

APORTES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DEL INIA A LAS **TRAYECTORIAS AGROECOLÓGICAS**

Editores: Georgina Paula García-Inza, José Paruelo y Roberto Zoppolo



Capítulo 15

Cultivares locales y mejoramiento hortícola en procesos de trayectoria agroecológica

Gustavo Giménez

1. Introducción

En términos de salud y bienestar de la población, las hortalizas frescas o procesadas tienen un lugar cada vez más importante en la dieta de los uruguayos por su aporte de nutrientes y componentes bioactivos con propiedades nutracéuticas. A pesar de ello, el promedio actual de consumo de frutas y hortalizas en el país se encuentra en 230 g/día/habitante, muy por debajo de la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, que es de 400-500 g (OMS, 2003; Ackermann, 2014 b). Esto representa un problema de accesibilidad a una nutrición correcta que tiene consecuencias en la seguridad alimentaria nacional (MSP, 2016).

La horticultura uruguaya, concentrada en Canelones, San José, Montevideo y Salto, tuvo un doble proceso de intensificación y especialización que ha desplazado familias y aumentado la presión sobre los suelos ya degradados. Entre los dos últimos Censos Agropecuarios (CGA) se perdieron 3.795 explotaciones y 19.646 hectáreas de horticultura a campo (DIEA-MGAP, 2014). En la horticultura protegida hubo una disminución menor de explotaciones (14,5%) y un incremento del área (Gazzano *et al.*, 2020).

Los sistemas productivos predominantes en la horticultura en general están basados en el uso intensivo de insumos, desde las semillas o mudas de cultivares extranjeros, los fertilizantes, los biocidas y la energía, así como también de los recursos naturales de los suelos y el agua. Durante las últimas décadas, este modelo dominante de intensificación y especia-

lización ha afectado negativamente la biodiversidad e incrementado la degradación y contaminación de los suelos y fuentes de agua (Dogliotti *et al.*, 2012, Plan Nacional Para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas, 2021).

Otra consecuencia de esa intensificación es que las poblaciones y/o los cultivares hortícolas locales o criollos han ido disminuyendo o desapareciendo, debido a su sustitución por cultivares más modernos, así como a un menor número de productores familiares, quienes históricamente los han mantenido y utilizado (Gazzano *et al.*, 2020). Algunas de esas poblaciones o cultivares locales fueron colectadas y caracterizadas por la Facultad de Agronomía y por el INIA. Los materiales más destacados posteriormente fueron utilizados para generar poblaciones de mejoramiento, de las cuales derivaron algunos cultivares actualmente utilizados en la producción hortícola. Es muy notable el aporte de las poblaciones locales de cebolla y de ajo en esta generación de cultivares adaptados a nuestro país.

Las condiciones agroclimáticas de nuestro territorio permiten producir un gran número de especies hortícolas, pero nuestro ambiente es variable en términos de precipitaciones y suelos y presenta gran diversidad de patógenos y plagas, que muchas veces resultan limitantes con respecto a la adaptación productiva de cultivares extranjeros.

La decisión de elegir un cultivar es fundamental para el productor hortícola, porque en esa acción se está determinando gran parte del resultado de su cultivo. Las características agronómicas relacionadas con ciclo, precocidad, rendimiento, calidad, resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas son de gran relevancia y están determinadas por la interacción de la constitución genética del cultivar, el ambiente y el sistema de producción en donde se utilice.

Los cultivares extranjeros, que provienen de distintos centros de mejoramiento genético, normalmente son obtenidos y desarrollados en condiciones climáticas y productivas muy diferentes a las de Uruguay. Cuando se los utiliza en sistemas de nuestro país suelen presentar varios síntomas de falta de adaptación, entre ellos menor productividad que en el país de origen, calidades que no se corresponden con los estándares de nuestro mercado y alta susceptibilidad a plagas y enfermedades que están presentes en nuestro ambiente. Los manejos productivos requeridos al utilizar cultivares no adaptados a nuestras condiciones tienen consecuencias desde el punto de vista económico, de la salud ambiental y humana. La mayor utilización de insumos normalmente importados

aumenta los costos de producción y reduce los márgenes de ganancia, afectando la competitividad en el mercado. El mayor uso de fertilizantes determina niveles superiores de contaminación de suelo y fuentes de agua. Por su parte, la mayor utilización de pesticidas tiene su impacto en especies beneficiosas y contaminación ambiental más elevada, y un potencial efecto en la salud de los aplicadores, del productor y su familia y del consumidor.

La importación de semillas o plantas de cultivares extranjeros genera, por otra parte, una dependencia varietal, problemas con la discontinuación de cultivares o híbridos, el riesgo de introducción de plagas y enfermedades, un aumento de los costos debido a la importación, y tiene efectos sobre la autonomía, seguridad y soberanía alimentaria.

El desarrollo de cultivares locales adaptados, la producción de material de plantación (semilla y/o plantas) y los sistemas de certificación nacionales son algunas herramientas que el sector y el país poseen para disminuir la dependencia de cultivares extranjeros y los efectos asociados mencionados. En la trayectoria hacia una producción con principios agroecológicos, con menor uso de insumos y menores impactos en el ambiente y en la salud, tener cultivares nacionales adaptados, con buenas características agronómicas y estabilidad productiva, es un tema central.

2. Situación actual de la horticultura y del uso de cultivares

En nuestro país, la producción hortícola es realizada por 2.430 productores, distribuidos entre el sur (1.934) y el norte (496) del territorio, y ocupa alrededor de 9.774 hectáreas (7.473 ha en el sur, 2.301 ha en el norte), de las cuales el 92% se realiza a campo y el 8% en cultivo protegido. La producción anual total de hortalizas frescas es de 194.431 toneladas, de las cuales alrededor de 55 mil toneladas (casi 39 mil t del norte y aproximadamente 16 mil t del sur) se producen en cultivo bajo cubierta, lo cual es muy significativo con relación a la superficie ocupada.

A la superficie y producción mencionadas hay que agregarles 4.000 hectáreas de papa, que se realiza en dos ciclos anuales, uno en otoño y otro en primavera, con una producción de entre 90 y 100 mil toneladas (DIEA-DIGEGRA-MGAP, 2017; DIEA-MGAP, 2020). El valor bruto de producción de la horticultura para 2014 fue de 200 millones de dólares. Ocupa unos 15 mil puestos de trabajo directo, de los cuales el 27% son mujeres, uno de los mayores porcentajes de participación en el sector agropecuario (Ackermann, 2014 a).

La situación en los diferentes rubros hortícolas en los que se trabaja en mejoramiento genético en el INIA es variable según la aceptación y la adopción de los cultivares liberados a través de los años. Se han generado cultivares de boniato, cebolla, frutilla, papa y tomate, cultivos en los cuales se sigue trabajando intensamente. Otros rubros en los que se generaron cultivares son ajo y maní, para los cuales se ha discontinuado el trabajo de mejoramiento, pero se tiene semilla de reserva y se mantienen los materiales liberados. También se han realizado acciones importantes en especies como morrón y poroto. Por su parte, la Facultad de Agronomía también ha desarrollado trabajos de mejoramiento en zanahoria, cucurbitáceas, morrón, y se compartieron actividades en cebolla. Todas estas especies fueron elegidas por la importancia económica en el mercado y su valor social por la ocupación de mano de obra. Representan entre el 50 y el 60% del consumo de productos frescos, más del 50% del valor de mercado, e involucran el mayor número de productores hortícolas en nuestro país. Los niveles de adopción, en términos de superficie nacional del material genético generado por el INIA, van del 10% al 95%, dependiendo del cultivo y de la zona de producción.

- **En el cultivo de papa**, las estadísticas marcan que el rendimiento nacional es de 23 t/ha, con predominancia de cultivares extranjeros como Chieftain, Red Magic, Rudolph y otros 10-12 cultivares con menor área. El cultivar INIA Arequita ocupa entre 7 y 8% de la superficie total de alrededor de 4.000 ha entre los dos ciclos de otoño y primavera. La mayor área se encuentra en el sur (85-90%), pero hay zonas de producción en el este (7-15%) y el norte (2%) para diferentes ciclos (DIEA-MGAP, 2020). Se puede estimar que otros cultivares como INIA Guaviyú e INIA Daymán, que son mejor adaptados para productores familiares de baja superficie, ocupan el 2% del área total. Se tiene una proyección del área de INIA Arequita para 2022-2023, estimada en el 20% de la superficie como consecuencia de una mayor producción de semilla nacional a través de un acuerdo con una empresa uruguaya.
- En cebolla, el área es de 1.187 ha en el sur, cuyo rendimiento promedio es de 20,8 t/ha, y de 405 ha en el norte, con una producción de 17 t/ha (diea-mgap, 2020). Los cultivares que predominan en el sur son de día medio y día largo, con predominancia de Pantanoso del Sauce y Canarita de Facultad de Agronomía, INIA Naqué, INIA Santina e INIA Simona. En el norte se cultivan los de día corto y la mayor superficie es ocupada por INIA Casera, INIA Rocío e INIA Rocío 10. El área

plantada con semilla certificada de cultivares nacionales es de unas 785 ha y hay otras 530 ha donde se utiliza semilla producida por los productores. De acuerdo con los registros de importación de semillas, se puede deducir que se cultivan entre 280 y 300 ha con cultivares extranjeros como Valcatorce, H9, Cavalier, Andrómeda, Furia, Texas Grano 502, Pirate, Rubino, Admiral, Primavera, Virgilio y otros, que van variando anualmente, según el acceso a nuevos híbridos de cebolla. Estos números destacan la adopción de los cultivares nacionales de cebolla, tanto de Fagro como del INIA, y el uso de semillas propias o criollas de los productores, que en su conjunto ocupan el 70-80% de la superficie.

- **Para el caso de boniato**, la superficie en el sur del país es de 844 ha y en el norte, de 590 ha, con rendimientos promedios de 15,5 t/ha y 13 t/ha, respectivamente (DIEA-MGAP, 2020). En este cultivo, el 95% de la superficie del país es plantada con cultivares nacionales. El cultivar con mayor superficie cultivada, tanto en el norte como en el sur, es INIA Cuarí, que es un cultivar tipo criollo de piel morada y pulpa amarilla. INIA Cambará, que tiene también estas características, se planta solo en el norte e INIA Arapey continúa teniendo un espacio de plantación en el sur. Hay buenas expectativas respecto de los nuevos cultivares de boniato tipo criollo INIA Rubí 59 e INIA Rubí 63, por su calidad y buena conservación. A su vez, también en el norte se cultivan las áreas mayores de boniato tipo zanahoria con piel y pulpa anaranjada, como INIA Cuabé, INIA Chapicuy y Beauregard, de origen extranjero, que además se adapta muy bien en el sur y que ha permanecido como un estándar de calidad en este tipo de boniato.
- **En frutilla**, el área total en el país es de 130 ha, con 84 ha en el sur y 46 ha en el norte. Los rendimientos promedios son de casi 20 t/ha en el sur y 35 t/ha en el norte (DIEA-MGAP, 2020). La producción del cultivo en el sur es en su mayoría a campo y predominan los materiales de día neutro, principalmente los cultivares extranjeros San Andreas y algo de Camino Real (día corto), ocupando el 90% de la superficie. En el restante 10% se utilizan los cultivares INIA Mayte (día neutro) e INIA Guapa (día corto). Hay buenas proyecciones de aumento de este porcentaje para 2022 con el último cultivar de día neutro liberado INIA Valentina. En el norte, la producción se realiza, básicamente, bajo invernadero o túneles altos, y los cultivares nacionales de día corto INIA Ágata e INIA Yrupé ocupan el 95-98% de la superficie. El resto se completa con pequeñas áreas de cultivares extranjeros de día

corto como Sabrina, Marisol, Festival, Camino Real y van variando a medida que se introducen nuevos materiales al país.

- **El cultivo de ajo** está localizado en el sur, con una superficie de 155 ha y un rendimiento de casi 5 t/ha. Los cultivares que se plantan son INIA Ruso e INIA Valenciano en mayor superficie y hay alguna producción realizada con semilla propia de poblaciones o clones locales de los productores.
- **La producción de tomate** en invernadero ocupa 178 ha en el norte y 80 ha en el sur, con rendimientos promedios de 130 t/ha y 100 t/ha, respectivamente (Observatorio Granjero, 2020). La totalidad del área se planta con híbridos extranjeros, siendo los de mayor uso Elpida, Ichiban, Torry, Lapataia, Valouro, SVTH 2900, Etereí, Alamina y Barteza. En esta especie, el programa de mejoramiento es más reciente y su primer resultado, el híbrido INIA Frontera, fue liberado en 2020 y se encuentra en etapa de desarrollo a nivel comercial, teniendo buenas perspectivas para ciclos de otoño en el norte y de primavera en el sur.

En todos estos cultivos, los rendimientos promedios registrados en las Encuestas Hortícolas de DIEA-DIGEGRA se encuentran por debajo de la productividad obtenida con los cultivares INIA en las evaluaciones que se realizan, tanto a nivel experimental como en las validaciones con productores. En este sentido, la intensidad de aplicación de insumos externos, los manejos de los cultivos, la calidad del suelo y del agua y la gestión de los predios en los diferentes sistemas productivos utilizados por los productores a través del territorio, afectan el rendimiento alcanzable y el potencial de producción de los cultivares locales.

3. Programa de mejoramiento genético hortícola

La línea de investigación en mejoramiento genético fue iniciada en la década de 1970 por el Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger (CIAAB), dependencia del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). En esa etapa se comenzaron trabajos principalmente en papa, cebolla, ajo, boniato y leguminosas de grano. Luego, al pasar del CIAAB a la creación del INIA, en la década de 1990, el Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola continuó con esa línea y ha aplicado recursos al mejoramiento genético, para generar y desarrollar cultivares que se adapten a nuestras condiciones agroclimáticas y a los diferentes

sistemas de producción, así como de multiplicación de semillas. Los cultivares locales, que poseen buena productividad y calidad, pueden aportar a la competitividad del sector, ya sea para el abastecimiento nacional de productos frescos o de la agroindustria o para posibilidades de exportación.

Para los cultivos priorizados de papa, tomate, cebolla, boniato, frutilla y ajo se ha determinado la necesidad de contar con cultivares nacionales, con productividad adecuada y estable a lo largo de los años y con calidad del producto superior desde el punto de vista organoléptico, nutricional y del contenido de compuestos bioactivos. La incorporación de niveles útiles de resistencia a enfermedades y plagas que permitan disminuir el uso de plaguicidas es otra característica esencial en nuestros cultivares locales.

Con la obtención de los cultivares, fue necesario generar un sistema de producción y abastecimiento de semillas de alta calidad genética y sanitaria. Para eso se trabajó en conjunto con la Unidad de Semillas del INIA en la aplicación de un esquema productivo controlado, basado en productores especializados que realizan la multiplicación y la comercialización del material de semilla básica generada por la institución. En esta línea de trabajo se ajustaron técnicas de saneamiento y multiplicación *in vitro* en las especies de multiplicación vegetativa (papa, boniato, frutilla, ajo). Actualmente, hay multiplicadores de los cultivares INIA en las cinco especies de mejoramiento. Por otra parte, se ha trabajado con el Instituto Nacional de Semillas (INASE) para sistemas de certificación en la producción de semilla, los cuales están establecidos y funcionando en papa, cebolla, boniato y ajo.

Las semillas o mudas para plantación son un insumo básico y de alto costo que influye en el resultado productivo y la calidad de los productos. El fortalecimiento y el desarrollo de producciones diferenciadas como las orgánica, agroecológica, familiar e integrada precisan del abastecimiento de los cultivares adaptados y del material de plantación correspondiente, adecuado para las mismas.

En todos estos trabajos de mejoramiento ha habido relacionamiento con muchas instituciones nacionales e internacionales a través de proyectos, acuerdos, cooperaciones. Para mencionar los más relevantes, se ha colaborado con la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA, por sus siglas en inglés) y el Centro Internacional de la Papa (CIP) en los años 80; la Universidad de Carolina del Norte (EE. UU.), el INIA España, la FAO y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

de Mendoza (Argentina), en los años 90; el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) y la Universidade Federal de Santa María (Brasil) en los 2000; y, más recientemente, con la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA). Esos vínculos permitieron enriquecer el conocimiento y realizar intercambios de materiales, semillas de cruzamientos, cultivares y germoplasma que han alimentado la diversidad genética de los programas de mejoramiento en las diferentes especies. Muchos de estos vínculos aún perduran y favorecen la actualización en información e investigación. A nivel nacional ha existido desde los años 90 un trabajo conjunto y complementario con la Facultad de Agronomía, que continúa actualmente.

3.1. Objetivos del mejoramiento

Los objetivos generales del mejoramiento genético son el incremento de la productividad, el aumento de la calidad del producto, la resistencia a las principales enfermedades y plagas incidentes y la adaptación a las condiciones ambientales y a los sistemas de producción de nuestro país.

A partir de eso, en cada cultivo se desarrollan objetivos específicos que ponen énfasis en la selección por las características que debe reunir el material, para ir avanzando en las diferentes etapas de evaluación.

Papa

La precocidad y dormancia, la resistencia a virus, tizones y sarna, la calidad del tubérculo y su aptitud culinaria son las principales características de selección en el cultivo de papa. La selección de clones se realiza en los diferentes ciclos productivos, de otoño y primavera. La selección es fenotípica, se hace en forma visual en los campos de selección, midiendo rendimiento y días a la cosecha. Con relación a la resistencia a enfermedades, se evalúa la incidencia de tizones (*Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*), virus Y (PVY), virus del enrollamiento (PLRV) y sarna común (*Streptomyces scabies*). En cuanto a calidad de tubérculo, se tiene en cuenta la uniformidad, el color de piel y de la pulpa, las deformaciones. Luego de la cosecha, en conservación se mide la dormición, la intensidad de brotación y la incidencia de pudriciones.

La calidad culinaria se determina mediante parámetros fisicoquímicos en laboratorio y en pruebas de cocina, donde se observa la aptitud para papa frita en bastones o chips, o para papa hervida y para el hor-

no. En general, estas pruebas culinarias se hacen con los materiales más avanzados, casi prontos para liberar al mercado.

Boniato

La selección de clones en boniato se enfoca principalmente en alta calidad, larga conservación y resistencia a insectos de suelo e incidencia de algunos virus. Los materiales se plantan en INIA Las Brujas e INIA Salto Grande. Las evaluaciones se realizan en forma visual en el momento de la cosecha, cuando se ven el rendimiento y la precocidad, así como la incidencia de daños por insectos de suelo. Los parámetros de calidad que se tienen en cuenta son color de piel y de pulpa, forma, tamaño y uniformidad de los boniatos producidos. Luego se colocan en conservación y se evalúa el período (meses) durante el cual se mantienen en buenas condiciones, con una calidad adecuada, sin pérdida de peso considerable, sin brotación y sin pudriciones. En cuanto a aptitud de uso, se realizan pruebas para chips o bastones, para hervido y horno.

Frutilla

La calidad organoléptica de los frutos y la resistencia a enfermedades y plagas son los principales criterios de selección de los clones de frutilla, la que se realiza en los campos experimentales del INIA. Los clones de día corto se seleccionan en cultivo protegido en la zona norte (INIA Salto Grande), mientras que los clones de día neutro se seleccionan a campo y en cultivo protegido en la región sur (INIA Las Brujas). Con respecto a calidad, se tiene en cuenta la forma, el tamaño, el color, la firmeza de piel y de pulpa, el sabor y el aroma. En cuanto a resistencia a enfermedades, se observa la incidencia de antracnosis (*Colletotrichum* spp.), oídio (*Podosphaeria aphanis*), manchas foliares como viruela (*Ramularia tulasnei*), quemado (*Diplocarpon earliana*), tizón (*Phomopsis obscurans*), gnomonia (*Gnomonia comari*) y mancha angular (*Xanthomonas fragariae*), y los problemas de corona y raíz causados por un complejo de hongos compuesto por *Neopestalotiopsis clavispora*, *Macrophoma phaseolina*, *Cylindrocarpon* spp., *Rhizoctonia* spp., *Verticillium* spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora cactorum* y *Pythium* spp. En relación con las plagas, se da atención a los daños producidos por arañuela (*Tetranychus urticae*), trips (*Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei*, *Thrips tabaci*) y pulgones (*Chaetosiphon fragaefolii* y otras especies).

Cebolla

El énfasis en la selección de cebolla se pone en el ciclo, la resistencia a enfermedades y plagas, la calidad de bulbo y la conservación poscosecha. En cuanto a los ciclos, se consideran materiales de día corto, día medio y día largo, que se adaptan a las diferentes zonas productivas del país. Para la región norte (INIA Salto Grande) se priorizan principalmente líneas de día corto y algunas de día medio. En la zona sur (INIA Las Brujas) se enfocan líneas de día medio y largo. Durante el cultivo se evalúa la incidencia de *Botrytis squamosa*, *Peronospora destructor*, *Fusarium oxysporum* f.sp *cepae* y bacteriosis foliares. En cuanto a plagas, se observa la incidencia de trips (*Thrips tabaci*) en cultivo y en conservación.

En la cosecha se mide el rendimiento por número y peso de los bulbos y se evalúa su calidad con respecto a tamaño, forma, firmeza, número de catáfilas protectoras y el cerrado de cuello. En la poscosecha se determina el período de conservación de los bulbos en buenas condiciones, los porcentajes de brotación y de pudriciones.

Tomate

En este cultivo se prioriza la calidad organoléptica para fresco y la resistencia a enfermedades y plagas. Se realiza una selección fenotípica en los campos experimentales de INIA Salto Grande e INIA Las Brujas. En las cosechas se determina el rendimiento por número y peso de frutos en las diferentes categorías comerciales. Se analiza la calidad de fruto en cuanto a tamaño, forma, color, firmeza y homogeneidad. Se mide también la conservación del fruto en estante, registrando el tiempo durante el cual los frutos mantienen las características comerciales. Con relación a la resistencia a enfermedades en el campo se determina la incidencia y la severidad de problemas foliares provocadas por hongos como oídio (*Leveillula taurica*), *Fulvia fulva* (ex *Cladosporium fulvum*), *Stemphylium* spp., por bacterias como *Xanthomonas* spp. y *Pseudomonas syringae*, de enfermedades de suelo (*Fusarium*, *Verticillium*, *Clavibacter*, *Meloydogine*) y de virosis como las de mosaico del tabaco (TMV), peste negra (TSWV) y virus de la cuchara (TYLCV). En cuanto a plagas, se analiza la incidencia de mosca blanca, trips, pulgones y polilla.

Ajo

La calidad del bulbo y la incidencia de enfermedades en ajo son factores de selección importantes. La selección fenotípica se hace en las estacio-

nes experimentales del INIA Las Brujas y Salto Grande. Durante el ciclo se cuantifica la incidencia y la severidad de virosis que causan amarillamientos (GYSV, OYSV, LYSV), nemátodos (*Ditylenchus dipsaci*) y enfermedades a hongos (roya, *Sclerotium rolfsii*, *S. cepivorum*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) y bacterias como el quemado bacteriano causado por *Pseudomonas fluorescens*. En la cosecha se establece el rendimiento basado en el número y el peso de los bulbos y se analiza la calidad de bulbo en cuanto a diámetro y cantidad de dientes. Durante el período de conservación se determina el tiempo durante el cual los bulbos mantienen buena calidad comercial y se registra la incidencia de rebrotado.

3.2. Evaluaciones fisicoquímicas y de compuestos funcionales

Las determinaciones fisicoquímicas de laboratorio complementan las observaciones de campo para completar la información de ciertos parámetros relacionados con la calidad de los productos. Los análisis más comunes son de sólidos solubles (grados Brix), acidez, firmeza y color.

Por su parte, la determinación de compuestos bioactivos o funcionales y los análisis sensoriales se han promovido e integrado al mejoramiento genético hortícola. Esto ha permitido una mejor caracterización de clones, líneas, selecciones y cultivares de los cultivos que se trabajan. También ha significado un valor agregado en los cultivares que se liberan al mercado al contar con más información en relación con las propiedades nutricionales y nutraceuticas de los mismos.

- **En los clones avanzados y cultivares de boniato** se mide el contenido de betacaroteno en los de pulpa anaranjada. En estos y también en los de pulpa amarilla se determinan los sólidos solubles.
- **En las selecciones más avanzadas y los cultivares de frutilla** se caracteriza la calidad de fruto sobre la base de color, sólidos solubles (grados Brix), acidez y firmeza. En compuestos bioactivos se realizan determinaciones de vitamina C, antocianinas, ácido elálgico, ácido fólico y fenoles totales, así como del poder antioxidante.
- **En las líneas avanzadas y cultivares de cebolla** se cuantifican los sólidos solubles y totales y se mide el contenido de ácido pirúvico. Este valor está asociado a la característica de pungencia, que da el sabor suave o pungente de la cebolla. En componentes funcionales se determina el contenido de quercetina y en los cultivares de catáfilas rojas se cuantifica el de antocianinas. Tanto la quercetina como las antocianinas poseen un alto poder antioxidante.

- **En las líneas avanzadas y en híbridos de tomate** se miden los parámetros de color, firmeza, acidez y grados brix. En cuanto a compuestos bioactivos, se mide la vitamina C y el contenido de licopeno.
- **En los clones avanzados de papa** se determina el contenido de carotenoides totales y la capacidad antioxidante.

Análisis sensoriales

Pensando en las preferencias del consumidor es importante determinar las características de los productos para cumplir con la demanda, cada vez más exigente. En este contexto, se utilizan análisis sensoriales con consumidores, en los que se adaptan diferentes metodologías según el objetivo, como el método *Chek All That Apply* (CATA, marcar todo lo que corresponda) y el mapeo proyectivo (Lado *et al.*, 2019). Estas metodologías aportan al conocimiento de los criterios de elección de los consumidores, identificando los atributos considerados a la hora de tomar la decisión de compra en cuanto a apariencia, sabores, aromas y texturas. Estas pruebas sensoriales se han realizado principalmente en boniato en diferentes preparaciones, ya sea hervido, al horno o frito, y también en frutilla, y se están ajustando para tomate.

Marcadores moleculares

Las técnicas moleculares permiten mejorar y acelerar los procesos de selección cuando se realiza mejoramiento genético, facilitando la identificación de genotipos de interés y, muchas veces, disminuyendo el tiempo de obtención del producto final. En nuestro programa de mejoramiento hortícola se han incorporado técnicas que permiten realizar selección asistida con marcadores moleculares para resistencia a varios patógenos.

En papa se posee un marcador molecular para detectar la presencia del gen de resistencia al virus Y (PVY). Esto permite seleccionar parentales y clones con esta resistencia para ser usados en cruzamientos o para caracterizar los cultivares por este gen (Dallarizza *et al.*, 2006).

Para tomate se tienen marcadores moleculares para virus, hongos, nemátodos y bacterias. Se cuenta con la metodología para caracterizar parentales, las líneas avanzadas o los cultivares por los genes de resistencia a virus del mosaico del tabaco (TMV), la peste negra (TSWV), el virus de la cuchara (TYLCV), *Fusarium oxysporum* razas 1, 2 y 3, *Verticillium*

spp., *Meloidogyne incognita* y *Pseudomonas syringae* (Arruabarrena *et al.*, 2015).

3.3. Estrategia del programa de mejoramiento

Las actividades de cruzamientos y selección, así como las evaluaciones de parcelas y los ensayos comparativos, se realizan en las estaciones experimentales del INIA Las Brujas y Salto Grande. Las validaciones se llevan a cabo en diferentes zonas productivas del norte y del sur, en predios de productores referentes que colaboran con nuestros trabajos. Los análisis sensoriales se hacen con evaluadores entrenados en las estaciones o con consumidores en centros de venta. Luego de todas estas etapas, los cultivares que se van a liberar al mercado se registran y se protegen en el INASE y a continuación se hace la licitación para asignar licencias de multiplicación.

Todos estos procesos, desde la realización de un cruzamiento, la primera selección y las evaluaciones siguientes hasta la liberación de un cultivar adaptado a nuestras condiciones, llevan un horizonte temporal de entre seis y diez años, dependiendo del cultivo. De ahí la importancia de mantener los programas locales de mejoramiento en el tiempo, pues son procesos de mediano y largo alcance. Cuando hay continuidad en los recursos aplicados y los trabajos, se pueden mantener las poblaciones de mejoramiento y los tiempos de liberación entre cultivares se acortan. Es lo que ha sucedido en nuestro caso que se van teniendo nuevos cultivares en períodos promedio de 3-4 años según la especie.

Cuando se considera que el cultivar puede ser liberado como un nuevo producto tecnológico, la Unidad de Semillas del INIA realiza el registro y la protección en el Instituto Nacional de Semillas del MGAP. En colaboración con los programas de mejoramiento, también realiza la producción de semilla básica y la manutención del cultivar. Para comercializar los cultivares INIA, en general, se realizan licitaciones abiertas a multiplicadores y se generan acuerdos con productores, sociedades, cooperativas o empresas, otorgándose licencias no exclusivas para asegurar su propagación y venta a los interesados.

El INIA ha generado más de 45 cultivares locales en las diversas especies: los materiales liberados en el período 2018 a 2021 corresponden a frutilla (INIA Yrupé, INIA Valentina), tomate (INIA Frontera, INIA Cimarón), boniato (INIA Rubí 59, INIA Rubí 63) y cebolla (INIA Rocío 10). Es posible acceder a información detallada sobre las características produc-

tivas, los atributos de calidad y resistencia a enfermedades y plagas en el Catálogo de Cultivares Hortícolas del INIA (González y Giménez, 2017), en la *Revista INIA* y hojas de divulgación.¹

A continuación, presentamos algunas imágenes de cultivares de papa (Figura 1), boniato (Figura 2), frutilla (Figura 3), cebolla (Figura 4), tomate (Figura 5).

FIGURA 1. CULTIVARES DE PAPA INIA DAYMÁN (A), INIA GUAVIYÚ (B), INIA AREQUITA (C).



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2. CULTIVARES DE BONIATO INIA CUARÍ (A), INIA CUABÉ (B), INIA CAMBARÁ (C).



Fuente: Elaboración propia.

¹ www.inia.uy.

FIGURA 3. CULTIVARES DE FRUTILLA INIA ÁGATA (A), INIA MAYTE (B), INIA VALENTINA (C).



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 4. CULTIVARES DE CEBOLLA INIA NAQUÉ (A), INIA SANTINA (B).



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 5. CULTIVARES DE TOMATE INIA FRONTERA (A), INIA CIMARRÓN (B).



Fuente: Elaboración propia.

4. Aportes de los cultivares locales a la trayectoria hacia sistemas productivos agroecológicos

El mejoramiento genético de cultivares hortícolas puede contribuir a la trayectoria hacia sistemas agroecológicos en nuestro país a través de varios de sus principios y lineamientos.

4.1. Aporte a la oferta de alimentos

Uno de los lineamientos planteados en la Ley de Agroecología es “Impulsar la oferta accesible de alimentos inocuos y de calidad” (Plan Nacional Para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas, 2021). En nuestro país, la producción anual de hortalizas destinada al consumo interno es de alrededor de 294 mil toneladas (DIEA-MGAP, 2020). Considerando una población de 3,5 millones, significa una disponibilidad de 84 kg por habitante, es decir, un promedio de 230 g/persona/día. Este valor está muy por debajo de los 450 g recomendados como mínimos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para una alimentación considerada como saludable.

Es decir, existe la necesidad de aumentar la producción para cubrir el acceso al mínimo de la ingesta diaria de hortalizas para favorecer una salud adecuada en la población uruguaya.

En este sentido, los estudios nacionales sobre brechas de rendimiento muestran que hay posibilidad de aumentar productividad en varios cultivos, sin el uso de recursos adicionales (Tabla 1). De acuerdo con Dogliotti *et al.* (2021), si estimamos las brechas actuales de rendimiento como $(1 - R. \text{promedio}/R. \text{alcanzable}) * 100$, obtenemos que la magnitud de esta es de 66%, 60% y 54% para cebolla, boniato y tomate bajo invernáculo, respectivamente, en la zona sur. Mientras que en la zona norte las brechas de rendimiento serían de 27%, 56% y 29% para los mismos cultivos y en el mismo orden. Estos valores se calcularon tomando como criterio el 80% del rendimiento experimental en ensayos de evaluación de cultivares en ambas zonas.

En papa, los promedios de los ensayos de evaluación nacional de cultivares (ENC) que realiza el INASE se encuentran en 30-35 toneladas/ha, según los ciclos y los años (INASE, 2011-2020).² Esto significa una

² www.inase.uy.

brecha de rendimiento con respecto al promedio nacional del orden del 24 al 34%.

Por su parte, en frutilla, el promedio nacional está entre 20 y 30 t/ha según las zonas. Los datos de los resultados experimentales y de las validaciones de los cultivares permiten señalar brechas de rendimiento respecto del promedio de 45-50% (Scarlatto *et al.*, 2017; Giménez y Vicente, 2017; Vicente *et al.*, 2019; Giménez *et al.*, 2020).

Para el cultivo de ajo, cuyo promedio nacional está en las 5 t/ha, las evaluaciones han registrado rendimientos que también marcan una brecha respecto del alcanzable del 40-50%.

TABLA 1. VALORES DE BRECHAS DE RENDIMIENTO DE DIFERENTES CULTIVOS EN URUGUAY

Cebolla (norte)	Boniato (norte)	Tomate (norte)	Boniato (sur)	Cebolla (sur)	Tomate (sur)	Papa	Frutilla (sur)	Ajo
27%	56%	29%	66%	60%	54%	24-34%	45-50%	40-50%

Los cultivares locales adaptados liberados por el INIA poseen una alta y estable productividad a lo largo de los años y en varios ambientes, lo que permitiría disminuir las brechas, contribuyendo al incremento de los promedios de rendimiento nacionales y al abastecimiento del mercado.

Algunos de los cultivares que marcaron un cambio de productividad fueron el boniato INIA Arapey y los cultivares de frutilla INIA Arazá e INIA Yvahé. Los promedios de rendimiento de boniato hasta el año 2000 eran de 7-8 toneladas/ha y luego de la liberación de INIA Arapey pasaron a 15-17 t/ha (Rodríguez *et al.*, 2017). Actualmente, los cultivares de boniato INIA Cuarí, INIA Cuabé, INIA Cambará y los recientemente liberados INIA Rubí 59 e INIA Rubí 63 logran productividades de 30-40 toneladas/ha (Rodríguez *et al.*, 2017; Vicente *et al.*, 2020).

En el caso de la frutilla, con la aparición de los cultivares INIA en 2002 y en 2004, los rendimientos pasaron de 20 a 40 t/ha. Con los cultivares más recientes como INIA Guapa, INIA Ágata, INIA Yrupé, INIA Mayte e INIA Valentina, hay productores que alcanzan rendimientos de entre 40 y 50 t/ha (Giménez y Vicente, 2017; Vicente *et al.*, 2019; Giménez *et al.*, 2020).

En el cultivo de papa, los cultivares INIA Iporá, INIA Guaviyú e INIA Arequita han tenido rendimientos entre 30 y 40 t/ha en las ENC del

INASE y también a nivel de los productores (Vilaró y González, 2017, INASE, 2011-2020).

Para cebolla, con los cultivares INIA Casera, INIA Rocío, INIA Rocío 10, INIA Naqué, INIA Simona e INIA Santina se logran producciones entre 25 y 40 t/ha (Vicente *et al.*, 2017).

En tomate, el híbrido INIA Frontera de reciente liberación ha alcanzado producciones de 200 t/ha en las evaluaciones experimentales y validaciones en los invernaderos comerciales (González *et al.*, 2020).

En ajo, con los cultivares INIA Ruso e INIA Valenciano se han obtenido rendimientos de entre 8 y 10 t/ha en los experimentos y en las pruebas en predios con productores (Vicente *et al.*, 2017).

4.2. Acceso a alimentos y abastecimiento del mercado

Otro aspecto importante para considerar en el acceso a alimentos y el abastecimiento del mercado es la distribución de los productos durante el año. Se ha tratado de combinar sistemas de producción, ciclos, precocidad y conservación en las diferentes zonas para las distintas especies, de forma de tener oferta con buen volumen y calidad de los productos hortícolas la mayor parte del año. Los diferentes cultivares locales adaptados que presentan diversidad en ciclos y fecha de cosecha permiten lograr este objetivo.

En boniato se ha trabajado para seleccionar cultivares que se adapten a ciclos cortos y largos en el norte y en el sur, que promuevan diferentes fechas de plantación entre noviembre y febrero y que posean buena conservación. Esta combinación permite obtener boniatos de buena calidad para el consumidor y a lo largo del año. Con INIA Cuarí, INIA Arapey, INIA Cambará, INIA Rubí 59 e INIA Rubí 63 se ha logrado complementar las producciones y la conservación de boniatos criollos. En forma similar, con INIA Cuabé, INIA Chapicuy y Beauregard se tiene acceso a boniatos tipo zanahoria.

En cebolla, los cultivares de día corto, medio y largo han permitido también complementar fechas de cosecha y períodos de conservación entre las diferentes zonas de producción para abastecer el mercado durante todo el año. Así, con INIA Casera, INIA Rocío e INIA Rocío 10 de día corto, Pantanoso CRS de Fagro, INIA Naqué e INIA Simona de día medio y con INIA Santina de día largo, se tiene opciones de ciclos para el norte y el sur y con diferente conservación poscosecha, como para disponer de cebollas de calidad a lo largo del año.

Los cultivares de frutilla de INIA se han seleccionado para los sistemas productivos del norte y del sur. Con INIA Guapa, INIA Ágata e INIA Yrupé de día corto y con INIA Mayte e INIA Valentina de día neutro, combinando producción en cultivo protegido y a campo, se ha alcanzado la disponibilidad de este fruto en las cuatro estaciones del año.

En el caso de la papa, los cultivares Arequita, Daymán y Guaviyú se pueden producir en los ciclos de otoño y primavera en las diferentes zonas, tienen una dormancia que se adapta a estos ciclos y poseen conservación aceptable como para llegar a abastecer el mercado durante el año.

4.3. Calidad de los alimentos

Los cultivares locales han sido seleccionados por atributos superiores en función de la adecuación a los requerimientos de mercado considerando las propiedades organolépticas y los estándares comerciales. También se han tenido en cuenta las preferencias de los consumidores mediante análisis y pruebas sensoriales con diferentes métodos. Y en aspectos de salud, se han caracterizado por contenido de componentes bioactivos o nutraceuticos.

Respecto de los estándares comerciales, los reportes del Observatorio Granjero de la ex Comisión Administradora del Mercado Modelo (Camm), ahora Unidad Agroalimentaria Metropolitana (UAM), destacan el abastecimiento y la calidad de productos hortícolas obtenidos con el uso de cultivares INIA. De hecho, algunos de estos son los que han conducido a esos estándares de calidad comercial, por ejemplo, por tamaño, uniformidad, color de piel, como en boniato tipo criollo con INIA Cuarí e INIA Cambará y boniato tipo zanahoria como INIA Cuabé. También en frutilla, como ha sido el caso con INIA Yuri, INIA Guapa, INIA Mayte e INIA Valentina, estas tres últimas bien conocidas y particularmente buscadas por los consumidores de productos orgánicos. En estos frutos se destacan características visuales por tamaño, uniformidad, color, brillo, y aspectos sensoriales como aromas y sabores.

En las evaluaciones que se realizan del contenido de compuestos nutraceuticos que tienen efecto sobre la salud se ha determinado una buena variabilidad, lo que posibilita seleccionar genotipos superiores para estas características. Se ha encontrado que la prevención del desarrollo de enfermedades crónicas relacionadas con el síndrome metabólico depende de una dieta saludable, que incluya frutas y hortalizas por sus aportes en nutrientes, antioxidantes, vitaminas y polifenoles. Para contribuir al co-

nocimiento y promover el consumo, desde el INIA se comenzó a trabajar en ver los efectos de la selección, el mejoramiento genético y el manejo sobre las cualidades de los productos, las preferencias del consumidor (Lado *et al.*, 2019) y el potencial nutricional de los principales materiales hortifrutícolas generados. En varias especies hortícolas se caracterizó el contenido de micronutrientes y actividad antioxidante en cultivares y selecciones de cebolla, papa, frutilla, boniato y tomate. Se encontraron altos niveles de quercetina en los cultivares de cebolla y en selecciones avanzadas. En tomates, papas, boniatos y frutillas se destaca que compuestos fenólicos, vitamina C, antocianinas, carotenoides totales y capacidad antioxidante tienen una gran variabilidad, por lo que pueden incluirse en el desarrollo de cultivares diferenciados por atributos nutracéuticos (Ferrari *et al.*, 2021).

4.4. Inocuidad e impacto ambiental

Con respecto a la producción de alimentos limpios e inocuos, es muy destacable considerar los niveles de resistencia a plagas y enfermedades que poseen los cultivares INIA. Esta característica es realmente importante y se tiene en cuenta durante la selección de los diferentes materiales. En los campos de selección no se realizan aplicaciones de insecticidas ni fungicidas, de esa forma se puede observar la infección natural y seleccionar las plantas libres de enfermedades y plagas. En las sucesivas evaluaciones se siguen seleccionando los clones y líneas que continúan manteniendo la resistencia o la tolerancia a las plagas y enfermedades. El hecho de incorporar resistencia genética y/o tolerancia a las principales plagas y patógenos que tienen incidencia en nuestras condiciones está relacionado con la disminución o eliminación del uso de principios activos de plaguicidas en los cultivos. Esto se vincula con la inocuidad de los productos obtenidos y, por lo tanto, con un menor impacto en la salud de los aplicadores, el productor y su familia y de los consumidores. También tiene efecto directo sobre la disminución del impacto ambiental por una menor contaminación del aire, de los suelos y las fuentes de agua. Todo esto está alineado en general con las mayores exigencias del consumidor por alimentos libres de productos químicos y con la mayor conciencia que tiene la sociedad con respecto al problema de contaminación del ambiente, principios básicos que deben contemplarse en la producción agroecológica.

4.5. Eficiencia productiva

La resistencia o la tolerancia a plagas y enfermedades que poseen los cultivares INIA además se relacionan con la eficiencia productiva, un concepto que tiene en cuenta los rendimientos obtenidos por unidad de insumo aplicado o de mano de obra. Los problemas causados por insectos, virus, bacterias y hongos son un factor limitante de los rendimientos, por las pérdidas que ocasionan. Para disminuir estos daños se realizan aplicaciones de plaguicidas de diferente tipo que tienen altos costos en el cultivo. Poder contar con cultivares que no se afectan, o que se enferman con menor intensidad, permite reducir drásticamente esas intervenciones con fungicidas, insecticidas o antibióticos. De esta forma, se aumenta la productividad de la mano de obra y se disminuyen los costos del control químico, manteniendo o aumentando la producción. A su vez, al no usar estos productos, o en menor cantidad, se facilita la implementación de manejos alternativos como los agentes de control biológico y la restauración o el establecimiento de nuevos equilibrios biológicos en los cultivos, promoviendo la biodiversidad.

Como ejemplos de las resistencias genéticas y tolerancias a enfermedades que se tienen en los cultivares INIA se pueden mencionar: resistencia a *Botrytis squamosa* y tolerancia a *Peronospora destructor* en las cebollas INIA Naqué, INIA Rocío e INIA Rocío 10, y a virus PVY, tizones (*Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*) y sarna (*Streptomyces* spp.) en las papas INIA Iporá, INIA Guaviyú, INIA Daymán e INIA Arequita. Por su parte, en frutilla se tienen buenos niveles de resistencia a oídio, al complejo de hongos causante de enfermedades de corona y raíz y a enfermedades foliares en INIA Ágata, INIA Yrupé, INIA Mayte e INIA Valentina. Estas últimas, además, poseen alta resistencia a antracnosis de fruto. En tomate, el híbrido INIA Frontera posee los genes de resistencia a *Fusarium oxysporum* razas 1 y 2, *Verticillium* spp., virus mosaico del tabaco TMV, virus de peste negra (TSWV), virus de la cuchara (TYLCV), nemátodo de las agallas (*Meloidogine incógnita*). El híbrido INIA Cimarrón agrega a todas estas la resistencia a la raza 3 de *Fusarium*.

4.6. Uso y conservación de los recursos genéticos

Con relación a uso y conservación de los recursos genéticos locales y a asegurar su disponibilidad, en nuestro proyecto de mejoramiento se ha colectado, utilizado y se conservan recursos genéticos nacionales en las especies donde había poblaciones locales mantenidas por productores.

Esto fue posible en cebolla, ajo, morrón, maní y poroto. La Facultad de Agronomía, además, ha realizado colectas de poblaciones locales de zanahoria, zapallo criollo, tomate, morrón y poroto.

Los cultivares generados constituyen un recurso genético con adaptación local. Para su conservación y mantenimiento, hay bancos de germoplasma en cámaras de frío, bancos activos con los que se trabajan las poblaciones de mejoramiento y bancos *in vitro*.

Para la propagación de los cultivares se han desarrollado y ajustado diferentes técnicas de producción de material básico, que aseguran la identidad y la calidad genética y sanitaria de los diferentes cultivares. El saneamiento y la propagación *in vitro* de especies de reproducción vegetativa son fundamentales para garantizar la clonación y la sanidad de los cultivares, siendo la base de la producción de plantas que luego se multiplican a campo o en invernaderos para ser utilizadas comercialmente. Esto ocurre con papa, boniato, frutilla y ajo.

Para esa multiplicación del material básico también se han ajustado manejos que permiten mantener la calidad del material de plantación. Estas técnicas han sido difundidas para los productores en general y los licenciarios de los cultivares INIA en particular, que son quienes aseguran la disponibilidad de materiales para la producción nacional. Y a manera de respaldo a todo este proceso de reproducción de material de plantación se han ajustado los protocolos de la certificación llevada a cabo por el INASE. Actualmente, se tiene certificación de semilla de cebolla, papa, boniato y ajo, mediante la inspección de los cultivos semilleros durante el ciclo de producción y de la semilla obtenida para garantizar la identidad y la sanidad del material de plantación.

5. Reflexión final

El modelo de producción intensivista, extractivo de recursos naturales y con alta aplicación de insumos externos parece haber llegado a un punto de inflexión. El agotamiento de la fertilidad de los suelos, las altas tasas de erosión, los problemas ambientales y los bajos rendimientos que obtienen muchos productores hortícolas han puesto en riesgo la sostenibilidad de los predios. Según Dogliotti *et al.* (2012), los bajos rendimientos son la causa principal de los bajos ingresos familiares, de la baja productividad de la mano de obra, de la baja eficiencia en el uso de los recursos productivos y de los altos costos de producción por unidad de producto.

Es necesario un cambio de modelo productivo y la trayectoria hacia la agroecología parece un camino adecuado para ir revirtiendo alguno de los efectos negativos de la intensificación no sostenible. Es claro que esta trayectoria debe ser realizada con un abordaje integral que considere los lineamientos y principios de la agroecología. En los cultivos considerados se han generado cultivares con altos rendimientos, estabilidad de producción y con grados variables de resistencia o tolerancia a las principales enfermedades y plagas, lo cual contribuye a la competitividad en la fase de producción y a la sostenibilidad de los sistemas. El ajuste de técnicas de multiplicación y la cooperación con productores y asociaciones locales han permitido al sector productivo generar oportunidades y acceder a un material genético de plantación adaptado, con alta calidad y sanidad, y con mayor valor comercial. Su adopción es significativa en áreas productivas del territorio nacional, lo que ha mejorado el acceso y la disponibilidad de productos de calidad para el consumidor y favorecido el abastecimiento del mercado a lo largo del año.

Como se mencionó previamente en este capítulo, los cultivares locales adaptados pueden aportar en varios de los lineamientos y principios para la transición agroecológica. Aunque en mejoramiento siempre falta generar cultivares más completos, en particular ampliando el rango de resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades y a estreses fisiológicos, así como en características de uso más eficiente del agua y nutrientes, la genética de los cultivares hortícolas del INIA puede considerarse como un patrimonio que facilita, al menos en parte, esta trayectoria en los aspectos ecológico-productivos, del mismo modo que los cultivares generados por la Facultad de Agronomía, y las poblaciones locales y variedades criollas mantenidas por productores. El desarrollo mediante mejoramiento participativo y la conservación *in situ* de estos materiales, así como la vinculación a sistemas de producción de semilla o mudas con calidad genética y sanitaria certificadas, es esencial en la trayectoria hacia sistemas agroecológicos. Esto, en conjunto con las tecnologías de manejo de suelo y agua, de los cultivos y del ambiente, aplicadas siguiendo los fundamentos de la producción agroecológica.

Considerando en su integralidad este enfoque se podrá contribuir a la producción de alimentos hortícolas en cantidad y calidad suficientes para asegurar una alimentación saludable, mientras que se mejorarán los ingresos económicos de los productores y su resiliencia, y se disminuye el impacto ambiental, todo lo cual, a su vez, significa un aporte a la so-

beranía y seguridad alimentaria y nutricional de la población uruguaya. Estos aspectos son fundamentales en los principios de la agroecología.

Para finalizar, es importante mencionar que el mejoramiento genético para la generación de los cultivares y de la información de las evaluaciones que se realizan en INIA Las Brujas, Salto Grande y Tacuarembó es producto del trabajo a mediano y largo plazo de un grupo interdisciplinario de mejoramiento genético, protección vegetal, poscosecha, fitoquímica y biotecnología. Va nuestro reconocimiento al trabajo realizado durante muchos años por investigadores y colaboradores que nos precedieron como César Maeso, Francisco Vilaró, Carlos Crisci, Diego Maeso, Gustavo Pereira, Carlos Picos, Walter Spina, Wilma Walaseck, Mario Cabot. Actualmente, el equipo está conformado por los investigadores Matías González, Esteban Vicente, Gustavo Rodríguez, Joanna Lado, Facundo Ibañez, Marco Dalla Rizza, Alicia Castillo, Ana Arruabarrena, Leticia Rubio y Gustavo Giménez, y los asistentes Alberto Lenzi, Ariel Manzoni, Mario Giambiassi, Brian Ghelfi, Johan Ghelfi, Ignacio Laxague, Néstor Pereira y Adriana Reggio, cada uno aportando con dedicación, compromiso y entusiasmo desde su especialización y experiencia en diferentes áreas del conocimiento y de trabajo.

Bibliografía

Ackermann, M. N.

(2014a), "Sector hortifrutícola. Análisis de estructura y coyuntura con énfasis en el mercado laboral", 13^o Congreso Nacional de Hortifruticultura, OPYP-MGAP.

Ackermann, M. N.

(2014b), "Horticultura: situación y perspectivas", en MGAP-OPYP, *Anuario Opya 2014* MGAP, Montevideo, pp. 193-208.

Altieri, M.

(1999), *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*.

Arruabarrena, A., González-Arcos, M., Rubio, L. y Giménez, G.

(2015), "Selección asistida por marcadores en el mejoramiento genético de tomate: biotecnología para el sector productivo", en *Revista INIA*, v. 40, pp. 46-49.

DIEA-DIGEGRA, MGAP

(2017), *Encuestas hortícolas 2015-2016. Zonas sur y litoral norte*, Serie Encuestas N^o 344, marzo de 2017.

DIEA-MGAP

(2014), *Censo General Agropecuario 2011. Resultados definitivos*.

DIEA-MGAP

(2020), *Anuario Estadístico Agropecuario*.

Dallarizza, M., Vilaró, F., Torres, D. y Maeso, D.

(2006), "Detection of PVY extreme resistance genes in potato germplasm from the Uruguayan breeding program", en *American Journal of Potato Research*, 83(4), pp. 297-304.

Dogliotti, S., C. Abedala, V. Aguerre, A. Albín, F. Alliaume, J. Álvarez, G. F. Bacigalupe, M. Barreto, M. Chiappe, J. Corral, J. P. Dieste, M. C. García de Souza, S. Guerra, C. Leoni, I. Malán, V. Mancassola, A. Pedemonte, S. Peluffo, C. Pombo, G. Salvo y M. Scarlato.

(2012), *Desarrollo sostenible de sistemas de producción hortícolas y horticola-ganaderos familiares: una experiencia de co-innovación*. Proyecto FPTA 209. Diseño, implementación y evaluación de sistemas de producción intensivos sostenibles en la zona sur del Uruguay, Serie FPTA 33, INIA.

Dogliotti, S., Scarlato, M., Berrueta, C., Barros, C., Reherrmann, F., Rieppi, M., Inetti, C., Soust, G. y Borges, A.

(2021) *Análisis y jerarquización de factores determinantes de las brechas de rendimiento y calidad en los principales cultivos hortícolas del Uruguay*. Proyecto FPTA 288, Serie FPTA 91, INIA.

Ferrari, V., Rodríguez, G., González, M., Vicente, E., Giménez, G., Cabrera, D. e Ibañez, F.

(2021), "Nutritional quality and nutraceutical potential of fruits and vegetables from the INIA genetic breeding programs", en *Agrociencia*, Número especial.

Gazzano, I., Apezteguía, E., Gómez, A., Galeano, P., González, L. y Sierra, F. (2020), *Plan Nacional para el fomento de la producción con bases agroecológicas*, Ley 19.717, Documento preliminar.

Giménez, G. y Vicente, E.

(2017), "Frutillas INIA (*Fragaria x ananassa*)", en *Catálogo de Cultivares Hortícolas*, 2ª ed., Boletín de Divulgación 113, pp. 29-39.

Giménez, G., Lenzi, A., Ibañez, F., Castillo, A., González, M. y Trujillo, M.

(2020), "INIA LBR 96.1: Sabor, aroma y sanidad en un nuevo cultivar de frutilla de día neutro", en *Revista INIA*, 62, septiembre, pp. 77-81.

González-Arcos, M., Manzioni, A., Arruabarrena, A., Lado, J., Laxague, J. I., Vicente, E., Giambiasi, M., Moltini, A. I., Lenzi, A. y Giménez, G.

(2019), CULTIVAR HÍBRIDO DE TOMATE 'INIA FRONTERA' (HT72). Hoja de Divulgación N° 110. Disponible en: <<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13764/1/HD-110-Tomate-octubre-2019.pdf>>.

González, M. y Giménez, G.

(2017), "Tomates INIA (*Solanum lycopersicum*)", en *Catálogo de Cultivares Hortícolas*, 2ª ed., Boletín de Divulgación 113, pp. 46-49.

González, M. y Giménez, G. (eds.)

(2017), *Catálogo de Cultivares Hortícolas*, 2ª ed., Boletín de Divulgación 113.

Instituto Nacional de Semillas (INASE)

(2011-2020), *Resultados históricos de evaluación nacional de cultivares de papa*.

Lado, J., Moltini, A., Vicente, E., Rodríguez G., Arcia, P., Rodríguez, M., López, M., Billiris A. y Ares, G.

(2019), “Integration of Sensory Analysis into Plant Breeding: A Review”, en *Agrociencia Uruguay*, 23(1), pp. 1-15. ISSN electrónico 2301-1548.

Ministerio de Salud Pública (MSP)

(2016), *Guía alimentar para la población uruguaya. Para una alimentación saludable, compartida y placentera*. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/sites/ministeriosaludpublica/files/documentos/campanas/guia_%20alimentaci%C3%B3n_saludable.pdf>.

Observatorio Granjero. MGAP-UAM

(2020), *Mercado Modelo. Comercialización de productos hortifrutícolas*, UCU, abril.

Organización Mundial de la Salud (OMS)

(2003), “La FAO y la OMS anuncian un enfoque unificado para la promoción del consumo”. Ginebra. Disponible en: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr84/es/>>.

Paruelo, J. M.

(2021), “Las múltiples miradas de la Agroecología”, en *Aportes científicos y tecnológicos a las trayectorias agroecológicas*, Jornada Destacada, INIA Las Brujas, 24 y 25 de noviembre de 2021.

Plan Nacional Para el Fomento de la Producción con Bases Agroecológicas

(2021). *Documento Final*.

Rodríguez, G., Vicente, E. y Vilaró, F.

(2017), “Boniatos INIA (*Ipomoea batatas*)”, en *Catálogo de Cultivares Hortícolas*, 2ª ed., Boletín de Divulgación 113, pp. 8-19.

Scarlatto, M., Giménez, G., Lenzi, A., Borges, A., Bentancur, O. y Dogliotti, S.

(2017), “Análisis y jerarquización de factores determinantes de las brechas de rendimiento del cultivo de frutilla en el sur del Uruguay”, en *Agrociencia* (Uruguay), v. 21, 1, pp. 43-57.

Vicente, E., Lado, J., Manzzioni, A., Arruabarrena, A., Giambiasi, M., Varela, P., Giménez, G., Silvera, E., Machín, A. y González, M.

(2019), *El cultivar de frutilla ‘INIA Yrupé’* (SGS73.1). Hoja de Divulgación 109. Disponible en: <<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13697/1/HD-109-Frutilla-octubre-2019.pdf>>.

Vicente, E., Rodríguez, G., Ghelfi, B., Lado, J., Giambiasi, M., Arruabarrena, A. y González, M.

(2020), *CULTIVAR DE BONIATO ‘INIA RUBÍ 63’* (W1363.4). Hoja de Divulgación N° 111. Disponible en: <<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14449/1/Hoja-de-Divulgacion-N111-Boniato-29-5.pdf>>.

Vicente, E., Rodríguez, G., Ghelfi, B., Ibáñez, F., Ghelfi, J. y González, M. (2021), EL CULTIVAR DE CEBOLLA 'INIA ROCÍO 10' (SG10). Hoja de Divulgación N° 112. Disponible en: <<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Hoja-Divulgacion-112.pdf>>.

Vicente, E., Rodríguez, G. y Vilaró, F. (2017), “Cebollas INIA (*Allium cepa*)”, en *Catálogo de Cultivares Hortícolas*, 2ª ed., Boletín de Divulgación N° 113, pp. 20-28.

Vicente, E., Vilaró, F. y González, M. (2017), “Ajo (*Allium sativum*)”, en *Catálogo de Cultivares Hortícolas*, 2ª ed., Boletín de Divulgación N° 113, pp. 51-53.

Vilaró, F. y González, M. (2017), “Papás INIA (*Solanum tuberosum*)”, en *Catálogo de Cultivares Hortícolas*, 2ª ed., Boletín de Divulgación N° 113, pp. 40-45.