

# Cambios y ajustes tecnológicos en la agro-manufactura azucarera cubana, 1898-1913

ANTONIO SANTAMARÍA GARCÍA

## 1. INTRODUCCIÓN

Al final del siglo XIX los ingenios cubanos experimentaban una vasta transformación en un contexto de crecimiento de la competencia internacional y de disposición de tecnologías que permitían mecanizarlos completamente, pero la forma de hacerlo respondió a factores específicos. Sus exportaciones se concentraban en EEUU y la esclavitud, fuente de trabajo principal, se abolía entre 1868-1886<sup>1</sup>. Debido a ello se concentraron horizontalmente, dotándose de grandes capacidades y economías de escala para facilitar su tecnificación y optimizar el uso del recurso más abundante, la caña, descentralizaron la oferta de ésta como respuesta a la escasez de trabajo y la necesidad de atraer inmigración, y se dotaron también de extensos latifundios y ferrocarriles para asegurar su abastecimiento de gramínea y el control sobre su agricultura (Dye, 1998; Iglesias, 1998).

Desde 1899, además, la industria azucarera cubana tuvo que recuperarse de un devastador conflicto independentista, y lo hizo continuando la transformación iniciada an-

Recepción: 2012-05-14 • Revisión: 2014-05-08 • Aceptación: 2014-10-13

**Antonio Santamaría García** es científico titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Instituto de Historia, Centro de Ciencias Humanas y Sociales). Dirección para correspondencia: Instituto de Historia, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Calle Albasanz, números 26-28. Madrid 28037 (España). C.e. a\_santamaria\_garcia@yahoo.es

1. La abolición fue gradual, comenzó durante el conflicto independentista de 1868-1878 con leyes de vientres libres y el cese de la trata, y concluyó en 1886.



Los ingenios son tecnologías de proceso continuo en las que cualquier innovación precisa coordinar toda la cadena productiva o provoca estrangulamientos (Dye, 1998). De ahí que su transformación decimonónica requiriese un período de ajuste/acoplamiento que en el caso de Cuba tuvo más importancia debido a la descentralización vertical y aumento de la capacidad de fábricas que mayoritariamente no eran nuevas. Este artículo propone estudiarlo.

El estudio abarca hasta 1913, pues entonces los ingenios cubanos eran los más eficientes del orbe, su oferta satisfacía la demanda de EEUU y crecía más que ella, pero pudieron seguir aumentándola gracias a que la guerra mundial deprimiría la producción europea, lo que implicó una nueva fase de cambios tecnológico-organizativos más acelerada y con características distintas (Santamaría, 2002).

La metodología combina el estudio de los factores de mercado y legales-institucionales en relación con la dotación de recursos con que contaron los ingenios para elevar su oferta y eficiencia, el análisis en ese contexto de la elección entre procedimientos disponibles y su ajuste. Realizarlo es difícil por las limitaciones de la información y porque hasta 1905 no hay estadísticas seriadas por fábrica. No obstante existe una fuente censal que detalla para 1913 las soluciones tecnológico-organizativas en todas y documentación sobre cómo se incorporaron, por qué y sus problemas de aplicación-funcionamiento que, contrastadamente, permiten explicar la lógica de las transformaciones y cuantificar sus resultados.

## 2. EL MERCADO Y LOS CENTRALES

La transformación de la industria azucarera cubana se traducía en un fuerte crecimiento de su producción después de 1891 (Cuadro 1). Entonces se había completado la abolición y el 40% de la caña era abastecida por colonos (Cuadro 5)<sup>2</sup>, opción más atractiva que emplearse por un jornal para ex-esclavos, dueños de ingenios demolidos o inmigrantes, a quienes se recurrió como alternativa laboral (Santamaría & García-Mora, 1998), pues la población insular era escasa y no satisfacía la demanda de trabajo que requería aumentar la oferta de dulce<sup>3</sup>.

Las tecnologías incorporadas por los ingenios totalmente mecanizados, llamados en Cuba centrales, permitían estandarizar el azúcar, elaborar centrifugado –el que hoy se con-

---

2. Anteriormente los ingenios la cultivaban directamente.

3. Creció de 1.457.700 en 1877 (199.100 esclavos), a 2.666.000 (24/km<sup>2</sup>) en 1913 (190.000 inmigrantes, 76% españoles) y se requerían 15.000 temporeros para la zafra (SANTAMARÍA, 2000a).

sume, que desplazó rápidamente del comercio mundial a otras clases<sup>4</sup>– y crudo (96° de sacarosa), como lo demandaba EEUU, donde había surgido una industria que acababa de refinarlo y en 1890 formaba un *trust*, y se habían concentrado las exportaciones insulares<sup>5</sup> debido a su cercanía, demanda creciente –de la que carecía España– y al proteccionismo de los países europeos.

Optimizar la capacidad y economías de escala que permitían la transformación de los ingenios, por tanto, requería facilitar el acceso al mercado, lo que dificultó la política de EEUU desde 1890, consistente en reducir los aranceles a artículos de lugares que ofreciesen tratamiento recíproco a los suyos (Zanetti, 1989). En 1891 España firmó un tratado con ese fin que explica que fuera entonces cuando los cambios en la industria cañera cubana se tradujesen en un fuerte aumento de su oferta. Sin embargo esto reforzó su dependencia del mercado norteamericano, pues se especializó aún más en producirlo crudo. En 1895 EEUU no renovó el convenio, y aunque no fue su única causa, estallaba en Cuba un conflicto independentista que acabaría en 1898 con la intervención norteamericana y un gobierno de ocupación.

La producción azucarera cubana se recuperó rápidamente tras la guerra. En 1903 volvía al nivel de 1894 (Cuadro 1) tras firmarse el tratado con EEUU y otro que modificaba el comercio internacional. El azúcar no se obtiene sólo de caña. A principios del siglo XIX surgía en Europa una industria que la extrae de remolacha. Aunque es más costoso, medidas proteccionistas permitieron aumentar rápidamente su oferta –en 1874 superaba el 40% de la mundial– pero también que no pudiese absorberla el consumo interno, que pagaba precios mayores que los internacionales. Para exportar los *stocks* se establecieron primas que perjudicaron a la producción colonial de Gran Bretaña y a la de EEUU, los principales importadores de dulce, que amenazaron con aranceles compensatorios. Debido a ello y al efecto en el consumo, en 1902 se acordaba en Bruselas abolir dichas primas.

Tras el tratado de Bruselas la oferta de azúcar de caña creció un 42% en una década, la de remolacha 26%<sup>6</sup>, el precio 25% (Cuadro 1), el consumo mundial 23% y el alemán o estadounidense 50%. Para Cuba lo más importante es que las refinerías norteamericanas debieron pagar más caro su dulce al carecer del europeo subvencionado como al-

4. Antes se purgaba por decantación en hormas cónicas colgadas boca abajo, de modo que la calidad del azúcar disminuía según se estrechaba su forma (CANTERO, 2005; SANTAMARÍA & GARCÍA-MORA, 2005).

5. Adquirían el 34% en 1834, el 62% en 1855 y el 76% en 1895 (MORENO-FRAGINALS, 1978: 3).

6. Alemania, Austria-Hungría, Rusia y Francia producían en 1895 el 22, 10, 9 y 8% del azúcar mundial (49%); en 1903 el 16, 7, 9 y 6% (38%) (DEERR, 1950: 403).

## CUADRO 1

**Oferta azucarera mundial, cubana (miles de toneladas), remolachera (%), precio FOB y cambios en el arancel estadounidense (centavos de dolar U.S.A / libra, ct/lb)**

	Mundial	Cubana	Índice	% sobre total mundial		Arancel U. S.	Precio
				Cubana	Remolachera		
1885	4.468	629	100	14,1%	48,6%	2,24	3,03
1886	5.101	657	104	12,9%	52,7%		2,73
1887	4.910	707	112	14,4%	48,2%		2,72
1888	5.915	663	105	11,2%	60,1%		3,32
1889	5.681	569	90	10,0%	62,3%		3,98
1890	6.280	636	101	10,1%	58,6%	0,00	3,06
1891	6.901	808	128	11,7%	50,4%		3,13
1892	6.501	1.001	159	15,4%	52,0%		3,17
1893	7.400	945	150	12,9%	51,8%		3,62
1894	8.150	1.111	177	13,6%	58,0%		2,53
1895	7.100	983	156	13,8%	59,5%	40% <i>ad valorem</i>	2,02
1896	7.600	286	45	3,8%	63,2%		2,52
1897	7.590	272	43	3,6%	61,9%	1,69	2,17
1898	7.675	259	41	3,4%	61,1%		2,19
1899	8.300	332	53	4,0%	65,2%		2,47
1900	10.696	309	49	2,9%	50,6%		2,83
1901	11.291	655	104	5,8%	53,2%		2,29
1902	12.656	876	139	6,9%	54,4%		1,83
1903	11.544	1.028	163	8,9%	49,4%	1,35	1,96
1904	12.123	1.079	173	8,9%	50,0%		2,61
1905	11.213	1.210	192	10,9%	44,1%		2,79
1906	14.065	1.259	200	9,0%	51,7%		2,12
1907	14.360	1.479	235	10,3%	50,3%		2,23
1908	13.716	995	158	7,3%	51,5%		2,56
1909	14.375	1.564	249	10,9%	48,6%		2,52
1910	14.726	1.869	197	12,7%	45,1%		2,72
1911	16.865	1.535	244	9,1%	51,4%		3,02
1912	15.560	1.969	313	12,7%	44,6%		2,61
1913	18.056	2.515	400	13,9%	50,1%		1,95
1914	18.967	2.622	417	13,8%	47,7%	1,00	2,64

Fuente: *Anuario Azucarero de Cuba* (1940). Elaboración propia.

ternativa y tuvieron incentivos para invertir en sus centrales por sus perspectivas de expansión, pues la vigencia de las primas había atenuado el crecimiento de la producción

de sus competidores cañeros durante la guerra de independencia y su supresión ralentizó el aumento de la oferta remolachera<sup>7</sup>.

El acuerdo de Bruselas incentivó la firma del tratado con EEUU de 1902, pues con él las refinerías norteamericanas aseguraron su abastecimiento, pero al reducir el arancel para el azúcar cubano (Cuadro 1) también reforzó la posición de aquéllas como su cuasi-único cliente y minimizó la ocasión que brindaba el referido acuerdo para aumentar las exportaciones a otros mercados<sup>8</sup>.

En las condiciones entre la guerra de independencia y 1913, por tanto, la oferta azucarera cubana creció un 295%, cuando la mundial lo hizo 188%, satisfizo la demanda de EEUU, la superó en incremento, y además elevó su eficiencia. La transformación decimonónica de los ingenios insulares y el aumento de su producción les permitía operar con costes sólo mejorados por los javaneses, aunque no lograban igualar en descenso a los alemanes y franceses, lo que sí conseguían desde inicios del siglo XX, y antes de 1913 dichos costes eran ya también más bajos que los de Java (Cuadro 2).

## CUADRO 2

### Precio FOB y coste azucarero

(centavos de dólar U.S.A/libra y porcentajes de crecimiento entre paréntesis)

	Cuba	Java	Trinidad	Luisiana	Hawai	Alemania	Francia	Precio
1877-1884	3,11	2,88	2,95	5,40	—	4,66	4,81	4,31
1885-1895	2,56 (-18)	2,11 (-27)	2,65 (-10)	4,83 (-11)	—	3,56 (-24)	3,67 (-24)	2,69 (-38)
1901	2,02 (-21)	1,79 (-15)	2,30 (-12)	3,85 (-20)	3,50	3,15 (-15)	3,25 (-11)	2,39 (-11)
1913	1,43 (-29)	1,56 (-13)	2,15 (-7)	3,30 (-14)	3,00 (-14)	2,70 (-14)	2,80 (-14)	2,40 (-0)

Fuente: Santamaría & García-Mora (2005); Coste de producción azucarero (1900); Coste de la remolacha (1894); *La Industria Azucarera y sus Derivados* (1908-1915); Santamaría (2002). Elaboración propia.

### 2.1. Tierra y caña

La caña, cultivo normalmente bianual, en Cuba es anual, se planta en invierno y primavera y retoña 4-8 veces en condiciones de explotación, lo que ofrece cepas de calidad toda la zafra, que dura de noviembre a junio (luego las lluvias la impiden). Además debe molerse *in-situ*, pues 24 horas tras cortarse empieza a fermentar.

7. La producción del Caribe británico era en 1900 un 25% menor que en 1894 y en 1910 un 20%. La brasileña crecía 83% y 90% en las mismas fechas, la javanesa 94% y 220% y la cubana -51% y 550%, compensando el efecto del conflicto independentista y la elevación de la oferta de sus competidores (DEERR, 1950). Para las primas véase ALBERT y GRAVES (1984).

8. Crecieron un 454% desde 1902, pero en 1913 eran sólo el 13% de las exportaciones totales. *Anuario Azucarero de Cuba* (1940).

La idoneidad de Cuba para producir azúcar, reforzada con la extensión de su frontera agraria por el este, su ventaja comparativa, facilidades de mercado gracias a los acuerdos de Bruselas y con EEUU, y experiencia en el negocio (Abad, 1945: 78), fueron razón necesaria de la eficiencia lograda por sus ingenios. Sus expectativas de rentabilidad proporcionaron las inversiones, mayores de lo que habrían requerido debido al conflicto independentista, aunque éste también aceleró su modernización, pues los más obsoletos no volvieron a operar tras él. Sin embargo la razón suficiente es que su transformación permitió optimizar la dotación relativa de factores y condiciones legales-institucionales, que variaron poco o mejoraron respecto al período colonial, pero en casos como el trabajo determinaron notablemente la elección de procedimientos productivo-organizativos.

La principal revista azucarera insular de inicios del siglo XX decía que Cuba se distinguía por su monoproducción de otros países nuevos, los cuales compensaban «crisis en un cultivo [...con] auge en otros», e igualarles en crecimiento exigía aumentar su oferta de dulce 5-6 veces más que la agraria en esas naciones. No se equivocaba. Entre 1900-1913 su ingreso comercial azucarero creció un 700% y el PIB *per capita* 16%, mientras en Argentina lo hacía 11% con un incremento del 100% del producto agropecuario (Santamaría, 2000a: 554). Según la publicación esto sólo era posible garantizando las exportaciones a EEUU, «su mercado natural y [...] operando] a precios que desafíen toda competencia», para lo cual es «obligado invertir [...lo que compete] al hacendado, y [...] asegurar con leyes y educación del trabajo el comercio de sus frutos y [...su socialización] en forma de salarios y beneficios que garanticen la continua creación de riqueza»<sup>9</sup>.

La elección tecnológico-organizativa de los centrales cubanos estuvo dirigida a aumentar su capacidad/eficiencia y dependió de las condiciones de cada uno, pero los principales problemas que debieron afrontar fueron que la mayoría de los operativos desde 1898 eran ingenios antiguos transformados, no nuevos –en los que esto se resolvía con un correcto diseño– y la dificultad de predecir necesidades futuras, aunque era lógico pensar que se presentarían por la posibilidad de disponer de más caña y escasear el trabajo<sup>10</sup>.

9. *El Azúcar* (1900: n.º 1, p. 10). Financiada por suscripción, premiada en las exposiciones industriales de París (1900), Buffalo (1901) y reconocida internacionalmente por boletines similares (*International Sugar Journal*, 1900: n.º 1, p. 8), fue editada entre 1900-1902 por Gastón Descamps (1882), ingeniero-consultor y miembro de la asociación de hacendados y colonos (Círculo de Hacendados), que publicaba *Revista de Agricultura* (1871-1901). La finalidad de ambas era difundir conocimiento aplicable a la agro-manufactura cañera y analizar su aplicación (MORENO-FRAGINALS, 1978: 3, 19; FERNÁNDEZ, 2008: 116).

10. BIRMINGHAM (1900: 234). Según MORENO-FRAGINALS (1983) el efecto de la guerra en los cañaverales fue lo que más retrasó la recuperación.

En 1895 había en Cuba 450 ingenios; 200 eran centrales (Le Riverend, 1985: 376). Entre 1903-1913 sólo operaban centrales, un promedio de 176, y su oferta crecía de 5.800 a 15.800 toneladas/fábrica. 21 se creaban después de 1898, eran más grandes, pero únicamente producían el 25% de la zafra. El 57% de su aumento desde 1894 lo aportaron ingenios que ya existían entonces. La razón es que en esa fecha estaba muy avanzada su transformación (Cuadro 2) y los vínculos comerciales con EEUU (Santamaría, 2002: 107). Sus dueños eran cubanos y españoles afincados en Cuba, a veces asociados con norteamericanos, y el gobierno de ocupación procuró que los segundos permaneciesen en la isla<sup>11</sup>. Además la ley Foraker (1900) prohibió concesiones oficiales a estadounidense mientras durase dicha ocupación (García-Álvarez, 1990).

La ley Foraker respondía a la petición de los azucareros cubanos solicitando «igualdad de oportunidades» (*Revista de Agricultura*, 1900: n.º 3, p. 3) y ambas (disposición y demanda) eran reflejo de que la concentración de terrenos se estaba produciendo y prosiguió con mecanismos para burlar la normativa, lo cual, sin embargo, fomentó la asociación de insulares y extranjeros<sup>12</sup>. Además la tierra abundaba en la isla y el gobierno estadounidense aumentó su disposición con leyes que suprimieron antiguos vínculos y las moratorias hipotecarias en 1901-1902. En 1899 el 0,6% de las fincas poseían el 27% del área cultivable y en 1913 los centrales habían aumentado sus latifundios un 25%<sup>13</sup>.

El aumento de las hectáreas/central entre 1894-1913 de 3.900 a 6.903 no se explica por el del porcentaje dedicado a caña, que creció de 40 a 46% (Cuadro 8), sino por la forma de producir el azúcar. Los ingenios cubanos eran los mayores del mundo, se dotaron de mayores latifundios y ferrocarriles, debido a que su descentralización vertical les

11. Entendía que era esencial para la recuperación económica y como contrapeso de los independentistas.

12. Era común desde que Edwin Atkins, refinador estadounidense vinculado a hacendados cubanos, fundara en 1884 el central Soledad, en 1892 el Trinidad, con Henry Havemeyer –creador de la American Sugar Refining (*Sugar Trust*)– y remodelaba el Tuinicú junto al hispano-cubano Manuel Rionda. Éste, agente (luego director) del mayor *sugar-broker* internacional, Czarnikow Co., erigía en 1901 el Francisco y en 1912 el Manatí asociado con Morgan & Co. En 1895 Hugh Kelly fomentaba el Santa Teresa –que administraba el canario José Sierra– y en 1899 Robert Hawley la Cuban-American Sugar Co., y encargaba a Mario García-Menocal, posterior presidente cubano, la obra y gerencia del mayor ingenio mundial (Chaparra). James Post, director del Citybank y de la American Sugar Co., formaría parte de dicha corporación y regiría la Guantánamo Sugar Co., en cuya propiedad participaban sus antiguos dueños (familia Brooks). Igual sucedía en la United Fruit Co., establecida en tierras de los Dumonis. En la Central Cuba Co. de José M. Tarafa tenían representación Morgan y empresarios inmiscuidos en la fundación del Banco Nacional en 1901. Otros hispano-insulares como Andrés Gómez-Mena o Juan P. Baró adquirirían la ciudadanía de EEUU y registraban allí sus compañías. JENKS (1928); PINO (1984); AYALA (1999); GARCÍA-ÁLVAREZ (1990).

13. *Informe sobre el censo de Cuba* (1900); PINO (1984); BALBOA (2012). Las grades azucareras con capital estadounidense controlaban 432.000 hectáreas en 1906 y 686.000 en 1913 (59% más).

obligó a procurar condiciones de monopsonio sobre los colonos para que no fijasen el precio de la caña y la cultivasen y proveyesen en la cantidad-calidad que precisaba un rendimiento fabril eficiente, lo que lograron reduciendo sus posibilidades de venderla a más de un central, por estar alejados entre sí, proporcionándoles transporte y crédito e intentando que fuesen arrendatarios de las tierras, no propietarios. Dice Dye (1998) que esto fue más fácil en el este, abierto a la explotación por tren desde 1902, sin una red ferroviaria pública como la tendida en el oeste desde 1835 (Mapa 1), donde el 37% de los ingenios se erigían después de 1898 y producían 73% más que los fundados anteriormente. En occidente eran nuevos el 5% y superaban un 32% en oferta a los antiguos (Cuadro 3).

**CUADRO 3**  
**Ingenios. Ubicación, fundación y producción (toneladas), 1913**

		Número		Capacidad/ingenio	
Cuba	Totales	176	100%	15.800	100%
	Anteriores 1898	155	88%	14.500	92%
	Posteriores 1898	21	12%	31.800	201%
Occidente	Totales	137	78%	14.000	89%
	Anteriores 1898	131	74%	13.600	86%
	Posteriores 1898	7	4%	20.100	127%
Oriente	Totales	38	22%	22.200	141%
	Anteriores 1898	24	14%	13.100	83%
	Posteriores 1898	14	8%	48.000	304%

Fuente: Santamaría (2002); *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915). Elaboración propia.

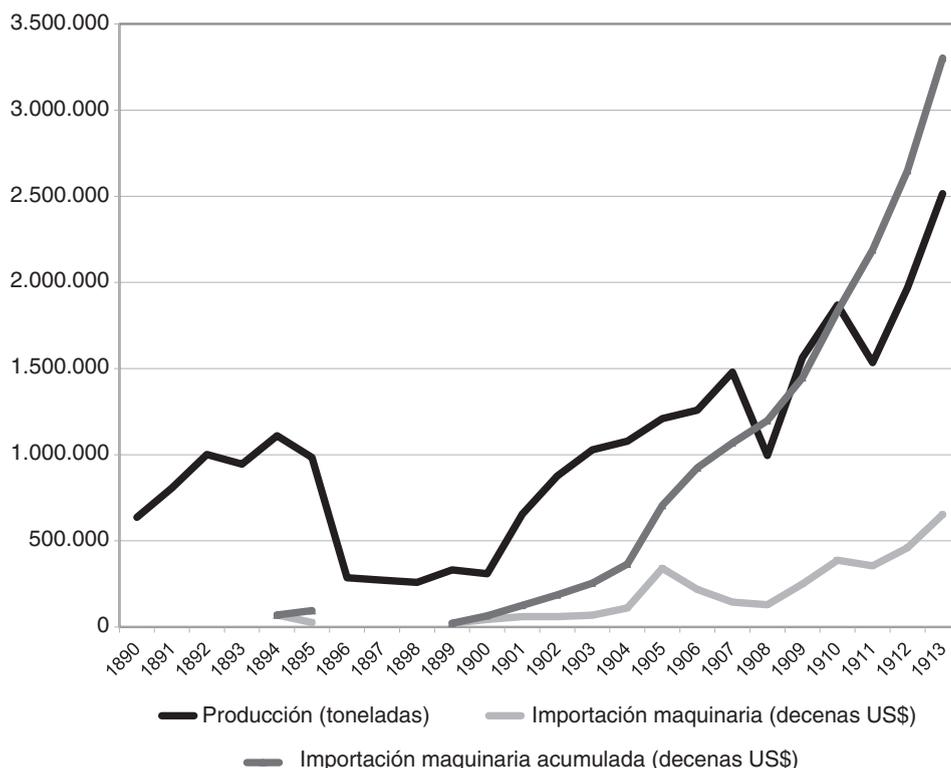
### 3. LA INVERSIÓN

La ampliación de los centrales cubanos fue posible porque dispusieron de capital. Su gasto en importación de equipos –18.000 U. S. \$/ingenio entre 1899-1913–, correlativo al aumento de su oferta, en 1903 superaba al realizado en 1894. Luego se duplicó y, tras ralentizarse debido a conflictos que provocaron otra ocupación estadounidense en 1906-1909, y al *crash* bursátil neoyorkino de 1907, recuperó un ritmo ascendente, solo alterado por una crisis productiva en 1911 causada por una sequía y un huracán (Gráfico 1).

El gasto en importación de maquinaria es indicativo de la inversión total, pues casi todo el equipamiento de los ingenios procedía del exterior y debió ser proporcional al resto.

El tema es el peor conocido de su historia, pero son posibles algunos cálculos. La industria azucarera cubana era valorada en 122.000.000\$ U.S. en 1913. 56.000.000 se desembolsaron después de 1898<sup>14</sup>, y junto al coste estimado del conflicto independentista, 65.000.000 (Iglesias, 2005: 76), elevan la cifra que precisó su recuperación-crecimiento hasta 121.000.000\$. Aparte requería anualmente un 6,3% adicional para impuestos e intereses de los créditos que supusieron las inversiones y refacción de la zafra.

**GRÁFICO 1**  
**Oferta azucarera y maquinaria importada, 1894-1913**



Fuente: *La Industria Azucarera y sus Derivados* (1908-1914). Elaboración propia.

Entre 1899-1913, por tanto, se invirtieron 228.000.000\$ en la industria azucarera cubana. Su rentabilidad neta (11,4%, que permitía amortizarlos en 9 años. *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 9), incentivos para la entrada de capital –una ley de 1902 equiparó en derechos a empresarios foráneos y locales– e impuestos inferiores al 5%

14. 49.700.000\$ en equipos, tierras y ferrocarriles; 6.300.000 en edificaciones. *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915: 9).

del beneficio<sup>15</sup> facilitaron disponer de él. El gobierno contrató empréstitos de 35.000.000\$ en 1904 —el 89% transferidos a la población como pago de licenciamiento del ejército mambi<sup>16</sup>— y 16.000.000 en 1909, y entre 1898-1913 crecieron notablemente las inversiones extranjeras. El 96% eran británicas, concentradas en ferrocarriles, que aumentaron de 90.000.000 a 216.000.000\$, o estadounidenses, que pasaron de 50.000.000 a 215.000.000\$ (65.000.000 en la industria azucarera) (Jenks, 1928: 61).

Facilitó la circulación del capital una ley de 1899 que designaba al dólar moneda cubana y liberalizaba el sector bancario. Entonces se establecía en La Habana el North-American Trust, refundado como Banco Nacional en 1901, con participación de Morgan & Co., y en 1905 iniciaba una política crediticia a bajo interés que se generalizó. El precio del dinero cayó del 14 al 4% y los préstamos y depósitos de la entidad ascendían en 1913 a 36.200.000\$, mientras los del ya existente Banco Español crecían de 13.400.000 a 42.200.000\$ entre 1905 y 1913.

Nacional y Español concentraron el 70% del capital bancario en Cuba<sup>17</sup> y la industria azucarera dos tercios del crédito gracias a su rentabilidad, de la que es indicador que el valor bursátil de los centrales aumentase un 20-50% entre 1906-1912 (*Boletín de la Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo*, 1907-1913). Además varios bancos europeos aportaron la mayoría del dinero necesario para pignorar la zafra (Zanetti, 2009: 123).

Disponer de crédito fue básico para la industria azucarera cubana, pues Dye (2012) prueba que el 85% de su crecimiento entre 1898-1906 lo aportaron centrales de propietarios locales, ya que las inversiones directas estadounidenses sólo aumentaron un 16% y hasta 1911 no experimentaron una expansión mayor. Entonces a la rentabilidad del sector y la estabilidad política, acabada la segunda ocupación estadounidense, se añadió una elevación del precio del dulce (Cuadro 1), y se constataba que la oferta norteamericana no satisfacía el incremento de su consumo. Después la guerra mundial proveyó nuevos incentivos para proseguir esa expansión.

---

15. El gobierno estadounidense condonó en 1899 los impuestos debidos al español y en 1900 estableció tasas municipales del 8 y 6% para centrales y colonias, dejando exenta la tierra improductiva. El independiente mantuvo el sistema fiscal con cambios para incentivar a los colonos. En 1908 redujo al 2% el gravamen de la caña comprada a éstos y del 40 al 20% la base imponible de los ingenios que la adquiriesen, y dispuso que sus cultivadores, si eran arrendatarios, pagasen el 6% del precio de alquiler (ZANETTI, 2009: 76).

16. ZEUSKE (1998) muestra como los hacendados ofrecieron adelantos y crédito contra esos pagos para asegurarse trabajo e incentivar el colonato.

17. El resto lo aportaban pequeñas entidades y el Royal Bank canadiense, establecido en Cuba en 1902 y con políticas crediticias más conservadoras. GARCÍA-ÁLVAREZ (1998); ROLDÁN (2010).

Dye omite que la dotación de factores/infraestructuras y disposiciones legales, empezando por la ley Foraker, que favorecía invertir en empresas cubanas establecidas, no incentivaron crear centrales nuevos y ayudan a entender la elección tecnológico-organizativa de los ingenios. Ampliar capacidades, tierras, ferrocarriles y descentralizar la oferta de caña se explica por la abundancia de ésta y escasez de trabajo para aumentar la producción cuanto permitiera la demanda estadounidense, pero tras la independencia tales condiciones pudieron haber cambiado.

La tierra de caña creció de 247.320 a 542.320 hectáreas entre 1895-1913 y la controlada por los centrales de 662.690 a 1.180.300, pero sólo suponía un 18% de la superficie agraria de Cuba (Santamaría, 2002: 27). Su abundancia aumentó con el cierre de ingenios desde el siglo XIX, acelerado durante el conflicto independentista, y la conexión del oriente y occidente insular por el Cuba Railroad en 1900-1902. Sin embargo el poco desarrollo económico-demográfico del este y la más lenta comunicación de su territorio con ramales le ocasionaron déficits que requirieron ayudas públicas de 1.642.032\$ hasta 1911, cuando tales ramales eran ya operativos (Mapa 1). En el oeste las otrora múltiples empresas ferroviarias eran integradas por capitales británicos en United Railways, que obtenía beneficios 35% mayores<sup>18</sup>.

El gobierno estadounidense impuso en 1902 tarifas ferroviarias unificadas-combinadas, aunque no logró reducirlas para aminorar el coste de las mercancías, pero el problema del Cuba Railroad fue el lento crecimiento de la aportación del este a la oferta azucarera insular –la del oeste, no obstante en descenso, entre 1910-1919 aún superaba el 54% (Cuadro 4)– por lo que su aumento no pudo realizarse principalmente incorporando nuevas tierras y centrales, sin los inconvenientes que suponía ampliar la capacidad de los antiguos.

**CUADRO 4**  
**Oferta azucarera de la mitad este de Cuba**

	Aumento oferta cubana	Producción este	
		Porcentaje	Contribución al aumento
1890-1894		9,9%	
1900-1904	-12,3%	16,8%	-38,3%
1905-1909	64,9%	23,1%	32,8%
1910-1914	61,5%	30,8%	43,3%
1915-1919	59,3%	36,2%	45,3%

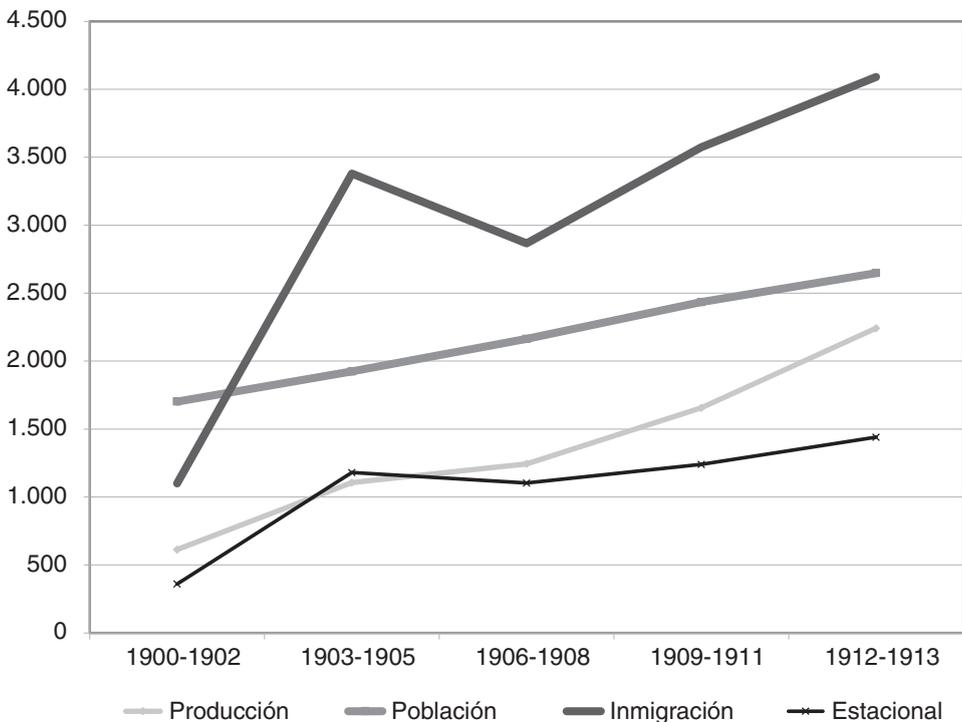
Fuente: *La Industria Azucarera y sus Derivados* (1908-1920). Elaboración propia.

18. United Railways pasó de 385 a 761 km entre 1900-1910, su rentabilidad de 3.700 a 4.100\$/km, y en los 693 del Cuba Railroad de -40 a 2.760\$ (ZANETTI & GARCÍA-ÁLVAREZ, 1987: 467).

### 3.1. Trabajo, colonato y migración

La razón de que la oferta azucarera de Cuba creciera ampliando la capacidad de los centrales y descentralizando la oferta de caña fue principalmente el trabajo. La guerra de 1895-1898 se cobró 200.000 vidas y redujo el incremento demográfico. Según Luzón (1989: 61) producir 2.500.000 toneladas en 1913 precisó 290.000 obreros, un 20% de la población activa, y la proporción aumentó un 50% desde 1903 debido al crecimiento de la zafra. Ante la escasez de brazos, tras la abolición se recurrió a la inmigración, que debía atender dos necesidades, empleados permanentes para ingenios y cañaverales y temporales durante la cosecha. El colonato resolvía la primera; la solución fácil y barata de la segunda era importar jornaleros antillanos.

**GRÁFICO 2**  
**Oferta azucarera (miles de toneladas), población (miles) e inmigrantes (cientos), 1900-1913**



Fuente: Santamaría (2002). Elaboración propia.

La inmigración se recuperó tras el conflicto independentista, pero en 1902 el gobierno estadounidense prohibió la entrada de antillanos en Cuba. La razón fue la fuerza de los remolacheros en el Congreso de los Estados Unidos, interesados en no facilitar trabajo

barato a los centrales insulares, aunque la explicación oficial fue que en 1901 llegaban 17.000 caribeños y era deseable una migración más *civilizadora* y fomentar la española (González, 2002), pues aquéllos deprimían los salarios y condiciones de vida, debido al alto precio de los abastecimientos por proceder mayoritariamente de importaciones. En 1900-1913 no mejoraron los términos de intercambio y alimentos y textiles representaba un 60% de su valor, 10\$ *per capita*/año –mientras en México, que producía el 80% de su consumo, sólo eran 2\$– y el 50% del coste del azúcar, en el que el trabajo suponía un 65% (Las franquicias arancelarias y el azúcar, 1901: 69; Zanetti, 1989: 98).

Desde 1903, por tanto, el empleo temporal en la industria azucarera procedió del mercado interno y la inmigración española y la política migratoria ralentizó el crecimiento de su oferta (Gráfico 2). Los centrales no pudieron ganar competitividad incorporando trabajo y ahorrando salarios, como habría permitido contratar antillanos, debieron economizarlo y mejorar su rendimiento. Esto perjudicó más a los nuevos y ubicados en el este, donde sólo vivían un tercio de los cubanos, desincentivó la inversión en ellos y aumentar la producción de dulce mediante su construcción.

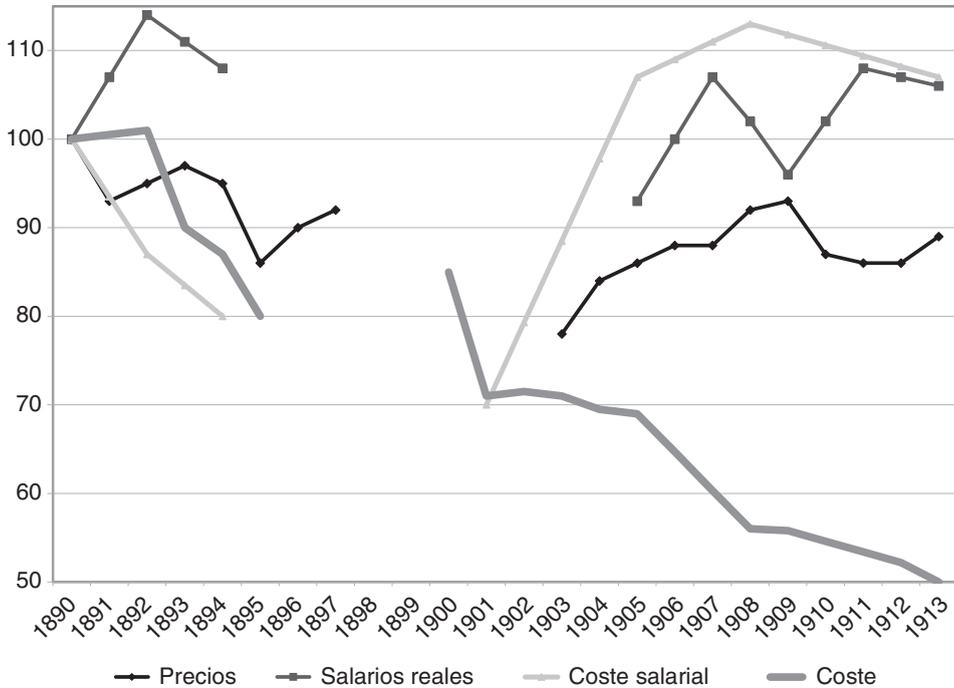
Los habitantes de Cuba crecían entre 1898-1907 un 30%. El 14% eran inmigrantes –cuando se cifraba en 12% el coste del conflicto independentista– 11,2% españoles y 0,7% antillanos. La población activa, la más afectada por la guerra, aumentaba de 62 a 67% y la asalariada de 39 a 41%. Como el 48% era agrícola y un 20% azucarera, unos 200.000 individuos (*Censo de la República de Cuba*, 1908), la zafra precisaba la importación de temporeros, que Santamaría (2000a) estima en 6.400/año en 1900-1904, 12.300 en 1905-1908 y 12.700 en 1909-1913 y debieron proceder de los 9.000 españoles arribados al país en 1906 y 17.000 en 1907 que declaraban haber estado antes en él (Pérez de la Riva, 1975: 37). Entonces una ley intentaba fomentar la inmigración estable, pero según Balboa (2001: 254) los hacendados preferían la estacional, más flexible, y asegurar mediante el clientelismo referido por Zeuske (1998) el colonato y el trabajo doméstico, especialmente en las principales regiones cañeras, polos de atracción de ex-esclavos y jornaleros. Naranjo (1994: 132) lo corrobora al constatar que únicamente el 59% de los inmigrantes españoles se dirigían al campo, aunque en tales regiones –Cienfuegos, Nuevitás (Mapa 1)– eran jornaleros un 45-60%. En el este, poco poblado, dichos inmigrantes eran sólo el 8,6% en 1907, lo que, como referimos, dificultó el crecimiento de la industria azucarera. Tales problemas se resolvieron al permitirse la entrada de antillanos desde 1913, sin los que habría sido imposible acelerar el incremento de la oferta de dulce durante la guerra mundial. Mientras tanto éste debió realizarse economizando trabajo.

Corrobora la tesis anterior que los salarios reales crecieran desde 1903, y más de lo que se moderaron los precios gracias al tratado con EEUU, y la reducción del coste de

producción azucarero no se correspondiese con la del trabajo, aunque desde 1908 se invirtió su tendencia debido al aumento de la productividad (Gráfico 3).

### GRÁFICO 3

#### Índice de precios, salarios, coste del azúcar y de los salarios en él, Cuba, 1890-1913



Fuente: Santamaría (2000a, 2000b). Elaboración propia.

El trabajo escaso-carro fue otro incentivo para aprovisionarse de caña mediante colonos. El Cuadro 5 muestra su valor como atracción de inmigraciones<sup>19</sup>, el crecimiento de su número y participación en el abastecimiento de los centrales, especialmente de los arrendatarios, conforme a lo que cabía esperar tras analizar sus estrategias de inversión para lograr condiciones de monopsonio en la compra-venta de gramínea.

Adquirir caña de colonos era un 15% más barato que producirla directamente (Santamaría & García-Mora, 1998). Por eso la participación de dichos colonos en el suministro de los centrales, especialmente de los arrendatarios, creció más tras encarecerse la mano

19. El 12% decían serlo (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba, 1915: 422*), aunque los afincados muchos años en Cuba y sus descendientes pudieron considerarse nacionales.

de obra y además recibió los referidos incentivos fiscales, pues ello permitió a los ingenios externalizar costes del trabajo –la mayoría durante la zafra se emplea en el campo– y de su necesidad de contar con caña en exceso (Dye, 1998: 82). Cada año quedaba un 10% sin moler, pero era preferible a que su falta interrumpiese el abastecimiento fabril y con cepas de la mejor calidad posible (Santamaría, 2002: 167).

**CUADRO 5**  
**Colonos y caña de los centrales (administración)**

	Colonos	Extranjeros	Caña de colonos	
			Totales	Arrendatarios
1887			40%	
1899	15.000			33%
1905			70%	
1913	20.200	12%	87%	60%

	1905			1913		
	Administración	Colonos		Administración	Colonos	
		Central	Independientes		Central	Independientes
Cuba	30%	33%	37%	13%	57%	30%
Oeste	26%	32%	42%	13%	49%	49%
Este	49%	42%	9%	14%	74%	10%

Fuente: *Informe sobre el censo de Cuba* (1900: 173); *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915); Jenks (1928: 59); Dye (1998: 188). Elaboración propia.

El 85% del jugo que puede extraerse de la caña depende de su riqueza, y ésta de un correcto cuidado/deshierbe y de contar con cepas que maduren en distintas épocas para que su calidad sea óptima toda la zafra (Morales, 1992). Los estudios del tema mostraban que ese fue el problema prioritario tras establecerse el colonato, pero que hacia 1890 se había resuelto razonablemente (Ingenio San Gonzalo, 1889; Jiménez, 1890: 97) y sólo era perceptivo perseverar, pues «que el colono cultive el campo cuidadosamente, lo tenga deshierbado y entregue su caña limpia [...garantiza] un tanto elevado de azúcar extractible» (*El Azúcar*, 1900: n.º 2, p. 45).

El suministro regular-idóneo de caña se logró en los contratos. Estipulaban que los centrales decidían cuánta se sembraba, aunque sólo pagaban la utilizada, cuándo se cortaba cada cepa y qué cantidad se les entregaba en cada momento<sup>20</sup>, pues el 15% de la ex-

20. JIMÉNEZ (1893); *Contratos de caña* (1900: 71); GUERRA (1970:231). Además los colonos debían mantener la caña en estado óptimo y liquidarla en la romana del central, que se reservaba el derecho

tracción de su jugo que no depende de su maduración lo determina la continuidad en su abastecimiento, cuyo incumplimiento provoca interrupciones y el enorme coste de reiniciar y calentar los hornos a la temperatura adecuada, y se constataba que un 50% se debían a falta de gramínea y el resto, alicuota, a deficiencias industriales y de coordinación campo-ingenio, y que evitarlas mejoraba el rendimiento un 30% (Martín *et al.*, 1987: 576).

#### 4. TRANSPORTE

Los ferrocarriles resolvieron muchos de los problemas de los centrales. La red pública, prolongada por el este de Cuba desde 1900 (2.212 km en 1898, 3.834 en 1913, Gráfico 4) era ineficiente para acarrear la caña y la extensión del latifundio de los ingenios y la necesidad de proporcionar transporte a los colonos, dificultaba molerla en 24 horas tras cortarla. Prestación tan determinante no podía depender de empresas ferroviarias, que no estaban interesadas en una mercancía voluminosa, de poco valor relativo, que requería servicios sólo parte del año (Santamaría, 1995).

La construcción de ferrocarriles industriales comenzó en 1875. En 1899 107 centrales operaban 1.384 km. El gobierno estadounidense liberalizó su tendido desde 1902 y su extensión pasó de 2.447 a 4.685 km en 1913 (Cuadro 6), superando a la red pública y en correlación con el aumento de la zafra (Gráfico 4). El 90% de los ingenios disponían de ellos y estaban autorizados a habilitar puertos, lo que les permitió asumir también el transporte del dulce. Además proporcionaban externalidades positivas empleándose para el servicio público<sup>21</sup>.

**CUADRO 6**  
**Equipamiento ferroviario azucarero**

	Locomotoras (L)	Carros (C)	Km	Azúcar (T)	Km/L	KM/C	T/C
1900	338	6.500	1.564	309.000	4,6	0,24	47,5
1913	474	15.000	4.685	2.515.000	9,9	0,31	167,7

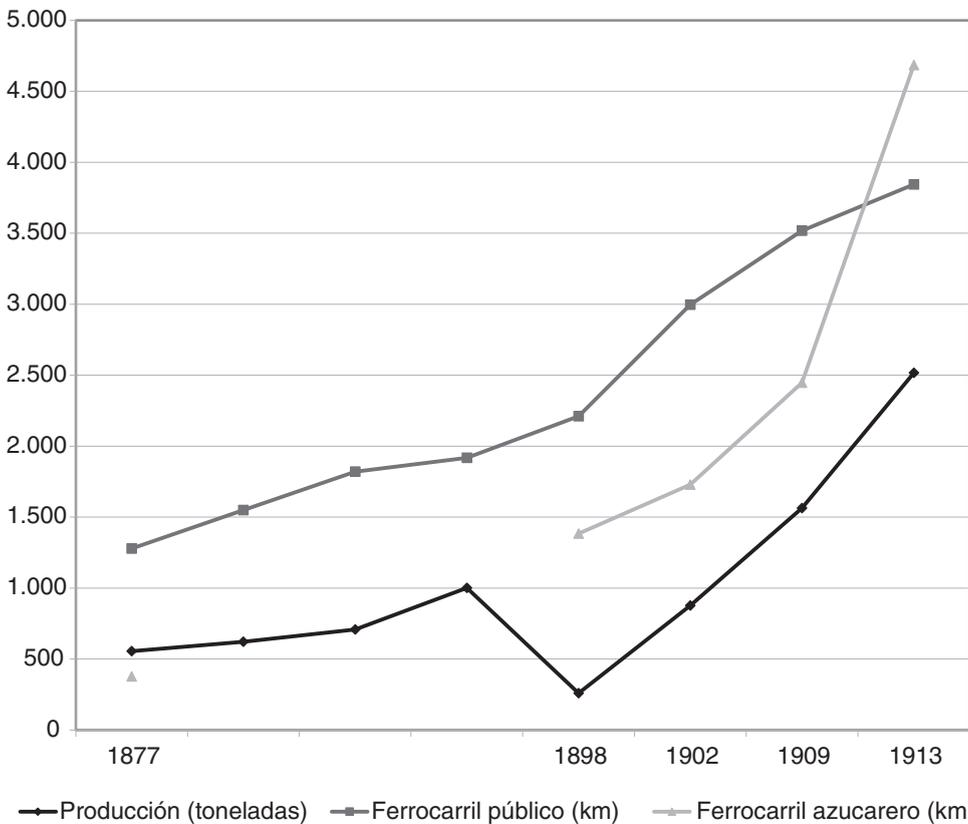
Fuente: Gráfico 5. Elaboración propia.

de inspección, de conceder créditos y anticipos. DYE (1998:204) muestra que los propietarios del oeste recibían 6,9@ de azúcar por cada 100@ de caña y los arrendatarios del este 5@.

21. De los 5.500 km de ferrocarril público que llegó a tener Cuba 1.400 eran azucareros (SANTAMARÍA, 1995).

Según Bass (1901: 61) la extensión óptima del ferrocarril de las plantaciones era 1 km/625 toneladas de azúcar producidas. En Cuba tenían 1/537 en 1913 debido a su tamaño, abastecimiento mediante colonos y a que en el este disponían de 41 km promedio (23 en el oeste). El Gráfico 5 muestra la correlación alta-positiva entre el incremento del kilometraje, número de hectáreas, potencia y oferta de los centrales. Y otros datos corroboran que entonces los occidentales pagaban un 3,5% menos que los orientales por salarios rurales, pero un 1,5% más por los industriales, 25% más por la caña y 16% más por transportarla (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba, 1915*).

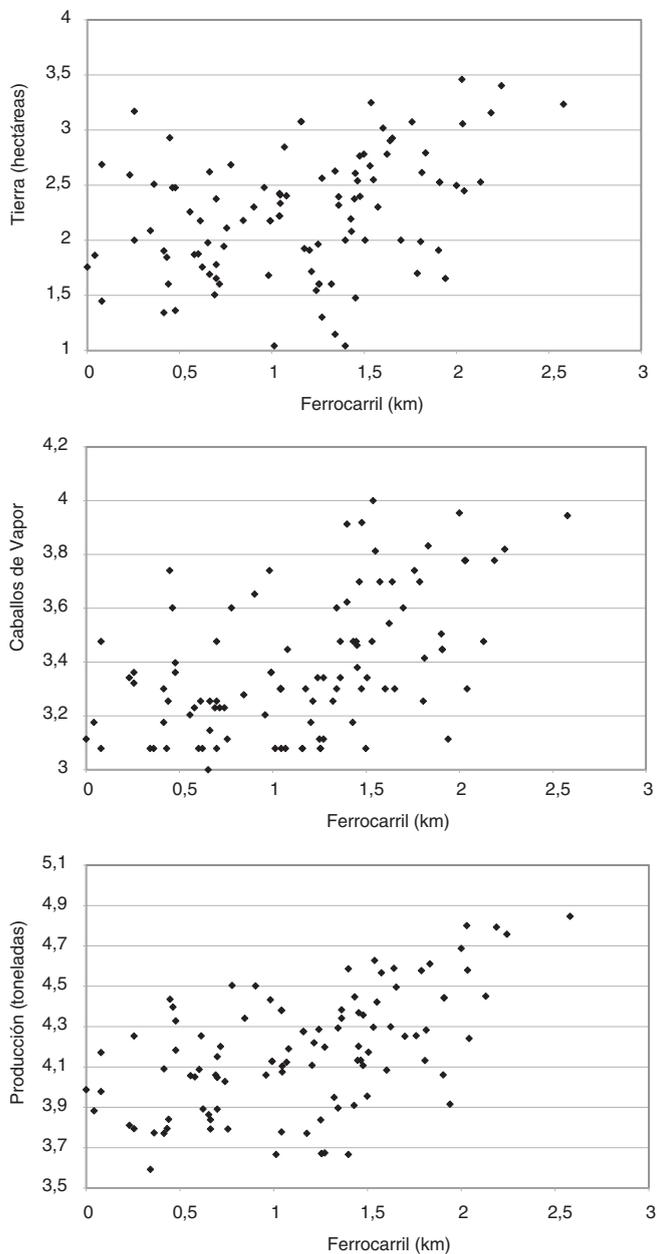
**GRÁFICO 4**  
**Oferta azucarera (mil toneladas) y ferrocarriles (km), 1878-1913**



Fuente: Cuadro 1; *Memoria de la Zafra Azucarera (1906-1914)*; *Military notes on Cuba (1909)*; *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba (1915)*; Santamaría (2013). Elaboración propia.

En consonancia con lo dicho, entre 1905-1913 los centrales orientales reducían más que los occidentales el porcentaje de caña producida directamente y aumentaban la proporción suministrada por colonos arrendatarios (Cuadro 5).

**GRÁFICO 5**  
**Ferrocarriles azucareros: crecimiento 1898-1913, tierra, potencia y producción de los centrales, 1913 (escala logarítmica)**



Fuente: Gráfico 4. Elaboración propia.

#### 4.1. Elección y ajustes tecnológico-organizativos. Agricultura

Tras analizar la transformación de los ingenios en su contexto competitivo y legal-institucional, ya que fue fruto de la elección entre diversos procedimientos, es preciso analizar su lógica. La innovación en los centrales –dice Dye (1998)– fue un problema organizativo, pues al ser tecnologías de proceso continuo cualquier cambio requirió coordinar toda la cadena fabril, y como además su fin fue aumentar la capacidad, tuvo costes de ajuste que se tradujeron en su subutilización hasta lograr dicha coordinación.

Al ser una agro-manufactura la cadena productiva del central empieza en el campo. Resuelto razonablemente el problema del suministro de caña, había que centrarse en las tareas fabriles. Tras su corte la gramínea se muele en trapiches para retirar el bagazo y extraer guarapo. Éste se alcaliza-calienta, defeca y evapora en calderas y la miel resultante se cristaliza en centrifugas (Figura 1).

Las decisiones tecnológicas en los centrales cubanos procuraron optimizar su dotación relativa de insumos, caña abundante/trabajo escaso. Por eso Deerr (1915) decía que su objetivo «fue la capacidad, no la extracción». Sin embargo no es cierto. Santamaría (2002) prueba que molían cepas un 5% menos ricas que los javaneses o hawaianos, con agriculturas más intensivas, pero extraían 8% más de jugo, y refuta el aserto de Moreno-Fraginals (1978: 2, 198) sobre que descuidaron la agricultura, basada en que el rendimiento sólo creció de 480 a 510 toneladas/hectárea entre 1903-1913 y gracias a que las nuevas tierras roturadas ofrecían 730 t. La evidencia presentada muestra que no fue racional mejorarlo, pues aun así quedaba caña sin procesar, y se prestó atención al deshierbe, fumigado y selección de los tiempos de planta-corte para elevar su contenido sacárido. De ahí que producir 54% más de azúcar entre 1903-1909 y 145% más entre 1909-1913 sólo requiriese 33% y 111% más de gramínea y que su riqueza aumentara del 13 al 16,1% entre 1900-1913 (Cuadro 8).

Santamaría (2002) prueba también que el 18% del rendimiento de los centrales cubanos en 1913 dependía de una correcta labor agraria y se lograba mejorando la riqueza de la caña, no su producción/hectárea. En otras partes esto se conseguía experimentando con variedades y métodos de cultivo, que en Cuba sólo se aplicaron si aumentaban dicha riqueza.

Los experimentos con variedades mostraban que los resultados no eran extrapolables fuera de las condiciones en que se realizaban y requerían grandes inversiones, rentables donde la caña escaseaba y para atajar plagas (Perfeccionamiento de la caña, 1901: 161; Prinsen, 1919). En Cuba la caña abundaba y apenas padeció infestaciones entre 1870-

1913, por eso siguió sembrándose cristalina, que precisa menos atención-trabajo y ofrece mayor rendimiento que las alternativas, especialmente en tierras cansadas<sup>22</sup>. Regar la gramínea también es caro y puede disminuir su riqueza, cuando en la isla recibe suficiente lluvia (Crawlye, 1908: 42; Martín *et al.*, 1987: 211). De ahí que sólo lo hiciesen el 5% de sus ingenios en 1913, mientras un 43%, los de explotación más longeva, usaban abonos, tras realizarse ensayos para determinar los adecuados según los suelos y plantas y probarse que permitían elevar el rendimiento un 170% (Abonos, 1907; Agete, 1945).

Esos ensayos recibieron nuevos impulsos con la creación en 1904 de una estación agronómica, que por lo señalado priorizó los estudios químicos y sobre fertilizantes (Earle, 1904, 1905; Crawley, 1917). Además se incorporaron al cultivo arados mecánicos y tractores, usados en un 25% de los centrales (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 20), y en 200 fincas se probó un sistema que aproximaba las plantas, minimizaba el crecimiento de hierbas, ahorra trabajo y aumentaba el rendimiento un 70-80%, pero no se generalizó, pues era caro y dificultaba el deshierbe<sup>23</sup>. Si se difundió la aplicación de investigaciones sobre floración de la gramínea, que igualmente economizaban trabajo: desmentían la creencia de que perjudicaba su riqueza y era preciso cortarla siempre, mostrando que sólo ocurría cuando no había madurado totalmente. Otras, en cambio, constataban la utilidad de costumbres cubanas, como dejar la paja en los cañamelares tras su siega, pues aporta nutrientes, preserva la humedad y evita el surgimiento del *boorer*, plaga que afectaba a otros productores (Influencia del güín en la riqueza sacárida, 1903: 13; *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1914: 25).

Hubo otros cambios/ajustes convenientes difíciles de aplicar. La caña en Cuba se pagaba al peso, y sólo se explica por los intereses creados y complejidad de medir la riqueza de cada cargamento, pues hacerlo por pureza incentivaba al colono a mejorarla y evitaba engaños y disputas en las romanas<sup>24</sup>, que además causaban errores al calcular el rendimiento industrial, medido en arrobas de azúcar/100@ de caña molida. También era aconsejable acortar la zafra para ahorrar costes y molturar la menor cantidad posible de cepas en otoño, cuando son un 15% menos ricas, pero ésta sólo se redujo de 150 a 138 días entre 1894-1913 por la escasez de trabajo, pues cuando abundó, después de 1925-1930, disminuyeron sensiblemente y el rendimiento creció proporcionalmente<sup>25</sup>.

22. Plantaban cristalina el 96% de los centrales, los occidentales más por el cansancio del suelo y los orientales para economizar trabajo (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 413).

23. Las siembras del doctor ZAYAS (1903: 318); Datos comparativos. Sistema ZAYAS (1906); FERNÁNDEZ (2005).

24. Lo demostraba la experiencia del único ingenio que lo hacía. Peso de la caña (1900: 33-35); Bienvenidos al central Santa Lucía (2013).

25. Contratos de caña (1900: 71-73); ZANETTI & GARCÍA-ÁLVAREZ (1976: 441); SANTAMARÍA (2002: 152).

## 5. TRANSFORMACIONES EMPRESARIALES

La organización empresarial experimentó más cambios. En 1903 se suprimieron viejas cargas endosadas a las fincas azucareras (*Revista de Agricultura*, 1900: n.º 3, p. 5), que desincentivaban la inversión, y con las medidas para facilitarla, modernización de las firmas y limitación de riesgos, los centrales constituidos en sociedades anónimas pasaron de 10% en 1900 a 30% en 1906 y 49% en 1913, y entonces producían un 61% de la zafra. Además entre 1903-1913 los de compañías propietarias de más de uno aumentaron del 20 al 30% (*La Industria Azucarera y sus Derivados*, 1908-1914).

Las transformaciones empresariales estuvieron vinculadas con los cambios de propiedad tras el conflicto independentista más que con las inversiones estadounidenses, como probaba Dye (2012). Entre 1901-1906 variaban de dueño 26.000 fincas, pero el 75% mediante ventas (Ibarra, 1995: 322), la mayoría entre cubanos, muchas veces generando plusvalías que se invirtieron en centrales y colonias. De hecho el 50% de las compañías cañeras constituidas en 1907 eran nacionales y 17% de insulares o españoles registradas en EEUU, cuyos centrales competían en producción/eficiencia con los norteamericanos. Y algunos pasaban a ser socios o administradores de firmas extranjeras, lo que coadyuvó al proceso de separación de propiedad y gerencia.

43 centrales (el 30%) producían en 1906 el 50% de la zafra. Familias cubanas y españolas, Zulueta-Gámiz, Falla, Gómez-Mena, estaban entre los mayores ofertantes. Rionda o Tarafa, asociados con estadounidenses, elaboraban un 3%. Las grandes empresas norteamericanas (Cuba-American, United Fruit, Guantánamo) 17% en 14 ingenios y 5 de otras firmas extranjeras 2%.

En 1913 el liderazgo empresarial variaba poco pese al fomento de nuevos centrales. 39 ofertaban el 50% de la zafra y el 62% estaban ya entre los mayores en 1906. Los principales propietarios locales seguían en la cúspide, las grandes firmas estadounidenses elaboraban el 21% en 17 ingenios, y en 17 más las de capital insular-norteamericano 6% y otras compañías extranjeras 3%. La aportación productiva de las tres últimas crecía de 23 a 30% entre 1906-1913 y la de los grandes hacendados locales sólo disminuía de 1,6 a 1,4%/central, incluso crecía en casos (Gómez-Mena, Zulueta, Sánchez-Adán)<sup>26</sup>.

26. En 1906 los 15 centrales mayores eran Chaparra[1], Tinguaro[9], Nueva-Luisa[10] (Cuban-American), Cararas[2], Conchita[3] (familias Terry, Baró), Boston[4] (United Fruit), Socorro[5], Andreíta[6], Álava[7] (familias Arenal, Falla, Zulueta-Gámiz), Santa Gertrudis[8], Rosario[11], Hormiguero[14] (empresas estadounidenses), Santa Teresa[12] (Kelly), Mercedita[13] y Providencia[15] (familias Pascual y Aspuru). 2 eran nuevos y 2 estaban en oriente. 8 seguían en 1913 liderando la producción; 7 eran recién construidos en el este. Al Chaparra[1], Delicias[3], Tinguaro[13] (Cuban-American), Preston[2], Boston[4] (United Fruit), seguían Stewart[5], Francisco[10] (Rionda),

## 6. INNOVACIONES FABRILES, COORDINACIÓN, CONOCIMIENTO Y CAPACITACIÓN

La mejora en la administración de los centrales, además, está relacionada con el modo en que se crea/trasfiere conocimiento en la industria azucarera. Según Dye (1998) moler la caña *in-situ*, pero refinar el dulce en los mercados consumidores, explica que su flujo no discorra de estos últimos a los productores de gramínea, sino en ambos sentidos, y la complejidad de los procesos/ajustes agro-manufactureros determina que ese conocimiento se genere *learning-by-doing*<sup>27</sup>.

La calidad de los datos usados aquí es fruto de la transformación del negocio azucarero. *El Azúcar* (1901: n.º 10, p. 295) decía que los centrales cubanos adoptaban desde 1890 tecnologías adecuadas y «lo urgente [...] era mejorar su fiscalización químico-técnica, cualificación laboral y dirección», pues en Java o Guadalupe eran sociedades anónimas, separaban propiedad y gerencia, «operaban con contabilidad y presupuestos», condiciones insoslayables para «atraer capital», debido a la «complejidad de los procedimientos fabriles» (Presupuesto del ingenio, 1900: 69; Evoluciones necesarias, 1901: 129). Esa gerencia manejaba el ingenio como «la empresa industrial que es, [...] basaba] sus decisiones en datos técnico-químicos para controlar cada proceso, su efecto en el resto» y coordinarlos (Por dónde se va el rendimiento, 1901: 194). Dicha revista y otras publicaban estudios que probaban la conveniencia de tales métodos (Stein, 1901; Biard, 1902), análisis de todo adelanto útil, estadísticas y comparaciones entre los equipos disponibles en el mercado y sus resultados para facilitar a hacendados y colonos sus decisiones de inversión (Compra de maquinaria para ingenios, 1900: 98; Viola, 1900: 203-214).

Las publicaciones, aparte de informar de lo que ocurría en el extranjero, se nutrían del avance en el conocimiento de los procesos agro-industriales, mejoras en sus mediciones o presupuestos, que la centralización de los ingenios y descentralización de su agricultura obligó a realizar de forma más sistemática. Entonces comenzó a editarse *Revista de Agricultura* (1879-1901), y a principios del siglo XX, además de *El Azúcar* y boletines simi-

---

Gómez-Mena[6], Mercedes[14] (Gómez-Mena), Conchita[7] (Baró), Álava[8] (Zulueta-Gámiz), Jaitibonico[9] (Cuba Co.), Santa Lucía[11], Socorro[12] (familias Sánchez, Arenal) y Jagüeyal[15] (firma norteamericana). *La Industria Azucarera y sus Derivados* (1908-1914); *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915); PINO (1984); SANTAMARÍA (2002). Véase también el Mapa 1.

27. La circulación de conocimiento, operarios, vendedores, que adaptaban equipos en distintos lugares, transnacionalización del comercio, redes empresariales y financieras caracterizan la historia azucarera. Todos los estudios citados abordan el tema y hay algunos específicos. GARCÍA-MUÑIZ (1999) analiza el trasiego de técnicos en el Caribe; ZANETTI, GARCÍA MUÑIZ y VENEGAS (2001) a DEERR (1915, 1950), el más reputado de ellos; AYALA (1999) o MCAWOY (2003) las firmas estadounidenses en Antillas hispanas y una de las citadas redes, encabezada por Rionda, el principal *sugar business-man* del período 1880-1930.

lares<sup>28</sup> y de la continuidad en la difusión de los internacionales y escritura-traducción y circulación de libros<sup>29</sup>, desde 1905 se normalizó y condensó toda la información azucarera en anuarios y censos<sup>30</sup>.

La generación-acceso al conocimiento mejoró más que la cualificación laboral, pese a su necesidad, por la complejidad del procesamiento azucarero. Los gobierno cubanos priorizaron la educación, asignándole un 25% del gasto, y la tasa de alfabetización pasó de 43% en 1899 a 56% en 1907 y 62% en 1919 (Santamaría, 2000a: 523). En 1900 se creó una escuela de Ingeniería, en 1904 la estación agronómica y ya existían cátedras de Química. En esos campos los centrales experimentaron sensibles avances, fue usual encontrar cubanos encargados de edificarlos y el personal de dicha estación, inicialmente estadounidense, en 1913 era mayoritariamente nacional, como el 57% de los 236 químicos de los laboratorios con que contaban todos los ingenios<sup>31</sup>.

El fomento de la inmigración española-estadounidense, más cualificada que la antillana, y el colonato, con el que la agricultura cañera era asumida por personal dedicado permanentemente a ella, mejoraron la capacitación laboral<sup>32</sup>. Más lenta fue la formación de técnicos homologados, como muestra que al fundarse Asociación de Técnicos Azucareros (ATAC) en 1927 sólo un directivo fuera nacional, aunque en 1907 lo eran el 94% de los 575 maestros de azúcar, lo que se explica por su aprendizaje mediante experiencia en los ingenios, ya que la *cientificación* de éstos no avanzó sustancialmente hasta las décadas de 1920-1930. Entonces se idearon/aplicaron preevaporadores para economizar energía, compresores para recobrar más jugo del bagazo, decantadores continuos para filtrarlo, condensadoras-enfriadoras de mieles y refractómetros del centrifugado<sup>33</sup>, y tales procesos «dejaban de ser alquimia para convertirse en ciencia». No es casual que en esos años se creara la ATAC y la Escuela de Agrónomos Azucareros, con 24 estudiantes (Zanetti, 2009: 132).

28. *Cuba Agrícola* (1905-1906); *El Economista* (1904-1907); *Sugar Cane* (1904-). Véase nota 9.

29. *Verbigracia International Sugar Journal* (1899-); *Louisiana Planter and Sugar Manufacture* (1860-), *Sucrerie Indigène et Coloniale* (1866), en cuyos países circulaba conocimiento generado en Cuba, por ejemplo los métodos de cultivo de REYNOSO (1862), aplicados en casi todo el mundo. Véanse también, además de los libros ya citados, BALMASEDA (1890-1896); COMALLONGA (1897), GORDÓN (1899), TATJER (1887), PRINSEN y GORKUN (1911), U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE (1917), WILES (1916).

30. *La Industria Azucarera y sus Derivados* (1908-1920); *Memoria de la Zafra Azucarera* (1906-); *Boletín de la Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo* (1905-); *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915).

31. DÍAZ-MARRERO (2002); ALTSCHULER (2006); *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915).

32. *El Azúcar* (1900: n.º 10, p. 39). En 1907 eran extranjeros el 29% de los altos empleados azucareros de los centrales y el 14, 20 y 27% de los técnicos, maquinistas y mecánicos. IBARRA (1995: 443).

33. AGETE (1945: 558); ROLSTON (1934: 252); SUÁREZ (1935: 70).

## 7. AJUSTES TÉCNICOS

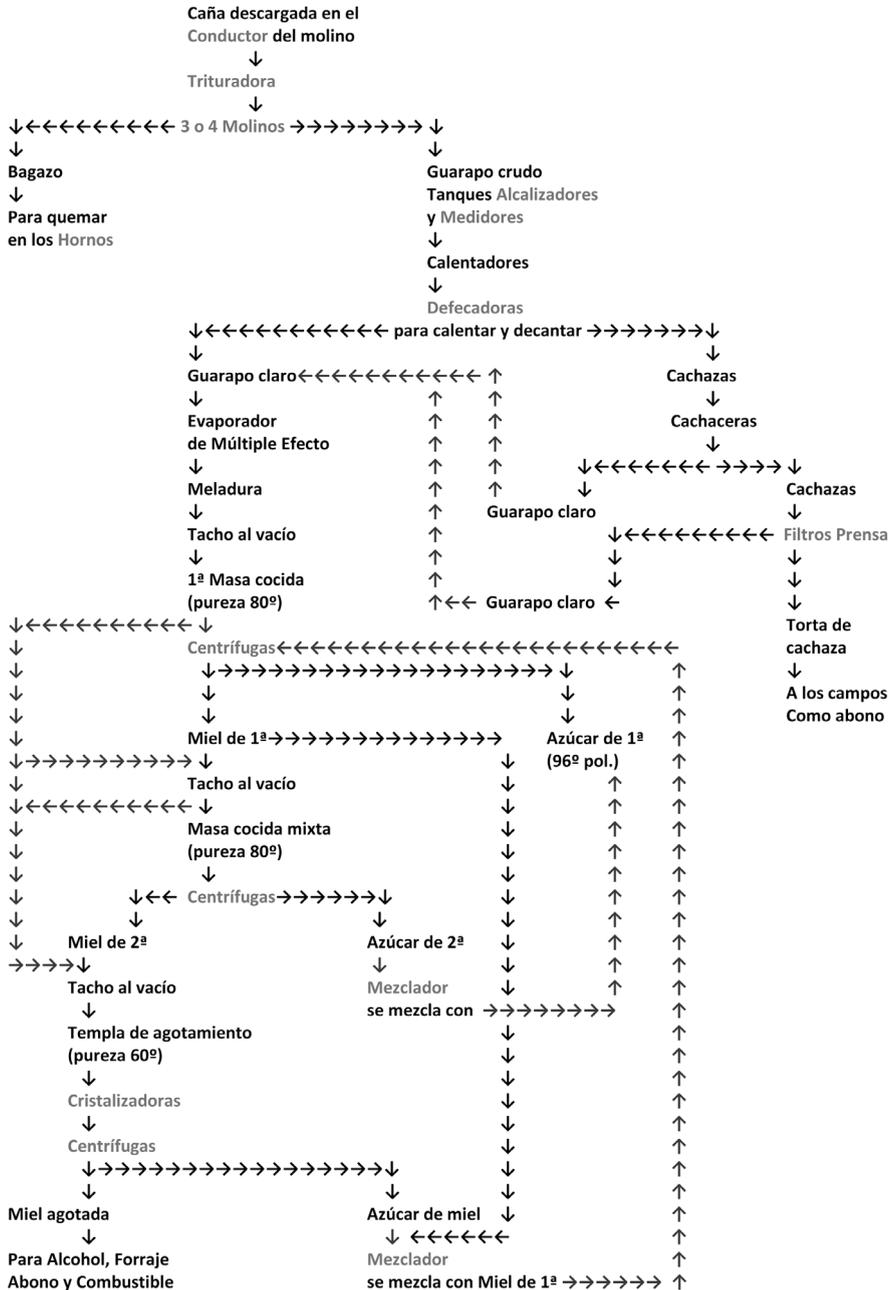
La novedad-complejidad de las tecnologías y necesidad de resolver sus problemas en cada central sin estudios y soluciones probadas, que se demorarían varios años, explica la capacitación lenta, y mediante experiencia, del trabajo en el inicio del siglo XX, y que tras un período de intensas transformaciones éste se caracterizase por su ajuste. Además en los ingenios cubanos, por ser los mayores del mundo, cabía esperar dificultades también mayores. Garantizada la caña, se debía proceder de modo que los equipos procesasen volúmenes conforme a su capacidad, optimizando su riqueza y economizando trabajo y energía. Los datos sobre resultados evidencian que se logró con más eficiencia que en la competencia (Cuadro 2), pero para ello se implementaron soluciones adecuadas y otras discutibles, aunque generalmente fruto de una razonable combinación de la tecnología disponible y dotación de factores. *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915: 13) señalaba: «Responden a condiciones particulares y será difícil modificarlas mientras no cambien [...Así, aunque] pueden mejorarse no debemos sentirnos avergonzados, pues con ellas producimos [...] más azúcar de caña que ningún otro lugar a precios más económicos».

Los contratos de caña garantizaban su entrega limpia (Guerra, 1970:196), la mejora de su transporte lo aseguró la expansión del ferrocarril azucarero, una creciente dotación de equipos (Cuadro 6), la incorporación de basculantes en los carros y descargadores en los centrales, que en la década de 1890 estaban generalizados. Los directores fabriles procuraban que no se saturaran y agilizar el tiro combinando los medios disponibles –trenes, carretas, lanchas– para evitar atascos, que perjudicaban la regularidad en el suministro de gramínea (*El Azúcar* 1901: n.º 10, p. 295; 1901:71).

En el central también se aplicaron novedades constructivas. Se empezó a usar acero, duradero e ignífugo, aspectos que valoraban los inversores y abarataban los seguros (Casas de calderas de acero, 1900). Depositada la caña en él comenzaba su procesamiento y la Figura 1, tomada de una fuente censal y elaborada para ilustrar los equipos/procedimientos predominantes, muestra cómo era en 1913. Los marcados en rojo y las conexiones en azul son las que recibieron más atención. La primera, relacionada con la ventaja de producir azúcar con caña, fue la economía energética.

El bagazo, deshecho de la caña, tiene gran valor combustible y en Cuba permitía elaborar azúcar un 30% más barato que en los productores remolacheros. Usarlo requería mucho trabajo, pues debía secarse, hasta que en 1877 se patentó un horno para quemarlo verde y en 1887 otro aplicable a cualquier caldera. En 1899 el Hormiguero operaba sólo con bagazo y en 1913 todos los centrales (Deerr, 1950: 584; *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 17).

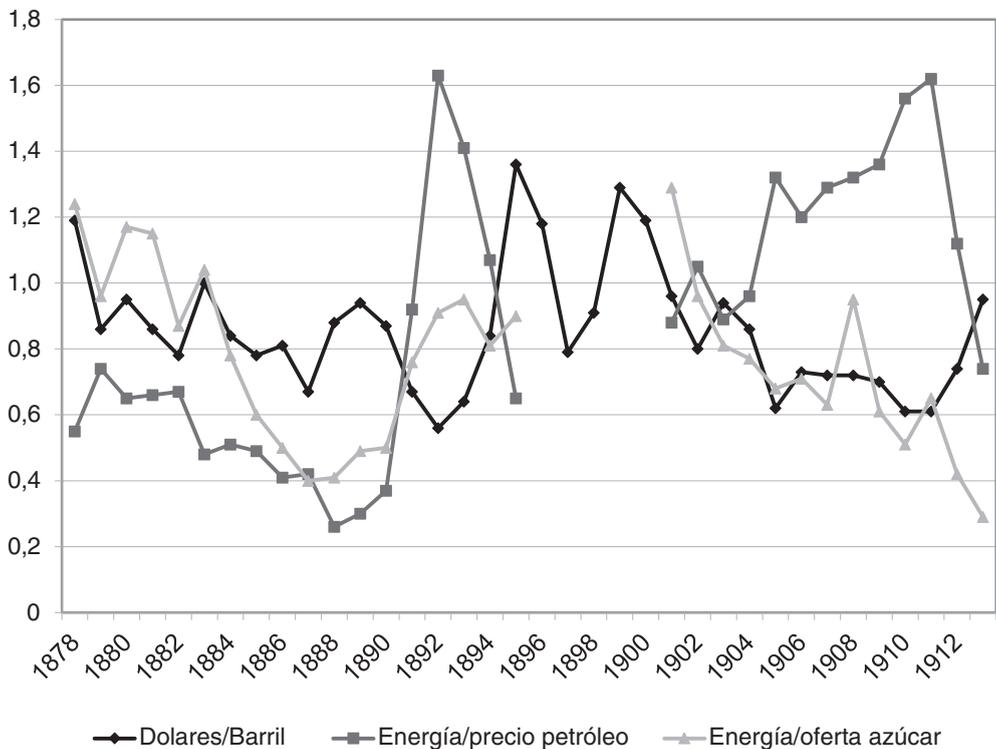
**FIGURA 1**  
**Proceso industrial del azúcar, 1913**



Fuente: *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915: 21).

Los hornos bagaceros ahorraron 20.000 operarios, el 40% de los que economizaban los centrales entre 1886-1910, resolvían los problemas de escasez de leña, tras años de esquilación del bosque, y reducían las interrupciones industriales causadas por lluvia o fuegos (Descamps, 1882; Funes, 2004: 300). Además su incorporación fue racional en un período de aumento del precio de la energía, pues desde 1887 crecía en paralelo con la producción de los ingenios, pero desde 1900 lo hizo en proporción inversa respecto a ella y a la cotización del petróleo (Gráfico 6).

**GRÁFICO 6**  
Energía en el coste del azúcar en relación con la oferta total de dulce y el precio del petróleo, 1878-1913



Fuente: Podemos luchar (1894); Santamaría (2002: 27). Elaboración propia.

Competencia y precio de los insumos incentivaban a los centrales a optimizar el uso de la caña y su valor energético. El Cuadro 7 muestra el ahorro en el tiro y combustible que supusieron los ferrocarriles y hornos bagaceros, pero como en ambos casos aumentaron el flujo de *inputs* –caña y vapor– maximizar su aprovechamiento precisó cambios en toda la cadena productiva.

**CUADRO 7**  
**Precio FOB y coste azucarero**  
**(centavos de dólar/libra y porcentaje de crecimiento entre paréntesis)**

	Precio	Coste	Caña	Industrial			Tiro	
				Total	Trabajo	Energía		Manufactura
1880-1884	4,22	3,23	1,55	1,29	0,55	0,29	0,45	0,39
1888-1890	3,48 (-21)	2,67 (-21)	1,34 (-16)	0,99 (-30)	0,44 (-25)	0,21 (-38)	0,34 (-32)	0,34 (-15)
1892-1895	2,79 (-25)	2,47 (-8)	1,35 (1)	0,83 (-19)	0,32 (-38)	0,22 (5)	0,29 (-17)	0,29 (-17)
1900-1901	2,49 (-12)	2,14 (-15)	1,16 (-16)	0,77 (-8)	0,25 (-28)	0,12 (-83)	0,40 (28)	0,21 (-38)
1905	2,97 (16)	1,95 (-10)	1,12 (-4)	0,66 (-17)	0,31 (19)	0,06 (-100)	0,29 (-38)	0,17 (-24)
1908	2,50 (-19)	1,62 (-20)	0,95 (-18)	0,58 (-14)	0,30 (-3)	0,06 (0)	0,22 (-32)	0,09 (-89)
1913	2,40 (-4)	1,34 (-21)	0,81 (-17)	0,48 (-21)	—	—	—	0,05 (-80)

Fuente: Santamaría & García-Mora (2005); Coste de producción azucarero (1900: 201); *La Industria Azucarera y sus Derivados* (1908-1914); Santamaría (2002). Elaboración propia.

Aumentar el flujo de caña requería más tiempo de molienda y aprovechar la noche mejorar el alumbrado. Usar electricidad era barato, evitaba incendios y economizaba seguros, pero la irregularidad del servicio provocaba intermitencias en la iluminación y podía dejar el trabajo a oscuras. La solución fue emplear acumuladores, accionados por las máquinas de los talleres, que garantizaban corriente cinco días (*El Azúcar*, 1900: n.º 8, p. 251), y desde 1911 empezaron a construirse plantas eléctricas en los centrales, que además proporcionaban externalidades positivas, mejoraban la vida en los bateyes y abastecían pueblos cercanos (Altshuler, 2006: 71).

Maximizar el ahorro que suponían los hornos bagaceros precisó asegurar su óptima combustión mejorando su alimentación y ventilación –para lo cual en 1894 estaban generalizados los tiros forzados– y no despilfarrar la mayor cantidad de vapor que así proporcionaban. Como hasta después de 1920 no se dispuso de preevaporadores y hasta los años treinta no se avanzó en la automatización de las calderas, incorporando válvulas hidráulicas (Zanetti, 2009: 176), la solución era vigilar la correcta conexión entre ellas, los hornos y centrífugas, su carga-descarga, limpieza; en fin, la continuidad de toda la cadena energético-productiva, progresivamente más compleja, pues más vapor suponía poder moler más caña, más volumen de guarapo, luego más trapiches y calderas y más grandes, *ergo* más posibles defectos en dicha cadena (Economías en el coste azucarero, 1901; Bass, 1901: 112).

Los datos de potencia instalada, aunque escasos, son un buen indicador de lo que decimos. Se estima que los ingenios totalmente mecanizados rendían 4 toneladas de azúcar/CV en 1894 y 8,4 en 1913, pero al multiplicar su fuerza por 2,1 la producción/inge-

nio lo hizo por 2,7 (Cuadro 8), por lo que un tercio se ganó incrementando la eficiencia, el mismo porcentaje en que podía fabricarse más barato el dulce en Cuba optimizando su ventaja respecto a la industria remolachera.

Una correcta elección tecnológica no bastaba para que la carestía del trabajo (65% del coste del azúcar) y por ello de la caña, pues pese al ahorro conseguido su porcentaje en dicho coste crecía del 50 al 60% entre 1900-1913 (Cuadro 7), impidiesen a los centrales cubanos aprovechar su ventaja productiva. Esto dependía de resolver déficits operativos de las tecnologías, adoptadas también por los competidores, que derivaban en menor extracción y rendimiento que en ellos.

El trasiego de la caña en el ingenio lo agilizaron conductores mecánicos, que estaban generalizados en 1894 (Economías en el coste azucarero, 1901) pero antes había que acondicionarla. En 1913 el 86% de los centrales disponían de preparadoras (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 21; véase también la Figura 1) y varios estudios probaban que aunque permitían extraer un 10% más de guarapo, podía conseguirse un 20% empleando el laminado tradicional e incorporando trapiches adicionales, baratos debido al cierre de muchos ingenios desde 1895 (Trapiches y preparación de la caña, 1900). La razón de ese aparente contrasentido es que tales máquinas ahorraban trabajo y facilitaban recobrar jugos remanentes en el bagazo.

Independientemente de cómo preparasen la caña, los centrales incorporaron trapiches adicionales. En 1913 un 78% tenían 3 o más, un 25% más de 3 y un 13% operaban 2 juegos de molinos (tándems), pero a la vez solían centralizar la molienda en grandes equipos (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 24; Figura 1), que gastaban mucho combustible, se rompían fácilmente, interrumpiendo la zafra, y extraían un 70% promedio del jugo de caña, del que se obtenía como máximo 9,5% de azúcar, porcentajes que en los pequeños eran 81 y 11% (Bass, 1901: 76; Roy, 1902: 165).

La centralización de la molienda se explica porque ahorraba trabajo y había caña abundante, más barata, pero como se había encarecido debido a los elevados salarios, *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915: 26) señalaba que la costumbre se iba modificando para igualar los rendimientos de los competidores, aunque presentaba dificultades técnicas. Se pensaba que moler eficientemente requería hacerlo despacio, lo cual garantizaban los grandes trapiches y sólo desmentiría la difusión desde 1915 de preparadoras dotadas de rodillos de estriado profundo y, a partir de los años treinta, con cuchillas giratorias que eliminaban abultamientos en la caña (Connon, 1927: 167; Zanetti, 2009: 171).

Con la elección del tipo de molienda, en fin, los centrales cubanos enfrentaban los problemas derivados de su *enormidad*, fruto de otra elección, determinada por su dotación de factores y condiciones legales-institucionales. Entre 1894-1901 esto sólo permitía mejorar su extracción del 69 al 74%, pero en 1913, mediante otros procedimientos y el adelgazamiento de sus trapiches superaban el 87% (Doble molida y extracción del trapiche, 1901: 102; Cuadro 7).

Igual sucedía con la elección de tecnología de recobrado del jugo dejado en el bagazo por los trapiches. Extraerlo requiere desconcentrar sus moléculas –para lo cual el 21% de los centrales usaban desfibradoras en 1913– y difusión (licuado contracorriente en agua caliente) o imbibición (macerado). La difusión precisa más trabajo, especialmente en preparar la caña, y acelerar la molienda –que al operar con grandes trapiches podía causar interrupciones– y la imbibición energía (emplea mucha agua que luego debe evaporarse) y como los hornos bagaceros y optimización de su vapor la proveían fue la solución preferida (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 24; González-Pérez; Castellanos-Álvarez & Puertas-Fernández, 2010: 41).

La imbibición extrae polisacáridos del bagazo, y hasta después de 1920, cuando se idearon métodos para aumentar su compresión-lubricación, sólo se evitó que dañase la riqueza del guarapo controlando la presión/temperatura del vapor y la conexión entre equipos (Prinsen, 1902: 168; Weil, 1929: 121). Esto era extensivo a todo el proceso de evaporación, que comenzaba disolviendo-precipitando las cachazas (impurezas del jugo) mediante cal y dilución alterna, que provocaban la formación de ácidos. Según Prinsen y Rose (1900) no existía un procedimiento mejor y hasta la aplicación de decantación continua en los años veinte, la solución fue su fiscalización con calímetros manejados por químicos. Además los centrales cubanos alcalizaban poco el guarapo y muchos no lo filtraban, lo que impedía recobrar más de 9% de azúcar de las mieles. El 70% filtraba una parte y obtenían hasta 12% y el 22% utilizaban filtros-presas y conseguían 12,5-13,5% (Figura 1). La razón era que elaborar crudo, como lo demanda EEUU, más impuro y húmedo *per-se* que el refinado, no incentivaba su alcalización y colado (Madeleinau, 1901: 33; *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 29).

Para la evaporación en el siglo XIX estaban generalizados los aparatos al vacío de múltiple efecto, colocados en línea para pasar vapor entre ellos, condensándolo en el último, donde el guarapo alcanza la máxima concentración. En 1913 el 67% de los centrales empleaba triple-efecto, el resto cuádruple-quíntuple, lo que junto a la ampliación del tamaño de las calderas, debido al aumento del flujo de energía y guarapo proporcionado los hornos y trapiches, exigió cuidar sus conexiones (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1915: 21; Figura 1) que, como señalamos, sólo mejoraron extremando la vigilancia

de la circulación-absorción de calórico, carga-descarga de las pailas, para evitar además sus frecuentes explosiones, incluso de aspectos más nimios (tuberías, roscas), pero «de los que depende la eficacia de los grandes adelantos» (Kelley, 1902: 146).

Igual ocurría con las centrífugas, último aparato fabril del central (Figura 1). Generalizadas desde 1880, permitían extraer en minutos –antes se tardaba días– más azúcar de la miel, estandarizarla y, «Fruto [de ellas y demás...] innovaciones surgió la necesidad [de su coordinación...] y el primer defecto que debe atajarse es la falta de vapor debido a la alimentación de combustible y su distribución. La regularidad en la alimentación y conexiones es el servicio principal ente los que conforman el movimiento general [del central]» (*El Azúcar*, 1900: n.º 1, p. 115).

Las centrífugas no aumentan el rendimiento del azúcar, pero pueden dañarlo y hasta la difusión de refractómetros después de 1920 (Suárez, 1935) evitarlo exigió también su manejo por expertos, atentos a las indicaciones del laboratorio (Cristalización, 1901; Edson, 1902), especialmente si se mejoraban con carrileras y subidoras o el método Gorssé, que permite obtener en una única y breve operación azúcar y miel, su remezclado y vuelta a centrifugar, lo que era común en Cuba (Figura 1) debido a que la impureza del edulcorante crudo que demandaba EEUU no incentivaba aumentar su *aguante* con poca inyección de miel (*Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba*, 1914: 29).

Debido a la interacción de toda su cadena fabril, por tanto, los problemas del acabado del azúcar repercutían en procesos anteriores. Al concluir la zafra convenía analizar qué inversiones no habían fructificado, desmontar-limpiar la maquinaria y formar el trabajo, algo poco habitual en Cuba por su carestía (Casa de calderas en tiempo muerto, 1901: 101). También era común el deterioro del dulce en los almacenes a causa de su impureza y humedad, que provocaban la formación de microorganismos, y evitarlo, al contrario de lo que se creía, requería tenerlos llenos, ventilados, y alcalizar más el guarapo en la defecación (Koyld & Malkebeke, 1901). En fin, la clave de eficiencia del central era disponer de buenos técnicos, directores, datos y laboratorios, con los que contaban en 1913, pero también incentivar a sus químicos con salarios altos y desterrar el hábito de desperdiciarlos en *tiempo muerto* (período entre dos zafras) para economizar sueldos (Gordon, 1899; Laboratorios, 1900: 261).

## 8. LA MEDIDA DEL AJUSTE

El resultado de los cambios tecnológico-organizativos de los centrales cubanos hasta 1913 fue una mejora de todos los indicadores de rendimiento (Cuadro 8). Tras recuperar el ni-

vel previo al conflicto independentista el crecimiento marginal de su oferta fue del 26% por unidad de caña adicional molida, 73% por dólar invertido y 80% por kilómetro de ferrocarril construido, pese a que en los años finales del período analizado, 1906-1913, esas ratios se moderaron (2, 18 y 14%) como cabía esperar tras conseguirse una elevada optimización de la capacidad instalada.

**CUADRO 8**  
**Rendimientos de los centrales cubanos, 1894-1913**

	1894	1913	Variación
Producción/ingenio (toneladas, t)	5.000,0	15.000,0	200%
Tierra/ingenio (hectáreas, ha)	3.900,0	6.903,0	410%
Tierra caña en total (%)	40,0	46,0	6%
Ferrocarriles/ingenios (km)	11,0	25,0	130%
Días de zafra	150	138	-9%
Azúcar/caña (t/ha)	3,2	4,7	50%
Azúcar/trabajador (t)	3,7	8,9	150%
Azúcar/potencia (t/Caballos de Vapor)	4,7	8,4	79%
Azúcar cristalizable (%)	13,0	16,1	20%
Extracción del trapiche (%)	69,2	87,5	25%
Rendimiento del azúcar (%)	8,3	10,9	30%
Pureza de las mieles (%)	89,5	89,2	4%
Azúcar de primera (%)	91,5	98,7	8%
Coste (centavos dólar/libra)	2,5	1,4	49%
Beneficio (centavos dólar/libra)	0,5	0,8	50%

Fuentes: Datos generales (1900); *Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915); Santamaría & García-Mora (2005). Elaboración propia.

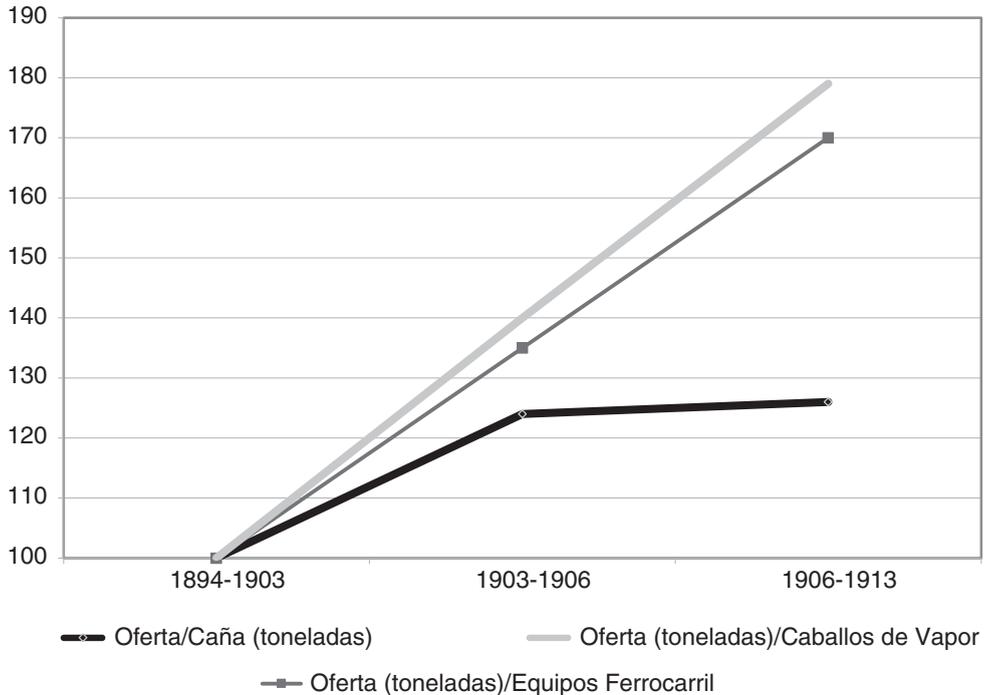
Para otros indicadores sólo tenemos datos al inicio y final del período. Entre 1894-1903 y 1906-1913 el crecimiento marginal de la oferta de los centrales fue del 38 y 55% respecto a las nuevas tierras adquiridas y sembradas de caña, 70% respecto a los caballos de vapor incorporados y 113% en relación con el número de trabajadores adicionales, lo que en conjunto confirma que el incremento de la producción fue más intensivo en capital y trabajo.

Los costes de la caña (agrarios) crecieron más que los generales debido al encarecimiento del trabajo, aunque a finales del período estudiado la diferencia disminuyó notablemente, corroborando la mejora en su aprovechamiento que señalábamos. Los costes industriales mostraron un comportamiento inverso y compensatorio, según cabía esperar también. Su reducción menor a inicios del siglo XX y mayor inmediatamente después,

además, confirma la existencia de costes de ajuste en los cambios tecnológico-organizativos mientras se optimizaba la capacidad instalada (Cuadro 7).

### GRÁFICO 7

**Incidencia de crecimiento de la oferta azucarera en relación con el de la caña molida, dotación de equipos ferroviarios y caballos de vapor instalados en los centrales**



Fuente: Cuadro 8. Elaboración propia.

Además el encarecimiento del trabajo fabril se compensó con ahorro en la energía y manufactura, aunque en el caso de esta última el crecimiento de su porcentaje a principios del siglo XX refleja los referidos costes de ajuste del cambio tecnológico. El transporte, finalmente, mostró en todo el período un comportamiento también compensatorio de la carestía de otras partidas, acrecentado por el fuerte incremento del kilometraje ferroviario público e industrial y de la cobertura de sus servicios al final del período estudiado.

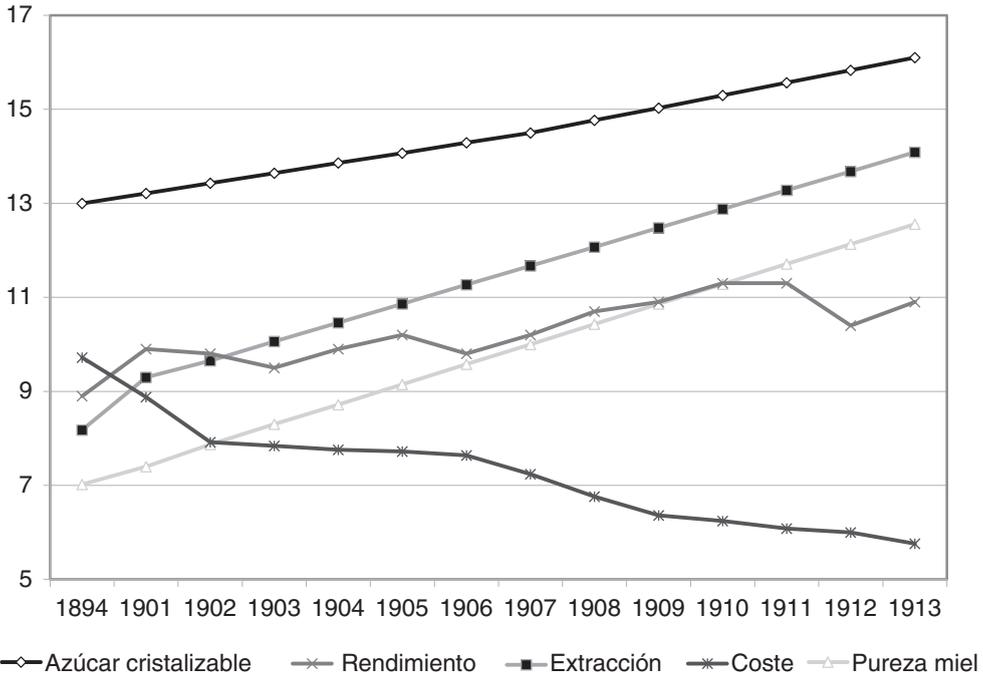
La información desglosada sobre costes confirma los resultados de los cambios tecnológico-organizativos y su ajuste y permite medirlos, pero además corrobora también con su estructura, tendencia y secuencia lo que cabía esperar de ellos en tecnologías de proceso continuo y economías de escala. Santamaría (2002) propone una metodología

de análisis para el período 1919-1939 que es aplicable a fechas anteriores. Lo que cabe esperar es que la necesidad de coordinación de la cadena productiva y sus costes de ajuste se reflejen en rendimientos progresivamente mayores según avanza dicha cadena y sucesivos en el tiempo. En efecto, entre 1894-1903 el índice de crecimiento de la oferta azucarera en relación con la de caña creció de 100 a 126; luego se estancó, mientras que respecto a los equipos ferroviarios incorporados lo hizo de 100 a 135 y posteriormente se incrementó hasta 170 en 1913, y en función de la potencia instalada en los centrales pasó de 100 a 140 y 179 (Gráfico 7).

En consonancia con lo anterior, el azúcar cristalizable en la caña desde 1894 aumentó un 24%, pero su extracción por los trapiches creció un 72% y la pureza de la miel un 79%, y el rendimiento industrial se elevó un 22% y los costes cayeron un 68%, mientras el precio lo hacía sólo un 14% (Gráfico 8, Cuadro 1).

**GRÁFICO 8**

**Azúcar cristalizable, extracción del trapiche, pureza de la miel, rendimiento y coste del azúcar (porcentajes y dólares/arroba), 1894-1913**



Fuente: Cuadro 8. Elaboración propia.

## 9. CONCLUSIONES

La oferta azucarera cubana tras la guerra de independencia creció más que la de sus competidores debido a su posibilidad de satisfacer la expansiva demanda de su casi-único mercado, EEUU, sobre todo desde 1903, gracias a un tratado con ese país y a un acuerdo internacional que abolía las primas de exportación con que operaban los productores europeos y que derivó en un aumento de precios.

El crecimiento de la oferta azucarera de Cuba, además, fue posible por la adopción de las últimas tecnologías disponibles, que permitieron optimizar su dotación relativa de factores, trabajo escaso y tierra-caña abundante. Las expectativas de rentabilidad aportaron el capital necesario y el resultado fue un aumento de la eficiencia de los centrales mayor que la de sus competidores.

La dotación de factores incentivó a los ingenios cubanos a finales del siglo XIX a aumentar su oferta centralizando su producción de azúcar y descentralizando la caña, lo que les obligó a dotarse de altas capacidades, extensos latifundios y ferrocarriles. En el siglo XX siguieron haciéndolo debido a que no varió sustancialmente dicha dotación y disposiciones legales impidieron hacerlo principalmente mediante la incorporación de trabajo barato, que hubiese posibilitado una más rápida extensión de la frontera agraria por el este de Cuba y la apertura de nuevos centrales.

En las condiciones explicadas el crecimiento de la oferta azucarera de Cuba entre 1899-1913 se realizó principalmente mediante la ampliación de la capacidad de ingenios existente anteriormente, con relativamente poca inversión directa y extranjera, en centrales nuevos y en el este insular. Sin embargo esto permitió a los hacendados criollos y españoles radicados en el país mantener mayoritariamente su propiedad, debido también a que no tuvieron dificultades en obtener recursos acudiendo al crédito, gracias a su disponibilidad y al rendimiento de sus ingenios.

Tras la fase de intenso cambio tecnológico a finales del siglo XIX, lo que había esperar después era un período de predominio de su ajuste productivo y más aun en Cuba, debido al crecimiento de su oferta azucarera principalmente mediante ampliación de ingenios antiguos. Además la novedad de las innovaciones impidió solucionar sus defectos de aplicación-funcionamiento básicamente con capacitación del trabajo e incorporación de conocimiento, en lo que se había avanzado relativamente poco, y obligó a hacerlo *learning-by-doing*.

Por las razones citadas el análisis del ajuste tecnológico de los centrales en Cuba a principios del siglo XX muestra que adoptaron soluciones óptimas a los problemas, pero también otras aparentemente inadecuadas, aunque se ha demostrado que casi siempre resultado de una cabal combinación de la dotación de factores y tecnología disponible. Una medición de dicho ajuste, finalmente, corrobora que los ingenios insulares ganaron eficiencia mediante el uso más intensivo de los recursos abundantes, tierra y caña, y ahorro de los relativamente escasos, pero también que cambios en las condiciones operativas y una vez se había logrado gran eficiencia en la producción de azúcar, permitieron al final del período analizado comenzar a mejorar sensiblemente también el aprovechamiento de la materia prima. Lezama-Lima (1990) sintetizaba los procesos descritos con su impecable estilo literario:

*Las incesantes transformaciones de la caña necesitan [...] ese acarreo secreto, ese trabajo en las filtraciones[...] cerca del fuego de la cocción [...] que hacen del ingenio] más un período geológico que una industria [...] La máquina responde al toque de la virtuosidad, al lado de ella [...]el hombre] vigila la dirección, el salto, el cansancio del tornillo[...] La cotidianidad vuelve así a instalarse en la secularidad, en el un juego de posibilidades del que sólo los cubanos conocemos el secreto.*

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece los comentarios y sugerencias de los evaluadores anónimos de *Historia Agraria*, así como los recibidos de los participantes en el Seminario Ramón Carande, de la Universidad de Sevilla, a la que se presentó una primera versión del artículo, y de Isabel Bartolomé y Sigfrido Vázquez-Cienfuegos.

## REFERENCIAS

- ABAD, L. V. (1945). *Azúcar y caña de azúcar. Ensayo de orientación cubana*. La Habana: Mercantil.
- Abonos (1907). *El Economista*, 5 (1), 27-31.
- ALBERT, B. & GRAVES, A. (Eds.) (1984). *Crisis and change in the international sugar economy, 1860-1914*. London: ISC.
- ALTSHULER, J. (2006). *Para una historia de las ciencias físicas y técnicas en Cuba*. La Habana: Científico-Técnica.
- AGETE, F. (1945). *La caña de azúcar en Cuba*. 2 Vols. La Habana: Mercantil.
- Anuario Azucarero de Cuba (1936-1959)*. La Habana: Cuba Económica y Financiera.

- AYALA, C. (1999). *American sugar kingdom: the plantation economy of the Spanish Caribbean, 1898-1934*. Chapel Hill: North Carolina University.
- El Azúcar. Revista Industrial Técnico-Práctica* (1900-1902). La Habana: [s. e].
- BALBOA, I. (2001). *Los brazos necesarios: inmigración, colonización y trabajo libre en Cuba 1878-1898*. Valencia: Centro Tomás y Valiente-UNED.
- BALBOA, I. (2012). *La protesta rural en Cuba: resistencia cotidiana, bandolerismo y revolución (1878-1902)*. Madrid: CSIC.
- BALMASEDA, F. J. (1890-1896). *Tesoro del agricultor cubano*. La Habana: La Propaganda Literaria.
- BASS, W. (1901). *Azúcar de caña*. New York: Velasco.
- BERMINGHAM, A. P. (1900). Instalación y reformas en los ingenios. *El Azúcar*, (8), 234-236.
- BIARD, L. (1902). Fiscalización química del ingenio. *El Azúcar*, (2), 31.
- Bienvenidos al central Santa Lucía* (2013). <http://www.centralsantalucia.com/>.
- Boletín de la Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo* (1905-). La Habana: Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo.
- CANTERO, J. G. (2005). *Los ingenios. Colección de vistas a los principales ingenios de azúcar de la isla de Cuba*. L. M. GARCÍA-MORA & A. SANTAMARÍA (Eds.). Aranjuez: Doce Calles-CEHOPU-CSIC-Fundación Mapfre-Tavera (original publicado en 1856-1857).
- Casa de calderas en tiempo muerto (1901). *El Azúcar*, (4), 109-111.
- Casas de calderas de acero (1900). *El Azúcar*, (2), 39-41.
- Censo de la República de Cuba* (1908). La Habana: Oficina del Censo.
- COMALLONGA, J. (1897). *Manual del químico y maestro de azúcar*. La Habana: Fíguro.
- Compra de maquinaria para ingenios (1900). *El Azúcar*, (4), 98.
- CONNON, G. (1927). Cuchillas giratorias de picar caña. En *Conferencias anuales de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba* (pp. 161-174). La Habana: ATAC.
- Contratos de caña (1900). *El Azúcar*, (3), 71-73.
- Coste de producción azucarero (1900). *El Azúcar*, (7), 194-202.
- Coste de la remolacha (1894). *Revista de Agricultura*, 14 (37), 499.
- CRAWLYE, J. (1908). *Irrigación*. La Habana: Estación Experimental Agronómica (*Sugar Cane*, 7).
- CRAWLYE, J. (1917). *Cultivo de la caña*. La Habana: Estación Experimental Agronómica (*Sugar Cane*, 35).
- Cristalización (1901). *El Azúcar*, (8), 232.
- Cuba Agrícola* (1905-1906). La Habana: Cuba Agrícola.
- Datos comparativos (1906). Sistema Zayas. *Cuba Agrícola*, 1 (2), 11.
- Datos generales (1900). *El Azúcar*, (7), 195-196.
- DEERR, N. (1915). *Condiciones de la industria azucarera en Cuba*. La Habana: Iris.

- DEERR, N. (1950). *The history of sugar*. 2 Vols. London: Chapman & Hall.
- DESCAMPS, G. (1882). *Los hornos de bagazo verde*. La Habana: La Lucha.
- DÍAZ-MARRERO, C. (2002). Los primeros directores de la Estación Experimental Agronómica. <http://www.convenciontropicocuba.com/Memorias/2004/agricultura.pdf>
- Doble molida y extracción del trapiche (1901). *El Azúcar*, (4), 102.
- Por dónde se va el rendimiento (1901). *El Azúcar*, (7), 193-197.
- DYE, A. (1998). *Cuban sugar in the age of mass production. Technology and the economics of the sugar central, 1899-1929*. New York: Stanford University.
- DYE, A. (2012). Where are the Yankees? Ownership and entrepreneurship in Cuban sugar, 1898-1921. [https://economics.barnard.edu/sites/default/files/dye\\_alan\\_where\\_are\\_all\\_the\\_yankees.pdf](https://economics.barnard.edu/sites/default/files/dye_alan_where_are_all_the_yankees.pdf)
- EARLE, F. (1904). *Cultivo de caña en tierras cansadas*. La Habana: Estación Experimental Agronómica (*Sugar Cane*, 8).
- EARLE, F. (1905). *Sistema moderno de siembra de caña*. La Habana: Estación Experimental Agronómica (*Sugar Cane*, 19).
- Economías en el coste azucarero (1901). *El Azúcar*, (3), 67-73.
- El Economista* (1904-1907). La Habana: El Economista.
- EDSON, E. (1902). Influencia de la glucosa sobre la cristalización. *El Azúcar*, (2), 49.
- Evoluciones necesarias (1901). *El Azúcar*, (5), 129-131.
- FERNÁNDEZ, L. (2005). *Cuba agrícola. Mito y tradición (1878-1920)*. Madrid: CSIC.
- FERNÁNDEZ, L. (2008). *Espacio de poder: ciencia y agricultura en Cuba*. El Círculo de Hacendados, 1878-1917. Madrid: CSIC.
- Las franquicias arancelarias y el azúcar (1901). *El Azúcar*, (4), 97.
- FUNES, R. (2004). *Del bosque a la sabana: azúcar, deforestación y medioambiente en Cuba, 1492-1926*. México: Siglo XXI.
- GARCÍA-ÁLVAREZ, A. (1990). *La gran burguesía comercial en Cuba, 1899-1920*. La Habana: Ciencias Sociales.
- GARCÍA-ÁLVAREZ, A. (1998). Metamorfosis de una institución financiera: el Banco Español de la Isla de Cuba. *Tiempos de América*, (2), 118-122.
- GARCÍA-MUÑOZ, H. (1999). Louisiana «sugar-tramps» in the Caribbean sugar industry. *Interamericana*, 29 (4-1), 1-29.
- GONZÁLEZ, D. (2002). Raíces del perjuicio norteamericano en Cuba. *Cuba in Trisition. ASCE 2002*. [www.ascecuba.org/c/wp-content/uploads/2014/09/v12-dominga.pdf](http://www.ascecuba.org/c/wp-content/uploads/2014/09/v12-dominga.pdf)
- GONZÁLEZ-PÉREZ, F., CASTELLANOS-ÁLVAREZ, J. A. & FRANCISCO PUERTAS-FERNÁNDEZ, J. (2010). Método para determinar la cantidad de agua de imbibición en la industria azucarera. *Ingeniería Mecánica*, 13 (1), 41-48.
- GORDÓN, A. (1899). *El azúcar como alimento del hombre*. La Habana: Muralla.
- GUERRA, R. (1970). *Azúcar y población en las Antillas*. La Habana: Ciencias Sociales.

- IBARRA, J. (1995). *Cuba 1898-1921. Partidos políticos y clases sociales*. La Habana: Ciencias Sociales.
- IGLESIAS, F. (1998). *Del ingenio al central*. Río Piedras: Universidad de Puerto Rico.
- IGLESIAS, F. (2005). *Economía y fin de siglo: estudio histórico sobre la consideración del capitalismo y las premisas de la república inaugurada el 20 de mayo de 1902*. Santiago de Cuba: Oriente.
- La Industria Azucarera y sus Derivados* (1908-1920). La Habana: Mercantil.
- Influencia del güin en la riqueza sacárida (1903). *El Azúcar*, (1), 13-14.
- Informe sobre el censo de Cuba* (1900). Washington: Imprenta del Gobierno.
- Ingenio San Gonzalo (1889). *Revista de Agricultura*, 9 (4), 46.
- International Sugar Journal* (1899-). London: International Sugar Journal.
- JENKS, L. H. (1928). *Our Cuban colony*. New York: Vanguard.
- JIMÉNEZ, J. B. (1890). Madurez de la caña. *Revista de Agricultura*, 10 (9), 97.
- JIMÉNEZ, J. B. (1893). *Los esclavos blancos*. La Habana: Álvarez y Cía.
- KELLEY, H. (1902). Transmisión-absorción de calórico. *El Azúcar*, (5), 146.
- KOYLD, R. & MALKEBEKE, E. (1901). Cambios que experimentan los azúcares en almacén. *El Azúcar*, (1), 7-9.
- Laboratorios (1900). *El Azúcar*, (9), 261-263.
- LE RIVEREND, J. (1985). *Historia económica de Cuba*. La Habana: Pueblo y Educación.
- LEZAMA-LIMA, J. (1990). Introducción. En F. LÓPEZ-JUNQUÉ, *Temporada en el ingenio* (pp. 1-6). La Habana: Ciencias Sociales.
- Louisiana Planter and Sugar Manufacture* (1860-). Baton Ruoge: Luisiana Sugar Planters Association.
- LUZÓN, J. L. (1989). *Economía, población y territorio en Cuba (1899-1983)*. Madrid: Cultura Hispánica.
- MADELEINAU, A. (1901). Filtros mecánicos. *El Azúcar*, (2), 33-34.
- MARTÍN, J. R., GÁLVEZ, G., ARMAS, R., ESPINOSA, R., VIGO, R. & LEÓN, A. (1987). *La Caña de azúcar en Cuba*. La Habana: Científico-Técnica.
- MCAWOY, M. (2003). *Sugar baron: Manuel Rionda and the fortunes of pre-Castro Cuba*. Gainesville: Florida University.
- Memoria de la Zafra Azucarera* (1906-). La Habana: Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo.
- Military notes on Cuba* (1909). Washington: Government Printing Office.
- MORALES, A. E. (1992). *Programación y economía de la zafra*. La Habana: Científico-Técnica.
- MORENO-FRAGINALS, M. (1978). *El ingenio. Complejo económico social cubano del azúcar*. La Habana: Ciencias Sociales.
- MORENO-FRAGINALS, M. (1983). *La historia como arma y otros estudios sobre esclavos, ingenios y plantaciones*. Barcelona: Crítica.

- NARANJO, C. (1994). La población española en Cuba. En C. NARANJO & T. MALLO (Eds.), *Cuba. La perla de las Antillas* (pp. 121-146). Madrid: Doce Calles.
- PÉREZ DE LA RIVA, J. (1975). Los recursos humanos de Cuba al comenzar el siglo. En *La República Neocolonial. Anuario de Estudios Cubanos* (pp. 7-39). La Habana: Ciencias Sociales.
- Perfeccionamiento de la caña (1901). *El Azúcar*, (6), 161.
- Peso de la caña (1900). *El Azúcar*, (2), 33-35.
- PINO, O. (1984). *Cuba, economía y sociedad*. La Habana: Ciencias Sociales.
- Podemos luchar (1894). *Revista de Agricultura*, 14 (37), 96.
- Portfolio azucarero. La industria azucarera en Cuba* (1915). La Habana: La Moderna Poesía.
- Presupuesto del ingenio (1900). *El Azúcar*, (3), 69.
- PRINSEN, H. (1902). Determinación de la presión en la imbibición. *El Azúcar*, (6), 167-169.
- PRINSEN, H. (1919). *General history of the cane-sugar industry*. Manchester: Rodger.
- PRINSEN, H. & GORKUN, N. (1911). *Tratado de fabricación de azúcar*. Amsterdam: De Bussi.
- PRINSEN, H. & ROSE, L. (1900). Deducciones prácticas de la fiscalización técnica. *El Azúcar*, (6), 161.
- Revista de Agricultura* (1871-1901). La Habana: Círculo de Hacendados de la Isla de Cuba.
- REYNOSO, A. (1862). *Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar*. La Habana: El Tiempo.
- ROLDÁN, I. (2010). El Banco Español de la Isla de Cuba. En G. PIERRE & N. LAMAUTE-BRISSE (Eds.), *Histoire économique de la Caraïbe* (pp. 157-179). Port-au-Prince: UEH.
- ROLSTON, W. (1934). Enfriamiento acelerado de masas cocidas. *Revista de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba*, (3), 252-273.
- ROY, E. (1902). Ingenio moderno. *El Azúcar*, (3), 165-166.
- SANTAMARÍA, A. (1995). Los ferrocarriles públicos cubanos, 1830-1959, la doble naturaleza de la dependencia azucarera. *Revista de Indias*, (204), 185-215.
- SANTAMARÍA, A. (2000a). El crecimiento económico de Cuba republicana (1902-1959). Una revisión y nuevas estimaciones en perspectiva comparada (población, inmigración golondrina, ingreso no azucarero y producto nacional bruto). *Revista de Indias*, (219), 505-545.
- SANTAMARÍA, A. (2000b). Precios y salarios reales en Cuba, 1774-1914. *Revista de Historia Económica*, (2), 339-376.
- SANTAMARÍA, A. (2002). *Sin azúcar no hay país. La industria azucarera y la economía cubana, 1919-1939*. Sevilla: Universidad de Sevilla-EEHA-CSIC-Diputación Provincial de Sevilla.

- SANTAMARÍA, A. (2013). Los ferrocarriles azucareros de Cuba (inédito).
- SANTAMARÍA, A. & GARCÍA-MORA, L. M. (1998). Colonos, agricultores cañeros, ¿clase media rural en Cuba?, 1880-1898. *Revista de Indias*, (212), 31-61.
- SANTAMARÍA, A. & GARCÍA-MORA, L. M. (2005). Donde cristaliza la esperanza. Lectura de *Los ingenios*. En J. G. CANTERO, *Los ingenios. Colección de vistas a los principales ingenios de azúcar de la isla de Cuba* (pp. 19-65). L. M. GARCÍA-MORA & A. SANTAMARÍA (Eds.). Aranjuez: Doce Calles-CEHOPU-CSIC-Fundación Mapfre-Tavera (original publicado en 1856-1857).
- Las siembras del doctor Zayas (1903). *El Economista*, (30), 319.
- STEIN, S. (1901). Fiscalización química del ingenio. *El Azúcar*, (3), 68-71.
- SUÁREZ, F. (1935). Refractómetro Zeiss. *Revista de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba*, (3), 70-79.
- Sucrierie Indigène et Coloniale* (1866). Paris: Sucrierie Indigène et Coloniale.
- Sugar Cane* (1904-). La Habana: Estación Agrícola Experimental.
- TATJER, J. (1887). *Fabricación de azúcar de caña en Cuba*. La Habana: [s.l.].
- Trapiches y preparación de la caña (1900). *El Azúcar*, (2), 33-38.
- U. S. Department of Commerce (1917). *The cane-sugar industry*. Washington: Government Printing Office.
- VIOLA, B. (1900). Evaporación al vacío. *El Azúcar*, (7), 203-214.
- WEIL, R. (1929). Perfeccionamientos en los equipos de molienda. En *Conferencias anuales de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba* (pp. 117-129). La Habana: ATAC.
- WILES, R. (1916). *Cuban sugar cane*. Indeanapolis: Bobbs-Merrill.
- ZANETTI, O. (1989). *Los cautivos de la reciprocidad*. La Habana: ENPES.
- ZANETTI, O. (2009). *Economía azucarera cubana*. La Habana: Ciencias Sociales.
- ZANETTI, O., GARCÍA MUÑIZ, H. & VENEGAS, H. (2001). Noël Deerr en la Guayana Británica, Cuba y Puerto Rico (1897-1921). *Revista Mexicana del Caribe*, 6 (11), 57-154.
- ZANETTI, O. & GARCÍA-ÁLVAREZ, A. (1976). *United Fruit Company. Un caso de dominio imperialista en Cuba*. La Habana: Ciencias Sociales.
- ZANETTI, O. & GARCÍA-ÁLVAREZ, A. (1987). *Camino para el azúcar*. La Habana: Ciencias Sociales.
- ZEUSKE, M. (1998). Estructuras, movilización afrocubana y clientelas en un *hinterland* cubano. *Tiempos de América*, (2), 93-116.