

Agricultura científica: las Estaciones Agronómicas y la caña de azúcar en Puerto Rico, 1886-1897*

MARÍA TERESA CORTÉS ZAVALA**

INTRODUCCIÓN

LAS ESTACIONES AGRONÓMICAS de Río Piedras y Mayagüez forman parte del esfuerzo del gobierno español por establecer un sistema de agricultura experimental que, bajo los principios científico-técnicos de las teorías de Liebig, facilitarían la modernización del campo. Este proyecto se puso en marcha en la década de 1870 en algunas regiones agrícolas de la Península Ibérica y se extendió, una década después, a sus dominios en ultramar.¹ Su objetivo era contar con instituciones que desde el desarrollo de las ciencias agronómicas estuvieran dedicadas a la experimentación científica, el ensayo de cultivos, la asesoría técnica de carácter consultivo, la enseñanza agrícola en las provincias, el desarrollo técnico y la divulgación.

Las Estaciones Agronómicas o granjas experimentales, como se les denominó por casi cuarenta años, fueron concebidas para que un cuerpo de ingenieros agrónomos —egresados desde 1861 de las escuelas de agronomía—, en coordinación con las Juntas de Agricultura de cada provincia, impulsara proyectos de investigación y modelos de desarrollo agrícola. La

* El trabajo forma parte de los resultados de investigación del proyecto “Las Estaciones Agronómicas y la agricultura tropical en Puerto Rico, 1888-1942”, que en el año sabático realicé en el CSIC y la Universidad de Puerto Rico, recinto de Río Piedras, con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). También forma parte de mi colaboración en el proyecto: “El espacio antillano: génesis, circulación y redistribución de individuos, mercancías, ideas, saberes y modelos (siglo XVIII y XXI)”, dirigido por C. Naranjo Orovio y apoyado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España (HAR2015-66152-R), con duración 2016-2018.

** Dirigir correspondencia a Facultad de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Ave. Universidad 1600, Col. Villa Universidad, C.P. 58060, Morelia Michoacán, México, tels. (01) (443) 327-00-03 y 322-35-00, e-mail: mtczavala@gmail.com.

¹ En Cuba se instalaron dos estaciones agronómicas, una en Pinar del Río y otra en Santa Clara, mientras que en Filipinas se instalaron dos Granjas Escuelas en la isla de Luzón, en Manila y otra en Visayas y cinco estaciones en Llo-Llo, Locos, Cebú, Leyte y La Isabela. FERNÁNDEZ PRIETO, 2004, p. 547, CARTAÑA I PINÉN, 2000, s. p.

idea de introducir métodos experimentales en los fenómenos biológicos para resolver, sin grandes contratiempos, problemas específicos del proceso productivo e industrial, se cifraba en la asesoría científica y técnica que podía brindar ese cuerpo de ingenieros con el estudio sistemático de la composición de tierras, preparación de abonos, análisis del clima, plagas o enfermedades, etc., información a partir de la cual se podían minimizar riesgos específicos de la agricultura y asegurar la calidad y la rentabilidad económica de la producción.

Con ese fin en 1875, en Madrid, se creó la primera Estación Agronómica anexa a la Escuela General de Agricultura. En 1877 la Sociedad Valenciana de Agricultura fundó otra, la cual se ubicó en los Jardines del Real. En 1881 se construyeron cuatro escuelas agrícolas bajo la modalidad de granjas experimentales, de las cuales se consolidaron la de Zaragoza en 1885, la de Valencia, que comenzó a funcionar en 1887, y un año después, la de Coruña. A partir de 1890 se fundaron otras Estaciones en Jerez de la Frontera, Cáceres y Barcelona.²

La importancia de recuperar la historia de las Estaciones Agronómicas de Río Piedras y Mayagüez radica en lo poco que se ha ocupado la historiografía puertorriqueña de ellas y lo escaso que se ha escrito sobre estas corporaciones en la historia de la agricultura española, a pesar de que formaron parte, junto con las aprobadas en Cuba y Filipinas, de una propuesta de modernización agrícola que se diseñó en España.³ Otro aspecto revelante de la originalidad del trabajo, es que las dos Estaciones instauradas en la menor de las Antillas hispanas se abrieron en medio de una de las crisis más profundas del modelo agroexportador, específicamente en la región suroeste, donde se encuentra el departamento de Mayagüez, considerado el más importante en la producción de la caña de azúcar pero que atravesaba por problemas estructurales que frenaron su crecimiento económico.

El ensayo hace una reflexión sobre la crisis económica de 1870 y su impacto en el modelo productivo; el fracaso de la hacienda como unidad de producción y la separación del cultivo de la gramínea verde del proceso de

² CARTAÑA I PIÑÉN, 2000, s. p.

³ CARTAÑA I PIÑÉN 2000, s. p.

transformación industrial. Se examina la cultura agrícola que se difundió a lo largo del siglo XIX y los paradigmas que sobre ciencia, educación y estructuras productivas dominaron las discusiones sobre la modernización económica. Nos trasladamos al escenario socioeconómico en que fueron aprobadas y quedaron constituidas las Estaciones Agronómicas en Puerto Rico, así como las funciones con que fueron instauradas. Se reconstruye una parte de los trabajos experimentales realizados por los ingenieros Guillermo Quintanilla y Fernando López Tuero y los ensayos que sobre la caña de azúcar efectuaron en busca de soluciones a los problemas de los propietarios agrícolas. Se hace un recuento de la labor que ambos ingenieros efectuaron y la poca recepción de sus conjeturas entre los hacendados azucareros. El ensayo explica brevemente las limitaciones que tuvieron sus análisis para obtener mayores beneficios económicos, hasta el cierre de las Estaciones.

El trabajo forma parte de una investigación en proceso, en la que se profundizan varios de los elementos que se discuten en el ensayo.

LA CRISIS ECONÓMICA DE 1870 Y LA PRODUCCIÓN AZUCARERA HASTA 1898

La crisis financiera del sistema capitalista mundial en 1873 y el cambio del patrón plata a oro en la isla de Puerto Rico fueron algunos de los factores que intervinieron para frenar su desarrollo. El crecimiento de la industria azucarera se vino abajo y la hacienda como unidad productiva dejó de funcionar. La mecha que prendió el polvorín en esa década fue la abolición interna de la esclavitud pero, sobre todo, la dificultad de formar un mercado libre de trabajo —como lo ha demostrado Andrés Ramos Mattei⁴—; factores que, vinculados a la falta de un sistema monetario y los aprietos para obtener capitales a intereses razonables, impidieron la modernización de las haciendas y la innovación tecnológica. Esta situación provocó que en las últimas décadas del siglo XIX, muchas de las antiguas haciendas sucumbieran y las centrales que comenzaban a despuntar lograran su despegue hasta la invasión militar de los Estados Unidos.⁵

⁴ RAMOS MATTEI, 1988, p. 55.

⁵ SANTAMARÍA GARCÍA, 2005, pp. 179-180.

La drástica caída de los precios del azúcar en el mercado internacional y la inestabilidad de las relaciones con los principales mercados del azúcar puertorriqueño, junto con el incremento del consumo mundial de la remolacha, se impusieron al azúcar moscabado elaborado en las haciendas y modificaron por completo la concepción de su fabricación. A la serie de factores descritos, se suma la presencia de fenómenos naturales: las sequías regionales de 1872 a 1876 y de 1880 a 1885 y la enfermedad de la caña de azúcar que incidió con más fuerza en la zona oeste de la isla, donde se encontraban los mayores productores de la gramínea.

La caída dramática de las unidades de producción provocó que de 550 haciendas azucareras que existían en la década de 1870, al comienzo de 1880 siguieran funcionando alrededor de 325, es decir, casi la mitad de las que existían en la década anterior.⁶ Los datos que en su momento dio a conocer Santiago MacCormick en un informe entregado a la Diputación Provincial sobre la crisis, forman parte del desplome de la producción y de la pérdida de mercados tradicionales de ese producto, como afirma Ramos Mattei.⁷

Astrid Cubano, por su parte, ha señalado que el cultivo de la caña en esos años, como venía sucediendo en otras islas del Caribe, había logrado el límite de su capacidad de expansión por áreas cultivadas,⁸ en tanto que el retraso tecnológico impedía a los fabricantes de azúcar reducir los costos de producción y mejorar sus beneficios.⁹ El proteccionismo español fue otro elemento que hizo que se contrajera la oferta azucarera de Puerto Rico y que los productores concentraran su comercio con Estados Unidos. Este país supo aprovechar las circunstancias para extraer tratados de reciprocidad que, en 1898, le otorgaron el control de ese comercio.¹⁰

Por los estudios de Ramos Mattei y Cubano se sabe que, en la zona sur y oeste de la isla, el sistema de haciendas como centro de producción de la industria azucarera se redujo considerablemente a partir del estallido de la crisis en 1873. Buena parte de las unidades productoras de azúcar desaparecieron, como se ha dicho, y aquéllas que lograron sobrevivir como la

⁶ MACCORMICK, 1877.

⁷ RAMOS MATTEI, 1988, p. 55.

⁸ Véase el caso de las islas de Guadalupe y Jamaica. MARTÍNEZ VERGNE, 1992, p. 149.

⁹ CUBANO INIGUA, 1999, p. 52.

¹⁰ SANTAMARÍA GARCÍA, 2011, p. 155.

hacienda Merceditas, lo hicieron gracias a la automatización parcial de sus ingenios. La innovación tecnológica que muchas haciendas en la región habían hecho en décadas anteriores, les permitió sobrevivir a los embates de la crisis pero, aunque fue posible que contaran con un producto superior al moscabado común, nunca lograron producir azúcar de remolacha.¹¹

Estas haciendas, como estrategia de subsistencia, se dedicaron a concentrar los mejores terrenos para la producción de caña de azúcar, mientras desplazaban una parte de sus capitales a productos como el café y el tabaco, que iban en ascenso. Algo que favoreció a algunas de esas unidades fue que ostentaban concesiones vigentes de agua para el riego en la zona sur, y que disponían de grandes perímetros de tierra donde cultivar pastos para la alimentación de ganado.¹² De esta manera, aseguraban la alimentación de la fuerza animal empleada en el cultivo de la gramínea, en la recolección y el traslado de la caña de azúcar a la fábrica y en la transportación de barriles o bocoyes de azúcar desde la hacienda a los muelles de embarque.¹³

Otra característica de las haciendas en la zona suroeste, donde se instaló la Estación Agronómica de Mayagüez, fue que la mayoría de los propietarios eran extranjeros o descendientes de extranjeros, peninsulares e incluso puertorriqueños que conservaban sus propiedades y vivían de sus rentas. La falta de arraigo, la fuga de capitales o su desplazamiento hacia otros productos limitaron el proceso de acumulación y, aún más, la capacidad de inversión de los medianos y pequeños productores.

A la serie de problemas descritos, se debe agregar que, para 1873, la fuerza de trabajo de las haciendas estaba concentrada en la mano de obra esclava y en jornaleros libres que laboraban bajo el régimen de la libreta, pero que al concluir la zafra en el mes de marzo se convertían en trabajadores libres. Contratar a esos trabajadores con un salario y horarios de trabajo fijos modificó el ritmo de la producción azucarera en las haciendas. El panorama en las dos últimas décadas del siglo XIX se agravó, in-

¹¹ RAMOS MATTEI, 1988, p. 36.

¹² Desde 1860 los hacendados reclamaban al gobierno la construcción de un sistema de riego en la región, el cual aunque se proyectó y discutió nunca fue aprobado. Las sequías que se sufrieron en la isla durante las décadas de 1870 y 1880 afectaron a buena parte de las haciendas. De tal forma que en 1880 ayuntamientos como el de Hatillo solicitaban que a los propietarios se les dispensara el pago de impuestos por las sequías. Archivo Histórico Nacional en Madrid (en adelante AHN), Ultramar, Puerto Rico, leg. 1185, exp. 7, 1886-1887.

¹³ RAMOS MATTEI, 1988, p. 62.

cluso para las haciendas más prósperas, al cerrarse los mercados europeos a la remolacha puertorriqueña, pues el único comprador fue Estados Unidos, que a su vez uniformaba la demanda hacia el azúcar centrifugada, elaborada en centrales mecanizadas.

Al concluir el siglo, varias de las haciendas y sus dueños en la isla se encontraban enfrascados en resolver la falta de un sistema monetario y de créditos bancarios, que entorpecía los pagos a particulares y la articulación de la fuerza de trabajo.¹⁴ La solución que muchos hacendados encontraron fue la separación del ciclo agrícola del manufacturero; la formalización de contratos de venta de tierras, arrendamientos, venta de cañas de azúcar o la molienda de la caña en alguna de los nueve centrales que se abrieron en la isla entre 1873 y 1898.¹⁵

LA CULTURA AGRÍCOLA Y LA APLICACIÓN DE LA CIENCIA EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DE PUERTO RICO

El tema de la agricultura científica como motor de desarrollo para acrecentar la producción y consolidar fortunas se introdujo en los paradigmas del progreso divulgados en las tertulias de salón, las sesiones de la Sociedad Económica de Amigos del País (1814) y las propuestas económicas presentadas a la Junta de Comercio por los reformistas. En las actas de esas corporaciones se encuentran los testimonios de ese debate que atraviesa por diversos momentos en la formación de una tradición agrícola local y que hace falta analizar.¹⁶

Las discusiones en torno a la agricultura hicieron posible que en impresos como el *Diario Económico de Puerto Rico* (1814-1815) o la *Gaceta de Puerto Rico* (1806-1898), junto a las ideas de progreso, se difundiera la información sobre las ventajas de la utilización de métodos científicos aplicados a la modernización del campo, como se hacía en otros países.

¹⁴ RAMOS MATTEI, 1988, p. 77 y GARCÍA, 1989, pp. 864-865.

¹⁵ SANTAMARÍA GARCÍA, 2005, p. 179. La primera construida en Puerto Rico fue la Central San Vicente en Vega Baja en 1873. La central se alimentaba de las haciendas azucareras colindantes, que transformaron sus cañaverales en parte de su administración. SAN MIGUEL, 1989, p. 75.

¹⁶ GARCÍA, 1989, pp. 855-857.

Esa concepción, además de proclamar su simpatía por la agricultura científica, siempre estuvo vinculada con la visión de la enseñanza agrícola.

En la primera mitad del siglo esas propuestas se pueden resignificar en experiencias como la apertura de las cátedras de química, física y mecánica o la instauración de la Escuela de Agricultura, Comercio y Náutica, que funcionó en 1854¹⁷ y cuyo propósito, al igual que el Jardín Botánico, fue el de concretar la formación de manos expertas para el campo. Estas iniciativas culturales siempre estuvieron ligadas a figuras del liberalismo reformista y coincidieron con las concepciones expresadas por una élite letrada que pugnaba por instaurar en la isla el estudio sistemático de nuevas especies, la aclimatación de plantas y la explotación de la naturaleza con fines comerciales.¹⁸

En la década de 1870 se constituyeron las primeras instituciones culturales, asociaciones de agricultores e impresos especializados sobre agricultura, industria y comercio. Al periodo se le conoce como el momento en que, en medio de la crisis económica, se realizaron esfuerzos sistemáticos de estudio de los recursos naturales y proyectos económicos, pero también son los años en que nace el Partido Liberal Reformista (1873), se organizan las fuerzas políticas y se agudizan las tensiones sociales.¹⁹

En 1872 se instauró una torre meteorológica en la Jefatura de Obras en San Juan y se realizaron las primeras observaciones pluviométricas. A partir de esos datos se pudo utilizar información del clima y las contingencias que sus cambios podían ocasionar en la debilitada agricultura.²⁰ Ese año un grupo de intelectuales liberales encabezados por Román Baldorioty de Castro, intentaron abrir en Mayagüez una Escuela de Fitotecnia, proyecto que fue rechazada tajantemente por un grupo de peninsulares del Partido Incondicional, al considerar la filiación política

¹⁷ CORTÉS ZAVALA, 2007, p. 392.

¹⁸ GUTIÉRREZ ARROYO, 1995, p. 179 y CORTÉS ZAVALA, 2008, p. 184.

¹⁹ El 19 de octubre de 1853 se creó el Servicio de Montes en Cuba y Puerto Rico. A la menor de las Antillas hispanas comenzaron a llegar los primeros ingenieros de Montes. El arribo de estos ingenieros trajo consigo la aparición de estudios sobre la vegetación, geografía, geología, hidrografía y otros factores ambientales. Destacan figuras como Vidal D'Ors, quien según Lizette Cabrera, con sus conocimientos contribuyó al desarrollo urbano de Ponce. CABRERA SALCEDO, 2010, pp. 268-271. Otros trabajos de la época son: MACCORMICK, 1877; ARRIBAS, 1877.

²⁰ CALDERÍN, 2005, p. 9.

de Baldorioty. Con la instauración del Ateneo Puertorriqueño en 1876, y sus cátedras de agricultura, botánica y zoología, se inauguraba un espacio de comunicación y diálogo. En sus instalaciones se discutieron los problemas del modelo agroexportador y se dieron a conocer posibles soluciones.²¹ Hace falta rastrear si la información allí vertida fue conocida por medianos y pequeños hacendados del azúcar para que revirtieran los efectos de la caída de los precios del endulzante en el mercado.

El asociacionismo fue otra manera que encontraron los agricultores para organizarse y posicionar su situación frente a las instituciones del gobierno español, así como para denunciar la falta de un sistema financiero y explorar la constitución de casas de crédito y bancos.²² En 1876 nació la Sociedad de Agricultores de Ponce, a la que siguieron la de Mayagüez y Guayama.²³

La Diputación Provincial, preocupada por encontrar soluciones a la plaga que afectaba la caña de azúcar, en 1873 designó una comisión para que estudiara su origen.²⁴ El documento, que se editó como: *Informe dado a la Excelentísima Diputación Provincial sobre la enfermedad de la caña de azúcar en el cuarto departamento de la isla de Puerto Rico*,²⁵ además de contener un tratado sobre el origen de la caña de azúcar y su introducción en la isla, comprendía un estudio que identificaba las causas de la enfermedad²⁶ y proponía las variedades de caña de azúcar que se debían probar, por ser las más adecuadas y resistentes al clima y a las condiciones del suelo.

Se sabe que para apoyar los argumentos del estudio, el Dr. Agustín Stahl efectuó una serie de prácticas con diferentes variedades de la gramínea en una finca modelo que arrendaba al Ayuntamiento de Bayamón.²⁷ Su propósito era encontrar la especie más resistente a las enfermedades.²⁸ Sin embargo la falta de recursos para sostener sus ensayos, así como la indiferencia de

²¹ CARRETERO GARCÍA, 1992, p. 147.

²² SANTIAGO DE CURET, 1989, pp. 93-129.

²³ GIL-BERMEJO, 1970, pp. 138-140.

²⁴ La comisión quedó integrada por el licenciado en física José Julián Acosta y los médicos Agustín Stahl y Carlos Grivot. COLÓN, 1930, p. 302.

²⁵ GRIVOT GRANT-COORT, STAHL y ACOSTA, 1878.

²⁶ El estudio sobre la enfermedad había sido redactado por el médico y naturalista Agustín Stahl. STAHL, 1880.

²⁷ En 26 de junio de 1880 el ayuntamiento de Bayamón rechazó la solicitud de concesión gratis por tres años, de un terreno de tres y media cuerdas al Dr. Stahl. *La Gaceta de Puerto Rico*, 12 de febrero de 1880.

²⁸ De esa experiencia agrobiológica data la breve relación comercial que mantuvo con la Junta local de Agricultura y algunos hacendados de la región que en los primeros años de la década de 1880 adquirieron las

los grandes propietarios para que continuara practicando su método, le impidieron continuar con sus investigaciones.²⁹

Mencionamos el estudio porque pertenece a una literatura agrícola que se escribió y circuló en la isla entre 1872 y 1890, la cual consideramos debe ser analizada en su conjunto, como parte de las preocupaciones que compartieron los agricultores y por ser de utilidad para explicar el desplazamiento de algunos hacendados hacia cultivos alternos, como solución inmediata a sus dificultades. La variedad de temas tratados en los textos a que referimos, permite imaginar el tipo de información difundida y los imaginarios agrícolas locales que se inscribieron en esos años, las ideas y los modelos que sobre la agricultura científica se creía podían beneficiar las fincas rurales de la época.³⁰

La consolidación de las Juntas Provinciales de Agricultura, Industria y Comercio, que entre 1883 y 1884 se conformaron en la isla como órganos técnicos de la metrópoli, hizo que circularan libros, manuales y folletos.³¹ Nuevamente la educación como aspecto de regeneración social aparece vinculada a las soluciones inmediatas y a largo plazo de los problemas agrícolas. En 1885 el Estado español reforzó la presencia de una burocracia administrativa al establecer la Junta Provincial de Estadística y Evaluación de la Riqueza y la Cámara de Comercio, Industria y Navegación que, por iniciativa de Víctor Balaguer, ministro de Ultramar, tenía

semillas por él manipuladas. Archivo General de Indias (en adelante AGI), Tribunal de cuentas, Puerto Rico, Tesorería General, leg. 164, R 8, 1880.

²⁹ En estos años hay un marcado interés de algunos propietarios y comerciantes por obtener patentes. Véase CABRERA SALCEDO, 2010, p. 439.

³⁰ Entre las obras que fueron editadas y difundidas por el Ministerio de Ultramar se encuentran: *Memoria sobre el cultivo de la seda en el Japón* de Emilio de Ojeda, editado en 1872; *La seda, su cultivo y producción en el imperio Japonés* de Enrique Dupuy de Lome, publicado en 1875; *Tratado de agua, expropiación forzosa de obras públicas, agricultura y colonias agrícolas con comentarios y observaciones sobre la legislación vigente en estos para aprovechar su inteligencia y aplicación*, de José María Soleta y Jiménez (1879); *Cultivo del Tabaco* de Mr. T. Schloesing, recopilado por Álvaro Reynoso, 1888; *La plaga de la langosta en México y Argelia. Sus estragos y medios para combatirla* de Francisco Rivas Moreno (1888). AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 289, exp. 1, doc. 1.

³¹ La siguiente bibliografía son textos escritos por autores locales: *Manual del cultivo del tabaco* de Ricardo C. Aguayo (1876); *Manual práctico de la agricultura de la caña de azúcar* de Manuel Fernández Umpierre (1884); *La enfermedad de la caña de azúcar*, publicado por Agustín Stahl en 1880; *Puerto Rico en la Feria-Exposición de Ponce en 1882. Memoria*, redactada por José Ramón Abad (1885), y *La Exposición Agrícola e Industrial de Tabaco realizada en Ponce, Puerto Rico durante el mes de diciembre de 1883. Memoria*, redactada también por Ramón Abad (1884). Véanse AGUAYO, 1876; FERNÁNDEZ UMPIERRE, 1884; STAHL, 1880; ABAD, 1884 y 1885.

como fin proteger los intereses de esos sectores económicos.³² Durante ese año un grupo de intelectuales apoyó la publicación de la *Revista de Agricultura, Industria y Comercio*, dedicada a la defensa de los intereses agrícolas y comerciales.³³

En las páginas de la *Revista de Agricultura, Industria y Comercio* se difundieron temas como la aplicación de nuevos métodos para la producción y explotación de cultivos tropicales; se promovió un cambio en la cultura agraria a través del desarrollo de la agronomía y la educación agrícola; al fundarse las Estaciones Agronómicas, fue uno de los medios donde se difundieron los resultados de los ensayos realizados en esos centros experimentales. Sin embargo, la *Revista de Agricultura, Industria y Comercio* dejó de editarse en 1893, sin que se resolvieran los problemas estructurales de los productores del azúcar.

En 1886 se agravó la situación económica y financiera de los hacendados del azúcar, mientras que los precios del café se incrementaban. La medida del Ministerio de Ultramar fue impulsar la organización de concursos agrícolas anuales para dar a conocer nuevas técnicas en los cultivos e incentivar el mercado interno. Esa estrategia, que había sido utilizada en la década de 1850, trataba de generar un cambio en la actitud económica de los medianos y pequeños hacendados del azúcar,³⁴ para que desplazaran sus capitales hacia otros productos que se cultivaban en la isla y que podían ser colocados en diversos mercados si se promovían en ferias agrícolas, industriales, nacionales e internacionales.

Otra modalidad que se ensayó en esa década para abatir la crisis fue la creación de granjas modelo en Puerto Rico, con su respectiva escuela de agricultura, como solicitó la Asociación de Agricultores de Ponce al Ministerio de Ultramar.³⁵

³² *Revista Contemporánea*, agosto de 1888.

³³ La *Revista de Agricultura, Industria y Comercio* reunió a un grupo muy versátil de figuras del ámbito intelectual liberal como: José Julián Acosta, Ángel Vasconi, Manuel Fernández Umpierre. A los directores de las Estaciones Agronómicas: Fernando López Tuero y Guillermo Quintanilla, junto con prestigiados hombres de negocios y hacendados azucareros como Santiago MacCormik y Carlos B. Meltz. CHAVELAS SÁNCHEZ, 2011, p. 76.

³⁴ *Los Concursos agrícolas en Puerto Rico*, 1889; ABAD, 1884 y 1885.

³⁵ PAN-MONTOJO, 2007, p. 82. Al igual que en Puerto Rico, en el caso de la isla de Cuba fue el Círculo de Hacendados quien solicitó al gobierno la instalación de Estaciones Agronómicas, las cuales fueron aprobadas por Real Decreto en 1886 y se instauraron en 1888. En Filipinas el proceso fue distinto y se comenzó con

NACE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN PUERTO RICO: LAS ESTACIONES AGRONÓMICAS DE RÍO PIEDRAS Y MAYAGÜEZ

La idea de exigir al gobierno central el establecimiento de Estaciones Agronómicas en Puerto Rico partió de la iniciativa que en 1876 presentó Antonio Alfau y Baralt, abogado y representante de la Sociedad de Agricultores de Ponce, ante la crisis que atravesaba la región. En ella, los integrantes de la Sociedad proponían que se extendiera a la isla la Ley de Enseñanza Agrícola, la cual contemplaba la creación de escuelas de agricultura y granjas modelo de experimentación, como se venían haciendo en la Península. La Sociedad de Agricultores de Ponce solicitó que en la isla se estableciera una Escuela Provincial de Agricultura con su granja modelo y su estación experimental en esa ciudad.³⁶

Las Estaciones Agronómicas que funcionaban en Valencia, Zaragoza, Murcia y otras regiones de la Península habían nacido como centros de enseñanza, donde se armonizaba la teoría agrícola con la práctica y mediante las cuales se resolverían los principales problemas de la agricultura local. Con ese mismo espíritu los miembros de la Sociedad de Agricultores pensaban que Ponce se podía beneficiar, al contar con modelos alternativos de desarrollo y formas de incrementar la capacidad productiva de sus haciendas y el proceso de fabricación de la sacarosa. Contar con una escuela, consideraban, nutriría a los propietarios de profesionistas locales para desarrollar la industria.

De la solicitud presentada en 1876, pasaron casi diez años para que el gobierno español diera una respuesta positiva. En ese periodo la caída de los precios del azúcar hacía más profunda la crisis y buena parte de las haciendas azucareras habían desaparecido. Así que cuando por Real Orden de 1886 se decretó la instauración en la isla de Puerto Rico de dos Estaciones Agronómicas —una en Bayamón y otra en Mayagüez—, se abrió la posibilidad de transferir conocimientos técnicos y prácticas agrícolas establecidas en el reino a la región.

la instalación de dos Granjas Escuelas y cinco Estaciones Agronómicas, más tarde. Es importante señalar que sobre esas experiencias se cuenta con muy pocos trabajos. Experiencias similares en el Caribe inglés, son del siglo XX. Véanse FERNÁNDEZ PRIETO, 2004, p. 547 y CARTAÑA I PIÑÉN, 2000, s. p.

³⁶ COLÓN, 1930, pp. 240-241; CARTAÑA I PIÑÉN, 2000, s. p.

Las Estaciones que por razones administrativas se inauguraron en Río Piedras (zona centro este) y Mayagüez (zona suroeste), de acuerdo con el decreto tuvieron por objeto “la investigación de los problemas científicos que se relacionaran con la producción agrícola en general, contribuyendo en una parte al progreso de la ciencia en el terreno especulativo, y en otra á su propagación por diversos medios de los conocimientos adquiridos en el terreno práctico”.³⁷ Los ingenieros agrónomos que fueron nombrados como directores eran egresados del Instituto Agrícola Alfonso XII de Madrid.³⁸ A su arribo, como funcionarios de la administración pública peninsular, se dedicaron a cumplir con sus tareas.

En esos años el gobierno central, a través del cuerpo de ingenieros, era el encargado de contratar y destinar por el reino a los egresados del Instituto Agrícola. Su idea, como se ha señalado, era la de transferir conocimientos nuevos a las prácticas agrícolas locales.³⁹ En las tres últimas décadas del siglo, en la Península y en los territorios ultramarinos se impulsó el sistema agrícola experimental basado en los nuevos métodos de la agronomía. Los ingenieros se dedicaron a realizar análisis de suelo, levantamientos de estructuras agrícolas, mediciones de aguas, canales de riego, ensayos de connaturalización y aclimataciones de cultivos, mejoramiento de los existentes, uso de abonos, así como la gestión administrativa de las riquezas del agro y sus recursos naturales.⁴⁰

Los principios a partir de los cuales fundamentaron su labor fueron los aprendidos en la metrópoli, pero al practicarlos en diversos cultivos y ambientes específicos, generaron la circulación de conocimientos, técnicas y prácticas culturales. La aclimatación a partir de experiencias locales y el retorno de ese conocimiento innovado de la periferia al centro modificaron la cultura y los saberes agropecuarios. Esta retroalimentación cuestiona la visión lineal de un centro dinámico y una periferia pasiva, como trataremos de mostrar con los trabajos realizados por los ingenieros agrónomos Fernando López Tuero⁴¹ y

³⁷ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 428, exp. 24, doc. 3.

³⁸ RIVERO CORREDERA, 2013, p. 16.

³⁹ PAN-MONTOJO, 2007, p. 84.

⁴⁰ *Gaceta de Madrid*, 7 de agosto 1888, p. 393.

⁴¹ Son escasas las fuentes que nos proporcionan información personal sobre Fernando López Tuero. Hasta ahora sabemos que era originario de Murcia y al cierre de la Estación de Río Piedras regresó a España y

Guillermo Quintanilla y Fábregas,⁴² así como por el tipo de experiencias que tuvieron en Puerto Rico y sobre las cuales fundaron su capital social al momento de regresar a la Península y laborar en otras zonas de despegue de cultivos como la caña de azúcar.⁴³

Los agrónomos que llegaron a Puerto Rico pertenecían a los sectores de profesionistas medios que, por su formación, sus ideas y sus acciones, contribuyeron a generar una cultura agrícola moderna en España. La experiencia que sobre agricultura tropical articularon en su estancia, al incorporar a sus saberes conocimientos locales que la convivencia e intercambio con las élites letradas puertorriqueñas les proporcionaron sobre el medio natural, les permitió que a su regreso a la Península, después de 1898, se convirtieran en figuras destacadas de la agricultura española.⁴⁴ Su área de desempeño en el campo puertorriqueño, desde nuestra óptica, los condujo a sobresalir en la investigación, la enseñanza, las iniciativas comerciales y la inventiva, como hizo Guillermo Quintanilla. Otra característica que compartieron los dos ingenieros fue que realizaron una importante obra escrita, la cual es un rico testimonio de sus experiencias y aprendizajes en la isla caribeña.

participó en varios proyectos de desarrollo agrícola en Sevilla, la Rioja y Murcia. Entre 1890 a 1897 publicó diversos ensayos sobre cultivos como: *Cultivos perfeccionados: maíz y tabaco* (Imprenta y Librería Acosta, 1890, 70 pp.); *Café y piña de América* (Imprenta y Librería Acosta, 1891); *Reforma agrícola*, San Juan, Tipografía del Boletín Mercantil, 1891); *Cultivos tropicales: plátano y palma de coco* (1892); *Cultivos tropicales: añil y vainilla* (Ed. de la Junta Provincial de Agricultura, Industria y Comercio, Imp. Boletín Mercantil, 1892, 55 pp.); *La isla de Puerto Rico, estudio de economía rural* (1893); *La caña de azúcar* (edición Boletín Mercantil, 1895); *Teoría moderna contraria a la influencia de la vegetación en la producción de las lluvias locales* (1895); *Valoración de materias agrícolas* (Fernando Fé, Madrid, 1896); *Enfermedad de la caña y modo de combatirla* (Madrid, Librería de Fernando Fé, 1897, 2a. ed.); *El trabajo* (1897). CORTÉS ZAVALA, 2012, pp. 123-133.

⁴² Nace en Puerto Rico en 1867. Sus padres fueron Antonio Quintanilla Álvarez, quien era marqués de Quintanilla y ocupaba un cargo judicial, y Elena Fábregas Pellón, originaria de Almería. Su padre falleció cuando Guillermo tenía dos años. Para cursar estudios superiores, como era costumbre en la época, se trasladó a la Península, donde terminó de formarse. Regresó a Puerto Rico en 1888 como director de la Estación Agronómica de Mayagüez y miembro del cuerpo de ingenieros españoles. A lo largo de su vida y durante su estancia en Puerto Rico, realizó investigaciones y experimentos en campos disciplinares como la agricultura, la mineralogía, la química y se involucró en algunas empresas particulares y del Estado español. Los resultados de sus indagaciones contribuyeron al desarrollo de la industria agrícola de la isla caribeña y a lo largo de su vida fueron editados en libros, artículos publicados en periódicos y revistas de la época.

⁴³ Sólo por citar un ejemplo de sus obras, véanse: LÓPEZ TUERO, 1892 y 1895; QUINTANILLA FÁBREGAS, 1919 y 1929.

⁴⁴ CORTÉS ZAVALA, 2012, p. 125.

Guillermo Quintanilla Fábregas nació en Puerto Rico, mientras que Fernando López Tuero era originario de la provincia de Murcia. Los dos se involucraron en diversos proyectos y, como parte de su labor, interactuaron con distintos grupos y sectores de la sociedad al dar a conocer y difundir los resultados de sus conocimientos.⁴⁵ Pese a su esfuerzo, consideramos que la renovación en las prácticas agrícolas que propusieron no iba al ritmo de la caída de los precios del azúcar puertorriqueño. De allí que sus propuestas no siempre fueron bienvenidas por las autoridades y mucho menos por los grandes propietarios, pues lo que querían era soluciones inmediatas a la fase industrial de la sacarosa.

LAS ESTACIONES AGRONÓMICAS Y LA EXPERIMENTACIÓN AGRÍCOLA

Para que las Estaciones Agronómicas cumplieran con los fines para los que fueron creadas, en sus instalaciones se realizaron análisis de tierras cultivadas, utilización de abonos naturales y químicos, estudios de agua, plantas y productos de la industria agrícola. Asimismo, se introdujeron nuevas especies y se trabajó en el mejoramiento de cultivos conocidos en la región. Se fomentó el análisis de alimentación animal y vegetal y la propagación de las máquinas agrícolas adecuadas para aquellos campos. En sus laboratorios se examinaron insectos que provocaban enfermedades en las plantas y cultivos; se hicieron ensayos de las industrias rurales ya establecidas y de las que pudieran abrirse con cierta garantía de éxito. Se proyectó la creación de campos de ensayo en explotaciones agrícolas de la región donde los propietarios lo solicitaran y se manejó la posibilidad de instruir a doce aspirantes con presupuesto de los municipios o de los propietarios de algunas haciendas. Se instaló un laboratorio químico y fisiológico y cajas para los estudios de fisiología vegetal aplicada; se estableció un observatorio meteorológico y en cada una de las Estaciones se iniciaron colecciones de vegetales de diversos productos de la región.⁴⁶

⁴⁵ Véase la función que ambos ingenieros desarrollan en *Revista Puertorriqueña de Agricultura, Industria y Comercio* entre 1889 y 1893.

⁴⁶ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 428, exp. 24, doc. 3.

En el documento general de creación de las Estaciones Agrícolas se señalaron las condiciones que debían operar en los casos de Puerto Rico y Cuba, y se estableció que uno de los propósitos de esas instituciones, cuando los recursos del erario lo permitieran, era la fundación de establos de experimentación y un museo de máquinas y productos agrícolas.⁴⁷

En el caso de Puerto Rico una Estación quedó situada en las proximidades de la capital, en Río Piedras, ya que su jurisdicción era la más apropiada para el ensayo agronómico y susceptible de propiciar variedad de cultivos.⁴⁸ La otra se ubicó en Mayagüez, por ser el centro departamental que había sufrido grandes pérdidas por efecto de la enfermedad de la caña de azúcar, que arruinó casi por completo la productividad de la comarca.⁴⁹

Las Estaciones de Puerto Rico se distinguen respecto de la isla de Cuba porque en la menor de las Antillas hispanas se determinó la construcción de una serie de edificios que albergaran la administración, los laboratorios de química agrícola, el observatorio meteorológico y una biblioteca,⁵⁰ además de que cada uno de los centros experimentales desde su apertura contara con terreno propio. En Cuba, el modelo que se aplicó fue muy similar al peninsular pues las Estaciones, además de los propósitos de investigación con que fueron creadas, también se vincularon a las tareas de la enseñanza agrícola y, con ese propósito, sus instalaciones fueron situadas en los Institutos de Segunda Enseñanza, aprovechando con ello la infraestructura que tenían sus laboratorios.

Al tiempo que se fundaron las Estaciones, se propuso la formación de Juntas Protectoras de la Agricultura en cada uno de los departamentos en que se dividía la isla, con el objeto de establecer una estrecha relación

⁴⁷ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 428, exp. 24, doc. 3.

⁴⁸ COLÓN, 1930, pp. 240-241.

⁴⁹ COLÓN, 1930, pp. 240-241.

⁵⁰ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 373, exp. 13. Entre los ejemplares que conformaban la biblioteca de la Estación de Río Piedras destaca la suscripción periódica al *Boletín Agrícola de Madrid*, la *Gaceta de Puerto Rico*, la *Gaceta Agrícola del Ministerio de Fomento*, de Madrid, y la revista *The Louisiana Planter* de Nueva Orleans; así como colecciones de otras revistas especializadas. En tanto que la Estación de Mayagüez poseía una colección del *Journal d'Agriculture Pratique* de los años 1876 a 1885 y textos especializados como: tratados de física, química, agricultura, topografía, etc.; ensayos como *Cours d'Agriculture* de Andrei Gasparin; *Fabricación de esencias* de Primo Balager; *Culture de la canne à sucre: en Guadeloupe 1888* de Bonnane; *Guide du plantear de cannes* de Nicolás Basset; *Ensayo del cultivo de la caña de azúcar* de A. Reynoso; *Elementos de Botánica* de Antonio Orio Gómez, o el *Estudio de la flora de Puerto Rico* de Agustín Sthal, por citar algunos. AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 340, exp. 12, doc. 4.

entre los agricultores de toda la provincia y los trabajos que debían emprender las Estaciones para que sus efectos fuesen inmediatos.⁵¹ La mayor parte de las tierras cultivadas en Puerto Rico al momento de su fundación (1888) estaban dedicadas a la producción de azúcar, café y tabaco. Por esta razón, sus investigaciones de peso estuvieron encaminadas a mejorar la producción en esos renglones, aunque con ello no señalamos que se hubieran limitado a experimentar con esos cultivos.

En la Estación de Mayagüez, por ser la región más afectada por la enfermedad de la caña de azúcar, se llevaron a cabo ensayos comparativos del rendimiento de la sacarosa y de las cualidades de diversas variedades de caña, estudios sobre las enfermedades que la estaban atacando y análisis de nuevas variedades de caña. Igualmente, se examinaron rendimientos de producción.⁵²

De la misma manera en que hubo preocupación por la caña de azúcar, también se puso atención al cultivo del café, tanto en la estación de Mayagüez como en la de Río Piedras. Los agrónomos prestaron asesoría a caficultores y los ensayos realizados al respecto fueron efectuados directamente en las plantaciones de los particulares. Se estudiaron enfermedades en los cafetos, se hicieron análisis químicos con muestras de terreno en haciendas donde el cafeto se había desarrollado con exuberancia y había producido magníficas cosechas durante un buen número de años, así como en las fincas que presentaban los mayores problemas.

El ingeniero Fernando López Tuero escribió un manual sobre el cultivo del café⁵³ justo cuando los precios se incrementaban en el mercado internacional. Según Astrid Cubano, el sector claramente expansivo de los años ochenta era el del café. En 1885, sus exportaciones superaban a las de azúcar por más de cuatro millones de pesos y se encontraban en manos

⁵¹ Además del impacto de las condiciones del mercado del azúcar blanco de remolacha que se producía en Europa, los agricultores tuvieron que afrontar contratiempos naturales: plagas y malas cosechas. GIL-BERMEJO GARCÍA, 1970, pp. 138-140.

⁵² Los resultados arrojaron que la enfermedad no se debía a la presencia de ninguna materia extraña en las muestras, ni a la carencia de sustancias en muestras de plantas normales. Notaron en cambio la abundancia de un gusano blanco o larva de *cáculo* en las muestras de tierra que procedían de las plantaciones afectadas y de la ausencia de ellas en las muestras que procedían de las plantaciones saludables. Al finalizar su análisis llegó a la conclusión de que el gusano blanco era la causa de la enfermedad. BECERRA, 1969, pp. 71-72.

⁵³ En el manual describe las ocho operaciones que sufría el café desde que era recolectado hasta que se envasaba y hacía hincapié en que de ellas dependía el valor que pudiera adquirir el grano en el mercado.

principalmente de catalanes e inmigrantes corsos, lo que de alguna forma derivó en el control de la economía puertorriqueña por los peninsulares y un malestar creciente entre los medianos y pequeños agricultores criollos.⁵⁴

En cuanto al tabaco, como tercer producto en importancia económica, tanto en la estación de Mayagüez como en la de Río Piedras las investigaciones se dirigieron a precisar el abono más eficaz para su cultivo.⁵⁵ Se comparó el método de siembra y se llegó incluso a estudiar si la época de su cultivo en Puerto Rico era la más apropiada para obtener mayores beneficios.⁵⁶ También se estudió la posibilidad introducir cultivos como: alfalfa, trébol, trigo, cebada, avena, algodón y centeno, algunos de ellos analizados desde los años en que funcionó el Jardín Botánico (1854).⁵⁷

En 1894 el presidente de la Sociedad Económica de Amigos del País solicitaba al gobierno general un paquete de semillas de abacá y cocos *makapunay* de las Islas Filipinas con objeto de repartirlos entre los agricultores de la provincia y con ello propiciar su producción.⁵⁸ Se creía que, debido a la similitud de clima entre Filipinas y Puerto Rico, el abacá podía tener buenos resultados y ser utilizado con fines comerciales.

López Tuero afirmaba que

teniendo en cuenta la sencillez de la industria en su desfibrado, también se podría perfeccionar su explotación, tomando en consideración, lo abatido que se encuentran otros cultivos que en tiempos anteriores fueron prósperos, el pequeño número de grandes cultivos que hacen más temible la crisis en cualquiera de ellos y por consiguiente crean la necesidad de hacer más numerosos y la de buscar otros que necesiten poco capital de explotación que al sustituirlos no alteren en gran manera las circunstancias económicas del agricultor.⁵⁹

⁵⁴ CUBANO INIGUA, 1997, pp. 168-169.

⁵⁵ Cada Estación poseía una casa de tabaco de madera; un rancho para almacenar sus encerres e instrumentos de labranza, un cobertizo, un campo cercado con alambre para las experiencias agrícolas, que en el caso de Río Piedras era de una extensión de hectáreas de cuatro hectáreas.

⁵⁶ Para mayor información sobre el cultivo del tabaco consultar: GIL-BERMEJO GARCÍA, 1970, pp. 188-189; COLÓN, 1930, pp. 240-241. *Cfr.* BECERRA, 1969, p. 106.

⁵⁷ En 1862 la Sociedad Económica de Amigos del País adquirió semillas de algodón en diversas partes del globo con la idea de su aclimatación y cultivo. AHN, Ultramar, Fomento, leg. 340, exp. 5, doc. 5; *Cfr.* COLÓN, 1930, p. 240.

⁵⁸ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 428, exp. 34, doc. 2.

⁵⁹ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 428, exp. 26, doc. 8.

Con ese objeto se inició un estudio completo de suelo, clima, cuidados más convenientes para el cultivo y procedimientos técnicos de la parte industrial del desfibrado. Bajo la perspectiva de aclimatar nuevas especies, José Lasca solicitaba plantas del árbol de alcanfor.⁶⁰

Gracias a las memorias que anualmente hacían llegar al Ministerio de Ultramar los directores de las Estaciones Agronómicas, se han podido reconstruir algunas prácticas y algunos experimentos desarrollados por los ingenieros Guillermo Quintanilla y Fernando López Tuero, así como varios de los conocimientos que tenían, pues entregaban reportes trimestrales a las autoridades. Aun cuando sólo se han localizado hasta el momento las memorias de 1890 a 1892 y de 1894 a 1895, a través de ellas reproducimos una parte de sus experiencias durante los años de 1889 a 1895 y el tipo de ensayos que realizaron.

GUILLERMO QUINTANILLA FÁBREGAS, FERNANDO LÓPEZ TUERO Y EL AZÚCAR EN LA ISLA DE PUERTO RICO

Las primeras experiencias de Guillermo Quintanilla y Fernando López Tuero fueron sobre el estudio de la caña de azúcar. Quintanilla en la parte experimental y López Tuero como miembro de la comisión que se formó para identificar las causas de la enfermedad de la caña de azúcar, experiencia que derivó en una serie de estudios. En sus investigaciones, el ingeniero López Tuero encontró en el “gusano blanco” o “cáculo” (*Phyllophaga*) la causa de la plaga en el año de 1894. En 1878 Agustín Stahl, Carlos Givot y José Julián Acosta habían determinado que la enfermedad había sido causada por un “germen” en el terreno,⁶¹ de modo que el problema quedó aclarado con la conclusión del agrónomo murceño.

En la *Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1890 a 1891*, Guillermo Quintanilla describió los procedimientos empleados en una planta modelo de caña de azúcar de 24 áreas de extensión, la cual, para su seguimiento, fue dividida por el director de la Estación en parcelas de un área en las que empleaba

⁶⁰ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 428, exp. 26, doc. 11.

⁶¹ STAHL, 1880.

una combinación de diversos tipos de siembra a partir de cuatro modelos, tres distancias distintas y una variación de abonos; de tal modo que el proceso fuera susceptible de observarse metódicamente y se pudieran comparar sus resultados.

En la bitácora que realiza el ingeniero, señala que el 1 de septiembre de 1890 dio comienzo al primer desyerbe de la piezas de cañas y dos meses después verificó la limpieza de la maleza alrededor de la caña germinada, para estimular el crecimiento de los retoños, los cuales debían crecer sin exceso de follaje, sanos y libres hacia arriba. En enero de 1891 hizo el primer deshoje y a finales de marzo el segundo. A mediados del mes de abril cortó la caña, la cual fue conducida a la hacienda Carmelita, propiedad del señor Alfredo Gusti, para que en molienda y después de haberse pesado se pudieran analizar aspectos relativos a la cantidad producida en cada una de las parcelas, así como su calidad.

CUADRO 1
PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL DE MAYAGÜEZ

<i>Parcela</i>	<i>Peso neto en kilogramos</i>
Núm. 1	3 067
Núm. 2	3 573.50
Núm. 3	5 577
Núm. 4	1 775.50

FUENTE: AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 340, exp. 12, doc. 3.

De las experiencias obtenidas, Guillermo Quintanilla especificaba que: la parcela número 3, que había sido fertilizada con estiércol y fosfato natural de la Isla de la Mona, era la que mayor producción había alcanzado, superando a la número 2, que le seguía en cantidad, con 2 003.50 kilogramos; obtuvo en la número 4, que no estaba abonada, una diferencia en favor de 3 505.50 kilogramos. Es decir, la parcela número 3 obtuvo una producción tres veces mayor.⁶²

⁶² AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 340, exp. 12, doc. 3.

La parcela núm. 2 se abonó con estiércol común y residuos de tenería y la núm. 1 con estiércol común e igual cantidad que la anterior. Ambos hechos permitieron al ingeniero mostrar la función que abonos como el fosfato podían desempeñar en el incremento de la cosecha si se utilizaban los que en esos momentos extraía la compañía Porratas y Doria de la isla Mona.⁶³

A partir de los resultados de fertilización de la caña, Quintanilla consideró oportuno ampliar las muestras y repetir la técnica para verificar sus datos. En esta ocasión preparó dos parcelas con más de seis áreas de extensión y a los terrenos seleccionados les otorgó tres labores de arados para remover muy bien la tierra. Se efectuó análisis químico del suelo y se adicionaron distintas clases de abonos a una siembra de caña blanca de otahití.⁶⁴ La escala de la 5^o y 6^o parcela contó en esta ocasión con una superficie de 12 áreas, y cada parcela se dividió a su vez en cuarteles de un área cada uno, como se muestra en Documento 1.

De acuerdo con la distribución en cuarteles, éstos fueron fertilizados de la forma siguiente: los cuarteles 25 y 31 con abono de estiércol común; los 26 y 32 con guano natural de la Isla de la Mona; los 28 y 34 con guano natural de la Isla de la Mona convertido en ferrofosfato, y los 29 y 35 con guano natural combinado con estiércol común y guano convertido en superfosfato. En este proceso se cuidó que las superficies fueran comparables y cumplieran con similares condiciones, para verificar sus rendimientos.

Así como se procedió a estudiar la producción de la caña de azúcar en Mayagüez, se realizaron ejercicios similares en la estación de Río Piedras por el ingeniero López Tuero, los cuales arrojaron experiencias análogas. La teoría y práctica de fertilización de la tierra estaban dirigidas a solucionar aspectos que enfrentaban terrenos con bajo rendimiento. En este momento desconocemos si los resultados de los estudios se aplicaron en algunas haciendas cercanas a las Estaciones.

⁶³ Es importante señalar que Guillermo Quintanilla en varias ocasiones hizo visitas a la isla Mona y recorrió algunas cuevas que contenían guano en la isla de Cuba. CORTÉS ZAVALA y URIBE SALAS, 2011, pp. 199-200.

⁶⁴ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 340, exp. 12, doc. 2.

A partir del tercer año, en 1891, se practicó con distintas variedades de caña, con el objeto de conocer los sedimentos, las riquezas naturales y las exigencias de cada una de las cañas que se sembraban en la isla.

CUADRO 2
LAS VARIEDADES CULTIVADAS EN DIEZ CUARTELES EN 1893

<i>Cuarteles</i>	<i>Variedades</i>	
1°	Salangore	Blanca
2°	Cavengiere	Rajada
3°	Tahití	Blanca
4°	Salangore	Rajada
5°	Otahití	Rajada
6°	Reina Caledonia	Morada
7°	Salangore	Blanca
8°	Rosa	Morada
9°	Otahití	Blanca
10	Cristalina	Morada

FUENTE: Biblioteca del Jardín Botánico de la Estación Experimental Agrícola de Río Piedras (en adelante BJBEEA), Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

Se examinaron distintas variedades de caña de azúcar en diversos momentos y temporadas del año. Se estudiaron los componentes químicos por variedad y el rendimiento de cada una de ellas, con el propósito de obtener información sobre la variedad de caña que arrojara mayores utilidades. Después de repetir los ensayos hasta el punto en que las cifras obtenidas tuvieran cierto grado de veracidad (véanse cuadros 3 y 4), Guillermo Quintanilla determinó que la caña blanca Otahití era la que industrialmente ofrecía mayor capacidad de producción por la blandura de tejidos, lo que permitía que salieran más fácilmente los líquidos contenidos en el tallo, a pesar de que no era la variedad con más propiedades.⁶⁵

⁶⁵ BJBEEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

CUADRO 3
COMPOSICIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR SEGÚN SU VARIEDAD

<i>Variedad</i>	<i>Agua</i>	<i>Azúcar</i>	<i>Leñoso</i>	<i>Materias Minerales</i>	<i>Total</i>
Salangore blanca	84.10	7.45	7.97	0.48	100
Cavengiere	82.44	6.33	10.75	0.48	“
Otahití blanca	81.13	7.62	10.70	0.55	“
Otahití rajada	80.50	7.27	11.83	0.39	“
Reina de Caledonia	85.67	4.55	9.34	0.44	“
Cristalina	83.04	5.90	10.63	0.43	“

FUENTE: BJBEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

El ingeniero Quintanilla anotó en la *Memoria* que al repetir el experimento habían encontrado algunas inconsistencias en el comportamiento de las variedades a la hora de hacer un análisis general. Explicaba que esas variables se debían a los cambios en el clima de una época a otra de la siembra y a accidentes de carácter meteorológico o por la composición de la tierra.

Respecto de los ensayos que con fines industriales se probaron, describió que sometieron a presión 100 kilogramos de cada variedad de caña, en las que aplicaron las siguientes variables de análisis: variedad de caña, peso del bagazo verde resultante de la presión, litros de guarapo producido, gramos de azúcar correspondientes a un litro de guarapo y el azúcar obtenida de cada 100 kilogramos, como se aprecia en el Cuadro 4.

De la información arrojada en el Cuadro 4, Guillermo Quintanilla expresaba que, en las haciendas, la presión a que se sometían las cañas era mucho mayor, extrayendo por término medio en buena marcha 60 a 65 litros de guarapo por 100 kilogramos, y aclaraba: “no nos referimos a los molinos de simple o doble presión e inhibición de gabazo que se practica en las centrales modernas en las cuales se obtiene hasta el 85 por 100 de guarapo”.⁶⁶ Y explicaba: “Muchas veces el guarapo alcanza el grado de densidad por nosotros encontrado y aún más alto”, y entonces se pregun-

⁶⁶ BJBEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

taba: “¿Por qué no obtienen más que el 7 al 8 % de azúcar?”⁶⁷ Al parecer Guillermo Quintanilla se refería a los litros de guarapo que las haciendas con molinos tradicionales obtenían en la región suroeste de la isla. Las haciendas más importantes del litoral sureño, de acuerdo con Ramos Mattei, utilizaban sin excepción un molino horizontal movido por vapor para triturar la caña, con el cual extraían más de 85% del jugo de la caña.⁶⁸

CUADRO 4
ENSAYOS QUE CON FINES INDUSTRIALES SE REALIZARON EN LA ESTACIÓN
AGRONÓMICA DE MAYAGÜEZ

<i>Variedad</i>	<i>Peso de caña (kg)</i>	<i>Bagazo verde resultante (kg)</i>	<i>Guarapo producido (litros)</i>	<i>Grado sacari-métrico a 25° temperatura</i>	<i>Azúcar correspondiente a un litro de guarapo (gramos)</i>	<i>Azúcar de caña representando a 100 kg</i>
Otahití	100	43 800	51 600	10.50	204	10.52
Cristalina	“	49 000	46 800	10.50	204	9.55
Salangore blanca	“	54 800	41 000	10.50	204	8.36
Salangore rajada	“	56 400	40 160	9.75	180	7.22
Rosa morada	“	57 600	29 000	9.75	180	7.02
Cavengiere	“	54 100	42 200	9.50	172	7.26
Otahití rajada	“	49 000	47 000	10.75	211	9.92
Reina Caledonia	“	25 500	43 300	10.50	204	8.83

FUENTE: BJBEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

De las inquietudes derivadas de su experiencia y la manera en que había visto trabajar a los ingenios de la región oeste, señalaba que las pérdidas en la cocción y en la contracción eran considerables y por ello merecían

⁶⁷ BJBEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

⁶⁸ RAMOS MATTEI, 1988, p. 57.

ser analizadas con mayor detenimiento. Desde su punto de vista, en la presión se perdía hasta 5% de azúcar, y a lo largo de las manipulaciones de 3 a 4%, por lo que agregó: “no se diga que con los más modernos procedimientos puestos en práctica se resuelve el problema, porque en centrales de triple efecto no se obtiene más que el 10% como máximo y en casos muy excepcionales el 9%”.⁶⁹ Para Quintanilla la pérdida importante que quedaba en pie se debía al procedimiento de extracción del guarapo. Ese detrimento lo calculaba a partir del supuesto de que la caña encerraba en su composición un promedio de 18% de azúcar. De allí que Quintanilla exponía que en los procedimientos realizados en la Estación de Mayagüez no había encontrado esas cifras y, en casos muy raros, únicamente 15.5% en caña de primer corte y de las mejores variedades.

A partir de esas reflexiones consideraba que si se hacía uso de métodos modernos para extraer el guarapo se podían generar mejores resultados. Por ejemplo, proponía hacer uso de molinos de doble presión para triturar los tallos de la caña al máximo. Esta acción provocaría que el bagazo tratado con agua caliente o vapor al salir del primer molino diera como resultado una fibra leñosa de 50 a 30%. Explicaba que una vez verificada la cocción al vacío en aparatos de triple o quíntuple efecto y la contracción en los tachos, en el caso de Cuba y aun en la Península solo se había podido obtener 11.5% de azúcar. A esa experiencia añadía que “hay que confesar que se ha llegado al máximo, porque en el gran cultivo no hay que conceder que las cañas contengan más de un promedio de 13 a 13.50 por 100 de azúcar”.⁷⁰

Bajo esas consideraciones, Quintanilla se preguntaba con cierta preocupación: ¿qué composición podían tener las cañas de gran cultivo que se cortaban muy temprano o aquéllas que se cortaban casi al final del proceso de la zafra si al molerlas se mezclaban con cañas en edad adecuada? También le inquietaba reunir información que le permitiera saber cuál sería el resultado si a esa mezcla de cañas se incorporaban distintas variedades, algunas selectas, otras de menos calidad, cañas enfermas y de primer, segundo, tercer, cuarto y quinto corte. Se formulaba esas preguntas pues era consciente que

⁶⁹ BJBEEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

⁷⁰ BJBEEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

en los ensayos que hasta aquí había realizado en la Estación de Mayagüez, las cañas que había utilizado procedían de cultivos a los cuales se le había seguido un procedimiento cuidadoso, donde se verificaba la edad y se separaban las cañas enfermas y defectuosas, y donde, en lo que respecta a la calidad del guarapo, únicamente se habían logrado obtener las cifras expuestas en el Cuadro 4 (véase *supra*).

Tratando de dar respuesta a sus inquietudes afirmaba la utilidad pública que tenía el conocimiento tecnológico, entendido como el conjunto de actividades y saberes prácticos previamente estudiados con el propósito de producir con mayor eficiencia y calidad. De allí que Quintanilla, al elaborar la *Memoria* de 1894-1895 y dar peso a sus argumentos, cita una amplia bibliografía:

En esas obras se da siempre a la caña de azúcar, una riqueza sacarina que nosotros aquí — en Mayagüez— no hemos podido encontrar. Como esto puede ser debido a circunstancias locales de composición del suelo (esto hay que dudarlo) o a motivos de degeneración por diversas causas, no habiendo analizado más cañas que las de esta región, localizamos a esta región los hechos y las consecuencias expuestas hasta que no sea dado generalizarlas por el conocimiento directo, basado en el análisis de las cañas cultivadas en otros países.⁷¹

Para eliminar su primera hipótesis y antes de realizar estudios comparados, repitió las pruebas de suelo en pequeñas parcelas que desde el año de 1889 había realizado, y comenzó por utilizar abonos de origen vegetal y otros. Hizo un seguimiento a las cosechas de caña útil obtenida por hectárea. Resumió los resultados y cálculos en los cuadros 5 y 6, donde comparaba el comportamiento de dos cosechas (1895 y 1896) en ocho parcelas, así como el rendimiento por costos de producción de azúcar y mieles.

Cabe subrayar que para comprender el tipo de ensayos practicados por Quintanilla, resulta importante comparar los rendimientos del Cuadro 6 con los costos de producción que para 1895 reportaba el azúcar en el mercado, que de 5.2 centavos la libra en 1875 había bajado a 2.3 en 1895, como sostiene Antonio Santamaría.⁷² Es decir, había que sumar el valor

⁷¹ BJBEEA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

⁷² SANTAMARÍA GARCÍA, 2011, p. 158.

del producto más el aumento del mismo con los abonos y comparar el beneficio que podía obtener el productor con el precio en el mercado.

CUADRO 5
COSECHA DE CAÑA ÚTIL OBTENIDA POR HECTÁREA

<i>Parcelas</i>	1895	1896	<i>Cosecha total de los años</i>	<i>Cosecha en un año medio</i>
	<i>Kilogramos</i>	<i>Kilogramos</i>	<i>Kilogramos</i>	<i>Kilogramos</i>
1 ^a	75 575	102 743	178 318	89 159
2 ^a	64 925	89 634	154 560	77 280
3 ^a	63 612	98 571	162 183	81 091
4 ^a	70 971	94 257	168 228	84 174
5 ^a	47 051	59 942	106 993	53 496
6 ^a	65 817	89 897	155 714	77 857
7 ^a	65 063	95 142	160 205	80 103
8 ^a	54 148	81 257	135 405	67 752

FUENTE: BJBEAA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

CUADRO 6
RENDIMIENTO DE AZÚCAR Y MIEL DE CADA PARCELA POR AÑO

<i>Parcelas</i>	1895			1896		
	<i>Valor de los productos*</i>	<i>Aumento de gastos por el uso de abonos</i>	<i>Beneficio debido al uso de abonos</i>	<i>Valor de los productos</i>	<i>Aumento de gastos por el uso de abonos</i>	<i>Beneficio debido al uso de abonos</i>
	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>	<i>Pesos</i>
1 ^a	456.89	100.13	22.14	620.81	102.20	27.47
2 ^a	392.33	58.00	0.29	541.84	55.46	4.75
3 ^a	384.49	64.00	14.13	595.92	79.42	25.37
4 ^a	429.00	72.90	24.48	587.82	73.57	23.12
5 ^a	284.29	9.05	59.38	362.22	11.48	117.43
6 ^a	397.78	48.49	14.67	543.42	45.68	6.61
7 ^a	393.65	41.30	17.73	575.15	47.97	36.05
8 ^a	334.62	00.00	00.00	491.13	00.00	00.00

FUENTE: BJBEAA, Memoria de los trabajos verificados en la Estación Agronómica de Mayagüez durante el ejercicio de 1894 a 1895.

* NOTA: El valor de los abonos añadidos a cada parcela según su composición (potasa en forma de cloruro, superfosfato de cal, sulfato amoniacado, nitrógeno añadido bajo la forma de sulfato amónico, nitrato de sulfato) por hectárea es el siguiente: \$ 68.20 el de la 1^a; \$ 42.20 el de la 2^a; \$ 52 el de la 3^a; \$ 48.25 el de la 4^a; \$ 22.25 el de la 5^a; \$ 32 el de la 6^a; \$ 26 el de la 7^a.

En la etapa en que se encuentra la investigación, desconocemos si los ensayos registrados en la *Memoria* y a los que nos hemos referido hasta ahora fueron practicados a gran escala, si algunas de las técnicas aplicadas al cultivo de la caña y la fabricación de azúcar fueron reproducidas en haciendas locales, y si los resultados se llegaron a discutir con asociaciones de hacendados o formaron parte de las técnicas utilizadas en las haciendas, cuya innovación parcial hizo posible que se lograra producir azúcar moscabada de mayor calidad, como da cuenta Ramos Mattei en sus trabajos.⁷³

Otro experimento que se realizó en la Estación de Mayagüez fue la aclimatación de alfalfa, trébol y cereales como: trigo, cebada, avena y centeno. En Río Piedras se organizaron parcelas modelo para cultivar arroz, algodón, plátano, palma de coco, hortalizas y plantas exóticas de ornato o para el arte de la jardinería. En 1891 se echó a andar un palomar y gallinero,⁷⁴ donde se trabajó la crianza de aves de corral.⁷⁵ En los laboratorios meteorológicos se hicieron registros sistemáticos del clima por departamento. Se exploraron factores determinantes de la agricultura, como: temperatura, humedad, tensión del vapor de agua en la atmósfera, lluvias (cantidad de agua caída, intensidad, momento de mayor intensidad, número de días de lluvia, evaporación máxima, media y mínima), velocidad de los vientos, dirección de las nubes, estado del cielo, entre otros. Esos registros se efectuaron en horarios permanentes tres veces al día, por semana, quincena y mensualmente (véase Documento 2).

Como parte de la labor científica emprendida en las Estaciones y en sus laboratorios, los ingenieros hicieron pruebas de la calidad de agua, sobre la materia orgánica contenida en los terrenos y los residuos insolubles que los componían.⁷⁶ Se efectuaron análisis hidrológicos de ríos, lagos, quebradas y manantiales dentro de los límites municipales y del radio de acción de las Estaciones de Mayagüez y Río Piedras.

Considerando la abundancia de frutos tropicales que producía la isla y que en la mayor parte de los casos se perdían por la falta de un corredor

⁷³ RAMOS MATTEI, 1988, p. 36.

⁷⁴ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 340, exp. 11, doc. 3.

⁷⁵ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 340, exp. 9, doc. 1.

⁷⁶ AHN, Ultramar, Puerto Rico, leg. 340, exp. 11, doc. 2.

DOCUMENTO 2
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS REALIZADAS EN LA ESTACIÓN
AGRONÓMICA DE RÍO PIEDRAS

ESTACIÓN AGRONÓMICA DE RIO-PIEDRAS.

RESUMEN de las observaciones meteorológicas efectuadas durante la *primera* quincena
del mes de *Agosto* de 189*7*.

		DIAS.	
Altura barométrica expresada en milímetros y corregida	{ Mínima	760.75	12 - 12 mil
	{ Máxima	765.75	4 - 9 mil
	{ Media	763.29	
Temperatura á la sombra expresada en grados centígrados	{ Mínima	20	10. 12. 13.
	{ Máxima	27.5	3. 5. 8
	{ Media	22.78	
Temperatura al sol expresada en grados centígrados	{ Mínima	27	3. 13.
	{ Máxima	32	4. 6. 28. 10.
	{ Media	27.8	
Estado higrométrico del aire, siendo 100 la saturación	{ Mínimo	70	1 - 12 mil
	{ Máximo	92	5 - 36
	{ Medio	82.24	
Tension, expresada en milímetros, del vapor de agua contenido en la atmósfera	{ Mínima	20.34	1 - 12 mil
	{ Máxima	25.85	14 - 36
	{ Media	23.11	
Lluvia durante la quincena expresada en milímetros de altura		117	
Máxima cantidad de agua caída en un día		32	5
Número de días de lluvia		10	23. 25. 28. 29. 30. 31.
Evaporación expresada en milímetros	{ Mínima	0.1	4. 5.
	{ Máxima	2	12.
	{ Media	1.1	
Total en la quincena		39.4	
Grado actinométrico	{ Mínimo	3	3 - 36
	{ Máximo	26.5	7 - 12 mil
	{ Medio	12.2	
Grado ozonométrico medio quincenal. —Escala de Jame de Sedan		6	
Grado eléctrico de la atmósfera	{ Mínimo		
	{ Máximo		
	{ Medio		
Velocidad en metros por segundo de los vientos reinantes	{ Máxima	2.1	10
	{ Media	2.7	
Dirección de los vientos y número de días que soplaron	{ N.E.	11	14. 5. 6. 8. 20. 21. 23.
	{ S.E.	7	3. 2. 9
	{ O.	7	3
Dirección de las nubes	{ Centales		
	{ Del horizt°		
Estado del cielo	{ Despejado	4	6. 9. 10. 11.
	{ 1/4 nublado	3	2. 4. 5.
	{ 1/2 nublado	4	1. 5. 12. 13.
	{ Nublados	4	3. 8. 14. 15.

Imp. del Boletín Mercantil.

Rio-piedras 16 de *Agosto* de 189*7*

El Ingeniero Director,

F. Laper Lugo

comercial y la rapidez de maduración y descomposición de los frutos, y aprovechando los conocimientos populares y las prácticas de conservación que desde la década de 1850 habían desarrollado algunos agricultores puertorriqueños, los ingenieros agrónomos Guillermo Quintanilla y Fernando López Tuero probaron diversos tipos de destilaciones con frutos del país para su comercialización y posible exportación, como ya habían propuesto algunos productores en el caso del jugo de piña en las *Memorias agrícolas industriales* de la década de 1854.⁷⁷ Se experimentó con tamarindo, caimito, níspero, guanábana, guineo guarapo, naranjas dulces, mamey, pomarrosa, piña carrasqueña y mango rosa.

Las Estaciones dejaron de funcionar a finales de 1897, ante el malestar de los miembros de la Diputación Provincial y algunos hacendados peninsulares vinculados a esa corporación, quienes se opusieron a financiarlas cuando el gobierno central no se hizo responsable. A los directores se les dejó de pagar y se les criticó por la cercanía que mantuvieron con personajes del autonomismo. Para cerrar las Estaciones se señaló la carencia de recursos de los isleños y los escasos resultados que las instituciones habían aportado a los problemas inmediatos de los productores de azúcar.

Los materiales y el equipo que componían sus insumos se vendieron en subasta pública en 1898, en medio del cambio de régimen.⁷⁸ El conocimiento agrícola fraguado por los ingenieros agrónomos en tierras puertorriqueñas emigró a la Península, como buena parte de los capitales acumulados por catalanes y corsos en el sector agrícola comercial.

CONCLUSIONES

A manera de reflexión preliminar y por lo expuesto hasta aquí, se puede decir que la fundación de las Estaciones Agronómicas en Puerto Rico forma parte del modelo de agricultura de la metrópoli española, como parte de su modernización agraria. En ese sistema se preveía la incorporación laboral de los agrónomos y el fortalecimiento de un cuerpo nacional de ingenieros. Para los agricultores puertorriqueños, la experimentación agrícola y la edu-

⁷⁷ VIÑAS, 1854.

⁷⁸ LEVY, 2007, pp. 188-189.

cación fueron soluciones para dar respuesta a los problemas estructurales que afrontaban y, por ello, se apegaron al marco institucional de desarrollo colonial. Sin embargo, sus problemas no fueron atendidos por el gobierno central al ritmo imaginado. El presupuesto de las Estaciones pasó del Ministerio de Ultramar a la Diputación Provincial, corporación en manos de propietarios y comerciantes peninsulares que no vieron resguardados sus intereses en esas instituciones y el trabajo realizado por sus ingenieros.

Quintanilla y López Tuero forman parte del grupo de agrónomos que durante las dos últimas décadas del siglo XIX se movilizaron por el reino. Ambos ensayaron con método una nueva forma de hacer agricultura local. Sus saberes y sus prácticas modificaron la concepción de la agricultura tropical y generaron la circulación de conocimiento de la metrópoli a la periferia y viceversa a partir de 1898, cuando regresaron a España.

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, José Ramón

1884 *La Exposición Agrícola e Industrial de Tabaco realizada en Ponce, Puerto Rico durante el mes de diciembre de 1883. Memoria*, Establecimiento Tipográfico “El Vapor”, Ponce, 135 pp.

1885 *Puerto-Rico en la Feria-Exposición de Ponce en 1882. Memoria*, Establecimiento Tipográfico “El Comercio”, Ponce, 351 pp.

AGUAYO, Ricardo C.

1876 *Manual del cultivo del tabaco*, Tip. “El Vapor”, Ponce, 78 pp.

ARRIBAS, Miguel

1877 *Memoria leída por el Sr. Presidente de la Sociedad de Agricultura del Departamento de Ponce, el día 5 de Junio de 1877, en el acto de la renovación de la junta directiva*, Tip. “El Vapor”, Ponce, 9 pp.

BECERRA, Isabel

1969 “Las primeras Estaciones Agronómicas en Puerto Rico”, tesis de Maestría en Historia, Departamento de Historia, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, 173 pp.

CABRERA SALCEDO, Lizette

2010 *De los bueyes al vapor. Caminos de la tecnología del azúcar en Puerto Rico y el Caribe*, Universidad de Puerto Rico, San Juan, 497 pp.

CALDERÍN, Rafael

2005 “La torre meteorológica de San Juan”, en <http://edicionesdigitales.info/biblioteca/torremeteorologica.pdf> [visitado el 3 de marzo de 2016].

- CARRETERO GARCÍA, María del Carmen
 1998 “El fracaso de los proyectos universitarios en Puerto Rico a fines del siglo XIX”, *Estudios de historia social y económica de América*, Alcalá de Henares, núm. 9, pp. 143-154.
- CARTAÑA I PINÉN, Jordi
 2000 “Las Estaciones agronómicas y las granjas experimentales como factor de innovación en la agricultura española contemporánea (1875-1920)”, *Scripta Nova*, Barcelona, núm. 69, s. p.
- CHAVELAS SÁNCHEZ, Brenda Verónica
 2011 “La *Revista de Agricultura, Industria y Comercio*: un espacio para la modernización de la economía puertorriqueña (1885-1893)”, tesis de Maestría en Historia, Facultad de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, 213 pp.
- COLÓN, Edmundo Dimas
 1930 *Datos sobre la agricultura de Puerto Rico antes de 1898*, Tipografía Cantero Fernández, San Juan, 302 pp.
- CORTÉS ZAVALA, María Teresa
 2005 “Las Estaciones Agronómicas. Un modelo de desarrollo agrícola en Puerto Rico, 1880-1898”, en María Teresa Cortés Zavala (coord.), *Sociedades locales y culturas en tránsito en el Caribe español*, Facultad de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, pp. 67-82.
 2007 “Las utopías de la educación agrícola: José Julián Acosta y Román Baldorioty de Castro”, *Ibero-Americana Pragensia*, suplementum, Praga, núm. 19, pp. 389-396.
 2008 *Economía, cultura e institucionalización de la ciencia en Puerto Rico, siglo xix*, Facultad de Historia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/CSIC, Morelia, 285 pp.
 2012 “Pensamiento agronómico y circulación del conocimiento agrícola: la obra de Fernando López Tuero en Puerto Rico, siglo XIX”, *Ibero-Americana Pragensia*, suplementum, Praga, núm. 31, pp. 123-133.
- CORTÉS ZAVALA, María Teresa y José Alfredo URIBE SALAS
 2011 “La apuesta por el ‘guano’ en Puerto Rico. Exploraciones científicas, desempeño empresarial y mercado internacional”, *Revista Brasileira do Caribe*, Brasil, núm. 25, pp. 177-208.
- CUBANO INIGUA, Astrid
 1997 “Política colonial y autonomismo en Puerto Rico, 1887-1897: renovación y conflicto en el Partido Autonomista Puertorriqueño”, en Juan Pablo Fusi y Antonio Niño Rodríguez (eds.), *Visperas del 98. Orígenes y antecedentes de la crisis del 98*, Biblioteca Nueva, Madrid, pp. 163-172.

- 1999 “El azúcar en Puerto Rico, siglo XIX”, *América Latina en la Historia Económica*, Instituto Mora, México, núm. 11, pp. 49-57.
- FERNÁNDEZ PRIETO, Leida
 2004 “Ciencias y reforma en la agricultura cañera en Cuba a finales del siglo XIX”, *Revista de Indias*, CSIC, Madrid, vol. LXIV, núm. 231, pp. 529-548.
- FERNÁNDEZ UMPIERRE, Manuel
 1884 *Manual práctico de la agricultura de la caña de azúcar*, Imprenta del “Boletín Mercantil”, Puerto Rico, 203 pp.
- GARCÍA, Gervasio L.
 1989 “Economía y trabajo en el Puerto Rico del siglo XIX”, *Historia Mexicana*, El Colegio de México, México, vol. 4, núm. XXXVIII, pp. 855-878.
- GIL-BERMEÑO GARCÍA, Juana
 1970 *Panorama histórico de la agricultura en Puerto Rico*, Escuela de Estudios Hispano-Americanos, Sevilla, 385 pp.
- GRIVOT GRANT-COURT, Carlos, Agustín STAHL y José Julián ACOSTA
 1878 *Informe dado a la Excelentísima Diputación Provincial sobre la enfermedad de la caña de azúcar en el cuarto departamento de la isla de Puerto Rico*, Imprenta Acosta, Puerto Rico, 53 pp.
- GUTIÉRREZ ARROYO, Isabel
 1995 *La política y la Ilustración. El Reformismo ilustrado en Puerto Rico*, Universidad de Puerto Rico, San Juan, 305 pp.
- LEVY, Teresita A.
 2007 “The History of Tabaco cultivation in Puerto Rico, 1899-1940”, A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty in History in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, The City University of New York, 256 pp.
- LÓPEZ TUERO, Fernando
 1892 *Cultivos tropicales: plátano y palma de coco*, Tip. del “Boletín Mercantil”, Puerto Rico, 55 pp.
 1897 *La enfermedad de la caña de azúcar y cómo combatirla*, Librería de Fernando Fe, Madrid, 51 pp.
- Los concursos agrícolas en Puerto Rico*
 1989 *Los concursos agrícolas en Puerto Rico. Memoria presentada a la Junta Calificadora*, Imprenta y Librería Acosta, San Juan, 24 pp.
- MACCORMICK, Santiago
 1877 *Conferencia agrícola dada en Ponce, Puerto-Rico, en el Teatro “La Perla”, el 22 de mayo de 1877, bajo el patrocinio de la Sociedad de Agricultura, y dedicada a los dueños de los ingenios de caña de toda la isla*, Tipografía “El Vapor”, Puerto Rico, 46 pp.

- MARTÍNEZ VERGNE, Teresita
 1992 *Capitalism in Colonial Puerto Rico: Central San Vicente in the Late Nineteenth Century*, University Press, Florida, 294 pp.
- PAN-MONTOJO, Juan
 2007 “De la agronomía a la ingeniería agronómica: la reforma de la agricultura y la sociedad rural españolas, 1855-1931”, *Áreas*, Revista de Ciencias Sociales, Murcia, núm. 26, pp. 75-93.
- QUINTANILLA FÁBREGAS, Guillermo
 1919 *Procedimiento de análisis de abonos: formulados por el director de la Estación Agronómica del Instituto Agrícola de Alfonso XII*, Imprenta de Julio Cosano, Madrid, 32 pp.
 1929 *Azúcar de caña y remolacha: cultivo y fabricación*, Romana Velasco, Madrid, 61 pp.
- RAMOS MATTEI, Andrés
 1988 *La sociedad del azúcar en Puerto Rico: 1870-1910*, Ediciones Huracán Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, 128 pp.
- RIVERO CORREDERA, Juan
 2013 *Los cambios técnicos del cultivo del cereal en España*, Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, Madrid, 849 pp.
- SAN MIGUEL, Pedro
 1989 *El mundo que creó el azúcar: las haciendas en Vega Baja, 1800-1873*, Ediciones Huracán, Río Piedras, Puerto Rico, 224 pp.
- SANTAMARÍA GARCÍA, Antonio
 2005 *Historia económica y social de Puerto Rico (1750-1902): Bibliografía, fuentes públicas (1745-2002) y balance*, Fundación Mafre-Tavera, Madrid, 375
 2011 “Las islas españolas del azúcar (1760-1898). Grandes debates en perspectiva comparada y caribeña”, *América Latina en la historia económica*, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, México, enero-junio 2011, núm. 35, pp. 149-176.
- SANTIAGO DE CURET, Annie
 1989 *Crédito, moneda y bancos en Puerto Rico durante el siglo XIX*, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, 238 pp.
- STAHL, Agustín
 1880 *La enfermedad de la caña de azúcar en Puerto Rico*, Imprenta de la Librería de Acosta, San Juan, s. p.
- VIÑAS, Andrés
 1854 *Memoria descriptiva de la primera exposición pública de la agricultura, industria y bellas artes de la isla de Puerto Rico de junio de 1854*, Tip. de I. Guasp, Puerto Rico, 56 pp.