



HAAL

Historia Agraria de América Latina

La Estación Agrícola Experimental Tulio Ospina de Medellín (Colombia). Maíz, genética y tecnología internacional, 1920-1960

Francisco Sibaja Madera

Francisco Javier Sibaja Madera [<https://orcid.org/0000-0002-7177-2126>], Magíster en Historia por la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia y estudiante del Doctorado en Historia de El Colegio de México. E-mail: fsibaja@colmex.mx

Recepción: 5 febrero 2021 • Aceptación: 9 julio 2021

HAAL es publicada por el Centro de Estudios de Historia Agraria de América Latina – CEHAL (<https://www.cehal.cl>)

Resumen

Este artículo analiza la experiencia de la Estación Tulio Ospina de Medellín en la innovación tecnológica para la agricultura antioqueña y colombiana. La formación de fuentes germinales y nuevas semillas de maíz, mediante fundamentos genéticos y agronómicos, ubicó a esta institución en la vanguardia de la modernización agrícola latinoamericana durante las décadas de 1920-1960. El artículo estudia las investigaciones y experimentaciones genéticas y agronómicas que condujeron a la producción de tecnologías agrícolas que circularon y adaptaron en Colombia y América Latina. También examina su función como espacio de selección y conservación de material genético mediante la experiencia del Banco Internacional de Maíz. Basado en fuentes agronómicas, este artículo argumenta la centralidad de la estación en procesos de cambio tecnológico agrario en el contexto de la Revolución Verde. El estudio de esta institución aporta con nuevos espacios, objetos y actores en la discusión historiográfica sobre la modernización agrícola colombiana.

Palabras clave: Estaciones agrícolas, maíz, tecnología, genética, agronomía, Revolución Verde

Tulio Ospina Agricultural Experimental Station in Medellín (Colombia). Corn, genetics and international technology, 1920-1960

Abstract

This article analyzes the pioneering experience of the Tulio Ospina Agricultural Experiment Station in generating technologies for agriculture in Antioquia and Colombia. The formation of new seeds and germ sources of corn based on genetic foundations and agronomic practices placed this institution at the forefront of Latin American agricultural modernization during the 1920s and 1960s. The article studies the station's activities, especially the genetic research and experimentation that led to the generation of agricultural technologies that circulated and adapted in different countries of the continent, and its function as a space for genetic selection and conservation. Based on agronomic and historical sources, the article aims to contribute new spaces, objects and actors in the history of Colombian agrarian modernization.

Keywords: Agricultural Experimental Stations, corn, technology, genetics-agronomy, Green Revolution

Introducción

En unos de los primeros textos sobre las ciencias y técnicas en Colombia, Bejarano (1986, 1988) anotó que la fundación de estaciones agropecuarias fue una de las principales transformaciones de la agricultura nacional durante el siglo XX. Las estaciones, también conocidas como granjas agrícolas, se constituyeron en espacios de innovación institucional, científica y tecnológica dedicadas a enfrentar los principales problemas biológicos, agronómicos, ecológicos y económicos de la agricultura y la ganadería colombianas. Este autor señalaba que las políticas de fomento agrícola dejaron como resultado la organización de alrededor veintiocho instituciones entre estaciones, escuelas, granjas agrícolas y ganaderas en diferentes regiones de Colombia. En esta perspectiva, el presente artículo analiza el impacto agrícola y tecnológico que tuvo la Estación Agrícola Experimental Tulio Ospina de Medellín (ETO) en la modernización de la agricultura de Antioquia y Colombia en las décadas de 1920 y 1960. En especial, analiza la trayectoria de producción tecnológica de la ETO en el mejoramiento genético y agronómico del maíz. Para ello, el artículo examina las instituciones y personas involucradas en la producción de conocimientos y técnicas enfocadas en el mejoramiento de la agricultura colombiana. Asimismo, tiene en cuenta el itinerario de expertos y circulación de innovaciones agrícolas que trascendieron las esferas institucionales locales y nacionales para insertarse en dinámicas internacionales de cambio agrario (Chastain & Lorek, 2020).

Es importante señalar que la experiencia de la ETO se inserta en un marco histórico transnacional y global conocido como Revolución Verde (RV). Esta puede entenderse, de manera amplia, como un proceso de cambio tecnológico, asociado con intereses comerciales y geopolíticos de los Estados Unidos, no solo en América Latina y el Caribe, sino en Asia y África, a partir de la Segunda Guerra Mundial y durante la Guerra Fría (Picado, 2012). Asimismo, la RV puede comprenderse, en términos específicos, como un modelo de modernización agrícola, basado en el mejoramiento técnico de la agricultura, mediante el empleo de maquinaria, sistemas de riego, nuevas prácticas e insumos agrícolas y, sobre todo, en la experimentación con germoplasmas y semillas híbridas, especialmente de trigo y maíz (Cerutti, 2019; Gutiérrez, 2017).¹

Sin embargo, el estudio de las estaciones como manifestaciones de modernización del mundo rural, no ha tenido suficiente desarrollo en la historiografía agraria de Colombia. Los textos fundacionales son los ensayos de Jesús Antonio Bejarano (1985, 1986, 1988) sobre políticas e instituciones agropecuarias, publicados en la década de los ochenta. A estos se suman los trabajos de McCook (2002), Valencia & Acevedo (2010) Lorek (2013, 2020), Delgadillo & Valencia (2020), que analizaron el papel de la estación experimental

¹ Los germoplasmas son los genes reproductivos y hereditarios de plantas y semillas que funcionan como unidades creadoras y que son empleados mediante cruzamientos y combinaciones en la formación de nuevas variedades con características superiores. Eduardo Chavarriaga Misas, “Maíz ETO”, p. 7.

de Palmira en la transformación agrícola del Valle del Cauca, teniendo en cuenta las implicaciones políticas, económicas y ambientales en torno a esta institución y la agricultura vallecaucana. Estos autores también examinaron las conexiones e intercambios entre las estaciones experimentales del Caribe insular y los Estados Unidos con las estaciones agrícolas colombianas, así como la experiencia de Palmira en la difusión de tecnologías agrícolas durante los contextos de la Guerra Fría y la RV.

En el ámbito latinoamericano, estas instituciones se han estudiado como espacios productores de ciencia, conocimiento y tecnología agrícola (Zuleta, 2020). Esta historiografía devela que desde mediados del siglo XIX en las estaciones europeas y estadounidenses se gestó un proceso organizativo, experimental e investigativo de “agricultura científica”, que se replicó en América Latina y el Caribe durante la primera mitad del siglo XX (Finlay, 1988; Ferleger, 1988, 1990). El estudio de estas instituciones en Brasil y México (Dean, 1989; Urbán Martínez & Saldaña, 2012), también revela la importancia que comenzaron a ganar estos espacios, los cuales no solo adoptaron el modelo de la agricultura de los Estados Unidos, sino también plantearon enfoques científicos y tecnológicos criollos o híbridos como en las estaciones caribeñas (McCook, 2002). Las estaciones experimentales se han abordado como espacios de poder económico y político, vinculadas con elites agrarias regionales y con políticas estatales nacionales (Fernández Prieto, 2008; Gárgano, 2014). Asimismo, las estaciones son analizadas como parte de las políticas estadounidenses que sembraron el imperialismo agrícola en países de América Latina (Cuví, 2009). Esta mirada destaca los intereses comerciales y geopolíticos de los Estados Unidos en la promoción y financiación de la tecnificación agrícola, donde las estaciones fueron plataformas institucionales creadas para experimentar con la producción de cultivos tropicales y materias primas agrícolas. Las estaciones también han sido interpretadas como laboratorios de cambio agrario, y como espacios de innovación y cambio técnico en la agricultura (Zuleta, 2020; Calatayud *et al*, 2002).

Siguiendo esta perspectiva, el estudio de estas instituciones agrícolas como espacios de ciencia y tecnología resulta relevante para comprender una historia agraria preocupada no solo por los condicionamientos económicos y políticos, sino por las condiciones institucionales implicadas en los procesos de cambio tecnológico en el campo. Una historia agraria que indaga sobre las articulaciones de espacios, conocimientos y tecnologías que intervienen en la explotación de la agricultura, así como sobre los actores que interactúan en procesos de transformación agrícola (Zuleta, 2020). Asimismo, el análisis de los itinerarios, trayectorias y aportes de los expertos, en su mayoría agrónomos, genetistas y fitomejoradores de cultivos tropicales (Pan-Montojo, 2007), muestra la importancia de estos sujetos en el estudio de los procesos de cambio tecnológico y cambio agrario en América Latina (Chastain & Lorek, 2020; Zuleta, 2020; Kent, 2020).

A pesar de los estudios referidos, las estaciones experimentales representan un campo poco explorado en la historia agraria colombiana. Esta misma situación se puede observar en la historia de la tecnología; en un reciente balance historiográfico sobre este enfoque (Herazo, 2017), no aparece ninguna referencia a las estaciones, las cuales deberían ocupar un lugar central en los estudios agrarios, técnico-científicos y ambientales de Colombia durante el siglo XX. Por lo anterior, este trabajo responde a la pregunta ¿Cómo influyó la ETO y sus innovaciones en los procesos de modernización de la agricultura regional y nacional, y cómo se inscribió, al mismo tiempo, en procesos agrícolas transnacionales? La experiencia de la ETO contribuye con nuevos espacios, actores y tecnologías a las nuevas temporalidades de la RV, pues plantea una historia más larga de instituciones agrícolas que se originaron en 1920, pero que se consolidaron en las décadas de 1940 y 1950, en el contexto de los programas agrícolas financiados por la Fundación Rockefeller (FR) en Colombia y América Latina (Kumar et al, 2017). De esta forma, el artículo aspira a mostrar la experiencia colombiana en procesos más amplios de cambio agrario en América Latina y el Caribe. La ETO se presenta como uno de los escenarios principales de ese proceso de cambio tecnológico, con alcance tanto en Colombia como en otros países latinoamericanos; pues formó parte de redes transnacionales por donde circularon expertos y se intercambiaron ideas, prácticas y tecnologías agrícolas.

En el trabajo se argumenta que las estaciones experimentales, en tanto instituciones de producción de conocimiento científico como centros de enseñanzas de métodos agronómicos de cultivo, ocuparon un espacio central en la modernización agrícola mediante la creación y difusión de nuevas tecnologías y prácticas agronómicas orientadas a resolver los problemas de la agricultura colombiana. De este modo, se plantea que las estaciones agrícolas se posicionaron como espacios nodales en los procesos de cambio agrícola, donde se esperaba que los agrónomos y genetistas obtuvieran semillas y plantas con mayores rendimientos, resistentes a enfermedades y adaptables a diferentes pisos térmicos y condiciones climáticas. En esta dirección, se presenta una historia institucional de innovación tecnológica, en escala local y transnacional, interesada en el papel que desempeñaron las estaciones y su personal técnico en la producción de tecnologías para el mundo rural colombiano.

El artículo se basa en material de información de cuatro fuentes principales. En primer lugar, los informes generados por el programa agrícola de la FR y el Ministerio de Agricultura de Colombia (MAC), publicados en la Revista Nacional de Agricultura. También se emplea correspondencia y documentos generados entre la FR, la Escuela de Agricultura Tropical, y la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín (FNA). Asimismo, se consultaron las memorias que los ministerios de agricultura y economía enviaban anualmente al Congreso de la República. Finalmente, se empleó bibliografía agronómica especializada, publicada como resultados de investigaciones en artículos, boletines y folletos por parte de agrónomos y estaciones experimentales. En primer lugar, el artículo

reconstruye los orígenes y trayectoria de la ETO. A continuación, analiza el trabajo de la estación mediante el seguimiento de una variedad de maíz formada en los laboratorios y campos de la estación. Luego se concentra en los itinerarios profesionales y científicos de uno de los agrónomos más importantes de la ETO y su función en la creación de nuevas variedades de maíz. Más adelante estudia la experiencia del Banco Internacional de Maíz en procesos de recolección, conservación y circulación de material genético. Por último, se presentan las consideraciones finales.

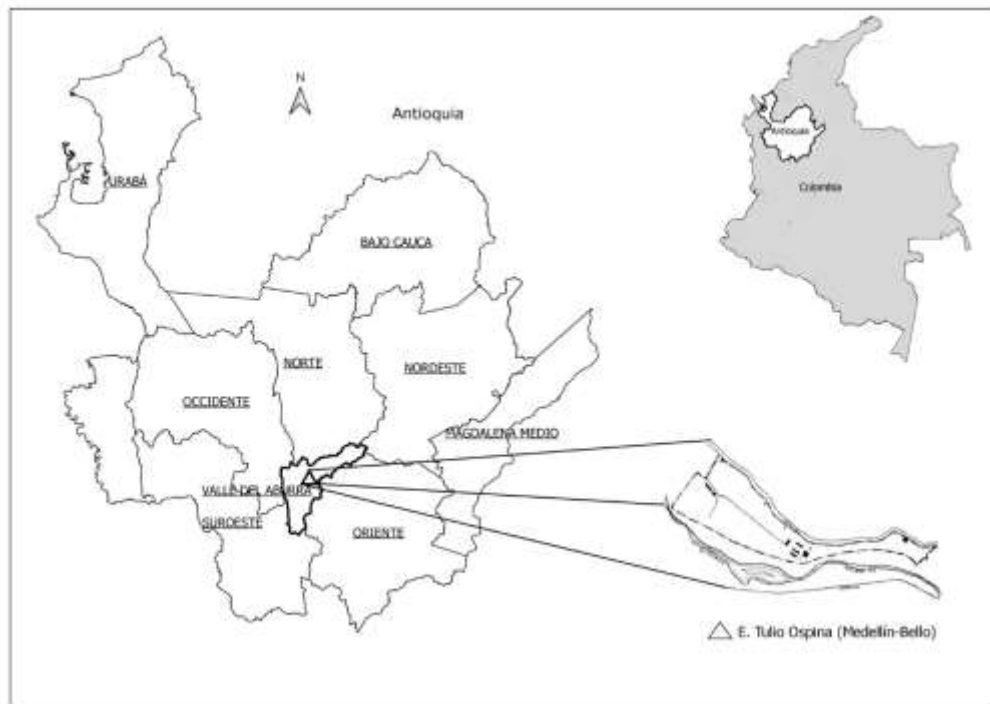
La ETO: una estación de clima medio

La ETO, conocida también como Estación Experimental de Clima Medio, estaba situada entre las poblaciones de Medellín y Bello, en el Valle de Aburrá, en el centro del departamento de Antioquia (Figura 1). Los predios de la estación tenían una extensión aproximada de 40 hectáreas en suelos rojos y aluviales, ubicados entre el río Medellín y las vías del Ferrocarril de Antioquia, a una altura de 1.438 msnm y temperatura media de 21°C, en el piso térmico medio o premontano, característico del bosque seco sub-tropical de la región Andina.² Además de campos de cultivos, la ETO contaba con casas para técnicos, laboratorios, invernaderos, taller para maquinaria agrícola y una planta para beneficio de maíz”.³

² La precipitación promedio oscilaba entre los 1.350 y 1.500 mm anuales, los meses secos iban de enero a marzo y las lluvias de abril a junio y agosto a noviembre. Estas condiciones climáticas favorecían la realización de dos siembras de maíz por año, la primera entre marzo y abril y su cosecha entre julio y agosto; la segunda en septiembre y la cosecha entre enero y febrero. Gustavo Jaller, *Descripción y caracterización de los centros de investigación*, p. 91; IICA, “Estaciones experimentales agrícolas de la Zona Andina”, pp. 69-71.

³ La ETO tenía laboratorios de química, física, botánica, fitopatología, suelos y biblioteca. Ministerio de Agricultura, *Memorias al Congreso de 1934*, pp. 119-121. Entre la maquinaria y herramientas contaba con cuatro arados de tracción animal, grada de discos, dos sembradoras, una aporcadora, máquinas eléctricas para cortar pastos; azadones, palas, machetes y hachas. “Memorando sobre labores en la Estación Experimental Agronómica”. Medellín, 25 de febrero de 1929. Archivo Histórico Universidad Nacional-Medellín (AHUNM), Fondo Correspondencia Escuela de Agricultura Tropical (FCEAT), Caja 24, carpeta 3, ff. 61-63.

Figura 1. Ubicación y croquis de la Estación Tulio Ospina



Fuente: Carolina Victoria Martínez, con base en: Gustavo Jaller. (1986). *Descripción y caracterización de los centros de investigación y estaciones experimentales del ICA*. Bogotá: ICA, 1986), p. 91.

La ETO tiene sus orígenes en la granja de la Escuela de Agricultura Tropical y Veterinaria de Medellín (EATM). Esta escuela, fundada entre 1914 y 1916 por la Asamblea Departamental de Antioquia, funcionaba en las afueras de la ciudad, en los campos de Fontidueño, en el norte del Valle de Aburrá. La EATM tenía como objeto “proporcionar conocimientos teóricos y prácticos a jóvenes capaces de propagar la industria agrícola sobre bases técnicas” (González, 1983, pp. 7-16). Para estos propósitos, en 1920 la Escuela adquirió terrenos para una granja experimental, y con la colaboración de la Sociedad Antioqueña de Agricultores y el gobierno departamental, financiaron la asesoría de expertos agrícolas extranjeros para modernizar los programas de enseñanza y experimentación de la escuela y granja de Medellín (Saavedra et al, 2004).

En 1926 la Junta Directiva de esta institución contrató los servicios de Carlos Chardón, experimentado agrónomo, fitopatólogo y comisionado de agricultura de Puerto Rico (Lorek, 2019). La Misión Chardón tenía como objetivo organizar el plan de enseñanza agrícola “en una forma científica y práctica”, basado en los principios de la agricultura científica implementado en las estaciones agrícolas caribeñas.⁴ Después del exitoso control

⁴ Carlos Madrid. “Facultad Nacional de Agronomía”. Medellín, abril de 1947. AHUNM. Fondo Decanatura-Correspondencia (DC), Caja 43, carpeta 3, f. 3.

del mosaico en los cultivos de caña de azúcar, el modelo de Puerto Rico se intentó reproducir en otros países de América Latina (McCook, 2002). En este sentido, Chardón desempeñó un importante rol como puente en la propagación del modelo de agricultura científica norteamericana y caribeña en Colombia, donde también fue contratado para asesorar la modernización de la Estación de Palmira, especializada en la investigación azucarera (Delgadillo & Valencia, 2020; McCook, 2002). Para el caso antioqueño, esta misión presentó un plan de reorganización de la EATM. En el plano curricular, Chardón observó que la escuela enfatizaba la teoría sobre la práctica; por lo tanto, propuso un plan de reformas que redefinieron la orientación de la escuela hacia la experimentación como eslabón esencial en la formación profesional.⁵ Asimismo, los cambios curriculares propuestos por el experto agrícola privilegiaron una orientación práctica enfocada en la productividad, como en las estaciones del Caribe (Lorek, 2020).

En cuanto a la infraestructura, el informe de Chardón señalaba que la granja-escuela no contaba con espacios apropiados para la enseñanza y la experimentación agrícola. En consecuencia, el departamento de Antioquia compró un terreno en el sector de Otrabanda, en el occidente de Medellín.⁶ En este terreno construyeron la Estación Experimental Agronómica Departamental (EAD) en 1927; que servía como “campo de demostración agrícola en el que se pondrá en juego los conocimientos de la enseñanza superior y la solución de problemas relacionados con los cultivos de la zona templada”.⁷ La institución de Medellín disponía “de toda clase de comodidades, es la primera en su género, no por la estación en sí, sino porque anexa a ella se encuentra la Escuela, que cuenta con todos los recursos modernos para la enseñanza, bajo la dirección de un distinguido grupo de profesores y técnicos”.⁸ La estación era considerada como un “órgano consultivo en materia agrícola y centro de investigación y experimentación científica para los intereses del Estado”.⁹

Las reformas de Chardón imprimieron importancia a la estación de Medellín. Esta también comenzó a recibir recursos del gobierno nacional para la construcción de la nueva planta física y la realización de trabajos de investigación sobre plagas, enfermedades y aclimatación de cultivos.¹⁰ En 1931 se inició el proceso de nacionalización de la EAD con la creación del Consejo Nacional de Agricultura, cuyo fin era fomentar los servicios de investigación, enseñanza y divulgación agrícola.¹¹ En 1935 el gobierno nacional compró a la gobernación de Antioquia los predios y edificios de la escuela y estación, que para esos años se comenzó a nombrar Estación Agrícola Experimental Tulio Ospina, como

⁵ Luis Vélez y Mario Arango Marín, “Incorporación del Instituto Agrícola Nacional”, pp. 1-30.

⁶ Vélez y Arango, “Incorporación del Instituto Agrícola Nacional”, pp. 2-12.

⁷ “Carta a Carlos Mejía”. Medellín, 23 de abril de 1927. AHUNM. FCEAT. Caja 24, carpeta 3, ff. 105-108.

⁸ Ministerio de Agricultura, *Memorias al Congreso de 1934*, pp. 119-121.

⁹ Vélez y Arango, “La incorporación de Instituto Agrícola Nacional”, p. 5.

¹⁰ Jairo Osorio, et al., “Historia y presencia de la Facultad de Ciencias Agrarias”, pp. 1-14.

¹¹ Ley 132 del 9 de diciembre de 1931. *Diario Oficial*, No. 21864, p. 1.

reconocimiento a uno de los fundadores de la Sociedad Antioqueña de Agricultores.¹² (Figura 2). Ese año, tanto la escuela como la estación conformaron el nuevo Instituto Agrícola Nacional de Medellín.¹³ La evolución institucional continuó durante esa década, pues en 1938, la antigua escuela y granja de agricultura comenzó a formar parte de la Universidad Nacional de Colombia, entidad que creó la FNA y trasladó los equipos y programas de la estación a nuevos terrenos en el municipio de Bello (Rojas, 1963). Tanto las sociedades regionales de agricultores como el gobierno departamental y nacional apostaron por el establecimiento de espacios de enseñanza y experimentación como una forma de modernizar y mejorar la productividad agrícola colombiana.

Figura 2. Panorámica aérea de la Estación Tulio Ospina en Bello, 1956



Fuente: Gabriel Carvajal Pérez. (1956.), “Fotografía aérea de la Granja Tulio Ospina”. Archivo Fotográfico Biblioteca Pública Piloto de Medellín (Los derechos de reproducción y publicación de esta fotografía están siendo tramitados actualmente).

En la década de 1940, después de estas reorganizaciones institucionales, comenzó una nueva etapa en la experiencia de la ETO, gracias a la realización de diferentes proyectos de cambio tecnológico. Así, el Plan Quinquenal de Fomento Agrícola de 1945, elaborado por asesores estadounidenses, sería implementado en las instalaciones de la ETO.¹⁴ El plan tenía como objetivo la creación y sostenimiento de líneas puras por auto-fecundación para

¹² “Retrato y biografía de Tulio Ospina”, *El Agricultor*, 9 (1920), pp. 130-132.

¹³ Abel Villegas, “Carta a M.A. Blanco”. Medellín, 18 de octubre de 1935. AHUNM, Correspondencia Instituto Agrícola Nacional (CINA), Caja 33, carpeta 2, f. 177.

¹⁴ Ley 5 del 19 de febrero de 1945. *Diario Oficial*, No. 25772, p. 21.

producción de híbridos de maíz; la selección y producción de nuevas variedades, y la siembra y sostenimiento de variedades locales, nacionales y extranjeras como material básico para abastecer los renglones anteriores. Para fines del quinquenio se esperaba que “el proceso del mejoramiento del maíz haya salido de la fase experimental y estuviera en periodo de fomento y difusión de los productos obtenidos a toda la población cultivadora de este cereal”.¹⁵

La realización de este plan en la estación de clima medio evidencia los primeros contactos establecidos entre la Fundación Rockefeller y estos centros agrícolas colombianos. Es importante destacar que antes de la firma oficial del programa agrícola entre la Fundación Rockefeller y el MAC en 1950, la fundación había establecido relaciones de trabajo con agrónomos y técnicos locales. Entre 1942 y 1949 el Dr. Harry M. Miller de la Oficina de Ciencias Sociales de la Fundación realizó una serie de visitas para poner en marcha las actividades de las estaciones y facultades de agronomía de Medellín y Palmira.¹⁶ Durante esa década, la ETO produjo germoplasmas y nuevas semillas de maíz, gracias a los trabajos realizados en el Departamento de Genética de la estación de Medellín, como parte del plan agrícola quinquenal.¹⁷

El maíz ETO: un germoplasma internacional

Una de las principales actividades que se llevó a cabo en la ETO fue la generación de nuevas tecnologías agrícolas, como las semillas sintéticas e híbridas de maíz. En el departamento de Genética, entre 1943 y 1946, produjeron las variedades Colombia 1 (C1) de color amarillo y Colombia 2 (C2) de granos blancos, mediante el cruzamiento de razas criollas colombianas como el maíz de Urrao (municipio de Antioquia), el “chococeño” y el blanco común, combinado con material mejorado procedente de Venezuela, Estados Unidos y México.¹⁸ Sin embargo, el maíz ETO, llamado así como reconocimiento a su lugar de creación, fue la primera variedad sintética comercial producida en las estaciones colombianas. La genealogía del maíz ETO revela que estaba compuesta de dos líneas genéticas: las variedades locales y germoplasmas introducidos del extranjero (Figura 3).

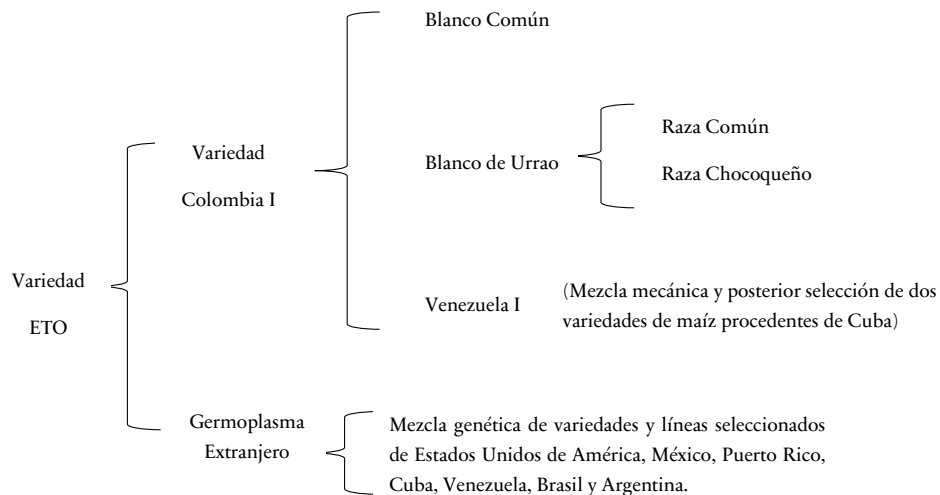
¹⁵ Carlos Santamaría Sanz, *Plan quinquenal de fomento agrícola de 1945*, pp. 61-75.

¹⁶ Entre 1949 y 1950 también llegaron expertos agrícolas como E.J. Wellhausen, Dorothy Parker, Norman Borlaug y E.C. Stakman, quienes visitaron las principales estaciones colombianas. “Antecedentes sobre el convenio de cooperación agrícola entre el gobierno de Colombia y la FR”. Medellín, 7 de diciembre de 1956. AHUNM. DC, ff. 1-5.

¹⁷ Carlos Santamaría Sanz, *Plan quinquenal de fomento agrícola de 1945*, pp. 61-75.

¹⁸ Ministerio de Economía, *Memorias al Congreso de 1943*, p. 145.

Figura 3. Genealogía del Maíz ETO, 1943-1949



Fuente: Eduardo Chavarriaga Misas. “Maíz ETO, una variedad producida en Colombia”, p. 18.

En la formación de esta simiente se destacó la presencia de genes de razas criollas, las cuales fueron aprovechadas como fuente de plasma germinal. No se debe perder de vista que los fitomejoradores actuaron sobre seres biológicos que ya de por sí eran tecnologías en uso, resultado de procesos milenarios de circulación, innovación, adaptación y domesticación que deben ser reconocidos en estos procesos de cambio tecnológico (Gutiérrez, 2020). En este sentido, las razas criollas fueron fundamentales, pues los procesos de mejoramiento dependían de las características morfológicas y fisiológicas de las plantas y semillas empleadas por los indígenas, campesinos y agricultores colombianos. Los genetistas aprovecharon las características deseables de las razas criollas Urrao y Común como fuente de material genético en la formación del maíz ETO. En esta parte es importante señalar que la genética agrícola basada en los planteamientos de Gregor Mendel, sobre la herencia de genes, era la que predominaba en las estaciones experimentales de Estados Unidos y México (Kimmelman, 1987; Palladino, 1994; Gutiérrez, 2020). La genética mendeliana floreció en las estaciones agrícolas y se impuso como modelo científico en el establecimiento de la genética como disciplina académica y método principal en el fitomejoramiento del maíz.

En la ETO la aplicación y adaptación de la genética mendeliana no fue la excepción. El método de mejoramiento fue diseñado por el profesor de genética E. E. Lindstrom del Colegio de Graduados de la Universidad de Iowa. En su visita a la estación en 1945, sugirió que la obtención de nuevas variedades se basaba en la capacidad individual de combinación que mostraban las plantas en relación con el mayor o menor rendimiento de semillas.¹⁹ Este

¹⁹ El método planteaba que dentro de una variedad se seleccionaba un número de plantas, las cuales se cruzaban entre sí, en combinaciones de planta a planta, para obtener mazorcas de polinización artificial controlada. Luego se seleccionaba cierta cantidad de mazorcas para ensayar en cultivos comparativos de

fue el principio empleado en la obtención de las variedades C1, C2 y ETO. Sin embargo, el proceso de formación de esta última semilla se distanció de los “métodos clásicos preconizados por los especialistas porque se basó más en cruzamientos fraternales en vez de auto-fecundaciones” (Chavarriaga, 1966, pp. 17-18). Asimismo, en este proceso fue importante la inspección ocular y selección visual de las características fenotípicas de las plantas y granos. En este proceso, cada planta era considerada como un individuo genéticamente diferente capaz de aportar genes de alto, medio o bajo rendimiento, susceptibles de selección aislada para formar nuevas líneas con características de producción modificadas.

En 1949, los primeros cultivos experimentales de la variedad ETO arrojaron rendimientos promedios entre 3.500 y 4.600 kg/ha, durante un periodo vegetativo de 165 días. Era una variedad de planta baja o corta con mazorcas gruesas y forma cilíndrica de granos duros y cristalinos de color amarillo.²⁰ Esta variedad también fue sometida a ensayos para observar su “capacidad combinadora” de producir nuevas líneas y semillas. La estructura interna de esta variedad estaba compuesta por una fuente variable de germoplasma capaz de generar otras series de auto-fecundaciones que se transformaban en líneas independientes para producir nuevas combinaciones híbridas (Chavarriaga, 1966). Los cultivos experimentales demostraron que la variedad ETO era incluso más importante por su “capacidad combinadora” que por sus rendimientos. Esta semilla creada para altitudes medias, también presentó resultados exitosos de adaptación en alturas de 20 msnm en Montería, en la costa Caribe, y a 900 msnm en el Valle del Cauca (Chavarriaga, 1966).

En 1951 se comenzó a producir comercialmente el maíz ETO.²¹ Los resultados tanto en rendimiento como en capacidad combinatoria hicieron que esta variedad fuera incorporada como fuente de germoplasma principal en el programa de mejoramiento de maíz. Con base en el plasma germinal de la ETO se crearon las primeras semillas híbridas comerciales del programa agrícola como la RoCol H201, y los híbridos dobles H202 y H203 y la variedad DiaCol V351, las cuales se comercializaron entre los agricultores colombianos en la década de 1950 (Sibaja y Álvarez, 2021). De esta manera, el maíz ETO se convirtió en una importante fuente de germoplasma para la producción de nuevas semillas, no sólo en el programa agrícola nacional, sino en los programas de Costa Rica y Guatemala.²² En efecto, el maíz ETO “traspasó sus fronteras para influir en la industria maicera de otros países” (Chavarriaga, 1966, p. 6). Esta variedad “prestó un servicio” como

rendimiento. Según los resultados, se escogían entre el 30 y 50% de las plantas y mazorcas con características superiores. Con las semillas seleccionadas se hacían nuevas siembras comparativas y pruebas de germinación para eliminar defectos. Después se escogía nuevamente la simiente para otras propagaciones y para ensayar en pruebas comparativas con la variedad original y otras semillas criollas de la región. Eduardo Chavarriaga Misas, “Variedades mejoradas de maíz”, pp. 7-10.

²⁰ Ministerio de Agricultura, “II Informe sobre el Programa Agrícola, 1951”, p. 27.

²¹ Ministerio de Agricultura, “I Informe sobre el Programa Agrícola”, pp. 19-20.

²² Ministerio de Agricultura, “VI Informe sobre el Programa Agrícola”, pp. 14-29.

semilla de cultivo y como plasma germinal en la producción de líneas en los programas de mejoramiento agrícola en Centroamérica y la India. Un grupo de fitomejoradores estadounidenses también integraron las simientes de la variedad ETO para crear variabilidad genética y formar una nueva variedad precoz con plantas y mazorcas pequeñas para la Faja Maicera de los Estados Unidos (Jugenheimer, 1988). Así pues, la variedad sintética ETO se distinguió por la cantidad de líneas endocriadas y auto-fecundación que se derivaron de ella y por su capacidad combinadora; ocupando un puesto de avanzada como fuente germinal en el mejoramiento genético del maíz.

Esta experiencia en la ETO sentó los lineamientos que dieron forma al segundo programa agrícola que estableció la Fundación Rockefeller en América Latina.²³ En 1950 la fundación inauguró la Oficina de Investigaciones Especiales (OIE) como parte del programa de Unidad Agrícola en Colombia, cuyo propósito era mejorar y aumentar las cosechas de los principales productos agrícolas, mediante la experimentación e investigación en genética, fitopatología y entomología.²⁴ Ese año, la FR tomó el control del programa colombiano, la dirección quedó a cargo del experto en maíz Lewis M. Roberts, quien estableció su lugar de trabajo en la ETO (Picado, 2012B). Asimismo, el material genético de maíz producido en la estación en la década de 1940 fue entregado a la OIE;²⁵ convirtiéndose en la base de los proyectos posteriores de hibridación y mejoramiento de maíz. De este modo, la estación de clima medio fue seleccionada como sede principal del programa agrícola y el maíz ETO como un logro de los agrónomos de la estación de Medellín.

Eduardo Chavarriaga Misas y la creación del maíz ETO

Esta semilla fue producida por el equipo de trabajo de Eduardo Chavarriaga Misas y sus asistentes, los ingenieros agrónomos Hernán Ramírez y Ricardo Ramírez, durante el periodo que Chavarriaga trabajó como director del departamento de Genética. Una breve reseña sobre la formación y trayectoria profesional de Chavarriaga muestra cómo era la carrera de los ingenieros agrónomos que se formaron y trabajaron en el marco de los programas agrícolas de la FR en América Latina (Figura 4). Chavarriaga, fue uno de los primeros agrónomos profesionales de Colombia; egresado de la FNA de Medellín en 1934 (Saavedra *et al*, 2004). En su tesis para obtener el título de agrónomo, Chavarriaga presentó

²³ El primero fue establecido en México en 1942. Ver: Josep Cotter (1994). "The Rockefeller Foundation's Mexican agricultural project", pp. 97-125; Torek Olsson (2017). *Agrarian crossings*, pp. 129-158.

²⁴ Ministerio de Agricultura, "I Informe sobre el Programa Agrícola", pp. 18-24.

²⁵ En la década de 1950 con base en la OIE fue creado el Departamento de Investigación Agropecuaria (DIA), que dio nombre a las semillas Diacol. En 1962 el DIA dio origen al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). A partir de entonces, esta entidad se hizo cargo de la estación, la cual se comenzó a llamar Centro de Investigación Regional Tulio Ospina. "Fernando Arboleda, "Historia de la investigación del maíz en Colombia", pp. 30-203.

un plan de fomento agrícola, donde propuso un modelo de organización y funcionamiento de las instituciones agropecuarias en Colombia, incluyendo las estaciones experimentales y escuelas de agronomía.²⁶ Igualmente, esbozó el perfil y función que debían cumplir los agrónomos tanto en los trabajos de campo como administrativos y académicos. Esta tesis, tal como reconocía el mismo Chavarriaga, estaba influenciada por el sistema de organización agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y representaba un modelo para el caso colombiano.

Figura 4. Eduardo Chavarriaga Misas (centro) y colaboradores en un cultivo de maíz



Fuente: Digital Library of the Caribbean, “Chavarriaga, Ramírez, González pollinating crew, 1944”. <https://www.dloc.com/UF00019122/00001> (18.07.2021).

El itinerario de formación de Chavarriaga Misas precisamente comenzó en el país norteamericano. Entre 1936 y 1937 participó en cursos de genética y fitomejoramiento en la Universidad de Cornell, donde se especializó como genetista. Luego, como parte de su proceso de formación, realizó prácticas en el Departamento de Genética y Cría de la Estación Experimental de Agricultura de Venezuela con el Dr. D. G. Langham, becado por la FR.²⁷ Después de su estancia en Venezuela, participó en cursos de fitomejoramiento en

²⁶ Eduardo Chavarriaga Misas, “Plan de organización de los servicios de fomento agrícola”, pp. 902-915.

²⁷ Normal Johnson, “Carta al decano de la FNA”. Medellín, 4 de mayo de 1943. AHUNM. DC, ff. 210, 314.

la Oficina de Investigaciones Especiales de la FR en México. Entre 1955 y 1956 realizó una “gira especial” por las principales estaciones experimentales, escuelas agrícolas y compañías productoras de semillas de los Estados Unidos. El propósito de esta visita era conocer el sistema empleado por las entidades oficiales y privadas para producir variedades híbridas de maíz y frijol. Después de este recorrido, Chavarriaga “regresó a emplear los sistemas estadounidenses de secamiento, limpieza, selección y almacenamiento para producir semillas de primera calidad” en Colombia.²⁸

Este agrónomo y genetista también ocupó cargos administrativos y académicos en diferentes instituciones agrícolas. Entre 1934 y 1936 fue el coordinador de las estaciones experimentales del MAC. También fue profesor de la FNA entre 1937 y 1943, y luego entre 1952 y 1953. Asimismo, entre 1943 y 1951 fue director de la Sección de Genética y Cultivos de la ETO. Fue jefe de la Campaña Nacional de Maíz y Frijol y Fomento Agrícola de la Caja de Crédito Agrario. Finalmente, Chavarriaga fue candidato a la Medalla Agrícola Interamericana, premio que reconocía la contribución de los agrónomos en el desarrollo de la agricultura de estas latitudes tropicales.²⁹

Esta reseña profesional y personal de este agrónomo-genetista refleja una vida dedicada a la experimentación en laboratorios y campos de cultivos, a la docencia y función pública; cuyos aportes como el maíz ETO, impulsaron e insertaron la investigación agronómica y genética colombiana en círculos científicos y tecnológicos latinoamericanos. Asimismo, la trayectoria de Chavarriaga es muestra de los procesos de institucionalización de las ciencias agrícolas y agronómicas antes y durante los procesos de la RV en América Latina (Zuleta, 2020). En este punto es importante destacar el papel de estos expertos, quienes fomentaron la investigación agronómica y crearon tecnologías agrícolas para el mejoramiento de la agricultura. En esta medida, la trayectoria de agrónomos y genetistas como Chavarriaga revela que los expertos fueron actores centrales en la historia de la modernización agrícola colombiana.

El Banco Internacional de Maíz

La ETO se destacó en el campo de la genética de dos maneras fundamentales. La primera, como espacio de generación de tecnologías agrícolas mediante la producción de germoplasma, semillas sintéticas e híbridas de maíz; y la segunda, como espacio de recolección y conservación de material genético. Una de las primeras actividades realizadas en la ETO fue la recolección de variedades colombianas para reunir, estudiar y evaluar las características y propiedades tanto productivas como genéticas del maíz (Figura 4). En la estación estaban “empeñados en reunir la mayor cantidad de tipos de maíz para tener una

²⁸ Sociedad Antioqueña de Agricultores, “Nuevas semillas de maíz”, pp. 5533-5535.

²⁹ Ralph H. Allee, “Síntesis informativa”, p. 1.

colección completa de los maíces colombianos, con el fin de conocer su comportamiento y contar con material básico para formación de nuevas variedades”.³⁰

Este proceso de recolección y clasificación de las semillas criollas estuvo encabezado por el director del programa agrícola colombiano, Lewis Robert. Como producto de esta tarea, se publicó el libro *Razas de maíz en Colombia*, que contiene los principales resultados de este proyecto, que se realizó también en México, Brasil, Cuba y Centroamérica (Méndez, 2018). Según ese libro, en el país se identificaron 23 razas distintas, entre variedades primitivas, introducidas e híbridas (Robert *et al*, 1957). En 1951 la National Sciences Academy y el National Research Council de los Estados Unidos crearon el Comité de Preservación de Variedades Indígenas de Maíz. Los objetivos de este proyecto eran evitar la extinción de las razas nativas, y sobre todo, utilizar el material genético de estas variedades como materia prima para la elaboración de nuevas semillas.

Figura 5. Trabajos de selección y clasificación de maíz en la ETO, 1950.



Fuente: Registro fotográfico Centro de Investigación Agrosavia La Selva, Rionegro, Antioquia.

En esta perspectiva, el Technical Cooperation Administration de los Estados Unidos, en sociedad con la Fundación Rockefeller, financiaron el establecimiento de tres bancos de recolección y conservación en México, Brasil y Colombia. El banco colombiano fue instalado en la ETO en 1952. Entre sus instalaciones y equipamientos contaba con cavas

³⁰ Ministerio de Agricultura, *Memorias al Congreso de 1943*, pp. 146-147; Ministerio de Economía, *Memorias al Congreso de 1944*, pp. 36-40.

refrigeradoras donde se guardaban las colecciones de germoplasma; además, tenía cuartos de secamiento artificial, desgranadoras manuales y mecánicas, un equipo de clasificación de semillas y un laboratorio con balanzas de precisión y nonios.³¹ Este espacio funcionaba como “un reservorio de genes disponible para los fitomejoradores colombianos y extranjeros”.³² En 1954 el Banco de Medellín registró una colección de 4.900 variedades de maíces nacionales y extranjeras. Esta cifra aumentó, cinco años después, a un total de 5.962 muestras, de las cuales 2.041 eran colombianas y 3.921 originarias de los otros países andinos como Ecuador, Bolivia, Perú y Chile.³³ De esta manera, la ETO aportaba una cantidad importante de colecciones para el Comité de Maíz, que para 1955 contaba con un total de 11.353 muestras procedentes de países latinoamericanos y caribeños (Curry, 2017). En la década de 1960 el banco amplió su colección a 4.806 variedades procedentes de más de 30 países y registró un total de 1.953 variedades recolectadas en Colombia (Díaz Amarís, 1980).

El intercambio de variedades de maíz con países de la zona Andina, el Caribe, América Central y América del Norte, Asia y África, situó a Medellín y Colombia en la vanguardia de las investigaciones y la producción de tecnología agrícola. En 1955 en Filipinas realizaron cultivos experimentales con variedades colombianas; según algunas fuentes, estas pruebas arrojaron resultados satisfactorios para el programa de maíz del país asiático.³⁴ Igualmente en Kenia, donde la variedad C2 mostró resistencia a plagas como la roya (Robert *et al*, 1957). Entre 1964 y 1965 desde la ETO se despacharon germoplasmas hacia Brasil, México, Perú, Jamaica, Haití, Nigeria, Congo, Madagascar, Malasia, India y Estados Unidos. El contenido de estos despachos fueron 261 líneas, 130 híbridos, 15 variedades y 39 muestras de razas nativas colombianas. En el plano nacional, la estación intercambió 26 líneas, 74 híbridos, 263 variedades extranjeras y 44 variedades criollas.³⁵

Las colecciones que comenzaron como material de trabajo en el mejoramiento local de semillas, se transformaron en un recurso que circuló por diferentes países como fuente de plasma germinal en los programas agrícolas de la FR en América Latina y Asia (Jugenheimer, 1980). Esto demuestra que la circulación de tecnologías no fue un asunto estrictamente unidireccional ni lineal (Zuleta, 2020), cuya dirección apuntaba de los Estados Unidos a Colombia, pues también se pueden observar distintas conexiones y direcciones entre personas e instituciones latinoamericanas, caribeñas, asiáticas y africanas mediante la circulación y transferencia de saberes y tecnologías, imprimiendo así un carácter transnacional y global a estas instituciones de experimentación e investigación científica y tecnológica. En vista de la pérdida de diversidad genética ocasionada por la

³¹ ICA. “Banco de germoplasma de maíz”, p.7.

³² Ministerio de Agricultura, “III Informe sobre el programa agrícola”, p. 14.

³³ Ministerio de Agricultura, *Memorias al Congreso de 1960*, p. 12.

³⁴ Ministerio de Agricultura, “V Informe sobre el Programa Agrícola, 1957”, pp. 13-17.

³⁵ ICA. *Memorias 1965-1966*, p. 74.

generación y uso de semillas híbridas, la FR participó en los proyectos de recolección y conservación de los germoplasmas de las razas americanas. Esta participación de la FR en la preservación genética surgió como una forma de gestionar y contrarrestar las consecuencias indeseables de sus propias actividades modernizadoras en América Latina (Curry, 2017). Los programas de la FR en Colombia aceleraron el tránsito en el uso de las razas criollas por semillas sintéticas e híbridas (Sibaja y Álvarez, 2021). En 1957, Lewis Robert señalaba que la raza de maíz “común” estaba siendo “reemplazada rápidamente por las variedades mejoradas en el programa agrícola de la fundación” (p. 98). De esta manera, el banco de la ETO desempeñó un rol central en el manejo y conservación de la diversidad genética de maíz latinoamericano.

Finalmente, es importante señalar que la recolección de material genético no estaba relacionada exclusivamente con la conservación, pues también tenía fines productivos, como la creación de semillas y plantas de mayores rendimientos. Las colecciones de germoplasmas representaban el principal material de trabajo de los fitomejoradores en las estaciones experimentales (Curry, 2017). De este modo, el banco de la ETO desempeñó una función instrumental como fuente de recursos genéticos empleados en la producción de semillas híbridas en el marco de la RV.³⁶ Estos procesos históricos, relacionados con el posicionamiento geopolítico de Estados Unidos en América Latina, también estaban conectados con los procesos de cambio tecnológico del mejoramiento del maíz y la conservación de material genético agrícola (Picado, 2012). En este sentido, estos centros de recolección y preservación tuvieron un papel central en el manejo y circulación global de germoplasmas de cultivos claves como el maíz (Curry, 2017).

Consideraciones finales

La experiencia de la ETO y sus expertos revela que entre las décadas de 1920 y 1960 se presentó un proceso de transformación institucional, enfocada en la organización y modernización de la agricultura colombiana, mediante la investigación y experimentación científica y tecnológica realizada en las estaciones agronómicas. La ETO fue una institución de innovación tecnológica agrícola, es decir, un escenario de procesos más amplios de cambio agrario que dejó como resultado la producción de nuevas fuentes germinales y semillas de maíz que circularon por diferentes continentes. El departamento de genética, el banco de germoplasma y la presencia de un equipo de agrónomos-genetistas especializados

³⁶ El banco de maíz de la ETO funcionaba con dineros del convenio de la FR; luego como dependencia del Programa de Maíz y Sorgo del ICA. En la década del setenta comenzó a recibir recursos de la FAO. El Banco funcionó por más de 30 años en la ETO, en la actualidad, la colección de maíz se encuentra depositada en la Estación Agropecuaria La Selva en Rionegro, Antioquia. Las colecciones del Banco también fueron integradas al banco central de germoplasma del CIMMYT establecido en México en 1966. Díaz Amarís et al., pp. 4-14.

en maíz, situaron a la ETO como epicentro de cambio tecnológico para la agricultura colombiana en la primera mitad del siglo XX.

El caso de la ETO demuestra la relevancia que adquirieron estas instituciones como agentes de cambio agrario y tecnológico en los procesos de modernización de la agricultura regional, nacional y transnacional. En este sentido, las estaciones agrícolas ameritan estudios preocupados por su papel como instituciones de ciencia, tecnología, innovación y poder en el desarrollo de la agricultura. Existen fuentes documentales que permiten conocer la experiencia de la ETO y otras estaciones experimentales en diferentes procesos de modernización de la agricultura colombiana y latinoamericana. La trayectoria histórica de la ETO se inscribe en el marco de las nuevas temporalidades que plantean estudios recientes sobre la RV; pues revela cómo la Fundación Rockefeller se fue estableciendo en Colombia hasta desarrollar, financiar y controlar programas agrarios, cuyas bases principales se establecieron en las estaciones agrícolas experimentales, previamente fundadas por elites agrícolas regionales y gobiernos departamentales.

Así pues, este artículo invita a estudiar el papel de las estaciones experimentales. Plantea la pertinencia de estudios que revelen la autonomía y dependencia de estas estaciones y su personal de expertos con relación a los discursos políticos e instituciones patrocinadoras. Estudios que evalúen el empleo de estas semillas y su productividad, como una forma de medir el impacto de estas nuevas tecnologías, los cuales aportarían luces sobre sus usos durante la segunda mitad del siglo XX. Asimismo, trabajos que estudien la recepción o resistencia de los agricultores con relación al empleo de estas tecnologías agrícolas en sus campos. En síntesis, investigaciones que planteen y cuestionen la importancia y centralidad de las estaciones experimentales, tanto en los procesos de modernización, como en los análisis de la historia agraria colombiana.

Agradecimientos

Agradezco a mis profesores y compañeros de los seminarios de historia de la ciencia, historia de la tecnología, e historia agraria del Doctorado en Historia de El Colegio de México, 2019-2024; así como a los evaluadores anónimos que recomendaron la publicación de este texto.

Referencias

- Allee, R. H. (1960). Síntesis informativa sobre candidatura presentadas para la Medalla Agrícola Interamericana. *Documentos de la Quinta Reunión del Consejo Técnico Consultivo del IICA de la OEA*. Lima.
- ICA. Banco de germoplasma de maíz. *El Correo* 54.15572 (2 de noviembre de 1969).
- ICA. *Memorias 1965-1966*. Bogotá: ICA, 2010.
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas –IICA– (1970). Estaciones experimentales agrícolas de la Zona Andina. Lima: *Publicaciones Misceláneas* 72.
- Ministerio de Agricultura. I Informe sobre el progreso del Programa Cooperativo entre el Ministerio de Agricultura y la Fundación Rockefeller. *Revista Nacional de Agricultura* 554 (1951).
- Ministerio de Agricultura. II Informe sobre el progreso del Programa Cooperativo entre el Ministerio de Agricultura y la Fundación Rockefeller. *Revista Nacional de Agricultura* 585 (1952).
- Ministerio de Agricultura. III Informe sobre el progreso del Programa Cooperativo entre el Ministerio de Agricultura y la Fundación Rockefeller. *Revista Nacional de Agricultura* 587 (1954).
- Ministerio de Agricultura. IV Informe sobre el progreso del Programa Cooperativo entre el Ministerio de Agricultura y la Fundación Rockefeller. *Revista Nacional de Agricultura* 614 (1956).
- Ministerio de Agricultura. “V Informe sobre el progreso del Programa de cooperación entre el Ministerio de Agricultura y la Fundación Rockefeller. *Revista Nacional de Agricultura* 625 (1957).
- Ministerio de Agricultura y Comercio. *Memorias al Congreso de 1934*. Bogotá: Tipografía de Víctor M. Prado.
- Ministerio de Agricultura. *Memorias al Congreso de 1960*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Ministerio de Economía. *Memorias al Congreso de 1943*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Ministerio de Economía. *Memorias al Congreso de 1944*. Bogotá: Editorial Minerva.
- Osorio, J. et al. *Historia y presencia de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 1914-2017*. Documento inédito Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Santamaría Sanz, C. (1945). *Plan quinquenal de fomento agrícola en Colombia, 1945*. Bogotá: Ministerio de Economía Nacional.
- Sociedad Antioqueña de Agricultores. (1956). “Nuevas semillas de maíz” (Entrevista a Eduardo Chavarriaga Misas), *Boletín Agrícola* 429, 5533-5535.
- Rojas, G. (1963). “La Granja Tulio Ospina”, *Distritos*, 3.
- Vélez, L. y Arango Marín, M. “Incorporación del Instituto Agrícola Nacional a la Universidad Nacional de Colombia, 1926-1939”, Documento inédito, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Bibliografía

- Arboleda, F. (1989). Historia de la investigación del maíz en Colombia. *ASIAVA*, Edición especial, 30-203.
- Bejarano, J. A. (1985). *Economía y poder: la SAC y el desarrollo agropecuario colombiano, 1871-1984*. Bogotá: Cerec-SAC.
- Bejarano, J. A. (1986). Notas para una historia de las ciencias agropecuarias en Colombia. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 10 (1-2), 113-184.
- Bejarano, J. A. (1988). Las técnicas agropecuarias en el siglo XX. En *Historia Económica de Colombia* (173-207). Bogotá: Fedesarrollo-Siglo XXI.
- Calatayud, S., Pan-Montojo, J. y Pujol, J. (2002). Innovación y cambio técnico en la agricultura. *Historia Agraria*, 27, 15-40.
- Cerutti, M. (2019). Trigo y revolución verde en el noroeste de México, 1930-1970. *Mundo Agrario*, 20 (43), 1-22. <https://doi.org/10.24215/15155994e103>
- Cotter, J. (1994). "The Rockefeller Foundation's Mexican Agricultural Project. A Cross-cultural Encounter", in *Missionaries of Science: The Rockefeller Foundation and Latin America*, M. Cueto (Ed.), Bloomington and Indianapolis, Indiana University Press.
- Curry, H. (2017). From working collections to the World Germplasm Project: agricultural modernization and genetic conservation at the Rockefeller Foundation. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 39 (5), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s40656-017-0131-8>
- Cuvi, N. (2009). Las semillas del imperialismo agrícola estadounidense en el Ecuador. *Procesos: Revista Ecuatoriana de Historia*, 30 (2), 69-98.
- Chastain, A. y Lorek, T. (2020). *Itineraries of expertise: science, technology, and the environment in Latin American's Long Cold War*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Chavarriaga Misas, E. (1941). Plan de organización de los servicios de fomento agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 4 (10), 899-941.
- Chavarriaga Misas, E. (1948). Variedades mejoradas de maíz, *Agricultura Tropical*, 3, 7-10.
- Chavarriaga Misas, E. (1966). Maíz ETO, una variedad producida en Colombia. *Revista ICA* 1 (1), 5-30.
- Delgadillo, O. y Valencia, V. (2020). Misión Chardón y la modernización agrícola en el Valle del Cauca. *Historia Agraria*, 80, 145-175. <https://doi.org/10.26882/histagrar.080e02d>
- Dean, W. (1989). The Green Wave of Coffee: beginnings of Tropical Agricultural Research in Brazil, 1885-1900. *Hispanic American Historical Review*, 69 (1), 91-115. <https://doi.org/10.2307/2516164>

- Díaz Amarís, C., Quiroz, J. y Torregroza, M. (1980). Banco Internacional de Germoplasma de Maíz. *Boletín de Divulgación ICA*, 1-28.
- Ferleger, L. (1988). Technology and field implements: agricultural research at the Alabama Experiment Station. *Agricultural History* 62, 208-224.
- Ferleger, L. (1990). Uplifting American agriculture: Experiment Station Scientists and the Office of Experiment Stations in the early years after the Hatch Act. *Agricultural History* 64 (2), 5-23.
- Fernández Prieto, L. (2008). *Espacios de poder, ciencia y agricultura en Cuba: El Círculo de Hacendados 1878-1917*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Finlay, M. (1988). The German Agricultural Experiment Stations and the beginnings of American agricultural research. *Agricultural History*, 62 (2), 41-50.
- Gárgano, C. (2014). Experimentación científica, genética aviar y dictadura militar en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1956-1976". *Mundo Agrario*, 15 (28), 1-31.
- González, M. (1983). Reseña histórica de la Facultad Nacional de Agronomía. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 31(1), 7-16.
- Gutiérrez, N. (2017). *Cambio agrario y revolución verde: dilemas científicos, políticos y agrarios en la agricultura mexicana del maíz, 1920-1970*. Tesis de Doctorado. El Colegio de México, CEH.
- Gutiérrez, N. (2020). Entre lo inesperado y lo imprevisto: la sequía y los proyectos de mejoramiento de maíz y trigo en El Bajío, 1943-1970. *Historia Mexicana*, 70 (1), 207-258. <https://doi.org/10.24201/hm.v70i1.4079>
- Herazo, E. (2017). Abriendo la caja negra de la tecnología: una historiografía de las técnicas en Colombia. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, 44 (1), 335-362. <http://dx.doi.org/10.15446/achsc.v44n1.61230>
- Jaller, G. (1986). *Descripción y caracterización de los centros de investigación y estaciones experimentales*. Bogotá: ICA.
- Jugenheimer, R. (1988). *Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. México: Limusa.
- Kent Carrasco, D. (2020). De Chapingo a Sonora: Pandurang Khankhoje en México y el tránsito del agrarismo a la agroindustria. *Historia Mexicana*, 70 (1), 375-421. <https://doi.org/10.24201/hm.v70i1.4082>
- Kimmelman, B. (1987). *A progressive era discipline: genetics at American agricultural colleges and experiment stations, 1900-1920*. Pennsylvania, University of Pennsylvania.
- Kumar, P., Lorek, T. et al. (2017). Roundtable: New narratives of the Green Revolution. *Agricultural History* 91 (3), 397-422. <https://doi.org/10.3098/ah.2017.091.3.397>

- Lorek, T. (2013). Imagining the Midwest in Latin America: Us advisors and the envisioning of an agricultural middle class in Colombian's Cauca Valley, 1943-1946. *The Historian*, 75 (2), 283-305. <https://doi.org/10.1111/hisn.12008>
- Lorek, T. (2019). Developing Paradise: agricultural science in the Conflicted Landscapes of Colombia's Cauca Valley, 1927-1967. Disertación Doctoral, Yale University.
- Lorek, T. (2020). The Puerto Rican connection: recovering the "cultural triangle" in global histories of Agricultural development. *Agricultural History*, 94 (1), 108-140. <https://doi.org/10.3098/ah.2020.094.1.108>
- Méndez, D. (2017). Notas para una historia transnacional de la Revolución Verde. *Cuadernos Americanos*, 162, 137-164.
- Méndez, D. (2018). *El programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento del maíz: una historia transnacional de la Revolución Verde desde Costa Rica y Guatemala, 1954-1963*, (Tesis de Maestría), Ciudad de México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 2018.
- McCook, S. (2002). *States of nature: Science, Agriculture, and Environment in the Spanish Caribbean, 1760-1940*. Austin, University of Texas Press.
- Olsson, T. (2017). *Agrarian Crossings. Reformers and the Remaking of the US and Mexican Countryside*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Palladino, P. (1994). Wizards and devotees: on the Mendelian theory of inheritance and the professionalization of agricultural science in Great Britain and the United States, 1880-1930. *History of Science*, 32 (4), 409-444. <https://doi.org/10.1177/007327539403200403>
- Pan-Montojo, J. (2007). De la agronomía a la ingeniería agronómica: la reforma de la agricultura y la sociedad rural españolas, 1855-1931. *Áreas: Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 26, 75-93.
- Picado, W. (2012). En búsqueda de la genética guerrera. Segunda Guerra Mundial, cooperación agrícola y Revolución Verde en la agricultura de Costa Rica. *Historia Agraria*, 56, 107-134. <http://hdl.handle.net/10234/149674>
- Picado, W. (2012B). *Conexiones de la Revolución Verde. Estado y cambio tecnológico en la agricultura de Costa Rica durante el período 1940-1980*, (Tesis doctoral), Universidad de Santiago de Compostela.
- Roberts, L. M. et al. (1957). *Razas de maíz en Colombia*. Bogotá: Editorial Máxima.
- Saavedra, M. et al. (2004). *Facultad de Ciencias Agropecuarias: 90 años sembrando futuro, 1914-2004*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Sibaja Madera, F. J. y Roberto Álvarez, J. (2021). De las semillas criollas a las semillas certificadas. Maíz y agronomía en Antioquia, 1920-1980. *Anuario de Historia Regional y de las Fronteras* 26 (1), 153-186. <http://dx.doi.org/10.18273/revanu.v26n1-2021005>
- Urbán Martínez, G. y Saldaña, J. J. (2012). La enseñanza agrícola porfiriana, *Ciencia y Desarrollo*, 56-60.

- Valencia Llano, N. y Acevedo Tarazona, A. (2010). Origen de la educación agrícola superior en el Valle del Cauca, 1910-1934. *Historelo*, 2 (3), 67-93. <https://doi.org/10.15446/historelo.v2n3.12382>
- Zuleta, C. (2020). Laboratorios de cambio agrario: tecnología y ciencia en el campo. *Historia Mexicana* 70 (1), 61-97. <http://dx.doi.org/10.24201/hm.v70i1.4076>.