Capítulo II

Modelo de producción de semilla en el Plan Nacional de Semillas

Erika Vanessa Wagner-Medina
Claudia Patricia Rendón Ocampo
Adriana Marcela Santacruz Castro

Luego de hacer un recuento histórico y normativo sobre las semillas, el intercambio de recursos fitogenéticos y las reivindicaciones de los pueblos, en este capítulo se profundiza en los detalles técnicos de la producción de semilla, tomando como referencia y experiencia la configuración y desarrollo del PNS y en especial los modelos de producción de semilla adelantados por AGROSAVIA. Aquí se podrá ver la complejidad de la producción que se aborda desde el proceso llevado a cabo en los centros de investigación de la Corporación, también quienes están detrás del proceso (equipos de investigación) y como se propician sinergias y ejercicios de innovación asumiendo retos tecnológicos para disponer modelos de producción de semilla y semillas de calidad.

Se debe considerar que, en su primera etapa (2013-2018), el Plan Nacional de Semillas (PNS) contempla-

ba, además, el fortalecimiento de capacidades locales (que se aborda en el capítulo III, "Gestión del conocimiento en semillas"), ejercicios de trazabilidad, sistematización de experiencias, caracterización de oferta y demanda de semilla, y consolidación de núcleos de producción (Rendón Ocampo et al., 2021).

A continuación, se presentan las razones que motivaron la selección de especies, los desafíos para el ajuste de los modelos, los aspectos técnicos para la obtención de semilla y las capacidades técnico-científicas disponibles para el desarrollo tecnológico. Finalmente, se esbozan algunas particularidades del marco normativo de la producción y comercialización de semilla en Colombia dentro del PNS. Para la documentación del capítulo se emplearon informes técnicos por especie, procedimientos operativos estandarizados, manuales de producción, bases de datos de semillas e infraestructura, revisión de literatura de contexto, entrevistas y comunicaciones personales con los equipos de trabajo asociados a cada una de las especies que hicieron parte del PNS de AGROSAVIA entre 2014 y 2018.

Razones de selección de especies en el PNS

Durante años no se prestó suficiente atención al abastecimiento y calidad de la semilla que circulaba en el país. Los eventos climáticos de la Ola Invernal 2010-2011 pusieron en evidencia que no se producían, usaban, conservaban o comercializaban semillas de calidad de varias especies, a fin de atender, en primer lugar, la emergencia para el restablecimiento de los cultivos, y en segundo lugar, para garantizar los rendimientos, reducir los riesgos fitosanitarios o preservar la agrobiodiversidad de la nación (Rendón Ocampo et al., 2021). Lo anterior sucedía sobre todo en los sistemas de producción de semilla tradicional y no tanto en los tecnificados, los cuales, de alguna manera, estaban respaldados por la gestión de la industria nacional y por multinacionales productoras de semilla, organizaciones gremiales y centros de investigación especializados (Wagner-Medina et al., 2021; Jiménez & Hernández, 2023).

> Desde la escisión ICA-Corpoica [AGROSAVIA desde 2018], el manejo y la producción de semilla de calidad en la Corporación fue abandonado; no había protocolos operativos estandarizados, no había trazabilidad en la producción de la semilla [...] El vacío estructural está desde la época de Pronatta, que fue la década del noventa hasta el año 2000. En esa década la Corporación asumió todos los riesgos de multiplicación de

> semilla en proyectos. (Diego Aristizábal, director Centro de Investigación Palmira, comunicación personal, febrero de 2020)

El programa Ola Invernal (2011-2013), liderado por AGROSAVIA a través de la entrega de semilla, respondió de alguna manera a las pérdidas de cultivos y la falta de semilla para reactivar varios sistemas productivos en las regiones afectadas. Esta iniciativa permitió reconocer fallas en los flujos espontáneos de oferta y demanda de semilla en los ámbitos locales, la erosión del material genético, y en general una dinámica frágil de abastecimiento.

La experiencia en la entrega y conocimiento de los equipos de investigación con respecto a las semillas y territorios en el marco de Ola Invernal influyó en la decisión de cuáles especies incluir en PNS y dio paso a las acciones correspondientes de producción y distribución de semilla de calidad.

Las mayores afectaciones en los sistemas productivos y la disponibilidad de semillas se evidenciaron en los cítricos, porque gran parte de los materiales regionales de naranja margarita (*Citrus* sp.) murieron a causa de las inundaciones, coyuntura que hizo necesaria su multiplicación a partir de árboles sobrevivientes (Yacomelo Hernández, 2016; Yacomelo et al., 2018;). Lo mismo sucedió con el aguacate (*Persea americana*), en el cual las condiciones ambientales ocasionaron enfermedades radiculares (Novoa Yanez, 2017). Fue así como el desarrollo de un sistema de abastecimiento de semilla que permitiera el repoblamiento de hectáreas cultivadas se convirtió en uno de los argumentos para la inclusión de procesos de producción de semilla de estas especies en particular (Yacomelo Hernández, 2020).

Durante la ejecución del PNS se reflexionó sobre la importancia de la calidad de la semilla empleada, las metodologías relacionadas con su modelo de producción, el acompañamiento a organizaciones vinculadas, además de las responsabilidades y acciones correspondientes de las instituciones aliadas. El rol de AGROSAVIA se discute específicamente por la falta de correlación entre los procesos de mejoramiento genético y la producción de semillas. Esto explica por qué aún en muchas de estas especies de interés para la seguridad alimentaria de la ACFEC, la cantidad de semilla disponible es insuficiente a pesar de la alta diversidad genética del país, lo que a su vez limita su expansión en áreas de siembra (Navas Arboleda, 2017; Ochoa Jiménez et al., 2013; Pardo Barbosa, 2016, 2017, 2018).

Con el inicio de las acciones del PNS en 2014, se identificaron otras necesidades relacionadas con la estacionalidad de la oferta de semilla, brechas en las tasas de renovación, incertidumbre en la definición de los tratamientos para reducir el deterioro de los materiales con respecto a la sanidad, así como pérdida de vigor y condiciones físicas y fisiológicas de las semillas (Espitia Montes, 2017b; Novoa Yanes, 2017; Tamayo Molano, 2016; Yacomelo Hernández, 2017). De igual forma, se evidenciaron los riesgos por la pérdida de diversidad y fidelidad genética de materiales regionales y criollos que venían siendo seleccionados, conservados y producidos tradicionalmente; además, estas semillas estaban degeneradas, tenían poco vigor y eran susceptibles a problemas fitosanitarios o bajos rendimientos en detrimento de procesos de renovación y limpieza de materiales de siembra (Agudelo Castañeda, 2016; Deantonio Florido, 2017; Gallo-García et al., 2021; Kopp Sanabria, 2016; Maldonado, 2014b).

La semilla se convierte en un vector de dispersión ante el aumento de plagas y patógenos (Martínez et al., 2022), lo que propicia un uso poco racional de insumos agrícolas de síntesis química que conlleva contaminación ambiental, deterioro de la salud humana y pérdidas económicas, y todo esto, en resumidas cuentas, es el indicador que más influye en las decisiones de quienes producen (Hio, 2016; Tamayo Molano, 2016).

A las anteriores razones del desabastecimiento, se deben sumar las condiciones de mercado de las semillas. La oferta local se caracteriza por tener flujos espontáneos debido, en algunos casos, a la asincronía de épocas de cosecha y siembra y al reducido número de semilleristas. En aquellos casos en los que la oferta sí existe, la semilla es de alto costo, como en la piña (*Ananas comosus*), o de dudosa calidad, como sucede con la arveja (*Pisum sativum* L.) (Arango Wisner, 2016; Cadena Guerrero et al., 2020; Yepes Chamorro, 2017). Para algunas especies que cuentan con una normatividad específica para la certificación, como en papa (*Solanum* sp.) y yuca (*Manihot esculenta*), aún predomina el uso del producto en fresco de cosechas previas como semilla de aceptable calidad (Espitia Montes, 2017a; Sánchez León, 2017). Esto puede relacionarse con la percepción de que esta semilla tiene un alto costo debida a que la certificación no se reconoce como garantía de calidad.

Como se ha mencionado, son escasos los programas y políticas de fomento que consideran el uso y producción de semillas de calidad (Romero Ferrer, 2016). A esto se suma que, hasta 2013, la multiplicación de semilla en Colombia contaba apenas con algunos programas de impulso permanente para las especies de importancia local, lo que dejaba en manos de la pequeña producción y sus organizaciones la respon-

sabilidad de la provisión de semilla a nivel nacional (Wagner-Medina et al., 2021). A continuación, se enuncian las particularidades técnicas que asumió el PNS y que permiten adentrarse en sus dinámicas y complejidad.

Características técnicas para la producción de semilla en el PNS

En la ejecución del PNS se desarrollaron diversas actividades como parte del camino hacia la producción de semilla de calidad, actividades que involucraron 33 especies productivas entre semestrales, anuales, semipermanentes y permanentes. En varios informes, publicaciones y presentaciones del PNS se mencionan 21 o 23 especies, pero no se discriminan las que pertenecen a los sistemas de producción, por ejemplo, las especies forestales que se produjeron para los sistemas de producción de semilla de cacao (*Theobroma cacao*) ni los patrones de cítricos tenidos en cuenta en la producción de naranja margarita que pertenecen a especies e incluso géneros distintos. De otro lado, la mención de especies se hace sobre grupos, como en el caso de leguminosas forrajeras y papa (tabla 1).

Tabla 1. Descripción de especies en el Plan Nacional de Semillas (PNS), morfología y fisiología para la producción de semillas

Especie	Tipo/ Aprovechamiento	Ciclo	Tipo de reproducción y sistema de propagación	Órgano de propagación de la planta	Material para establecer huertos de producción de semilla*	Tiempo para obtención de semilla
Abarco (*Cariniana pyriformis*)	Forestal*/ acompañante del SAF (cacao, sombrío permanente)	Permanente	Sexual	Semilla	Planta	4-6 meses
Achira (*Canna indica*)	Rizoma/ Agroindustrial	Anual	Asexual/Por rizomas	Rizoma/Colino	Rizoma	4-6 meses
Aguacate (*Persea americana*)	Fruta/Consumo en fresco	Permanente	Sexual (patrones) y asexual (yemas)	Semilla sexual y yemas	Árbol injertado	7-8 meses
Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)	Nabo/Consumo en cocción	Anual	Asexual/Clonación por propágulo	Propágulo / Peciolo y base de tallo o cepa	Colino o propágulo	10-12 meses
Arroz (*Oryza sativa*)	Cereal/ Agroindustrial	Anual	Sexual	Semilla sexual	Semilla sexual	4-5 meses

(Continúa)

Especie	Tipo/ Aprovechamiento	Ciclo	Tipo de reproducción y sistema de propagación	Órgano de propagación de la planta	Material para establecer huertos de producción de semilla*	Tiempo para obtención de semilla
Arveja (*Pisum sativum*)	Legumbre/Consumo en cocción	Semestral	Sexual	Semilla sexual	Semilla sexual	6 meses
Batata (*Ipomoea batatas*)	Tubérculo/Consumo en cocción	Anual	Asexual/Plantulación a partir de segmentos nodales obtenidos *in vitro*	Plántulas *in vitro*/Esqueje/ Explantes	Esquejes	8 meses (*in vitro*)/6 meses (campo)
Berenjena (*Solanum melongena*)	Fruto/Consumo en cocción	Anual	Sexual	Semilla sexual	Semilla	4 meses
Cacao (*Theobroma cacao*)	Fruto/Agroindustrial	Permanente	Sexual y asexual/ Plantulación a partir de injertación (parche y púa) y establecimiento de jardines clonales portayemas y de patrones	Rama portayema	Plantas injertadas	6-7 meses

(Continúa)

Especie	Tipo/ Aprovechamiento	Ciclo	Tipo de reproducción y sistema de propagación	Órgano de propagación de la planta	Material para establecer huertos de producción de semilla*	Tiempo para obtención de semilla
Caña de azúcar para producción panelera (*Saccharum officinarum*)	Caña/Agroindustrial	Semipermanente	Asexual/Producción de plantas germinadas a partir de yemas individuales	Yemas	Plantas germinadas	4 meses
Caoba (*Swietenia macrophylla*)	Forestal/Sombrío permanente	Permanente	Sexual	Semilla	Planta	4 meses
Cebolla de rama (*Allium fistulosum*)	Tallo/Consumo en cocción	Semestral	Asexual/Plantación a partir de explantes *in vitro*	Explante de pseudotallo	Plántula	21 meses
Cedro (*Cedrela odorata*)	Forestal y especies acompañantes del SAF (cacao)	Permanente	Sexual/Plantulación	Semilla	Plántula	90 días
Citrumelo (*Citrus paradisi* Macfad. × *Poncirus trifoliate* [L.] raf.)	Patrón	Permanente	Sexual	Semilla sexual	Planta	

(Continúa)

Especie	Tipo/ Aprovechamiento	Ciclo	Tipo de reproducción y sistema de propagación	Órgano de propagación de la planta	Material para establecer huertos de producción de semilla*	Tiempo para obtención de semilla
Cratylia (*Cratylia argentea*)	Leguminosa/Forraje	Permanente	Sexual	Semilla	Semilla	24 meses
Chontaduro (*Bactris gasipaes*)	Fruta/Consumo en cocción	Permanente	Sexual/Plantulación a partir de semilla sexual	Semilla sexual	Plántula o planta de vivero	9-12 meses
Desmodium (*Desmodium heterocarpon*)	Leguminosa/Forraje	Semestral	Sexual	Semilla sexual	Semilla sexual	8 meses
Fríjol (*Phaseolus vulgaris*)	Legumbre/Consumo en cocción	Semestral	Sexual	Semilla sexual	Semilla sexual	3-6 meses
Guayaba (*Psidium guajava* L.)	Fruta/Agroindustrial y consumo en fresco	Permanente	Sexual (obtención de patrones) y asexual (injertación y por esquejes)	Semilla sexual/ Rama > 40 cm, yemas axilares	Plántula injertada/Esqueje	10-15 meses
Maíz (*Zea mays*)	Cereal/Consumo en cocción y agroindustrial	Semestral	Sexual	Semilla sexual	Semilla sexual	4-9 meses

(Continúa)

Especie	Tipo/ Aprovechamiento	Ciclo	Tipo de reproducción y sistema de propagación	Órgano de propagación de la planta	Material para establecer huertos de producción de semilla*	Tiempo para obtención de semilla
Mandarina cleopatra (*Citrus reshni*)	Patrón de naranja margarita	Permanente	Sexual	Semilla sexual	Semilla sexual	36 meses
Maní forrajero (*Arachis pintoi*)	Leguminosa/Forraje	Permanente	Asexual	Estolón	Estolón	6 meses
Nogal cafetero (*Cordia alliodora*)	Forestal/Sombrío permanente	Permanente	Sexual	Semilla sexual	Semilla sexual	
Naranja (*Citrus sinensis*)	Fruta/Consumo en fresco	Permanente	Asexual/Plantulación a partir de injertación, microinjertación en laboratorio	Yemas	Planta injertada	8-10 meses
Ñame (*Dioscorea* spp.)	Tubérculo/Consumo en cocción	Anual	Asexual/Plantulación a partir de segmentos nodales obtenidos *in vitro*	Esquejes/ Explantes	Plántula o tubérculo	8-9 meses (explantes)/8-10 meses (plántulas)
Papa (*Solanum tuberosum*)	Tubérculo/Consumo en cocción y agroindustrial	Semestral	Asexual/Fase I *in vitro*/Convencional o aeroponía	Plántulas de laboratorio/ Minitubérculos	Minitubérculo brotado	9-11 meses

(Continúa)

Especie	Tipo/ Aprovechamiento	Ciclo	Tipo de reproducción y sistema de propagación	Órgano de propagación de la planta	Material para establecer huertos de producción de semilla*	Tiempo para obtención de semilla
Papa criolla (*Solanum phureja*)	Tubérculo/Consumo en cocción	Anual	Asexual/Aeropónica	Plántulas de laboratorio/ Minitubérculos	Minitubérculo	7-9 meses
Piña (*Ananas comosus*)	Fruta/Consumo en fresco y agroindustria	Semipermanente	Asexual/ Micropropagación a partir de colinos axilares	Colino	Colino	5 meses
Plátano (*Musa paradisiaca*)	Fruta/Consumo en cocción y agroindustria	Semipermanente	Asexual/Plantulación a partir de meristemo apical y obtención de esquejes laterales, con reguladores de crecimiento para propagación *in vitro*. *In vivo* por inducción de brotación y por explante.	Meristemo apical/Cormo	Cormo/Plántula	9-10 meses (plántula a partir de *in vitro*), 7 meses (plántula), 8-9 meses (huerto de multiplicación intensiva-cormo), 17-18 meses (huerto madre-cormo)

(Continúa)

Especie	Tipo/ Aprovechamiento	Ciclo	Tipo de reproducción y sistema de propagación	Órgano de propagación de la planta	Material para establecer huertos de producción de semilla*	Tiempo para obtención de semilla
Sunki x English (*Citrus unshiu* × *Poncirus trifoliate*)	Patrón de naranja margarita	Permanente	Sexual	Semilla	Planta	
Tangare (*Carapa guianensis*)	Forestal y especies acompañantes del SAF (cacao)	Permanente	Sexual	Semilla sexual	Planta	4 meses
Teca (*Tectona grandis*)	Forestal/Sombrío permanente	Permanente	Sexual	Semilla	Planta	4 meses
Yuca (*Manihot esculenta*)	Raíz/Consumo en cocción, agroindustrial y forraje	Anual	Asexual/Propagación *in vitro* y huertos para obtención de cangres	Plantas *in vitro*/Esqueje/ Miniestacas/ Estacas	Cangres	17-18 meses (*in vitro*)/7 meses (esquejes)

SAF: sistemas agroforestales.

* Las especies forestales no se produjeron para conseguir semilla, sino como parte de los huertos para obtención de semilla de cacao.

Fuente: Elaboración propia a partir de informes técnicos y entrevistas

Fueron varios los procesos que se llevaron a cabo con cada uno de los materiales (figura 1). El reconocimiento de esta pluralidad de procesos y especies da crédito de la complejidad de los desarrollos en la producción de semilla, lo que se suma a las variadas condiciones agroecológicas y capacidades de los equipos técnicos en las regiones en las que se trabajó.

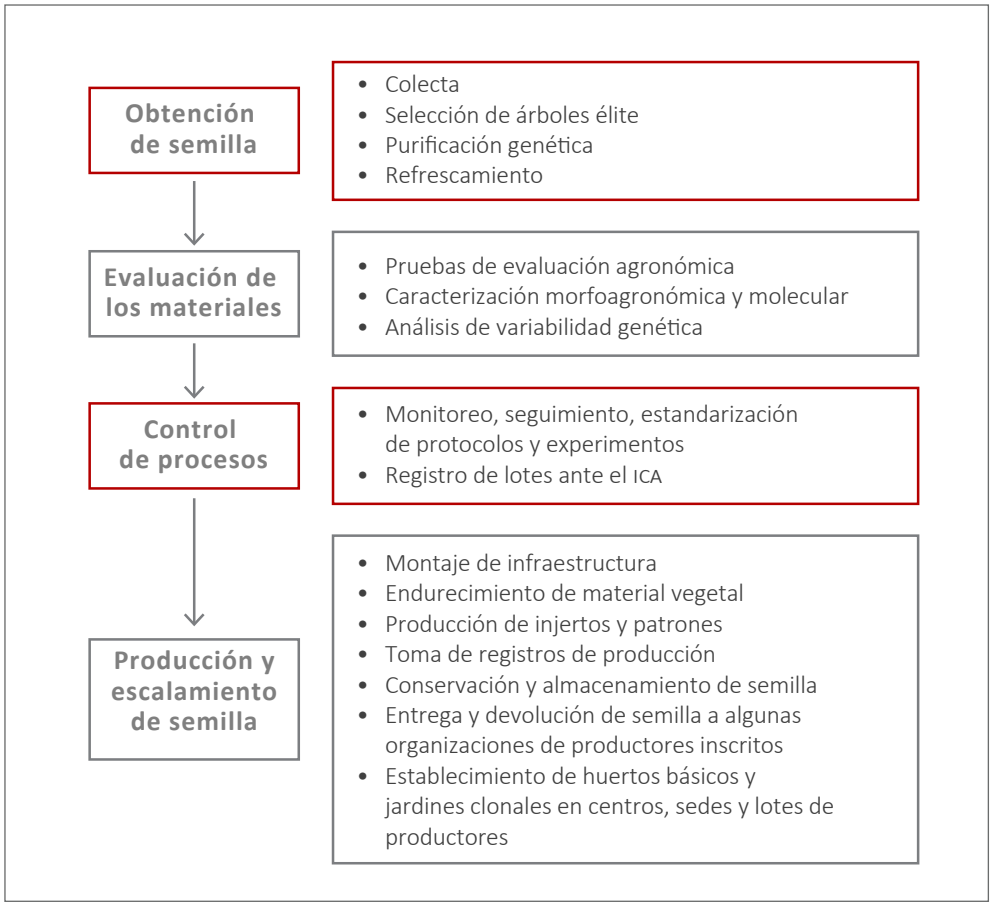

Figura 1. Procesos dentro de la producción de semilla en el PNS.
Fuente: Elaboración propia a partir de informes técnicos y entrevistas

Las especies que se emplearon en el PNS trascienden el interés agroindustrial, en los que normalmente se han concentrado los desarrollos en semillas y que no necesariamente responden a las necesidades de los sistemas de la agricultura campesina, comunitaria, indígena y familiar (Jiménez & Hernández, 2023). El fin de la producción de semilla en el PNS obedece a la obtención de alimentos básicos de la dieta y economía campesina: papa, yuca, plátano, maíz, fríjol, arroz y chontaduro;

de ingredientes de la cocina tradicional colombiana: arracacha y aguacate; de alimentos que responden a ejercicios agroindustriales tradicionales (panela, chocolate, almidón, dulce de guayaba y bocadillo), y de alimentos para animales, como yuca y leguminosas forrajeras.

Los materiales con los que se iniciaron los procesos de producción de semilla se adquirieron principalmente de lotes de productores a lo largo del país, de las colecciones de los bancos de germoplasma de la nación, de materiales en pruebas de evaluación agronómica y en huertos de centros de investigación de AGROSAVIA. Se obtuvieron quince materiales de entidades como la Universidad de Nariño, la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya (Fenalce), la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y viveros y productores de semilla registrados o certificados (tabla 2).

Tabla 2. Listado de especies y materiales en el Plan Nacional de Semillas (PNS), ubicación de procesos de producción y procedencia de la semilla

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Abarco (*Cariniana pyriformis*)[1]	La Suiza, El Mira, El Nus	Abarco	Nativo	Empresa de semillas El Semillero
Achira (Canna indica)	Tibaitatá	Nativa roja	Regionales	Lotes de productores
		Nativa verde		Lotes de productores
Aguacate (*Persea americana*)	Carmen de Bolívar	Lorena, raza antillana	Variedad	Subregión Montes de María (Carmen de Bolívar, San Jacinto y San Juan Nepomuceno), 227 árboles élite donantes de semilla y yemas en lotes de productor
		Criollo, raza antillana	Criollo	
Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)	Nataima	Agrosavia la 22	RNC-AGROSAVIA	Bancos de germoplasma
		Amarilla común, AXAC100	Regional	Lote de productor del municipio de Cajamarca
		Yema de huevo, AXYH101	Regional	
		Cartagenera, AXC102	Regional	
Arroz (*Oryza sativa*)	Turipaná	Ina mono	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Ina blanco	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Ina macho	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Guatapurí	Regional	Mojana/Banco de germoplasma

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Arroz (*Oryza sativa*)	Turipaná	Tumba casa	Regional	Chocó
		Guayaquil mono	Regional	Mojana/Lote de productor
		Uringan	Regional	Chocó
		Calilla roja	Regional	Putumayo
		Belepan mono	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Mula chilimico	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Donde lo tiren	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Canillita	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Semilla nueva	Regional	Chocó
		Mariángela	Regional	Chocó
		Cuarenta colorao	Regional	Chocó
		Bluebone	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Fortuna morado	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Fortuna blanco	Regional	Mojana/Banco de germoplasma
		Oryzica Turipaná 7	RNC-ICA y CIAT	Banco de germoplasma
Arveja (*Pisum sativum*)	Obonuco	Obonuco Andina	RNC-Universidad de Nariño y Corpoica	Fenalce, colección de trabajo de la Universidad de Nariño, Banco de Germoplasma 2013A
		Obonuco San Isidro	RNC-Fenalce, Universidad de Nariño y AGROSAVIA	

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Arveja (*Pisum sativum*)	Obonuco	ICA Corpoica Sindamanoy	RNC- ICA-Corpoica-Fenalce	Fenalce, colección de trabajo de la Universidad de Nariño, Banco de Germoplasma 2013A
		Santa Isabel	Regional	
Batata (*Ipomoea batatas*)	Turipaná	Corpoica Ambarina	RNC-AGROSAVIA	Banco de germoplasma
		Corpoica Aurora	RNC-AGROSAVIA	
		15200063	Variedades promisorias	
		199035-7		
		191002-55		
		440157		
		44036		
		15020067		
		44050		
		15020065		
		Criolla de La Pozona	Criollo	
Berenjena (*Solanum melongena*)	Turipaná	C015	RNC-Corpoica	Lote de productores
		C029	RNC-Corpoica	
		Regionales criollos	Criollo	
		Berenjena morada		

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Cacao (*Theobroma cacao*)	La Suiza, El Nus	CCN-51	Universal-ICS 95 X IMC 67-Ecuatoriano	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma. Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
	La Suiza, El Nus, Nataima	EET-8	Universal-ICS95 X IMC67-Ecuatoriano	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma. Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
	El Nus	EET-96	Universal trinitario	Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
	La Suiza, El Nus, Nataima	ICS-01	Universal-Híbrido trinitario	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma. Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
	La Suiza, Nataima	TCS-01	RNC-Corpoica	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma
	Nataima	TCS-13	RNC-Corpoica	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma
	La Suiza, Nataima	TCS-19	RNC-Corpoica	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma
	La Suiza, Nataima	TCS-06	RNC-Corpoica	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma
	El Nus, Nataima, La Suiza	ICS-60	Universal-Hibrido trinitario × criollo	Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
	El Nus, Nataima, Turipaná, El Mira	ICS-95	Universal-Hibrido trinitario	Jardín clonal de El Mira. Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Cacao (*Theobroma cacao*)	El Nus, Nataima, Turipaná, El Mira	ICS-39	Universal	Jardín clonal de El Mira. Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
		SCC6-61	Universal	Jardín clonal de Nataima
	Nataima, El Nus	TSH-565	Universal-Trinidad	Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
	El Mira	14 clones regionales	Clon regional	Productores de costa pacífica nariñense
	Nataima, El Nus, El Mira, La Suiza	IMC-67	Universal	Huerto básico de La Suiza y bancos de germoplasma. Jardín clonal de Nataima. Establecimiento de jardín clonal para obtención de ramas portayemas y establecimiento de jardín exclusivo para obtención de semilla sexual en el suroccidente colombiano. Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
	La Suiza	PA-121	S. I.	S. I.
	La Suiza	PA-46	S. I.	S. I.
	La Suiza, El Nus	Caucacia-39	Regional	Jardín clonal de la zona, Maceo, Antioquia-Cannes
Caña de azúcar para producción de panela (*Saccharum officinarum*)	Cimpa	CC 93-7711	RNC-Corpoica	PEA de Cimpa
		CC 93-7510	RNC-AGROSAVIA	
		CC 93-714	Variedad no registrada	
		CC 91-1555	Variedad no registrada	

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Caoba (*Swietenia macrophylla*)	La Suiza, El Nus	Caoba	Nativo	Empresa de semillas El Semillero
Cebolla de rama (*Allium fistulosum*)	Tibaitatá	Clon 38	Clon de colección de trabajo	Banco de germoplasma/PEA Aquitania, Boyacá
		Regional pastusa	Regional	Aquitania, Boyacá
		Corpoica Aquitania 1, clon 30	RNC-Corpoica	Banco de germoplasma/PEA Aquitania
		Corpoica Tota 1, clon 19	RNC-Corpoica	Banco de germoplasma/PEA Aquitania
Cedro (*Cedrela odorata*)	El Mira, El Nus	Cedro	Introducido	Empresa comercial El Semillero
Citrumelo (*Citrus paradisi* Macfad. × *Poncirus trifoliate* (L.) raf.)		CBB4475	Híbrido	Vivero comercial Santander y Valle del Cauca
Cratylia (*Cratylia argentea*)	La Libertad	Veranera	Variedad	Lotes de producción en C. I. La Libertad
Chontaduro (*Bactris gasipaes*)	Palmira, El Mira	Raza occidental, ecotipos amarillo, anaranjado y rojo	Ecotipos	Buenaventura (Valle del Cauca) y Tumaco
Desmodium (*Desmodium heterocarpon*)	Taluma	subsp. *ovalifolium* cv. Maquenque	Variedad	Lotes de producción en C. I. La Libertad, Carimagua y Taluma

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Fríjol (*Phaseolus vulgaris*)	El Nus, La Selva	Corpoica Radical Jiji	RNC-Corpoica	Santander, productores comerciales
	La Selva	Corpoica Rojo 39	RNC-Corpoica	C. I. Motilonia
	El Nus, La Selva	Corpoica Froilán	RNC-Corpoica	Santander, productores comerciales
	El Nus, La Selva	ICA Guanentá	RNC-ICA y Corpoica	Santander, productores comerciales
	El Nus, La Selva	ICA Jaidukamá	RNC-ICA	Banco de germoplasma/Adaptan a condiciones del Eje Cafetero
	El Nus, La Selva	ICA Cafetero	RNC-ICA, CIAT y Fedecafé	Banco de germoplasma/Adaptan a condiciones del Eje Cafetero
	El Nus, La Selva	ICA Quimbaya	RNC-ICA	Banco de germoplasma/Adaptan a condiciones del Eje Cafetero
	El Nus, La Selva	ICA Caucayá	RNC-ICA, CIAT y Fedecafé	Banco de germoplasma/Adaptan a condiciones del Eje Cafetero
	El Nus, La Selva	ICA Pijao	RNC-ICA	Banco de germoplasma/Adaptan a condiciones del Eje Cafetero
	El Nus, La Selva	ICA Citará	RNC-ICA y CIAT	Banco de germoplasma/Adaptan a condiciones del Eje Cafetero
	El Nus, La Selva	Diacol Calima	RNC-ICA	Suroeste, Ciudad Bolívar/Adaptan a condiciones del Eje Cafetero
	La Selva	Radical Santander	S. I.	Santander, productores comerciales
	La Selva	Bola roja BRC 1	Regionales	Meta, productores comerciales
	La Selva	Bolón negro San Pedro Sibundoy	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo, productores comerciales

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Fríjol (*Phaseolus vulgaris*)	La Selva	Bolón rojo San Pedro Sibundoy	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo, productores comerciales
	La Selva	Balín San Pedro Sibundoy	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto mocho	Regionales	Oriente, C. I. La Selva
	La Selva	Cargamanto blanco CBS 1	Regionales	Meta, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto blanco CBS 2	Regionales	Meta, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto blanco CBS 3	Regionales	Meta, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto blanco CBS 4	Regionales	Meta, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto rojo CRC7 (CRC1)	Regionales	Meta, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto rojo CRC1 (CRS1)	Regionales	Meta, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto rojo Sibundoy San Pedro	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo, productores comerciales
	La Selva	Cargamanto rojo Carmen de Viboral	Regionales	Carmen de Viboral, Antioquia
	La Selva	Cargamanto blanco ombligo amarillo	Regionales	Oriente, C. I. La Selva

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Fríjol (*Phaseolus vulgaris*)	La Selva	Cargamanto blanco mosqueño	Regionales	Carmen de Viboral, Antioquia
	La Selva	Híbrido municipio Colón San Pedro	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo, productores comerciales
	La Selva	Híbrido balín San Pedro	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo, productores comerciales
	La Selva	Monteoscuro	Regionales	Suroeste, Betulia
	La Selva	Rosado Zaragoza	Regionales	Santander, productores comerciales
	Palmira	Sangretoro	Criollos	Santa Cecilia-Pueblo Rico, Risaralda
	Palmira	Chenke	Criollos	Santa Cecilia-Pueblo Rico, Risaralda
	Palmira	Guarzo	Criollos	Santa Cecilia-Pueblo Rico, Risaralda
Guayaba (*Psidium guajava* L.)	Cimpa	Regional roja Regional blanca	Ecotipo	Árboles élite de lote de agricultores
Maíz (*Zea mays*)	La Selva	ICA V-303	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	La Selva, Palmira, El Nus	ICA V-305	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	La Selva	ICA V-306	RNC-ICA y Corpoica	Banco de germoplasma
	La Selva	ICA V-354	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	La Selva	ICA V-402	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	La Selva	ICA V-453	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	La Selva	ICA V-508	RNC-ICA	Banco de germoplasma

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Maíz (*Zea mays*)	La Selva	ICA V-553	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	Turipaná	Corpoica V-114	RNC-Corpoica	Banco de germoplasma del CIMMYT, 2007
	Turipaná	Corpoica V-159	RNC-Corpoica	Banco de germoplasma del CIMMYT, 2012
	Palmira, El Mira	Chococito	Criollo	Pueblo Rico, Risaralda. Diferentes colores de grano en cada mazorca
	La Selva, Palmira	Urraeño	Regionales	Urrao, Antioquía
	La Selva, Palmira	Capachimorado	Regionales	Jardín, Antioquía
	La Selva, Palmira	Amarillo	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo
	La Selva	Blanco	Regionales	Valle del Sibundoy, Putumayo
	Turipaná	Cuba hoja blanca	Criollo	Organizaciones inscritas en el PNS de Córdoba y Sucre
	Turipaná	Cuba hoja negra	Criollo	
	Turipaná	Puya amarillo	Criollo-Híbrido colombiano	
	Turipaná	Cariaco amarillo	Criollo-Regional	
	Turipaná	Criollo blanco	Criollo	
	Turipaná	Azulito	Criollo	
	Turipaná	Guajiro blanco	Criollo	
	Turipaná	Negrito	Criollo-Híbrido colombiano	
	Turipaná	Lucio blanco	Criollo	

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Mandarina cleopatra (*Citrus reshni*)	Turipaná	Cleopatra	Variedad	Vivero comercial, Santander y Valle del Cauca
Maní forrajero (*Arachis pintoi*)	La Libertad	Maní forrajero	RNC-ICA y CIAT	Lotes de producción en C. I. La Libertad
Nogal cafetero (*Cordia alliodora*)	El Nus	Nogal cafetero	S. I.	Empresa de semillas El Semillero
Naranja[3] (*Citrus sinensis*)	Depresión momposina en vivero de organización inscrita (APROCOMVECIF)	Mg015 - Grupo I	Clon regional naturalizado	Depresión momposina, lotes de productores
		Mg070 - Grupo I		
		Mg063 - Grupo I		
		Mg037 - Grupo I		
		Cr126 - Grupo II		
		Cr132 - Grupo II		
		Az122 - Grupo III		
		Az108 - Grupo III		
		Marg032		
Ñame (*Dioscorea* spp.)	Turipaná	Pico de botella 86-1104 86-1172 TDA/297	Criollo	Banco de germoplasma

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Ñame (*Dioscorea* spp.)	Turipaná	Espino 2 TDR:96/02528 TDR:98/00686 TDR:98/00933 TDR:98/01174 TDR:98/01750 TDR:96/02312 TDR:98/01267 TDC 95293 Diamante Espino verde Espino botón Espino 1 Espino 3	Variedad promisoria	Banco de germoplasma
Papa (*Solanum tuberosum*)	Tibaitatá	Diacol capiro o R-12	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	Tibaitatá	Diacol Monserrate	S. I.	
	Tibaitatá	Parda pastusa	RNC-ICA	
	Tibaitatá	Pastusa suprema	RNC-UNAL	
	Tibaitatá	Superior	Regional	
	Tibaitatá	Tuquerreña	RNC-ICA	
	Tibaitatá	ICA Única	RNC-ICA	

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Papa (*Solanum tuberosum*)	Tibaitatá	ICA Puracé	RNC-ICA	Banco de germoplasma
	Tibaitatá	Esmeralda	RNC-UNAL	
	Tibaitatá	Betina	RNC-UNAL	
	Tibaitatá	Roja Nariño	RNC-UNAL	
	Tibaitatá	Agrosavia-Mary	RNC-AGROSAVIA	
	Tibaitatá	Perla negra	RNC-Corpoica	
	Tibaitatá	Rubí	RNC-UNAL	
Papa criolla (*Solanum phureja*)	Tibaitatá	Criolla Colombia (nativa yema de huevo)	RNC-UNAL	Banco de germoplasma
		Criolla Sua Pa	RNC-UNAL	Tubérculos de las variedades, Universidad Nacional
		Criolla dorada	RNC-UNAL	Tubérculos de las variedades, Universidad Nacional
Piña (*Ananas comosus*)	Palmira	Gold MD2	Variedad no registrada	Productor comercial
		Cayena lisa[2]		
		Perolera[2]		
		Manzana[2]		

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Plátano (*Musa paradisiaca*)	Caribia, Turipaná	Hartón común	Regional	Banco de germoplasma de C. I. Caribia, lotes comerciales de material seleccionado
	La Libertad/ Granja SENA Los Naranjos	Hartón llanero	Regional	Vivero registrado de Tame, Arauca
	Palmira	Dominico hartón eje	Regional	Vivero registrado de Caicedonia, Valle del Cauca
Sunki × English (*Citrus unshiu* × *Poncirus trifoliate*)		Sunky × English	Híbrido	Vivero comercial, Santander y Valle del Cauca
Tangare (*Carapa guianensis*)	El Mira	Tangare	Híbrido local	Finca de productores en Tumaco
Teca (*Tectona grandis*)	La Suiza	Teca	Introducida	Empresa de semillas El Semillero
Yuca (*Manihot esculenta*)	Turipaná, Caribia	Venezolana	Regional	CIAT
	Turipaná, Caribia	ICA Costeña	RNC-ICA y CIAT	
	Turipaná, Caribia	ICA Negrita	RNC-ICA y CIAT	
	Turipaná	Corpoica Tai	RNC-Corpoica	
	Turipaná	Corpoica SM1411-5	S. I.	
	Turipaná	Corpoica SM1438-2	RNC-Corpoica	

(Continúa)

Especie	C. I./Sede de procesos	Material	Tipo material	Procedencia de la semilla/Origen
Yuca (*Manihot esculenta*)	Turipaná	Corpoica SM1415-5	S. I.	CIAT
	Turipaná	Corpoica SM1511-6	RNC-Corpoica	
	Turipaná	Corpoica SM2546-40	RNC-Corpoica	
	Turipaná	Cubana	S. I.	
	Turipaná	Corpoica Gines	RNC-Corpoica	
	Turipaná	Corpoica SM2081-34	S. I.	
	Turipaná	Corpoica Sucreña	RNC-Corpoica	
	Turipaná	Corpoica Colombiana	RNC-Corpoica	
	Turipaná	Corpoica Verónica	RNC-Corpoica	
	Turipaná, Caribia	Corpoica Rojita	RNC-Corpoica	

C. I.: Centro de Investigación, APROCOMVECIF: Asociación de Productores y Comercializadores de Material Vegetal de Cítricos y Frutales, SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje, CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical, ICA: Instituto Colombiano Agropecuario, ICS: Imperial College Selection, IMC: Iquitos Marañon Colection, SCC: Selección Colombia Corpoica, S. I.: sin identificar, RNC: Registro Nacional de Cultivares, UNAL: Universidad Nacional de Colombia, PEA: población económicamente activa, CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

[1] Las especies forestales no se produjeron para obtener semilla, sino como parte de los huertos para obtención de semilla de cacao.

[2] Con estos materiales únicamente se realizó un análisis de variabilidad genética.

[3] Yacomelo et al. (2018).

Fuente: Elaboración propia a partir de informes ténicos y entrevistas

Los desarrollos del modelo de producción de semilla fueron diferenciados por especies y dentro de los 212 cultivares de tipo regional, ecotipos, criollos, variedades e híbridos registrados ante el ICA como materiales seleccionados y certificados (tabla 2). Muchos de estos materiales, de acuerdo con productores, procesadores o consumidores, presentan atributos de valor: adaptabilidad (arroz, aguacate, cacao, fríjol, arracacha, berenjena), rendimiento (arveja, berenjena, cacao, maíz, cratylia, caña de azúcar para la producción de panela, guayaba, achira), calidad nutricional (batata), preferencia culinaria (arracacha, arroz, fríjol, maíz, naranja, guayaba, arveja, cacao), facilidad en procesos poscosecha (arroz, caña de azúcar para para la producción de panela), tolerancia a condiciones ambientales adversas (arracacha, naranja), resistencia a plagas y patógenos (cacao, cítricos, aguacate), precocidad (cacao, fríjol, guayaba), alternativa económica y acompañantes de sistemas productivos como cacao y café (forestales, plátano).

Se debe considerar que el desarrollo de los modelos depende de las formas de propagación: sexual (a partir de semilla con recombinación genética) y asexual (el material resultante contiene exactamente la misma información genética de la madre). Estos tipos de propagación se desarrollaron de manera conjugada para las especies de aguacate, naranja, cacao y guayaba; se empleó material de tipo sexual para obtener patrones, y material asexual para injertación. Esto requiere el establecimiento diferenciado de huertos, uno para la obtención de material asexual para copas y otro para patrones a partir de semilla sexual. Para este proceso se asumen costos y tiempos de producción distintos respecto a otras especies.

El PNS asumió el reto de desarrollar, documentar y estandarizar los procesos de producción de semilla basados en los distintos sistemas de propagación, y a partir de estos se obtuvieron semillas (grano), plántulas, plantas germinadas, minitubérculos, colinos y cangres como material de propagación, el cual fue entregado y empleado por algunas organizaciones para incrementar la semilla (tabla 2).

La consideración de los ciclos de producción para obtener el producto agrícola y la semilla ponen de relieve la necesidad de emplear distintas temporalidades con el fin de consolidar procesos de obtención de semilla en distintas especies del país. No es lo mismo obtener semilla de fríjol, que puede producirse a los tres o seis meses en campo, que semillas de cebolla (*Allium fistulosum*), yuca o plátano, que requieren procesos de laboratorio *in vitro*, aeroponía en papa o establecimiento de huertos. También se debe señalar que en los casos de obtención de semilla certificada se sur-

ten procesos de escalamiento de semilla básica y genética que exigen tiempos, recursos y procesos adicionales.

Desarrollo tecnológico disponible en AGROSAVIA

La provisión de una semilla que cumpla con los atributos de calidad genética, fisiológica, física y sanitaria, fue la bandera del PNS, por ello, AGROSAVIA inició procesos de limpieza del material vegetal, principalmente genética y sanitaria, para luego incrementarlo y en algunos casos entregarlo a organizaciones vinculadas de trece departamentos, de acuerdo con información obtenida hasta 2017.

La producción de semilla se llevó a cabo en las instalaciones de once de los trece centros de investigación, dos de las ocho sedes y una de las dos fincas experimentales (tabla 2). Para ello se emplearon laboratorios de procesos *in vitro* y el diagnóstico fitosanitario; invernaderos, casas de malla, huertos y jardines clonales para la multiplicación y conservación de los materiales; cuartos fríos y bodegas para acondicionamiento y almacenamiento tanto de material vegetal como de insumos y herramientas. Para 2023 se contaba con desarrollos diferenciales en infraestructura de acuerdo con características de los procesos de producción por especie vegetal, capacidades técnicas productivas y recursos financieros disponibles.

En los laboratorios de los C. I. Caribia y Turipaná, por ejemplo, se desarrolló y ajustó la metodología de producción de plantas *in vitro* de plátano, y a partir de ella se dio inicio al proceso de multiplicación de la semilla seleccionada. Con esta metodología, se buscó identificar el procedimiento para obtener plantas con características agronómicas deseables, libres de plagas y patógenos, e incrementar la tasa de multiplicación en relación con los métodos convencionales. Sin embargo, lograr la adopción de esta técnica entre semilleristas aún requiere avances, por un lado, en la reducción de costos para el establecimiento y, por otro, en procesos de investigación relacionados con la disminución del riesgo de aparición de *banana streak virus* (BSV) (Javer Higginson, 2007; Wagner-Medina et al., 2023).

De otro lado, la falta de protocolos de producción, por ejemplo, de semilla *in vitro* de cebolla de rama, ocasionó el descarte de gran cantidad del material por presencia de hongos saprófitos, además de problemas sanitarios por exceso de lluvia y daños mecánicos en su transporte (Huertas-Carranza et al., 2020; Hio, 2016;). En la pro-

ducción de semilla de guayaba, se evidenció que el mayor cuidado debe presentarse durante la injertación, pues en los ensayos se dieron múltiples muertes en vivero y semillero por problemas fitosanitarios (Rodríguez Henao et al., 2022; Kopp Sanabria, 2018).

Dentro de las innovaciones generadas en los procesos de producción de semilla, desde la sede Cimpa se implementó el modelo de producción de plantas por yemas individuales de caña de azúcar como una estrategia rápida y masiva de obtención de material vegetal para siembra de semilleros comerciales, y con ello se logró la estandarización para cualquier variedad. Mediante este procedimiento, que incluye tratamiento térmico de grandes cantidades de yemas, se obtiene un material libre de las enfermedades escaldadura de la hoja (LSD) y raquitismo de la soca (RSD), garantía genética y un porcentaje de prendimiento en campo cercano al 100 % (Deantonio Florido, 2017; Ramírez Durán et al., 2019;). Por su parte, en el C. I. Palmira, el esfuerzo sobre los ensayos para aumentar el porcentaje de germinación en la producción de plantas de chontaduro permitió adecuar el proceso a las necesidades técnicas de los productores del Pacífico dadas por las condiciones sanitarias de la región y la posibilidad de transporte a raíz desnuda (Reyes Franco et al., 2019).

Por otra parte, el sistema de aeroponía para la producción de minitubérculos de papa hizo más eficiente el proceso al tener cosechas escalonadas, con semilla desde el tercer mes hasta finalizar el ciclo productivo (Sánchez León, 2017). Para el sistema de aguacate, el uso de códigos QR con la información del árbol patrón (ubicación, número de frutos, fecha de colecta del fruto y fecha de siembra de la semilla) permitió llevar un registro y control sobre el comportamiento de los árboles injertados (Novoa Yanez, 2017) y vislumbrar el desarrollo de un sistema de trazabilidad (Cañar Serna et al., 2022).

El entendimiento de estos procesos, resultado del acervo de equipos de investigación para la producción de semilla, dio paso a la construcción de 24 procedimientos de multiplicación para la Corporación, alineados con la normatividad, y recopilar las fichas técnicas de 81 materiales. Los procedimientos[4] se convirtieron en la columna vertebral para la construcción de modelos de producción de semilla como herramienta estandarizada en AGROSAVIA y en punto de partida para la posterior gestión del conocimiento con actores del SNS (incluso así se pretende consolidar la base para

4 Varios de estos documentos evolucionaron a manuales técnicos, que pueden consultarse a través del repositorio de la Editorial AGROSAVIA y en la Biblioteca Agropecuaria de Colombia (BAC).

la transferencia de tecnología en producción de semilla en Colombia). Las fichas técnicas permitieron contar con una descripción clara de las características productivas de las variedades, que en algunos casos fueron producto del mejoramiento genético de AGROSAVIA en asocio con otras instituciones, como en las especies veranera (*Cratylia*), maní forrajero (*Arachis pintoi*), desmodium (*Desmodium heterocarpon*), arveja, berenjena y maíz; mientras que en otros consistió en la caracterización morfológica y en algunos casos en la descripción genética de los materiales criollos y regionales (chontaduro, arroz, papa criolla, plátano, naranja y cacao).

Dado que se priorizaron los desarrollos y comprensión de los modelos de producción de semilla, fueron marginales las aproximaciones a los esquemas de los costos de producción. Sin embargo, en los casos en los que se avanzó, se logró establecer la diferencia entre rubros y el reconocimiento de las actividades críticas para hacer el proceso más eficiente. Los rubros más altos suelen estar asociados a las técnicas y procesos que requieren mano de obra especializada, como en la injertación, selección y clasificación de la semilla, y al esquema de multiplicación que determina la infraestructura (laboratorio, huertos, vivero, etc.).

Contexto normativo sobre el modelo de producción de semilla

Los instrumentos normativos definidos por el ICA, como institución aliada del PNS, se alineaban con el propósito de construir núcleos formales de producción de semilla. Específicamente, se emplearon las disposiciones de la Resolución 970 de 2010, en la cual se reglamentaba la producción, comercialización y uso de semilla, aunque circunstancialmente, durante la ejecución del PNS y en el marco del paro nacional agrario de 2013, esta resolución estuvo suspendida y posteriormente derogada por las resoluciones 3168 y 3888 de 2015, que precisaban el objeto de la norma sobre los materiales producto de fitomejoramiento, sin ser explícitas en la orientación respecto de los materiales nativos, criollos y regionales motivo del descontento de los agricultores y en general de las comunidades rurales (García-Urueña, 2019). Estas resoluciones se encuentran derogadas por la Resolución 15141 de 2024, que incluye el registro de quienes producen semilla en el aplicativo SimplifICA, y el ajuste de requisitos de calidad en algunas especies. Por ejemplo, se incluyeron hongos contaminantes causantes de pudrición y marchitez y se implementó un plan de trazabilidad y

los porcentajes permitidos de ADN recombinante (OGM), entre otras incorporaciones y modificaciones (ICA, 2024).

Estas reglamentaciones enuncian las características de las semillas seleccionadas y certificadas desde la especie y no desde los materiales, como aparecen en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales, los cuales se encuentran cobijados por la norma. Esto evidencia un vacío que se presta a confusiones sobre su aplicación en especies como fríjol, maíz o arroz, en las que existen materiales criollos y regionales.

En este punto, es importante resaltar que para 2021 apenas dos organizaciones, de más de 300 inscritas en el PNS, obtuvieron el registro para producción y comercialización de semilla de papa en la sabana cundiboyacense, circunstancia que da cuenta de lo complejo que resulta para las organizaciones participar en el mercado formal de semilla en el país. Algunas de las dificultades que se deben superar están relacionadas con burocracia y costos asociados a los trámites para la obtención de registro, la falta de asistencia técnica permanente, limitadas capacidades en infraestructura y organizacionales, e incertidumbre frente a la relación costo/beneficio del ejercicio productivo. Para las especies de las cuales no se disponía de una norma, se decidió que, a partir de la experiencia de los equipos de trabajo, de las organizaciones participantes, de la literatura y de las vivencias en el proceso de obtención de semilla, se estructuraran los lineamientos técnicos para la producción de la semilla. Por las anteriores particularidades, el PNS se convirtió en un gran reto no solo para AGROSAVIA, sino también para las organizaciones inscritas y los aliados SENA e ICA.

La normatividad nacional alrededor de las semillas suele desarrollarse en condiciones de urgencia para contener eventos circunstanciales en los cultivos de importancia económica y no necesariamente refleja una posición estratégica de país para aprovechamiento, uso sostenible y conservación de la biodiversidad inmersa en las semillas. Lo anterior obedece en parte al desconocimiento de la importancia que tiene contar con procesos de producción de semilla que garanticen fitosanidad, rendimientos, adaptación y demás atributos requeridos en los diferentes sistemas de producción agropecuaria. Un ejemplo del accionar basado en la urgencia de la normatividad son las diferentes resoluciones sobre producción de material vegetal de cítricos, con la emisión de la Resolución 2684 de 2015 (que modifica la Resolución 4215 de 2014), que define algunas prácticas para el diseño de invernaderos tipo casas de malla, derogada por la Resolución 12816 de agosto de 2019. Y con la Resolución 7109 de 2017, nuevamente por afectaciones en los cultivos, esta vez por *huanglongbing* (HLB), que declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio nacional

(resolución derogada por resolución 1668 de 2019). Lo mismo sucedió con la Resolución 00571 de 2000, por la cual se declaró alerta fitosanitaria debido a la enfermedad "cuero de sapo" en cultivos como el de yuca.

Una aproximación de la legislación a la realidad de las formas de producción de semilla en varias especies es la Resolución 780006 de 2020 que deroga la 3180 de 2009. En ella se reconoce la gestión adelantada en viveros y/o huertos básicos de producción y comercialización de material vegetal de propagación para siembra, y se recoge un gran número de especies, más allá de lo desarrollado en las de propagación del tipo sexual.

Es importante reiterar la responsabilidad de AGROSAVIA para liderar, acompañar e informar a partir de un respaldo técnico-científico e intercientífico sobre los elementos a considerar para el rescate, conservación, producción, comercialización y uso de semilla. Este es un instrumento de garantía para el establecimiento de los cultivos y su desarrollo satisfactorio, así como para la conservación y uso de la agrobiodiversidad.

El interés de este capítulo ha sido presentar las dimensiones técnicas de la producción de semilla que abordan la complejidad de eslabón de los sistemas agroalimentarios colombianos. Reconocemos que fue necesario organizar los procesos al interior de los equipos de AGROSAVIA para definir el componente técnico, y reconocemos que esto es solo un fragmento del entramado de interacciones que se establecen para consolidar el SNS. Los modelos de producción de semilla se nutrieron de la interacción de los equipos de trabajo al interior de AGROSAVIA y con los aliados y organizaciones inscritas en el PNS. Estas interacciones hicieron posible fijar, enriquecer y apropiarse de un lenguaje que permitiera afianzar la apuesta productiva, así como ampliar la masa crítica del Sistema con ejercicios incipientes de coinnovación para optimizar los procesos.

Vislumbramos posibilidades de integración con otros aliados interesados, no necesariamente de perfil técnico ni académico, para que se involucren en la iniciativa. El fin es afianzar el entendimiento sobre la producción de semilla, visibilizarlo dentro del discurso agropecuario, reconocer que no resulta de esfuerzos a corto plazo, dar cabida a la participación de otros sectores en esferas de incidencia y considerar este eslabón como determinante para el sistema agroalimentario del país.

Referencias

Agudelo Castañeda, G. A. (2016). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de cacao fase I de julio de 2015 a enero de 2016. Rionegro, Santander"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Arango Wisner, L. V. (2016). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de piña fase I de julio de 2015 a junio de 2016. Palmira, Valle del Cauca"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Cadena Guerrero, M. M., Yepes Chamorro, D. B., & Merchancano Rosero, J. D. (2020). *Manual técnico para la producción artesanal de semilla de arveja*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403459

Cañar Serna, D. Y., Tibaduiza Castañeda, L. P., Sarmiento Moreno, L. F., Medina Mérida, M. J., López Rebolledo, L. A., & Sepúlveda Forero, J. L. (2022). *Conceptos básicos de trazabilidad en la producción de semillas para pequeños y medianos agricultores*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405149

Deantonio Florido, L. Y. (2017). *Informe "Modelo para la producción de semilla de caña fase II del 1 de febrero al 31 de diciembre de 2016"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Espitia Montes, A. (2017a). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de yuca fase II de abril de 2016 a diciembre de 2016. Cereté, Córdoba"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Espitia Montes, A. (2017b). *Informe para "Modelo de producción de semilla de calidad de ñame fase I del 1 de junio de 2015 al 29 de enero de 2016"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Gallo-García, Y., Sierra-Mejía, A., Gutiérrez, P. A., & Marín-Montoya, M. (2021). Prevalencia de cinco virus de ARN en tubérculos-semilla de papa cultivados en Antioquia (Colombia). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, *19*(1), 66-78. https://doi.org/10.18684/BSAA(19)66-78

García-Urueña, J. S. (2019). *La producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético como amenaza a la multiculturalidad en Colombia* [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Universidad Católica. https://repository.ucatolica.edu.co/items/f2e0be86-826f-45f8-b136-71e9e2b0086b

Hio, J. C. (2016). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de cebolla de rama fase I de enero de 2015 a enero de 2016. Mosquera, Cundinamarca"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Huertas-Carranza, B., Martínez Lemus, E. P., Clímaco-Hio, J., Galindo-Pacheco, J. R., Pérez-Parra, M., Vargas-Díaz, R. E., & Polo-Murcia, S. (2020). *Cebolla de rama (Allium fistulosum L.): manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.

Javer Higginson, E. (2007). Reseña de *banana streak virus* (BSV): características biológicas, epidemiología e importancia económica. *Fitosanidad*, *11*(4), 61-69. https://www.redalyc.org/pdf/2091/209116154012.pdf

Jiménez Guzmán, A. M. & Hernández Nopsa, J. F. (Ed.) (2023). *Estudio retrospectivo del Sistema Nacional de Semillas (sns) de Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7406474

Kopp Sanabria, E. (2016). *Informe final meta fase I modelo producción semilla guayaba 2016*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Kopp Sanabria, E. (2018). *Reactivación del sistema productivo guayaba-bocadillo a partir de la conformación de núcleos productores de semilla de guayaba "regional roja y regional blanca" en la hoya de río Suárez*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Maldonado, G. (2014a). *Informe final "Línea base de la demanda de variedades en las principales regiones productoras de achira (Canna edulis Ker.)"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Maldonado, G. (2014b). *Proyecto "Línea base de la demanda de variedades en las principales regiones productoras de achira (Canna edulis Ker.)"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Martínez, M. F., Murcia Riaño, N., Barreto Rojas, J. A., Acosta Herrera, G. H., Jaramillo Laverde, A., Correa-Moreno, D. L., López-Galé, Y., Rodríguez-Mora, D., Kondo, T., Palacios Joya, L., & Beltrán López, H. D. (2022). *Bases tecnológicas para la producción de material de siembra de alta calidad de las especies cítricas para Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405682

Navas Arboleda, A. A. (2017). *Informe final de meta II "Modelo para la producción de semilla de maíz"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Novoa Yanez, R. (2017). *Informe final de meta "Reactivación de la producción de aguacate en la región de Montes de María a partir de la conformación de núcleos productores de semilla de septiembre 2013 a diciembre 2017"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Ochoa Jiménez, M. J., Cruz Uribe, J. F., & Almansa, J. (2013). Reflexiones en torno a la importancia de la biodiversidad y a los efectos del régimen colombiano de semillas. *Compendium*, *16*(30), 49-69. https://www.redalyc.org/pdf/880/88030768004.pdf

Pardo Barbosa, O. (2016). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de leguminosas fase I de enero de 2015 a enero de 2016. Puerto López, Meta"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Pardo Barbosa, O. (2017). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de leguminosas fase II de febrero de 2016 a diciembre de 2016. Puerto López, Meta*". Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Pardo Barbosa, O. (2018). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de leguminosas fase I de enero de 2017 a diciembre de 2017. Puerto López, Meta"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Ramírez Durán, J., Cañar Serna, D. Y., Deantonio Florido, L. Y., & Hernández Nopsa, J. F. (2019). *Manual técnico para la producción de plántulas de caña de azúcar para panela a partir de yemas individuales bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Barbosa (Santander)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual-17

Rendón Ocampo, C. P., Wagner-Medina, E. V., Romero Ávila, J. F., & Santacruz Castro, A. M. (2021). Reflexiones sobre el fortalecimiento del Sistema Nacional de Semilla en Colombia: Plan Semilla 2013-2018. *Textual*, *77*, 143-172. https://doi.org/10.5154/r.textual.2020.77.08

Reyes Franco, H. M., Reyes Cuesta, R., Bastidas Pérez, S., Tolosa Montaño, W., Löhr, B. L., Gaviria Vega, J., & Moreno Caicedo, L. P. (2019). *Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de chontaduro*. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35028

Rodríguez Henao, E., Grajales Guzmán, L. C., Ossa Gutiérrez, J., & Cañar Serna, D. Y. (2022). *Producción clonal de material de siembra de guayabo mediante la técnica de injertación en púa terminal*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405262

Romero Ferrer, J. (2016). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de berenjena"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Sánchez León, G. D. (2017). *Informe "Modelo para la producción de semillas de calidad fase II del 1 de abril 2016 al 30 enero 2017. Mosquera"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Tamayo Molano, P. J. (2016). *Informe final de meta "Modelo de producción de semilla de calidad de fríjol"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Valencia Montoya, J. A. (2018). *Informe "Modelo para la producción semillas de calidad de plátano fase III entre 2016 y 2017"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Wagner-Medina, E. V., Santacruz Castro, A. M., & Rendón Ocampo, C. P. (2022). Sistema de semillas en Colombia: consideraciones sobre calidad y agrobiodiversidad. *Estudios Rurales*, *11*(22). https://doi.org/10.48160/22504001er22.39

Wagner-Medina, E. V., Valencia Montoya, J. A., Caicedo Arana, Á., & Hernández Nopsa, J. F. (2023). *Manual técnico para producir semilla asexual de calidad de plátano cv. Dominico Hartón por macropropagación*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406139

Yacomelo Hernández, M. J. (2016). *Informe "Modelo de producción de semilla naranja fase I 2016"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Yacomelo Hernández, M. J. (2017). *Informe final "Modelo de producción de semilla de naranja fase II 2017"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Yacomelo Hernández, M. J., Baquero, C., Martínez, M., Murcia, N., Correa, E., & Orduz-Rodríguez, J. O. (2018). Characterization and selection of *Citrus sinensis* Osbeck cv. *Margaritera* parental trees for repopulation in the Mompox depression region, Colombia. *Agronomía Colombiana, 36*(2), 103-113. https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v36n2.69634

Yacomelo Hernández, M. J., Arias Bonilla, H., & Martínez, M F. (2020). *Manual técnico para la producción de cítricos en la región de la Depresión Momposina*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Yepes Chamorro, B. (2017). *Informe final de meta "Modelo para la producción de semilla de arveja fase I de 16 enero de 2015 a enero 30 de 2016"*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Foto: Archivo AGROSAVIA