

Universidad Nacional de Lomas de Zamora

Facultad de Ciencias Agrarias



**Tesina final de grado**

“Rendimiento y calidad de aceite en semillas de girasol  
(*Helianthus annuus L.*) en respuesta al desecado químico”

Bonifacio Rossi, Javier

Director: Ing. Agr. (MSc) Cyntia Szemruch

2016

## INDICE GENERAL

<b>Contenido general</b>	<b>Página</b>
INDICE DE FIGURAS.....	3
INDICE DE TABLAS.....	4
RESUMEN.....	5
INTRODUCCION.....	6
Importancia de la producción argentina de girasol.....	6
Pérdidas de rendimiento: Aves.....	8
Deseccación química.....	9
Crecimiento y desarrollo del fruto de girasol.....	10
OBJETIVOS E HIPOTESIS DEL PROYECTO.....	16
Objetivo 1.....	16
Hipótesis 1.....	17
Objetivo 2.....	17
Hipótesis 2.....	17
MATERIALES Y METODOS.....	17
Obtención de la semilla híbrida.....	17
Tratamientos de desecado.....	19
Diseño experimental y análisis estadístico.....	23
RESULTADOS.....	24
DISCUSION.....	31
CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

## INDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Figura 1: Evolución del contenido de materia seca y humedad del grano durante el llenado en girasol.....	
12	
Figura 2: Momento de aplicación de los tratamientos de acuerdo al contenido de humedad, para los experimentos 1, 2 y 3.....	
20	
Figura 3: Momento de aplicación de PAR y CM y cosecha para los experimentos 1, 2 y el control.....	
21	
Figura 4: Duración del ciclo del cultivo (días) para siembra-floración y floración-cosecha de cinco líneas femeninas de girasol (IL00 aIL05) tratadas con el desecante químico (PAR) o mediante corte manual (CM) aplicados cuando la humedad de las semillas alcanzó el 30%; y las plantas de control (C) que se mantuvieron en el campo hasta un 10% de contenido de humedad de la semilla.....	
25	

## INDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Tabla I: Composición y características de las semillas híbridas obtenidas en los experimentos 1, 2 y 3.....	18
Tabla II: Días a partir de la Madurez Fisiológica (MF) para la aplicación y cosecha de los tratamientos con Paraquat (PAR), corte manual (CM) y el control.....	22
Tabla III: Número de semillas, (N° Semillas/m <sup>2</sup> ), peso de mil semillas (PMS) y rendimiento (Kg/ha) en los experimentos 1 y 2, para tres líneas femeninas de girasol (IL00 a IL10) bajo tratamientos de desecación (PAR = paraquat; CM = corte manual) y control. Las diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna, para un genotipo y experimento dado. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para experimento (E), el genotipo(G), tratamientos de desecación(T) y sus interacciones. Los valores subrayados indican efectos significativos (P <0.05) .....	27
Tabla IV: Número de semillas (N ° semillas/m <sup>2</sup> ), peso de mil semillas (PMS) y rendimiento (kg/ha) en el experimento 3, para cinco líneas femeninas de girasol (IL00 a IL05) bajo tratamientos de desecación (PAR = paraquat) y Control. Las diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para el genotipo (G), tratamientos de desecación(T) y su interacción. Bajo los valores subrayados indican efectos significativos (P <0.05).....	28
Tabla V: Porcentaje de embrión, % de aceite y el % de ácido oleico en los experimentos 1 y 2, para los tres híbridos de semillas de girasol (G1 a G3) bajo tratamientos de desecación (PAR=paraquat; CM=corte manual). Las diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna, para un genotipo y experimento dado. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para experimento(E), el genotipo(G), tratamientos de desecación(T) y sus interacciones. Los valores subrayados indican efectos significativos <0.05).....	29
Tabla VI: Porcentaje de embrión, % de aceite y % de ácido oleico en el experimento 3 para las semillas de girasol (G1 a G5), bajo tratamientos de desecación (PAR=paraquat) y Control. Diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para el genotipo(G), tratamientos de desecación(T) y su interacción. Los valores subrayados indican efectos significativos (P <0.05).....	30

## RESUMEN

El desecado involucra la aplicación de desecantes, en cultivos que contienen follaje verde, que son variados en su composición química y tipo de acción, siendo el más común el Paraquat. Esta tecnología permite acelerar la cosecha y reducir el ataque de aves. Sin embargo, para las condiciones de producción de la región pampeana Argentina, se desconoce el impacto de los diferentes desecantes químicos sobre el rendimiento, la calidad de aceite y la calidad de semillas de girasol.

El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto del desecado sobre el rendimiento y a calidad de aceite en semillas de girasol. Se evaluaron 5 líneas hembra en tres fechas de siembra bajo un diseño de parcelas divididas con 2 repeticiones. Se aplicaron dos tratamientos con 30 % de humedad de semillas: i) desecado con Paraquat, ii) corte manual (CM) y un control, sin desecar. Se evaluó, fenología, rendimiento, humedad, concentración y composición de aceite.

La desecación química con Paraquat, alrededor del 30% de humedad de semillas, resulta ser de utilidad para la producción de semillas híbridas de girasol, anticipando la cosecha entre 23 y 43 días, sin efectos negativos sobre el rendimiento de las líneas hembra o el porcentaje de embrión, aceite y ácido oleico de las semillas híbridas.

**Palabras clave:** desecado químico- rendimiento - calidad de aceite- semillas- girasol-

## INTRODUCCIÓN

### Importancia del cultivo de girasol en Argentina.

Históricamente Argentina ha sido un referente mundial en la producción de girasol siendo cuna de desarrollos tecnológicos de avanzada. Esto ha permitido una alta participación en los mercados mundiales y en una inmejorable situación para su inserción competitiva en el mundo (ASAGIR, 2010). En la actualidad se encuentra entre los principales países productores y exportadores de grano, aceite y subproductos, junto con la Federación Rusa, Ucrania, y la Unión Europea. (UDSA, 2016).

La principal ventaja de este cultivo es la posibilidad de producir aceites de alta calidad alimenticia con una elevada proporción de ácidos grasos insaturados (omega 6 y 9) y ácidos grasos esenciales. Además de ello, existen en el mercado girasoles con composición acídica modificada o girasoles alto oleico (Aguirrezábal *et al.*, 2002). Este tipo de aceites son muy demandados por el mercado debido a que se consideran saludables, por su bajo nivel de lipoxidación (Maiti *et al.*, 2006).

El 95% de la producción nacional está destinada a la industrialización para la obtención de aceite y harina de girasol. Del total producido un 30 % se destina al consumo doméstico y el 70% restante se exporta a países principalmente europeos (CIARA, 2014).

En cuanto a la producción de semillas, Argentina también se destaca entre los principales países productores. El mercado de semillas ronda aproximadamente los 1.000 millones de dólares, lo que nos ubica como el 2º productor de semillas de

Sudamérica, el 3º en América y el 9º en el mundo (ASA, 2014). Gran parte de esta producción se debe a la posibilidad de obtener semillas en contra estación (ASA, 2014). En este sentido, la producción de semillas de girasol ocupa un lugar relevante, con un nivel de 11.754 toneladas/ año bajo el sistema de certificación nacional y de 358 toneladas bajo el sistema de certificación internacional OCDE para la campaña 2014/15 (INASE, 2016).

La industria semillera de girasol se encuentra conformada por más de 40 empresas de todo el mundo que radican sus programas de mejoramiento genético y sus centros de biotecnología en Argentina. Estas empresas cuentan con un alto nivel de tecnología que les permite producir genética de girasol de avanzada para el mercado local e internacional. Aproximadamente el 90% de estas empresas productoras de semillas se encuentran en la zona núcleo central de Argentina, comprendiendo el eje Pergamino-Venado Tuerto, pero la producción de semillas de girasol se realiza principalmente en límite sur de la región pampeana (valle bonaerense del Río Colorado) y en el norte del país (Salta) en el caso de a la producción invernal en contraestación (*Winter nursery*) (ASA, 2014)

Lo mencionado demuestra que el girasol es un producto estratégico para el país (Rebolini, 2002), por lo que todas aquellas prácticas de producción que tiendan a maximizar el rendimiento y preserven su calidad (Cantamutto *et al.*, 2008) juegan un rol muy importante para la expansión de este cultivo.

### Pérdidas de rendimiento ocasionadas por aves

El cultivo de girasol, tanto en la producción de semillas como en la de grano, frecuentemente sufre el ataque de diferentes plagas (insectos, hongos y aves) en el período comprendido entre el llenado de grano y la cosecha. Este cultivo presenta el problema de ser muy apetecible para las aves, especialmente palomas y cotorras, debido a sus características nutricionales, entre ellas varias proteínas y ácidos esenciales que contribuyen a satisfacer requerimientos básicos para su crecimiento y reproducción (Besser,1978). En los últimos 5 años ha aumentado exponencialmente el ataque de aves (palomas y cotorras) en el período de maduración y secado del cultivo (Canavelli, 2010). Es importante destacar que el daño de importancia económica que provocan las aves comienza con la “madurez fisiológica” y aumenta a medida que los granos pierden humedad.

Como se ha mencionado, el sistema productivo del girasol ha sufrido pérdidas en los rendimientos durante los últimos años a causa del daño ocasionado por la paloma torcaza (Bernardos et al., 2012). Estas adversidades generan cuantiosas pérdidas de pre-cosecha, del orden del 180 a 300 kg/ha (ASAGIR, 2008), superando de esta manera el límite de 70 kg/ha que propone el INTA como límite tolerable para nuestro país (Bragachini, 2012). Considerando un precio FOB para el mes de marzo de 2016 (mes de mayor comercialización del girasol) de u\$s400/t (BCBA, 2016), se ha estimado pérdidas económicas de u\$s 480/ha. Esto ha provocado que en ciertas regiones los productores hayan reducido la superficie de siembra de girasol debido a esta plaga (Vitti, 2012). Las herramientas para el control de aves son escasas y de reducida efectividad (Lins et al., 2015). Por lo que en la

actualidad se observa una alta preocupación en el estado nacional, los gobiernos provinciales y organizaciones civiles relacionadas al sector agropecuario, en búsqueda de acciones de prevención y control que permitan minimizar estas pérdidas (Bernardos et al., 2012).

### Desecación química

La desecación química puede ser empleada para adelantar la cosecha y reducir así las pérdidas causadas por el ataque de pájaros. Según Zuil y Farrell (2014) la aplicación de desecantes también puede reducir las pérdidas por cabezal entre 50 a 30 kg/ha. La aplicación de desecantes tiene como función acelerar la senescencia y aumentar la tasa de secado del cultivo (Farrell, 2010). Por lo que puede ser usada como una herramienta de manejo que permite acortar el período de exposición de los frutos de girasol en la etapa de mayor susceptibilidad (madurez fisiológica-Cosecha) y escapar así a las adversidades bióticas y abióticas. Gubbels y Dedio (1985) demostraron que la desecación del cultivo puede adelantar la cosecha del cultivo en 26 días aproximadamente. En nuestro país resultados recientes muestran adelantos en la cosecha de plantas desecadas con Paraquat en el rango de 35 a 45 días, con respecto a un cultivo no desecado (Szemruch *et al.*, 2014).

A los beneficios mencionados se le suma la reducción de las pérdidas causadas por la exposición al clima y los agentes patógenos. Además, el desecado puede disminuir el contenido de humedad en el capítulo, logrando una maduración

más uniforme y mejorando las condiciones y la operación de cosecha (Radić et al., 2006).

Los desecantes pueden emplearse tanto en cultivos destinados a la producción de granos (industria aceitera principalmente) 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 de los granos destinados al consumo humano. En el caso de la producción de semillas, es prioritario establecer los efectos sobre el rendimiento de las líneas hembra y la composición de las semillas híbridas, dada la importancia de estas características para la industria semillera.

Existen pocos principios químicos registrados o en proceso de aprobación como desecantes en el cultivo de girasol (Paraquat, Diquat, Carfentrazone y Saflufenacil) y en las condiciones locales los efectos sobre el rendimiento y la calidad del han sido poco estudiados. Dichos desecantes varían en composición y modo de acción, siendo el Paraquat (sal de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridinio) el producto químico más comúnmente utilizado en los cultivos de cereales. Un punto clave para determinar el momento adecuado de aplicación de los desecantes es conocer con precisión el momento de madurez fisiológica del cultivo.

### Crecimiento y desarrollo del fruto de girasol

Producida la fecundación, el desarrollo posterior de las semillas puede dividirse en tres etapas, una primera etapa con bajas tasas de crecimiento (fase

lag), una segunda etapa caracterizada por una tasa de crecimiento alta y constante (fase lineal) y una tercera etapa (fase plateau) de cese definitivo de crecimiento, donde el grano alcanza la madurez fisiológica (Figura 1) (Abeledo *et al.*, 2003). En ésta etapa se alcanza el final del periodo de crecimiento de las semillas y la máxima acumulación de materia seca y por lo tanto el máximo rendimiento posible (Rondanini *et al.*, 2007)

El contenido hídrico del grano también sufre variaciones durante el periodo de llenado. Durante la primera fase se produce una deposición neta de agua, luego se produce una rápida absorción de agua y, alcanzado el nivel máximo de contenido de agua, el mismo comienza a disminuir. La duración del periodo que abarca desde madurez fisiológica hasta madurez comercial se encuentra relacionada con factores ambientales y genotípicos. El ritmo de pérdida de humedad en este periodo depende de la diferencia entre el contenido hídrico de los granos y el aire que los rodea, por lo que se hace cada vez más lento a medida que el grano se va secando (Figura 1). En el cultivo de girasol la madurez fisiológica se logra cuando las semillas llegan a un rango de 38-40% de humedad (Rondanini *et al.*, 2007; Gesch y Johnson, 2012).

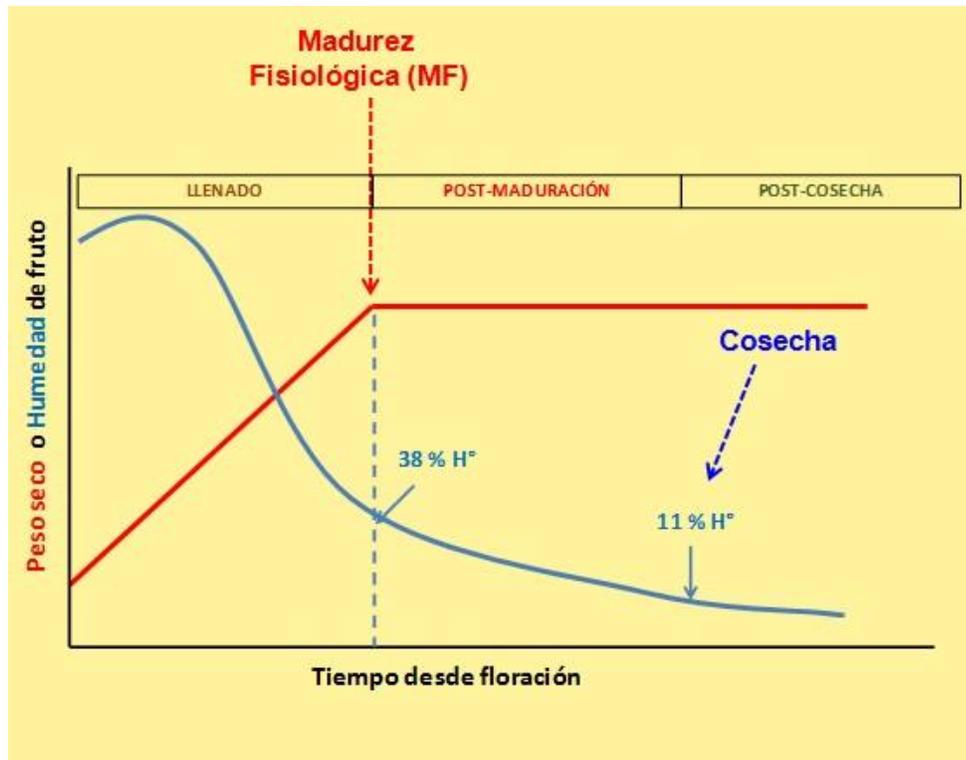


Figura 1: Evolución del contenido de materia seca y humedad del grano durante el llenado en girasol.

La desecación temprana, realizada antes de que se alcance la madurez fisiológica, podría acortar el periodo de llenado de grano, obteniéndose semillas de menor tamaño, y reduciéndose de esta manera el rendimiento (Miklić et al., 2006). Por otro lado, también podría quedar afectada la composición química de los granos, afectando la calidad del aceite y de las semillas. Por esta razón, el momento óptimo para la aplicación de desecantes en girasol y sus implicancias en el rendimiento y sus componentes, aún se encuentra en discusión en la literatura científica.

Rađenović (1989) indican que cosechas anticipadas con 50% de humedad produjeron reducciones en el rendimiento y Smirnova y Malyhin (1972) al aplicar

con una humedad de semillas entre el 55 y el 65% mencionan reducciones del 3% en el contenido de aceite. Por otro lado, Stahlman et al. (2010) observaron que la aplicación de desecantes con un contenido de humedad de las semillas de 50% redujo ligeramente el contenido de aceite, pero no redujo el rendimiento en granos. Howat et al. (2009) encontraron que la aplicación de desecantes con un contenido de humedad de 50% reduce el rendimiento y el contenido del aceite.

Gubbels y Dedio (1985), observaron que las aplicaciones de Diquat, realizadas después de que los granos alcanzaron alrededor del 45% de humedad, no redujeron el rendimiento ni calidad. Mientras que una aplicación con un contenido de humedad de 40% no produjo efectos negativos en el rendimiento, ni en la cantidad y calidad del aceite.

Dentro de los resultados reportados para aplicaciones de desecantes entre el 40-35% de humedad, Howatt et al. (2009), Endres y Hendrickson (2009) y Stahlman et al. (2010) no obtuvieron cambios significativos en el rendimiento o el porcentaje de aceite. En contraste, Larson et al. (2008), observaron menor rendimiento comparado con el tratamiento control, aunque el porcentaje de aceite y el peso de los granos no fue influenciado por la desecación.

Cuando se aplicó alrededor del 30% de humedad de semillas, o por debajo, también se observaron resultados divergentes. Pereira Da Silva (2011) encontró que aplicaciones con Diquat con un 30 % de humedad de grano, permitió adelantar la cosecha siete días sin verse afectado la calidad de las semillas (tamaño, peso de mil). La aplicación con 30% de humedad (Stahlman et al., 2010; Pereira Da Silva, 2011) o menor como 24% de humedad (Rana et al., 1989), no afectó el rendimiento.

La aplicación de desecantes con 26 % de humedad aumentó el contenido de aceite en un 1% (Smirnova y Malyhin, 1972).

Por su parte, estudios realizados sobre otros cultivos han demostrado que la práctica de la desecación química es una buena alternativa para acelerar el secado y de esta manera adelantar la cosecha, sin verse afectado el rendimiento ni la calidad del aceite.

En el cultivo de soja el efecto de los desecantes en el rendimiento ha sido ampliamente estudiado. En esta especie, para el momento de aplicación de los desecantes se toma en cuenta el estado fenológico del cultivo. Lo contrario que se observa en otros cultivos, que consideran el porcentaje de humedad como indicativo para la aplicación del desecante. Aplicaciones tempranas, realizadas en el estadio de R2, no perjudicaron el peso de semillas o el rendimiento, pero redujeron significativamente el porcentaje de aceite y proteínas (Albrecht et al., 2011). Aplicaciones más avanzadas en el ciclo (R6) ocasionaron importantes reducciones en el rendimiento y el peso de las semillas, debido a la interrupción en la acumulación de materia seca (Lacerda et al., 2001). Desde R7 en adelante, Pereira et al. (2015) no encontraron modificaciones en el rendimiento, ni el número de semillas por planta, pero si reducciones en el peso de las semillas en tratamientos con Glufosinato de amonio y Paraquat. Por otro lado, ensayos realizados con una aplicación de desecantes en el estado de R8 reduce considerablemente el tiempo de secado, permitiendo realizar una cosecha 8 días después de la aplicación, sin verse afectado el rendimiento ni la calidad de las semillas (Martinez et al., 2011).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Inoue et al. (2003), los cuales aplicaron desecantes en el estado R 7,5.

En el cultivo de colza (*Brassica napus* L.), Esfahani et al. (2012) observaron que la aplicación de Paraquat con 40 % de humedad produjo un aumento en el secado de las semillas, sin verse afectado el rendimiento ni el contenido de aceite. Por su parte, la aplicación de Paraquat en momentos cercanos a la madurez fisiológica (35 % de humedad de granos) produjo iguales o mayores rendimientos, manteniendo el peso de los granos y la composición de aceite. Sin embargo, redujo ligeramente el porcentaje de aceite. En condiciones similares de aplicación, Marchiori Jr. et al. (2002) no observaron variaciones en el rendimiento, peso de granos o el porcentaje de aceite, pero sí reducciones significativas en el porcentaje de proteínas. Por su parte Albretch et al. (2013) observaron que en aplicaciones más avanzadas (16% de humedad de granos), no se producían variaciones en el rendimiento o peso de los granos.

La comercialización de las semillas híbridas se rige por estándares que son diferentes a los establecidos para la comercialización de granos. Una variable importante para las empresas semilleras, desde el punto de vista económico, es el rendimiento de las líneas hembra. Este resulta crucial al momento de decidir su aptitud como progenitor (Fick y Miller, 1997). Conjuntamente se incorpora el tamaño como un atributo de gran valor, clasificando a las semillas de acuerdo a grados desde las más grandes (G1) hasta las más pequeñas (G3 y E-especial), siendo más costosas las de mayor tamaño (Craviotto et al, 2016). Existe además una alta contribución materna en la calidad de las semillas de girasol (Kannababu y

Karivaratharaju, 2000) y algunos caracteres que aportan las líneas maternas y paternas como la composición acídica, pueden tener una influencia importante en el deterioro de las semillas híbridas (Mourad et al., 2016). Por lo que, en el presente trabajo, se estudiarán por un lado los efectos del desecado en el rendimiento de las líneas hembra y por el otro en la concentración y composición de aceite de las semillas híbridas.

Por lo tanto, a pesar de que la aplicación de desecantes químicos para acelerar la desecación del cultivo de girasol es una práctica ampliamente utilizada existen controversias en literatura científica principalmente asociados a la determinación de momento oportuno de aplicación de los desecantes y plantea la necesidad de indagar los efectos sobre el rendimiento y calidad de aceite en las condiciones de producción de Argentina.

## OBJETIVOS E HIPOTESIS DEL PROYECTO

Los objetivos e hipótesis fueron:

Objetivo 1: Evaluar el impacto de la desecación con Paraquat sobre el rendimiento de diferentes líneas hembra de girasol.

Hipótesis 1: El Paraquat no modifica el rendimiento de las líneas hembra de girasol cuando se aplica alrededor del 30% de humedad de semillas.

Objetivo 2: Analizar la influencia del desecado con Paraquat en la concentración y composición de aceite de las semillas híbridas de girasol.

Hipótesis 2: El Paraquat aplicado alrededor del 30% de humedad, no modifica la concentración ni la composición del aceite de las semillas híbridas de girasol.

## MATERIALES Y METODOS

### Obtención de la semilla híbrida:

Los experimentos fueron llevados a cabo en Venado Tuerto, Argentina (33° 44' S; 61° 58' O) durante dos años, en tres fechas de siembra: 25 de septiembre (experimento 1), 31 de octubre (experimento 2) y 5 de noviembre (experimento 3). Este último se realizó un año después que los experimentos 1 y 2.

El material genético utilizado en el presente trabajo fue provisto por el semillero Pannar S.A y será mencionado, de aquí en adelante, de acuerdo con la codificación que se detalla en la Tabla I.

*Tabla I. Composición y características de las semillas híbridas obtenidas en los experimentos 1, 2 y 3.*

Composición de las semillas híbridas			Características de las semillas híbridas	
Código	Hembra	Macho	Tipo de cruzamiento	Composición de aceite
G1	IL02	IL06	Simple	Bajo Oleico
G2	IL00 X IL01	IL07	Triple	Bajo Oleico
G3	IL10	IL11	Simple	Alto Oleico
G3'	IL03	IL08	Simple	Alto Oleico
G4	IL04	IL08	Simple	Medio Oleico
G5	IL05	IL09	Simple	Bajo Oleico

Las semillas híbridas (G1, G2, G3, G3', G4 y G5) se obtuvieron a partir del cruzamiento de genotipos macho estériles que incluyeron 5 líneas endocriadas (IL02, IL03, IL04, IL05, IL10) y una línea híbrida (IL00 x IL01: macho estéril x mantenedora). De este modo se obtuvieron semillas provenientes de cuatro cruzamientos dobles de IL02 x IL06, IL10 x IL11, IL03 x IL08, IL04 x IL08 e IL05 x IL09 y un cruzamiento triple (IL00 x IL01 x IL07) (Tabla III).

G1, G2 y G3 fueron producidos en los experimentos 1, 2 y 3, mientras que G3', G4 y G5 solo se sembraron en el experimento 3. En cuanto a las diferencias en la composición de aceite, G1, G2 y G5 eran semillas híbridas con un contenido estándar ácido oleico (<40%), mientras que G3 y G3' tenían alto contenido de ácido oleico. También se evaluó un material medio oleico (G4). Este material fue obtenido partir del cruzamiento de una iso-línea de IL03 (IL04), de modo que solo difería de G3' en el contenido de oleico (Tabla I).

Las líneas hembra fueron sembradas en 8 hileras, espaciadas a 0,70 m y de 5m de longitud, con una relación hembra-macho de 5: 2. La densidad final de plantas fue

de 5 pl m<sup>-2</sup>. El suelo donde se realizaron los ensayos fue un Argiudol típico (70% serie 'Santa Isabel' más el 30% serie 'Venado Tuerto', [sisinta.inta.gov.ar](http://sisinta.inta.gov.ar)). Los ensayos se condujeron libres de adversidades bióticas (limitaciones hídricas y nutricionales, plagas, malezas y enfermedades),

La fenología del cultivo fue determinada de acuerdo a la escala fenológica de Schneiter y Miller (1981) y expresada en días, considerando el 50% de plantas por parcela. Los datos meteorológicos fueron obtenidos a partir de una estación automática (Pegasus EP2000, Columbia Weather Systems, Hillsboro, OR) ubicada en el campo experimental. La humedad de las semillas se determinó en muestras de 100 semillas con 8 repeticiones obtenidas a partir de 3 plantas por parcela, seleccionadas al azar y en competencia perfecta. El porcentaje de humedad fue calculado mediante método “*low temperature*” de ISTA (2015) luego de colocar las semillas a una temperatura de 103 °C por 17 h ± 1 h.

### Tratamientos de desecado

Los tratamientos aplicados en las líneas hembras fueron: (i) la desecación química con paraquat (PAR) y (ii) corte manual del capítulo (CM) con cuchillo (sólo en los ensayos 1 y 2). En el tratamiento con PAR toda la planta fue rociada con una solución de Paraquat en agua (1% v / v) en una dosis de 2 L. ha<sup>-1</sup>, usando un pulverizador de mochila equipado con boquillas de cono hueco a una presión de 3 bar.

El Paraquat fue aplicado cuando se alcanzó la etapa R8 (Schneiter y Miller, 1981) cuando las semillas alcanzaron una humedad del 27,4 ± 0,5 % en el

experimento 1,  $30,3 \pm 0,5$  % de humedad en el experimento 2,  $27,2 \pm 0,4$  % en el experimento 3 (los valores indican la media  $\pm$  desviación estándar) (Figura 2).

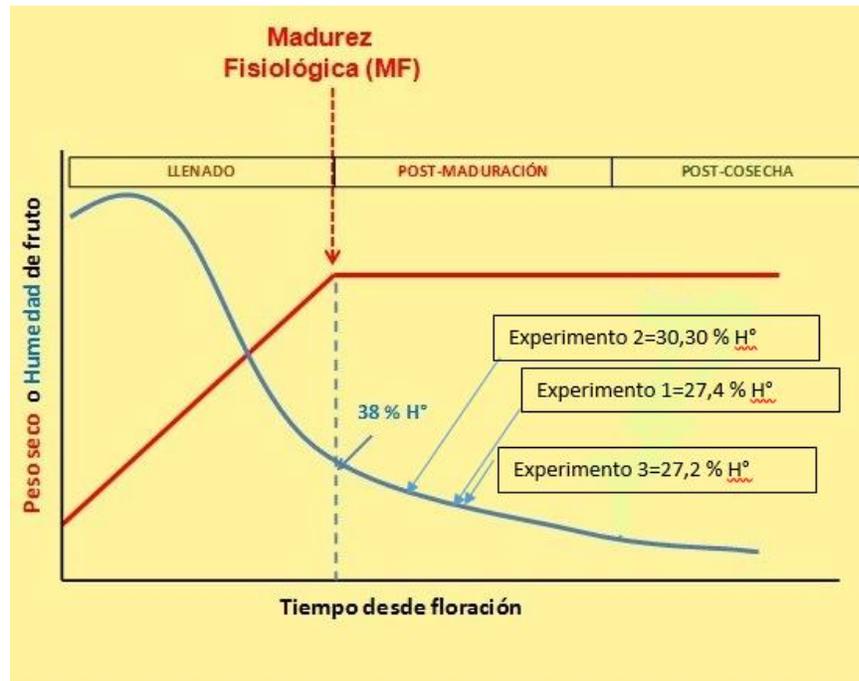


Figura 2: Momento de aplicación de los tratamientos de acuerdo al contenido de humedad, para los experimentos 1, 2 y 3.

Los capítulos se cosecharon 4 días después de la aplicación de Paraquat (Figura 3), cuando las hojas ya marrones caían al ser tocadas y la humedad de las semillas alcanzó el  $25,8 \pm 4,7\%$  en el experimento 1, el  $25,0 \pm 2,2\%$  en el experimento 2 y el  $23,1 \pm 2,5\%$  en el experimento 3.

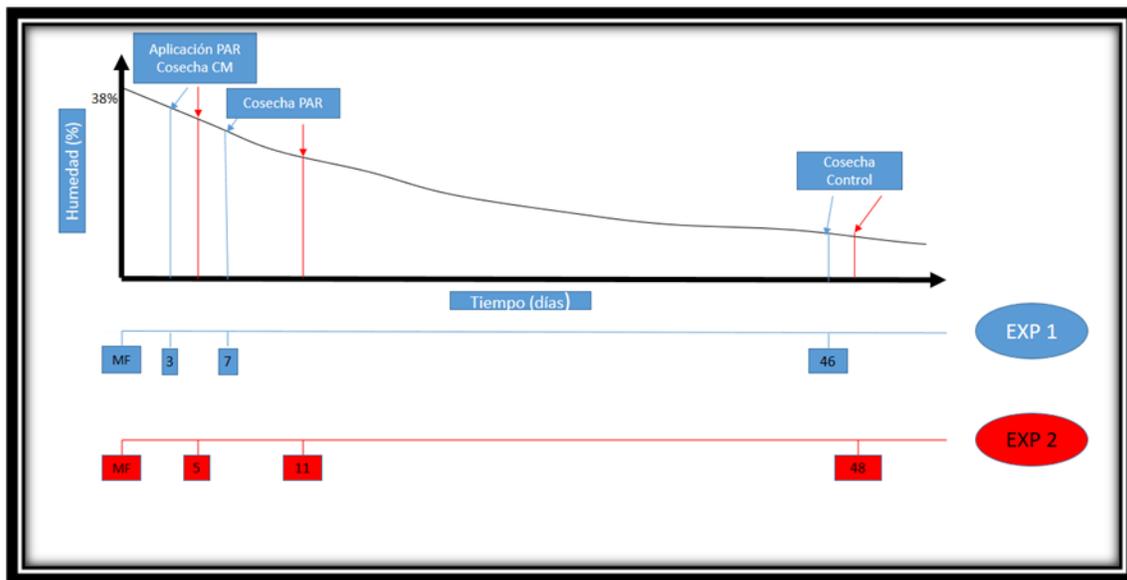


Figura 3: Momento de aplicación y cosecha del Paraquat (PAR) y corte manual (CM) para los experimentos 1, 2 y el control.

Los capítulos del tratamiento con corte manual fueron cosechados el mismo día en el que se aplicó el Paraquat (Figura 3), con un porcentaje de humedad de semillas de  $23.7 \pm 1.5 \%$  en el experimento 1 y  $28,4 \pm 0,4\%$  en el experimento 2.

La diferencia en días entre las respectivas cosechas y el control pueden observarse en la Tabla II.

El tratamiento de corte manual del capítulo simuló una cosecha anticipada sin aplicación de desecante y se realizó con el objetivo de detectar efectos químicos adicionales del principio activo.

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
MF	0	0	0
Aplic. PAR y Cosecha CM	3	5	11
Cosecha PAR	7	11	19
Cosecha Control	46	48	42
Diferencia de Días Control y tratamiento	39	37	23

Tabla II: Días a partir de la Madurez Fisiológica (MF) para la aplicación y cosecha de los tratamientos con Paraquat (PAR), corte manual (CM) y el control.

Posteriormente, los capítulos de ambos tratamientos (Paraquat y corte manual) fueron acondicionados con un flujo de aire forzado a temperatura ambiente durante 48 horas, hasta que las semillas alcanzaron un 7-10% de humedad en promedio para todos los genotipos. Las plantas de los tratamientos control permanecieron en el campo hasta que las semillas alcanzaron un porcentaje de humedad de 10, 12 y 10%, en promedio para los genotipos en los experimentos 1, 2 y 3 respectivamente (Figura3.) (Tabla II).

En los capítulos provenientes de los 2 surcos centrales de cada parcela de líneas hembra se determinó: Rendimiento (kg/ha), N° de semillas/capitulo (mediante recuento manual) y N° de semillas/m<sup>2</sup> (N° de semillas/capitulo x N° capítulos/m<sup>2</sup>).

En las híbridas se determinó:

- Peso de 1000 semillas (PMS): sobre 8 submuestras de 100 semillas mediante pesado de las semillas enteras, multiplicando por 10 para llegar al peso de 1000 semillas, expresado en gramos.
- Porcentaje de embrión: sobre 4 submuestras de 50 semillas, mediante pesado del embrión (previa remoción del pericarpio). En el presente denominamos embrión al conjunto de cotiledones + eje embrionario (pepa).
- Porcentaje de aceite y de ácido oleico: sobre una muestra de dos gramos de semillas enteras, mediante resonancia magnética nuclear (NMR), empleando un equipo Spinlock SLK-10.

#### Diseño experimental y análisis estadístico:

El diseño experimental a campo fue en parcela dividida con dos repeticiones. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias mediante el test LSD para detectar diferencias entre los tratamientos con un nivel de significancia del 5%. Los valores expresados en porcentaje se transformaron mediante la transformación angular. El análisis de componentes principales (PCA) se llevó a cabo en el rendimiento y sus componentes y variables meteorológicas (biplot). El Software estadístico utilizado para el análisis fue el Infostat ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)) (Di Rienzo et al., 2008).

## RESULTADOS

Hubo diferencias mínimas en la longitud de ciclo de cultivo entre las líneas femeninas, tanto en el período siembra-floración como en el que va desde la floración a cosecha en todos los experimentos (Figura 4). La aplicación del desecante químico (PAR) y corte manual (CM) permitió adelantar el tiempo de la cosecha cerca de 31 y 35 días, respectivamente, para el experimento 1; 32 y 39 para el experimento 2; y 23 para el tratamiento de PAR en el experimento 3 (Tabla II).

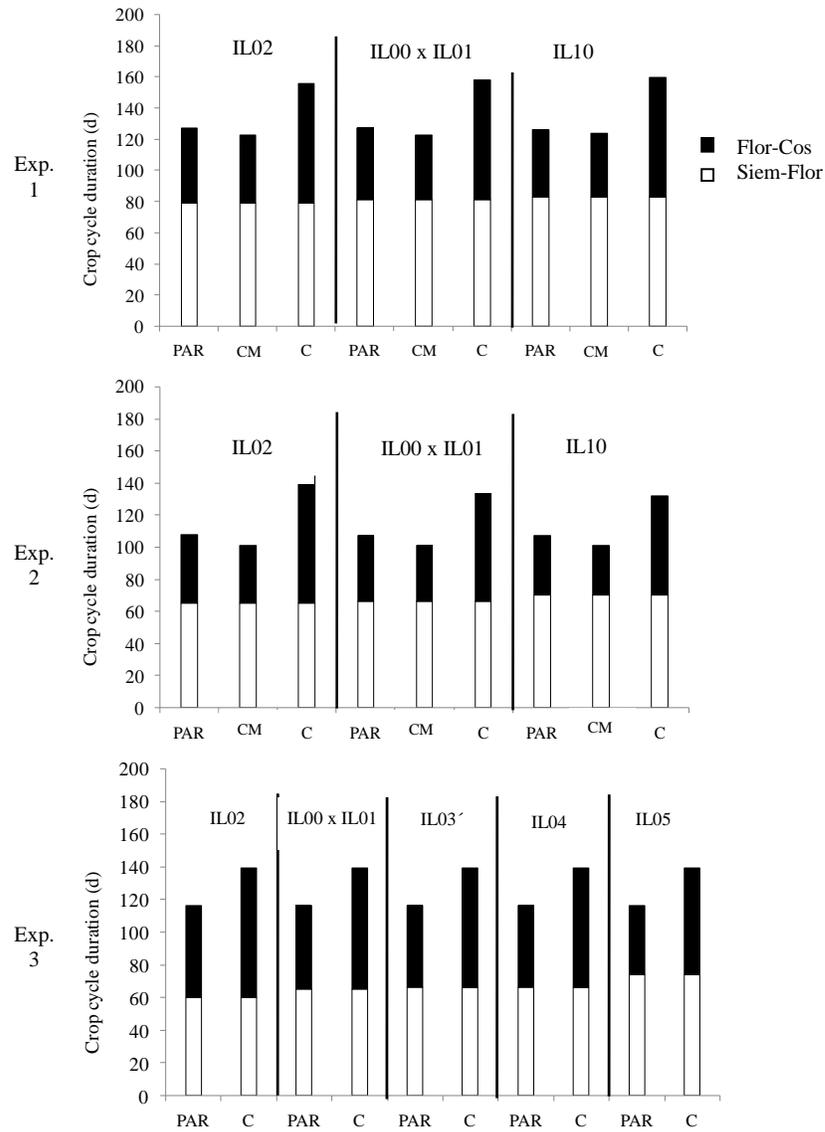


Figura 4. Duración del ciclo del cultivo (días) para siembra-floración y floración-cosecha de cinco líneas femeninas de girasol (IL00 al L05) tratadas con el desecante químico (PAR) o mediante corte manual (CM) aplicados cuando la humedad de las semillas alcanzó el 30% y las plantas de control (C) que se mantuvieron en el campo hasta un 10% de contenido de humedad de la semilla.

Para todos los experimentos, la aplicación de desecante (PAR) y el corte manual (CM) no afectaron significativamente el rendimiento de semilla de las líneas femeninas (Tablas III y IV). El rendimiento de la madre híbrida (IL00x IL01), fue significativamente mayor, independientemente de los tratamientos de desecación (Tablas III y IV). No hubo efecto de interacción significativa entre el tratamiento desecante y genotipo.

El N° semillas/m<sup>2</sup>, principal componente del rendimiento en cultivos de girasol, no se vio afectado por la aplicación del desecante en ninguno de los experimentos (Tablas III y IV). Se observó respuesta similar a los tratamientos de desecación en todas las líneas femeninas para el peso de mil semillas con excepción de material alto oleico (IL10) en el Experimento 2 (Tabla III), en el que se observó un aumento en el número de semillas/m<sup>2</sup> con respecto al control. A pesar de esto, estas diferencias no se mantuvieron en el genotipo alto oleico (IL04) evaluado en el experimento 3 (Tabla III).

Experimento	Genotipo	Tratamiento	N° semillas/m <sup>2</sup>	PMS (g)	Rendimiento (Kg/ha)	
1	IL02	PAR	3521 a	63 a	2191 a	
		CM	3306 a	63 a	2086 a	
		Control	4130 a	63 a	2600 a	
	IL00 x IL01	PAR	4400 a	106 a	4636 a	
		CM	4874 a	99 a	4831 a	
		Control	4082 a	99 a	4037 a	
	IL10	PAR	3666 a	79 a	2868 a	
		CM	3322 a	72 a	2367 a	
		Control	4523 a	72 a	3200 a	
	2	IL02	PAR	1557 a	62 a	966 a
			CM	2234 a	61 a	1352 a
			Control	1548 a	63 a	966 a
IL00 x IL01		PAR	4687 a	72 a	3433 a	
		CM	4998 a	67 a	3318 a	
		Control	4144 a	83 a	3433 a	
IL10		PAR	4305 a	52 b	2236 a	
		CM	4358 a	50 b	2172 a	
		Control	3465 a	65 a	2236 a	
E		0.0098	<0.0001	<0.0001		
G		<0.0001	<0.0001	<0.0001		
T		0.6234	0.0333	0.8754		
Ex G		<u>0.0001</u>	<u>&lt;0.0001</u>	<u>0.0319</u>		
Ex T		<u>0.0249</u>	<u>0.0084</u>	0.4951		
G x T		0.3036	0.5401	0.0776		
E x G x T		0.3277	0.2496	<u>0.0304</u>		

Tabla III. Número de semillas, (N° Semillas/m<sup>2</sup>), peso de mil semillas (PMS) y rendimiento (Kg/ha) en los experimentos 1 y 2, para tres líneas femeninas de girasol (IL00 a IL10) bajo tratamientos de desecación (PAR =paraquat; CM = corte manual) y control. Las diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna, para un genotipo y experimento dado. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para el experimento (E), el genotipo (G), tratamientos de desecación (T) y sus interacciones. Los valores subrayados indican efectos significativos (P <0.05)

Genotipo	Tratamiento	N° semillas/m <sup>2</sup>	PMS (g)	Rendimiento (Kg/ha)
IL02	PAR	3340 a	57 a	1917 a
	Control	3513 a	60 a	2091 a
IL00 x	PAR	5296 a	89 a	4734 a
IL01	Control	6296 a	89 a	5609 a
IL03'	PAR	1858 a	69 a	1276 a
	Control	1780 a	74 a	1317 a
IL04	PAR	1840 a	73 a	1347 a
	Control	2425 a	75 a	1819 a
IL05	PAR	3340 a	62 a	2061 a
	Control	3664 a	62 a	2227 a
G		<u>&lt;0.0001</u>	<u>0.0001</u>	<u>&lt;0.0001</u>
T		0.0879	0.4318	0.1338
G x T		0.5756	0.9369	0.7357

Tabla IV. Número de semillas (N° Semillas/m<sup>2</sup>), peso de 1000 semillas (PMS) y rendimiento (Kg/ha) en el experimento 3, para cinco líneas femeninas de girasol (IL00 al L05) bajo tratamientos de desecación (PAR =paraquat) y Control. Las diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para el genotipo (G), tratamientos de desecación (T) y su interacción. Los valores subrayados indican efectos significativos (P <0.05)

Los tratamientos de cosecha anticipada (PAR y CM) tampoco afectaron el porcentaje de embrión con respecto al control, en ninguno de los experimentos (Tablas V y VI). El porcentaje de aceite en las semillas híbridas tradicionales de G1, G2 y G5 no fue afectado por el tratamiento con PAR (Tablas V y VI). Para el genotipo alto oleico (G3), en los experimentos 2 y 3, el porcentaje de aceite mostró gran variabilidad al comparar el PAR con el control (Tabla V).

Ex p	Genotipo	Tratamiento.	Embrión (%)	Aceite(%)	Acido oleico (%)
1	G1	PAR	71 a	42 a	51 a
		CM	72 a	42 a	48 a
		Control	70 a	41 a	50 a
	G2	PAR	77 ab	47 a	48 a
		CM	73 b	46 a	51 a
		Control	79 a	49 a	50 a
	G3	PAR	85 a	49 b	96 a
		CM	86 a	52 ab	91 a
		Control	86 a	54 a	93 a
2	G1	PAR	66 a	40 a	55 a
		CM	66 a	40 a	55 a
		Control	66 a	39 a	56 a
	G2	PAR	69 a	48 a	48 a
		CM	71 a	47 a	47 a
		Control	75 a	46 a	46 a
	G3	PAR	81 a	53 a	91 a
		CM	78 a	52 ab	94 a
		Control	83 a	50 b	94 a
E		<u>&lt;0.0001</u>	0.1350	0.2233	
G		<0.0001	<u>&lt;0.0001</u>	<0.0001	
T		0.0141	0.7789	0.7798	
Ex G		0.8811	0.1061	<u>0.0004</u>	
Ex T		0.3549	<u>0.0019</u>	0.3771	
G x T		<u>0.0310</u>	0.2495	0.8861	
E x G x T		0.0667	0.0514	0.1027	

Tabla V. Porcentaje de embrión, % de aceite y el % de ácido oleico en los experimentos 1 y 2, para las semillas de girasol (G1 a G3) bajo tratamientos de desecación (PAR=paraquat; CM=corte manual) y control. Las diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna, para un genotipo y experimento dado. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para experimento (E), el

genotipo (G), tratamientos de desecación (T) y sus interacciones. Los valores subrayados indican efectos significativos ( $P < 0.05$ ).

Sin embargo, en el experimento 3 (Tabla VI), las semillas del genotipo alto oleico evaluado (G3') y su respectivo iso-hibrido (G4) no mostraron variaciones significativas en el contenido de aceite entre PAR y control.

En las semillas de híbridos tradicionales (G1, G2, G4 y G5), así como en las alto oleico (G3 y G3'), no se observaron efectos significativos del tratamiento con PAR en el porcentaje de ácido oleico (Tablas V y VI).

Genotipo	Tratamiento	Embrión (%)	Aceite (%)	Ácido oleico (%)
G1	PAR	66 a	34 a	48 a
	Control	63 a	34 a	52 a
G2	PAR	73 a	46 a	44 a
	Control	70 a	46 a	46 a
G3'	PAR	71 a	35 a	89 a
	Control	69 a	35 a	88 a
G4	PAR	65 a	33 a	76 a
	Control	64 a	32 a	75 a
G5	PAR	68 a	37 a	55 a
	Control	66 a	37 a	56 a
G		0.1310	<u>&lt;0.0001</u>	<u>&lt;0.0001</u>
T		0.2683	0.8869	0.3339
G × T		0.9932	0.9777	0.4750

Tabla VI. Porcentaje de embrión, % de aceite y % de ácido oleico en el experimento 3 para las semillas de girasol (G1 a G5), bajo tratamientos de desecación (PAR=paraquat) y Control. Diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de desecación dentro de cada columna. También se muestran los valores para pruebas de ANOVA para el genotipo (G), tratamientos de desecación (T) y su interacción. Los valores subrayados indican efectos significativos ( $P < 0.05$ ).

No se encontraron diferencias entre los tratamientos PAR y CM en cuanto al N° semillas/m<sup>2</sup>, peso de mil, el rendimiento, porcentaje de embrión, porcentaje de aceite y composición del aceite (% de oleico), lo que indica que el poder oxidante del paraquat no ejerció efectos perjudiciales sobre la producción de semillas de girasol.

Se observó una interacción significativa entre el experimento x genotipo y experimento x desecante en algunas variables claves del rendimiento como N° Semillas/m<sup>2</sup> y peso de mil (Tabla III).

## DISCUSION

Los experimentos ponen de relevancia que la aplicación de Paraquat alrededor del 30% de humedad de semillas no afecta significativamente el rendimiento, el porcentaje de aceite, de ácido oleico, ni el % de embrión. Estos resultados concuerdan con experimentos realizados en girasol por Rana et al. (1989), Howatt et al. (2009), Larson et al. (2008), Stahlman et al. (2010), Pereira Da Silva (2011) y Gubbels y Dedio (1985) cuando los desecantes fueron aplicados cercanos al 30% de humedad de semillas (luego de MF).

En cuanto al efecto de la aplicación de paraquat sobre el % de aceite y el % de ácido oleico del aceite, cuando las semillas de girasol tenían un 30% de humedad, nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por Gesch y Johnson (2013), Smirnova y Malyhin (1972), Howatt et al. (2009), Endres y Hendrickson

(2009) y Stahlman et al. (2010), sin verse afectado dichos factores por la aplicación del desecante.

Resultados similares a los nuestros pudieron observarse en otros cultivos como en soja y colza. Martinez et al. (2011) afirmaron que la aplicación de desecantes en el cultivo de soja en el estado de R8 no afectaron el rendimiento. Esfahani et al. (2012) y Marchiori Jr. et al. (2002) obtuvieron resultados semejantes en el cultivo de colza cuando la aplicación de desecantes se efectuó cerca de madurez fisiológica (35 % de humedad de granos), sin verse afectados el rendimiento ni la calidad del aceite.

Como menciona Stahlman et al. (2010), el mayor beneficio de la desecación se alcanza cuando la misma se realiza tan pronto como sea posible después de PM (38 %), sin sacrificar el rendimiento. Sin embargo, las aplicaciones de desecantes muy cerca del PM representan un riesgo debido a la dificultad de determinar con el nivel de humedad de las semillas de girasol (Kleingartner, 2010). Por esta razón, en la producción de híbridos de girasol, la aplicación desecante con un 30% de contenido de humedad de las semillas asegura una cosecha lo suficientemente temprana sin implicar un riesgo en la pérdida de rendimiento o en la composición de la semilla, como se demuestra en este trabajo. Tal como mencionan Daltro et al., (2010), la ausencia de modificaciones significativas en el rendimiento y sus componentes se debe a que las aplicaciones posteriores a la madurez fisiológica no comprometen acumulación de materia seca ni la síntesis de aceite garantizando el máximo tamaño de las semillas. Estos beneficios son muy importantes para la industria de las semillas de girasol, especialmente teniendo en cuenta la mejora

adicional en la calidad fisiológica observada en las semillas de girasol desecados con paraquat (Szemruch et al., 2014).

Existieron efectos significativos de la interacción entre el experimento x genotipo y entre el experimento x desecante en algunas de las variables clave del rendimiento (Tabla I y II) como el N° de semillas/m<sup>2</sup> y el peso de 1000 semillas. Debido a que no hubo variaciones en la duración de los períodos de siembra-floración o floración-MF entre las líneas hembra (Figura 1), estos resultados apoyan el fuerte efecto de la interacción con el ambiente en los cultivos de girasol mencionado por De la Vega y Chapman (2001). No existen estudios que hayan examinado las posibles interacciones entre el genotipo, el ambiente y la aplicación de desecantes en la producción de semillas híbridas de girasol. Por lo que sería de interés continuar con las evaluaciones en mayor cantidad de ambientes.

## CONCLUSIONES

La aplicación de desecantes cuando la semilla alcanza un porcentaje de humedad de 30%, es útil para la producción de semillas, ya que permite adelantar la cosecha 23-43 días sin efectos perjudiciales sobre el rendimiento de las líneas hembra o el porcentaje y la composición química de las semillas híbridas (N° semillas/m<sup>2</sup>, peso de mil semillas, % de aceite y oleico). Por lo cual, se concluye que la aplicación de desecantes es una buena alternativa de manejo para reducir

pérdidas de rendimiento ocasionadas por ataque de aves y/o enfermedades de fin de ciclo, y mejorar las condiciones de cosecha.

## BIBLIOGRAFIA

- Abeledo, L. G., Kruk, B. C. y Savin, R. 2003. Madurez y Cosecha de los Cultivos. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Satorre, E. H. Ed. Facultad de Agronomía. Bs. As. Argentina. pp. 717-722.
- Albrecht, L. P., Barbosa, A. P., Silva, A. F. M., Mendes, M. A., Maraschi-Silva, L. M. y Albrecht, A. J. P. 2011. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. Planta Daninha, 29: 585-590.
- Albrecht, L. P., Krenchinski, F. H., Placido, H. F., Bomm, M. A. R., Kunz, V. L., Canan Korber, Â. H. C. y Bieler, R. R. 2013. Canola desiccation at different stages of pods maturation. Revista Brasileira de Herbicidas, 12,143-150.
- ASA, 2014. Asociación de Semilleros Argentinos. La industria semillera de Argentina. Disponible en [http://www.sintesisagraria.com/paginas/suempresa/interes\\_completa.php?codigo=23829](http://www.sintesisagraria.com/paginas/suempresa/interes_completa.php?codigo=23829)
- ASAGIR, 2010. Asociación Argentina de Girasol. Actas del 5° Congreso Argentino de Girasol. 1 y 2 de Junio. UCA. Bs. As. Argentina. 364 pp.
- Aguirrezábal, L. A. N., Andrade, F. H. 2002. Ecofisiología. En: Manual Práctico para el Cultivo de Girasol. Díaz – Zorita, M. y Duarte, G.A. Ed. Hemisferio Sur. Bs. As. Argentina. 313 pp.
- BCR, 2013. Bolsa de comercio de Rosario. Argentina y su posicionamiento en el mercado mundial de granos, aceites y subproductos. Informativo semanal N°1687. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/infoboletinsemanal.aspx?IdArticulo=1136>

- BCBA, 2016. Bolsa de cereales de Buenos Aires. Panorama Agrícola Semanal. Estimaciones Agrícolas. Relevamiento al 14/04/2016. Disponible en [www.bolsadecereales.com/descargar.../pass450c152dacac3dfd79096c4255c2da](http://www.bolsadecereales.com/descargar.../pass450c152dacac3dfd79096c4255c2da)
- Bernardos, J. y Farrel, M. 2012. Evaluación de daño por la paloma torcaza (*Zenaida auriculata*) en girasol y pérdida de cosecha en la provincia de la pampa campaña 2011-2012
- Besser, J. 1978. Birds and Sunflower. En J.F. Carter (Ed.) "Sunflower Science and Technology". Agronomy 19. Pp. 263- 278
- Bragachini, M., Peiretti, J., Giordano, J., Sánchez, F., Ustarroz, F. 2012. Eficiencia de cosecha de girasol con agregado de valor en origen. Actualización Técnica N°71. INTA PRECOP- MINAGRyP. 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). 24 p.
- CIARA, 2014. Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina. Disponible en: <http://www.ciara.com.ar/estadisticasNac.php#>
- Canavelli, S. 2010. Consideraciones de manejo para disminuir los daños por aves en girasol. EEA INTA Paraná. Disponible en: <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-manejo-para-disminuir-daos-por-aves-en-girasol.pdf>
- Cantamutto, M., Poverene, M., y Peinemann, N. 2008. Multi-scale analysis of two annual *Helianthus* species naturalization in Argentina. Agric. Ecosyst. Environ. 123:69-74.
- Craviotto, R. M., Perearnau, M. R. A., Gallo, C. Montero, M. S. 2016. La calidad contada por la propia semilla. Disponible en <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/calidad/La-Calidad-Contada-Por-La-Propia-Semilla.pdf>
- Daltro, E. M. F., Albuquerque, M. C. F., França Neto, J. B, Guimarães, S. C., Gazziero, D. L. P. y Henning, A. A. 2010. Desiccants application prior to harvest: effect on physiological seed quality in soybean. Revista Brasileira de Sementes, 32: 111-122.
- De la Vega, A. J. y Chapman, S.C. 2001. Genotype by environment interaction and indirect selection for yield in sunflower II. Three-mode principal component

analysis of oil and biomass yield across environments in Argentina. Filed Crops Research, 72: 39-50.

- Endres, G., Hendrickson, P. 2009. Performance of Sharpen as a Preharvest Desiccant in Sunflower. Disponible en: <https://www.ag.ndsu.edu/archive/carringt/agronomy/Research/ProdMgmt/2009%20Sunflower%20response%20to%20Sharpen.pdf>
- Esfahani, M., Fardi, M., Asghari, J. 2012. Effects of pre-harvest application of paraquat on grain moisture reduction, grain yield and quality of rapeseed (*Brassica napus L.*) cultivars. Caspian Journal of Environmental Sciences. 10, 75-82.
- Farrel, M. 2010. Uso de defoliantes en girasol como herramienta para escape a las plagas y disminuir las pérdidas de cosecha. EEA INTA Anguil. Disponible en: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/Usos-Defoliantes-Girasol.pdf>
- Fick, G., Miller, J. F. 1997. Sunflower Breeding. En: Schneiter. A.A. 1997. Sunflower Technology and Production. N° 35. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. USA. 834 pp.
- Gesch, R.W. y Johnson, B.L., 2012 Seed moisture at physiological maturity in oil seed and confectionary sunflower hybrids in the northern U.S. Field Crops Res.133,1–9
- Gubbels, G.H., Dedio, W., 1985. Desiccation of sunflower with Diquat. Can. J. Plant. Sci., 65, pp. 841-847
- Howatt, K., Jenks, B., Moechnig, M. y Stahlman, P. 2009. Replacements for paraquat as a harvest aid in sunflower. [https://sunflowerusa.com/uploads/resources/197/howatt\\_paraquat\\_09.pdf](https://sunflowerusa.com/uploads/resources/197/howatt_paraquat_09.pdf)
- INASE, 2016. Instituto Nacional de Semillas. Boletín diciembre 2015 a mayo 2016. Año XIV. N°1. 47 pp.
- ISTA, 2015. International Seed Testing Association International rules for seed testing. Ed. ISTA. Bassersdorf, Switzerland.
- Inoue, M., Marchiori, O., Lucca, A. 2003. Grain yield and seed quality of soybean after desiccants application. Ciência Rural, 33, 769-770.

- InfoStat. 2008. Software Estadístico. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina. Disponible en:<http://www.infostat.com.ar/>
- Kannababu, N., Karivaratharaju, T.V. 2000. Maternal influence of cytoplasmic genic male sterile lines on seed quality in sunflower (*Helianthus annuus L.*). Indian Journal of Plant Physiology, 5, 159-162.
- Kleingartner, L. 2010. New weapon in toolbox for sunflower desiccation. The sunflower magazine. Disponible en:[http://www.sunflowernsa.com/uploads/article-files/670/Desiccation\\_Weapon.pdf](http://www.sunflowernsa.com/uploads/article-files/670/Desiccation_Weapon.pdf)
- Lacerda, A. L. S., Lazarini, E., Sá, M. E. y Walter Filho, V. V. 2001. Aplicação de dessecantes na cultura da soja: antecipação da colheita e produção de sementes. Planta Daninha, v. 19, n. 3, p. 381-90.
- Larson, T. D., Johnson, B. L., y Henson, R. A. 2008. Comparison of stay-green and conventional sunflower desiccation in the Northern Great Plains. Agronomy Journal, 100: 1124-1129.
- Linz, G. M., Bucher, E. H., Canavelli, S. B., Rodriguez, E. y Avery, M. L. 2015. Limitations of population suppression for protecting crops from bird depredation: A review. Crop Protection, 76 :46-52
- Maiti, R. K., Vidyasagar P., Shahapur, S. C., y Seiler, G. J. 2006. Studies on genotypic variability and seed dormancy in sunflower genotypes (*Helianthus annuus L.*). Indian J. Crop Science. 1(1-2): 84-87.
- Marchiori Jr., O., Inoue, M.H., Braccini, A.L., Oliveira Jr., R.S., Avila, M.R., Lawder, M. and Constantin, J. 2002. Seed quality and productivity of canola (*Brassica napus L.*) after desiccant application prior to harvest. Planta Daninha, 20: 253-261.
- Martinez, J., Ayala, L., Ayala, M. 2011. Efectos de los desecantes Paraquat y Glufosinato de amonio en el rendimiento y calidad física y fisiológica de semillas de soja (*Glycine Max*). Investigación Agraria, 13, 33-40.
- Miklić, V., Crnobarac, J., Joksimović, J., Dušanić, N., Vasić, D. y Jocić, S. 2006. Effect of harvest date on seed viability of different sunflower genotypes. Helia, 29: 127-134.

- Mourad, A. L., Reginato Neto, A., Rauen de Oliveira Miguel, A. M., Henriques, E. A., Vercelino Alves, R. M. 2016. Storage stability of three genotypes of sunflower seeds. *Industrial crops and Products*, 80, 6-16.
- Pereira Da Silva, H. 2011. Dessecação de plantas de girassol e qualidade de sementes armazenadas. Disponible en:  
[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4129/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Deseca%C3%A7%C3%A3o%20de%20plantas%20de%20girassol%20e%20qualidade%20de%20sementes%20armazenadas.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4129/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Deseca%C3%A7%C3%A3o%20de%20plantas%20de%20girassol%20e%20qualidade%20de%20sementes%20armazenadas.pdf)
- Pereira, T. Coelho, C. 2015. Physiological quality of soybean seeds depending on the preharvest desiccation. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 441-450.
- Rađenović, B., 1989. The effect of harvesting time on germination energy, germination and moisture seeds sunflower varieties VNIIMK and Peredovik to irrigation on soil type smonitza (Vertisol). *Semenarstvo* 6(11-12): 321-332.
- Radić, V. 2006. Effect of maturation period on seed quality; optimum time for desiccation in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. *Helia*, 29: 145-152.
- Rana, M.A., Ozair, C.A., Khan, B.R., y Shafiullah, M.A. 1989. Effect of maturity stages and desiccant application on yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus*L) Proceedings of the Joint Second Workshop Held. El Cairo. Egypt.
- Rebolini, J.M. 2002. Importancia, mercado y comercialización del girasol. En: Manual Práctico para el Cultivo de Girasol. Díaz – Zorita, M. y Duarte, G.A. Ed. Hemisferio Sur. Bs. As. Argentina. 313 pp.
- Rondanini D., Savin, R. y Hall A. J. 2007. Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of fruit water concentration. *European Journal of Agronomy*, 26: 295-309.
- Shafiullah, M.A., Baitullah, K., Rana, M.A., Khan, B.R. and Ozair C.A. 2001. Effect of desiccant application and time of harvest on yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*, 24: 105-114.
- Schneider, A.A. and Miller J.F. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21: 901-903.
- Smirnova y Malyhin 1972. Desiccation and sowing qualities of seeds. *Zernovoe economy*. 9, 44.

- Stahlman, P., Howatt, K., Jenks, B., y Moechnig, M. 2010. Saflufenacil – A new preharvest desiccant of sunflower. Australian Summer Grains Conference. Disponible en:<http://www.grdc.com.au/Resources/2010ASG>
- Szemruch, C., Rentería S., Moreira F., Cantamutto, M, Ferrari, L, Rondanini, D. 2014. Germination, vigour and dormancy of sunflower seeds following chemical desiccation of female plants. *Seed Science and Technology*, 42 (3):454-460.
- USDA. 2016 United State Department of Agriculture. Argentina. Oilseeds and Products Uptake. Global Agricultural Information Network Report. Disponible en: [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Oilseeds%20and%20Products%20Update\\_Buenos%20Aires\\_Argentina\\_2-1-2016.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Oilseeds%20and%20Products%20Update_Buenos%20Aires_Argentina_2-1-2016.pdf)
- Vitti, D. y Zuil, S. 2012. Evaluaciones del daño ocasionados por aves en girasol. *Voces y Ecos*, 29: 11-13. Disponible en: [inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_vocesyecos\\_nro29\\_revista\\_completa.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vocesyecos_nro29_revista_completa.pdf)
- Zuil, S. y Farrel, M. 2014. Cómo ganar la carrera contra la paloma. Disponible en: <http://especiales.lanacion.com.ar/destacados/14/girasol/nota4.asp>