

Trabajo de Intensificación del Ciclo Profesional de la carrera de
Ingeniería Agronómica

**Experiencia profesional como inspector de calidad de pureza
genética en la producción de semilla de girasol y maíz**



Alumno: Ian Martin

Tutor: Dr. Claudio Ezequiel Pandolfo

Consejeros: Dr. Alejandro Daniel Presotto

Dr. Román Boris Vercellino

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur



Índice	
RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 GIRASOL	3
1.1.1. Domesticación del girasol	3
1.1.2. Descripción morfológica	3
1.1.3 Importancia mundial del girasol	6
1.1.4. Importancia del girasol en Argentina	7
1.2 MAÍZ	9
1.2.1. Domesticación del maíz	9
1.2.2. Descripción Morfológica del maíz	9
1.2.3 Importancia mundial del maíz	10
1.2.4 Importancia del maíz en Argentina	11
1.3 PRODUCCION DE SEMILLAS HÍBRIDAS	13
1.4 CARACTERISTICAS DE LA ZONA	18
2. OBJETIVOS	19
2.1 Objetivos generales	19
2.2 Objetivos específicos	19
3. METODOLOGIA DE TRABAJO Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA	20
3.1 INSPECCIONES DE CALIDAD	21
3.1.1 Visita preliminar	21
3.1.2 Inspecciones generales en lotes de girasol	24
3.1.3 Inspecciones generales en lotes de maíz	28
3.1.4 Producción de semillas de maíz con línea hembra androestéril	34
4. CONCLUSIONES	36
5. BIBLIOGRAFÍA	37

RESUMEN

El Trabajo de Intensificación consistió en una experiencia profesional relacionada con las actividades que desarrolla un Ingeniero Agrónomo en el control de pureza genética en la producción de semillas de maíz y girasol en la zona Sudeste de Buenos Aires. La actividad se realizó en el área de influencia de las localidades de Necochea, Lobería, Miramar y Balcarce.

Como inspector de calidad la tarea desarrollada fue controlar en primera medida que cada lote cumpla con el aislamiento necesario a un lote aledaño de producción de grano, para evitar la contaminación de polen, que en el caso del maíz se transporta a través del viento (fecundación anemófila) y en el caso del girasol se realiza mediante insectos (fecundación entomófila).

Como trabajo principal, se realizaron repetidas inspecciones a los lotes donde se desarrollaron estaciones de trabajo distribuidas al azar, observando en el caso del de maíz el porcentaje de espigas que ya se encontraban receptivas o de inflorescencias masculinas remanentes luego de las tareas de despanojado o en el caso de los lotes con líneas hembra androestériles, se contabilizaban las panojas que por condiciones ambientales rompieron la androesterilidad; con respecto al girasol, al igual que en el segundo caso del maíz, el muestreo se realizó contabilizando la cantidad de capítulos que sufrieron ruptura de androesterilidad.

Este trabajo me permitió dar mis primeros pasos en mi carrera profesional ayudándome tanto en el ámbito personal como profesional, desarrollando tareas desconocidas hasta el momento de comenzar la actividad, conociendo una zona productiva que por mi lugar de nacimiento y por el lugar donde llevé a cabo mis estudios era desconocida, me permitió conocer personas nuevas y a relacionarme con ellas laboralmente.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GIRASOL

1.1.1. Domesticación del girasol

El historial del girasol como cultivo se remonta a los aborígenes norteamericanos, quienes fueron los primeros en utilizarlo como cultivo en las planicies occidentales de América del Norte (actual Estados Unidos) para la obtención del grano; es por esto que ahí se localiza su centro de domesticación. Luego, en el siglo XVI fue introducido en Europa por los colonos y desde allí ha sido utilizado como cultivo de grano para consumo humano y ornamental (North Dakota State University, 2007).

A principios del siglo XX, científicos rusos intensificaron la mejora genética del girasol, con lo que ganaron en sanidad y contenido de aceite, que pasó de menos de un tercio a más del 40%. Esas variedades se difundieron a diversos países del mundo, incluyendo la Argentina. El girasol llegó a la región pampeana como cultivo para consumo doméstico, traído por inmigrantes europeos. Hacia 1930, su importancia económica impulsó la creación de variedades locales, lo que se hizo inicialmente seleccionando las mejores plantas que aparecían espontáneamente en las poblaciones heterogéneas de los agricultores, y poco después, mediante cruzamientos dirigidos (Cantamuto *et al*, 2010).

La gran expansión mundial de la producción resultó principalmente del desarrollo de variedades con alto contenido de aceite y más recientemente por el desarrollo de híbridos. Actualmente, las mayores áreas de producción están ubicadas en Rusia, Ucrania, Argentina, Europa y Estados Unidos con rendimientos promedio entre 1000 y 2000 Kg ha⁻¹ (North Dakota State University, 2007).

1.1.2. Descripción morfológica

El girasol cultivado pertenece a la especie *Helianthus annuus* var *macrocarpus*, que está incluido en la familia de las Asteráceas y es comercializado como híbrido. Es una planta anual de ciclo primavera-estival, que se siembra en primavera y se cosecha a fines del verano o principios de otoño. El híbrido posee un único tallo principal, con

hojas alternas a los lados y una inflorescencia apical llamada capítulo donde se concentran las flores que darán origen a los frutos denominados cipsela. En comparación, los girasoles silvestres poseen ramificaciones y cada una de ellas termina en un capítulo (Figura 1), a partir de estos se han domesticado las líneas parentales macho para la producción de los híbridos (North Dakota State University, 2007).



Figura 1. Girasol de línea de producción unifloro y girasol silvestre plurifloro.

Los rasgos más importantes que se han ido mejorando mediante la selección son:

- Rendimiento en grano: La selección de líneas de producción con mayor rendimiento potencial es un tratamiento importante a la hora de planificar un mejoramiento.
- Porcentaje de aceite en el grano: el porcentaje de aceite del grano es un rasgo clave para considerar en la producción de híbridos de girasol, ya que varios factores ambientales (temperatura, lluvias, etc.) tienen una gran influencia sobre el porcentaje de aceite. El mercado paga un extra por granos que poseen un porcentaje de aceite mayor al 42%, y penalizan a aquellos que tienen un porcentaje menor al 42% de aceite. Por ello, se seleccionan líneas que puedan formar híbridos que genéticamente tengan un alto potencial de porcentaje de aceite si son sembrados en ambientes favorables.
- Días a madurez: Se desarrollan cultivares con diferente longitud de ciclo, para lograr una mayor adaptabilidad de los híbridos a distintas zonas. Los días a madurez son especialmente importantes: si se retrasa la siembra hay que tener en cuenta el daño que pueden llegar a ocasionar las heladas en el momento de floración, si el ciclo del cultivo es extenso.

- Híbridos resistentes y tolerantes a plagas y enfermedades: es la forma más económica y efectiva para el control de plagas y enfermedades considerando un mínimo de tres o cuatro años de rotación entre dos cultivos de girasol. Las resistencias más comunes son a enfermedades como roya, verticillium, determinadas razas de mildiu (enanismo) y esclerotinia.

- Resistencia a herbicidas: a partir de resistencia encontrada en la especie silvestre *Helianthus annuus* subsp. *annuus* a la familia de las imidazolinonas (herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa, ALS), se obtuvo la resistencia no transgénica a estos herbicidas, denominados cultivares Clearfield® en las líneas de producción de semilla híbrida. Luego, se introdujo una segunda generación de resistencia a imidazolinonas obtenida mediante mutagénesis inducida.

Los sistemas de producción actual de semillas de girasol han evolucionado como el resultado de dos eventos significativos en la década de 1960: el descubrimiento de la esterilidad citoplasmática masculina (CMS por su sigla en inglés) y el subsiguiente descubrimiento de los genes de restauración de la fertilidad. Ambos descubrimientos generaron evidencia relevante de que el mismo sistema de producción de cultivares híbridos como el de maíz o sorgo granífero puede ser utilizado a escala de campo para el girasol (North Dakota State University, 2007).

La androesterilidad (MS) en girasol, definida como la incapacidad para producir polen funcional (Figura 2), puede deberse a determinantes nucleares (NMS) o citoplasmáticos (CMS) (Garayalde *et al.*, 2008).



Figura 2. Capítulo de girasol androestéril. Capítulo fértil.

El objetivo de la producción de semillas de girasol es producir una semilla que sea genética y físicamente pura, fisiológicamente sana y libre de patógenos. Una semilla de alta calidad debe ser genéticamente idéntica al cultivar lanzado por el criadero, tener un alto poder germinativo, niveles razonables de tolerancia a estrés ambiental, ser libre de patógenos que puedan afectar el establecimiento de la población o el desarrollo de la planta, y no poseer semillas de malezas, otros cultivos o material inerte. Al mismo tiempo, esta semilla de alta calidad debe ser obtenida a costos razonables de modo que se pueda sostener el negocio de la semilla industrializada y las subsecuentes inversiones en actividades de investigación y desarrollo. Indudablemente, ésta última cuestión indica el creciente número de bolsas de semillas producidas por hectárea. El número de bolsas de semillas por hectárea han crecido el último tiempo por dos motivos diferentes: el mejoramiento vegetal ha contribuido a este aumento en la productividad principalmente por el desarrollo de las líneas parentales femeninas en conjunto con un incremento en el porcentaje de semillas con alto valor comercial. Por otro lado, el manejo de los sistemas de producción de semillas de girasol ha cambiado por los siguientes avances:

- (a) el conocimiento sobre la productividad femenina, la producción de polen de las líneas restauradoras y su variabilidad, y la sincronización de ambas líneas parentales;
- (b) la optimización en la eficiencia de las prácticas tradicionales como la siembra, aislamiento, *ratio* de las líneas parentales, *roguing* (proceso de identificar y eliminar manualmente plantas con características indeseables, o que no son de la variedad deseada, en un campo de cultivo de semillas para asegurar la pureza y calidad del lote) y el manejo de la polinización;
- (c) la introducción de nuevas prácticas como el *roguing* químico (De Estrada, 2012).

1.1.3 Importancia mundial del girasol

Según los datos del Departamento de Agricultura y Ganadería de los Estados Unidos (USDA), la producción mundial de girasol por año es de 50,7 Mtn. Los principales productores mundiales son Rusia, Ucrania, la Unión Europea y Argentina. Argentina representa el 8% de la producción mundial de girasol, y es un productor clave en el hemisferio sur (Figura 3).

Girasol: hoja de balance mundial				
	2019/20	2020/21	2021/22e	2022/23p
<i>Stock inicial</i>	2,7	3,0	2,6	8,0
Producción	54,2	49,2	57,3	50,7
Ucrania	16,5	14,1	17,5	10,0
Rusia	15,3	13,3	15,6	16,5
UE-27	9,5	8,9	10,2	9,5
Argentina	3,2	3,4	4,1	4,2
Oferta total	56,8	52,2	59,9	58,7
<i>Crush</i>	49,3	45,1	47,2	47,8
<i>Otros usos</i>	4,2	4,3	4,6	4,8
Consumo total	53,5	49,4	51,8	52,6
<i>Stock final</i>	3,0	2,6	8,0	6,0
Ucrania	0,5	0,4	4,7	2,7
Rusia	0,1	0,1	1,0	1,2
UE-27	0,6	0,4	0,6	0,4
Argentina	1,0	0,8	0,8	0,9
<i>Stock/Consumo</i>	5,7%	5,3%	15,4%	11,5%

Fuente: Dpto. de Información y Estudios Económicos BCR en base a datos de USDA.

Figura 3. Principales productores de girasol a nivel mundial.

El principal producto obtenido es el aceite a través de la molienda con harina como subproducto. Argentina se ubica tercero dentro de los principales productores mundiales de aceite y harina detrás de Ucrania y Rusia. Por otro lado, los principales importadores de aceite de girasol son India, la Unión Europea, China, Turquía e Irán. (Peña *et al.*, 2023).

1.1.4. Importancia del girasol en Argentina

En Argentina, es el quinto cultivo más importante del país en términos de volumen, por detrás de soja, maíz, trigo y cebada. Asimismo, representa el 5,5% de la superficie sembrada con granos en nuestro país (2,3 M ha), siendo aquí el cuarto cultivo más importante. El Complejo Girasol es el séptimo complejo exportador de nuestro país. La mitad del aceite consumido en Argentina es aceite de girasol, con 10,6 litros por habitante por año. (D'Angelo *et al.*, 2023).

En cuanto a la producción, a nivel nacional se producen 5 M tn (Figura 4) siendo el Sudeste de Buenos Aires y el Sudoeste de Buenos Aires – Sur de La Pampa las principales regiones girasoleras. En el Sudeste Bonaerense se siembra el 30,5% de la superficie nacional, obteniendo el 36,1% de la producción total con rendimientos promedio de 24 qq ha⁻¹. Mientras que en el Sudoeste de Buenos Aires – Sur de La Pampa se produce el 26% del área, con un porcentaje del 21,7% total de la producción y un rendimiento promedio de 17 qq ha⁻¹. En tercer lugar, el Norte de La Pampa – Oeste de Buenos Aires posee un 10,4 y 10,7% de área y producción, respectivamente, con 21 qq ha⁻¹ de rinde promedio (Asagir, 2024).

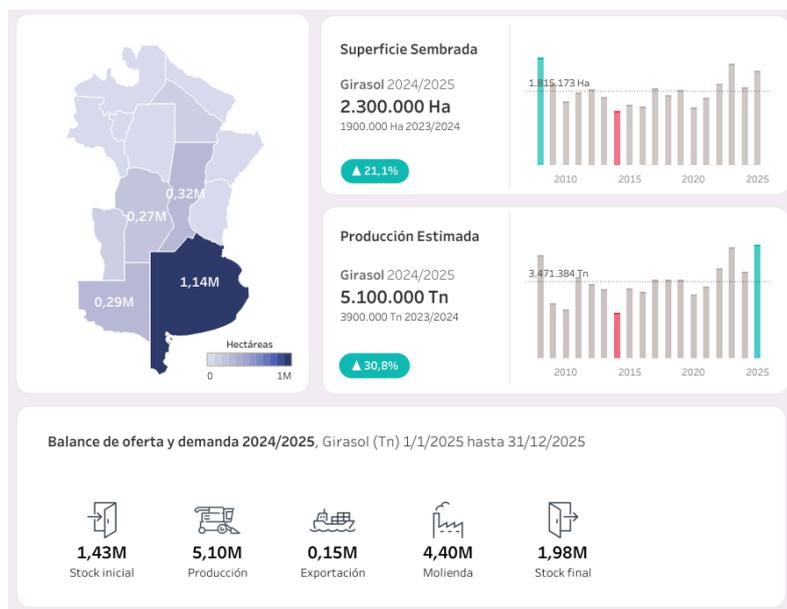


Figura 4. Datos la produccion nacional de girasol. (Magyp)

Este año las exportaciones de aceite de girasol alcanzan las 900 mil toneladas, máximos desde el año 2006. Si contabilizamos al complejo en su conjunto, teniendo en cuenta además los embarques de pellet y semilla, las exportaciones del complejo girasol se encuentran en 1,75 Mt, el nivel más alto en 23 años (Contardi *et al.*, 2025.)

Los principales destinos de las exportaciones nacionales son India, Países Bajos, España y Chile. (D'Angelo *et al.*, 2023).

Balace Regional de Girasol en Argentina 2024/25

En millones de toneladas	Region Norte ¹	Region Centro ²	Region Sur ³	Total Pais
Producción	0.57	1.21	2.54	4.32
Exportaciones	0.00	0.02	0.08	0.10
Crushing de girasol	0.15	2.16	1.69	4.00
Semillas y otros usos	0.01	0.09	0.07	0.17
Consumo interno	0.16	2.25	1.76	4.16
Demanda	0.16	2.27	1.84	4.26
Superavit / Deficit regional	0.41	-1.05	0.70	0.06

Notas:
¹ Comprende el norte de la provincia de Santiago del Estero, Chaco, Tucumán, Salta y Norte de Santa Fe (del. Avellaneda)
² Norte de BA (del. de Pergamino, Junin, Lincoln, Bragado, 25 de Mayo y La Plata), Entre Rios, Santa Fe, Córdoba, sur de Santiago del Estero y San Luis.
³ Comprende el sur de la provincia de Buenos Aires y La Pampa.
Fuente: JI. Hinrichsen S.A., SAGyP y cálculos propios.

Figura 5. Balace de produccion de girasol 2025. (BCR)

1.2 MAÍZ

1.2.1. Domesticación del maíz

Los híbridos de maíz modernos tienen poca semejanza con el ancestro más lejano del maíz, el teosinte. El teosinte es una gramínea anual originaria de México y América Central. Aproximadamente hace 9000 años, los granjeros comenzaron a seleccionar plantas con ciertas mutaciones y, a través de una serie de selecciones que consistieron en estas mutaciones genéticas como el tamaño de la espiga, la ausencia de desgrane, el tallo sin ramificaciones, entre otras, se desarrolló el moderno *Zea mays*. (Pioneer, 2015)

1.2.2. Descripción Morfológica del maíz

El maíz es una planta diclino-monoica, indicando que posee flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta. La panoja (conjunto de flores masculinas) está ubicada en el ápice de la planta y es el órgano encargado de producir polen, mientras que la espiga (mazorca) (conjunto de flores femenina) se produce a partir de yemas axilares de las hojas, puede haber más de una y es donde se generan los óvulos que se convierten en la semilla. Existe una separación vertical de alrededor de 1/3 de la altura de la planta entre las inflorescencias, lo que puede contribuir al desafío de una polinización exitosa. En teoría, de 50 a 80 plantas podrían fertilizar todos los estigmas en una hectárea, pero no todo el polen desprendido por una planta cae en un estigma. El desprendimiento de polen se produce de forma discontinua durante un período de aproximadamente cinco a ocho días, y sólo sucede cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables. La mayor parte del polen que desprende una planta cae de 6 a 15 metros de esa planta. Sin embargo, el viento puede transportar el polen a mayores distancias, por lo que cobra vital relevancia el aislamiento para evitar una polinización no deseada en el cruzamiento. Los estigmas emergen durante un período de tres a cinco días, comenzando por los estigmas adheridos en la parte media-baja de la espiga y avanzando hacia el ápice de esta. Según el ambiente, un estigma continúa creciendo durante aproximadamente siete días o hasta que intercepta los granos de polen (Pioneer, 2015).

1.2.3 Importancia mundial del maíz

El maíz es el cultivo de mayor producción mundial llegando a las 1200 millones de toneladas a nivel mundial. Los principales productores mundiales de maíz son: Estados Unidos con 31 %, China 24% Brasil 11% y Argentina 4%, sumando entre ellos el 70% de la producción mundial (Figura 6). (USDA, 2025).

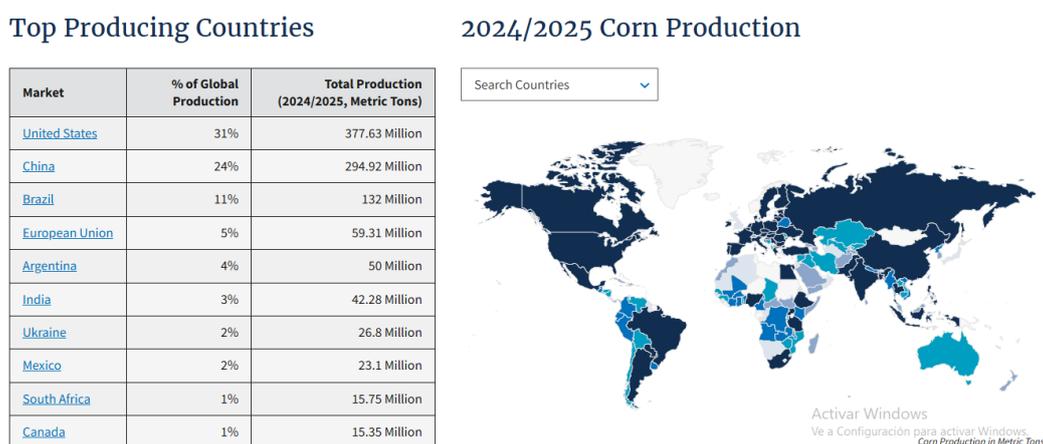


Figura 6. Principales productores mundiales de maíz. (USDA)

World Corn Trade (Thousand Metric Tons)					
	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25	2025/26
Exports					
United States	62.903	42.774	58.520	71.300	68.000
Brazil	31.921	53.285	46.416	40.000	42.000
Argentina	38.853	25.740	31.214	35.500	37.000
Ukraine	26.980	27.122	29.488	21.000	24.000
World Total	193.537	180.912	197.354	190.993	195.102
Imports					
México	17.584	19.325	24.222	25.000	24.800
European Union	19.521	23.188	19.832	20.000	20.500
Japan	15.003	14.927	15.290	15.200	15.500
Vietnam	9.100	9.500	11.300	12.500	13.000
Korea, South	11.510	11.099	11.550	11.500	11.500
China	21.884	18.711	23.407	4.000	10.000
World Total	193.537	180.912	197.354	190.993	195.102

Figura 7. Principales exportadores e importadores mundiales de maíz. (USDA)

Los principales exportadores son Estados Unidos, Brasil y Argentina. Los países que más importan maíz son México, la Unión Europea, Japón, Vietnam, Corea del Sur y China. Los países de mayor consumo de maíz son: Estados Unidos, China, y Brasil (Figura 7; USDA. 2025).

1.2.4 Importancia del maíz en Argentina

La producción en Argentina está concentrada en la región pampeana principalmente en la zona núcleo del país (Este y Sur de Córdoba, Sur de Santa Fé, Noreste de La Pampa y Noroeste de Buenos Aires) representando el 57% de la superficie productiva con rendimientos promedios entre 7000 y 8000 kg ha⁻¹. Para la campaña 2024/25, se ha estimado un rinde nacional de 69,2 qq ha⁻¹, un área cosechable de 7,5 M ha, y una producción total de 52 M tn (Figura 8; SAGyP, 2025).

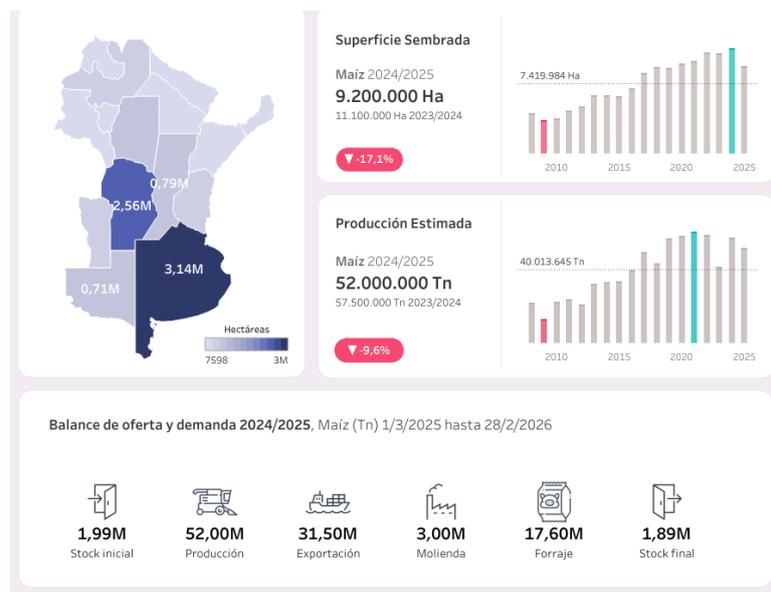


Figura 8. Producción nacional de maíz. (SAGyP).

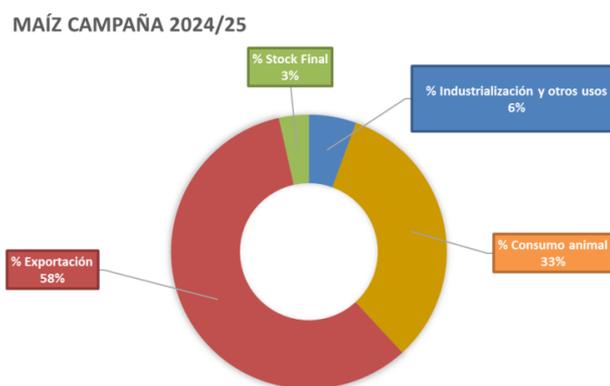


Figura 9. Destinos del maíz producido en Argentina.

Los principales destinos del maíz producido en el país es la exportación y el consumo interno de grano para la producción animal, seguido por la industrialización que comprende molienda seca (alimentación humana), molienda húmeda (producción de

edulcorantes, etanol y otros productos), y producción de semilla (Figura 9; SAGyP, 2025).

Como se puede observar en la Figura 8, con respecto al año pasado hubo una caída en el total de superficie destinada a la producción de maíz, esto se debe principalmente a avance de la chicharrita (*Dabulus maidis*) impactando principalmente en la zona núcleo del país y a los maíces tardíos, la sequía que azotó a la región pampeana en las últimas campañas (efecto "niña") y el precio bajo del cereal con un precio de los insumos altos principalmente de los fertilizantes y si fuera el caso, el costo elevado del arrendamiento. (Russo, 2024)

1.3 PRODUCCION DE SEMILLAS HÍBRIDAS

La producción de semillas de maíz y girasol se realiza a partir del cruzamiento de dos líneas puras genéticamente para la obtención de una semilla híbrida (Figura 10). La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen. Una planta hembra es cruzada con el polen de una planta macho determinada a fin de producir semilla híbrida. Esta semilla posee una configuración genética única, que es el resultado de ambos progenitores, y produce una planta con ciertas características específicas. Los fitomejoradores generan los progenitores hembra y macho de cada híbrido con el fin de crear progenies con ciertas características, como una madurez específica, resistencia a enfermedades, color de grano, calidad de procesamiento, etc. Ésta es la semilla híbrida única que los agricultores sembrarán en sus campos (MacRobert *et al.*, 2015).

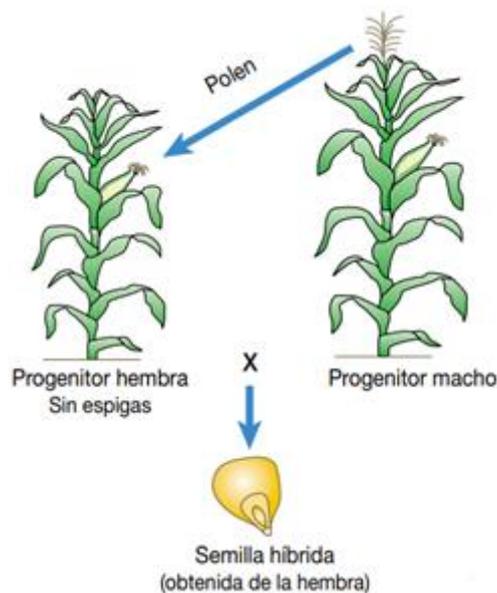


Figura 10. Representación de la polinización en producción de semillas de maíz.

Cuanto menos relacionadas están las dos líneas endogámicas, más heterosis se produce. La producción de semillas híbridas depende del uso de las líneas endogámicas, que se desarrollan mediante la autopolinización de estigmas por el polen producido en la misma planta. Este proceso se repite a lo largo de varias generaciones,

hasta que la línea endogámica se considera genéticamente pura y altamente homocigótica.

Como los órganos masculino y femenino del maíz están separados, resulta relativamente fácil hacer una cruce entre dos plantas. En un campo de producción de semilla híbrida, los progenitores machos y hembras son sembrados siguiendo un diseño de surcos consecutivos, y normalmente el número de plantas o surcos femeninos es de tres a seis veces mayor que el número de plantas o surcos masculinos. La inflorescencia masculina (panoja) de la planta hembra es retirada (despanojada) antes de la producción de polen, a fin de que el polen que llegue a las flores femeninas (agrupadas en espiga o mazorca) de las plantas hembra provenga únicamente de las panojas de las plantas macho. Cuando esto llega a ocurrir (un proceso conocido como "autofecundación femenina"), el resultado es una pérdida significativa de la calidad de la semilla que se genera, y eso se aprecia claramente en el cultivo que se produce al sembrar esa semilla. Por tanto, la autofecundación femenina debe evitarse.

A diferencia del maíz, que tiene flores masculinas y femeninas en diferentes partes de la planta, el girasol tiene flores hermafroditas, cuyo polen puede fecundar a sus propios óvulos. Esa autofecundación generalmente da lugar a una descendencia con menor vigor que las plantas progenitoras. Pero mediante cruces controladas se puede obtener una descendencia que supere a sus padres en rendimiento, sanidad y calidad agronómica. La mayor fortaleza que en determinados casos adquiere la descendencia mestiza, por la combinación de fortalezas de los padres (vigor híbrido) (Cantamuto *et al*, 2010.)

La producción de semillas híbridas en girasol se realiza a partir de una línea hembra (un solo capítulo) y androestéril, que representan las plantas de donde se va a obtener la semilla para comercializar, que es cruzada con una línea macho ramificado (muchos capítulos) fértiles (Figura 11), lo que brinda una disponibilidad de polen por un período de tiempo más prolongado, con el fin de asegurar una polinización efectiva.



Figura 11. Lote de producción de semillas de girasol donde se diferencian las tablas hembra y las tablas macho de producción de polen.

La productividad de la producción de semilla híbrida está basada principalmente en el resultado de los efectos de las líneas parentales endocriadas del cultivar híbrido, las prácticas de manejo del cultivo, las condiciones ambientales y las interacciones entre estos factores. Las variables ambientales como las temperaturas y las temperaturas extremas durante la floración son las variables más importantes que determinan el rendimiento. Por esto, la selección de la fecha de siembra correcta para cada región geográfica permite mitigar los efectos adversos de estas variables. Asimismo, aspectos como la productividad femenina, la producción de polen, el manejo de la sincronización de la floración entre las líneas parentales, son también de gran importancia para maximizar el rendimiento de la producción de semillas.

Como se mencionó anteriormente, en un campo de producción de semilla híbrida, los progenitores machos y hembras son sembrados siguiendo un diseño de surcos consecutivos, y normalmente el número de plantas o surcos femeninos es de tres a seis veces mayor que el número de plantas o surcos masculinos. Es decir, cada 6 u 8 hileras de la línea hembra, se siembran 2 o 3 hileras de la línea macho de manera intercalada. Esta disposición en la relación entre el número de surcos hembra y el número de surcos macho se denomina "ratio".

Las líneas maternas son las que van a ser cosechadas y a partir de las cuales se obtiene la semilla que posteriormente va a ser comercializada. Las líneas paternas son roturadas

con un rolo luego de la polinización para evitar cosecharlas, y de esta manera evitar una merma en la pureza de la semilla obtenida. Ya que la línea paterna se autofecunda, y no tiene la carga genética buscada en el cruzamiento y por dicho motivo es desechada. Este minucioso trabajo de cruzamiento se realiza con el objetivo de obtener una semilla de calidad y para eso la autofecundación de la línea hembra debe ser mínima.

Al tratarse de especies alógamas, es fundamental que se solapen los momentos de emisión de polen por parte de las líneas macho y el momento en el que las líneas hembras poseen los estigmas maduros para recibir el polen emitido por los machos. Este tiempo de solapamiento entre la emisión del polen y la receptividad de las hembras es denominado "*nicking*".

Para que el "*nicking*" sea el correcto, las empresas estudian el crecimiento de cada línea y lo determinan en tiempo térmico acumulado (grados días acumulados o GDU) y de esta manera contabilizan el tiempo a floración en GDU. Por lo tanto, realizan la siembra de cada línea en base a los GDU que posee cada una. Si ambas líneas poseen los mismos requerimientos térmicos, la siembra se realiza en simultáneo. En cambio, si las líneas poseen distintos requerimientos térmicos, primero se siembra la línea con mayores requerimientos (GDU más alto) y la línea con menores requerimientos (menor GDU) es sembrada después a los días en el que se cumplió la diferencia de GDU entre las líneas.

Para determinar el cumplimiento de los grados día, se toma como parámetro la temperatura media del día del lugar y se le resta la temperatura base de crecimiento de cada cultivo que en el caso de girasol es de 4-8°C y en el caso del maíz 10°C.

Además de hacer coincidir el tiempo de solapamiento entre la emisión de polen y la madurez donde los estigmas están receptivos ("*nicking*"), la siembra de las dos o tres líneas machos se realiza de manera espaciada en el tiempo por una determinada cantidad de GDU específica para cada línea y con esto obtener un prolongado periodo de disponibilidad de polen denominado "*Split*" de polinización, y de este modo asegurar que durante todo el periodo en el que las plantas hembras están receptivas,

haya polen disponible para fecundarlas. Por esto es que se denomina macho 1 al que se siembra primero y macho 2 al que es sembrado posteriormente.

Es aquí donde se encuentra la fundamentación del ratio que las disposiciones más comunes en la zona son 8:2, 6:2, 8:2:1 y 6:2:1. El ratio de siembra 6:2 u 8:2 significa que cada 6 u 8 surcos hembra se siembra un surco macho 1 y un surco macho 2. En el caso de las relaciones de ratio sean 8:2:1 y 6:2:1 determinan la siembra de 6 u 8 hileras hembra y una hilera de macho 1 entre dos hileras de macho 2.

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

La zona del sudeste bonaerense (partidos de Necochea, Balcarce, Lobería y General Alvarado) cuenta con unas condiciones edafoclimáticas muy favorables, además de una importante disponibilidad de agua de calidad e infraestructura de riego por aspersión, lo que la convierte en una zona altamente calificada por su estabilidad en los rendimientos para la producción de semillas de girasol y maíz y de lotes de producción de papa, además de la producción de granos.

La zona sudeste es de gran importancia a nivel nacional debido a la presencia del puerto de Quequén con base en la ciudad homónima, ubicada en el partido de Lobería.

Los cultivos de mayor producción en la zona son trigo y cebada entre los cereales de invierno con rendimientos promedios de 4300 kg ha⁻¹ y 4900 kg ha⁻¹, respectivamente. En cuanto a los cultivos estivales, los más importantes son el maíz, girasol y soja con rendimientos promedio de 7000, 2100 y 2000 kg ha⁻¹ respectivamente. Además, en la zona es relevante la producción de papa que es destinada para la producción industrial, la comercialización nacional y de papa semilla (SAGyP, 2025).

En lo que respecta a la empresa¹ para la cual realicé este trabajo, se encarga de producir semilla híbrida de maíz y girasol en cuatro regiones Cuyo (San Luis y Mendoza), Núcleo (sudeste de Córdoba, Sur de Santa Fé y Noroeste de Buenos Aires), sudoeste de Buenos Aires y sudeste de Buenos Aires. Esta última región es donde se llevó a cabo la presente experiencia laboral, basada en los partidos de Lobería, Balcarce y General Alvarado.

La actividad se radica en estas regiones principalmente por la disponibilidad del riego por aspersión (pívot) en el caso de las regiones de núcleo, sudeste y sudoeste de Buenos Aires y en Cuyo y el sur de Buenos Aires (partidos de Villarino y Patagones) la disponibilidad del riego por gravedad (surcos y melgas).

1. La Empresa, por cuestiones de confidencialidad no dejo que la nombre.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales

Como inspector de calidad la tarea desarrollada fue controlar en primera medida que cada lote cumpla con el aislamiento necesario a un lote aledaño de producción de grano, para evitar la contaminación de polen, que en el caso del maíz se transporta a través del viento (fecundación anemófila) y en el caso del girasol se realiza mediante abejas (fecundación entomófila).

Como trabajo principal, se realizaron repetidas inspecciones a los lotes donde se desarrollaron estaciones de trabajo distribuidas al azar, observando en el caso del de maíz el porcentaje de inflorescencias masculinas remanentes luego de las tareas de despanojamiento o contabilizando las panojas que por condiciones ambientales rompieron la androesterilidad; con respecto al girasol, al igual que en segundo caso del maíz, el muestreo se realizó contabilizando la cantidad de capítulos que sufrieron ruptura de androesterilidad.

2.2 Objetivos específicos

- Relacionarse con profesionales, personal de campo y otros actores involucrados en las labores productivas; conocer sus inquietudes y modalidades de trabajo.
- Adquirir conocimiento en la producción de semillas.
- Participar de las actividades realizadas en cada recorrida por los establecimientos.
- Adquirir criterios de observación y juicio de situaciones específicas.
- Realizar, de forma autónoma, tareas de muestreo y evaluaciones requeridas por el coordinador.

3. METODOLOGIA DE TRABAJO Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA

El Trabajo de Intensificación consistió en una experiencia profesional relacionada con las actividades que desarrolla un Ingeniero Agrónomo en el control de pureza genética en la producción de semillas de girasol y maíz en la zona Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. La actividad se realizó en el área de influencia de las localidades de Necochea, Lobería, Miramar y Balcarce. Principalmente la experiencia personal se basó en las zonas verdes que se pueden observar en la Figura 12, en las cercanías de las localidades de Necochea, Quequén, Pieres, Mechongué, Miramar y Nicanor Otamendi de la Provincia de Buenos Aires.

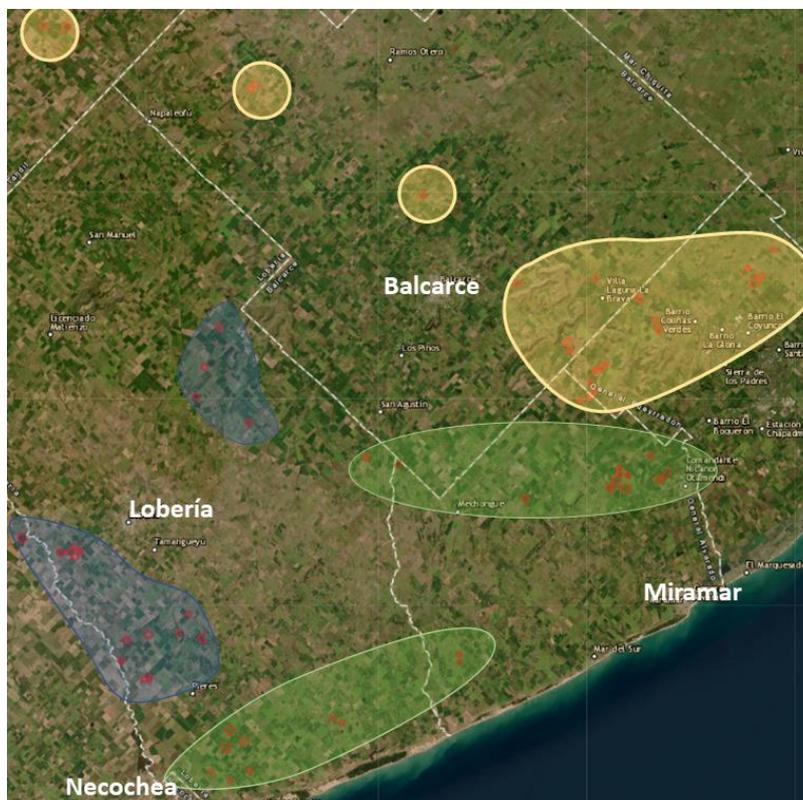


Figura 12. Zona de influencia donde se realizó la experiencia laboral.

Las actividades fueron realizadas en conjunto con la estudiante Camila Guariste con quien nos repartíamos las estaciones que debíamos hacer en cada lote y bajo la supervisión de coordinadores de calidad y en constante contacto con los responsables de la producción, que son los encargados de tomar las decisiones técnicas sobre el cultivo.

3.1 INSPECCIONES DE CALIDAD

3.1.1 Visita preliminar

En el trabajo como inspector de calidad la primer tarea que debía realizarse era realizar una visita preliminar al lote antes de comenzar con las inspecciones propiamente dichas, para corroborar que la información proporcionada por la empresa en lo que respecta al inicio estimativo de inspecciones y el inicio estimado de floración. Para ello, se corroboraba el estadio fenológico del cultivo con la información que brindaba la empresa para comenzar las inspecciones en el momento indicado.

- Control del perímetro

Se realizó una recorrida del lote por su periferia para controlar que el perímetro sea el indicado, ya que el mismo va a determinar la superficie total del lote. La superficie del lote era importante porque a partir de la superficie del lote se definía el número de estaciones que se debían realizar. El número de estaciones era de 10 si el lote tenía hasta 50 hectáreas, y se sumaba una estación adicional por cada 5 hectáreas a partir de las 50 hectáreas de base, con un máximo de 20 estaciones por lote. Por lo general, los lotes de la zona tenían entre 40 y 120 hectáreas.

- Aislamiento

Luego de determinar el perímetro del lote, se proseguía a establecer los aislamientos necesarios.

Existen dos tipos de aislamientos: aislamiento territorial, que es el más importante y aislamiento temporal, donde la aislación está marcada en una diferencia en los estadios fenológicos entre los lotes que se debe cumplir dicha aislación.

En lo que respecta a aislamientos por distanciamiento, al tratarse de especies alógamas como lo son el maíz y girasol, es importante evitar el cruzamiento con polen foráneo y prever contaminaciones imprevistas ya sea con polen de otro lote de producción con líneas parentales diferentes a la del lote o de un lote cercano donde lleva a cabo la producción de un híbrido comercial.

En lo que respecta al girasol, la polinización es denominada entomófila, ya que el polen es transportado por insectos, mayoritariamente llevada a cabo por abejas melíferas, y en este caso los aislamientos deben ser de 1500 a 2000 metros para evitar la contaminación.

El maíz es una especie alógama con una polinización denominada anemófila, es decir, que el agente encargado de transportar el polen es el viento. Por lo tanto, cada lote debe tener un distanciamiento con otro lote, ya sea otro lote de producción de semilla con líneas parentales diferentes o un lote de producción comercial (maíz *commodity*), de un mínimo de 300 metros para evitar la contaminación con polen foráneo a la línea parental macho utilizada en la producción de semilla híbrida del lote particular.



Figura 13. Control de perímetro y aislamiento.



Figura 14. Lote donde no se respetaba aislamiento espacial (<300 M).

Como se puede observar en las Figuras 13 y 14, para el caso de que no se respete el aislamiento espacial, había que corroborar que los lotes tuvieran aislamiento temporal, que se daba por distintos estadios fenológicos entre el lote de producción de semilla y el cultivo comercial más cercano.

En el caso de no respetarse los aislamientos espaciales correspondientes, existen tres niveles en una escala de menor a mayor riesgo de contaminación:

- 1- Se observan pocas plantas guachas en cultivos perimetrales al lote de producción donde previamente hubo un lote de producción comercial, ya sea de maíz o girasol.
- 2- Se observa un elevado número de plantas guachas en cultivos perimetrales al lote de producción de semilla producto de las pérdidas de cosecha en los lotes donde son observadas.
- 3- Un lote con producción de semilla con diferentes líneas parentales o un lote de producción de semilla comercial híbrida que no respete el aislamiento mínimo buscado.

Luego de determinar el nivel de incumplimiento de la aislación se debía corroborar los estadios fenológicos tanto del lote de producción de semilla propio como del lote de producción externo a la empresa. Si los estadios fenológicos eran distintos se denominaba que el aislamiento era temporal por una diferente fecha de siembra. Este aislamiento temporal debía ser de unos 45 días aproximadamente para cumplir con los parámetros estipulados sin correr riesgos de contaminación.

3.1.2 Inspecciones generales en lotes de girasol

Luego de la visita preliminar donde se corroboraba el estado fenológico del cultivo, el perímetro y el aislamiento del lote, se procedía a la inspección general la cual se realizó entre los estadios R4 y R6 del cultivo (Figura 15).

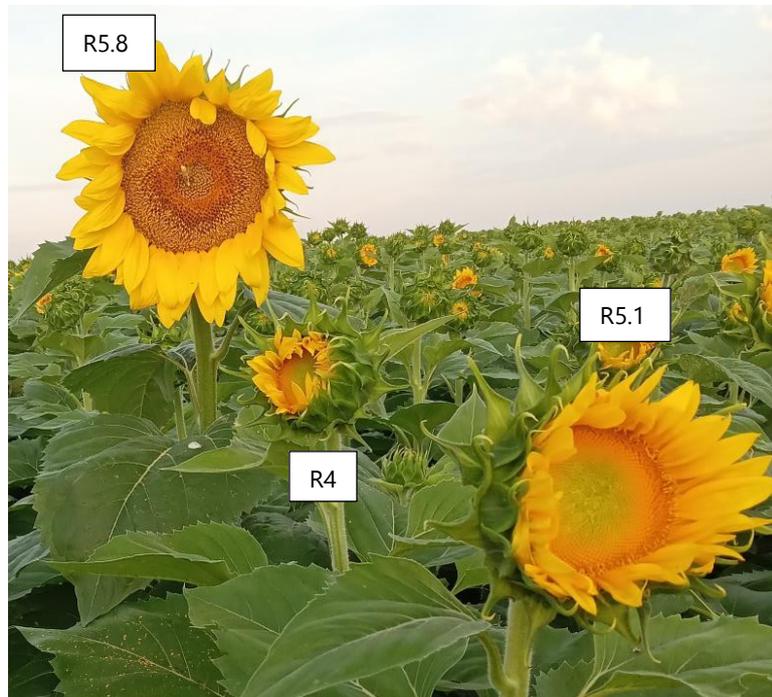


Figura 15. Capítulos que marcan el inicio (R4) y el final de las inspecciones (R6).

Las inspecciones se comienzan cuando menos del 10% de las plantas de pasaron a R4 momento en el que se denominan "abriendo" como se puede observar en la Figura 15, que es el estadio cuando se comienzan a observar las flores liguladas (amarillas y externas), momento en el que estas flores externas que son las primeras en madurar, pero aún no son receptivas. El orden en que maduran las flores de girasol es en sentido centrípeto, es decir, las flores van madurando desde los extremos hacia el centro.

En las inspecciones a los lotes, se realizaron estaciones que debían estar distribuidas al azar, y el número de estas estaba determinado por la superficie del lote; fueron entre 10 y 20. En cada una se observaron los siguientes parámetros:

En las líneas hembra se contabilizaban:

- Flores abriendo (estadio R4) que son los capítulos que se comienzan a observar las flores liguladas.

- Flores receptivas (estadio R5.1-R5.7) se contabilizaban los capítulos que abrieron completamente y poseían más del 10% de la superficie con flores tubulares receptivas.
- Flores en anthesis (estadio R5.8-R6): se denomina así a los capítulos que poseen el 75% o más de las flores fecundadas.
- Fuera de tipo: son plantas fértiles que están en la misma línea de siembra, pero son morfológicamente diferentes (color, tamaño de capítulo, flores hermafroditas, plurifloras, etc.) con un polen distinto al buscado para ese cruzamiento de líneas, por lo que deben ser descartadas.
- Guachas: son plantas que pertenecen a la misma genética o no, que se encuentran en los entre surcos y deben ser descartadas.
- Hembra fértil: son plantas que se encuentran en las líneas hembras, que poseen la misma información genética, y que por condiciones ambientales quebraron la androesterilidad y se formaron las anteras en las flores tubulares.

En las líneas machos (Figura 16) se contabilizaba:

- Macho 1: Se contabilizaba si el capítulo principal estaba emitiendo polen.
- Capítulos secundarios del macho 1: se contabilizaban los capítulos secundarios que emitían polen y tenían más de 5 centímetros de diámetro
- Macho 2: se contaba cada capítulo principal que emitía polen.
- Capítulos secundarios del macho 2: al igual que en los capítulos secundarios del macho 1 sólo se contaban los que poseían un diámetro mayor a 5 centímetros
- Fuera de tipo / Guachos: se contaban los fuera de tipo o guachos, ya sea en el surco o en el entresurco.



Figura 16. Ejemplar de girasol macho, plurifloro

Cada lote era inspeccionado día de por medio y el fin de las inspecciones se determinaba luego que el porcentaje de flores en antesis fuera mayor al 99,5% y el de flores receptivas menor al 50%. Luego de alcanzar esos porcentajes se daban por terminadas las inspecciones en el lote. Para ir determinando estos parámetros y que las inspecciones y las condiciones del lote se encuentren dentro de los estándares esperados, el sistema que proporcionaba la empresa generaba una curva de floración (Figura 17 con la cual se realizaba el seguimiento de los estadios fenológicos.



Figura 17: curvas de floración de girasol.

En el caso que se observaran plantas fuera de tipo, guachas (o hembras que por condiciones ambientales quebraron la androesterilidad) (Figura 18) se anotaban en cada estación y si el porcentaje de estos se encontraba dentro de los parámetros, sólo se dejaba constancia de que había cierto peligro, de contaminación. En cambio, si el porcentaje no estaba dentro de los estándares permitidos, los encargados de producción daban la orden para que se realicen tareas de *roguing*, eliminando de forma manual por personas las plantas indeseadas.



Figura 18. Plantas fuera de tipo, guacha o hembra fértil de girasol.

3.1.3 Inspecciones generales en lotes de maíz

Luego de la inspección preliminar, se procedía con las inspecciones generales que se realizaban día de por medio. Estas inspecciones se dividían según el tipo de labor de despanoje que se le haya realizado al lote.



Figura 19. Lote de producción de semillas de Maíz. Se diferencian las hileras hembra del macho.

- Avanzada: cuando aún no se le realizado ninguna labor al lote, la inspección se denominaba avanzada y el parámetro principal que se contaba era la cantidad de hojas para que emerja la panoja: en cada estación, se arrancaban 10 panojas que aún se encontraban envueltas en las hojas, y se contaban las hojas que faltaban desenvolverse para la emergencia de la panoja. Esto se realizaba para tomar un promedio del lote y estimar cuando la mayoría de las plantas del lote podrían comenzar a emerger su panoja masculina.

El objetivo principal de esta etapa es marcar la fecha a la cual la mayoría de las plantas una hoja para que emerja la panoja (hoja bandera) o se encuentre emergiendo, y en ese momento realizar la pasada del *cutter*.

El segundo parámetro que se calculaban los centímetros que restaban para que emerjan los estigmas de las espigas femeninas, en caso de que éstas estén emergiendo. (Figura 21).



Figura 21. Izquierda: Espiga con los estigmas sin emerger. Derecha: estigmas emergiendo.

- Cutter. Ésta etapa se denomina así, luego del paso de la maquina despanojadora. Esta máquina posee una plataforma en donde se ubican unas cuchillas las cuales realizan un corte en la parte apical de la planta y de esta manera eliminar mecánicamente la panoja antes de que emerja o cuando está comenzando a emerger (figura 21).

En estas estaciones se contabilizan sólo si habían panojas que se encontraban emitiendo polen.



Figura 21. Maquina "Cutter".



Figura 22. Lote luego de unos días pasado el "cutter".

En la Figura 22 se puede observar un lote días después de la labor del *cutter*, en el cual aún se observan panojas remanentes, que posteriormente van a ser eliminadas por el *puller* o de manera manual.

- *Puller*: Luego del "cutter" se realizaba la segunda labor de despanoje mecánico denominada *puller* (figura 23). Ésta máquina posee un cabezal que contiene 8 secciones con 2 ruedas que giran en sentido contrario y de esta manera extraen las panoja. Cada sección abarcaba una hilera del cultivo.



Figura 23. Máquina "Puller".



Figura 24. Panojas remanentes luego del "puller".

En la Figura 24 se pueden observar panojas que quedaron remanentes después de la labor del puller que posteriormente son retiradas de manera manual. Luego de ésta labor en las estaciones, se contabilizaban el número de panojas remanentes y la cantidad de estigmas receptivos en las hileras hembra. En el caso de las hileras macho se registraba la cantidad de machos que se encontraban emitiendo polen.

- Primer, segunda o tercer pasada: Luego de realizar las labores mecánicas, se procedía a realizar el despanojado de manera manual, para lo que las empresas que realizan producción de semillas híbridas contratan gente especializada para realizar las labores manuales, por dicho motivo estas etapas se denominaban así de acuerdo a la cantidad de veces que se realizaban las labores manuales. Estas personas recorren el lote extrayendo las panojas remanentes que quedaron luego de la pasada del *puller*.

Como objetivo principal en esta etapa del cultivo es llegar a un porcentaje de despanojado superior al 99,5% de las líneas hembra, con las que las empresas se aseguran obtener una semilla pura, es decir, que dentro de las bolsas de las semillas comercializadas el nivel de pureza (porcentaje de semillas que pertenecen al mismo híbrido) sea el adecuado para las estándares establecidos para las normas de comercialización, que para el caso de esta semilla híbrida la pureza debe ser del 98% como mínimo.

En las inspecciones, luego de las pasadas donde se realizaban los despanojos manuales se contabilizaban:

- En las líneas femeninas se realizaban estaciones de 100 plantas donde se contaban las panojas remanentes ya sea si estaban tirando polen, o próximas a emitirlo, las panojas que aún estaban envueltas en las ultimas hojas que tienen un desarrollo más atrasado que las demás y en estas líneas hembra también se contaban las cantidad de estigmas que estaban receptivos.

- En las hileras macho, se realizaban estaciones de 30 planta para el macho 1 y 30 plantas del macho dos y se contaban cuantas de esas 30 plantas se encontraban emitiendo polen.

Luego de cada inspección se observaban las curvas de floración como la que se muestra a continuación y se reportaba a los encargados de campo las zonas donde se encontraban aún grupos de panojas remantes.



Figura 25. Curva de floración de lote de maíz.

Las inspecciones se extendían hasta que en la curva de floración (figura 25) se obtuvieran dos recuentos sucesivos con un porcentaje de extracción de panojas mayor al 99,5% y que coincidiera que el remanente de espigas femeninas aun receptivas fuera menor al 50%.



Figura 26. Lote luego de las pasadas de despanoje manual.

En la Figura 26 se representa el objetivo principal del trabajo de despanoje, donde prácticamente no quedan panojas remanentes en las líneas hembra, lo que garantiza una óptima polinización de parte de las líneas macho a las líneas hembra y por consiguiente garantizar la pureza genética de las bolsas que posteriormente van a ser comercializadas.

En la Figura 27 se puede observar un error en las labores de despanoje donde se puede observar un canuto (panoja aún envuelta en la última hoja) y una panoja fértil remanente.



Figura 27. Canuto y panoja remanente luego del despanoje manual.

3.1.4 Producción de semillas de maíz con línea hembra androestéril

Para la producción de semillas híbridas de girasol se requiere del cruzamiento entre una línea androestéril (línea hembra, por lo general llamada línea A) y una línea mantenedora genéticamente igual fértil (llamada mantenedora B) dando lugar a un híbrido simple androestéril. Luego, éste último se cruzará con una línea restauradora de fertilidad (denominada línea R (macho) logrando así la semilla que va a ser comercializada que va a generar un híbrido de tres líneas fértil destinado a los lotes de producción comercial (Figura 28; Bonjour, 2021).

Al igual que para la producción de semillas de girasol, en ciertos lotes de maíz también se utilizó la técnica de androesterilidad citoplasmática. Es frecuentemente utilizada para evitar o reducir la emasculación de las panojas masculinas de las líneas que son destinadas a ser plantas hembra o de semilla. La técnica de esterilidad citoplasmática envuelve la interacción entre los genes nucleares y los genes heredados solamente a través del citoplasma, éste sistema es ventajoso por el hecho que la planta solo puede heredar genes en el citoplasma de la planta que sirvió como parental femenino.

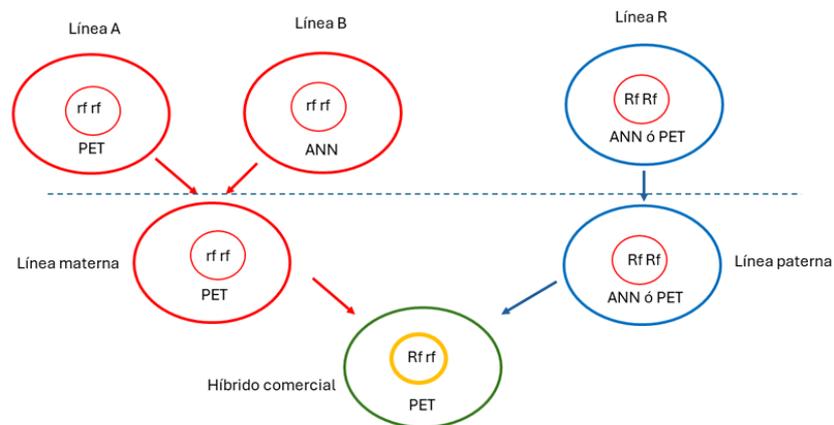


Figura 28. Esquema de la producción de semilla híbrida empleando androesterilidad citoplásmica.

Para las líneas endocriadas machos con el citoplasma estéril se utiliza el mismo procedimiento de retrocruzamiento usado para incorporar genes en las líneas endocriadas. El objetivo es sustituir todo el genoma de la línea endocriada en el citoplasma estéril.

La producción de semillas parentales de una línea androestéril requiere también lo que es conocido como línea mantenedora, la cual es idéntica genéticamente a la estéril, pero lleva alelos no restauradores y tiene citoplasma fértil. Por lo tanto, la parte masculina es fértil y se utilizara como generadora de polen en la producción de semilla híbrida con la hembra siendo la versión estéril de la misma línea genética (Lamkey, 2004).

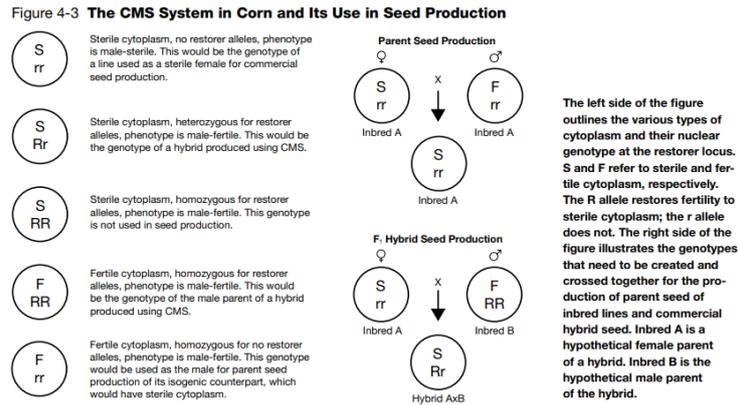


Figura 29. Gráfico de cruzamiento de línea parental androestéril.



Figura 30. Lote de maíz panojas masculinas estériles (androestéiles).

4. CONCLUSIONES

La experiencia me permitió desarrollarme e interiorizarme sobre la producción de semillas, por lo que pude descubrir que ésta actividad era de mis preferidas agronómicamente hablando, y con expectativas de seguir desarrollándola en el futuro.

Además, éste trabajo me brindó la oportunidad de crecer en el ámbito laboral y personal al relacionarme con gente ligada a la producción, ya sea, responsables de campo, coordinadores de calidad, empleados rurales y pares, involucrados en las distintas actividades que hacen a la producción de semillas.

Al realizar esta actividad también pude conocer una zona agrícola diferente a lo que estaba acostumbrado por mi origen en Tres Arroyos y el área de influencia donde realizamos prácticas de la Universidad Nacional del Sur.

Pude incurrir en el manejo de nuevas tecnologías como las aplicaciones de agricultura georreferenciada que nos brindaba la empresa para llevar a cabo las actividades solicitadas.

5. BIBLIOGRAFÍA

Andrade F. et al. (2023). Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. MAIZAR. 1a ed.
https://www.maizar.org.ar/documentos/cultivo%20de%20maiz_version%20digital.pdf

Asagir (2024). El nuevo mapa del girasol argentino.
<https://www.asagir.org.ar/informacion-de-el-nuevo-mapa-del-girasol-argentino-204>

Bonjour, Y.M. (2021) Cuantificación de polen en líneas androfértiles de girasol (Helianthus annuus L.). <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5693>

Cantamutto M.A. et al. (2024) Producción de semilla de girasol. Boletín Técnico N° 43, EEA INTA Ascasubi.
https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/20347/INTA_CRBsAsSur_EEAHilarioAscasubi_Cantamutto_MA_Producci%c3%b3n_semilla_girasol.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cantamutto, et al. ¿Está domesticado el girasol?; Asociación Civil Ciencia Hoy; Volumen 20; número 115; 2010; páginas 20-29 <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/16980?show=full>

Contardi et al. (2024) La exportación de aceite y subproductos de girasol en máximos de 18 años. <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/la-80>

D'Angelo et al. (2023) ¿Qué aporta el girasol a la economía argentina?
<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/que-aporta-el>

De Estrada, E. (2012). Sunflower seed production: past, present, and perspectives.

Garayalde, A. F. et al. (2008). Avances en la caracterización de plantas androestériles de girasol silvestre de Argentina. Sociedad Argentina de Genética, 37° Congreso Argentino de genética.
https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=05458&inst=yes&co%20ngresos=yes&detalles=yes&congr_id=587451

Lamkey, K. (2004). Seed production. A Growing Concern. Cap. 4 pag 54 – 73.
<https://dr.lib.iastate.edu/entities/publication/36ae53fb-fbb7-495f-9310-b631a043ac84>

MacRobert et al. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido.

Monitor de producción de maíz.

<https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/monitor/index.php>

North Dakota State University. (2007) Sunflower Production.

https://www.sunflowernsa.com/uploads/3/sunflower_production_handbook_2007.pdf

Pioneer (2015). Maíz, crecimiento y desarrollo.

https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf

Russo (2024). La primera proyección de siembra maicera 2024/25 supone una fuerte caída de área. INFORME ESPECIAL MENSUAL SOBRE CULTIVOS - AÑO XII - N° 174 -

<https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2024>

[08/informe_especial_174_2024_08_14.pdf](https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2024/08/informe_especial_174_2024_08_14.pdf)

Sala et al. (2012) Genetics and reeding of herbicide tolerance in sunflower. HELIA, 35,

Nr. 57, p.p. 57-70,

https://www.isasunflower.org/fileadmin/documents/HELIA_issues/Helia57/57pp57-70.pdf

SAGYP (2025) Estimaciones agrícolas cebada, girasol, maíz, soja y trigo, Sudeste Buenos

Aires. <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>

Schmidt. (2020) Servicio de seguimiento del desempeño a campo de distintas líneas parentales experimentales de maíz y girasol en el área de riego del partido de Villarino.

<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6281>

USDA 2025. Producción de maíz.

<https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0440000>

USDA. 2025 Grain: World Markets and Trade

<https://www.fas.usda.gov/sites/default/files/2025-08/Grain.pdf>