

# Influencia de las carpidas y del riego sobre la materia sacarificable total y la proteína en el boniato (*Ipomoea batatas*)

**Ing. Agr. Pedro Menéndez Lees**

Profesor de Industrias Agrícolas

**Ing. Agr. Miguel de Medina**

Profesor de Química Agrícola

El presente trabajo forma parte de un estudio más completo realizado sobre el boniato (*Ipomoea batatas*), limitándonos en la presente comunicación a exponer la influencia de las carpidas y de los riegos sobre la composición química de esta raíz, en lo que se refiere a la materia sacarificable total y a la proteína, dada la importancia del primer componente, especialmente, en su utilización industrial.

La composición química del suelo y sub-suelo de las parcelas del campo experimental cultivado con el boniato es la siguiente:

## SUELO :

Acidez actual (Comber) . . . . .	PH	7.0
» potencial (Merck) . . . . .		6.25
Humedad a 105° . . . . .	o/oo	87.50
Perdida al rojo . . . . .	»	121.65
P (en P 2 05) . . . . .	»	0.46
N . . . . .	»	0.85
Ca (en Ca 0) . . . . .	»	3.08
Humus . . . . .	»	28.46
Arena Gruesa . . . . .	»	240.70
Coloides . . . . .	»	305

## SUB - SUELO :

Acidez actual (Comber) . . . . .	PH	7.0
» potencial (Merck) . . . . .	»	6.25
Humedad a 105° . . . . .	o/oo	123.90
Perdida al rojo . . . . .	»	101.15
P (en P 2 05) . . . . .	»	0.34
N . . . . .	»	1.05
Ca (en Ca 0) . . . . .	»	1.92
Humus . . . . .	»	22.12
Arena gruesa . . . . .	»	213.26
Coloides . . . . .	»	241

Como se desprende del análisis anterior, se trata de un suelo compacto, pobre en nitrógeno, cal y ácido fosfórico, regularmente provisto de materia orgánica y de reacción prácticamente neutra.

Tiene todos los caracteres de los suelos "altos" lavados por las aguas de lluvias, que los han despojado de sus elementos nutritivos.

El sub-suelo presenta caracteres análogos, siendo algo más húmedo y mejor provisto de azoe, aún que su contenido en fósforo es igualmente escaso.

El boniato empleado en el ensayo es de la variedad común en el Uruguay de raíz corta, redonda y grande, de piel colorada y carne blanco amarilla.

Preparado el almácigo en la forma habitual, los brotes fueron trasplantados al lugar del cultivo ya dispuesto en caballones, realizándose la plantación el 7 de Diciembre de 1928.

#### Parcela testigo.

Se le dió una primera y última carpida el 15 de Diciembre efectuándose la cosecha en Marzo 25-1929.

#### Parcela carpida.

Las plantas de esta parcela fueron carpidas con regularidad, hasta su cosecha. La remoción de la tierra, efectuada a azada, interesó unos cinco centímetros de la superficie del suelo. En las fechas que subsiguen fueron carpidas:

1.a	Carpida	15	Diciembre	1928
2.a	»	2	Enero	1929
3.a	»	18	»	»
4.a	»	2	Febrero	1929
5.a	»	17	»	»
6.a	»	4	Marzo	1929
	Cosecha	. . 25	»	»

#### Parcela regada.

Las plantas fueron regadas regularmente y la tierra ligeramente carpida, al día siguiente, con el fin de romper la costra

formada. El riego fué realizado a surco, prolongándolo durante el tiempo necesario a fin de que la extremidad opuesta del caballón, cuya longitud era de 82 metros, fuese bien empapada.

Fecha de la plantación	7 Diciembre 1928
1.er Riego . . . . .	15 » » »
Carpida superficial. . . . .	16 » » »
2.o Riego. . . . .	2 Enero 1929
Carpida superficial. . . . .	3 » » »
3.er Riego . . . . .	19 » » »
Carpida superficial. . . . .	18 » » »
4.o Riego. . . . .	2 Febrero 1929
Carpida superficial. . . . .	3 » » »
5.o Riego. . . . .	17 » » »
Carpida superficial. . . . .	18 » » »
6.o Riego. . . . .	2 Marzo 1929
Carpida superficial. . . . .	3 » » »
Cosecha . . . . .	25 » » »

En los meses finales de 1928 las cantidades de lluvia fueron en algo inferiores a la normal: Noviembre m.m. 52.7 y Diciembre 62.5 contra normales, de m.m. 82 y 87 respectivamente. Debe destacarse, para la mejor apreciación de las reservas udométricas del suelo, que las precipitaciones de Noviembre y Diciembre de 1928, algo pobres, pertenecen a un año con un total de lluvia superior a la normal en m.m. 41.2.

El año 1929 se inicia con un Enero pobrísimo en precipitaciones, apenas mm. 15.8 — inferior a la normal en mm. 70.8 — cantidad sin significación apreciable desde el punto de vista de la agricultura por estar distribuída en cuatro lluvias, puede decirse tan pronto caídas como evaporadas, en un mes de altas temperaturas, agravado en este caso particular con un promedio térmico muy superior a la normal y, además, con cielos de baja nebulosidad.

En el mes de Febrero de 1929 se compensa en parte, la pobreza udométrica extrema de Enero con mm. 92.0 pero pertenecientes, hay que hacerlo notar, a la segunda mitad del mes, en un 85 %.

En el mes de Marzo la precipitación fué de mm. 59.8 en tanto que la normal es de mm. 81.5.

Desde el punto de vista de las precipitaciones, el período Diciembre de 1928 - Marzo de 1929, ofrece un déficit de mm. 57.0, déficit que adquiere características graves en el mes de Enero.

En cuanto a la temperatura debe expresarse que el año 1928 termina con un promedio sensiblemente superior a la normal en ( $-1^{\circ}5$ ) y cielos de marcada serenidad.

El año 1929, en su conjunto, se caracterizó por una continua oscilación en la marcha de la temperatura que llama la atención aún en un clima de suyo muy variable.

Los meses de Enero, Febrero y Marzo de 1929, acusaron los siguientes valores:

TEMPERTURA	ENERO	FEBRERO	MARZO
Promedio . . .	23 <sup>o</sup> 1	21 <sup>o</sup> 6	19 <sup>o</sup> 3
Máxima media. .	29 <sup>o</sup> 1	27 <sup>o</sup> 2	24 <sup>o</sup> 7
Mínima media . .	17 <sup>o</sup> 2	17 <sup>o</sup> 2	14 <sup>o</sup> 6
Máxima absoluta .	35 <sup>o</sup> 1	36 3	31 <sup>o</sup> 2
Mínima absoluta .	10 <sup>o</sup> 3	11 <sup>o</sup> 6	9 <sup>o</sup> 7

El cuadro que sigue reúne los datos del cultivo:

#### Parcelas

	TESTIGO	CARPIDA	REGADA
Superficie de la parcela .	369 mts. <sup>2</sup>	369 mts. <sup>2</sup>	738 mts. <sup>2</sup>
Producción . . . . .	111.750 kgs.	228.500 kgs.	739.500 kgs.
Número de caballones. .	4	4	8
Sup. de cada caballón. .	92.25 mts. <sup>2</sup>	92.25 mts. <sup>2</sup>	92.25 mts. <sup>2</sup>
Rendimiento por Ha. . .	kgs. 3028.255	kgs. 6192.907	kgs. 10020.943
Desviación típica (1) . .	451 kgs.	1814.6	2667.5
Coefic. de variabilidad (2)	15.9 %	29.3 %	26.6 %

De los datos que anteceden llama la atención los altos coeficientes de variabilidad de las distintas parcelas, lo que debe atribuirse a los efectos de cinco hileras de árboles, tres que atraviesan y dos que marginan el campo utilizado para la experiencia.

(1) y (2) La desviación típica y el coeficiente de variabilidad se calcularon sobre la base del número de caballones.

A fin de reducir esta variabilidad excesiva se ha separado en el oáculo de cada grupo de la primera experiencia las parcelas expuestas a pleno sol de las ubicadas a la sombra de los árboles y a objeto también de comprobar la influencia solar sobre el cultivo (1).

El cuadro siguiente expresa los resultados obtenidos con esta nueva ordenación del material experimental, impuesta por las modalidades del medio.

Rendimiento y variabilidad de las cosechas

PARCELAS	N.º DE REPETICIONES	RENDIMIENTO EN PROMEDIO POR HECTAREA	ERROR MEDIO DE LA DIFERENCIA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
Testigos a la sombra	2	2778 kgs. ± 122	± 424.4	—
Testigos al sol. . .	2	3279 » ± 406.5		
Carpidas a la sombra	2	4824 » ± 542	± 1092.4	552.2 Kgs.
Carpidas al sol. . .	2	7561 » ± 948.5		
Regadas a la sombra	4	7703 » ± 604	± 773.4	3087.2 »
Regadas al sol. . .	4	12337 » ± 483		

En las parcelas testigos con este número de ensayos no se observan diferencias significativas (1) entre los rendimientos de los caballones bajo la sombra de los árboles y los expuestos a pleno sol. Modificadas las condiciones del suelo, por carpidas, o por riegos y carpidas, se obtienen diferencias significativas en la productividad como consecuencia de una diferencia de acción solar.

(1) Si el exceso de un rendimiento sobre el otro es mayor que el duplo del "error medio de la diferencia" es considerado significativo con un 95 % de seguridad.

Fórmula de "error medio de una diferencia" es igual a  $\sqrt{m^2 + n^2}$  siendo "m" y "n" los errores medios de los rendimientos a cotejar.

A continuación se expresan los resultados analíticos obtenidos en el estudio de todo el material cosechado de las distintas parcelas, habiéndose retirado una muestra media de cada caballón. Las dosificaciones se han efectuado de acuerdo con la técnica corriente y ya hecha conocer en otras publicaciones de la Facultad de Agronomía.

### Análisis de los Boniatos cosechados en la parcela testigo

	Composición química de la raíz desecada a 45°				Composición química de la raíz fresca			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Humedad a 105° . . . . .	10.81	11.42	11.88	11.81	76.81	77.42	77.88	77.81
Cenizas . . . . .	3.80	3.23	3.44	3.98	1.12	1.10	1.17	1.35
Extracto al éter . . . . .	1.07	1.25	1.17	1.02	0.36	0.43	0.40	0.35
Nitrógeno total . . . . .	0.93	0.70	0.83	0.93	0.32	0.24	0.28	0.32
Proteína total . . . . .	5.73	4.32	5.16	5.73	1.95	1.47	1.75	1.95
Celulosa . . . . .	2.75	3.08	3.22	2.38	0.94	1.05	1.09	0.81
Substancia sacarificable total . . . . .	46.8	57.8	55.0	52.6	15.91	19.65	18.70	17.88
Substancia sacarificable soluble . . . . .	11.50	10.90	8.80	9.50	3.91	3.71	2.99	3.23
a) reductora . . . . .	5.90	3.90	5.30	4.20	2.01	1.33	1.80	1.43
b) no reductora . . . . .	5.60	7.00	3.50	5.30	1.90	2.38	1.19	1.80

### Análisis de los Boniatos cosechados en la parcela carpida

	Composición química de la raíz desecada a 45°				Composición química de la raíz fresca			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Humedad a 105° . . . . .	12.36	12.35	11.77	12.93	78.36	78.35	77.77	78.93
Cenizas . . . . .	3.44	3.63	3.09	3.63	1.16	1.23	1.05	1.25
Extracto al éter . . . . .	1.19	1.31	1.23	0.92	0.40	0.45	0.41	0.31
Nitrógeno total . . . . .	1.05	1.31	1.23	1.14	0.35	0.45	0.41	0.39
Proteína total . . . . .	6.57	8.19	7.66	7.06	2.23	2.78	2.60	2.40
Celulosa . . . . .	2.00	2.28	2.85	1.65	0.68	0.76	0.96	0.39
Substancia sacarificable total . . . . .	66.8	57.9	67.2	64.5	22.71	19.69	22.85	21.93
Substancia sacarificable soluble . . . . .	12.0	11.10	9.90	11.40	4.08	3.77	5.37	3.87
a) reductora . . . . .	6.50	5.50	4.60	6.40	2.21	1.87	1.56	2.17
b) no reductora . . . . .	5.50	5.60	5.30	5.00	1.87	1.90	3.81	1.70

## Análisis de los Boniatos cosechados en la parcela regada

	Composición química de la raíz desecada a 45°								Composición química de la raíz fresca							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Humedad a 105°	12.09	11.96	10.73	10.57	10.83	12.29	11.82	10.11	78.09	77.96	76.98	76.57	76.83	78.29	77.82	76.11
Cenizas	3.43	3.11	3.15	2.84	3.88	3.41	3.44	3.45	1.17	1.06	1.07	0.97	1.32	1.16	1.17	1.17
Extracto al éter	1.40	1.40	1.58	1.14	0.79	1.13	0.94	2.06	0.47	0.47	0.53	0.39	0.26	0.38	0.31	0.70
Nitrógeno total	0.95	0.80	0.80	0.90	1.20	1.13	0.98	0.73	0.32	0.27	0.27	0.31	0.41	0.38	0.33	0.25
Proteína total	5.95	5.00	5.00	5.62	7.50	7.06	6.06	4.48	2.02	1.70	1.70	1.91	2.55	2.39	2.06	1.52
Celulosa	1.80	2.68	2.63	1.90	2.00	2.27	2.31	2.31	0.61	0.92	0.88	0.64	0.68	0.76	0.78	0.78
Substancia sacarificable total	36.6	44.2	40.5	39.2	41.7	28.2	46.2	46.4	11.76	15.03	13.77	13.33	14.18	9.59	15.71	15.78
Substancia sacarificable soluble	11.90	10.90	11.30	10.90	11.70	11.70	13.20	10.30	4.05	3.71	3.84	3.71	3.98	3.98	4.49	3.50
a) reductora	7.10	5.60	6.20	6.30	5.90	8.80	5.40	5.40	2.41	1.90	2.11	2.14	2.01	2.99	1.84	1.84
b) no reductora	4.80	5.30	5.10	4.60	5.80	2.90	8.80	4.90	1.63	1.80	1.73	1.59	1.97	0.99	2.65	1.66

Cuadro de promedios de la composición química de los Boniatos correspondientes a las Parcelas Testigo (A) Carpidas (B) y Regadas y Carpidas (C)

	A		B		C	
	Desecada a 45ª	Raiz fresca	Desecada a 45ª	Raiz fresca	Desecada a 45ª	Raiz fresca
Humedad a 105º . . . . .	11.48	77.48	12.36	78.35	11.30	78.5
Cenizas . . . . .	3.49	1.19	3.46	1.17	3.34	1.14
Extracto al éter . . . . .	1.13	0.38	1.16	0.39	1.18	0.40
Nitrógeno total . . . . .	0.81	0.29	1.18	0.40	0.94	0.32
Proteína total . . . . .	5.25	1.79	7.37	2.50	5.83	1.98
Celulosa . . . . .	2.86	0.97	2.20	0.70	2.24	0.76
Substancia sacarificable total . . . . .	53.00	18.02	64.1	21.80	40.1	13.63
Substancia sacarificable soluble . . . . .	10.17	3.46	11.10	4.27	11.50	3.91
a) reductora . . . . .	4.82	1.64	5.75	1.95	6.34	2.16
b) no reductora . . . . .	5.35	1.82	5.35	2.07	5.25	1.79

Con el fin de hacer comparables los resultados obtenidos se ha aplicado el cálculo estadístico a los datos analíticos hallados a fin de hacer resaltar la repercusión que sobre la materia sacarificable total y la proteína total han tenido las carpidas y los riesgos y carpidas en comparación con los testigos.

Se ha dado preferencia a la materia sacarificable total por la importancia industrial de ese componente del boniato desde el punto de vista de su utilización como materia prima en la fabricación de alcohol, y la proteína, especialmente, como determinante de su relación nutritiva.

Valores de materia sacarificable total por substancia desecada a 45º

PARCELAS	Número de repeticiones	Promedio de la composición química,	Error medio de la diferencia con los testigos	Diferencias significativas con los testigos
Testigos . . . . .	4	53.05 % ± 2.34	—	—
Carpidas . . . . .	4	64.10 » ± 2.15	± 3.17	+4.71 %
Regadas y Carpidas . . . . .	8	40.1 » ± 2.19	± 3.20	-6.55 »

## Valores de proteína total por substancia desecada a 45°

PARCELAS	Número de repeticiones	Promedio de la composición química	Error medio de la diferencia con los testigos	Diferencias significativas con los testigos
Testigos. . . . .	4	5.23 % $\pm$ 0.33		
Carpidas . . . . .	4	7.37 » $\pm$ 0.35	$\pm$ 0.48	+ 1.18
Regadas y carpidas . .	8	5.83 » $\pm$ 0.37	$\pm$ 0.49	—

Los resultados consignados se explican por la mayor nutrición en el suelo de la parcela carpida, provocada por el cultivo. Cabe hacer notar igualmente, en el caso de la parcela regada, la influencia desfavorable en las funciones de la planta, originada por el enfriamiento del suelo, consecuencia del riego, y disminución consiguiente en la intensidad de los fenómenos biológicos de la planta y del suelo.

Entre las plantas cultivadas en el Uruguay, se ha señalado el boniato como materia prima para la industria del alcohol.

De acuerdo con los resultados experimentales consignados, la producción de materia sacarificable total por hectárea sería la que se expresa a continuación en el ensayo realizado.

## Rendimiento en materia sacarificable total por hectárea

PARCELAS	Rendimientos (en kgs).	Composición química (raíz fresca)	Materia sacarificable total en (kgs).
Testigo . . . . .	3028 $\pm$ 225.5	18.02 %	545.64 $\pm$ 40.6
Carpidas . . . . .	6192 $\pm$ 907.3	21.80 »	1349.86 $\pm$ 197.8
Regadas y carpidas . .	10020 $\pm$ 942.6	13.63 »	1365.73 $\pm$ 128.5

No existen diferencias en la materia sacarificable total entre las parcelas "carpidas" y "regadas y carpidas".

Las condiciones climatéricas del año no han sido en manera alguna favorables al cultivo del boniato, como ya se ha expresado, desde que es una planta exigente en agua en las primeras semanas de su vida. La influencia de las labores repetidas y del riego han sido la causa de rendimientos muy elevados en relación con las parcelas testigos, diferencia que es de presumir no hubiera sido tan notable en condiciones normales.

El rendimiento actual, por hectárea oscila de acuerdo con la estadística en 4.000 kilos de raíces frescas.

El Dr. J. SCHROEDER cultivando semilla nacional ha llegado a obtener hasta 16.000 kilogramos por hectárea (3).

Por nuestra parte, en 1922, en cultivo extensivo en la Granja Modelo de la Facultad de Agronomía obtuvimos un rendimiento de 13.875 kilogramos por hectárea, o sean 14000 kilogramos en números redondos. Este cultivo recibió un riego a regadera al día siguiente de plantadas las guías, en el mes de Noviembre, y una sola carpida a azada, dos meses después de efectuada la plantación.

Calculado el arrendamiento de la hectárea en \$ 10 anuales, la respectiva cuenta cultural llega a \$ 87 por hectárea puesto el producto en galpón.

La introducción de maquinaria adecuada podría reducir el costo de producción en cultivos de alguna extensión. En Estados Unidos se utilizan, y se expresa con buenos resultados, máquinas trasplantadoras que rinden de 2 a 2 ½ hectáreas por día (4). En la cosecha se utilizan también implementos adecuados para el corte de las guías y la cosecha de la raíz.

Admitiendo un rendimiento industrial de 55 litros de alcohol por 100 kilogramos de materia sacarificable total resulta el siguiente rendimiento en alcohol por hectárea.

## Rendimiento en alcohol por hectárea

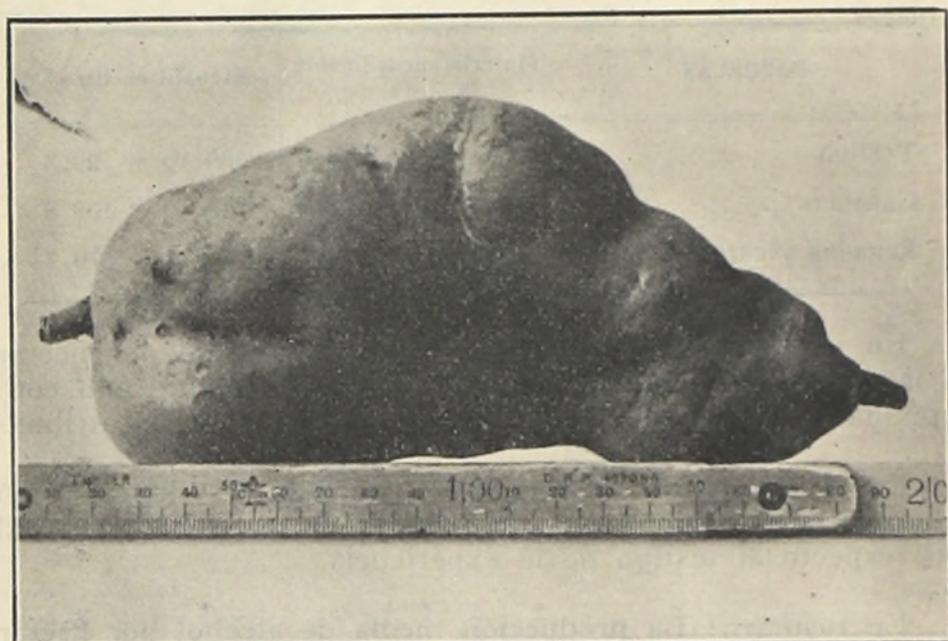
PARCELAS	Materia sacarificable total	Alcohol en litros
Testigo . . . . .	545.64 ± 40.6	300.10 ± 22.3
Carpidas . . . . .	1349.86 ± 197.8	742.40 ± 108.8
Regadas y carpidas . . . . .	1365.73 ± 128.5	751.15 ± 70.7

En resumen: la producción media de alcohol por hectárea en la parcela carpida no arroja diferencia de significado con la obtenida en la parcela "regada y carpida", lo que es atribuible.

En el cuadro que subsigue se expresan las diferencias resultantes de la acción de las carpidas y de los riegos y carpidas con respecto al testigo de la experiencia.

En resumen: La producción media de alcohol por hectárea en la parcela carpida es inferior en 2 % a la obtenida en la parcela regada y carpida, lo que se atribuible, en este caso, al descenso considerable del porcentaje de materia sacarificable total en los boniatos regados, y que casi compensa, en la producción total de alcohol por hectárea, la superioridad del rendimiento en la producción registrada por la influencia del riego.

El rendimiento en alcohol en el cultivo referido de la Granja Modelo, (1922) realizado en un año normal desde el punto de vista del clima, admitiendo un rendimiento de 99 litros de alcohol, por 1000 kilogramos de boniatos (18.02 % de materia sacarificable total y 55 % de rendimiento en alcohol), y para una producción de 14.000 kilogramos de boniatos por hectárea, es de 1386 litros de alcohol.

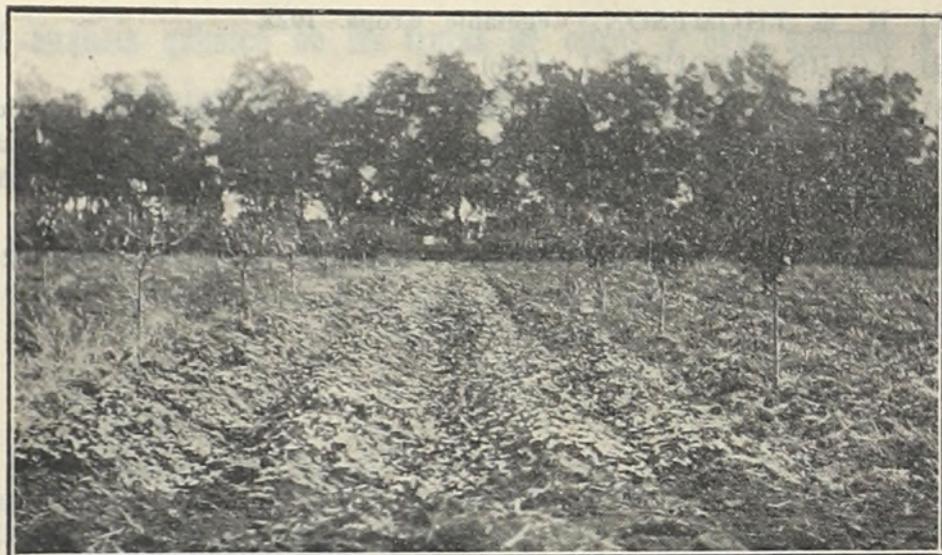


Boniato "común" empleado en el ensayo



Parcela testigo

BIBLIOGRAFÍA



Parcela carpida



Parcela regada y carpida

**BIBLIOGRAFÍA**

- (1) H. C. THOMPSON. Vegetable Crops. 1923.
  - (2) LOUIS JACQUET. L'Alcool.
  - (3). Dr. JUAN SCHROEDER. El cultivo y la composición química de los boniatos y batatas dulces bajo el clima subtropical de Sud América. Revista de la Asociación Rural del Uruguay. Año IV. N.º 5.
  - (4) HUTCHESON AND WALFE. Production of fields crops. 1924.
-

## Fe de erratas

Revista de la Facultad de Agronomía. - N.º 5



Pág. 275 - Debe suprimirse el primero y segundo párrafo:  
• En resumen... (hasta) ... de la experiencia •.

