

Producción de semilla de maíz de polinización abierta bajo riego por gravedad en el Valle Bonaerense del Rio Colorado



Martínez, Sofía Belén

Tutor:

Dr. Renzi, Juan Pablo

Consejeros:

Dra. Ureta, María Soledad

Dr. Martínez, Juan Manuel

Asesor externo:

Ing. Agr. Arditti, Santiago



2024

Agradecimientos

Quiero dedicar este apartado a las personas que han sido fundamentales en este camino, porque sin su apoyo, nada de esto habría sido posible.

En primer lugar, a mis padres, Ilda y Federico, por su amor incondicional, su apoyo en cada momento y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por ser mi ejemplo, mi refugio y por siempre creer en mí.

A mis hermanas, Vero y Celi por ser mis compañeras de vida y consejeras.

A mi familia en general, por estar presentes, brindándome palabras de aliento y momentos de cariño que han hecho este proceso más llevadero.

A mi compañero, Francisco, por su paciencia, comprensión y motivación constante. Gracias por enseñarme a disfrutar cada momento y por tener siempre las palabras justas. Tu amor, incondicionalidad y compañía han sido un motor para mí.

A mis amigas y amigos del pueblo y los que me dio la universidad, por su compañía, por entender mis ausencias, por sus palabras de ánimo y por siempre recordarme que no estoy sola. Cada juntada, charlas y sonrisas compartidas me han llenado de energía.

Al Dr. Juan Pablo Renzi, mi tutor en esta última etapa, por ser guía y resolver mis inquietudes con total predisposición.

A los consejeros, la Dr. Maria Soledad Ureta y el Dr. Juan Manuel Martínez por dedicar su tiempo a realizar correcciones y aportes valiosos.

A Santiago Arditti, quien me brindo esta oportunidad y acompaño como tutor externo. Agradezco su buena onda, predisposición, enseñanzas y ayuda incondicional

Por último, a la Universidad Nacional del Sur y al Departamento de Agronomía, por su calidad educativa y por brindarme las herramientas necesarias para mi formación como futura profesional.

Resumen	1
Introducción	2
Origen, domesticación y difusión en el mundo del maíz	2
Importancia del cultivo	3
Producción mundial	4
Producción nacional	5
Cambios tecnológicos	8
Variedades de polinización abierta	11
Balance de la campaña 2023/24	12
Zona de producción VBRC	14
Empresa Guasch	16
Objetivos	18
Generales	18
Específicos	18
De formación	19
Experiencia adquirida	19
Área de trabajo	19
Modalidad de trabajo	20
Actividades realizadas	20
Preparación del lote	20
Selección del lote	20
Muestreo y análisis de suelos	21
Tareas presiembra	23
Siembra	23
Descripción de la variedad	23
Análisis de calidad y poder germinativo	24
Tareas de siembra	24
Crecimiento y desarrollo	27
Agua en el ciclo del cultivo	29
Análisis de imágenes NDVI	31
Cosecha	33
Postcosecha	34
Almacenamiento	34
Procesamiento y embolsado	35
Consideraciones finales	36
Bibliografía	38

Resumen

El empleo de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de polinización libre adaptadas a ambientes específicos representa una alternativa para productores de zonas marginales para los cuales es problemática la adopción de cultivares híbridos de última generación por su alto costo. A pesar del mayor potencial de rendimiento de los cultivares híbridos, las variedades de polinización libre pueden ser ventajosas por su adaptación, estabilidad, menor costo y la posibilidad de obtener semilla propia. Se ha postulado que ciertas variedades de polinización libre (VPL) pueden alcanzar un comportamiento comparable a los cultivares híbridos, cuando estas poblaciones son adecuadamente probadas, identificadas y mejoradas empleando métodos adecuados y criterios de selección eficientes. Como parte del programa de mejoramiento de maíz del INTA EEA Pergamino y en colaboración con Guasch Semillas; se trabajó sobre la base de la colección de materiales creando un nuevo cultivar, que se denominó Amancay INTA. Esta variedad presenta un comportamiento agronómico superador a todo lo preexistente en el mercado de maíces de polinización abierta de Argentina. Durante el periodo comprendido entre octubre de 2023 y agosto de 2024, llevé a cabo una práctica profesional supervisada por el Ing. Agr. Santiago Arditti, en el establecimiento “Don Emanuel” de la localidad de Villalonga, partido de Patagones, provincia de Buenos Aires. Con el objetivo de aplicar e integrar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Sur, a través de la participación en las actividades llevadas a cabo en la producción de semillas de maíz OP, por la empresa Guasch. En este marco, se realizaron tareas específicas de manejo, control y monitoreo, con la finalidad de lograr con éxito el crecimiento y desarrollo del cultivo bajo riego por gravedad.

Introducción

Origen, domesticación y difusión en el mundo del maíz

El maíz es uno de los muchos cultivos que domesticaron los humanos en todo el mundo aproximadamente durante la transición de sociedades de cazadores-recolectores a sociedades agrícolas (Rice, 2018). Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace 7000 y 10000 años (Paliwal, 2001). Durante muchos años, los científicos creyeron que el precursor del maíz estaba extinto, porque no existía ningún candidato obvio entre las plantas silvestres. Sin embargo, en 1939, George Beadle presentó evidencia de que el teosinte, una gramínea silvestre de América Central, sería el antecesor del maíz. Teosinte es el nombre común de cuatro especies de gramíneas del género *Zea*. El nombre "teosinte" proviene de los indios Nahuátl, y significa "grano de los dioses". Sin embargo, los botánicos dudaron. A primera vista, parecía poco probable que el teosinte pueda ser el antepasado del maíz moderno; ya que la planta de teosinte es muy ramificada; tiene forma de arbusto con muchos tallos (o "vástagos") y en la punta de cada tallo produce una mazorca con dos hileras de 5 a 12 semillas. En cambio, la planta del maíz suele tener un solo tallo central que produce pocas mazorcas, cada una con cientos de granos dispuestos en 6 a 18 hileras. Otra diferencia notable es que las semillas o granos del teosinte se encuentran rodeados de una cubierta dura (Figura 1). La cubierta del fruto en el maíz es muy reducida y se desarrolla como parte de la mazorca. Esto deja los granos expuestos o desnudos y, en consecuencia, hace que los animales los digieran fácilmente.

Beadle llevó a cabo un enorme experimento en la década de los 70. Cruzó teosinte con maíz para producir híbridos F1, y luego cruzó los F1 para obtener una generación F2. Basado en la genética clásica y haciendo algunos supuestos razonables, Beadle desarrolló un modelo matemático para predecir cuántos genes diferían entre ambas especies en función de la frecuencia de descendientes F2 que se parecían a cada progenitor. Sembró 50000 semillas F2 y una vez crecidas, descubrió que aproximadamente 100 plantas tenían una mazorca parecida a la del maíz y unas 100 tenían una mazorca parecida a la del teosinte. Con estos datos y aplicando su modelo matemático, concluyó que eran cuatro o cinco los genes responsables de las diferencias entre el teosinte y el maíz, lo cual respaldaba su hipótesis de que el maíz pudo haberse domesticado rápidamente a partir del teosinte.

En la década de los 90, las herramientas modernas de la genética molecular permitieron que los genetistas John Doebley y Adrian Stec volvieran a examinar la hipótesis de Beadle. Doebley y Stec identificaron cinco regiones genéticas, correspondientes a aproximadamente

cinco genes o bloques de genes, que juntos explican la gran variación entre el maíz y el teosinte, lo cual respalda aún más la hipótesis (Rice, 2018).

Los científicos encontraron que al menos dos de estos genes son genes reguladores que codifican proteínas que activan o desactivan a otros genes. De esta manera, la presencia de una versión diferente de un solo gen regulador puede afectar la expresión de cientos de otros genes.

Las comparaciones genéticas entre el maíz y cuatro variedades diferentes de teosinte (todas de la misma especie, pero genéticamente especializadas para diferentes hábitats) mostraron que el origen del maíz doméstico se puede trazar al teosinte de la región Balsas en el sudoeste de México. El mismo estudio utilizó un "reloj molecular" para calcular que el maíz se originó hace aproximadamente 9000 años. Por último, evidencias arqueológicas respaldan estas conclusiones (Rice, 2018).

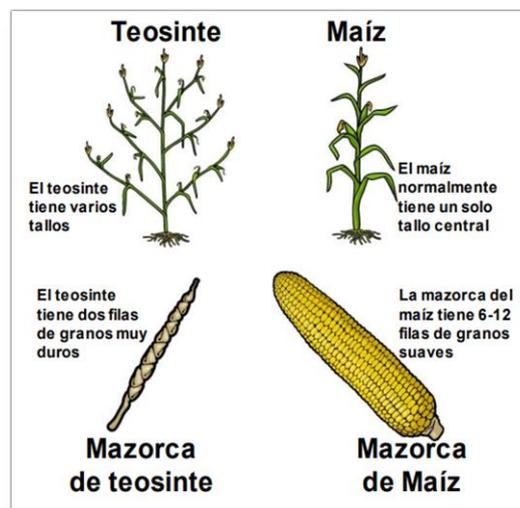


Figura 1. Diferencias entre Teosinte y Maíz.

La difusión del maíz a partir de su centro de origen en México a varias partes del mundo ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los habitantes de varias tribus indígenas de América Central y México llevaron esta planta a otras regiones de América Latina, al Caribe y después a Estados Unidos y Canadá. Los exploradores europeos llevaron el maíz a Europa y posteriormente los comerciantes lo llevaron a Asia y África (Paliwal, 2001).

Importancia del cultivo

El maíz, *Zea mays* L., pertenece a la familia de las Gramíneas (Poáceas), tribu Maideas. Entre las especies pertenecientes a dicha tribu, sólo la mencionada anteriormente tiene interés desde el punto de vista agrícola y económico. Es de las especies cultivadas más productivas. Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética, teniendo el mayor

potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como ha sucedido con la aparición de los híbridos. El éxito en los avances tecnológicos del cultivo estimuló una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo.

El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y el segundo, después del trigo, en producción total, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar (Paliwal, 2001).

Los usos del maíz son diversos, pero su uso industrial y para el consumo animal mediante grano, silaje o bien pastoreo directo pueden considerarse como los más relevantes (Orthofer y Eastman, 2004; Wisner y Baldwin, 2004).

Además, de su uso directo como fuente de energía en la nutrición, los productos industrializados del maíz tienen una gran cantidad de destinos. La industrialización del maíz comprende dos procesos tecnológicamente distintos, la molienda húmeda y la seca. En la molienda húmeda, se obtienen almidón, edulcorantes, alcohol, jarabes, acetona, aceites, etc. (Watson, 1988). En la molienda seca, los productos finales son copos, harinas y sémolas para consumo humano directo o su uso como materia prima en otros procesos industriales que agregan valor al grano de maíz. Una mención aparte merece el creciente uso de este cultivo para la producción de biocombustibles. Actualmente, cerca del 50% de la producción mundial de bioetanol proviene de la fermentación del grano de maíz (en su gran mayoría en los Estados Unidos); este proceso es también la fuente de bioetanol más utilizada en Argentina (Andrade *et al.*, 2023).

El maíz es uno de los pocos cultivos que se pueden sembrar en una gran variedad de climas, suelos, latitudes y altitudes, ya que se siembra desde los 40° latitud sur en Argentina y Chile hasta los 60° latitud norte en Canadá (Miramontes *et al.*, 2014). Con respecto a la altitud, el maíz es cultivado mayormente a altitudes medias, aunque también se cultiva por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3800 msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continúa expandiéndose a nuevas áreas y a nuevos ambientes (Paliwal, 2001).

Producción mundial

Históricamente, el área de producción de maíz más importante del mundo se encontraba en el Centro-Norte de Estados Unidos (cinturón maicero norteamericano). Sin embargo, en los últimos 20 años se ha incrementado sustancialmente la producción de este cultivo en otras regiones debido a la expansión del área cultivada, a un aumento de los rendimientos por unidad de superficie, o a una combinación de ambos factores.

La producción mundial de maíz se incrementó de 600 millones (M) toneladas (t) en el año 2000 a cerca de 1150 M t en 2020, lo que significa que prácticamente se duplicó la producción en tan solo dos décadas. Esto ocurrió como resultado del incremento del área de cultivo, que aumentó 60 M ha (de 137 a 197 M ha; +43%) y del aumento de 1,5 t en los rendimientos promedio por ha (de 4.3 a 5.8 t ha⁻¹; +35%) en ese período (Satorre y Andrade, 2023).

El maíz se produce en todos los continentes, según datos aportados por la FAO son 168 los países que cultivan maíz (MAIZAR, 2011). A continuación, se muestran los 10 principales productores para el periodo 2021-2022 (Figura 2). Al mismo tiempo la producción mundial de maíz alcanzó los 1163 M t y el área cosechada fue de 203 M de ha (FAOSTAT, 2024).

A nivel general, el 85% de las exportaciones mundiales de maíz se explican por Estados Unidos, Argentina, Brasil y Ucrania (BCR, 2024). En cuanto a los países importadores se encuentran China, Unión Europea, México y Japón (BCR, 2023).

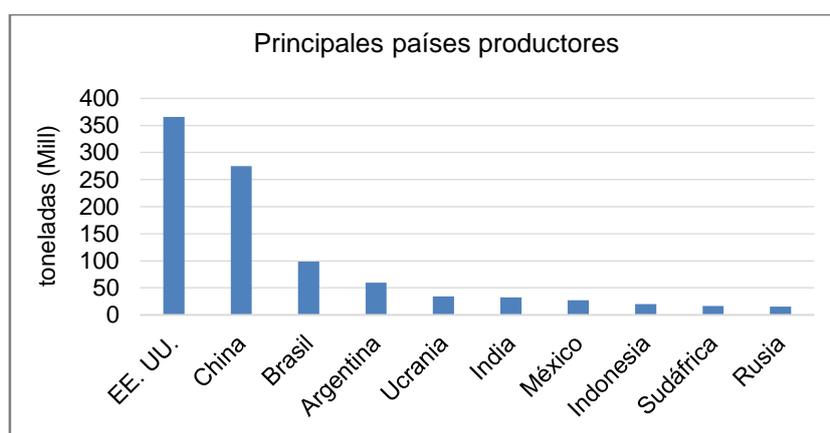


Figura 2. Los 10 principales productores de maíz, periodo 2021-2022.

Producción nacional

Argentina produce alrededor de 60 M t de maíz al año (MAGyP, 2024), lo que representa cerca del 5% de la producción global de este cultivo. Este valor triplica la producción nacional de 10 años atrás (Figura 3). Históricamente, el área de cultivo dedicada a la producción de maíz oscilaba entre 2 y 4 M ha. Sin embargo, en los últimos años el área de maíz se extendió a razón de cerca de 0,5 M ha por año hasta llegar a 8 M ha.

En la última década, el rendimiento promedio se ha mantenido en el rango de entre 7 y 8 t ha⁻¹ en años normales. Esta tendencia se explica parcialmente porque el crecimiento de área de este cultivo en Argentina ha ocurrido en parte a través de su expansión en ambientes de menor productividad, en los cuales, a su vez, los cambios en el sistema de producción del cultivo tienden a mejorar su estabilidad antes que maximizar rendimiento por unidad de área (Andrade *et al.*, 2023).

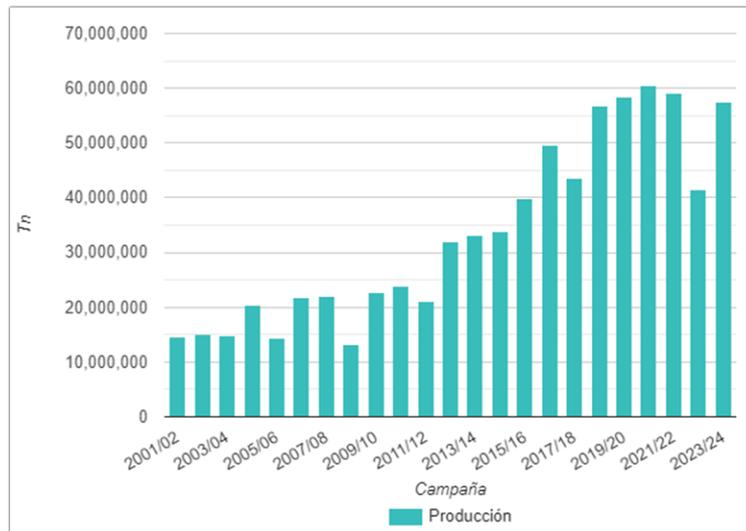


Figura 3. Producción nacional por campaña, periodo 2003-2024.

El aumento de la superficie del cultivo de maíz se registró tanto en las áreas tradicionales del cultivo, como en nuevas regiones y en cultivos de siembra tardía o de segunda sobre cultivos invernales, sustituyendo a otros cultivos principalmente la soja.

Existe una diferencia anual de aproximadamente 1,5 M ha entre superficie sembrada y cosechada, que se debe mayormente a que parte de la superficie se procesa como silaje para alimentación de ganado bovino (Presello *et al.*, 2022).

El maíz es una de las especies cultivadas más relevantes en Argentina. El cultivo se lleva a cabo en diferentes regiones agroecológicas (Figura 4), con un gradiente de precipitaciones descendientes hacia el oeste y dos mega ambientes diferenciados por su latitud, al norte del Paralelo 30 Sur predominan los ambientes de tipo subtropical mientras que, al sur del mismo, el ambiente es similar al de otras regiones templadas del mundo. Estas variaciones determinan el tipo de cultivo a sembrar y las tecnologías de manejo apropiadas (Presello *et al.*, 2022).

Durante muchos años la producción estuvo centrada en el núcleo maicero argentino, abarcando el Sur de Córdoba y Santa Fe y el Norte de Buenos Aires, pero la expansión de la última década incorporó superficie en varias provincias fuera de la zona núcleo que aportan importantes volúmenes de producción al total del país. Córdoba y Buenos Aires, representan casi el 60% del área a nivel país, le siguen las provincias de Santa Fe y Santiago del Estero y en un tercer escalón se encuentran San Luis, Entre Ríos, Salta, La Pampa y Chaco.

El núcleo maicero es un área de suelos fértiles, profundos, con una estación de crecimiento extensa y reciben en promedio más de 700 mm de agua de lluvia entre septiembre y marzo cada año. Estas condiciones determinan que esta sea la región más propicia para alcanzar altos niveles de productividad en Argentina (Andrade *et al.*, 2023). En esas latitudes, el régimen de precipitaciones se incrementa y la amplitud térmica se reduce de oeste a este. Además, los suelos se tornan más arenosos hacia el oeste (Córdoba y norte de La Pampa) y

más arcillosos hacia el este de la zona núcleo (Entre Ríos) donde predominan suelos Vertisoles. Hacia el norte de la zona núcleo (Norte de Santa Fe, Santiago del Estero, Chaco), la estación de crecimiento se extiende, pudiendo encontrarse además un gradiente muy acentuado de precipitaciones que mantiene el mismo patrón creciente de oeste a este. El Noroeste (NOA) incluye a las provincias de Salta, Tucumán y oeste de Santiago del Estero principalmente, ya que la superficie sembrada en Catamarca y Jujuy es muy pequeña. Está dominado por suelos de textura franco limosa-limosa. Es una región con una estación de crecimiento definida por un patrón de lluvias monzónico, fuertemente concentradas entre los meses de diciembre y marzo y con un fuerte gradiente. Por último, al sur de la zona núcleo (sur de la provincia de Buenos Aires) se reduce tanto el régimen de precipitaciones en primavera-verano como la estación de crecimiento (Satorre y Andrade, 2023).

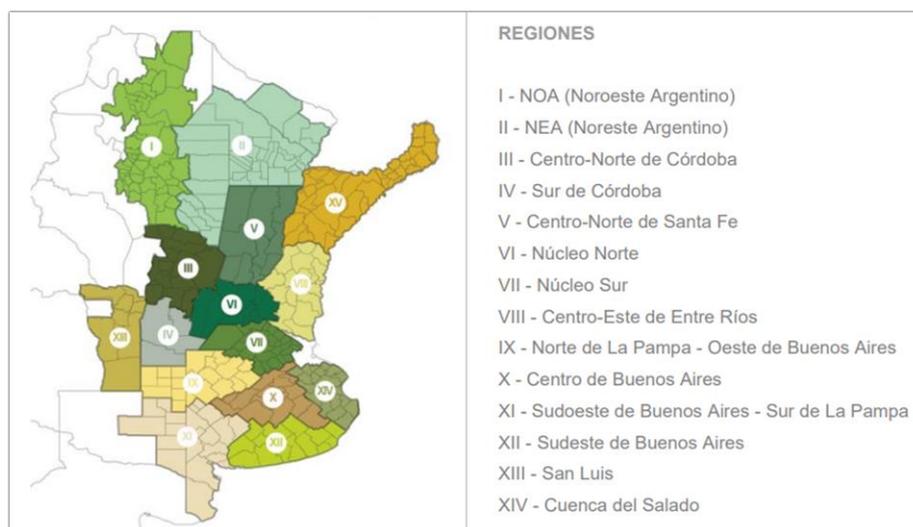


Figura 4. Regiones productoras de maíz.

El maíz ocupa un rol protagónico en la producción y las exportaciones argentinas, siendo el segundo complejo exportador más importante del agro y el cuarto a nivel país (Figura 5). El complejo maicero en 2023 representó el 9,6% del total de las exportaciones, aportó US \$6.422 millones de dólares, un 32,7% menos que el año anterior (INDEC, 2023).

En cuanto a las ventas externas en volumen, los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) junto con estimaciones propias señalan que durante el ciclo 2022/23 se habrían exportado 25,5 Mt de maíz, muy por debajo del promedio de 34,3 Mt exportadas durante las cinco campañas previas (BCR, 2024).

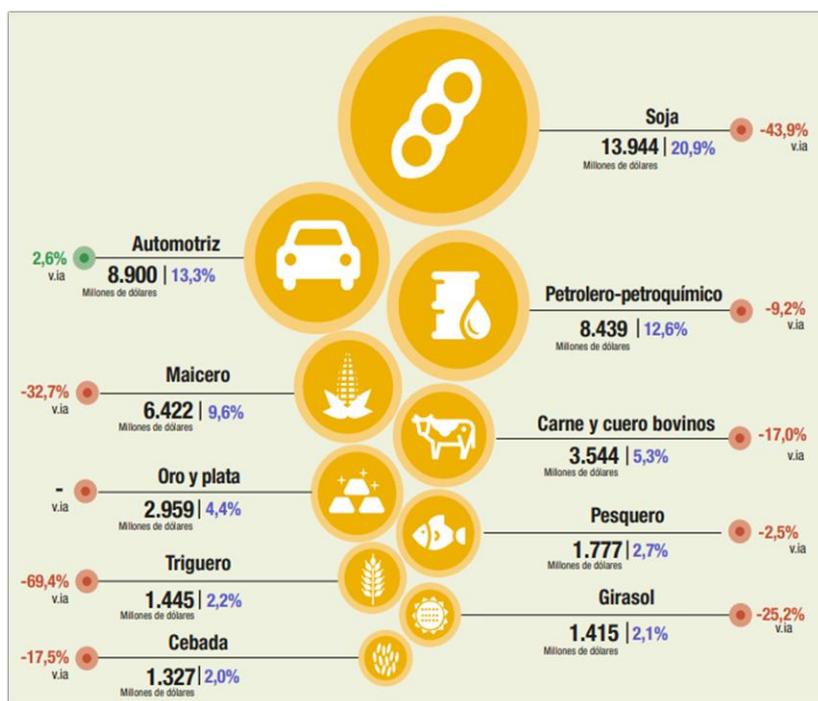


Figura 5. Resumen ejecutivo 2023. En millones de dólares, participación porcentual y variación porcentual respecto a 2022.

El consumo interno del grano tiene distintos destinos: animal, molienda seca, molienda húmeda, producción de bioetanol, entre las más relevantes. El consumo animal y forrajero explica la mayor parte del consumo interno del maíz en el país. Según la BCR, para la campaña 2020/2021 fue del 76%, distribuidos en consumo avícola (36%), consumo bovino (34%), lechería (18%) y consumo porcino (12%) (CFI, 2022).

Del total de la producción de maíz, se estima que aproximadamente un 70% se exporta en forma de granos, mientras que el 30% restante es absorbido por las industrias alimenticias y energéticas de nuestro país (BCR, 2022).

Como se mencionó anteriormente, Argentina se encuentra en el top tres de países exportadores a nivel mundial. El Norte de África explica en promedio el 24% de las compras. En este sentido, Argelia, Egipto y Marruecos son los destinos predilectos. Por otro lado, también se encuentra una importante presencia asiática con Corea del Sur, Malasia y Vietnam. Al tiempo que, el resto de las exportaciones se reparten en diversos países de forma muy diversificada en términos generales. (BCR, 2024).

Cambios tecnológicos

Cambios en la genética y el manejo del cultivo han sido cruciales para mantener las tasas de aumento de la productividad a nivel global y local.

El cultivo de maíz en Argentina ha sido enriquecido genéticamente en forma continua desde la década del 50, en la que comenzaron a expandirse los primeros híbridos dobles. Recién a partir de la década del 60 comienza a crecer su adopción en el país en relación a los cultivares de polinización abierta. La siembra de híbridos dobles se intensifica en la

década del 70 desplazando a los cultivares de polinización abierta y poco después, en la década del 80 se comienzan a difundir los híbridos de tres líneas. A partir de 1990 es mayoritaria la adopción de híbridos simples y en 1998 se liberan los primeros híbridos transgénicos al mercado argentino con resistencia a Glifosato. Los híbridos simples y transgénicos contribuyeron a un salto sustancial de la productividad del cultivo, desde cerca de 61 kg ha⁻¹ año⁻¹ entre 1971 y 1980 a 203 kg ha⁻¹ año⁻¹ entre 1990 y 2007 (Rossi, 2007). Además, la selección de genotipos en condiciones de alta densidad y sobre condiciones ambientales que exploran un rango amplio de variabilidad ha permitido no sólo el aumento del potencial de rendimiento de los híbridos modernos sino también su mayor estabilidad y rendimiento en los ambientes con limitaciones (Andrade *et al.*, 2023).

En la actualidad predominan en el mercado argentino los híbridos simples, mayoritariamente transgénicos, con atributos que, según el híbrido, confieren resistencia o tolerancia a enfermedades, insectos, herbicidas y estrés abiótico conjuntamente con mejoras en el rendimiento y la calidad nutricional de los granos y plantas. Estos genotipos son sembrados protegiendo los cultivos contra insectos lepidópteros, principalmente *Diatraea saccharalis*; *Helicoverpa zea* y *Spodoptera frugiperda* y coleópteros, principalmente del género *Diabrotica*. La expresión de endotoxina insecticida en la planta brindó una protección contra estas plagas que favoreció el desarrollo de las siembras tardías del cultivo y su expansión en regiones al norte del país.

Los atributos que confieren mejores y amplias posibilidades del control de arvenses se incorporaron al cultivo a comienzos de los 90 con tecnologías convencionales (no-transgénicos). Los maíces IMI o CL, tolerantes a imidazolinonas fueron obtenidos por técnicas de mutaciones inducidas a partir de germoplasma de la propia especie y mejorados convencionalmente. Aún hoy, constituyen una alternativa para el control de malezas problema solos o apilados conjuntamente con eventos transgénicos. Por otra parte, híbridos genéticamente modificados por resistencia a los herbicidas glufosinato de amonio y a glifosato, liberados poco después de los primeros maíces IMI, alcanzaron difusión a comienzos de los 2000 y desde entonces han predominado en el mercado en combinaciones con otros eventos. Recientemente híbridos ENLIST, tolerantes al herbicida haloxyfop (graminicida) y 2-4 D comenzaron a formar parte del elenco de alternativas tecnológicas para el control de malezas del cultivo.

La difusión de híbridos con eventos apilados (stack) para el control de insectos y malezas, convierten a este cultivo en el de mayor diversidad tecnológica y hoy son ampliamente sembrados ocupando más del 97% de la superficie en Argentina. La contribución del mejoramiento genético y de los híbridos transgénicos al éxito y expansión del cultivo ha sido reconocida entre los productores y profesionales con una amplia adopción. Sin embargo, algunos problemas han surgido por algunas de estas tecnologías. Entre ellas, la aparición de

resistencias en insectos y malezas. En particular, el uso de refugios no-Bt se encuentra aún debajo de lo recomendado para prevenir o demorar la generación de resistencias en insectos (Satorre y Andrade, 2023).

La adopción y expansión de la siembra directa, iniciada en la segunda mitad de la década del 80, ha sido un factor estabilizador de los rendimientos de los cultivos en la agricultura de secano argentina. Ante el nuevo escenario que planteó la siembra directa y el mejoramiento genético, los procesos de toma de decisión sobre el manejo del cultivo se moldearon incorporando el conocimiento como factor clave de producción del cultivo (Andrade *et al.*, 2023). De este modo, la asignación de superficie a planteos de siembras de maíz tempranas o tardías y su manejo guarda estrecha relación con la calidad del ambiente y el pronóstico climático de mediano plazo en amplias regiones productivas de Argentina.

Por otro lado, las rotaciones son reconocidas estrategias que pueden mejorar la eficiencia de uso del agua, aumentar el ciclado de nutrientes, reducir pérdidas por plagas, arvenses y enfermedades y mejorar la duración de tecnologías de control de adversidades, reduciendo los impactos ambientales (Tilman *et al.*, 2002). En Argentina, los cultivos de granos se rotan en una secuencia que incluye al menos de 3 a 5 especies anuales diferentes, dependiendo de las características ecológicas de la región. Los cultivos de trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) en mayor proporción, seguidos por los de colza (*Brassica napus*), arveja (*Pisum sativum*) y garbanzo (*Cicer arietinum*) son los principales en siembras de invierno, mientras que los de soja (*Glycine max*) y maíz, en mayor proporción, seguidos por los de girasol (*Helianthus annuus*) y sorgo (*Sorghum spp.*) son los cultivos de verano más sembrados. La secuencia con maíz contribuye a (i) aumentar la eficiencia de uso de los recursos radiación, nutrientes y agua (Andrade *et al.*, 2023); (ii) reducir el riesgo económico y ambiental, aumentando la diversidad de especies y de modelos productivos sembrados; (ii) mejorar el control de plagas, el control y regulación de malezas y a reducir el riesgo de enfermedades; (iii) mejorar la oportunidad de trabajo e intervención; y (iv) elevar los aportes de material orgánico, lo que favorece en siembra directa la reducción de la erosión y la evaporación de agua del suelo, mejorando la infiltración y el mantenimiento de la calidad química, física y biológica del suelo.

Entre los cambios tecnológicos de mayor relevancia, la reciente diversificación de la fecha de siembra del cultivo, entre siembras tempranas (agosto – mediados de octubre) y tardías (desde mediados de noviembre a enero) ha sido de gran impacto. La fecha de siembra que maximiza el rendimiento y minimiza el riesgo de heladas en el área central era la comprendida entre fines de septiembre y fines de octubre, típicas del maíz convencional o temprano. Fechas anteriores presentan la mayor potencialidad de rendimiento, aunque con una alta probabilidad de daños por heladas, mientras que las más tardías tienen menor potencialidad. Sin embargo, especialmente en áreas con limitaciones productivas y prolongadas estaciones

de crecimiento, el cultivo sembrado tardíamente enfrenta mejores condiciones ambientales durante la determinación del número de granos (mayores precipitaciones y/o menores déficits de presión de vapor de agua en la atmósfera) y atenúa el efecto de las limitaciones edáficas y la variabilidad climática interanual (Andrade *et al.*, 2023).

El manejo de la densidad del cultivo, particularmente en ambientes con restricciones donde predominan enfoques defensivos del cultivo ha recibido mucha atención en la última década. Las ventajas en ambientes marginales del uso de bajas densidades, en conjunto con siembras tardías e híbridos de maíz de mayor plasticidad ha sido documentada recientemente (Maddonni *et al.*, 2021) y contribuyen a facilitar la introducción del cultivo en nuevas áreas y a potenciar las actividades que allí utilizan al maíz como forraje o insumo industrial (Satorre y Andrade, 2023).

En general, el manejo de la fertilización nitrogenada y fosfatada del cultivo de maíz se apoya en el análisis de los nutrientes en el suelo previo a la siembra (Correndo y García, 2014). Si bien la importancia de las respuestas a otros nutrientes ha sido observada, principalmente a azufre y a zinc, los resultados son erráticos y dependientes de condiciones locales, por lo que su uso no se ha extendido. El costo del fertilizante es una proporción importante de los costos directos de producción (35-45%), por lo que la eficiencia de utilización y el retorno de esa inversión cobran importancia al decidir el uso de fertilizante (Satorre y Andrade, 2023).

La adopción de tecnologías digitales y sensores remotos en el cultivo de maíz en Argentina ha impulsado la "agricultura por ambiente", que permite analizar la variabilidad de los campos. Esto mejora la planificación y manejo del cultivo, aumentando la productividad, eficiencia en el uso de recursos y sostenibilidad.

Variedades de polinización abierta

Actualmente, la mayoría de los cultivares de maíz son híbridos. Esto es el resultado de una continua investigación y mejoramiento de líneas endocriadas destinadas a la obtención de híbridos con alta heterosis para rendimiento en grano y homogeneidad en la expresión de las características agronómicas. Sin embargo, se ha postulado que ciertas variedades de polinización libre (VPL) pueden alcanzar un comportamiento comparable a los cultivares híbridos, cuando estas poblaciones son adecuadamente probadas, identificadas y mejoradas empleando métodos adecuados y criterios de selección eficientes (Biasutti *et al.*, 2021). En muchos casos las VPL han sido consideradas como de mayor estabilidad en los rendimientos y con adaptación más amplia comparada con los cultivares híbridos tradicionales, sobre todo en ambientes marginales. Son genéticamente más diversas, lo que puede aumentar la resiliencia del cultivo frente a plagas y enfermedades. Este tipo de variedades permite que el

productor pueda cosechar su propia semilla para el próximo ciclo de siembra, reduciendo notablemente sus costos de producción (Biasutti et al., 2021).

Los productores en zonas marginales, aquellos que practican agricultura orgánica y agroecológica sin transgénicos, son potenciales usuarios de este tipo de variedades. Además de poder ser utilizado por cualquier productor convencional para agricultura o ganadería (Biasutti et al., 2021).

Balance de la campaña 2023/24

Tras los daños causados por la sequía en 2022/23, se proyectaba que la campaña de maíz 2023/24 tuviera una deseada recuperación de la producción, las estimaciones mostraban una producción récord de 59 M t en todo el país. Argentina volvería a marcar un récord productivo, la superficie sembrada se estimaba en torno a 8,6 M ha. Esta producción sería un hito ya que superaría por 7,5 M t a las marcas más altas registradas, las de las campañas 2018/19 y 2019/20 (ambas con 51,5 M t). En la Figura 6, se grafican los datos nacionales del maíz de las estimaciones realizadas por GEA/BCR desde el ciclo 2008/09 (BCR, 2024a).



Figura 6. Estimaciones de producción nacional de maíz, periodo 2008-2024.

Luego de la sequía de la campaña pasada, desde noviembre del 2023 las lluvias comenzaron a crecer en intensidad en gran parte del país de la mano del fenómeno meteorológico “El Niño”, el que suele traer aparejado un aumento de la precipitación en Argentina debido a la alteración de los vientos y las corrientes atmosféricas. En diciembre y la primera mitad de enero, las condiciones atmosféricas permitieron la llegada de agua al oeste de la región pampeana, que venía necesitada de lluvias, y de este modo, la consolidación de una mejora notable en los perfiles de humedad de los suelos, sobre todo en la Región Núcleo. Hasta mediados de enero, la situación permitía tener expectativas de una

producción récord de maíz en términos históricos. Luego las adversidades se manifestaron y gran parte del país atravesó un pulso seco desde mediados de enero hasta la primera semana de febrero, lo que ocasionó daños principalmente en los lotes de maíz tardío cuyas fechas críticas (floración) cayeron en ese período, lo que habría resultado en pérdida de rindes. Afortunadamente, la situación se revirtió parcialmente con las precipitaciones producidas a partir del mes de febrero (BCR, 2024b).

Lejos de lo esperado, el área implantada con maíz 2023/24 se habría aproximado a 10 M ha. Hubo grandes ajustes negativos en superficie no cosechada en las zonas más afectadas por el achaparramiento del maíz y también a nivel de rendimientos. El total de la producción nacional llegó a 49 M t a partir de un rinde promedio nacional de 65,4 qq/ha.

Hasta hace poco, la enfermedad que causa el achaparramiento del maíz (*Spiroplasma*) era endémica del norte del país, pero el nivel de población de su vector, la chicharrita (*Dalbulus maidis*) creció en forma alarmante, expandiéndose territorialmente, en esta última campaña. Llegó a afectar significativamente al maíz en el centro del país e incluso a tener presencia en el sur de la región pampeana. En el norte del país los rindes cayeron entre un 50 y 70% y las pérdidas en áreas (no se cosecharon), van del 25 al 60% del total de la superficie cultivada. Chaco y Santiago del Estero son las dos provincias más afectadas. En el centro y norte de Córdoba y Santa Fe, las pérdidas de área van del 20 al 35%. El centro y sur de Buenos Aires y la provincia de La Pampa no han registrado el impacto del achaparramiento que conlleva la chicharrita en los rindes de la campaña 2023/24. La chicharrita afecta principalmente a las siembras tardías y los peores efectos se vieron en los lotes sembrados después del 10 de diciembre. En la campaña 2023/24 se sembró el 65% del maíz en forma tardía, esto es, después del 15 de noviembre.

A continuación, en la Tabla 1 se resume la campaña. Concluyendo que, con este nivel de siembra, Argentina debería haber superado los 67 M t, pero llegó al final de la campaña con una producción de 49 M t. La chicharrita ha sido responsable de la no materialización de 18 M t de maíz, correspondientes a 2,17 M ha (BCR, 2024c).

Tabla 1. Campaña de maíz 2023/2024.

Campaña de Maíz 2023/24				
GEA - Guía Estratégica para el Agro, BCR				
	Superficie Sembrada	Sup. No Cosechada	Rinde	Producción Nacional
Nacional	9,67 M ha	2,17 M ha	65,4 qq/ha	49,0 Mt
	Sup. Sembrada	Rinde estimado 8-06-2024	Rinde estimado 14-08-2024	Producción
Buenos Aires	2,69 M ha	73,8 qq/ha	73,9 qq/ha	16,08 Mt
Córdoba	2,91 M ha	69,4 qq/ha	70,6 qq/ha	17,06 Mt
Santa Fe	0,98 M ha	79,0 qq/ha	74,7 qq/ha	5,90 Mt
Entre Ríos	0,48 M ha	73,5 qq/ha	68,3 qq/ha	3,07 Mt
La Pampa	0,60 M ha	63,1 qq/ha	63,6 qq/ha	2,93 Mt
Otras prov.	2,00 M ha	38,8 qq/ha	33,0 qq/ha	3,99 Mt

Aclaración: la sumatoria de cada variable provincial puede no coincidir con el total por efecto del redondeo de cifras.

Zona de producción VBRC

El Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC) se ubica entre los partidos de Villarino y Patagones (Figura 8). Allí se encuentran a lo largo de la ruta nacional N°3 las localidades Mayor Buratovich, Hilario Ascasubi y Pedro Luro, en Villarino, y Juan A. Pradere y Villalonga en Patagones (Navos Lopez, 2020). Abarca una superficie de 535.000 ha, de las cuales 137.145 ha tienen concesión de riego. Por lo tanto, la región cuenta con campos agrícola-ganaderos en secano y bajo riego gravitacional.

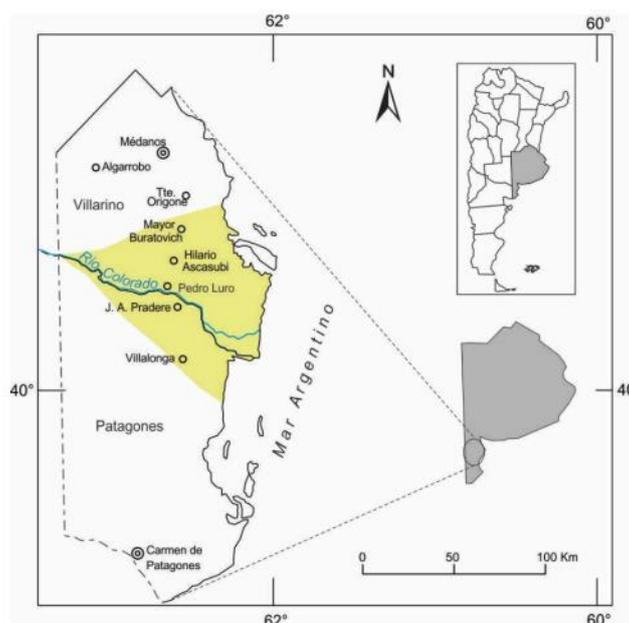


Figura 8. Localización del VBRC.

La administración del servicio de riego de la región del VBRC es llevada a cabo por la Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO), que funciona

como entidad autárquica, con capacidad de derecho público y privado. CORFO tiene jurisdicción sobre 516.641 ha, de las cuales 137.145 ha están empadronadas con concesión de riego, 49.857 ha en el partido de Patagones y 87.288 ha en el partido de Villarino. La cantidad de productores regantes en el área de CORFO es de 1238. La red de drenaje del valle descarga directamente al mar por medio de seis colectores principales con una longitud de 397 km, constituyendo así los colectores de cuencas, sus ramales y los drenes parcelarios, una red cuya longitud se encuentra cercana a los 3.341 km (Cordisco *et al.*, 2019).

Las aguas del Río Colorado son derivadas al área de riego por un sistema de tres tomas ubicadas en ambos márgenes del río, que abastecen a cinco canales de riego principales (CORFO, 2024a). El Valle Bonaerense del Río Colorado comprende tres intendencias de riego, denominadas de Norte a Sur: Mayor Buratovich, Pedro Luro y Villalonga. Cada intendencia está conformada en infraestructura por canales primarios de larga extensión y numerosos canales secundarios para distribución a los usuarios. Cada intendencia es responsable del manejo de la red principal de riego, y la red secundaria de riego es manejada por los Consorcios de Riego, que son organizaciones de regantes creadas para colaborar con la Intendencia de Riego y que reciben algunas facultades para el manejo de la red secundaria. No obstante, es indelegable la facultad de CORFO de disponer y hacer cumplir lo que estime conveniente para el buen uso del agua pública (GIRSAR, 2022).

Por su parte la intendencia de Villalonga, abarca el área regada por el canal Villalonga (Figura 9) con una concesión de riego de 33.844 ha, una superficie total de explotaciones con riego de 124.478 ha y un total de 225 regantes. La longitud total del Canal Villalonga es de 79,6 km (incluido el canal principal de 3,4 km compartido con la Intendencia de Pedro Luro). De este canal derivan 57 canales secundarios (CORFO, 2024b).

Todos los canales son construidos en tierra del lugar, con los consiguientes problemas de filtración. Esto implica importantes trabajos de mantenimiento que se realizan todos los años en el periodo de invierno, en el cual se corta el agua durante unos dos meses para tal fin. La dotación de agua correspondiente a cada hectárea con derecho a riego (concesión) es de 0,4 L/s.ha (según ley). Actualmente este valor es variable a lo largo de la temporada de riego debido a la crisis hídrica que afecta la zona lo cual hace que se deban concentrar las mayores erogaciones en el período con mayores requerimientos de los cultivos (fines de primavera y verano) (CORFO, 2013).



Figura 9. Canal Villalonga.

Las características climáticas, edáficas y de riego, permiten a la región el desarrollo de una amplia gama de cultivos. La economía del VBRC se basa en la producción agropecuaria de cereales, oleaginosas, y ganadería vacuna, con una fuerte especialización en el subsector hortícola, particularmente en el cultivo de cebolla, un cierto desarrollo de la apicultura y más recientemente, ha adquirido relevancia la producción de semillas de girasol, maíz y alfalfa resultado de un importante proceso de agricultura de contrato entre productores medianos-grandes y firmas semilleras internacionales (Gorenstein, 2006).

La mayor demanda hídrica por parte de los principales cultivos se produce en los meses de diciembre y enero. El sistema de riego permite así evitar el déficit hídrico de primavera y verano, para que los cultivos y forrajes puedan alcanzar el máximo potencial de producción (Cordisco *et al.*, 2019). El valle presenta suelos muy variados con predominio de los suelos arenosos, requiriendo un buen sistema de drenaje para evitar los problemas de salinidad.

El Valle Bonaerense del Río Colorado presenta un clima semiárido templado con una deficiencia de agua de 300 a 500 mm anuales que hace necesario el riego de los cultivos en forma permanente (Cordisco *et al.*, 2019). La precipitación media anual es de 400 mm, las lluvias no son uniformes durante el año, se concentran principalmente en los periodos abril/junio y septiembre/diciembre. La temperatura media anual es de 15°C y tiene 240 días libres de heladas al año (CORFO, 2012). Los vientos predominantes son del O, NO y N, durante los veranos, estos generan polvo en suspensión, escasa humedad y aumentan su poder erosivo (Ferrelli *et al.*, 2012).

Empresa Guasch

Es una empresa con más de 50 años de experiencia en el desarrollo, producción y distribución de semillas en el mercado argentino y comercio exterior.

Mediante el trabajo realizado a diario en las actividades de agricultura, ganadería, horticultura y césped logró mejorar la experiencia de los usuarios con productos diferenciados. A través de numerosos años de permanencia ininterrumpida en el mercado,

ha logrado ser reconocida como una de las marcas con mayor prestigio entre las empresas de Argentina en el sector agropecuario.

Como razón social se denomina Semillera Guasch SRL. (Sociedad de Responsabilidad Limitada), es una empresa privada familiar de capital argentino en su totalidad (Grecco, 2023).

Desde la central operativa ubicada en el sur de la provincia de Buenos Aires, atiende las actividades realizadas a diario con el firme propósito de crear productos con valor agregado para sus clientes. Para identificar la mejor solución para cada necesidad, la empresa organiza sus productos en tres unidades de negocio:

1. Semillas:

Representan la actividad principal, como Criadero y Semillero. Por lo tanto, la empresa se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de Semillas (RNCyFS), reguladas por la ley nacional N°20.247.

Cuenta con profesionales que supervisan personalmente los cultivos destinados a la producción de semillas en distintas regiones de Argentina. Luego de su cosecha, mediante su procesamiento las semillas son acondicionadas, envasadas y distribuidas para sus distintos usos. Dentro de esta unidad podemos ubicar las marcas propias: Guasch Semillas, Letho, Home Garden y Chasicó; y la representación de Rocalba y Emerald.

2. Agrotecnologías:

Con la marca Zaden, lanzada en 2008, ofrece inoculantes y biofertilizantes registrados en SENASA, incluyendo la línea VMT (VigorMax Technology) para mejorar el rendimiento de semillas.

3. Alimentos para pájaros:

Bajo la marca Napostá, brinda mezclas naturales y fortificadas, desarrolladas junto a clientes para diferentes especies de aves.

A continuación, en la Figura 10, se observan las marcas que comercializa la empresa, incluyendo las propias y representaciones exclusivas.



Figura 10. Marcas comerciales de la empresa, incluye propias y representaciones.

Las líneas de productos se comercializan en las cinco regiones de Argentina: NEA, NOA, Cuyo, Centro, Pampeana y Patagonia. En lo que respecta al comercio exterior, actualmente las exportaciones se dirigen en mayor grado a Brasil, Uruguay, Perú, Paraguay y Bolivia.

Por otro lado, para completar su portafolio de productos, explora los mercados internacionales para importar las especies y variedades que no es posible producir o no se encuentran disponibles en Argentina. Los orígenes más habituales de las semillas son Alemania, Italia, Francia, España, Dinamarca, Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda (Guasch, 2024a).

Objetivos

Generales

Aplicar e integrar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Sur, a través de la participación en las actividades llevadas a cabo en la producción de semillas de maíz OP, por la empresa Guasch.

Específicos

- Comprender la dinámica de producción del VBRC.
- Participar en la producción de semilla de polinización abierta de maíz
- Recopilar información del historial del lote, como así también de las características de implantación del cultivo
- Reconocer a campo las etapas fenológicas del cultivo
- Identificación de malezas, plagas y enfermedades a las que puede estar expuesto el cultivo
- Control de cosecha

- Participar en actividades de procesamiento y acondicionamiento de semillas en planta de Bahía Blanca
- Evaluar parámetros de calidad de la semilla

De formación

- Obtener experiencia laboral y capacitación específica en la producción de semilla de polinización abierta de maíz
- Desarrollar los conceptos teóricos adquiridos en la universidad en una situación de producción real
- Interactuar y fomentar las relaciones interpersonales con los distintos actores involucrados en la producción
- Adquirir habilidades y desarrollar criterios para la toma de decisiones en el ejercicio profesional

Experiencia adquirida

Área de trabajo

Desarrollé el entrenamiento profesional en el establecimiento “Don Emanuel” ubicado aproximadamente a unos 170 km de la ciudad de Bahía Blanca, en la localidad de Villalonga, partido de Patagones. El establecimiento se ubica sobre el camino interno que acompaña al canal Villalonga, para acceder al mismo se deben recorrer 5,15 km desde el ingreso por la Ruta Nacional N°3 a la altura del kilómetro 847 (Figura 11).

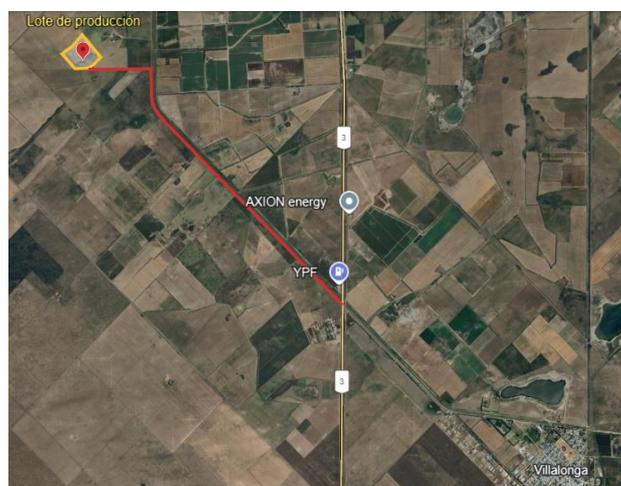


Figura 11. Ubicación del establecimiento “Don Emanuel”.

El establecimiento agropecuario realiza una producción mixta, compuesta por un 70% de actividad agrícola y un 30% ganadera. La ganadería se desarrolla en campo natural, y los animales ocasionalmente reciben cortes de alfalfa o rastrojos de cultivos. Además, se

destinan lotes para la siembra de cebada, cebolla y la producción de semillas de alfalfa, girasol, sorgo y maíz.

Para llevar a cabo la producción de maíz se nos asignó un lote de 20 ha, en el que anteriormente se encontraba con rastrojo de cebolla. La ubicación concreta del lote de producción de maíz semilla es $39^{\circ}51'09''\text{S}$ $62^{\circ}42'53''\text{W}$ (Figura 12).

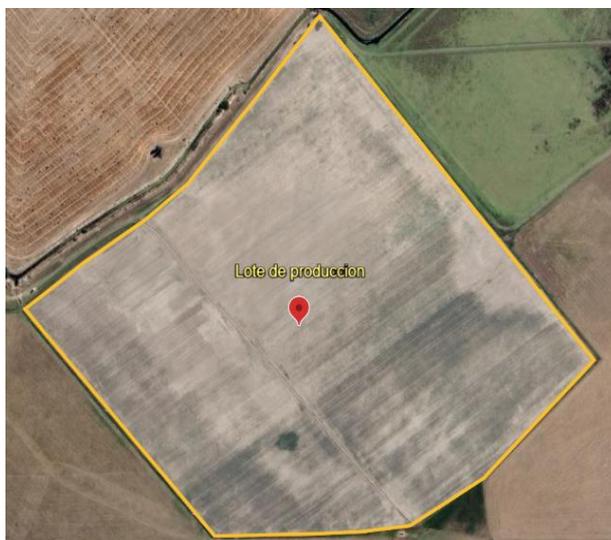


Figura 12. Ubicación del lote.

Modalidad de trabajo

El trabajo de intensificación consistió en una práctica profesional supervisada en el marco del ciclo profesional para la obtención del título de Ingeniera Agrónoma en la Universidad Nacional del Sur. Dicha práctica, consistió en un entrenamiento profesional llevado a cabo durante la campaña 2023/24 en el establecimiento "Don Emanuel", ubicado en la localidad bonaerense de Villalonga. Durante el desarrollo de mi experiencia entre los meses de septiembre de 2023 y agosto de 2024 participé de las actividades inherentes a la producción de semilla de maíz OP para la empresa Guasch. La dirección técnica y supervisión de las tareas realizadas estuvo a cargo del Ing. Agr. Santiago Arditti, profesional ligado a la empresa.

Actividades realizadas

Preparación del lote

Selección del lote

En la campaña pasada, en el establecimiento ya mencionado se realizó un ensayo de unas pocas hectáreas para la producción de semilla de maíz de polinización abierta Amancay INTA, con el fin de probar la variedad para su lanzamiento y comercialización.

En la campaña 2023/24 la empresa fue más allá y decidió aumentar la superficie para la producción de la variedad, seleccionando un lote de 20 hectáreas.

Muestreo y análisis de suelos

El suelo es la principal fuente de nutrientes para las plantas y su oferta se estima usualmente a través del análisis de las formas “disponibles” o “extractables” de los nutrientes. Tradicionalmente, el análisis de suelos ha sido el enfoque más utilizado para determinar necesidades de fertilización de los cultivos. La cantidad de nutriente que se extrae químicamente en un análisis representa la fracción más disponible del nutriente en el suelo y mantiene una relación con el nutriente absorbido y el rendimiento del cultivo. Por lo tanto, el análisis del suelo representa un “índice de disponibilidad” de nutrientes para el cultivo. Más recientemente, se ha valorado en forma creciente la evaluación del estatus nutricional del cultivo, sea como un complemento y/o una alternativa al análisis de suelos, a través del análisis de plantas o de metodologías indirectas como los sensores locales o remotos (Andrade *et al.*, 2023).

Dentro del proceso que concluye con el análisis de una muestra de suelo por parte de un laboratorio, la etapa del muestreo puede llegar a ser una fuente de error importante en relación con los resultados obtenidos. Por lo tanto, una correcta técnica de muestreo y un posterior análisis permite ajustar la fertilización a las condiciones específicas del lote, optimizando el uso del insumo y minimizando los riesgos de pérdida de nutrientes fuera del sistema.

La confiabilidad de los resultados obtenidos, sin perjuicio de la idoneidad del laboratorio de suelos, depende en gran medida de que la muestra sea representativa del sitio a caracterizar. Para ello debemos considerar la correcta delimitación de áreas homogéneas de muestreo, contar con los elementos y materiales específicos para la toma de muestras, asegurar la adecuada toma de muestra/submuestras y por último proveer una buena conservación de la muestra hasta su envío (BPA, 2020).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se delimitó el área (lote) y se procedió a realizar un muestreo al azar con barreno (Figura 13). Se conformó una muestra compuesta integrada por 10 submuestras tomadas de 0 a 20 cm. La muestra fue enviada a la Cámara arbitral de Cereales de Bahía Blanca para su análisis. Luego de disponer de los resultados (Figura 14), los mismos fueron evaluados.



Figura 13. Delimitación del área de muestreo (lote).

La Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca certifica los siguientes resultados.

ANALISIS DE SUELO	
FOSFORO	31,9 ppm
MAT. ORGANICA	2,578 %
NITRATOS.....	31,27 ppm N-NO ₃ -

Figura 14. Resultados del análisis de suelos.

En esta oportunidad el pH no fue medido, pero se supo de análisis anteriores que estaba próximo a 8; el pH es un parámetro que no varía a largo plazo. El P extraíble por Bray y Kurtz es el método que cuenta con más calibraciones, en distintas zonas de la región pampeana. Este método es apto para suelos ácidos y neutros. En suelos con carbonato de calcio (CaCO₃) libre el método puede subestimar la disponibilidad de P. El método de Olsen tiene una aplicación más amplia pero la información de calibraciones locales es más escasa. Los valores de estos dos análisis están altamente correlacionados, particularmente para grupos de suelos similares no calcáreos. Debemos tener en cuenta que los fosfatos son poco solubles fuera del rango del pH de 6,5 a 7, afectando su disponibilidad.

Cabe destacar que, para poder realizar una recomendación correcta de dosis de nitrógeno (N) a partir del método del balance debemos saber la disponibilidad de N en el suelo con la mayor exactitud posible. En nuestro caso, la profundidad de muestreo no fue la adecuada, ya que solo se tomaron 20 cm de profundidad por una cuestión de disponibilidad de tiempo. Dada la movilidad de N en el suelo, se debieron extraer muestras hasta los 60 cm, fraccionando esta profundidad en espesores fijos (0-20, 20-40 y 40-60 cm ó 0-30 y 30-60 cm). Sumado a esto, en el análisis de suelos realizado solo se determinó el valor de N-NO₃;

quedando pendiente la determinación del contenido de $N-NH_4^+$. Es esencial evaluar ambas formas inorgánicas de N, ya que las plantas lo absorben de esta manera (Cátedra de fertilización en cultivos de granos y forrajes).

Tareas presembrado

Previo a la siembra del cultivo se realizaron labores mecánicas con el objetivo de preparar la cama de siembra, mediante una pasada de cincel y una de rastra. Para el control de malezas se realizó la aplicación de 2 L/ha de glifosato, 1 kg/ha de atrazina y 1 L/ha de s-metolacoloro.

El glifosato es un herbicida sistémico, utilizado para un control total (no selectivo) en postemergencia de las malezas. La atrazina se aplica al suelo como preemergente o postemergente temprano, controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas. Se fija reversiblemente en los coloides del suelo, lo que constituye un riesgo dado que presentan persistencia entre 4 y 12 meses. Se hidroliza a pH bajos y se degrada microbiológicamente. El S-metolacoloro también es preemergente de aplicación al suelo, graminicida de especies anuales por excelencia y muy limitado efecto sobre gramíneas perennes. Y presenta alta compatibilidad con otros grupos químicos de aplicación preemergente (ureas, triazinas, fluorocloridona, etc) (Cátedra de fundamentos de protección vegetal y manejo de malezas).

Siembra

Descripción de la variedad

La variedad de polinización abierta no transgénica de maíz Amancay INTA, recientemente inscrita en INASE, tiene un comportamiento agronómico superador a todo lo preexistente en el mercado de maíz de polinización abierta de Argentina. Se caracteriza por su prolificidad ya que cuando encuentra condiciones favorables, especialmente en siembras tempranas, produce hasta dos espigas por planta con 14-16 hileras de granos, brindando así rendimientos superiores. El grano es de tipo colorado duro (Flint), según la tipificación del SENASA. En las condiciones de Pergamino Provincia de Buenos Aires, produce granos de alto peso hectolítrico, mayor a 80, con más de 11 % de proteína y con más de 320 gr. de peso cada mil granos. Además, forma una planta de buena altura, alcanzando los 2 metros. Presenta buen comportamiento a las enfermedades prevalentes en la región templada (posee tolerancia al Mal de Río IV) y buen comportamiento a vuelco y quebrado de tallo en comparación a los de otras variedades de polinización abierta.

Desde emergencia a floración presenta una acumulación térmica de 944°Cd, de floración a la madurez fisiológica suma 864 °Cd, llegando a cosecha con un total de 1808 °Cd (Guasch, 2024b).

Análisis de calidad y poder germinativo

Es estratégico conocer la calidad físico botánica y fisiológica de las semillas con las que se desea trabajar para lograr un mejor rendimiento por hectárea y para evitar problemas de calidad detectándolos antes de la siembra. Conocer el valor del poder germinativo (PG), el porcentaje de pureza física, la cantidad de materia inerte y la presencia de semillas de malezas en las semillas a sembrar permite: determinar la densidad de siembra adecuada, evitar que se propaguen malezas en el lote, evaluar la necesidad del uso de productos químicos, y hacer más eficientes los costos de producción y de manejo. También es recomendable verificar la presencia de patógenos que se transmiten por semillas botánicas, para decidir tempranamente el tratamiento más adecuado (INASE, 2024).

Una forma de garantizar la calidad de la semilla que se va a utilizar es analizarla en laboratorios habilitados en nuestro país por el INASE (Instituto Nacional de Semillas). En esta oportunidad se envió una muestra a la Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca para la determinación única de poder germinativo (%PG). El poder germinativo es el porcentaje de semillas que germina y desarrolla una plántula normal cuando se coloca en condiciones ambientales óptimas para su crecimiento. En cada especie se ha determinado el tiempo y las condiciones ambientales óptimas para llevar a cabo los análisis. En algunas especies se utiliza como sustrato papel, mientras que en otras se hace sobre arena (Borrajó, 2006).

Para nuestro caso el método usado fue arena (20-30), determinando un 97% de plántulas normales y 3% de semillas muertas.

Tareas de siembra

Una siembra eficiente es la principal responsable del éxito o fracaso del cultivo. Un factor crítico al momento de la siembra es la distribución espacial de la semilla, la cual debemos valorar en sus tres dimensiones: distancia entre hileras, distancia entre semillas en la hilera y profundidad de siembra.

La uniformidad entre plantas (ancho de hilera x distancia entre plantas) nos asegura que no exista competencia por agua, luz y nutrientes, logrando un crecimiento uniforme del cultivo, rápida cobertura de suelo evitando crecimiento de malezas y un mejor aprovechamiento de todos los tratamientos fitosanitarios y de fertilización. La profundidad de siembra uniforme nos da una emergencia homogénea, evitando el retraso en crecimiento que inevitablemente ocurre en las plantas de nacimiento tardío. La regulación de la distancia entre semillas (plantas por metro lineal), es crítica a la hora de tener un planteo uniforme. Todo el conjunto de tren cinemático es responsable de obtener un planteo uniforme, desde el patinamiento de la rueda de tracción, el correcto ajuste de las cadenas de transmisión, hasta la elección del disco de siembra. Está claro que el mayor responsable es el dosificador de semillas, por ello, la elección correcta de la placa de siembra es fundamental. Se debe evitar el uso de placas

que por el tamaño de sus orificios puedan generar doblete o faltante de semillas (Barton, 2012).

La densidad de siembra (semillas/m²) se puede calcular directamente a partir de la densidad de plantas (plantas/m²) objetivo. La densidad de siembra siempre es mayor que el número previsto de plantas deseadas. En condiciones normales, se puede asumir una emergencia en el campo del 95% (KWS, 2024). Para calcular la densidad de siembra se puede utilizar la siguiente fórmula: $\text{Semillas/m}^2 = (\text{plantas.m}^{-2}/\text{emergencia en el campo}) \times 100$. El objetivo propuesto fue lograr 72000 plantas/ha, utilizando la fórmula anterior obtuvimos una densidad de siembra de 7,6 semillas/m².

El 19 de noviembre de 2023 se llevó a cabo la siembra, se utilizó una sembradora mecánica ERCA de 10 surcos a 70 cm y una distancia entre plantas de aproximadamente 20 cm (Figura 16). La sembradora contaba con cajón dosificador de placa alveolada para cada surco y cajón dosificador de fertilizante.



Figura 16. Siembra de la variedad.

Las semillas sembradas fueron tratadas con Vibrance Integral un fungicida-insecticida terapico (Figura 17), especialmente diseñado para la protección de la semilla durante su implantación. Combina en su formulación la acción de cuatro principios activos, sin afectar el poder germinativo de las semillas tratadas. Los principios activos poseen modos de acción complementarios, posibilitando una mejor emergencia y sanidad integral de las plántulas, favoreciendo el adecuado desarrollo inicial del cultivo (Syngenta, s.f. a).



Figura 17. Curasemillas Vibrance Integral y semillas curadas.

La dosis de nitrógeno a aplicar se determinó utilizando el método del balance. La disponibilidad inicial de nitrógeno en el suelo era de 81 kg, y para alcanzar un rendimiento esperado de 8000 kg/ha, y sabiendo que el maíz requiere 22 kg de N por tonelada de grano producida, nos llevó a concluir que se requieren 176 kg de N. Al aplicar el balance: 176 kg requeridos menos 81 kg aportados por el suelo, y considerando una eficiencia de absorción de 0,7, se concluye que debemos dosificar 136 kg de N/ha.

A la siembra se aplicaron 120 kg/ha de mezcla física, compuesta por 50% de urea (46-0-0, grado) y 50% de fosfato diamónico (18-20-0, grado) (Figura 18). La localización del fertilizante fue al costado y ligeramente debajo de la línea de siembra. Estos valores se determinaron de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelos.



Figura 18. Ilustración de fertilización a la siembra.

Determinar la correcta ubicación del fertilizante es tan importante como realizar un correcto diagnóstico mediante análisis de suelo, para recomendar la dosis de producto a aplicar. En la actualidad existen numerosos métodos de ubicación del fertilizante. Esta variable interviene en la maximización de la eficiencia del uso del fertilizante, y su incorrecto manejo involucra

efectos negativos desde una reducción en la tasa de germinación y emergencia de las semillas hasta la pérdida de plántulas (Ciampitti *et al.*, 2010). La aplicación de fertilizantes en la línea de siembra junto con la semilla es una práctica riesgosa que puede afectar la implantación de los cultivos. El efecto del fertilizante sobre el número de plantas logradas y posteriormente sobre el rendimiento, va a ser variable en función de muchos aspectos, entre otros podemos mencionar: producto y dosis aplicado; ubicación del fertilizante y semilla, tipo de cultivo sembrado, disponibilidad hídrica, etc. Los cultivos también presentan sensibilidades diferentes con respecto a los productos aplicados, dentro de los más tolerantes encontramos a los cultivos de invierno y en la vereda opuesta, a los de verano. Estos últimos, además de ser más sensibles, por sembrarse grano por grano, los efectos de pérdida de plantas se hacen notar más en el rendimiento final, principalmente, en aquellos cultivos que tienen menor capacidad para compensar, como el maíz (Ventimiglia y Carta, 2005).

El 24 de noviembre de 2023, cinco días después de la siembra, se visitó el lote y se pudo evidenciar la germinación de las semillas de forma homogénea en toda la superficie (Figura 19). Y al cabo de una semana (29/11/23) ya se pudieron observar las hileras (VE-V1). En este momento se verificó que la cantidad de plantas logradas sean las adecuadas a nuestra densidad de plantas objetivo. Para ello se realizó un recuento de plantas en un metro lineal de suelo, obteniéndose un total de 5. Sabiendo la distancia entre hileras, se pasó este valor de plantas en un metro lineal a su equivalente en m^2 , arrojando un total de 7,15 plantas/ m^2 . Se consideró este valor aceptable, ya que nuestro objetivo era 72000 plantas/ha.



Figura 19. Germinación de semillas de maíz.

Crecimiento y desarrollo

El 16 de diciembre de 2023 el lote sufrió el paso de una tormenta con caída de granizo, la cual ocasionó daños significativos al cultivo. Ante esta situación, el 26 de diciembre, cuando

el cultivo se encontraba mayormente entre los estadios V4-V6 se resolvió la aplicación de 250 cc/ha de Stimulate, un fitorregulador formulado con citoquininas, giberelinas y auxinas, hormonas que aseguran un adecuado equilibrio hormonal, con el fin de estimular un crecimiento y desarrollo más vigoroso de la planta (Stoller, s.f).

En la misma oportunidad junto a Stimulate, se aplicó 450 cc/ha de Weedar Full, herbicida selectivo, de acción sistémica, cuyo principio activo es 2,4 D sal amina destinado al control de malezas de hoja ancha (Sumitomo chemical, s.f). Además, a la mezcla se le agregó All-OK, un adyuvante compatibilizador (Alltec bio, s.f). La aplicación del herbicida se decidió debido a la presencia de malezas como *Convolvulus arvensis* "correhuela", *Solanum elaeagnifolium* "revienta caballos", *Diploaxis tenuifolia* "flor amarilla" y *Foeniculum vulgare* "Hinojo silvestre".



Figura 20. Productos aplicados: Stimulate, Weedar Full y All-Ok.

El 11 de enero de 2024, cuando el cultivo se encontraba entre V5-V7 se aplicó la fracción de N faltante mediante aporcador con una dosis de 150 kg/ha de urea. El uso de aporcador trae aparejado ventajas tales como el acercamiento de tierra a la base de los tallos, el control de malezas y limpieza del entresurco para facilitar el riego, y por último la incorporación del fertilizante disminuyendo las pérdidas por volatilización.

La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo y crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada (García, 2005).

El 2 de febrero de 2024 se realizó la aplicación de 50 g/ha de Transform, un insecticida específico para el control de pulgones, su principio activo sulfoxaflor posee un elevado poder de volteo y residualidad (CORTEVA, s.f). Esta aplicación se decidió por la presencia del pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*), siendo el mayormente encontrado.

El 22 de febrero de 2024 se hizo la aplicación de 70 cc/ha de KARATE ZEON, un insecticida piretroide de amplio espectro, cuyo principio activo es lambdacialotrina el cual presenta actividad ovicida y adulticida sobre larvas de Lepidópteros, actuando por contacto e

ingestión (Syngenta, s.f. b). Además, se agregó 50 cc/ha de BELT, su principio activo flubendiamide actúa por ingestión, provocando que rápidamente la larva afectada deje de alimentarse y se paralice. Este mecanismo permite aplicar con orugas mayores a 1,5 cm, deteniendo rápidamente la defoliación que éstas producen y tiene persistencia hasta 30 días (Agro Bayer, s.f).

La aplicación de los productos mencionados anteriormente se decidió al observar la presencia de larvas de lepidópteros (Figura 21), tales como *Colias lesbia* “isoca de la alfalfa” y *Plusia nu* “isoca medidora”.



Figura 21. Larvas de lepidópteros presentes.

La campaña 2023/24 estuvo marcada por la gran expansión de *Dalbulus maidis* “chicharrita del maíz”, la cual afectó a gran parte de las regiones productoras del país a través de la manifestación de la enfermedad del achaparramiento del maíz. En nuestro lote no se registró la presencia del insecto ni signos de la afección, a pesar de que hay antecedentes de desarrollo de la enfermedad hasta localidades del sur de la provincia de Buenos Aires (Hilario Ascasubi), donde *D. maidis* aún no ha sido encontrada (Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, 2024).

Agua en el ciclo del cultivo

Entre los cereales, el maíz es reconocido por su eficiencia en el uso del agua, siendo potencialmente el cultivo de grano con mayor rendimiento. Para alcanzar una producción máxima, dependiendo de las condiciones climáticas, requiere entre 400 y 700 mm de agua durante su ciclo (Doorenbos y Pruitt, 1977).

El manejo del riego juega un rol clave en la generación de rendimiento, el mayor efecto negativo se produce cuando la falta de agua ocurre durante la floración, especialmente

durante la formación de la inflorescencia, el estigma y la polinización, lo que resulta en una reducción del número de granos por espiga (Puiatti *et al.*, 2006).

En la Figura 23 se detallan las precipitaciones históricas promedio, precipitaciones durante la campaña 23/24 y estas últimas más las láminas de riego aplicadas, comprendido en el periodo de un año que abarca desde agosto de 2023 donde se comenzó el barbecho hasta julio de 2024, mes de cosecha.

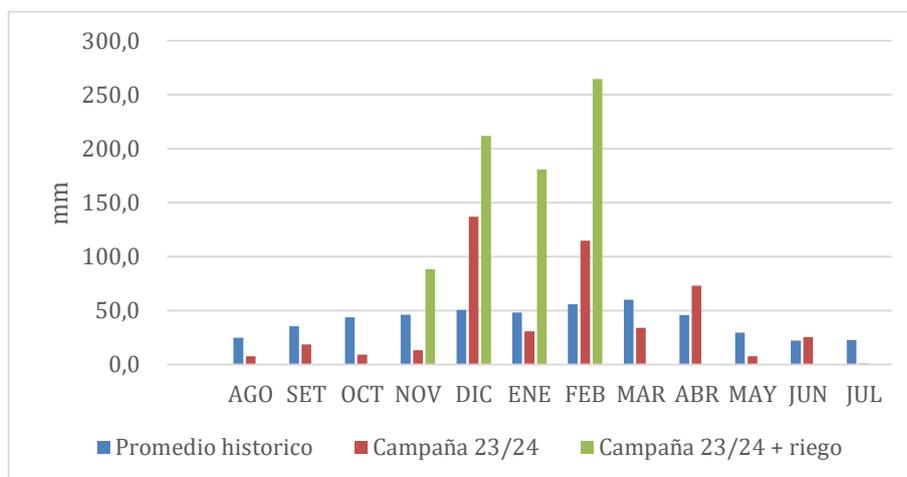


Figura 23. Precipitaciones en el ciclo del cultivo (mm).

Según datos brindados por el INTA E.E.A. Hilario Ascasubi, el promedio anual de precipitaciones es de 485 mm. Las precipitaciones registradas durante el periodo comprendido entre noviembre y julio, coincidente con el ciclo del cultivo fueron de 436 mm, estando por encima del promedio histórico de 380 mm para el mismo periodo analizado. Se puede observar que durante el periodo de barbecho a cosecha el lote sumo un total de 922 mm entre las precipitaciones y el riego.

En los meses de barbecho las precipitaciones fueron menores al promedio histórico, en el día 2 de noviembre se realizó un riego presiembra, con el fin de dejar la totalidad del suelo en condiciones de humedad óptima para el momento de la siembra. Luego el día 14 de diciembre se determinó realizar un segundo riego con el fin de llegar al periodo de mayor demanda ambiental con el perfil cargado de humedad, también se puede observar que en este mes las precipitaciones estuvieron por encima del promedio. Los días 5 y 20 de enero se realizaron dos riegos, coincidentes con el periodo de prefloración, con la finalidad de cuidar la biomasa del cultivo para llegar a floración en óptimas condiciones. Los días 8 y 27 de febrero se realizaron dos riegos, para atravesar el periodo crítico de floración sin sufrir estrés hídrico. Desde este momento en adelante no se realizaron más riegos. En los meses restantes solo resto esperar a que el cultivo llegue a humedad de cosecha, las precipitaciones en estos meses fueron por debajo del histórico a excepción del mes de abril que se encontró por encima.

La modalidad de riego utilizada fue por surcos a partir de sifones. Estas son tuberías en forma de “U” que entregan el agua del canal al surco. El caudal (Q) depende del diámetro del sifón y la diferencia de altura entre el canal y la salida del sifón. La lamina aplicada en cada riego fue de aproximadamente 150 mm y se utilizó una eficiencia de riego del 50% por tratarse de riego gravitacional.

Análisis de imágenes NDVI

La utilización de datos espectrales para evaluar parámetros de vegetación se basa en la reflectancia diferencial de los tejidos fotosintéticos dentro de la porción rojo e infrarrojo del espectro electromagnético. Debido a la absorción de la clorofila, las hojas verdes reflejan muy poca luz correspondiente al rojo, mientras que muestran una alta reflectancia en la zona del infrarrojo cercano.

El NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) es un índice que deriva del cociente entre la reflectancia del rojo y el infrarrojo cercano: $(I_r - R) / (I_r + R)$ donde I_r es la reflectancia correspondiente al infrarrojo cercano y R la reflectancia correspondiente al rojo del espectro electromagnético. Los valores del índice oscilan entre -1 y 1. Los valores negativos están relacionados con cuerpos de agua y superficies degradadas por acción del fuego, mientras que valores positivos más bajos (cerca de 0) corresponden a vegetación senescente o de baja cobertura. Los valores positivos altos (cerca de +1) representan alto contenido de biomasa fotosintética. Se han encontrado fuertes relaciones entre el NDVI y algunas características funcionales y estructurales de la vegetación como biomasa, índice de área foliar, cobertura y productividad primaria neta, razón por la que es uno de los índices más utilizados como indicador de la productividad. (Girimonte y Garcia Fronti, 2020).

Land Viewer es una plataforma en línea que permite a los usuarios acceder, visualizar y analizar imágenes satelitales. Es una herramienta que facilita el acceso a datos de observación de la tierra provenientes de diversos satélites, como Landsat, Sentinel, MODIS, entre otros. Es desarrollada por EOS Data Analytics, una empresa especializada en análisis de imágenes satelitales y datos geoespaciales (Land Viewer, 2024).

Entre las funciones más utilizadas se encuentra el monitoreo remoto de los cultivos durante todo su ciclo. Ya que está equipada con una amplia gama de herramientas y funciones, destacándose el ya mencionado NDVI.

Durante el ciclo del cultivo se fueron analizando las imágenes satelitales del lote, con el fin de tener una herramienta extra para el análisis del estado de la vegetación en cada etapa de desarrollo del cultivo.

La Figura 24 nos muestra el análisis temporal del NDVI del cultivo, desde el 22 de noviembre de 2023 (2 días postsiembra) hasta el 4 de julio de 2024, día previo a la cosecha. Allí se puede observar como el cultivo hasta el 22 de diciembre mostraba leves avances en

cuanto a valores de NDVI, debido a que el cultivo se encontraba en los primeros estadios vegetativos. Entre los días 22 y 27 de diciembre se observa una caída en los valores que se pueden atribuir al paso de una tormenta con caída de piedras del día 16 de diciembre, la cual afectó el follaje. Desde el 27 en adelante los valores de NDVI comienzan a aumentar debido a que el cultivo se encontraba en estadios de desarrollo más avanzados y por otro lado a la aplicación del promotor de crecimiento. El 1 de marzo de 2024 se observa el pico máximo de NDVI, el cual fue un valor de 0,69. En este punto el cultivo se encontraba en la etapa reproductiva de llenado de grano (R2). A partir de este momento se puede observar una caída gradual en los valores hasta el momento de cosecha.

En la Figura 25 se muestran la evolución de NDVI en tres momentos claves del ciclo del cultivo.

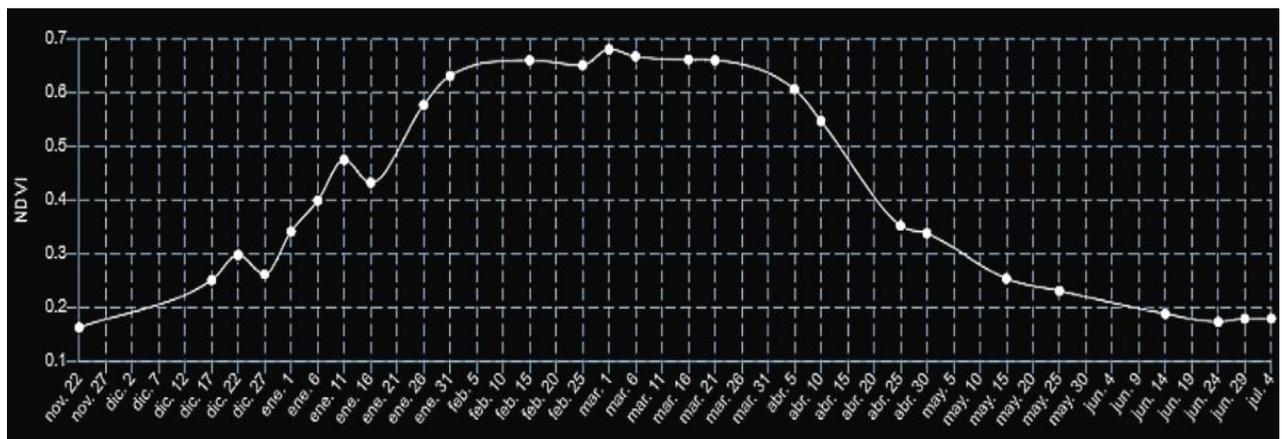


Figura 24. Análisis temporal del NDVI durante el ciclo de cultivo.



Figura 25. Evolución del lote en diferentes fechas A) 22 de noviembre; B) 1 de marzo; C) 4 de julio.

Cosecha

Previo al ingreso de la cosechadora al lote, se realizó la medición de humedad de los granos con Humedímetro Delver HD-1000-DD, arrojando un valor de 17,1% (Figura 22 a). Luego para corroborar este dato también se llevó una muestra a la sucursal Villalonga de la Cooperativa Agrícola y Ganadera de Patagones y Viedma.

La cosecha se llevó a cabo el 5 de julio de 2024, utilizando una cosechadora Case IH Axial Flow 2188 con cabezal maicero 10-70 (Figura 22 b). La velocidad de trilla fue entre 6,5-7 km/h, acorde a las condiciones del cultivo. Al llenarse la tolva de la cosechadora, se procedía a descargar las semillas en una monotolva para finalmente trasladarlas y depositarlas en el chasis del camión (Figura 22 c).

Luego de la llegada de los camiones a la planta de procesamiento ubicada en Bahía Blanca, se registró su peso mediante balanza determinándose un rinde de cultivo de 8600 kg/ha.



Figura 22 a. Medición de humedad con humedímetro Delver HD-1000-DD.



Figura 22 b. Cosecha del cultivo.



Figura 22 c. Monotolva y camiones.

Optimizar los ajustes de la cosechadora durante la cosecha es un aspecto clave para conseguir el máximo rendimiento. Esto es fundamental para reducir las pérdidas de espigas y grano que pueden producirse durante la misma.

La eficiencia de recolección del cabezal es la clave para reducir pérdidas dado que en promedio el 70% de las pérdidas por cosechadora se debe a la recolección y el 30% a la trilla, separación y limpieza. Cuando estos porcentajes son alterados, aumentando las pérdidas por la cola de la cosechadora, la causa generalmente es por mala regulación del cabezal (excesivo corte de plantas y aumento del índice de alimentación no grano) también puede contribuir el mal estado del cultivo (vuelco por causas abióticas y bióticas). A su vez las pérdidas por cabezal se dividen por desgrane y por voleo de espigas. Siendo las primeras las mayores. Este tipo de pérdida es provocado cuando la espiga toma contacto con los rolos espigadores, al haber una inadecuada (excesiva), separación de las placas espigadoras (AAPRESID, 2013).

Postcosecha

Almacenamiento

Las semillas llegaron a la planta con la humedad de cosecha (17,1%), se ingresaron a los silos para bajar y uniformar la humedad mediante aireación, práctica que consiste en el movimiento forzado de aire ambiente a través de la masa de granos (Abadia y Bartosik, 2013). En este caso, los granos que se encontraban 1 o 2 puntos por encima de la humedad de recibo (14,5%) y al cabo de dos meses y medio se logró bajar a 13,5 %.

La conservación del maíz desde la cosecha hasta su uso final debe realizarse con la menor pérdida de calidad posible. La calidad se refiere a los atributos del grano que le dan valor para su uso final. En este caso se destina para semillas, por lo tanto, su poder germinativo es esencial. Durante el almacenamiento, la principal causa de deterioro de la calidad es el desarrollo de microorganismos y micotoxinas. Estos se activan a cierta humedad del grano, y a medida que esta aumenta hay mayor riesgo de deterioro. Se debe mantener la humedad de los granos lo suficientemente baja para evitar el desarrollo de hongos.

La temperatura es otro aspecto clave a considerar, mantenerla por debajo de 17°C limita severamente el desarrollo de insectos y microorganismos, la presencia de impurezas o materias extrañas también es indeseable, ya que también pueden favorecer el desarrollo de estos. En definitiva, para conservar los atributos del maíz durante su almacenamiento los granos deben estar: secos, fríos, limpios y sanos (De la Torre *et al.*, 2024).

Procesamiento y embolsado

Posterior al almacenamiento, se colocó las semillas en fosas lindantes a la máquina Clipper, para comenzar con el proceso de zarandeo y separación por grado de calificación o descarte. Previo al zarandeo, se realizó una primera limpieza del lote mediante viento, eliminando el material más liviano y fino. La máquina Clipper (Figura 26) se compone de 4 zarandas. La primera divide el descarte "grueso", como trozos de espigas, cañas, palos, terrones de tierra, etc. La segunda zaranda define el calibre chato 2 (C2), la tercera zaranda define el calibre chato 3 (C3) y la cuarta zaranda es el material que vuelve a ser ingresado a la máquina para su reclasificación. Todo el material que se encuentra en el fondo de la máquina se descarta por grano partido, tierra, grano muy chico, etc. (Figura 27).

La clasificación C2 y C3 es la comercializada, donde C2 presenta una semilla más grande que C3.

Finalmente, luego del tratamiento con curasemillas NOVA (tiram 10% + carbendazim 10%), se realiza el embolsado de las mismas. Cada bolsa contiene un total de 72.000 semillas listas para su comercialización con su correspondiente rótulo (Figura 28). Toda la información y recomendaciones de siembra para la variedad AMANCAY INTA se detallan en un folleto disponible para su libre descarga en la página web de Guasch.



Figura 26. Máquina Clipper.



Figura 27. Separación de Clipper.



Figura 28. Bolsa comercial y rótulo.

Consideraciones finales

La práctica profesional supervisada, orientada a la producción de semillas de maíz en la empresa Guasch, marca el cierre de una etapa fundamental en mi vida como estudiante. Esta experiencia no solo fue el último paso de mi formación académica, sino también una práctica clave para fortalecer y aplicar a campo los conocimientos adquiridos a lo largo de estos años en la carrera.

En particular, pude interiorizarme en la producción de maíz semilla de una variedad de polinización abierta y libre de transgénicos. Tuve la oportunidad de conocer y participar en las diversas etapas del proceso de producción, desde la selección del lote de siembra hasta su procesamiento.

A lo largo de la práctica profesional, todos los objetivos planteados inicialmente fueron alcanzados e incluso ampliamente superados. Debido a que en cada visita al campo junto al ingeniero me lleve diversos aprendizajes que no solo se limitaron a la presente práctica.

La experiencia me permitió comprender las dificultades a las que están sujetas las actividades agropecuarias y profundizar en evidenciar la importancia del ingeniero agrónomo como agente clave en el desarrollo sostenible del sector agrícola. Además, el hecho de adquirir experiencia en compañía de un profesional habituado a tal actividad, me permitió introducirme en el ámbito laboral y en las tareas propias del agrónomo. A su vez, debo destacar y agradecer la gran predisposición y vocación del Ingeniero Agrónomo Santiago Arditti, quien me hizo partícipe de todas las actividades y respondió a cada una de mis inquietudes con profesionalismo y entusiasmo.

Bibliografía

- AAPRESID (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa). (2003). Maíz: ¿cómo medir las pérdidas? Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/maiz-como-medir-las-perdidas>.
- Abadia, M. y Bartosik, R., (2013). Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/10434?locale-attribute=en>.
- Agro Bayer, (s.f). Disponible en: <https://www.agro.bayer.com.ar/d/insecticida-bcs-belt-es-ar>.
- Andrade, F., Otegui, M.E., Cirilo, A., Uhart, S., (2023). “Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz”. Disponible en: https://www.maizar.org.ar/documentos/cultivo%20de%20maiz_version%20digital.pdf.
- Barton, J., (2012). Siembra de maíz. Disponible en: <https://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=455>.
- Biasutti, C. A., Bongianino, N. y de la Torre, M. V. (2021). “Nuevas variedades de maíz (*Zea mays* L.) para la zona semiárida de la provincia de Córdoba, Argentina”. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/view/32098/34002>.
- BCR (Bolsa de Comercio de Rosario). (2022). “Aporte del maíz a la economía Argentina”. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/aporte-del>.
- BCR (Bolsa de Comercio de Rosario). (2023). “Por primera vez, Brasil encabeza el ranking de mayores exportadores de maíz”. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/ieeeeinvestigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/por-primera-0>.
- BCR (Bolsa de Comercio de Rosario). (2024). “El agro argentino en el mundo: Ranking mundial de exportaciones”. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/el-agro#:~:text=A%20nivel%20general%2C%20el%2085.entre%20las%20%C3%BAltimas%20cinco%20campa%C3%B1as>.
- BCR (Bolsa de Comercio de Rosario). (2024a). “Se estima 59 Mt para el maíz 2023/24 y sería récord para Argentina”. Disponible en: https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2024-01/informe_especial_167_2024_01_10.pdf.
- BCR (Bolsa de Comercio de Rosario). (2024b). “Balance regional de maíz 2023/24 en Argentina”. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/103468>.
- BCR (Bolsa de Comercio de Rosario). (2024c). “La primera proyección de siembra maicera 2024/25 supone una fuerte caída de área”. Disponible en: https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2024-08/informe_especial_174_2024_08_14.pdf.
- BPA (Red de Buenas Prácticas Agropecuarias). (2020). “Recomendaciones para muestreo de suelos”. Disponible en: <https://redbpa.org.ar/wp-content/uploads/2021/04/EP-RedBPA-MuestreoDe-Suelos.pdf>.

- Borrajo, C. (2006). "Importancia de la calidad de semillas". Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/79-semilla.pdf.
- Ciampitti, I., Micucci, F., Fontanetto, H., Garcia, F. (2010). Manejo y ubicación del fertilizante junto a la semilla: Efectos fitotóxicos. Disponible en: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/485FEB6666B9B7BC03257967004AA42C/\\$FILE/AA%2010.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/485FEB6666B9B7BC03257967004AA42C/$FILE/AA%2010.pdf).
- CFI (Consejo Federal de Inversiones). (2022). "Estrategia logística para la región centro". Disponible en: <https://cfi.org.ar/assets/docs/MaizInformeREGIONCENTRO.pdf>.
- Cordisco, M., De Uribe Echevarría, A., Maccagno, R., Scoponi, L., Nori, M., Piñeiro, V. (2019). Riego por gravedad en el valle inferior del Río Colorado (BA): Análisis económico para una gestión eficiente del agua a escala predial. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5126/Riego%20por%20gravedad%20en%20el%20Valle%20Inferior%20del%20R%C3%ADo%20Colorado%20%28BA%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- CORFO (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado). (2013). Balance hidrosalino 2012-2013. Disponible en: <https://corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2016/02/Balance-12-13.pdf>.
- CORFO (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado). (2012). Balance hidrosalino 2011-2012. Disponible en: <https://corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2016/02/Balance-11-12.pdf#:~:text=La%20Corporaci%C3%B3n%20de%20Fomento%20del%20Valle%20Bonaerense,por%20intermedio%20del%20Ministerio%20de%20Producci%C3%B3n%20El>.
- CORFO (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado). (2024). Portada. CORFO. Proyecto. Disponible en: <https://corfo.gob.ar/corfo/sobre-corfo/>.
- CORFO (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado). (2024). Portada. Intendencias. Disponible en: <https://corfo.gob.ar/intendencia/>.
- Correndo A. y F. García. 2014. Bases de la nutrición del cultivo de maíz. En: G. Sibaja, E. Satorre y M. Suárez (Eds). Maíz. Técnicas probadas para una producción rentable. AACREA, Unidad de Comunicación y Marketing, Buenos Aires, Argentina. pp 37-44.
- CORTEVA (s.f). Productos y soluciones. Protección de cultivos. Transform. Disponible en: <https://www.corteva.com.ar/productos-y-soluciones/proteccion-de-cultivos/transform.html>.
- De Ridder, Victoria, María. (2019). Caracterización de líneas templadas de maíz por adaptación a fechas de siembra. Disponible en: <https://repositorio.unnoba.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/23601/467/TFG%20-%20Victoria%20Maria%20De%20Ridder%20Ing%20Agronomica.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- De la Torre, D.; Cardoso, M.L., Depetris, G.J. y Bartosik, R. E. (2024). "Manejo de maíz húmedo en la poscosecha", en APOSGRAN (Asociación Argentina de Poscosecha de Granos). vol. 2/2024. n°148. Disponible en: https://aposgran.org.ar/assets/revistas/revista_aposgran_-_148_-_

[baja6525.pdf#:~:text=En%20definitiva%2C%20para%20conservar%20los%20atributos%20del,\(poca%20incidencia%20de%20enfermedades%2C%20fundamental%2D%20mente%20f%C3%BAngicas\).](#)

- Doorenbos, J. y W.O. Pruitt. (1977) Las necesidades de agua de los cultivos. Serie Riego y Drenaje. FAO N° 24. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2024). FAOSTAT, Cultivos y productos de ganadería. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>.
- Ferrelli, F. (2010). “La sequía 2008-2009 en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires”, Universidad Nacional del Sur. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/295076887_La_sequia_2008-2009_en_el_sudoeste_de_la_provincia_de_Buenos_Aires_Argentina.
- Ferrelli F., Bohn, V., Piccolo, M.C (2012). “Variabilidad de la precipitación y ocurrencia de eventos secos en el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina)”. Disponible en: <https://redargentinadegeografiafisica.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/07/02-ferrelli-bohn-piccolo-variabilidad.pdf>.
- García, F., (2005). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Disponible en: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/nutricion-en-el-cultivo-de-maiz-ipni-f-garcia-2005.pdf>.
- Garcia, F., Correndo, A., Reussi Calvo, N., Monzon, J.P. Ciampitti, I., Salvagiotti, F., (2023). “Nutrición del cultivo” en Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. Balcarce: MAIZAR, Asociación Maíz y Sorgo Argentino.
- Girimonte, Patricia y García Fronti, Javier. (2020). El índice de NDVI y la clasificación de áreas sembradas aprendizaje automático no supervisado “K-MEANS”. Disponible en: <https://www.economicas.uba.ar/wp-content/uploads/2016/04/Girimonte-Garcia-Fronti.pdf>.
- GIRSAR (Gestión Integral de los Riesgos en el Sistema Agroindustrial Rural). (2022). PROYECTO “Optimización de la Infraestructura de Riego del Valle Bonaerense del Río Colorado. Revestimiento de Canales”. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/eias_riego_corfo_buenos_aires_girsar.pdf.
- Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. (2024). Chicharrita del maíz: vector del achaparramiento del maíz. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/chicharrita-maiz-informacion-protocolo.pdf>.
- Gorenstein, S. (2006). Dinámicas en una trama hortícola y efectos territoriales. El caso del Valle Bonaerense del Río Colorado. Revista interdisciplinaria de estudios agrarios, 24, 81-99.
- Grecco, P., (2023). “Práctica profesional supervisada en producción de semilla de maíz de polinización abierta bajo riego por gravedad en la localidad de Villalonga”. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6485>.
- Guasch. (2024a). Sobre nosotros. Disponible en: <https://guasch.com.ar/website/pages/empresa.php>.
- Guasch, (2024b). Maíz Amancay INTA. Disponible en: https://guasch.com.ar/website/pages/interior_productos.php?idVariedad=413.

- INASE (Instituto Nacional de Semillas). (2024). Laboratorio de análisis de semillas. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/inase/laboratorios-de-analisis-de-semillas>.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2023). “Complejos exportadores”, en Comercio exterior, vol. 8, n°4. Disponible en: https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/complejos_03_24B0330413F2.pdf.
- KWS. (2024). Información técnica. Siembra. Dosis de siembra. Maíz. Disponible en: <https://www.kws.com/es/es/asesoramiento/siembra/dosis-de-siembra/maiz/>.
- Land Viewer. (s.f). Disponible en: <https://eos.com/find-satellite/>.
- Maddonni G.A., M. Parco y D.H. Rotili. 2021. Manejo de la estructura del cultivo de maíz en ambientes marginales de la Argentina. Agronomía & Ambiente, Revista de la Facultad de Agronomía UBA, 41(2): 84-99.
- MAGyP (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca). (2024). Disponible en: <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>.
- MAIZAR (2011). El maíz, primero en el mundo. Disponible en: <https://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=392#:~:text=Otra%20de%20las%20particularidades%20que,de%20los%20a%C3%B1os%202000%2F10>.
- Miramontes, J., Salazar, J., Heredia, D., Santoyo, F., (2014). “El cultivo del maíz, generalidades y sistemas de producción en el noroeste”. Disponible en: <https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DE%20L%20MAIZ.pdf>.
- Navós López, N. (2020). La agricultura familiar cebollera en el Valle Bonaerense del Río Colorado: organizaciones, problemáticas y expresiones de la desigualdad. Disponible en: <https://estudiosrurales.unq.edu.ar/index.php/ER/article/view/101/306>.
- NOVA. (s.f). Terápicos de semillas.Terapicos fungicidas. Curasemillas nova. Disponible en: <https://laboratorios-nova.com/terapicos-de-semillas/terapicos-fungicidas-terapicos-de-semillas/curasemillas-nova/>.
- Orthofer F.T. y J. Eastman. 2004. Corn processing and products. C. Wayne Smith, J. Betrán y E.C.A. Runge (Eds), Corn, origin, History, Technology and production. Edited by, J. Wiley series in crop science.. John Wiley ANS Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, pp867 – 896.
- Otegui, Maria. (2023). “Desarrollo del cultivo” en Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. Balcarce: MAIZAR, Asociación Maíz y Sorgo Argentino. Disponible en: https://www.maizar.org.ar/documentos/cultivo%20de%20maiz_version%20digital.pdf
- Paliwal, Ripusudan L. (2001). “Introducción al maíz y su importancia” en El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Roma: Food & Agriculture Org.
- Paliwal, Ripusudan L. (2001). “Origen, evolución y difusión del maíz” en El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Roma: Food & Agriculture Org.
- Presello, D., Gimenez, F., Ferraguti, F., (2022). La producción de maíz en Argentina. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/2573/2941>.
- Puiatti, J.; Rivetti, A y Schamalz, J., (2006). Riego complementario en maíz (Zea mays L.) en la región de Río Cuarto empleando el pronóstico extendido de 72 horas. Disponible en: <https://www.ina.gov.ar/archivos/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-20-Puiatti.pdf>.

- Rice, Ellie (2018). “Estalló el secreto: el misterioso origen del maíz”. Disponible en: <https://www.biointeractive.org/sites/default/files/PoppedSecret-EducatorGuide-Spanish-film.pdf>.
- Rossi D. 2007. Evolución de los cultivares de maíz utilizados en Argentina. Revista Agromensajes, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, 22: 3-11
- Satorre E y Andrade J., (2023). “El maíz en los sistemas productivos de argentina: un análisis global y regional de su desarrollo reciente” en Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. Balcarce: MAIZAR, Asociación Maíz y Sorgo Argentino.
- Stoller (s.f). Productos. Stimulate solución fisiológica. Disponible en: <https://stoller.com.ar/producto/stimulate/>.
- Sumitomo. (s.f). Productos. Herbicidas. Weedar full. Disponible en: <https://www.sumitomochemical.com.ar/productos/herbicidas/weedar-full/>.
- Syngenta. (s.f. a). Vibrance Integral. Disponible en: <https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/tratamiento-de-semillas-campo/vibrance-integral>.
- Syngenta. (s.f. b). Producto. Protección de cultivos. Insecticida. Karate zeon. Disponible en: <https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/insecticida/karate-zeon>.
- Tilman D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor y S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418: 671-677.
- Ventimiglia, L., Carta, H. (2005). Soja: Efectos de los fertilizantes aplicados en la línea de siembra sobre el número de plantas y el rendimiento. Disponible en: <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2005/12/Ventimiglia-SojaFertilizantelinea.pdf>.
- Watson S.A., 1988. Corn Marketing, Processing, and Utilization. En: Sprague, G.F., Dudley, J.W. (Eds.), Corn and Corn Improvement. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, pp. 881- 940
- Winschel, C.I. (2017). “Integración por medio de tecnologías de la información de la información ambiental en estudios de degradación de los suelos para los partidos de Villarino y Patagones, provincia de Buenos Aires Argentina”, Universidad Nacional del Sur. Repositorio digital UNS. Disponible en: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4087/TESIS%20DOCTORADO_v20bisfinal.pdf?sequence=1.
- Wisner R.N. y E.D. Baldwin, 2004. Corn marketing. C. Wayne Smith, J. Betrán y E.C.A. Runge (Eds), Corn, origin, History, Technology and production. Edited by, J. Wiley series in crop science. John Wiley ANS Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, pp 753-770.