

Bollón, Alfredo Ezequiel

Efectos de distintos métodos de despanojado de líneas endocriadas de maíz (zea mays sp.) sobre el rendimiento en grano

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Bollón, A. E. 2015. Efectos de distintos métodos de despanojado de líneas endocriadas de maíz (zea mays sp.) sobre el rendimiento en grano [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.

Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efectos-distintos-metodos-despanojado.pdf> [Fecha de consulta:.....]

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

“Efectos de distintos métodos de despanojado de líneas endocriadas de maíz (*Zea mays sp.*) sobre el rendimiento en grano”

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Alfredo Ezequiel Bollón

Tutor: Ing. P. A., Msc., Eduardo Joaquín Kukla

Fecha: 19 de junio de 2015

Agradecimientos

Quisiera agradecer a las personas que, desde distintos lugares y cada uno a su manera, hicieron posible la realización de este ensayo y la presentación de este trabajo.

En primer lugar, quisiera agradecer al Msc. Joaquín Kukla, Gerente de Producción, ex Gerente del área de Investigación y Desarrollo de Satus Ager S.A., y egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina el tiempo invertido en guía, orientación y estímulo para la realización de este trabajo final de graduación.

Al Tec. Agr. Pablo Meilán, Jefe del área de Investigación y Desarrollo, por su consejo y aliento permanentes.

Al Ing. en P. A. Leandro Perez, entrañable compañero tanto en el trabajo, como en la Facultad.

Al Sr. Daniel Ibáñez por su consejo diario y generoso en cuanto a la producción de maíz semilla. Al Sr. Juan Siderac, por su guía en cuanto al procesamiento de semilla en planta.

A los Ing. Paulo Doyen, Sabina Mahuad y Cristian Zapata.

Al Sr. Alfredo Paseyro, presidente de la Asociación de Semilleros Argentinos y Gerente Comercial de Satus Ager, siempre atento a facilitar información y bibliografía.

A los maquinistas, quienes a pesar de incurrir en contratiempos durante la época pico de desflorado, nunca perdieron el buen humor haciendo la labor de seguimiento del ensayo mucho más llevadera.

A todo el personal no permanente de la compañía involucrado en los tratamientos de desflorado, cosecha y proceso manual, sin dudas, parte fundamental de este trabajo.

Especialmente a mi familia, y a mi esposa Lucila.

Resumen

El maíz, con 5,4 millones (SIIA, 2015) de hectáreas implantadas durante la campaña 2014-2015, es el segundo cultivo en área sembrada de Argentina, luego de la soja. A su vez, la producción de semilla de maíz, es uno de los sectores de la cadena agroindustrial que mayor valor agregado genera.

Por ser el maíz una especie alógama, para la producción de semilla híbrida, se necesita direccionar las polinizaciones de modo tal que progenitores utilizados como hembra, reciban únicamente el polen de progenitores utilizados como machos, cumpliendo estrictos estándares de pureza y calidad en lo producido. Para lograr que estos cruzamientos dirigidos tengan lugar, y al tratarse de una especie diclino monoica (flores masculinas y femeninas en un mismo pie, pero en flores separadas) se debe quitar la flor masculina de los progenitores hembra para asegurar que solo reciban polen de los machos.

Tradicionalmente, la industria ha empleado a trabajadores temporarios para realizar la extracción manual de la panoja. El desflorado mecánico no es una técnica nueva, sin embargo diversas circunstancias han hecho que esta práctica gane en importancia en los últimos años.

Típicamente, el proceso de desflorado trae aparejada la extracción involuntaria de hojas. Esto repercute negativamente en el rendimiento. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar y cuantificar los efectos que tuvieron distintos tipos de despanojado (manuales y mecánicos) sobre el rendimiento en grano de dos líneas endocriadas. Los tipos de desflorado manuales ensayados fueron tres: extracción de la panoja solamente o “flor limpia”, extracción de panoja con dos hojas y extracción de panoja con cuatro hojas. Los tipos de desflorado mecánicos ensayados fueron cuatro: extracción de la panoja con dos pasadas de “Cutter”, extracción de panoja de manera tradicional que consiste en una pasada de “Cutter” y otra de “Puller”, una sola pasada de “Puller” sacando el 70% de las panojas, y una sola pasada de “Puller” sacando el 90% de las panojas (más agresivo). El ensayo tuvo lugar en dos lotes de producción de la empresa Satus Ager S. A. en las localidades de Carmen de Areco y Rojas, ambos en el norte de la Provincia de Buenos Aires. El diseño utilizado fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Para la determinación de rendimiento, se tomaron cinco estaciones de muestreo de cada unidad experimental de seis surcos de ancho por catorce metros con veintiocho centímetros de largo, que se cosecharon manualmente. También se determinaron, peso de mil granos, número de hojas extraídas y hojas sobre la espiga después del desflorado y peso hectolítrico.

Los resultados se analizaron mediante análisis de la varianza. Todas las comparaciones de medias se hicieron mediante el test LSD Fisher con un nivel de confianza del 95%.

Palabras clave: Maíz, producción de semilla, desflorado mecánico, desflorado manual.

Índice

1. Introducción	5
1.1. Generalidades de la Producción de maíz para semilla.....	5
1.2. Selección de áreas de producción.....	6
1.3. Manejo agronómico específico.....	6
1.3.1. Particularidades de la siembra	7
1.3.1.1. El Pattern y el Split de siembra.....	9
1.3.2. Producción de semilla de calidad	10
1.3.2.1. Aislamientos.....	11
1.3.2.2. Fuera de tipo.....	11
1.3.2.3. Desflorado.....	12
2. Objetivos	14
3. Materiales y métodos	14
3.1. Sitio del ensayo	14
3.2. Diseño	16
3.2.1. Descripción de los tratamientos	16
3.3. Condiciones del ensayo.....	17
3.3.1. Campo La Delia.....	18
3.3.2. Campo Molino Areco.....	19
3.4. Metodología experimental.....	20
4. Resultados y discusión.....	21
4.1. Porcentaje de despanojado.....	21
4.2. Hojas extraídas	22
4.3. Hojas sobre la espiga.....	23
4.4. Rendimiento en grano	24
4.5. Peso de mil granos	27
4.6. Regresiones	27
5. Conclusiones	32
6. Anexos	
Complementación estadística.....	35
Fotos	55
7. Bibliografía	65

1. Introducción

1.1. Generalidades de la producción de maíz para semilla

Las prácticas agronómicas para la producción de maíz de semilla, son en general las mismas que para la producción de maíz para grano. Sin embargo, existen algunos requerimientos de manejo adicionales y específicos para que el cruzamiento de las líneas progenitoras tenga lugar, y para que la semilla resultante del cruzamiento tenga calidad comercial (por calidad comercial, se entiende en primer lugar pureza genética, y luego poder germinativo y test de germinación en frío). Todas las prácticas culturales generales y específicas de esta “especialidad”, son tendientes a minimizar los riesgos de pérdida de calidad y por supuesto, a maximizar el rendimiento en semilla.

El mercado de semilla de maíz, ofrece mayormente:

- Híbridos simples (producto del cruzamiento de dos líneas puras)
- Híbridos trilineales (producto del cruzamiento de una línea pura utilizada como macho y un híbrido simple utilizado como hembra)
- Híbridos dobles (producto del cruzamiento de dos híbridos simples)

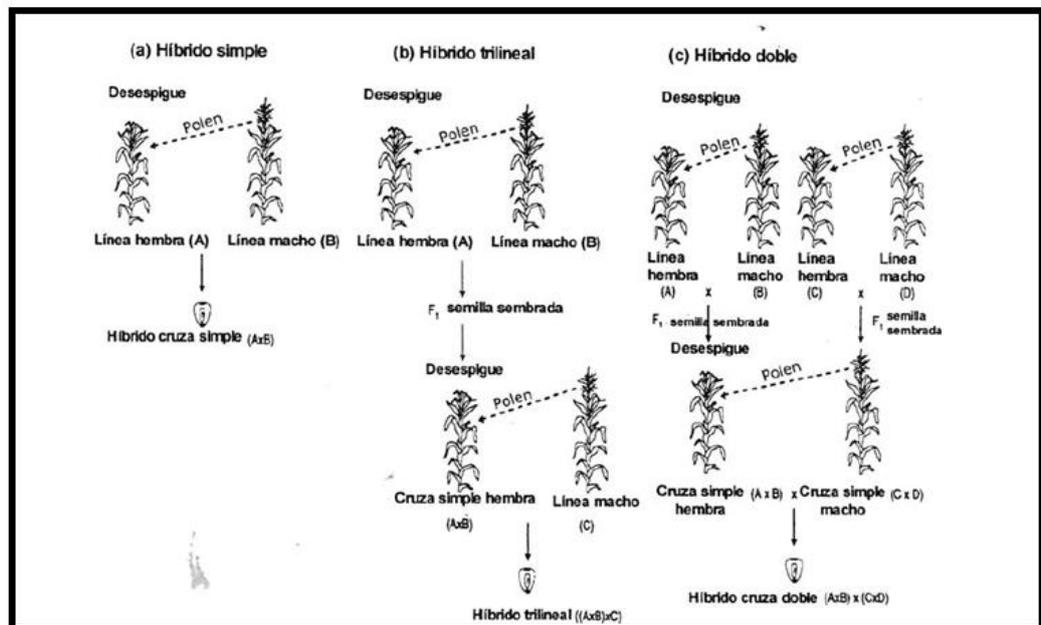


Ilustración 1. Producciones de distintos tipos de maíz híbrido. Adaptado de Maize Seed industries in developing countries, 1998. Morris, M.L. (ed)

En los sistemas de producción desarrollados, los híbridos simples de maíz son los más populares por sus altísimos potenciales de rendimiento y su uniformidad. Sin embargo, son los más difíciles y costosos de producir, ya que

como se dijo, el progenitor utilizado como hembra es una línea pura endocriada y en contraste con el híbrido generado presentan menor altura, menor vigor, tallos más débiles, menor área foliar, mayor susceptibilidad a estreses ambientales (sobre todo hídricos y térmicos), espigas más chicas y menores rendimientos.

Sumados al bajo rendimiento potencial de una línea endocriada per se, son varios los factores que atentan contra el rendimiento por unidad de superficie (patrón de siembra, despanojado, etc.), aumentando directamente los costos por kilogramo de semilla producido en un lote de maíz para semilla.

1.2. Selección de áreas de producción

Para que la producción de semilla de maíz resulte exitosa y para facilitar algunas prácticas de manejo específicas, es necesario que los lotes destinados a este tipo de producción sean los más homogéneos posibles. De este modo, se favorecerá a acortar las ventanas de siembra-emergencia, y los períodos de floración. Esto reviste especial importancia en la disminución de los costos de producción, minimizando riesgos de que la hembra reciba polen distinto al emitido por el progenitor macho, y maximizando el potencial de rendimiento de esas líneas endocriadas.

También es necesario que los lotes seleccionados, tengan la posibilidad de ser regados. Las líneas endocriadas utilizadas en la producción de semilla híbrida de maíz, tiene un muy bajo potencial de rendimiento y son especialmente susceptibles a estrés hídrico derrumbando su rendimiento ante la ocurrencia de estos. Es común que a las empresas prestadoras de servicios de multiplicación de semilla se les exija por contrato producir la semilla bajo riego, asegurando láminas mínimas.

1.3. Manejo agronómico específico

Como se mencionó anteriormente, para la producción de este specialty, hay algunos requerimientos de manejo característicos, tendientes a que el cruzamiento deseado tenga lugar, y a que la producción de semilla resultante sea genéticamente pura, y de calidad.

La primera diferencia es en el valor de lo producido. La semilla guarda tradicionalmente una altísima relación de precio en cuanto al grano de maíz. De esto se desprende que este tipo de producción admita y requiera muchos más y mejores cuidados que para la producción de grano de maíz.

1.3.1. Particularidades de la siembra

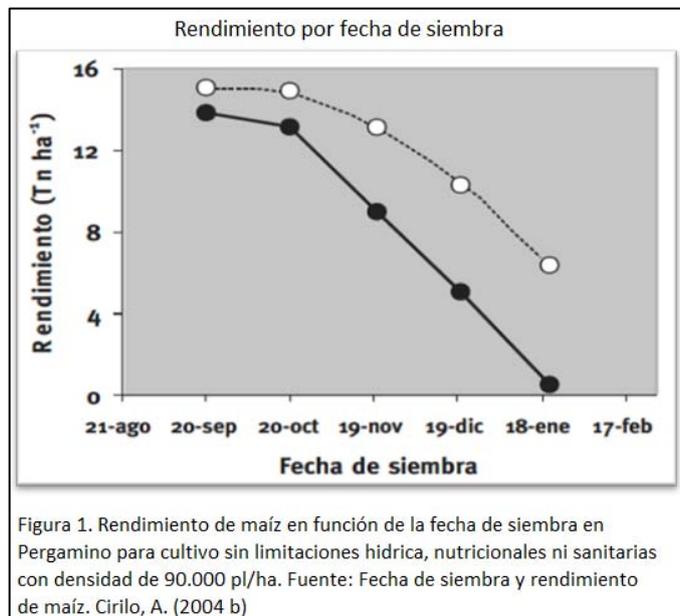
Junto con el desflorado, la preparación de la siembra y la siembra en sí misma, son los puntos más críticos en la producción de maíz para semilla. Una buena siembra no solo define potencialidad de rendimiento, sino que aumenta las probabilidades de una buena calidad de semilla. Por citar un ejemplo, una mala preparación de la cama de siembra que traiga aparejada una mala implantación del cultivo, aumenta considerablemente la posibilidad de que ocurra contaminación ya sea por fecundación con polen foráneo, o por autopolinización (por la ampliación temporal de la *ventana de floración*.)

En este tipo de producciones, la uniformidad espacial y sobre todo temporal del cultivo, tienen una mayor importancia que en un cultivo de la misma especie con destino de grano. Además, en función de cómo atentan contra la calidad del producto y el costo de producción, estas dos desuniformidades están íntimamente ligadas. Un planteo con excesivas plantas dobles y salteos, (además de bajar el potencial de rendimiento) puede hacer que las plantas menos competidas florezcan antes y las más competidas florezcan después que el cultivo del lote. Estos desvíos en las fechas de floración se traducen en un aumento directo de los costos de producción para mantener la calidad del producto ya que para asegurarse que las hembras no emitan polen que las autopolinice, se necesita mayor cantidad de *repasos* con cuadrillas de desfloradores independientemente del tipo de despanojado empleado (manual o mecánico). También, aumentan las probabilidades de contaminación por autopolinización porque una planta hembra adelantada, que emita polen a destiempo, puede polinizar a otras plantas que ya tengan estigmas emergidos. Del mismo modo, una planta retrasada, puede tener estigmas receptivos luego de que el macho del cruzamiento haya dejado de emitir polen, lo que aumenta las probabilidades de que sea fecundada con polen de lotes vecinos, disminuyendo de este modo la pureza de la semilla producida. De esto se desprende la relevancia que toma la uniformidad en el planteo de semillas y en la emergencia de las plantas (especialmente de los progenitores hembras) en la producción de maíz para semilla. Siguiendo el mismo criterio, es indispensable contar con semilla de líneas con buen poder germinativo, y buen vigor, con resultados positivos de “Cold test” (prueba de germinación en frío o en condiciones adversas) para lograr una adecuada uniformidad en la emergencia del cultivo y una buena uniformidad en la floración de las hembras. También es importante que los lotes no sean demasiado grandes para no distanciar mucho el inicio del fin de la siembra del mismo.

La siembra de maíz para semilla, es en la inmensa mayoría de los casos a 70 cm entre hileras para facilitar las labores que requieren a las cuadrillas de operarios, caminar los entresurcos. Está demostrado (Maddonni et al.

2001)(Cirilo, 2004 a) que ajustando las densidades correctamente, no existen diferencias significativas entre distancias de 70 cm o 52,5 cm en cuanto al rendimiento. Sí es necesario aclarar, que por ser líneas endocriadas de menor vigor y altura, existe una menor eficiencia en la intercepción de la radiación incidente y los lotes tienden a enmalezarse más rápidamente que un lote sembrado con maíz híbrido. Además, lotes de maíz semilla con muchas malezas dificultan y encarecen los costos de limpieza, proceso, acondicionamiento y embolsado de esa semilla en planta. Como se dijo antes, el precio de lo producido en cruzamientos de maíz, admite un mayor control cultural (de malezas en este caso) y exige mayores cuidados, mejores barbechos y mejores aplicaciones pre y post emergentes.

Con respecto a las fechas de siembra, valen los mismos principios generales que para el maíz commodity. Según Cirilo (2004 b), y hablando de la



zona de influencia del INTA Pergamino (en donde se concentran la mayoría de las empresas productoras de semilla en Argentina), las siembras tempranas de maíz presentan los máximos potenciales de rendimiento mientras no ocurran deficiencias hídricas severas en floración, ya que debido a que el cultivo aprovecha mejor las condiciones ambientales, se logra mayor fijación de granos. Hay que recordar que casi el 100% del área sembrada para producción de semilla se encuentra bajo riego.

Para cerrar este punto, y como concepto final, cualquier factor que atente contra la uniformidad del cultivo debe ser previsto y enmendado siempre que sea posible. Las sembradoras deben estar perfectamente reguladas para que todos los

surcos queden sembrados a la misma profundidad, con la misma densidad de semillas, y que la fertilización a la siembra sea homogénea para todos los surcos

1.3.1.1. El “Pattern” y el “Split” de siembra

En un cruzamiento de maíz, se siembra típicamente un patrón o “pattern” 6:2 (es decir, 6 surcos de “hembra” y 2 surcos de “macho” representando la hembra un 75% del área). Aunque también son comunes los patrones 4:1 (80% del área) y 4:2 (67% del área). Y porque en la inmensa mayoría de los casos, hembra y macho no tienen exactamente el mismo largo de ciclo a floración, es que se siembra determinado “split”, espaciando temporalmente las fechas de siembra de ambos progenitores, para lograr una correcta sincronización de la floración de ambos.

Se busca con esto que el período de mayor producción de polen del macho, coincida con el período de mayor proporción de estigmas receptivos en la hembra. Sin embargo, el tiempo de producción de polen de una panoja de maíz es relativamente corto, durando entre 5 y 12 días (Hall et al., 1982). Además, la planta libera la mayor cantidad de granos de polen alrededor del tercer día (Uribelarrea et al. 2002). Es por eso que es práctica habitual dividir la fecha de siembra del macho en 2 o 3 fechas para *alargar la ventana de polen*.

Para decidir estratégicamente que patrón y split de siembra utilizar, deben conocerse acabadamente ambos progenitores (Wych, 1988). Sólo así, se lograrán las mejores sincronizaciones, que redundarán en mejores rendimientos, y menor cantidad de contaminaciones.

En la medida en que se aumente la proporción de hembra, mayor será la superficie cosechable y menor la no cosechable (machos). Se entiende rápidamente que el patrón de siembra más conveniente para maximizar los rendimientos por unidad de superficie es aquel que, asegurando una abundante provisión de polen durante todo el período de floración de la hembra, maximice la superficie cosechable.

Sin embargo, disminuir la proporción de área sembrada con “machos” trae aparejada la necesidad de una excelente sincronización en la floración de ambos progenitores, porque ante la imposibilidad de sembrar más de una fecha de macho, existirá una menor disponibilidad de polen en el lote y durante un tiempo más acotado. También, y por la misma razón, aumentan las probabilidades de que estigmas de la hembra reciban polen foráneo atentando contra la calidad de la semilla producida. La mayoría de los casos en que se reportó contaminación por

polen foráneo ocurrió cuando el macho sembrado produjo poco polen y cuando las sincronizaciones entre macho y hembra no fueron buenas. (Astini et al, 2009).

Existen situaciones en las que conociendo correctamente a los progenitores y diseñando un correcto split de siembra, es necesario atrasar la floración de los progenitores machos. Esto se da cuando por ejemplo, al abrir un lote sembrando macho, un temporal de lluvia impide sembrar la hembra. Esta situación genera un desfase en las fechas de floración y obligará a *retrasar* al macho sembrado. Shultz (1985) resumió las técnicas más usadas para retrasar a progenitores de cruzamientos de maíz (siempre sobre el macho, para no afectar el rendimiento de la línea hembra). Las más comunes son sembrar a distintas profundidades, diferenciar el nivel de fertilización, ajustes en la densidad sembrada, el cortado de plántulas en estadios de 2-4 hojas, y el flameado con fuego. Estas técnicas bien realizadas, serán capaces de retardar hasta 4 o 5 días la fecha de floración de los machos.

Finalmente, se aclara que se llama a la superficie sembrada con macho como “no cosechable” porque, en la gran mayoría de los cruzamientos, una vez que este progenitor terminó de emitir polen (mucho antes de que su grano llegue a madurez fisiológica) es destruido por distintos métodos (el más común es mediante un rolo picador, labor conocida como “picado de macho”). Esta destrucción tiene dos motivos. El principal es que minimiza la competencia por recursos (agua, luz y nutrientes) con las hembras que quedan en pie aumentando el potencial de rendimiento en semilla. El otro motivo es que eliminando los surcos de macho, se disminuye las posibilidades de contaminación a cosecha ya que se evita el riesgo de que una planta de macho volcada sea recolectada junto a los surcos de hembra. En algunos casos muy puntuales y en programas de mejoramiento con escasos recursos, los machos son cosechados como incremento de esa línea progenitora porque, si la hembra estuvo bien desflorada, es altísimamente probable que todas las plantas de macho estén auto polinizadas.

1.3.2. Producción de semilla de calidad

En producción de semilla de maíz, más importante que la cantidad producida, es la calidad de lo producido. En cuanto a calidad de la semilla producida, nos referimos a la pureza genética, al poder germinativo, y al poder germinativo en condiciones adversas (analizada mediante la prueba de Cold Test, o prueba de germinación en frío). También son importantes el tamaño de la semilla y los calibres. Sin embargo el factor de mayor peso en cuanto a la pérdida de calidad, y al que nos referiremos en este punto, es a la pureza genética.

1.3.2.1. Aislamientos

Una panoja de maíz puede producir entre 2 y 25 millones de granos de polen (Goss, 1968; Kiesselbach, 1948) en un período de entre 5 y 12 días (Hall et al., 1982).

A pesar de producirse abundantemente, el movimiento de polen en el campo es limitado debido a que es relativamente grande y pesado comparado al polen de otros cultivos. Raynor, Ogden y Hayes (1972) demostraron que con condiciones ambientales normales, el 90% de los granos de polen caen dentro de los primeros 80 metros de donde se originaron. Es por esto, que empresas productoras y multiplicadoras de semilla, buscan asegurarse un mínimo de pureza genética, aislando sus lotes de producción de maíz semilla entre 200 y 600 m de otros maíces, dependiendo de las líneas sembradas y regulaciones legales y/o contractuales.

Los aislamientos también pueden ser temporales. Para disminuir el riesgo de contaminación con polen foráneo, pueden escalonarse las siembras de lotes vecinos para que la producción de polen de uno, no coincida con la aparición de estigmas receptivos del otro.

Sin embargo, sólo con aislamientos físicos o temporales, no se garantiza una buena polinización de las hembras. Hay que evitar la autopolinización.

1.3.2.2. Fuera de tipo

Otro factor determinante en la calidad de lo producido, es la pronta (antes de que emita polen entre los machos, y antes de cosecha entre las hembras) detección y remoción de las plantas fuera de tipo. Si una planta fuera de tipo no fuera detectada entre las hembras, al cosechar esa espiga se estaría contaminando el lote. Del mismo modo pero con mayor gravedad, si entre las plantas macho no fuese detectada y removida una planta fuera de tipo, a la cosecha, se estarían cosechando varias espigas polinizadas con polen no deseado, a pesar de que el lote esté correctamente aislado y correctamente desflorado. Por eso, es necesario un exhaustivo control y remoción de plantas fuera de tipo antes de la floración y antes de la cosecha. Este control lo hacen las mismas cuadrillas de desfloradores.

1.3.2.3. Desflorado

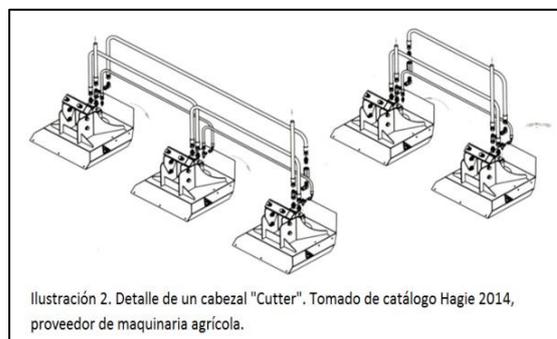
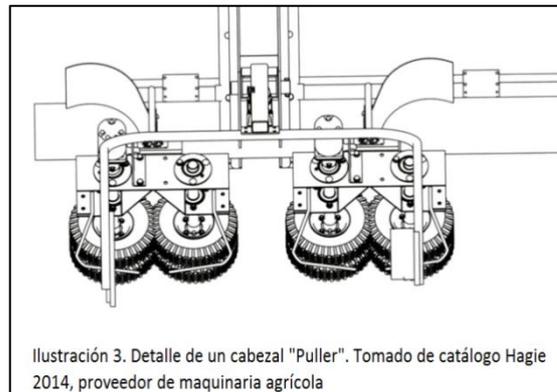
El desflorado, descanutado o despanojado es la práctica necesaria para evitar la autopolinización del progenitor utilizado como hembra y consiste en eliminar las panojas antes de que éstas liberen polen al medio. El período de desflorado, es generalmente el más crítico y difícil de manejar en la producción de maíces híbridos (Wych, 1988). Se han hecho grandes esfuerzos desde la investigación para buscar alternativas al despanojado, como esterilidad masculina genética y citoplasmática, y algunas técnicas basadas en la biotecnología. Sin embargo, en la inmensa mayoría de los casos, los cruzamientos se siguen logrando a través del despanojado tradicional. Y se realiza fundamentalmente de dos maneras: manual y mecánica.

El despanojado manual, consiste en arrancar las panojas todavía inmaduras manualmente. Dependiendo del grado de inmadurez, es que se extraen además de la panojas, hojas. En la medida en que se quiten más hojas, menor será el rendimiento (Hunter et al., 1973). La situación ideal, comprende que se remueva únicamente la panoja sin extraer hojas. Comúnmente, la industria llama a este proceso “extracción a flor limpia”. Se obtienen de este modo los mejores rendimientos, ya que por un lado, la planta permanece con su índice de área foliar completo y la extracción de la panoja mejora la recepción de luz por parte de esa área foliar remanente (Duncan et al., 1967; Hunter et al., 1969). También Mostert et al. (1982) demostraron que el despanojado genera mayor flujo de fotoasintatos al grano por no competir con la panoja lo que significa que una planta despanojada a la que no se le hayan extraído hojas, presentará un mayor rendimiento potencial que la misma planta pero sin desflorar. Hunter et al. (1973), ensayando un grupo grande de líneas endocriadas encontró que plantas despanojadas sin extracción de hojas presentaron en promedio un 6,9% más de rendimiento que los testigos sin desflorar. Sin embargo, para lograrlo se requiere de una gran cantidad de mano de obra en un período reducido de tiempo porque para extraer panojas “a flor limpia”, se debe esperar prácticamente hasta que la panoja quede expuesta, pero antes de que emita polen. Esto ocurre durante un período relativamente corto de tiempo por lo que es necesario incrementar los costos de mano de obra aumentando el número de desfloradores por unidad de superficie (además de aumentar considerablemente el riesgo de que la hembra emita polen antes de ser desflorada, generando contaminación por autopolinización).

El desflorado mecánico consiste en quitar las flores masculinas de la línea endocriada utilizada como hembra, con la utilización de máquinas despanojadoras autopropulsadas. Esta maquinaria, montada sobre ejes altos, puede ser equipada con dos tipos de cabezales (Cutter y Puller) para realizar dos labores distintas:

- Cortar. Este cabezal posee hojas afiladas rotativas que a medida que la máquina avanza por la tanda de 4 o 6 surcos de “hembra”, van cortando la parte superior de las plantas de maíz a una altura variable con un sensor que va copiando eventuales desniveles de altura de plantas. Comúnmente denominadas “cutter”, esta labor se realiza de 3 a 5 días antes de que aparezcan los primeros estigmas por fuera de las hojas de la chala. El principal objetivo del cortado, es lograr una exposición temprana y simultánea de la panoja todavía inmadura, en preparación de la segunda labor.

- Arrancar o tirar hacia arriba la panoja. Este cabezal consiste en un par de ruedas neumáticas, también ajustables en altura, que van girando en dirección opuesta y tiran hacia arriba arrancando la panoja de la planta. Comúnmente denominadas “Puller” o “rolado”, se realiza 1 o 2 días después del cortado. Sin embargo esto es muy variable en función de la línea que se está desflorando y de las temperaturas durante todo este período. Se extraen así entre el 60 y el 90% de las panojas del lote.



Siempre, e inmediatamente después de la pasada del último implemento, los lotes con desflorado mecánico deben ser repasados a mano para quitar aquellas

panojas que no han sido quitadas durante el proceso. Normalmente son necesarios entre 2 y 3 repasos en días consecutivos para finalizar el desflorado del cruzamiento.

El despanojado mecánico tiene como ventajas la velocidad de desflorado, y una drástica reducción de la utilización de mano de obra. Como contrapartida, esta técnica es más agresiva que la manual (reduciendo en menores rendimientos), requiere de una exhaustiva puesta a punto y de una gran uniformidad de los lotes, para que no queden panojas sin extraer y la desflorada sea pareja (Wych, 1988).

2. Objetivos

El presente trabajo tuvo como objetivos evaluar y cuantificar los efectos que tuvieron distintos tipos de despanojado de maíz, labor característica de este tipo de producción, sobre el rendimiento en grano de dos líneas endocriadas.

Se espera que los tratamientos más agresivos, es decir, los que durante el proceso de desflorado hayan extraído mayor cantidad de hojas, sean los que presenten menores rendimientos productivos.

3. Materiales y métodos

3.1. Sitio del ensayo

Este ensayo fue conducido durante la campaña 2011-2012 por el equipo de Investigación y Desarrollo de Satus Ager S.A. Se midieron y analizaron las diferencias en el rendimiento de parcelas de líneas endocriadas de maíz sometidas a distintos métodos de desflorado en dos localidades: establecimiento Molino Areco ($34^{\circ} 24'16.1''$ S, $59^{\circ} 41'39''$ O) en el partido de Carmen de Areco y en el establecimiento La Delia ($34^{\circ} 10'36,2''$ S, $60^{\circ}37'21,6''$ O) en el partido de Rojas, ambos en la Provincia de Buenos Aires, y al centro- sur de la denominada zona núcleo maicera de la República Argentina.

Estos dos campos son utilizados por la empresa para la producción de semilla híbrida de maíz (generalmente como servicio de contra estación para empresas semilleras del hemisferio norte), y todos los lotes se encuentran bajo riego por pivot. El ensayo tuvo lugar en dos lotes de estos campos, que particularmente, fueron sembrados para producir semilla de maíz con destino de mercado local.

Con respecto a los suelos, en el establecimiento Molino Areco corresponden a serie Gouin (GO), y taxonómicamente son clasificados como Argiudoles ácuico. Son suelos oscuros, profundos, con aptitud agrícola, y moderadamente bien drenados. Su capacidad de uso II-w y su un índice de productividad 81(A). En el establecimiento La Delia, los suelos corresponden a serie Rojas (Ro) y están definidos como Argiudoles típicos. Son suelos oscuros, profundos bien provistos de materia orgánica bien drenados, no salinos y no alcalinos. Su capacidad de uso es I-1, y su índice de productividad es 95(A).



Ilustración 4. Ubicación de las dos localidades donde tuvo lugar el ensayo.

Se realizaron análisis de suelos de cada lote para diagnóstico de fertilidad. Fueron muestreados con barreno 3 profundidades: 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm. El muestreo se realizó haciendo 20 estaciones por lote, pero dos muestreos por estación de la profundidad 0-20 cm. Es decir que los resultados abajo exhibidos corresponden a 20 submuestras de la profundidad 20-40 cm, 20 submuestras de la profundidad 40-6 cm y 40 submuestras de la profundidad 0-20 cm. Resultados del análisis hecho por el laboratorio TecnoAgro S.R.L. en tabla 1.

Profundidad (cm)		0-20						20-40				40-60	
		pH	P ppm	N03 (ppm)	HUM %	M.O. %	S ppm	pH	P ppm	N03 (ppm)	HUM	NO3	HUM %
Campo	Lote												
Molino Areco	16	6,8	20,2	78,94	20,19	2,98	6,60	6,90	20,10	67,12	18,20	85,34	14,68
La Delia	Lineal	6,3	31,4	73,12	23,15	3,55	4,50	6,40	21,60	56,83	23,76	31,80	23,46

Tabla 1. Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad. 0-60 cm.

3.2. Diseño

El diseño elegido fue en bloques completamente aleatorizados (DBA) y fueron ensayados 7 tratamientos, replicados en 3 bloques. Cada unidad experimental consistió en una “tanda” de 6 surcos a 0,7 m entre surcos de ancho, y 100 m de largo. Cada tanda de surcos, estuvo separada entre sí por los dos surcos de macho, por supuesto, sin desflorar.



El modelo estadístico lineal aditivo es: $\gamma_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$. Donde, γ_{ij} es la variable respuesta analizada y es igual a la media general (μ), más el efecto de los tratamientos ensayados (α_i), más el efecto de los bloques (β_j) más los factores no explicados o error aleatorio (ε_{ij}).

De cada unidad experimental, sobre el final del ensayo, se cosecharon manualmente 5 estaciones de 6 surcos y 14,28 m de largo para la determinación de rendimiento, peso de mil semillas y peso hectolítrico. Durante el ciclo del cultivo, se tomaron datos de hojas remanentes sobre la espiga, y hojas extraídas post tratamientos.

3.2.1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1 (C+C), consistió en una doble pasada del implemento cortador, o “Cutter”. Esta máquina autopropulsada pasó cortando los cogollos de las plantas una primera vez, y pasó por segunda vez a las 48 horas. Como se verá luego, este fue el tratamiento más agresivo por la cantidad de hojas que extrajo. Luego de la determinación de porcentaje de despanojado, y del recuento de hojas extraídas y remanentes, se hizo un repaso a mano para asegurarse que no quedaran panojas en el progenitor hembra que contaminaran el lote por autopolinización.

El Tratamiento 2 (C+P), se realizó con una primera pasada del implemento cortador, y a las 48 horas se hizo una pasada de “Puller” o rolador.

El Tratamiento 3(P70) denominado “Puller 70”, consistió en una pasada de la máquina roladora previamente regulada, quitando aproximadamente el 70% de las panojas en su primer y única pasada. Es decir, luego de la pasada de la máquina, que quedara un remanente de 30% de panojas para remover. Esta remoción estuvo a cargo de la cuadrilla de desfloradores.

El Tratamiento4 (P90), al igual que el anterior, consistió en una única pasada de la herramienta roladora, pero quitando ahora el 90% de las panojas. Este es un tratamiento más agresivo sobre el cultivo, pero requiere menor cantidad de recursos humanos por unidad de superficie para terminar de quitar las panojas remanentes. Se lo denominó “Puller 90”

El Tratamiento5denominado “Flor limpia” (FL), consistió en remover manualmente las panojas del tratamiento procurando no extraer hojas durante el procedimiento. Como ya se ha dicho, hay trabajos que demuestran que incluso es de esperar incremento en los rendimientos con respecto a tratamientos sin desflorar por mejor intercepción de la luz por parte de las hojas y por particionar más fotoasimilados al grano. Como contrapartida, este tratamiento requiere más “horas hombre por hectárea” para desarrollar la labor.

El Tratamiento6 (2H), denominado “2 hojas”, consistió en quitar la panoja junto a 2 hojas de manera manual.

El Tratamiento7 (4H), denominado “4 hojas”, consistió en quitar la panoja junto a 4 hojas de manera manual.

3.3. Condiciones del ensayo

En ambos campos, se eligieron las áreas más homogéneas posibles dentro de cada lote para minimizar los errores o factores no controlados de los experimentos.

El cultivo antecesor en ambos casos, fue soja semilla de primera. Ambos lotes fueron labrados de manera convencional.

Los ensayos requirieron una superficie de 0,88 ha, y cada unidad experimental, una superficie de 420 m².

Por cuestiones de confidencialidad contractual, no me fue posible revelar las compañías a quienes se les brindó el servicio de multiplicación de semilla, ni el nombre de las líneas involucradas.

En ambos casos, se trataron de cruzamientos simples (ambos progenitores en los dos casos fueron líneas endocriadas), y como se dijo antes la semilla producida fue para abastecer el mercado local.

El patrón de siembra fue 6:2 (6 surcos de hembra, y 2 de macho con fechas de siembra distinta).

Una semana antes de que los lotes entraran en floración, se marcaron las cabeceras del ensayo (cortando plantas con azada), se colocaron banderas para delimitar el lote, y corbatas para marcar los tratamientos.

Los tratamientos se dieron en floración, y al mismo tiempo que el lote en general. Todos los tratamientos de desflorado mecánico, como es habitual, fueron repasados a mano por las mismas cuadrillas del campo, quitando cualquier panoja que pudiera haber quedado.

Las estaciones fueron cosechadas manualmente en espiga y tuvo lugar cuando el cultivo llegó a aproximadamente 35% de humedad en los dos casos. Las espigas cosechadas, una vez deschaladas en planta, fueron secadas en una secadora de aire forzado con un caudal de $700 \text{ m}^3 \cdot \text{hora}^{-1}$ a 36°C en la Estación Experimental Ma. Laura. Una vez que la humedad fue menor a 14.5%, las muestras fueron desgranadas en una trilladora estática marca Almaco, modelo Maizer especialmente diseñada para trillar parcelas chicas. Sobre masa de granos, se tomaron datos de peso, humedad, peso de mil granos, y peso hectolítrico. La humedad y el peso hectolítrico, fueron tomados con humidímetro digital marca Dickey John modelo GAC2100. Para la determinación del peso de mil semillas se hicieron 5 recuentos de 100 semillas al azar y fueron pesadas en balanza de precisión de décima de gramos y ajustados a 12,5% de humedad.

3.3.1. Campo La Delia

La instrucción de siembra dada por el cliente para este cruzamiento, fue “0FM-44M”. Esto quiere decir que esté lote *abrió* la siembra con hembra (Female) más primer macho (Male), y a los 44 GDU en grados Celsius, el segundo macho. Las fechas concretas fueron para la hembra y el primer macho, entre el 27 y el 28 de octubre, y para el segundo macho el 3 de noviembre de 2011.

La densidad de siembra para la hembra fue de 7,1 semillas por metro lineal (101.400 semillas por hectárea) y para ambos machos 7,6 semillas por metro lineal (108.500 semillas por hectárea) a 70 cm entre hileras.

Este lote fue fertilizado a la siembra con 110 kg/ ha de MAP-S (14-14.8-00-08 S), al costado y debajo de la semilla, y en V4 fue fertilizado con 220 kg/ha de UREA (46-00-00) granulada incorporada al suelo.

Como muestra la figura 2, la fecha de floración para la hembra (50% de plantas con estigmas receptivos) fue el 16 de enero y para el primer y segundo macho fueron los días 15 y 17 de enero respectivamente.

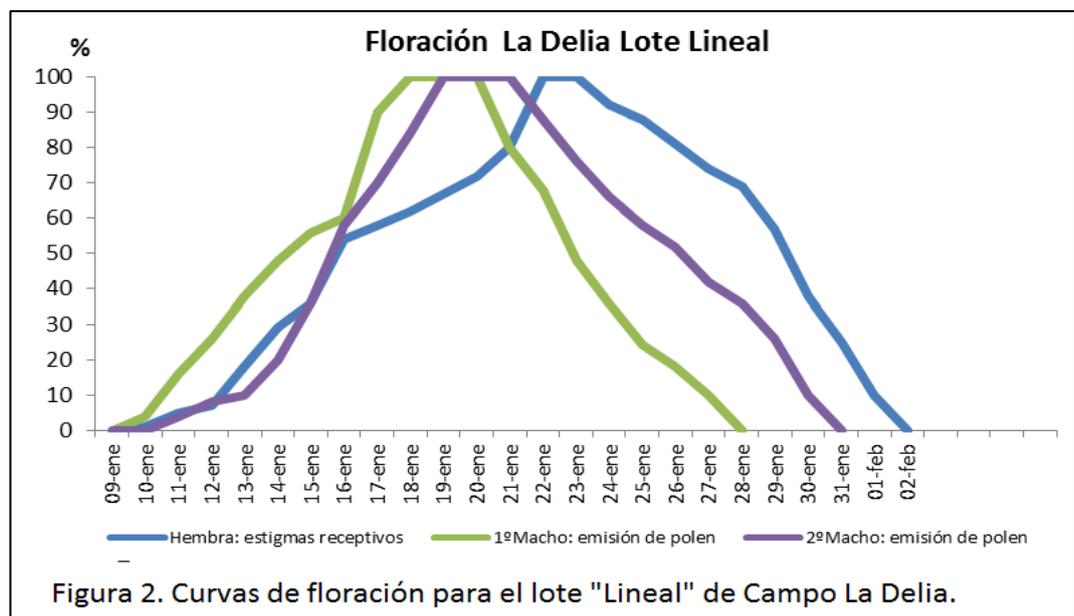


Figura 2. Curvas de floración para el lote "Lineal" de Campo La Delia.

3.3.2. Campo Molino Areco

La instrucción de siembra para este cruzamiento, fue “0M-7HM”. O sea, que para una correcta sincronización de la floración de los progenitores, la instrucción fue sembrar el primer macho, y a los 7 días la hembras más el segundo macho. Las fechas fueron 10 de noviembre para el primer macho, y 17 de noviembre para la hembra más el segundo macho.

La densidad de siembra para la hembra fue de 7,34 semillas por metro lineal (105.000 semillas por hectárea), 6,4 semillas por metro lineal para el primer macho y 6,6 semillas por metro lineal para el segundo macho (91.400 y 94.300 semillas por hectárea respectivamente a 70 cm entre hileras.

En este lote, se fertilizó a la siembra con 95 kg/ ha de MAP-S (14-14.8-00-08 S), al costado y debajo de la semilla, y en V5 con 200 kg/ha de UREA (46-00-00) granulada incorporada al suelo.

Como muestra la figura 3, la fecha de floración de la hembra fue 24 de enero y para el primer y segundo macho, 22 y 25 de enero respectivamente.

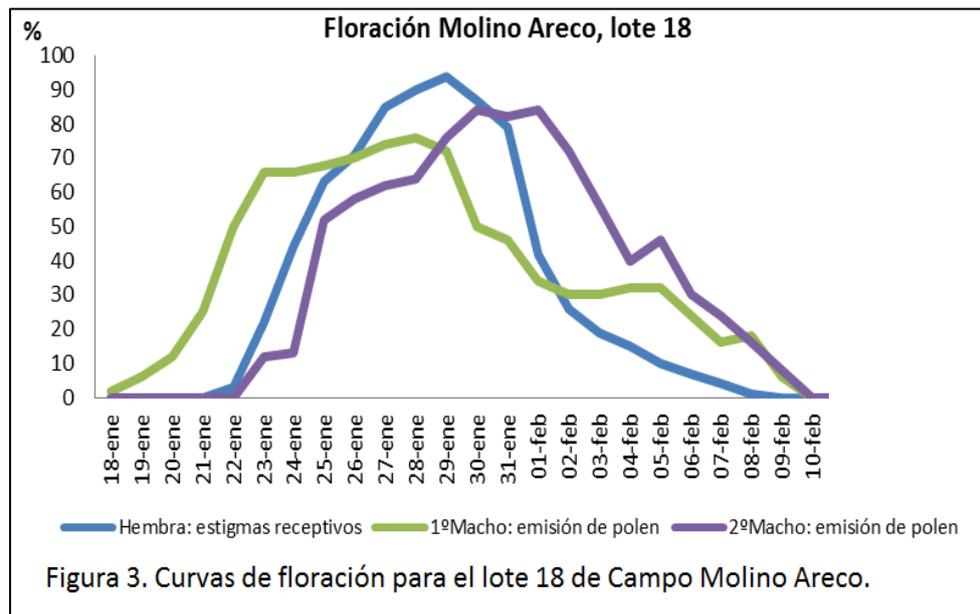


Figura 3. Curvas de floración para el lote 18 de Campo Molino Areco.

3.4. Metodología experimental

Los resultados de rendimiento en grano de cada hembra fueron analizados mediante análisis de la varianza (ANOVA), en un diseño en bloques completamente aleatorizados (DBA) con 3 réplicas por tratamiento. El factor fue el tratamiento de desflorado recibido, con 7 niveles. El test de comparación de medias elegido fue el test de LSD de Fisher con un nivel de confianza del 95%.

También se hicieron análisis de varianza paraporcentaje de panojas extraídas, cantidad de hojas extraídas, cantidad de hojas sobre la espiga, peso de 1000 semillas y peso hectolítrico. Además se hicieron análisis de regresión lineal entre el rendimiento y las variables hojas extraídas y sobre la espiga.

Se comprobaron los supuestos de independencia de las observaciones, de aleatoriedad en la asignación de tratamientos, de distribución normal de la variable y de homogeneidad de varianzas.

El test de comparación de medias utilizado fue LSD Fisher y se consideraron significativas aquellas pruebas con $p < 0,05$ (nivel de confianza del 95%)

Todos los análisis estadísticos fueron efectuados utilizando el programa estadístico InfoGen (Balzarini M.G., Di Rienzo J.A. InfoGen versión 2013. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.info-gen.com.ar> InfoGen de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Córdoba).

4. Resultados y discusión

4.1. Porcentaje de despanojado

En primer lugar, interesó conocer la efectividad de la aplicación de los tratamientos en cuanto a la extracción de panojas. También interesó saber cuan bien regulada estaba la maquinaria para la aplicación de tratamientos 3 y 4 en donde había que sacar el 70% y el 90% de las panojas en la primer pasada.

Se midió el porcentaje de despanojado después de aplicados los tratamientos. Para eso, se hicieron recuentos de panojas en 8 estaciones de 50 plantas consecutivas cada una, por cada tratamiento y por cada repetición. Se consideró finalizado el tratamiento luego de la pasada del último implemento en los tratamientos mecánicos (Tratamientos 1, 2, 3 y 4) y luego de la segunda pasada de la cuadrilla de desfloradores en los tratamientos manuales (5, 6 y 7). Luego, los 7 tratamientos fueron repasados a mano nuevamente hasta que la cantidad de panojas a extraer fuera inferior a 1 cada 500 plantas (0,2%).

En la tabla 2, se observan medias de panojas remanentes post tratamientos y porcentajes de despanojado (por campo y por tratamiento), y puede apreciarse una correcta regulación de la maquinaria en los tratamientos 3 y 4 (Puller al 70% y Puller al 90% respectivamente).

Como se esperaba, los tratamientos manuales quitaron mayor cantidad de panojas en las dos localidades. El tratamiento más común entre los mecánicos, Cutter+Puller, bien regulado extrajo casi un 96% de las panojas quitando más que el tratamiento Puller 90% y los otros tratamientos mecánicos. Esto lo convierte en el tratamiento en el que probablemente se requieran menos horas de trabajo manual para repararlo y quitar las últimas panojas.

Campo	Tratamiento	PRPT %	E.E.	% Desflorado
La Delia	P70	31,92 (A)	1,46	68,08
La Delia	C+C	9,63 (B)	1,46	90,37
La Delia	P90	9,30 (B)	1,46	90,70
La Delia	C+P	4,13 (C)	1,46	95,87
La Delia	2H	2,42 (C)	1,46	97,58
La Delia	4H	2,17 (C)	1,46	97,83
La Delia	FL	1,00 (C)	1,46	99,00
M. Areco	P70	28,09 (A)	0,88	71,91
M. Areco	P90	9,63 (B)	0,88	90,37
M. Areco	C+C	8,71 (B)	0,88	91,29
M. Areco	C+P	4,18 (C)	0,88	95,82
M. Areco	4H	2,42 (CD)	0,88	97,58
M. Areco	2H	2,17 (CD)	0,88	97,83
M. Areco	FL	0,96 (D)	0,88	99,04

Tabla 2. Porcentaje de panojas remanentes post-tratamientos (PR post. Trat.) y porcentaje de desflorado en campos La Delia y Molino Areco. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nótese que el tratamiento que menor cantidad de panojas dejó para ambas localidades, y con cuadrillas distintas, es Flor limpia (aunque sin diferenciarse de los otros tratamientos manuales.)

4.2. Hojas extraídas

También se midió la cantidad de hojas extraídas y hojas remanentes sobre la espiga en cada tratamiento. Para la medición de hojas remanentes, en cada repetición de cada tratamiento, se promediaron 5 estaciones de 25 plantas cada una contando la cantidad de hojas sobre la espiga, incluyendo fracciones de hojas. Para la medición de hojas extraídas, en los tratamientos manuales se hicieron 5 estaciones levantando 25 panojas al azar del suelo y contando la cantidad de hojas extraídas junto a la panoja en cada tratamiento. La medición de hojas extraídas en los tratamientos mecánicos, se realizó de manera indirecta ya que el material vegetal extraído generalmente se encuentra muy fraccionado por efecto de las cuchillas del Cutter o por la ruedas del Puller. Para la determinación de esta variable, se contaron las hojas remanentes con fracciones en 25 plantas al azar dentro de cada estación. Una vez conocida la cantidad de hojas que presentaba la línea, en función de las hojas remanentes que presentaba en los tratamientos mecánicos, se estimó la cantidad de hojas extraídas junto a la panoja.

En las tablas 3 y 4, se muestran valores de hojas extraídas y hojas remanentes post tratamiento, por tratamiento y por campo. Se puede apreciar que en ambas localidades el tratamiento más agresivo, (el que quitó más hojas durante la desflorada) es el tratamiento de dos pasadas consecutivas del implemento “Cutter” y el menos agresivo, el tratamiento “Flor Limpia”. Era de esperarse que los tratamientos más agresivos fueran Cutter+Cutter y Puller 90. Esto sucedió en el cruzamiento sembrado en campo Molino Areco, pero en el cruzamiento del campo La Delia, el tratamiento Cutter + Puller, quitó significativamente mayor cantidad de hojas que Puller 90.

Campo	Tratamiento	n	Hojas Extraídas (N°)	E.E.	Hojas sobre esp. (N°)	E.E.
La Delia	C+C	3	6,97 ^(A)	0,15	0,20 ^(F)	0,09
La Delia	C+P	3	6,60 ^(A)	0,15	0,57 ^(E)	0,09
La Delia	P90	3	4,63 ^(B)	0,15	0,90 ^(D)	0,09
La Delia	4H	3	4,20 ^(B)	0,15	1,30 ^(C)	0,09
La Delia	P70	3	3,53 ^(C)	0,15	2,37 ^(B)	0,09
La Delia	2H	3	2,07 ^(D)	0,15	2,23 ^(B)	0,09
La Delia	FL	3	0,57 ^(E)	0,15	4,07 ^(A)	0,09

Tabla 3. Número promedio de hojas extraídas y hojas remanentes sobre la espiga. E.E.: error estándar de cada tratamiento en campo La Delia. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Campo	Tratamiento	n	Hojas Extraídas (N°)	E.E.	Hojas sobre esp. (N°)	E.E.
M. Areco	C+C	3	6,47 ^(A)	0,06	0,43 ^(F)	0,08
M. Areco	P90	3	5,27 ^(B)	0,06	0,67 ^(E)	0,08
M. Areco	C+P	3	5,17 ^(B)	0,06	1,13 ^(D)	0,08
M. Areco	P70	3	4,40 ^(C)	0,06	1,93 ^(C)	0,08
M. Areco	4H	3	4,10 ^(D)	0,06	1,00 ^(D)	0,08
M. Areco	2H	3	2,23 ^(E)	0,06	3,00 ^(B)	0,08
M. Areco	FL	3	0,90 ^(F)	0,06	4,83 ^(A)	0,08

Tabla 4. Número promedio de hojas extraídas y hojas remanentes sobre la espiga. E.E.: error estándar de cada tratamiento en campo Molino Areco. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.3. Hojas sobre la espiga

Puede decirse que la cantidad de hojas extraídas dependen del tratamiento de desflorado que se le haya dado al lote. Está claro que lo que se busca es un desflorado barato (aquél que permita los mayores rendimientos y asegure una correcta polinización al menor costo posible) que extraiga la menor cantidad de hojas posibles. Pero otra variable muy importante a la hora de tratar de predecir

caídas en el rendimiento, es la cantidad de hojas sobre la espiga que hayan quedado remanentes luego de aplicados los tratamientos. Éstas son las hojas que “llenarán los granos”. Esta variable, por supuesto depende negativa y linealmente de la agresividad de los tratamientos, ya que a medida que mayor cantidad de hojas junto a la panoja se extraigan, menor cantidad de hojas sobre la espiga quedarán. Pero también depende en gran medida de la arquitectura de la planta y de la disposición de las hojas de cada línea sometida al tratamiento. Puede observarse en las tablas 3 y 4, que aunque guardan una estrecha relación, no siembre los tratamientos que más hojas quitaron son necesariamente los que menos hojas remanentes sobre la espiga dejaron en la planta. Esto se explica en parte porque por ejemplo, en el tratamiento manual “4 hojas”, se extrajeron siempre 4 hojas, todas sobre la espiga. Y cuando en un tratamiento mecánico se extraen valores cercanos a 4 hojas, una proporción importante de estas, no corresponde a las 4 hojas superiores de la planta.

4.4. Rendimiento en grano

La variable recolectada más importante para este estudio, fue la de rendimiento en grano.

En primer lugar se observan mayores rendimientos en campo La Delia que en campo Molino Areco. Esto escapa al objetivo de estudio de este ensayo pero se supone que se debe tanto a un genotipo más rendidor de la línea pura endocriada como a ambientes superiores en campo La Delia. Sin embargo en ambas localidades y como era de esperarse, lograron los mejores resultados de rendimiento aquellos tratamientos en los que menos hojas se extrajeron. En las tablas 5 y 6 se observa que los tratamientos se ordenaron de la misma manera en ambas localidades. Además, es notable como los tratamientos en las dos localidades quedaron igualmente *rankeados*.

Campo	Tratamiento	n	Rend. 12,5%	E.E.
La Delia	FL	3	5594,7 (A)	116,15
La Delia	2H	3	5291,0 (A)	116,15
La Delia	P70	3	4710,9 (B)	116,15
La Delia	4H	3	4691,2 (B)	116,15
La Delia	P90	3	4311,3 (C)	116,15
La Delia	C+P	3	4234,8 (C)	116,15
La Delia	C+C	3	3673,0 (D)	116,15

Tabla 5. Rendimiento ajustado a 12,5% de humedad por tratamiento y error estándar de cada tratamiento en campo La Delia. Valores expresados en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Siempre, el tratamiento “Flor limpia” fue el que presentó valores más altos de rendimiento ajustado a 12,5% de humedad (en kilogramos por hectárea) aunque en campo La Delia no logró diferenciarse del tratamiento “2 hojas”. Esta falta de significación estadística en diferenciación en el rendimiento, a pesar de presentar una diferencia de 2 hojas extraídas entre tratamientos (0.57 FL vs 2.57 2H) probablemente se deba a que las hojas extraídas en estos tratamientos son la “hoja bandera” y las inmediatas inferiores, menos responsables del llenado de grano que las hojas de la espiga y sus inmediatas superior e inferior.

Campo	Tratamiento	n	Rend. 12,5%	E.E.
Molino Areco	FL	3	4463,8 (A)	108,67
Molino Areco	2H	3	3614,2 (B)	108,67
Molino Areco	P70	3	3578,2 (B)	108,67
Molino Areco	4H	3	2967,9 (C)	108,67
Molino Areco	P90	3	2804,0 (CD)	108,67
Molino Areco	C+P	3	2511,0 (D)	108,67
Molino Areco	C+C	3	1827,8 (E)	108,67

Tabla 6. Rendimiento ajustado a 12,5% de humedad por tratamiento y error estándar de cada tratamiento en campo Molino Areco. Valores expresados en kg.ha⁻¹. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El tratamiento de doble pasada de Cutter, fue en ambos casos el que presentó los peores rendimientos. Esto se explica directamente por ser el tratamiento que mayor cantidad de hojas extrajo, y el que menos hojas sobre la espiga dejó.

En las figuras 4 y 5, puede verse claramente como el rendimiento en grano y la cantidad de hojas extraídas, están lineal y negativamente ligadas y el rendimiento y la cantidad de hojas remanentes sobre la espiga post desflorada, están lineal y positivamente ligadas. A mayor cantidad de hojas extraídas, menor rendimiento. A mayor cantidad de hojas sobre la espiga, mayor rendimiento.

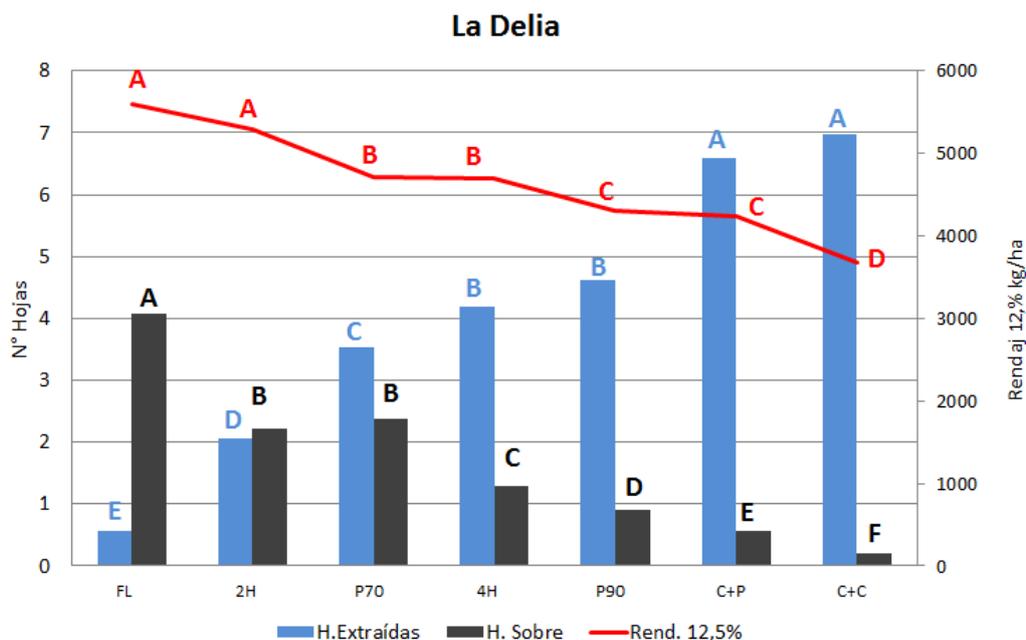


Figura 4. Rendimiento (kg/ha) aj. a 12,5%, hojas extraídas y hojas sobre la espiga por tratamiento, en campo La Delia. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

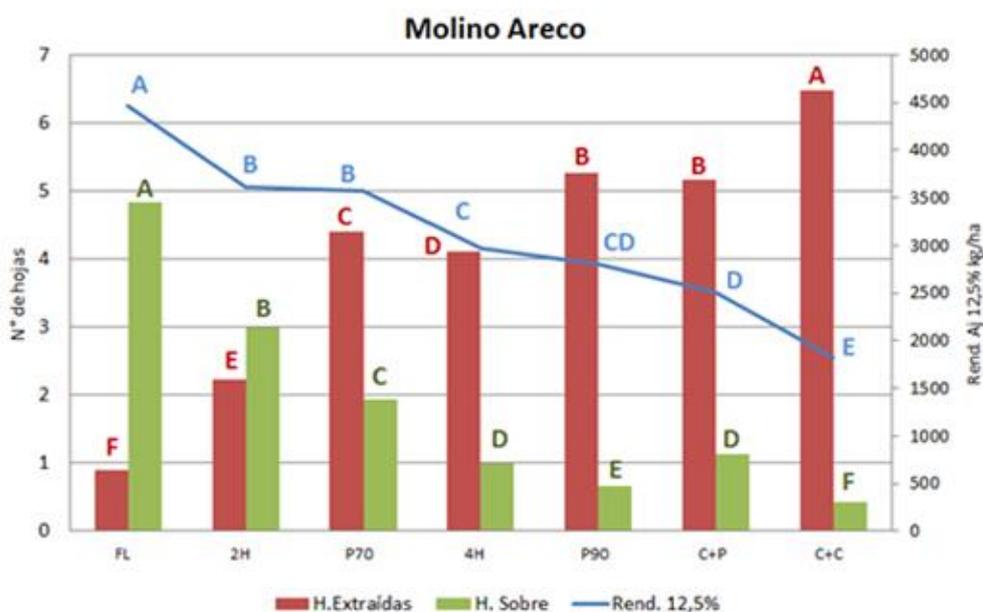


Figura 5. Rendimiento (kg/ha) aj. a 12,5%, hojas extraídas y hojas sobre la espiga por tratamiento, en campo Molino Areco. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.5. Peso de mil granos

Con respecto al peso de mil semillas, se observa en las tablas 7 y 8 que la variabilidad entre tratamientos es menor a la variabilidad observada para rendimiento. Sin embargo, puede observarse que en general, los tratamientos desflorados manualmente presentaron los mayores valores de pesos de granos.

Campo	Tratamiento	n	P1000 (g)	E.E.
La Delia	4H	3	253,70 (A)	1,59
La Delia	FL	3	251,60 (AB)	1,59
La Delia	2H	3	250,00 (ABC)	1,59
La Delia	P70	3	249,87 (ABC)	1,59
La Delia	P90	3	248,70 (BC)	1,59
La Delia	C+P	3	245,87 (C)	1,59
La Delia	C+C	3	240,30 (D)	1,59

Tabla 7. Peso de mil granos, ajustado a 12,5% de humedad de la línea hembra sembrada en campo La Delia. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Campo	Tratamiento	n	P1000 (g)	E.E.
Molino Areco	2H	3	292,40 (A)	4,34
Molino Areco	FL	3	292,13 (A)	4,34
Molino Areco	4H	3	284,87 (AB)	4,34
Molino Areco	P90	3	281,17 (ABC)	4,34
Molino Areco	P70	3	278,60 (BC)	4,34
Molino Areco	C+P	3	276,87 (BC)	4,34
Molino Areco	C+C	3	268,33 (C)	4,34

Tabla 8. Peso de mil granos, ajustado a 12,5% de humedad de la línea hembra sembrada en campo Molino Areco. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para la variable peso hectolítrico, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, teniendo cada línea un valor promedio de 80,47 kg cada 100 litros en La Delia, y 78,22 kg cada 100 litros de semilla en Molino Areco mostrando menor densidad.

4.6. Regresiones

Por último, interesó saber la relación lineal que existió entre las variables “hojas extraídas vs rendimiento” y “hojas sobre la espiga vs. Rendimiento” Los resultados que se muestran a continuación, son estrictamente válidos para estos dos casos particulares, pero si se pudieran recrear las mismas condiciones, en

situaciones similares, podría predecirse que por cada hoja extraída a la línea endocriada hembra de La Delia, habría una pérdida de rendimiento de $276 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($R^2 0,79$). En Molino Areco, la línea sembrada como hembra se mostró más sensible a la defoliación durante el desflorado, evidenciando una pendiente más negativa en su regresión. Es así que podría predecirse que por cada hoja extraída durante el proceso de desflore, se perdería $421 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento con un coeficiente de determinación mayor que en el caso de La Delia ($R^2 0,84$) bien pueden tomarse como puntos de referencia para predicciones en líneas progenitoras y manejo del cultivo similares.

Evidentemente, y cómo ha sido mencionado, la relación existente entre el rendimiento y la cantidad de hojas extraídas es negativa. Al quitar área foliar durante la remoción de las panojas, la planta transcurre todo el período de post floración con menor fuente de fotoasimilados lo cual repercute en menores rendimientos. En las figuras 6 y 7, puede observarse la relación negativa existente entre las variables mencionadas..

En sentido contrario, existe una regresión positiva lineal entre la variable “hojas sobre la espiga” remanentes luego del proceso de desflore, y el rendimiento en grano. En las figuras 8 y 9 puede apreciarse la magnitud y la pendiente de la regresión entre estas dos variables.

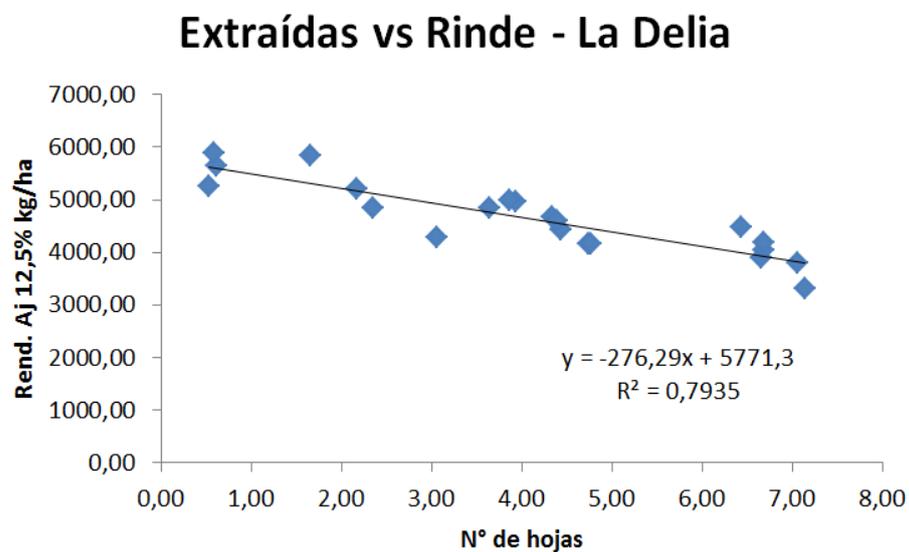


Figura 6. Regresión lineal entre las variables Hojas extraídas (Nº de hojas) y rendimiento ajustado a 12,5% de humedad ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en campo La Delia.

Extraídas vs Rinde - M. Areco

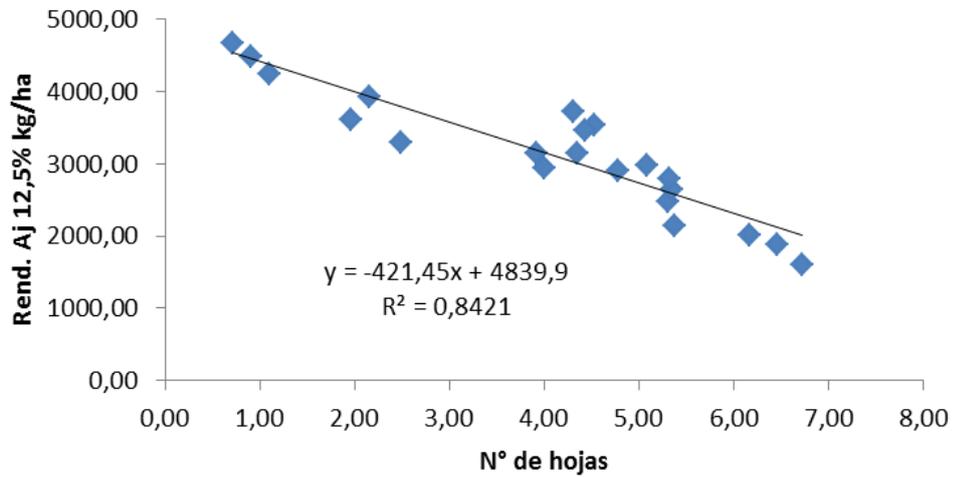


Figura 7. Regresión lineal entre las variables Hojas extraídas (Nº de hojas) y rendimiento ajustado a 12,5% de humedad ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en campo Molino Areco.

Hojas sobre vs Rinde - La Delia

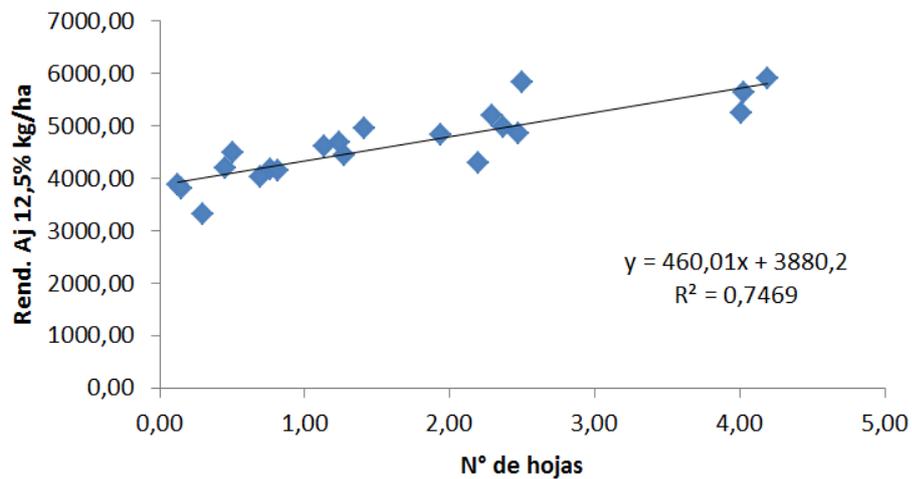


Figura 8. Regresión lineal entre las variables Hojas sobre la espiga (Nº de hojas) y rendimiento ajustado a 12,5% de humedad ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en campo La Delia.

Hojas sobre vs Rinde - M. Areco

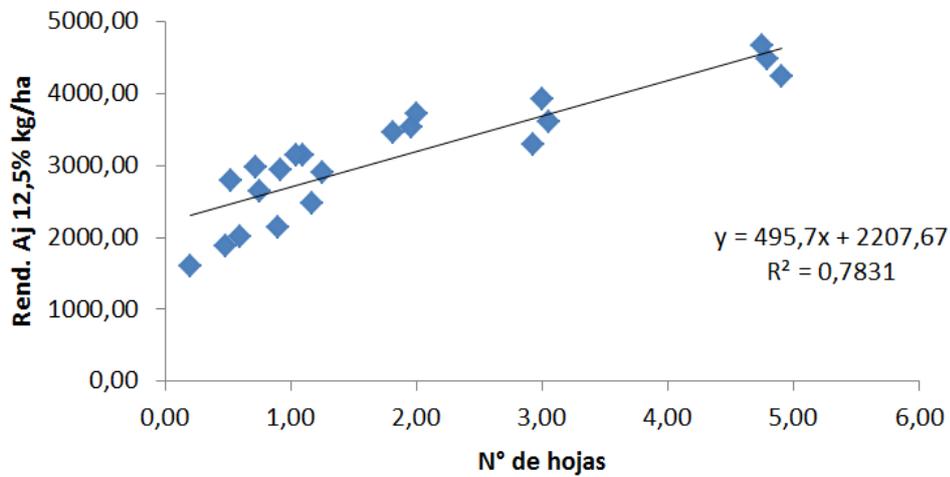


Figura 9. Regresión lineal entre las variables Hojas sobre la espiga (N° de hojas) y rendimiento ajustado a 12,5% de humedad ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en campo Molino Areco.

Por último se puede observar un muy alto coeficiente de determinación (R^2) en la regresión de las variables “hojas extraídas” y “hojas sobre la espiga” en las dos localidades. Como se mencionó en el punto 4.3, este coeficiente no es igual a 1, porque en los tratamientos mecánicos, no todas las hojas extraídas pertenecen al grupo de hojas sobre la espiga. En las figuras 10 y 11, se observa la regresión entre estas dos variables.

Campo La Delia

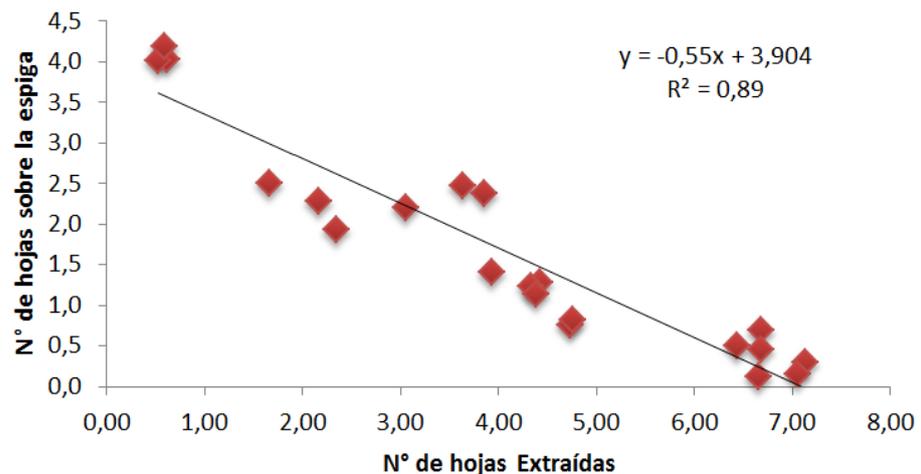


Figura 10. Regresión lineal entre las variables Hojas sobre la espiga (N° de hojas) y hojas extraídas (N° de hojas) en campo La Delia.

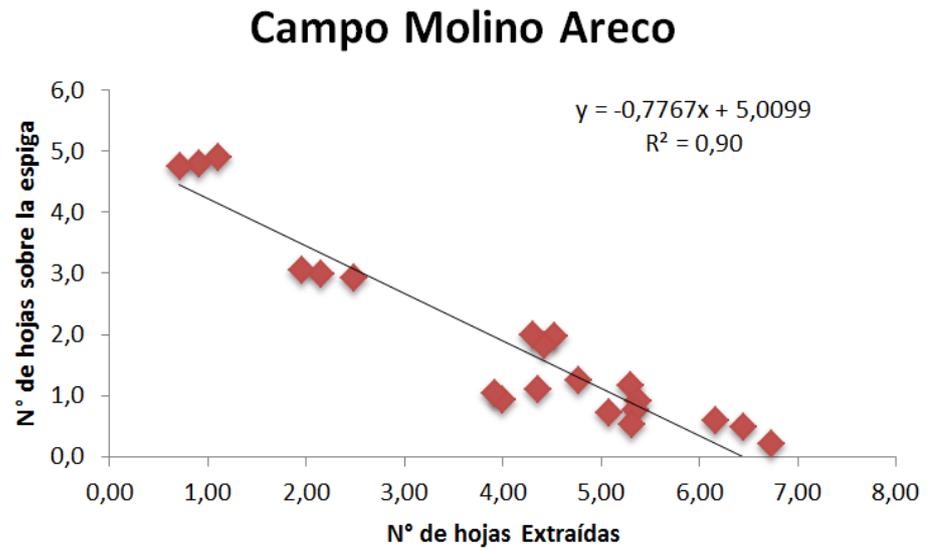


Figura 11. Regresión lineal entre las variables Hojas sobre la espiga (N° de hojas) y hojas extraídas (N° de hojas) en campo Molino Areco

5. Conclusiones

La potencia de lo que aquí se concluya, alcanza exclusivamente a estas dos situaciones particulares. Sin embargo se cree, que bien pueden servir como aporte debido a la escasa bibliografía al respecto.

Con respecto al porcentaje de despanojado se concluye que los tratamientos que mayor cantidad de panojas extrajeron en las primeras pasadas, fueron los tratamientos manuales, y entre estos, el tratamiento “flor limpia”. Sin embargo en ningún caso, los tratamientos manuales se diferenciaron significativamente del mecánico “Cutter + Puller” en cuanto a la tasa de extracción de panojas convirtiéndose éstos, en los que menor cantidad se repasos manuales posteriores requerirían.

El despanojar a flor limpia evidenció una mayor minuciosidad en la labor por parte del personal encargado, aunque esta variable no fue relevada, posiblemente la tarea de desflorado a flor limpia haya sido realizado de manera más lenta por el tiempo que demanda la apertura manual de las hojas todavía cerradas que envuelven a la panoja imadura, y cubriendo una menor cantidad de hectáreas por día..

Se concluye en general que los tratamientos mecánicos “Cutter + Cutter”, “Cutter + Puller”, y “Puller quitando el 90 % de las panojas” fueron los más agresivos y los que mayor cantidad de hojas extrajeron. En particular, se concluye que el tratamiento ensayado significativamente más agresivo fue “Cutter + Cutter” en los dos cruzamientos. Consecuentemente, se observó en los dos establecimientos, que aquellos tratamientos que mayor cantidad de hojas sobre la espiga dejaron fueron los tratamientos manuales “flor limpia”, y “dos hojas”.

Con la evidencia recolectada se concluye que el tipo de desflorado repercute directamente en el rendimiento en grano. De manera iterativa, se observa el mismo orden de rendimientos para cada tratamiento en ambas localidades.

Los mayores rendimientos, al igual que concluyeron Hunter et al. (1973), se obtuvieron desflorando las líneas a “flor limpia”. Éste fue el tratamiento en el que se observaron los mejores rendimientos en los dos cruzamientos (sin embargo, el progenitor hembra del cruzamiento sembrado en campo La Delia, no logró diferenciarse significativamente del tratamiento “2 hojas”). Se concluye también que desflorando a “2 hojas”, se obtienen mayores rendimientos que desflorando de manera mecánica, en cualquiera de sus formas (sin embargo, sobre

la hembra del cruzamiento sembrado en Molino Areco, no se observaron diferencias significativas con el tratamiento “Puller 70%).

Al observar los resultados se concluye que el tratamiento de doble pasada de cutter, presentó significativamente los más bajas rendimientos en ambas localidades presentando consecuentemente los menores valores de hojas sobre la espiga y los mayores valores de hojas extraídas.

Cantrell y Geadelmann (1981), observaron que en promedio de 10 líneas ensayadas, la reducción de rendimiento por la extracción de la panoja junto a dos hojas fue entre un 4,2% y 13,2%. En el presente trabajo y en línea con estas observaciones, el rendimiento del progenitor hembra del cruzamiento sembrado en campo La Delia, al perder dos hojas durante el proceso de despanojado reduce su rendimiento en 5,4%. En cambio en el cruzamiento sembrado en el establecimiento Molino Areco, la reducción del rendimiento para el mismo tratamiento fue del 19%.

El tratamiento mecánico con mejores rendimientos fue aquél que extrajo el 70% de las panojas en su única pasada. En el cruzamiento sembrado en el campo La Delia, aunque fue superior, no se diferenció del manual “4 hojas”. Pero en el progenitor sembrado en el establecimiento Molino Areco la diferencia fue muy importante ($610 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de semilla aj. 12,5%) con respecto al tratamiento “4 hojas” y no obtuvo valores de rendimiento significativamente inferiores al tratamiento manual “2 hojas”. Sin embargo y como fue previsto, dejó un 30% de panojas a extraer, lo que supone un alto costo de mano de obra en repasos manuales.

Para el peso de mil semillas, el modelo explicó una menor proporción de la variabilidad que para el rendimiento. Vasilas y Seif (1985) encontraron ensayando 6 líneas endocriadas durante dos campañas, que la variación del peso de granos para distintos tratamientos de desflorado no fue significativa y que la variación de rendimiento entre distintos métodos de desflorado, se debió en mayor medida al mayor número de granos cuajados, que al peso de los mismos. Se observa aquí que los tratamientos “Cutter+Cutter y “Cutter+Puller” presentaron los menores valores de pesos de semilla. También se observa que los mayores pesos de mil semillas los obtuvieron los tratamientos manuales.

No hay evidencias que indiquen que el tipo de desflorado al que se someta una línea endocriada tenga influencia sobre la densidad (peso hectolítrico) de la semilla producida.

Se concluye que en la medida en que aumente la cantidad de hojas que se extraigan, menor será el rendimiento. Y mientras más hojas sobre la espiga dejen

los tratamientos, mayor será el rendimiento. Existe una fuerte regresión lineal entre las hojas extraídas y el rendimiento. En el caso del cruzamiento sembrado en el establecimiento La Delia, (R^2 , coeficiente de determinación 0,78), por cada hoja que se extrajo, el rendimiento se redujo $276 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. En el caso del cruzamiento sembrado en el establecimiento Molino Areco, la pendiente de la curva fue aún mayor y por cada hoja extraída, el rendimiento se redujo $421 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. (R^2 0,84) mostrando así una mayor sensibilidad a la defoliación durante el desflorado. Hunter et al.(1973), concluyeron en su trabajo que híbridos más largo, reducirían ligeramente menos su rendimiento que un híbrido corto, ante la extracción de la misma cantidad de hojas. Aunque por escasa, la evidencia aquí recolectada no alcanza para concluir en el mismo sentido, se observa que se cumple lo predicho en el mencionado trabajo. Para la línea hembra sembrada en La Delia el período siembra-50% de estigmas fue de 82 días y para el progenitor hembra sembrada en Molino Areco fue de 68 días.

Se observó una relación lineal y positiva entre el rendimiento y la cantidad de hojas que quedan sobre la espiga después de desflorar la hembra. En el cruzamiento del establecimiento La Delia, se observa que por cada hoja sobre la espiga, se espera que el rendimiento aumente $460 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y en Molino Areco $496 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. (R^2 0.75 y 0.78 respectivamente).

6. Anexos

Información complementaria de resultados estadísticos

1. Supuestos, Análisis de la varianza y test de comparación de medias LSD Fisher para porcentaje de despanojado por tratamiento y por campo.

- **Aleatoriedad e independencia.**

Las muestras y recuentos realizados fueron hechos al azar y de manera independientes entre sí.

- **Normalidad**

La distribución de esta variable en las dos localidades, tuvo un buen ajuste a la distribución normal.

Shapiro-Wilks (modificado)

<i>Campo</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>W*</i>	<i>p(Unilateral D)</i>
<i>La Delia</i>	<i>RDUO_PRPT</i>	<i>21</i>	<i>0</i>	<i>2,03</i>	<i>0,93</i>	<i>0,3568</i>
<i>M. Areco</i>	<i>RDUO_PRPT</i>	<i>21</i>	<i>0</i>	<i>1,21</i>	<i>0,97</i>	<i>0,9086</i>

- **Homocedasticidad**

Los tratamientos presentan homogeneidad de varianzas para la variable panojas remanentes post aplicación de tratamientos, en los dos campos. Se realiza una Prueba de Levene con los residuos absolutos de esta variable.

<i>Campo</i>	<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>R²</i>	<i>R² Aj</i>	<i>CV</i>
<i>La Delia</i>	<i>RABS_PRPT</i>	<i>21</i>	<i>0,6</i>	<i>0,43</i>	<i>82,28</i>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Modelo.</i>	<i>26,04</i>	<i>6</i>	<i>4,34</i>	<i>3,48</i>	<i>0,0526</i>
<i>Tratamiento</i>	<i>26,04</i>	<i>6</i>	<i>4,34</i>	<i>3,48</i>	<i>0,0526</i>
<i>Error</i>	<i>17,47</i>	<i>14</i>	<i>1,25</i>		
<i>Total</i>	<i>43,52</i>	<i>20</i>			

<i>Campo</i>	<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>R²</i>	<i>R² Aj</i>	<i>CV</i>
<i>M. Areco</i>	<i>RABS_PRPT</i>	21	0,37	0,09	79,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Modelo.</i>	4,29	6	0,71	1,35	0,3013
<i>Tratamiento</i>	4,29	6	0,71	1,35	0,3013
<i>Error</i>	7,43	14	0,53		
<i>Total</i>	11,72	20			

• **Análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher)**

<i>Campo</i>	<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>R²</i>	<i>R² Aj</i>	<i>CV</i>
<i>La Delia</i>	<i>PRPT</i>	21	0,96	0,94	29,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Modelo.</i>	2112,9	8	264,12	41,04	<0,0001
<i>Tratamiento</i>	2107,9	6	351,32	54,59	<0,0001
<i>Repetición</i>	5,0	2	2,5	0,39	0,6859
<i>Error</i>	77,2	12	6,44		
<i>Total</i>	2190,2	20			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,51293

Error: 6,4353 gl: 12

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>n</i>	<i>E.E.</i>	
<i>Puller70</i>	31,92	3	1,46	<i>A</i>
<i>Cutter+Cutter</i>	9,63	3	1,46	<i>B</i>
<i>Puller90</i>	9,30	3	1,46	<i>B</i>
<i>Cutter+Puller</i>	4,13	3	1,46	<i>C</i>
<i>2 Hojas</i>	2,42	3	1,46	<i>C</i>
<i>4 Hojas</i>	2,17	3	1,46	<i>C</i>
<i>Flor Limpia</i>	1,00	3	1,46	<i>C</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

<i>Campo</i>	<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>R²</i>	<i>R² Aj</i>	<i>CV</i>
<i>M. Areco</i>	<i>PRPT</i>	<i>21</i>	<i>0,98</i>	<i>0,97</i>	<i>19,06</i>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Modelo.</i>	<i>1608,7</i>	<i>8</i>	<i>201,08</i>	<i>85,99</i>	<i><0,0001</i>
<i>Tratamiento</i>	<i>1607,6</i>	<i>6</i>	<i>267,93</i>	<i>114,57</i>	<i><0,0001</i>
<i>Repetición</i>	<i>1,1</i>	<i>2</i>	<i>0,55</i>	<i>0,24</i>	<i>0,7933</i>
<i>Error</i>	<i>28,1</i>	<i>12</i>	<i>2,34</i>		
<i>Total</i>	<i>1636,7</i>	<i>20</i>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,72045

Error: 2,3385 gl: 12

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias</i>	<i>n</i>	<i>E.E.</i>	
<i>Puller70</i>	<i>28,09</i>	<i>3</i>	<i>0,88</i>	<i>A</i>
<i>Puller90</i>	<i>9,63</i>	<i>3</i>	<i>0,88</i>	<i>B</i>
<i>Cutter+Cutter</i>	<i>8,71</i>	<i>3</i>	<i>0,88</i>	<i>B</i>
<i>Cutter+Puller</i>	<i>4,18</i>	<i>3</i>	<i>0,88</i>	<i>C</i>
<i>4 Hojas</i>	<i>2,42</i>	<i>3</i>	<i>0,88</i>	<i>C D</i>
<i>2 Hojas</i>	<i>2,17</i>	<i>3</i>	<i>0,88</i>	<i>C D</i>
<i>Flor Limpia</i>	<i>0,96</i>	<i>3</i>	<i>0,88</i>	<i>D</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

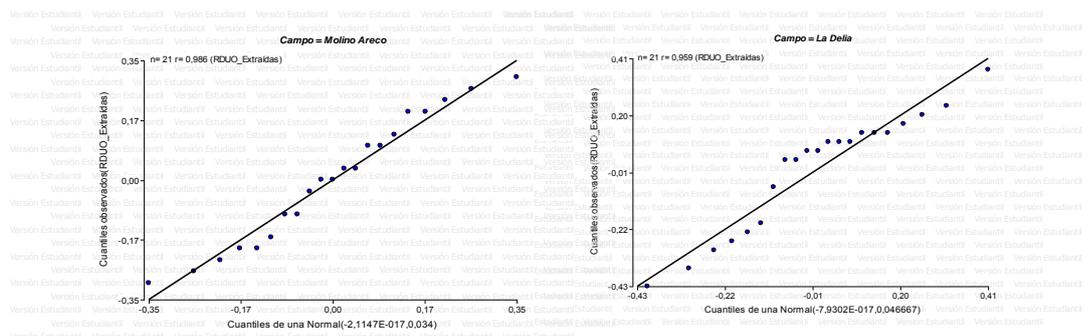
2. Supuestos, Análisis de la varianza y test de comparación de medias LSD Fisher para número de hojas extraídas por tratamiento y por campo

• **Aleatoriedad e independencia.**

Las muestras y recuentos realizados fueron hechos al azar y de manera independientes entre sí.

• **Normalidad**

La distribución de esta variable en las dos localidades, tuvo un buen ajuste a la distribución normal.



Shapiro-Wilks (modificado)

Campo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
La Delia	RDUO_Extraídas	21	0	0,22	0,9	0,0935
Molino Areco	RDUO_Extraídas	21	0	0,18	0,92	0,2363

 • **Homocedasticidad**

Los tratamientos presentan homogeneidad de varianzas para la variable hojas extraídas, en los dos campos.

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	RABS_Extraídas	21	0,42	0,17	59,57

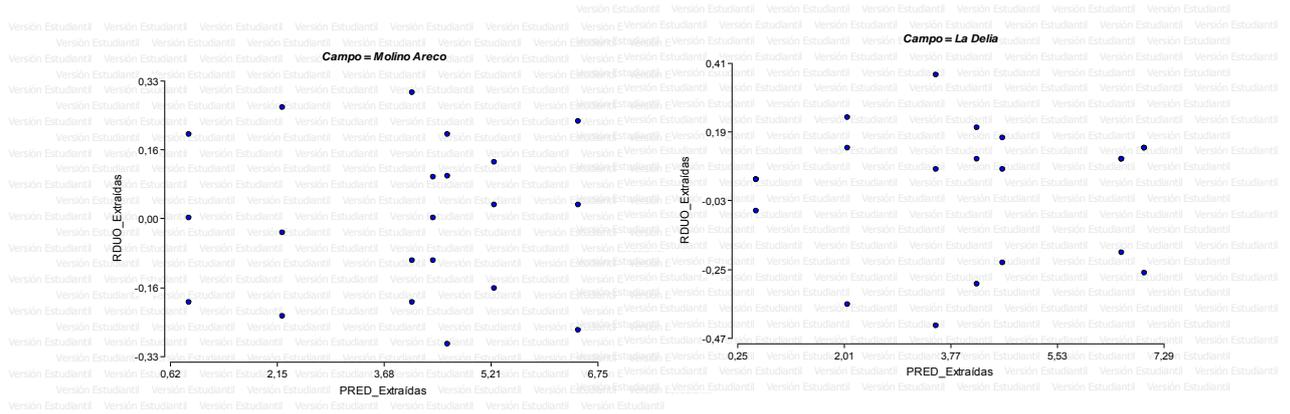
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,11	6	0,02	1,67	0,2002
Trat.	0,11	6	0,02	1,67	0,2002
Error	0,16	14	0,01		
Total	0,27	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	RABS_Extraídas	21	0,24	0	67,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,05	6	0,01	0,73	0,6353
Trat.	0,05	6	0,01	0,73	0,6353
Error	0,15	14	0,01		
Total	0,19	20			



• **Análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher)**

Análisis de la varianza

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	Extraídas	21	0,99	0,99	6,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	95,17	8	11,9	165,26	<0,0001
Trat.	95,1	6	15,85	220,19	<0,0001
Rep.	0,07	2	0,03	0,48	0,6285
Error	0,86	12	0,07		
Total	96,03	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,47730

Error: 0,0720 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.	
C+C	6,97	3	0,15	A
C+P	6,60	3	0,15	A
P90	4,63	3	0,15	B
4H	4,20	3	0,15	B
P70	3,53	3	0,15	C
2H	2,07	3	0,15	D
FL	0,57	3	0,15	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	Extraídas	21	0,99	0,99	2,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	66,34	8	8,29	710,77	<0,0001
Trat.	65,73	6	10,96	939,02	<0,0001
Rep.	0,61	2	0,3	26	<0,0001
Error	0,14	12	0,01		
Total	66,48	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,19215

Error: 0,0117 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.	
C+C	6,47	3	0,06	A
P90	5,27	3	0,06	B
C+P	5,17	3	0,06	B
P70	4,40	3	0,06	C
4H	4,10	3	0,06	D
2H	2,23	3	0,06	E
FL	0,90	3	0,06	F

 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Supuestos, Análisis de la varianza y test de comparación de medias LSD Fisher para hojas remanentes sobre la espiga de cada tratamiento y particionado por campo.

- **Aleatoriedad e independencia.**

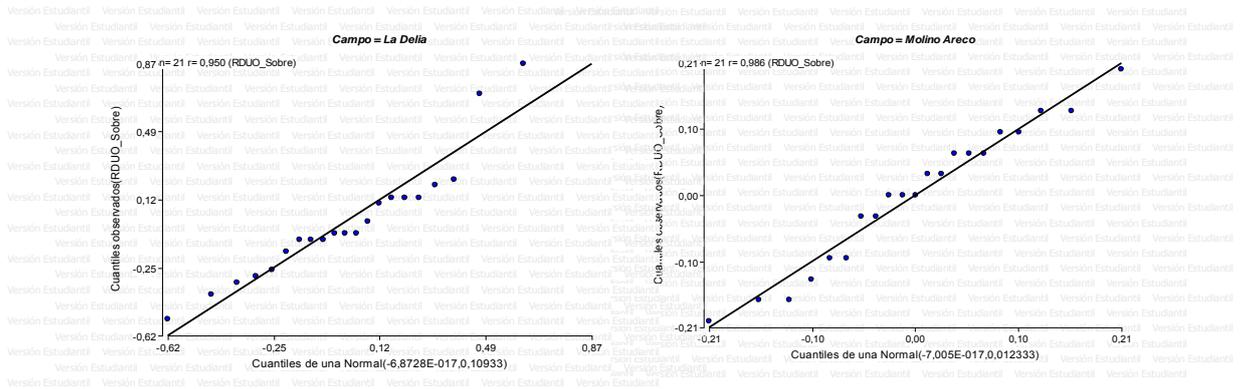
Las muestras y recuentos realizados fueron hechos al azar y de manera independientes entre sí.

- **Normalidad**

La distribución de esta variable en las dos localidades, tuvo un buen ajuste a la distribución normal.

Shapiro-Wilks (modificado)

Campo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
La Delia	RDUO_Sobre	21	0	0,13	0,92	0,2023
Molino Areco	RDUO_Sobre	21	0	0,1	0,95	0,637



• **Homocedasticidad**

Los tratamientos presentan homogeneidad de varianzas para la variable “hojas sobre”, en los dos campos.

Análisis de la varianza

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	RABS_Sobre	21	0,42	0,17	65,47

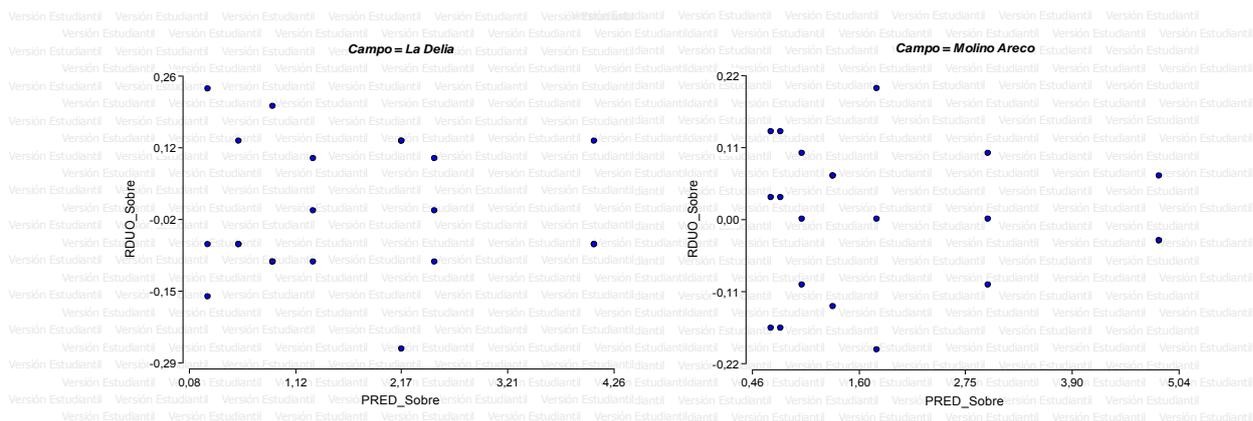
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,05	6	0,01	1,68	0,1984
Trat.	0,05	6	0,01	1,68	0,1984
Error	0,07	14	1,00E-02		
Total	0,13	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	RABS_Sobre	21	0,39	0,13	63,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	6	1,00E-02	1,5	0,2499
Trat.	0,04	6	1,00E-02	1,5	0,2499
Error	0,05	14	3,90E-03		
Total	0,09	20			



- **Análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher)**

Análisis de la varianza

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	Sobre	21	0,99	0,99	9,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32,06	8	4,01	166,65	<0,0001
Trat.	31,96	6	5,33	221,52	<0,0001
Rep.	0,1	2	0,05	2,04	0,1728
Error	0,29	12	0,02		
Total	32,35	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,27587

Error: 0,0240 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.	
FL	4,070	3	0,09	A
P70	2,370	3	0,09	B
2H	2,230	3	0,09	B
4H	1,300	3	0,09	C
P90	0,900	3	0,09	D
C+P	0,570	3	0,09	E
C+C	0,200	3	0,09	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	Sobre	21	1	0,99	7,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	44,71	8	5,59	327,5	<0,0001
Trat.	44,62	6	7,44	435,8	<0,0001
Rep.	0,09	2	4,00E-02	2,6	0,1157
Error	0,2	12	0,02		
Total	44,91	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,23239

Error: 0,0171 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.			
FL	4,830	3	0,08	A		
2H	3,000	3	0,08		B	
P70	1,930	3	0,08			C
C+P	1,130	3	0,08			D
4H	1,000	3	0,08			D
P90	0,670	3	0,08			E
C+C	0,430	3	0,08			F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4. Supuestos, Análisis de la varianza y test de comparación de medias LSD Fisher para rendimiento en grano en $kg \cdot ha^{-1}$ ajustado a 12,5% de cada tratamiento y particionado por campo.

- **Aleatoriedad e independencia.**

Las muestras y recuentos realizados fueron hechos al azar y de manera independientes entre sí.

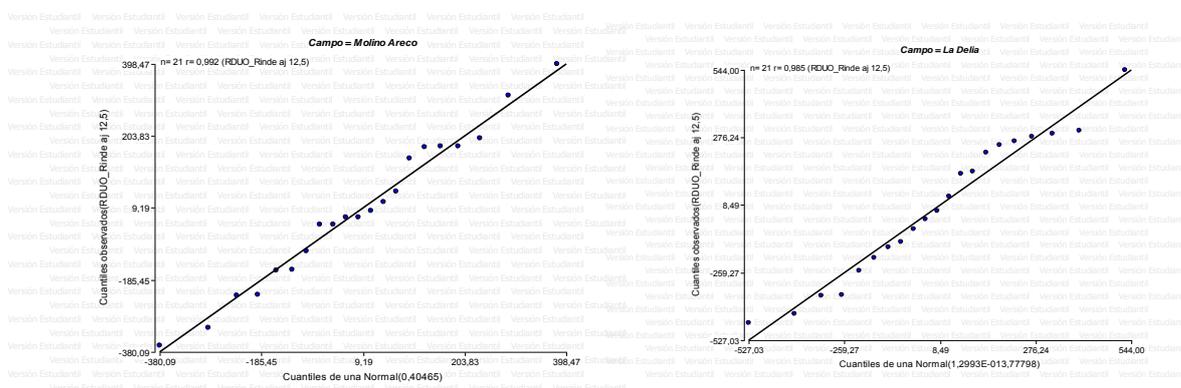
- **Normalidad**

La distribución de esta variable en las dos localidades, tuvo un buen ajuste a la distribución normal.

Shapiro-Wilks (modificado)

Campo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
-------	----------	---	-------	------	----	-----------------

La Delia	RDUO_Rinde aj 12,5	21	0	278,92	0,94	0,4163
Molino Areco	RDUO_Rinde aj 12,5	21	0	201,16	0,96	0,77



• **Homocedasticidad**

Los tratamientos presentan homogeneidad de varianzas para la variable “Rendimiento ajustado 12,5%”, en los dos campos.

Análisis de la varianza

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	RABS_Rinde aj 12,5	21	0,22	0	63,45

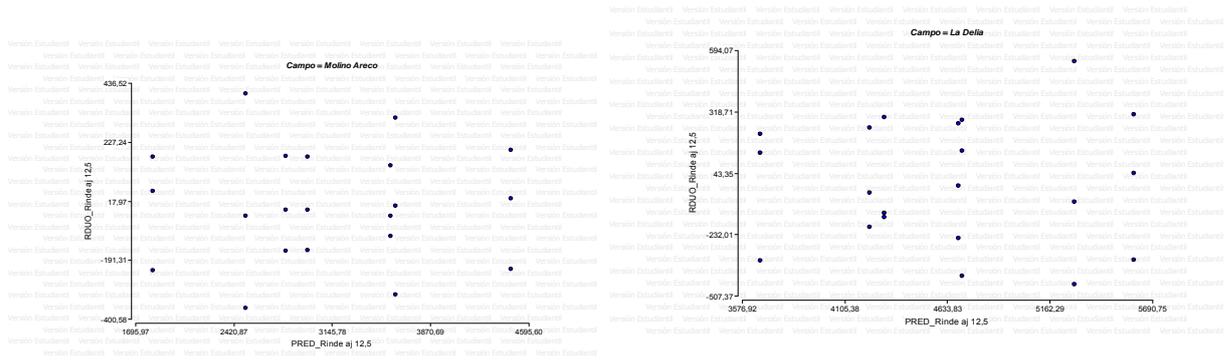
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	85296,37	6	14216,06	0,64	0,6976
Trat.	85296,37	6	14216,06	0,64	0,6976
Error	311214,32	14	22229,59		
Total	396510,69	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	RABS_Rinde aj 12,5	21	0,23	0	79,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65228,39	6	10871,4	0,69	0,6631
Trat.	65228,39	6	10871,4	0,69	0,6631
Error	221295,45	14	15806,82		
Total	286523,84	20			



• **Análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher)**

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	Rinde aj 12,5	21	0,95	0,91	4,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8720387,37	8	1090048,42	26,93	<0,0001
Trat.	7650100,36	6	1275016,73	31,5	<0,0001
Rep.	1070287,00	2	535143,5	13,22	0,0009
Error	485666,70	12	40472,23		
Total	9206054,07	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=357,89266

Error: 40472,2253 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.		
FL	5594,7	3	116,15	A	
2H	5291,0	3	116,15	A	
P70	4710,9	3	116,15		B
4H	4691,2	3	116,15		B
P90	4311,3	3	116,15		C
C+P	4234,8	3	116,15		C
C+C	3673,0	3	116,15		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	Rinde aj 12,5	21	0,97	0,95	6,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13652887,44	8	1706610,93	48,18	<0,0001

Trat.	13268687,34	6	2211447,89	62,43	<0,0001
Rep.	384200,10	2	192100,05	5,42	0,021
Error	425094,11	12	35424,51		
Total	14077981,55	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=334,83140

Error: 35424,5091 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.		
FL	4463,8	3	108,67	A	
2H	3614,2	3	108,67		B
P70	3578,2	3	108,67		B
4H	2967,9	3	108,67		C
P90	2804,0	3	108,67		C D
C+P	2511,0	3	108,67		D
C+C	1827,8	3	108,67		E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

5. Supuestos, Análisis de la varianza y test de comparación de medias LSD Fisher para peso de mil semillas en gramos ajustado a 12,5% de cada tratamiento y particionado por campo –

- **Aleatoriedad e independencia.**

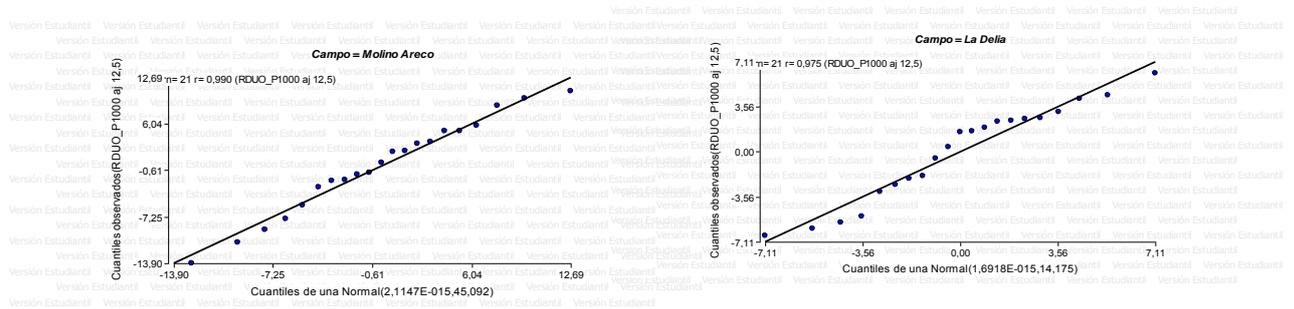
Las muestras y recuentos realizados fueron hechos al azar y de manera independientes entre sí.

- **Normalidad**

La distribución de esta variable en las dos localidades, tuvo un buen ajuste a la distribución normal.

Shapiro-Wilks (modificado)

Campo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
La Delia	RDUO_P1000 aj 12,5	21	0	3,76	0,91	0,1511
Molino Areco	RDUO_P1000 aj 12,5	21	0	6,72	0,95	0,6290



- **Homocedasticidad**

Los tratamientos presentan homogeneidad de varianzas para la variable “Peso de mil semillas ajustado 12,5%”, en los dos campos.

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	RABS_P1000 aj 12,5	21	0,26	0	59,24

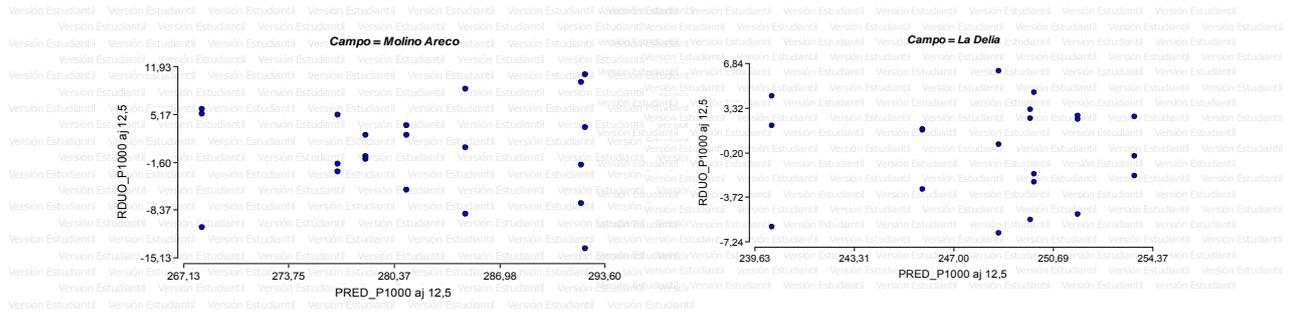
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17,6	6	2,93	0,82	0,5741
Trat.	17,6	6	2,93	0,82	0,5741
Error	50,23	14	3,59		
Total	67,83	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	RABS_P1000 aj 12,5	21	0,43	0,19	64,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	129,74	6	21,62	1,78	0,1745
Trat.	129,74	6	21,62	1,78	0,1745
Error	169,74	14	12,12		
Total	299,48	20			



• **Análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher)**

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	P1000 aj 12,5	21	0,85	0,76	1,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	536,8	8	67,1	8,8	0,0005
Trat.	344,82	6	57,47	7,54	0,0016
Rep.	191,98	2	95,99	12,59	0,0011
Error	91,52	12	7,63		
Total	628,32	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,91281

Error: 7,6263 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.			
4H	253,7	3	1,59	A		
FL	251,6	3	1,59	A	B	
2H	250,0	3	1,59	A	B	C
P70	249,9	3	1,59	A	B	C
P90	248,7	3	1,59		B	C
C+P	245,9	3	1,59			C
C+C	240,3	3	1,59			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino	P1000 aj				
Areco	12,5	21	0,70	0,49	2,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1556,49	8	194,56	3,44	0,0268
Trat.	1333,28	6	222,21	3,93	0,0209
Rep.	223,21	2	111,61	1,97	0,1816
Error	678,62	12	56,55		
Total	2235,11	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=13,37819

Error: 56,5517 gl: 12

Trat.	Medias	n	E.E.			
2H	292,40	3	4,34	A		
FL	292,13	3	4,34	A		
4H	284,87	3	4,34	A	B	
P90	281,17	3	4,34	A	B	C
P70	278,60	3	4,34		B	C
C+P	276,87	3	4,34		B	C
C+C	268,33	3	4,34			C

 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

6. Supuestos y Análisis de la varianza para peso hectolítrico (en kilogramos cada 100 litros)

- **Aleatoriedad e independencia.**

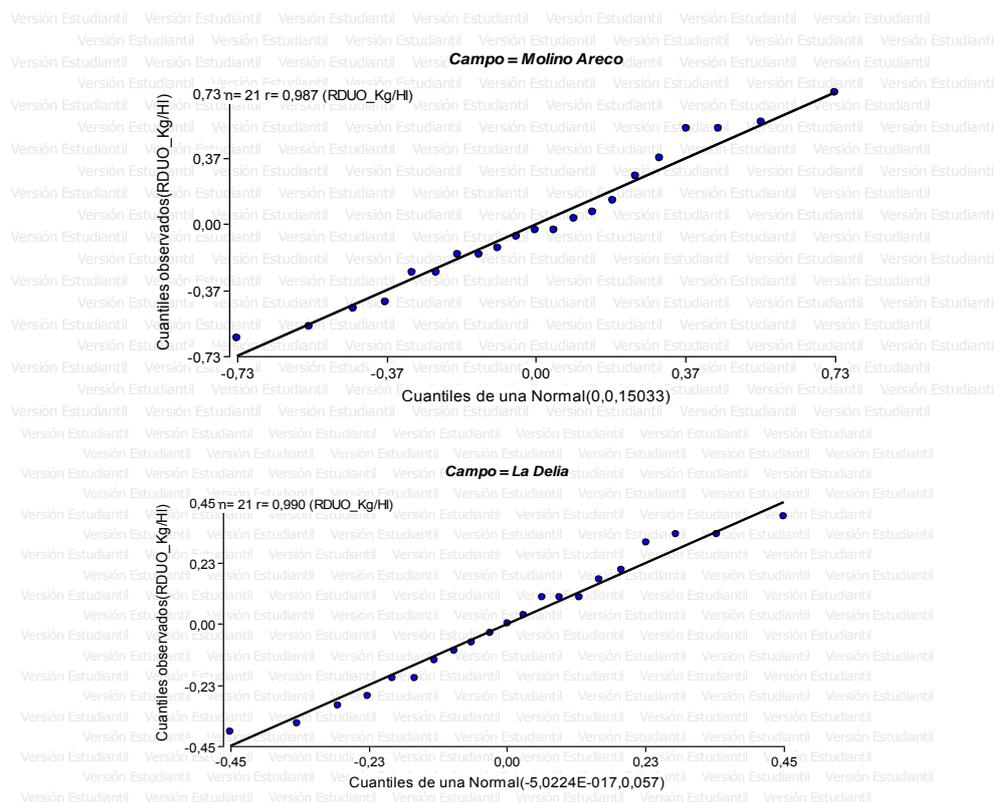
Las muestras y recuentos realizados fueron hechos al azar y de manera independientes entre sí.

- **Normalidad**

La distribución de esta variable en las dos localidades, tuvo un buen ajuste a la distribución normal.

Shapiro-Wilks (modificado)

Campo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
La Delia	RDUO_Kg/Hl	21	0	0,52	0,89	0,0551
Molino Areco	RDUO_Kg/Hl	21	0	0,39	0,94	0,4341



• **Homocedasticidad**

Los tratamientos presentan homogeneidad de varianzas para la variable peso hectolítrico, en los dos campos.

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	RABS_Kg/Hl	21	0,34	0,06	63,04

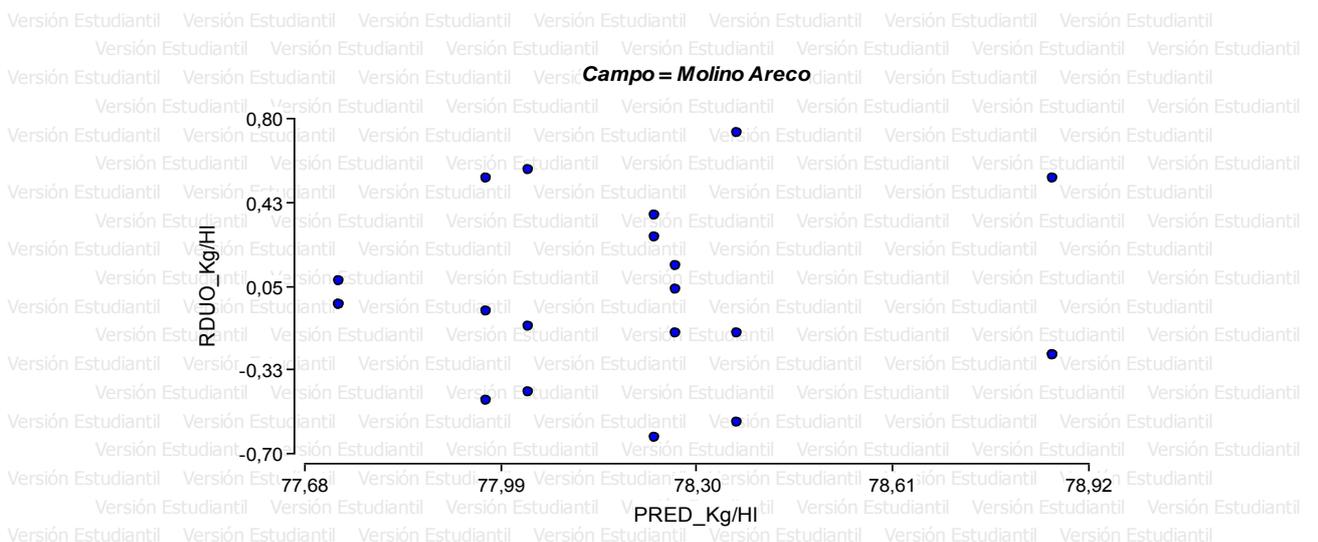
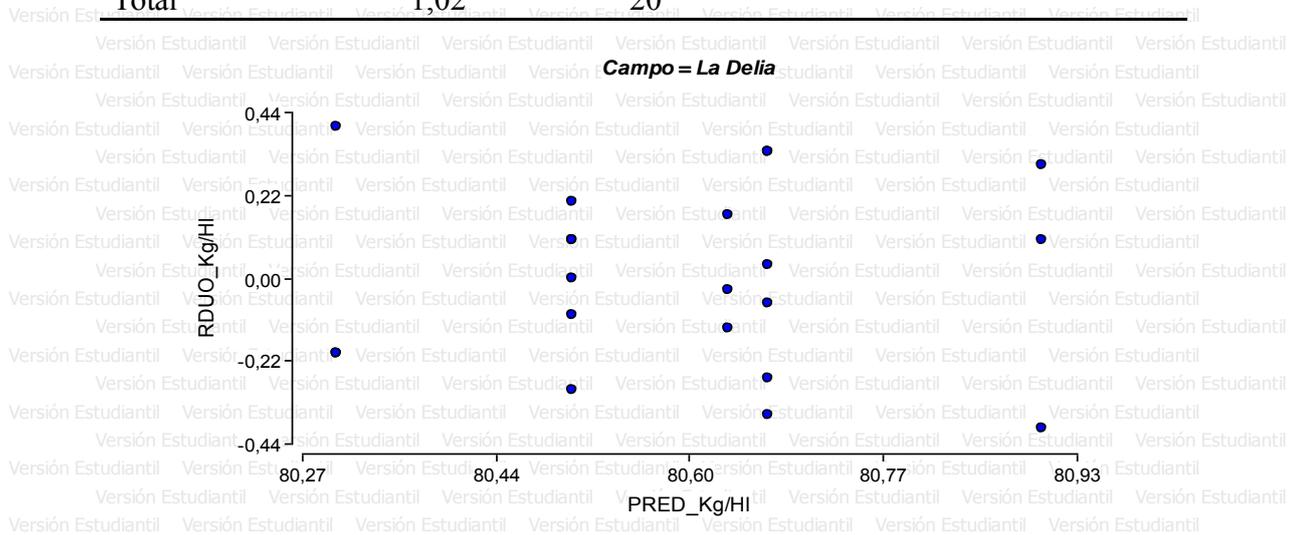
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,11	6	0,02	1,2	0,3617
Trat.	0,11	6	0,02	1,2	0,3617
Error	0,22	14	0,02		
Total	0,33	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	RABS_Kg/Hl	21	0,48	0,26	62,9

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,49	6	0,08	2,18	0,108
Trat.	0,49	6	0,08	2,18	0,108
Error	0,53	14	0,04		
Total	1,02	20			



• **Análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher)**

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
La Delia	Kg/Hl	21	0,41	0,02	0,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,72	8	0,09	1,04	0,4587
Trat.	0,63	6	0,1	1,21	0,3675
Rep.	0,1	2	0,05	0,55	0,5925
Error	1,04	12	0,09		
Total	1,77	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Molino Areco	Kg/Hl	21	0,5	0,17	0,6

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,68	8	0,33	1,51	0,2516
Trat.	2,33	6	0,39	1,75	0,1925
Rep.	0,34	2	0,17	0,77	0,4826
Error	2,66	12	0,22		
Total	5,34	20			

7. Regresiones

7.1. Regresión “hojas extraídas vs rendimiento” en La Delia y Molino Areco

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
La Delia	Rinde aj 12,5	21	0,79	0,78	124005	305,3	308,42

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	5771,26	149	5459,47	6083	38,74	<0,0001
Extraídas	-276,29	32,4	-344	-208,6	-8,54	<0,0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7303967	1	7303967	72,95	<0,0001
Extraídas	7303967	1	7303967	72,95	<0,0001
Error	1902288	19	100120,4		
Total	9206255	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Molino Areco	Rinde aj 12,5	21	0,84	0,83	136459	308,4	311,55

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	4839,81	186	4450,97	5228,6	26,05	<0,0001
Extraídas	-421,45	41,9	-509,06	-333,9	-10,07	<0,0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11778230	1	11778230	101,38	<0,0001
Extraídas	11778230	1	11778230	101,38	<0,0001
Error	2207362	19	116177		
Total	13985592	20			

7.2. Regresión “hojas sobre vs rendimiento en La Delia y Molino Areco

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
La Delia	Rinde aj 12,5	21	0,75	0,73	149248	309,5	312,66

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	3880,24	127	3613,72	4146,8	30,47	<0,0001
Sobre	460	61,4	331,53	588,48	7,49	<0,0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6879009	1	6879009	56,16	<0,0001
Sobre	6879009	1	6879009	56,16	<0,0001
Error	2327246	19	122486,6		

Total 9206255 20

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Molino Areco	Rinde aj 12,5	21	0,78	0,77	192946	315,1	318,2

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	2207,67	141	1912,68	2502,7	15,66	<0,0001
Sobre	495,85	59,8	370,63	621,07	8,29	<0,0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10955459	1	10955459	68,69	<0,0001
Sobre	10955459	1	10955459	68,69	<0,0001
Error	3030133	19	159480,7		
Total	13985592	20			

7.3. Regresión “hojas sobre” vs “hojas extraídas”

Análisis de regresión lineal

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
La Delia	Sobre	21	0,89	0,88	0,23	28,34	31,47

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	3,9	0,2	3,48	4,33	19,16	<0,0001
Extraídas	-0,55	0,04	-0,64	-0,46	-12,43	<0,0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28,95	1	28,95	154,42	<0,0001
Extraídas	28,95	1	28,95	154,42	<0,0001
Error	3,56	19	0,19		
Total	32,51	20			

Campo	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Molino Areco	Sobre	21	0,9	0,89	0,3	33,72	36,86

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	5,01	0,27	4,45	5,57	18,67	<0,0001
Extraídas	-0,78	0,06	-0,9	-0,65	-12,84	<0,0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	39,96	1	39,96	164,92	<0,0001
Extraídas	39,96	1	39,96	164,92	<0,0001
Error	4,6	19	0,24		
Total	44,56	20			

Anexo - Fotos



Foto 1. Siembra de hembra, en pattern de siembra 6:2. Campo La Delia

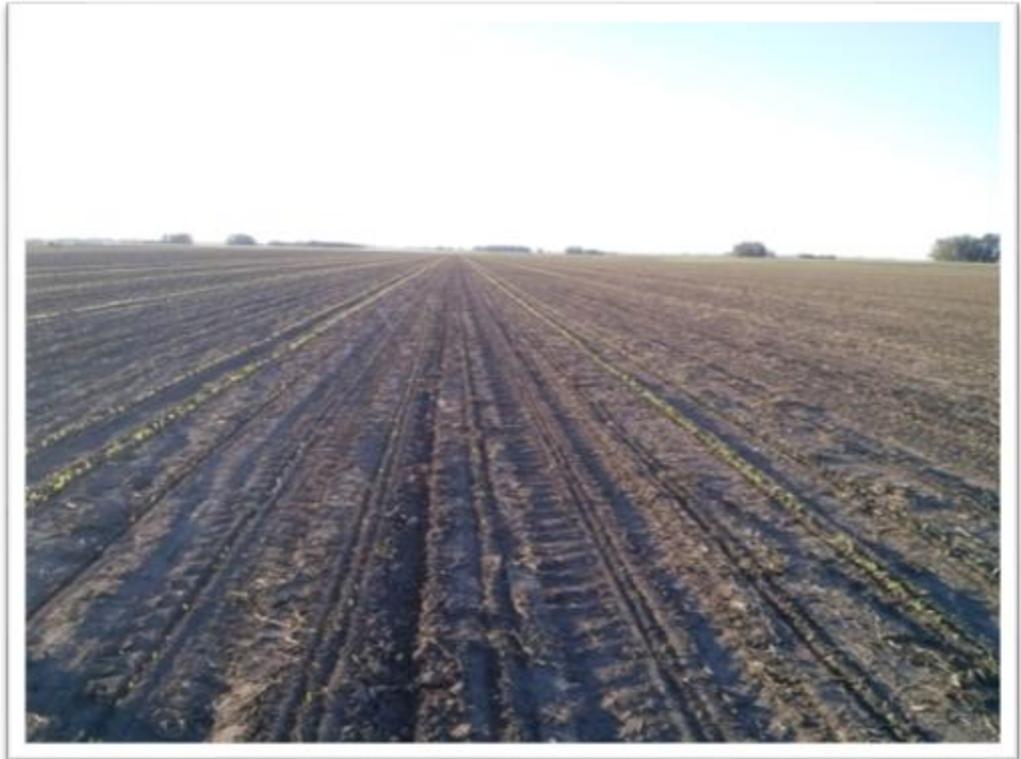


Foto 2. Cruzamiento ensayado en Campo Molino Areco, Split (0M-7HM). Nótese el mayor desarrollo del surco del primer macho sembrado 7 días antes.



Foto 3. Cruzamiento en La Delia antes de ser desflorado.



Foto 4. Cruzamiento en Molino Areco Antes de ser desflorado



Foto 5. Flota de maquinaria específica para desflorado mecánico



Foto 6 Cabezal cortador, o “cutter” utilizado en los tratamientos 1 y 2.



Foto 7. Detalle de cabezal cortador o “cutter”



Foto 8. Cabezal rolator, o “Puller” utilizado en los tratamientos 2, 3 y 4.



Foto 9. Detalle de cabezal rolator o “Puller”



Foto 10. Estado del progenitor hembra luego de la primera pasada de Cutter en tratamiento 1, Campo Molino Areco. Daño característico del desflorado mecánico



Foto 11. Identificación de los tratamientos.

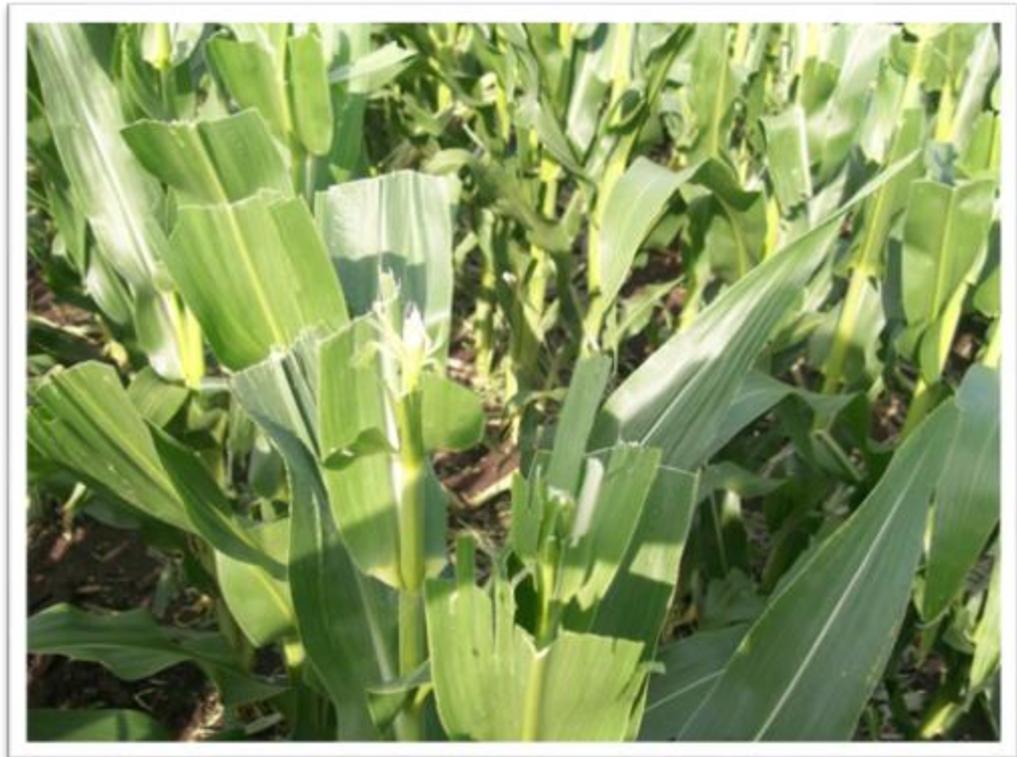


Foto 12. Detalle de daño provocado por desflorado mecánico.



Foto 13. Depanadora en plena labor. Imagen tomada del Instructivo de producción de la empresa.



Foto 14. Labor de picado de macho, finalizada la polinización realizado una vez finalizada la polinización.



Foto 15. Secadora de aire forzado en celdas individuales. Planta Ma. Laura.



Foto 16. Detalle de celdas para secadora de aire forzado, con piso de reja.



Foto 17. Detalle de salidas de aire de la secadora de aire forzado.



Foto 18. Trilladora estática marca Almaco, modelo Maizer.



Foto 19. Humedímetro digital marca Dickey John modelo GAC2100 utilizado en el ensayo.

7. Bibliografía

- Astini, J.P., Fonseca, A., Clark, C., Lizaso, J., Grass, L., Westgate, M., Arrit, R. (2009) Predicting Outcrossing in Maize Hybrid Seed Production. *Agronomy Journal* 101 (2): 373-380.
- Cirilo, A. (2004 a), Fecha de siembra y rendimiento de maíz, *Revista IDIA XXI Inta.* 6 (1): 128-133
- Cirilo, A. (2004 b), Fecha de siembra y rendimiento de maíz, *Revista IDIA XXI Inta.* 6 (1): 122-127
- Cantrel, R. G. y Geadelmann J. L. (1981), Contribution of husk leaves to maize grain yields. *Crop Science*, 4, (21): 544-546.
- Duncan, W.G., Williams, W.A., Loomis, R.S. (1967). Tassels and productivity of maize. *Crop Science* 7 (1): 37-39.
- Goss, J.A. (1968). Development, physiology and biochemistry of corn and wheat pollen. *Botanical Review.* 3 (34):333–358.
- Hall, A.J.; Vilella, F.; Trápani, N.; Chimenti, C. (1982). The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen shedding in maize, *Field Crop Research.* 5:349-363
- Hunter, T. B. Daynard T.B., Hume D.J., Tanner J.W., Curtis J.D. and Kannenberg L.W. (1969). Effect of tassel removal on grain yield of corn (*Zea mays* sp). *Crop Science* 9 (4): 405-406.
- Hunter, R.B.; Mortimore, C.G.; Kannenberg, L.W. (1973). Inbred Maize Performance Following Tassel and Leaf Removal. *Agronomy Journal.* 65 (3): 471-472.
- http://dev.siaa.gov.ar/informes/Estimaciones_Agricolas/Mensual/150521_Informe%20Mensual%20Estimaciones%20-%20May-2015.pdf, Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Mayo 2015.
- Kiesselbach, T.A. (1949). The structure and reproduction of corn. *Research Bulletin Agricultural Experiment Station Univ. Nebraska, Lincoln campus, NE.* 161: 93-96.

- Maddonni G.A.; Otegui M. E.; Cirilo A.G. 2001. Plant population density, row spacing, and hybrid effects on maize canopy architecture and light interception. *Field Crops Res.* 71:183-193.
- Mostert, A. J., Marais, J. N., (1982). The effects of detasseling on the yield of irrigated maize. *Crop Production* 11: 163-167
- Raynor, G.; Ogden, E.; Hayes, J. (1972) Dispersion and Deposition of Corn Pollen from Experimental Sources. *Agronomy Journal* 64 (4): 420-427.
- Shultz, D. (1985). An evaluation of parent delay techniques. p. 151-160. *En Proc. 40th Annu. Corn and Sorghum Research. Conf. ASTA, Washington, DC.*
- Uribe Larrea, M.; Cárcova, J.; Otegui, M.E.; Westgate, M.E. (2002), Pollen Production, Pollination Dynamics, and Kernel Set in Maize. *Crop Science.* 42 (6): 1910–1918
- Vasilas, B.L. y Seif R.D. (1985), Pre-Anthesis Defoliation Effects on Six Corn Inbreds, *Agronomy Journal*, 6 (77):831-835
- Wych, R. D. Production of hybrid seed corn. *En Sprague, G.F. y Dudley J. W. (eds) Corn and corn improvement. Wisconsin, ASA-CSSA-SSSA, 3° edición, 1988, 565-607.*