	0 A a	0,5 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Saflu	2 A a	0 A a	0,5 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Car	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a

### **Syn**

	2	5	7	9	17	21
Control	7 A c	6 A c	4 A c	2 A b	0 A a	0 A a
Par	5 A b	5 A a	3 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Saflu	6 A b	3 A a	2 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Car	7 A b	6,5 A a	5 A a	4 A a	0 A a	0 A a

### **Oli 4**

	2	5	7	9	17	21
Control	9 A a	9 B a	8,5 A a	5 B a	0 A a	0 A a
Par	1,5 A b	0,5 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Saflu	10 A c	4 A b	0,5 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Car	7 A a	7 B a	7 A a	0 A a	0 A a	0 A a

### **Humedad de Grano**

P 20

	2	5	7	9	17	21
Control	14 A b	16 A b	10 A b	11 B b	6 A a	4 A a
Par	11 A b	10 A b	5 A a	5 A a	4 A a	4 A a
Saflu	11 A a	7 A a	7 A a	4 A a	4 A a	4 A a
Car	13 A c	10 A b	8 A b	5 A a	5 A a	4 A a

Syn

	2	5	7	9	17	21
Control	13 A c	12 B c	10 B c	7 B b	6 A b	3 A a
Par	13 A c	7 A b	7 A b	3 A a	4 A a	3 A a
Saflu	12 A b	10 A b	11 B b	4 A a	6 A a	4 B a
Car	13 A b	9 A b	8 A b	6 B a	5 A a	4 B a

Oli 4

	2	5	7	9	17	21
Control	15 A b	15 A b	11 B b	8 B a	6 A a	4 A a
Par	16 A e	8 A d	6 A c	3 A a	7 A d	4 A b
Saflu	14 A c	8 A b	6 A a	3 A a	5 A a	4 A a
Car	15 A b	10 A b	11 B b	9 B a	5 A a	4 A a

**Humedad de receptáculo**

P 20

	2	5	7	9	17	21
Control	84 A b	86 B b	80 A b	82 B b	36 A a	14 A a
Par	83 A c	54 A b	35 A b	9 A a	9 A a	13 A a
Saflu	78 A c	47 A a	42 A a	10 A a	8 A a	13 A a
Car	83 A b	81 B b	72 A b	10 A a	9 A a	12 A a

Syn

	2	5	7	9	17	21
Control	80 A c	78 A c	77 B c	74 B c	40 A b	13 A a
Par	84 B b	68 A b	25 A a	11 A a	18 A a	12 A a
Saflu	83 B c	67 A c	39 A b	11 A a	10 A a	12 A a
Car	83 B d	73 A c	71 B c	72 B c	36 A b	13 A a

Oli 4

	2	5	7	9	17	21
Control	86 A c	84 A c	86 C c	85 C c	36 B b	12 A a
Par	84 A b	49 A a	23 A a	12 A a	9 A a	10 A a
Saflu	86 A d	75 A c	62 B b	8 A a	16 A a	13 A a
Car	83 A a	84 A c	82 C c	56 B b	11 A a	12 A a

### Humedad de tallo

P 20

	2	5	7	9	17	21
Control	80 A d	82 A d	77 A c	77 C c	45 C b	22 B a
Par	79 A b	28 A a	23 A a	17 A a	14 A a	18 B a
Saflu	75 A a	46 A a	33 A a	14 A a	15 A a	15 A a
Car	77 A c	71 A c	71 A c	49 B b	37 B b	14 A a

Syn

	2	5	7	9	17	21
Control	80 A d	79 A d	79 B d	76 C c	52 D b	15 A a
Par	82 A e	63 A d	13 A a	12 A a	37 B c	19 B b
Saflu	79 A d	43 A c	14 A a	13 A a	14 A a	20 B b
Car	78 A b	46 A b	75 B b	71 B b	47 C b	17 A a

Oli 4

	2	5	7	9	17	21
Control	79 A c	78 B c	81 B c	81 C c	43 C b	18 A a
Par	80 A b	24 A a	21 A a	11 A a	17 B a	17 A a
Saflu	81 A b	76 B b	71 B b	10 A a	9 B a	14 A a
Car	74 A c	80 B c	79 B c	57 B b	17 A a	15 A a

### Rendimiento

	P20	Syn 3825	Oli4
Control	2728 A a	2666 A a	3442 A a
Par	2599 A a	2266 A a	2638 A a
Saflu	2745 A a	2324 A a	2822 A a
Car	3055 A a	3837 A a	2441 A a

Resumen de análisis estadístico para el experimento 2. Se muestran las medias de tratamientos, comparadas según la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) con una significancia del 5 %. Letras mayúsculas: diferencias entre DDA. Letras minúsculas: Diferencias entre tratamientos.

### SPAD

P 20

	2	4	6	12	14	20
Control	8 A c	3,5 A b	2 A b	0 A a	0a	0a
Par	2,5 A b	0 A a	0 A a	0 A a	0a	0a
Saflu	4 A b	0,5 A a	0 A a	0 A a	0a	0a
Car	8 A b	2,5 A a	1,5 A a	0 A a	0a	0a

### Syn

	2	8	10	16
Control	4 A b	0a	0a	0a
Par	1,5 A a	0a	0a	0a
Saflu	5 A b	0a	0a	0a
Car	3 A a	0a	0a	0a

### Oli 4

	2	8	10	16
Control	11 A d	4 c	2,5 A b	0a
Par	3,5 A a	0a	0Aa	0a
Saflu	9,5 A b	0a	0Aa	0a
Car	9,5 A b	6 b	2,5 A a	0a

### Humedad de grano

P 20

	2	4	6	12	14	20
Control	35 A d	33 A d	33 A d	16 B c	9 B b	6 A a
Par	30 A b	23 A b	21 A b	10 A a	5 A a	6 A a
Saflu	30 A b	31 A b	30 A b	9 A a	10 B a	6 A a
Car	33 A b	30 A b	27 A b	7 A a	5 A a	6 A a

### Syn

	2	8	10	16
Control	39 A b	14 A a	10 A a	5 A a

Par	29 A b	7 A a	6 A a	8 A a
Safllu	22 A b	14 A a	9 A a	6 A a
Car	39 A b	13 A a	8 A a	7 A a

Oli 4

	2	8	10	16
Control	41 A b	26 A a	17 B a	9 B a
Par	33 A b	7 A a	7 A a	6 A a
Safllu	30 A b	17 A b	5 A a	7 B a
Car	25 A c	21 A c	16 B b	10 B a

**Humedad de receptáculo**

P 20

	2	4	6	12	14	20
Control	79 A c	79 A c	78 A c	77 B c	41 A b	21 B a
Par	87 B c	83 A c	80 A c	46 A b	12 A a	9 A a
Safllu	86 B b	87 A b	86 B d	46 A c	32 A b	18 B a
Car	87 B c	88 A c	86 B c	46 A b	29 A a	17 B a

Syn

	2	8	10	16
Control	79 A b	78 B b	76 C b	20 B a
Par	86 A b	24 A a	19 A a	17 A a
Safllu	84 A c	82 B c	43 B b	16 A a
Car	85 A c	82 B c	53 B b	17 A a

Oli 4

	2	8	10	16
Control	83 A b	84 B b	79 C b	30 A a
Par	81 A d	25 A c	20 B b	13 A a
Safllu	87 B c	82 B b	13 A a	15 A a
Car	87 B b	82 B b	83 C b	40 A a

**Humedad de tallo**

P 20

	2	4	6	12	14	20
Control	79 A c	79 A c	78 B c	77 A b	41 A a	21 A a

Par	80 A b	76 A b	70 A b	30 A a	29 A a	22 A a
Safllu	81 A b	79 A b	76 B b	38 A a	30 A a	22 A a
Car	79 A c	80 A c	77 B c	19 A a	27 A b	22 A a

#### Syn

	2	8	10	16
Control	79 A b	78 A b	76 B b	20 A a
Par	77 A b	28 A a	24 A a	24 B a
Safllu	78 A b	61 A b	40 A a	23 B a
Car	80 A a	48 A a	30 A a	23 B a

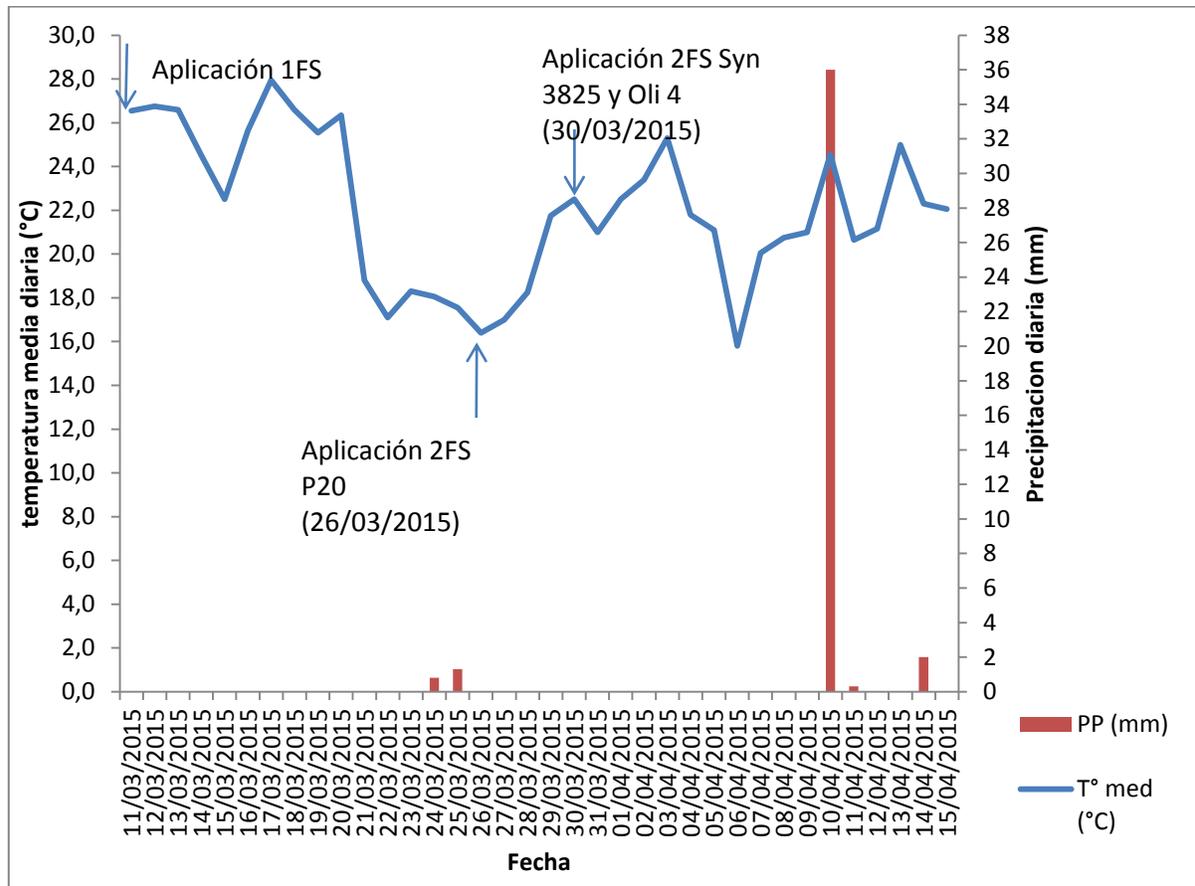
#### Oli 4

	2	8	10	16
Control	83 B b	84 B b	79 C b	30 A a
Par	86 C d	21 A c	11 A a	16 A b
Safllu	80 A b	73 B b	29 B a	25 A a
Car	80 A b	80 B b	80 C b	32 A a

#### Rendimiento

	P20	Syn 3825	Oli4
Control	1343 A a	1967 A a	1780 A a
Par	2758 A a	1181 A a	1436 A a
Safllu	2075 A a	1204 A a	1003 A a
Car	2119 A a	1320 A a	1209 A a

Gráfico de la evolución diaria de temperatura media diaria y precipitaciones, durante las condiciones de secado.



### Análisis de Varianza: Rendimiento Experimento 1

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rinde	24	0,72	0,46	13,75

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4571143,62	11	415558,51	2,81	0,0447
Genotipo	18482,74	2	9241,37	0,06	0,9397
Tratamiento	1416962,68	3	472320,89	3,20	0,0625
Genotipo*Tratamiento	3135698,20	6	522616,37	3,54	0,0298
Error	1773351,04	12	147779,25		
Total	6344494,66	23			

## Análisis de Varianza: Rendimiento Experimento 2

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rinde	24	0,72	0,46	13,75

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4571143,62	11	415558,51	2,81	0,0447
Genotipo	18482,74	2	9241,37	0,06	0,9397
Tratamiento	1416962,68	3	472320,89	3,20	0,0625
Genotipo*Tratamiento	3135698,20	6	522616,37	3,54	0,0298
Error	1773351,04	12	147779,25		
Total	6344494,66	23			

En las siguientes imágenes se pueden ver la esterificación del secado de hojas (en sentido acrópeto) en el tratamiento control.





Syn 3825 Control



Oli 4 Control