

El cultivo experimental y la composición química del topinambur en el Uruguay

POR EL

Dr. JUAN SCHROEDER

Estudios realizados en los laboratorios de la Sección de Química General y Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Montevideo. (N.º 95 - 1928).

I. — INTRODUCCION Y DATOS BIBLIOGRAFICOS

En 1603 cuando *Champlain* visitaba las tribus de los indígenas del Norte de los actuales Estados Unidos de América y el Canadá, vió «entre sus manos unas raíces que cultivan y que tienen el sabor de alcauciles». Pocos años después figuraban las plantas respectivas entre los vegetales raros y exóticos criados en el jardín del Cardenal Farnese, donde *Columna* las conoció y describió (1616) como «Flos Solis Farnesianus o Aster Peruvianus tuberosus», haciendo constar que sería mejor usar las gruesas raíces en la nutrición del ganado que como alimento humano. En los períodos siguientes a su primera introducción en Europa la planta ha sido estudiada y clasificada muchas veces, llevando nombres que atestiguan casi todos su procedencia norteamericana, que hoy parece fuera de duda. Los «topinambaux» figuran en el libro de *Lescarbott*, «Histoire de la Nouvelle France» (1618) que había llevado unas pruebas de la raíz de Canadá a Francia, donde empezó a venderlos, después de haber conocido su empleo entre los salvajes que lo llamaban «Chiquebí». La forma de la raíz —intermediaria entre la batata y la patata— ha inducido evidentemente a *Parkinson* (1629) a mencionarla como «battatas de Canadá» y a *Coles* (1657) a proponerla como «potatoe of Canadá», debiéndose al primero de estos dos autores también la denominación «Jerusalem artichoke — alcaucil de Jerusalem». El nombre «*Heliantis*», propagado sobre todo en los imperios centrales durante la última guerra pertenece a una variedad de la raíz primitiva que *Bauhin* (1623) clasificó como procedente del «*Helianthemum indicum tuberosum*» y que hoy se negocia bajo el nombre botánico «He-

Lianthus tuberosus Linné (1763)». Los textos de agricultura, los tratados de química alimenticia y los catálogos de horticultura, etc., han aceptado la denominación «topinambur», cuyo sentido verdadero no se ha podido explicar todavía, siendo probable que haya tenido alguna significación en uno de los idiomas de los indios entre cuyos cultivos figuraba la planta, cuando los descubridores pisaron el suelo de aquellas comarcas del «Nuevo Mundo».

No he podido encontrar indicaciones certeras acerca de la introducción del topinambur en Sud América ni una estadística de los cultivos tampoco. Parece que hasta ahora nadie ha prestado mayor atención a la plantación de este tubérculo, que se presta tanto para fines agrícolas e industriales y hasta la alimentación humana. En la *República Argentina* lo cita *Hieronymus* (1882) como «originario (I. S.?) del Brasil, se cultiva en algunos puntos del Norte de la R. A. Las raíces tuberosas constituyen un buen manjar y se comen como las papas; también pueden servir para alimento del ganado». *Spegazzini* (1908) menciona entre «las plantas forrajeras exóticas cultivables provechosamente, la compositácea *Helianthus tuberosus* como pasto tierno, vivaz, veraniego de gran rendimiento, poco apetecido». *Hicken* (1910) dice «que sólo cultivada puede haberse hallado; jamás la ha visto espontánea. Existe en Canadá, E. U. de N. América.» «El *Catálogo Descriptivo...*» (1911) da «el topinambur como poco cultivado todavía, a pesar de la facilidad con que se propaga y de los servicios que podría prestar, especialmente para la alimentación de los cerdos, aparte de su utilización industrial para la fabricación del alcohol».

En el *Brasil* lo indica *Löfgren* (1917), pero sin aludir que sea originario o que se halle en forma espontánea en su territorio. *Hochne* (1922) comunica que «o topinambur verdadeiro» es empleado gracias a sus tubérculos alimenticios, como forraje en el Sur.

Extraña ver que *Dragendorff* (1898) y *Wehmer* (1911) mencionan únicamente la existencia del topinambur para esta república, sin decir no obstante que es planta indígena pero afirmando *Wehmer* que se cultiva en otros lugares también.

En el *Uruguay* no se ha prestado mayor atención a los cultivos del topinambur. *Ramos Montero* menciona la planta entre los vegetales forrajeros utilizables en el país y *J. M. Basso* (l. c. p. 73) refiere que «el *helianthi* (h. *doronicoides*) es una nueva hortaliza, cuyo producto, que son las raíces, se comen a la manera del salsifís. se reproduce con mucha facilidad... siendo una planta muy productiva».

Despréndese de estos antecedentes bibliográficos con toda claridad que el topinambur es una de las pocas plantas tuberíferas cuyo cultivo apenas ha sido ensayado en el continente sudamericano, aunque presente grandes ventajas para la fijación de dunas que aquí abundan y cuya explotación racional no se ha iniciado todavía. Comprobada la falta completa de fundamentos experimentales no es posible hacer cálculos económicos u observaciones acerca de los rindes por hectárea en ninguno de los países citados, pues el único dato real que he encontrado es la indicación —repetida varias veces— de su buen desarrollo y de su empleo en la nutrición animal.

En Europa viene explotándose el topinambur como forraje verde desde hace casi un siglo. Pott (1907) da en su famoso «Manual de la alimentación...» la historia de los cultivos realizados y las observaciones hechas por los autores agrícolas que lo han introducido en sus establecimientos.

Menciona un criador de ganado en Austria que planta el tubérculo desde hace unos 50 años, cortando los tallos a una altura de 10 centímetros, en otoño, cuando las hojas están bien verdes todavía, pudiendo establecer que la pérdida de tubérculos no es muy grande, pero sí la ganancia en sustancia de los órganos verdes. Procediendo así se han podido cosechar entre 4 y 16 mil kilos de pasto fresco por hectárea. Con respecto a los rendimientos de tubérculos de topinambur, tengo que confesar, que pocas veces he visto indicaciones tan opuestas e inseguras como en este caso y procedentes de ensayos prácticos. No figura la planta en los conocidos textos de Warbaerg, Semler y Fesca, señal que no se trata de un cultivo tropical o subtropical propiamente dicho. Pott (1907) relata de cosechas en tierras arenosas de 9.800 kilos y en tierras de primera clase de 35 mil kilos, afirmando que otros agricultores han obtenido 12, 30-36, y hasta 44 mil kilos de tubérculos por hectárea y además 10 mil kilos de órganos verdes; Jumelle (1910) transcribe producciones de 10, 18, 24-28, 25 y 24-35 mil kilos de raíces; el *Lexicón de agricultura* (1910) da como cosecha normal 30-48 mil kilos de raíces con 4-6 mil kilos de forraje verde; Diels (1918) cita un rinde conseguido por Jablonski en 1915 de 150 mil kilos de tubérculos y 50 mil kilos de hojas y tallos, mientras que según Hiltner (1917) puede calcularse para un año bueno una producción de 6-8 mil kilos de raíces y 4-5 mil kilos de órganos verdes por hectárea. Estando de acuerdo estos autores, de que la cantidad de semillas por hectárea es de 900-2000 kilos y la distancia entre las plantas e hileras de 60 por 40 más o menos, no me puedo explicar de dónde proviene la in-

verosímil oscilación en los rindes señalados, que va de 6-150 mil kilos por hectárea.

La composición química de los tubérculos ha sido averiguada en Europa unas cuantas veces. He aquí un resumen de los resultados obtenidos:

TABLA N.º 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS TUBÉRCULOS FRESCOS Y DE UNA HARINA DE TOPINAMBUR

PRINCIPIO QUÍMICO	König 1903	Kellner 1919	Behrend 1904	Pott 1907	Kochs 1909	König 1920	Harina Liechti 1916
1 Humedad . . .	71.6—84.2	79.6	79.7	80.0	78.6	79.1	8.4
2 Mat. mineral. .	0.9— 2.5	1.1	1.1	0.9	—	1.2	4.9
3 Extracto al eter.	0.1— 0.4	0.2	0.1	0.2	—	0.2	0.5
4 Proteína total .	0.9— 3.2	1.5	1.5	2.0	2.0	1.8	7.4
5 Celulosa . . .	0.6— 3.0	0.7	0.7	1.3	—	1.3	3.6
6 Sust. no azoada	13.6—18.8	16.9	16.9	15.5	—	16.4	72.5
7 Inulina	—	—	—	—	12.9	—	—
8 Azúcar	—	—	—	—	1.7	—	—
9 Prot. pura . . .	—	—	—	—	0.8	—	5.1
10 » digestible.	—	0.4	—	—	—	—	4.6
11 Valor glucosa .	—	—	13.9	—	—	—	—
12 » almidón . .	—	16.4	—	—	—	—	—

Analizando los órganos verdes se ha llegado al cuadro siguiente:

TABLA N.º 2
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ORGANOS VERDES Y DE UN HENO DE TOPINAMBUR

PRINCIPIO QUÍMICO	Ulbricht 1888	Pott 1907	Kellner 1919		Filter 1917 Tallos
			Pasto	Heno	
1 Humedad.	74.8 -76.0	69.0	67.7	12.5	9.6
2 Mat. mineral	3.02- 3.99	3.1	5.0	10.3	16.1
3 Extracto al eter . . .	0.73- 0.89	0.7	1.1	2.2	1.4
4 Proteína total	3.55- 3.75	3.2	3.4	12.7	4.1
5 Celulosa	1.88- 2.25	6.0	5.4	14.2	37.1
6 Sust. no azoada	14.57-14.62	18.0	17.4	48.1	31.7
7 Proteína pura	2.96- 3.32	—	—	—	—
8 " digestible	3.29- 3.49	—	1.7	6.1	—
9 Amidas	0.43- 0.59	—	—	—	—
10 Valor almidón.	—	—	16.2	37.3	—

Las cenizas de los tubérculos y órganos verdes se componen de los siguientes elementos:

TABLA N.º 3
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA MINERAL DE LOS TUBÉRCULOS Y ÓRGANOS VERDES DE TOPINAMBUR

PRINCIPIO QUÍMICO	Wehmer 1911		König 1920 Tubérculos
	Tubérculos	Org. verdes	
Material mineral.	1.2— 4.9	7.3	1.2
1 Potasa H ₂ O	41 —55	21.5	47.8
2 Sosa Na ₂ O	20.0	1.0	10.2
3 Cal CaO	2.8— 3.7	34.3	3.3
4 Magnesia MgO	2.2— 3.7	8.6	2.9
5 Ox. férrico. Fe ₂ O ₃	1.0— 6.4	0.8	3.7
6 Pent. fósforo P ₂ O ₅	13.3—14.7	5.0	14.0
7 Triox. azufre SO ₃	2.3— 7	1.5	4.9
8 Cloro Cl	2 — 5.8	2.7	3.9
9 Anh. sil. SiO ₂	4 —16	25.0	10.0

De acuerdo con estos números el topinambur es un gran consumidor de potasio y necesita regular cantidad de fósforo.

König (1903 l. c. p. 731) comunica un ensayo de abono de *Lechartier* que confirma en parte la conclusión anterior, pues se han cosechado por hectárea en kilos: sin abono 14.3 mil; con fósforo 13.6 mil; con potasio 26.5 mil y con fósforo y potasio 28 mil. *Jumelle* ha obtenido con un abonado completo (potasio, fósforo y nitrógeno) de 30 - 36 mil kilos.

Reinhardt (1911 l. c. p. 385) después de relatar la historia, la forma de cultivo y las propiedades del topinambur, sigue diciendo: «Una importancia mayor que aquél parece adquirir otro pariente cercano procedente del sur de los E. U. de Norte América. Es el *Helianthi*, un producto de cruzamiento de *Helianthus doronicoides* con *H. decapetalus* que se presenta como planta de 3.5 metros de altura con hojas verde - oscuras y flores amarillas.

TABLA N.º 4

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS TUBÉRCULOS DE HELIANTHI

PRINCIPIO QUÍMICO	König 1923	Kochs 1909	
		Blanco	Colorado
1 Humedad	69.7—82.1	71.8	82.1
2 Material mineral	1.1— 1.8	—	—
3 Extracto al éter	0.4— 0.9	—	—
4 Proteína total	2.9— 6.1	4.0	3.6
5 Celulosa	1.1— 2.8	—	—
6 Sust. no azoada	15.9—16.9	20.1	8.0
7 Proteína pura	—	1.7	1.9
8 » digestible	—	—	—
9 Azúcar.	—	2.0	1.4
10 Inulina en la sust. seca. .	—	71.2	—

Los órganos verdes dan un excelente forraje fresco y las raíces jugosas y gruesas suministran una legumbre de buen sabor, de fácil digestión y de alto valor nutritivo, que con el tiempo adquirirá gran significación.

El rendimiento es muy considerable, dando una sola planta hasta 9.5 kilos de tubérculos. Una hectárea plantada con *Helianthi*

produce por lo menos 100 mil kilos de tubérculos, quiere decir un 50 % más que cultivando la misma superficie con patatas». No he podido hallar la confirmación de tan elevado rinde en otras publicaciones práctico-experimentales y no conozco tampoco el lugar, donde hay cosechas tan ercidas de patatas como las refiere el autor citado. Según mi opinión puede tratarse únicamente de pequeñas parcelas en estaciones de ensayos, cultivadas y cuidadas en forma esmerada, como lo he referido en otro lugar. (Ver mis publicaciones sobre «El *Solanum Commersonii*» y «Ensayos de cultivo de 25 variedades de patatas» l. e. en el apéndice bibliográfico.)

Hiltner, que durante la guerra ha cultivado y cosechado los tubérculos, describe sus experiencias con estas palabras: «Ultimamente se ha prestado alguna atención a algunas otras especies de *Helianthus*, que se venden bajo el nombre de «*Helianti*». La que más se ofrece en Alemania es el *H. doronicoides*, una variedad de tubérculos azules, mientras que otros agricultores dan preferencia al *H. salsifís* de tubérculos amarillo-claros, denominados *H. verdadero*. Se elogia en general la gran modestia de los *helianti*, pero se ha demostrado también en este caso, que los rindes de pasto y tubérculos son mucho mayores en tierras bien preparadas y cuidadas. Puede recomendarse un abonado con estiércol natural... y 3-4 semanas antes de plantar los tubérculos hay que aplicar fósforo y potasio, a los que se agrega el nitrógeno pocos días antes de la siembra. Los tubérculos se entierran en hoyos de 8-10 centímetros de profundidad, a distancias de 1 metro. Cuando los tallos tienen una altura de 1 ½ - 2 metros se cortan a 50 centímetros sobre el suelo y se usan como forraje verde... que se distingue por un contenido relativamente alto de proteína».

II. — CULTIVO EXPERIMENTAL Y COMPOSICION QUIMICA

Hace algunos años ya que el doctor *Dammann* realizó en el campo de ensayos agrícolas en Sayago el primer cultivo de topinambur, plantándolo en una sola parcela de 40 metros cuadrados. Más adelante repetí la prueba para obtener mayores datos sobre el rendimiento en raíces y órganos verdes y el material necesario para la ejecución de los análisis químicos. La preparación del suelo de las parcelas es en todos los casos sensiblemente la misma, arándose en general en el mes de Mayo y en la primavera próxima a 20 centímetros de profundidad y enterrando con la última arada

unos 400 kilos de harina de huesos por hectárea. Los tubérculos de topinambur se plantaron a distancias de 50 centímetros unos de otros en el mes de Octubre, naciendo las plantas después de unas tres semanas; la cosecha se efectuó una vez secos los órganos verdes, lo que ocurrió en Abril y Mayo.

Los análisis químicos de *los órganos verdes*, cosechados al abrirse las primeras flores y de las hojas y tallos secos obtenidos al terminar el ciclo vegetativo se hallan resumidos en la tabla N.º 5.

TABLA N.º 5

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ÓRGANOS VERDES Y SECOS DEL TOPINAMBUR

PRINCIPIO QUÍMICO	Org. verdes	Heno	Tallos secos maduros	Alfalfa verde	Heno de Alfalfa	Pasto de Maíz
1 Humedad . .	78.2	10.2	12.3	76.0	10.3	82.8
2 Mat. mineral.	3.1	9.8	14.8	2.4	10.0	2.3
3 Ext. al éter .	0.9	2.9	1.8	1.3	3.1	0.6
4 Proteína total	3.9	14.6	6.2	5.0	18.1	3.3
5 Celulosa . .	5.3	16.8	39.8	7.0	26.9	4.9
6 Sust. no azoada .	8.6	45.7	39.1	8.3	31.6	6.0
7 Proteína pura	3.3	12.6	5.4	—	—	—
8 » digestible	2.2	8.5	3.5	—	—	—

Los rendimientos en sustancia verde de las parcelas (de 25 y 50 metros cuadrados) llegaron a 30 y 57.5 kilos, correspondiendo a unos 12 mil kilos por hectárea. Recomiendo usar el material cosechado inmediatamente después de cortado y evitar la henificación, que por la lentitud de la desecación de la parte interior de los tallos cuesta mucho trabajo. Los animales comen toda la planta pero prefieren las hojas y ramas tiernas, desperdiciando gran parte de los troncos, que apetecen mejor cuando vienen desmenuzados. Una vez terminado el período de vegetación adquieren una rigidez y dureza como los del girasol; pierden las pocas hojas que han quedado y presentan un forraje muy leñoso y poco saboreado por el ganado, que únicamente los come en tiempo de gran escasez. Vale más emplear estos troncos quebradizos para prender fuego, como se hace con los del cardo de castillo, que en campaña suministra una leña

muy buscada para este fin. El valor nutritivo de los órganos verdes desecados es parecido al de un heno regular, llamando la atención sin embargo, su mayor porcentaje en proteína que los distingue favorablemente de aquel forraje.

En la tabla N.º 6 he resumido la composición química de las pajas de los cereales cultivados actualmente en el Uruguay, agregando además los números correspondientes de los troncos y tallos de algunas plantas sembradas o espontáneas que se aprovechan como forrajes y de cuyos porcentajes en principios generales poco conocimiento se tiene. Revelan los datos transcriptos, que si bien las pajas conservan algún valor alimenticio y pueden aprovecharse en casos de emergencia, el poder nutritivo de los troncos y tallos muy leñificados al final de los períodos de vegetación es más reducido aún; desprovistos ya de las hojas encierra un alto tenor de celulosa y materias minerales, que viene acompañado por mucha proteína bruta y un bajo contenido en sustancias no azoadas.

Es evidente que estos materiales sólo pueden prestar utilidad en la manutención animal en tiempos de gran escasez. Para evitar la pérdida excesiva de energía en el proceso de la masticación conviene desmenuzar los troncos y tallos hasta 2-3 centímetros, eliminándose con este procedimiento el desperdicio enorme que se observa en todos los establecimientos rurales que, por ejemplo, suministran al ganado chala de maíz, pasto seco, heno de sorgo en forma de la planta entera desecada, como viene del campo. Una transformación de las partes gruesas en harinas por medio de molinos especiales no es necesario sino contraproducente, habiéndose comprobado que el grado de finura no influye en la digestibilidad de los distintos principios químicos de los forrajes; basta cortarlos hasta llegar al tamaño indicado, para obligar al animal a masticar bien y ensalivar la comida suficientemente.

Los tubérculos pueden quedar bajo tierra por lo menos hasta que sobreviene el período de las grandes lluvias, pues recién entonces empezaron a podrirse en los suelos pesados, arcillosos y fríos, donde se habían plantado. Es posible que en terrenos arenosos, sueltos y calientes resisten mejor aún a los procesos de descomposición, pudiendo quedar enterrados durante todo el año y ser aprovechados para la alimentación de cerdos, volviendo a la siembra recién a los 3 o 4 años, como es la costumbre en Alemania, donde estos cultivos desempeñan un rol bastante importante hasta en la cría de los jabalíes.

TABLA N.º 6

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE PAJAS Y TRONCOS DE DIFERENTES PLANTAS
SILVESTRES Y CULTIVADAS EN EL URUGUAY

PRINCIPIO QUÍMICO	Paja de trigo	Paja de maíz	Paja de lino	Paja de avena	Paja de cebada	Paja de arroz	Paja de centeno	Paja de sorgo de escoba	Troncos de topinambur	Troncos de girasol	Troncos de cardo de castilla	Troncos de hinojo	Troncos de espárragos
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 Humedad . . .	13.0	14.2	12.4	15.4	12.6	14.2	12.8	10.9	12.2	13.5	11.8	13.5	9.3
2 Mat. mineral .	4.8	3.9	8.2	5.2	6.2	8.9	4.8	9.6	14.2	12.6	9.5	12.1	5.8
3 Ext. al éter . .	1.9	1.2	0.8	2.6	1.8	2.4	1.2	0.9	1.8	1.2	0.8	0.9	5.3
4 Proteína total .	4.2	4.6	3.9	4.5	3.8	5.8	4.2	5.0	5.2	7.9	4.2	3.2	9.8
5 Celulosa . . .	33.0	29.6	45.4	30.9	37.5	32.3	38.9	40.2	38.5	39.1	40.1	42.1	34.1
6 Sust.no azoadas	43.1	46.5	29.3	41.4	41.1	36.4	38.1	32.8	28.1	25.7	33.6	33.6	35.7

TABLA N.º 7

Composición química de los tubérculos de Topinambur

1. Humedad	.....	68.2 — 79.5 %
2. Mat. mineral	.....	0.6 — 1.8 »
3. Extracto al éter	.....	0.3 — 1.1 »
4. Proteína total	.....	2.6 — 4.5 »
5. Celulosa	.....	0.9 — 1.8 »
6. Sust. no azoada	.....	18.1 — 26.2 »

Los análisis han sido ejecutados con tubérculos frescos, sacados de los terrenos hacía pocas horas; al dejarlos expuestos al aire pierden rápidamente una parte de su humedad, se encogen y se arrugan del todo, distinguiéndose por esta propiedad de las patatas y boniatos que presentan el mismo fenómeno en mucho menor grado.

Los rendimientos anuales —tratándose de cosechar todos los tubérculos producidos— han sido bastante constantes, como lo demuestran los números establecidos para los cuatro plantíos sucesivos realizados y reducidos a kilos por hectárea:

I. ^a cosecha	23.500 kilos por hec.	con 31.8 % de sustancia seca
II. ^a	» 21.200 » » » »	20.5 » » » »
III. ^a	» 18.700 » » » »	27.5 » » » »
IV. ^a	» 20.900 » » » »	28.7 » » » »

La producción de tubérculos ha sido pues de 21.100 kilos por hectárea, cultivándolos en pequeñas parcelas de ensayo de la medida indicada.

Es de sobresaliente interés práctico, adjuntar a estos datos del rinde del topinambur unas consideraciones comparativas respecto a la producción anual de la patata, del boniato y de la remolacha forrajera y azucarera, relacionadas con la cosecha en sustancia seca por hectárea. En otro lugar he referido extensa y minuciosamente los ensayos practicados para establecer el valor económico de los citados tubérculos y raíces. De los análisis comunicados se ha deducido que la patata tiene un porcentaje de sustancia seca de 20, el boniato de 26, el topinambur de 26, la remolacha forrajera de 18 y la azucarera de 20 % y que los rendimientos obtenidos en los experimentos ejecutados en pequeñas parcelas de 25 y 50 metros cuadrados son para la patata de 10, el boniato de 12; el topinambur de 20, la remolacha forrajera de 120 y la azucarera de 50 mil kilos. Teniendo

presente estos datos se llega al resultado final, que la materia seca producida por año y por hectárea alcanza un valor máximo para la remolacha forrajera con 15,6 mil kilos, descendiendo luego a 9 mil kilos por la azucarera, a 5.2 mil kilos por los boniatos y a 2 mil kilos por las patatas, como consta en la tabla 8. Corresponde pues el primer lugar entre tubérculos y raíces como productores de forraje a la remolacha forrajera; le siguen por orden la remolacha azucarera, el topinambur, el boniato y la patata. En otra publicación se discutirá la importancia de la faz industrial de esta comprobación.

TABLA N.º 8

COMPOSICIÓN QUÍMICA
DE TUBÉRCULOS Y RAÍCES COSECHADOS EN EL URUGUAY

PRINCIPIO QUÍMICO	Patata 1	Moniato 2	Topinambur 3	Rem. forrajera 4	Rem. azucarera 5
1 Humedad . .	75.2—83.2	65.8—78.1	68.2—79.5	86.5	81.2
2 Mat.mineral .	0.6— 1.8	1.1— 1.8	0.6— 1.8	1.2	1.3
3 Ext. al éter .	0.1— 0.5	0.3— 0.5	0.3— 1.1	0.1	0.3
4 Proteína total	1.4— 3.4	0.8— 3.9	2.6— 4.5	1.3	1.2
5 Celulosa . .	0.3— 1.2	0.6— 1.5	0.9— 1.8	0.9	0.8
6 Sust. no azoadas .	10.8—14.9	17.6—30.1	18.1—26.2	10.0	15.2
7 Rend. intensivo .	10 mil	12 mil	20 mil	120 mil	50 mil ks.
8 Mat. seca por hect.	2.000	3.100	5.200	15.600	9.000 »

III. — RESUMEN Y CONCLUSIONES

En las páginas que anteceden se han tratado minuciosamente los experimentos culturales y los análisis químico-agrícolas ejecutados con el afán de contribuir por el ensayo científico al conocimiento del valor forrajero del topinambur en el Uruguay y en los países vecinos de parecidos factores naturales de producción. Resumiendo los resultados más característicos obtenidos y comprobados por los datos analíticos, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

(1) Entre las plantas agrícolas, cuyas raíces o tubérculos se prestan para una explotación en grandes cultivos en las repúblicas rioplatenses, el topinambur puede ocupar un lugar de preferencia.

Su cultivo es sencillo, se desarrolla en forma satisfactoria y hasta halagadora y no es atacado, según las observaciones actuales, por enfermedades criptogámicas, parásitos vegetales o insectos nocivos.

(2) Los rendimientos de tubérculos han sido de unos 20 mil y de forraje verde de unos 12 mil kilos por hectárea. Estos rindes son en términos generales superiores a los de los boniatos y de la patata obtenidos en el Uruguay. Aunque se trate de números poco estables que están sujetos a amplias oscilaciones causadas por la inconstancia de los factores naturales de producción, creo que es lícita la afirmación, que la mayor cantidad de sustancia seca a esperarse anualmente y por hectárea provendrá —según los resultados transcriptos— de un cultivo de topinambur y la menor cosecha de una plantación de patatas.

(3) La composición química de los órganos verdes del topinambur demuestra que se trata de un forraje de buenas propiedades nutritivas; los tubérculos son parecidos a las patatas y boniatos, pero no tendrán aceptación para el consumo humano aunque analíticamente no hay mayor diferencia entre ellos. Durante la última guerra han sido recomendados como legumbre, pero el sabor insípido del producto impedirá probablemente su introducción duradera en el arte culinario.

(4) Me parece de sobresaliente importancia para las repúblicas sudamericanas pensar en la explotación económica de las plantas productoras de almidón, raíces y tubérculos alimenticios o forrajeros, que en tiempos no lejanos pueden presentarse como fuentes inagotables para nuevas fabricaciones nacionales y la cría ventajosa de animales domésticos, en la misma forma como hoy se explotan ya en otros continentes. Las elevadas cosechas que algunos de los vegetales experimentados han llegado a retribuir y su combinación con los favorables porcentajes en principios manufacturables que ostentan, invitan a abordar su industrialización.

Con el presente estudio experimental queda concluida la serie de los trabajos químico-agrícolas emprendidos hace años con el fin de conocer en términos aproximados la producción global y la composición analítica de las cosechas de los vegetales que acumulan almidón en sus depósitos de reserva. Por primera vez se ha tentado en las repúblicas sudamericanas, dilucidar metódica y cuantitativamente la explotación científica y económica de los grandes cultivos, fundamentales para el desenvolvimiento futuro de la agri-

cultura de los países de la cuenca del río de la Plata. Los resultados obtenidos con los diferentes plantíos realizados, hacen prever, que desempeñarán, sin duda, en un cercano porvenir, un rol sobresaliente para el mundo europeo y americano, como proveedores de materias primas en abundancia y de propiedades intrínsecas que dificultarán grandemente toda competencia extranjera.

BIBLIOGRAFÍA

- CANDOLLE. — Ursprung der Kulturpflanzen, pág. 53. — Leipzig 1884.
- CATÁLOGO Descriptivo de la Exposición Buenos Aires 1910, pág. 266. — Buenos Aires 1911.
- DIELS. — Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreich, pág. 77. — Stuttgart 1918.
- DRAGENDORFF. — Heilpflanzen, pág. 670. — Stuttgart 1898.
- HARZ. — Landw. Samenkunde, pág. 854. — Berlín 1895.
- HICKEN. — Chloris Platensis Argentina, p. 255. — Buenos Aires 1910.
- HIERONYMUS. — Plantae diaphoricae, pág. 154. — Buenos Aires 1882.
- HOEHNE. — A Flora do Brazil en tomo 1 pág. 149 del Censo del Brasil, 1920. — Río de Janeiro 1922.
- JUMELLE. — Plantes a tubércules, pág. 345. — París 1910.
- KLING. — Kriegsfuttermittel, pág. 54. — Stuttgart 1918.
- KOENIG. — Chemie der menschl. Nahr. und. Genussmittel, tomo 1 (1903), p. 729; tomo 2 (1920), p. 437; Apéndice, tomo 1 (1923), p. 283. — Berlín 1903-1923.
- LOEFGREN. — Manual das familias naturaes, p. 559. — Río de Janeiro 1917.
- POTT. — Handbuch der tierischen Ernährung, tomo 2, págs. 195 y 376. — Berlín 1907.
- RAMOS MONTERO. — Manual de Agr. y Ganadería, 2.^a ed. — Montevideo.
- REINHARDT. — Kulturgeschichte der Nutzpflanzen, tomo I-1, pág. 385. — München 1911.
- SCHROEDER. — Las plantas forrajeras del Uruguay. — Rev. Inst. Agr. Montevideo 1907, t. 2, p. 86; 1908, t. 3, p. 119.
- » Resultados de análisis, l. c. 1908, t. 3, p. 131.
- » Importancia de las investigaciones experimentales científicas para la agronomía práctica. — 7.^o Cong. Rural. — Montevideo 1908.
- » y DAMMANN. — Ensayos sobre el valor cultural de diferentes clases de maíz. — Rev. Inst. Agr. — Montevideo 1908, t. 4, p. 85.

- SCHROEDER y DAMMANN. — Ensayos de cultivo de plantas forrajeras, l. c. 1909, t. 5, p. 222.
- » Ensayo de cultivo de maíz amargo, l. c. 1913, t. 12, p. 41.
 - » El valor forrajero de algunos desperdicios y residuos industriales. — Rev. Min. Ind. — Montevideo 1914, t. 3, N.º 12.
 - » El valor alimenticio y la composición químico-agrícola de algunos productos secundarios de las industrias nacionales. — Rev. Min. Ind. — Montevideo 1915, t. 3, p. 10.
 - » Estudio analítico-agrícola de los trigos y de sus afrechos y afrechillos de las repúblicas rioplatenses. — Rev. Min. Ind. — Montevideo 1915, t. 3, p. 79.
 - » Memoria referente a las investigaciones experimentales. — Rev. Inst. Agr. — Montevideo 1918, t. 2, p. 83.
 - » Contribuciones experimentales al fomento agrícola-ganadero. — Rev. Min. Ind. — Montevideo 1921, t. 9, p. 511.
 - » Problemas químico-agrícolas importantes para el Uruguay. — Agros, Montevideo 1925, p. 74.
 - » Ensayos de cultivo de 25 clases de papas en el Uruguay. — Rev. As. Rur. Uruguay. — Montevideo 1928, t. 55 N.º 6.
 - » El solanum Commersonii Dun. — Bol. Acad. Nac. Córdoba 1928, tomo 31.
 - » El cultivo y la composición de los boniatos y las batatas dulces en el Uruguay. — Rev. As. Rur. Uruguay. — Montevideo 1928, t. 55 N.º 5.
- SPGAZZINI. — Flora agropecuaria argentina, p. 495. — Buenos Aires 1908.
- STURTEVANT'S Notes on edible plants ed. por U. P. Hedrick, p. 299. — Albany 1919.
- VAN DE VENNE. — Bromatología, p. 17 y 18. — Montevideo 1910.
- WEHMER. — Pflanzenstoffe, p. 768. — Jena 1911.
- WIESNER. — Rohstoffe, tomo 3, p. 428. — Leipzig 1921.
-