

Determinación de áreas por medio del Planímetro

Diferencias que acusa en relación a las obtenidas con el
Cálculo Analítico

Ing. Agr. JORGE SPANGENBERG (1)

Para el técnico, el biólogo, el rural y el estadista, la evaluación de la producción en forma correcta, es factor principalísimo para deducir conclusiones exactas y orientar acciones de futuro. Tal concepto es especialmente válido para estimar el monto de la producción por unidad de superficie, o sea el rendimiento de los cultivos por hectárea, pues de la justipreciación de este factor, dependiente de la influencia de agentes externos e intrínsecos a las variedades, es que se deduce en último término, el juicio integral respecto a las bondades agrícolas de los mismos.

Como dicha información se requiere para determinar con la premura del caso las orientaciones más ventajosas a seguir, se impone utilizar métodos rápidos y suficientemente exactos para poderse expedir a la mayor brevedad posible sobre el particular. Por tal causal es que el Servicio O. de Distribución de semillas ha adoptado en vez del sistema de determinación por Cálculo Analítico de las superficies mensuradas (procedimiento demasiado engorroso), la estimación de éstas por medio del planímetro, con el fin de deducir las conclusiones que correspondan respecto a los cultivos en gran escala de los Semilleros de Multiplicación, que se encuentran ubicados en diversas zonas del país, de características muy variables tanto bajo el aspecto climático como agrológico. Para demostrar la corrección del procedimiento empleado y las variaciones sin mayor importancia que con el mismo se obtienen, exponemos a continuación los resultados que arrojan 9 mensuras de diversos cultivos de los Semilleros de Multiplicación.

TRABAJOS REALIZADOS

La labor de mensura efectuada para determinar la exactitud de la evaluación de superficies por ambos métodos, se consigna en los 9 planos adjuntos. El planímetro empleado fué, un G. Coradi (Zürich). — A continuación se exponen los resultados obtenidos:

(1) Profesor Agregado y Jefe de la Estación de Genética Vegetal de la Cátedra de Agricultura de la Facultad de Agronomía, Jefe de la Sección Semilleros de Multiplicación del Servicio O. de Distribución de Semillas.

Plano N.º	Año Agrícola	Semillero de Multi- plicación	Cultivo de	Superficie determinada por Cálculo Analítico	Error del perímetro	Superficie obtenida con el planímetro	Escala de confección del plano
1	1933/34	"C"	lino "30/33"	9Has.0352,01355 mts ² .	0,33 mts.	9Has.0009 mts ² .	1:1000
2	1934/35	"F"	trigo "Lin Calel" ...	3Has.7737,2331 "	0,94 "	3Has.8180 "	1:2000
3	1934/35	"F"	" " "Larrañaga ...	3Has.3903,30105 "	0,13 "	3Has.4042 "	1:1000
4	1934/35	"F"	" " "Larrañaga ...	4Has.4640,89765 "	0,25 "	4Has.4585 "	1:1000
5	1934/35	"L"	" " "Porvenir"	79Has.1106,6157 "	0,05 "	79Has.1890 "	1:2000
6	1934/35	"T"	" " "Lin Calel" ..	10Has.5417,8884 "	1,13 "	10Has.4620 "	1:2000
7	1934/35	"U"	" " "Acd 11"	34Has.1657,0576 "	1,50 "	34Has.3840 "	1:2000
8	1934/35	"U"	" " "Acd 11"	7Has.4303,0462 "	3,15 "	7Has.6770 "	1:2000
9	1934/35	"U"	" " "Larrañaga ...	19Has.2770,08105 "	1,44 "	19Has.2560 "	1:2000

Del simple examen de este cuadro fluye la concordancia existente entre los dos métodos utilizados. Con todo para determinar en concreto la importancia y alcance de las diferencias registradas hemos calculado el error promedial de todas las mensuras en el cuadro inserto a continuación:

Plano N.º	Superficie determi- nada por Cálculo Analítico	Superficie estimada por el planímetro	Diferencias
1	9 Has. 0352 mts ² .	9 Has. 0009 mts ² .	343 mts ² .
2	3 Has. 7737 "	3 Has. 8180 "	— 443 "
3	3 Has. 3903 "	3 Has. 4042 "	— 139 "
4	4 Has. 4641 "	4 Has. 4585 "	56 "
5	79 Has. 1107 "	79 Has. 1890 "	— 783 "
6	10 Has. 5418 "	10 Has. 4620 "	798 "
7	34 Has. 1657 "	34 Has. 3840 "	—2183 "
8	7 Has. 4303 "	7 Has. 6770 "	—2467 "
9	19 Has. 2770 "	19 Has. 2560 "	210 "

Diferencia media = —512 mts².

Error medio de la diferencia media = $\pm 374,956$ mts².

Máximo error experimental (95 % de seguridad) = $1,86 \times 374,956 = 697,4182$ mts².

Observando estos resultados se puede, desde ya, aseverar que la diferencia obtenida en las mensuras consideradas, carece de importancia, puesto que el monto del error medio de la diferencia media es casi igual a aquella, y el máximo error experimental, superior. Lo que comprueba, en forma indiscutible, su falta de significado. Para exponer los errores registrados en relación a la magnitud de las superficies mensuradas, se consignan estos a continuación en porcentajes:

Diferencia media expresada en porcentaje: 0.47 %

Error medio de la diferencia media expresado en porcentaje: 0.40 %

Máximo error experimental expresado en porcentaje: $1.86 \times 0.40 \% = 0.74 \%$.

Expuestos, así, los resultados obtenidos con el planímetro, que acusan para nuestros fines una exactitud bajo todo punto de vista aceptable, estudiaremos como complemento, las diferencias que los errores de mensura registrados han podido tener en el cálculo del monto del rendimiento por hectárea.

Por estar comprendidos en esta estimación, superficies de otros planos no avaluados por Cálculo Analítico, nos hemos visto obligados a prescindir de los planos N.º 1, 3 y 4. También hemos debido involucrar en una sola superficie los planos N.º 7 y 8, ya que el rendimiento de la variedad de trigo "Acd 11" se determinó para el total de la superficie cultivada con la misma en el Semillero de Multiplicación letra "U".

Plano N.º	Especie y variedad	Produc. total	Superficie determinada por Cálculo Analítico	Rendimiento por Ha.	Superficie obtenida con el planímetro	Rendimiento por Ha
2	Trigo "Lin Calel"	5.020 Kgs.	3 Has. 7737 mts ²	1.330 Kgs.	3 Has. 8180 mts ²	1.315 Kgs.
5	" " "Porvenir"	115.014 "	79 " 1107 "	1.454 "	79 " 1890 "	1.452 "
6	" " "Lin Calel"	15.810 "	10 " 5418 "	1.500 "	10 " 4620 "	1.511 "
9	" " "Larrañaga"	20.146 "	19 " 2770 "	1.045 "	19 " 2560 "	1.046 "
7 y 8	" " "Acd 11"	55.268 "	41 " 5960 "	1.329 "	42 " 0610 "	1.314 "

Diferencia media = 4 Kgs.

Error medio de la diferencia media = 4,98 Kgs.

Máximo error experimental (95 % de seguridad) = $2,02 \times 4,98 = 10,06$ Kgs.

Se infiere de la lectura del cuadro que los errores registrados no han influido para nada en detrimento de la correcta determinación del rendimiento por hectárea, ya que el "máximo error experimental" supera en mucho la "diferencia media"; careciendo en consecuencia la misma de todo valor significativo.

A continuación y con el fin de demostrar la forma de efectuar el Cálculo Analítico, exponemos una planilla correspondiente a la mensura N.º 7 del cultivo de trigo "Acd 11" en el Semillero de Multiplicación letra "U".

Semillero de Multiplicación letra "U"
Cultivo de trigo "Acé 11" (año agrícola 1934/35)

Esta- ción	Angulos internos	Ang. int. corregidos (1)	Azimuts.	Rumbos	Distancias	Proyecciones naturales		Proyecciones corregidas	
						Senos	Cosenos	Senos	Cosenos
1	96° 41'30"	96° 41'30"	96° 41'30"	83° 18'30" SE	124,35 mts.	123,50 mts.	— 14,49 mts.	123,48 mts.	— 14,47 mts.
2	182° 18'	182° 17'30"	98° 59'	81° 1' SE	101,90 "	100,65 "	— 15,91 "	100,63 "	— 15,89 "
3	195° 20'30"	195° 20'30"	114° 19'30"	65° 40'30" SE	62,75 "	57,18 "	— 25,85 "	57,17 "	— 25,81 "
4	203° 32'30"	203° 32'	137° 51'30"	42° 8'30" SE	51,40 "	34,49 "	— 38,11 "	34,48 "	— 38,06 "
5	189° 22'30"	189° 22'30"	147° 14'	32° 46' SE	109,30 "	59,16 "	— 91,91 "	59,15 "	— 91,77 "
6	220° 53'	220° 53'	188° 7'	8° 7' SO	160,80 "	— 22,70 "	— 159,19 "	— 22,70 "	— 158,96 "
7	191° 40'30"	191° 40'	199° 47'	19° 47' SO	292,85 "	— 99,12 "	— 275,57 "	— 99,12 "	— 275,17 "
8	259° 58'	259° 57'30"	279° 44'30"	80° 15'30" NO	185,80 "	— 183,12 "	31,44 "	— 183,12 "	31,44 "
9	195° 52'	195° 52'	295° 36'30"	64° 23'30" NO	125,65 "	— 113,31 "	54,31 "	— 113,31 "	54,31 "
10	91° 20'	91° 20'	206° 56'30"	26° 56'30" SO	80,75 "	— 36,59 "	— 71,99 "	— 36,59 "	— 71,88 "
11	89° 51'	89° 51'	116° 47'30"	63° 12'30" SE	319,— "	284,76 "	— 143,79 "	284,70 "	— 143,58 "
12	262° 40'30"	262° 40'30"	199° 28'	19° 28' SO	13,85 "	— 4,62 "	— 13,06 "	— 4,62 "	— 13,04 "
13	89° 48'	89° 48'	109° 16'	70° 44' SE	263,35 "	248,60 "	— 86,90 "	248,55 "	— 86,77 "
14	89° 3'	89° 3'30"	18° 19'30"	18° 19'30" NE	134,30 "	42,22 "	127,49 "	42,21 "	127,49 "
15	192° 28'30"	192° 28'30"	30° 48'	30° 48' NE	310,— "	158,73 "	266,28 "	158,70 "	266,28 "
16	152° 13'	152° 12'30"	3° 0'30"	3° 0'30" NE	131,50 "	6,90 "	131,32 "	6,90 "	131,32 "
17	199° 21'	199° 21'	22° 21'30"	22° 21'30" NE	269,10 "	102,37 "	248,87 "	102,35 "	248,87 "
18	210° 27'	210° 27'	52° 48'30"	52° 48'30" NE	42,05 "	33,50 "	25,42 "	33,50 "	25,42 "
19	132° 30'30"	132° 30'30"	5° 19'	5° 19' NE	102,55 "	9,50 "	102,11 "	9,50 "	102,11 "
20	82° 21'30"	82° 21'30"	267° 40'30"	87° 40'30" SO	551,50 "	— 551,05 "	— 22,37 "	— 551,05 "	— 22,33 "
21	186° 52'	186° 52'	274° 32'30"	85° 27'30" NO	251,60 "	— 250,81 "	19,92 "	— 250,81 "	19,92 "
22	85° 27'30"	85° 27'30"	180° 0' 0"	0° 0' 0" S.	49,50 "	—	— 49,50 "	—	— 49,43 "
						S=0,24 mts.	S=—1,48 mts.	S=0	S=0

$$\text{Error del perímetro} = \sqrt{0,24^2 + 1,48^2} = 1,4993 \text{ mts.}$$

Nota (1). El error de cierre de los ángulos internos, se corrigió solamente sobre aquellos en los que en la duplicación se observó un pequeño error. Para el Cálculo Analítico se tomó como azimut del primer lado, el primer ángulo interno para facilitar los cálculos.

Abcisas	Ordenadas	Suma de Abcisas	Suma de Ordenadas	Suma de Abcisas por cosenos	Suma de Ordenadas por senos
0.	0.	123,48	— 14,47	— 1786,7556	— 1786,7556
123,48	— 14,47	347,59	— 44,83	— 5523,2051	— 4511,2429
224,11	— 30,36	505,39	— 86,53	— 13044,1159	— 4946,9201
281,28	— 56,17	597,04	— 150,40	— 22723,3424	— 5185,7920
315,76	— 94,23	690,67	— 280,23	— 63382,7859	— 16575,6045
374,91	— 186,—	727,12	— 530,96	— 115582,9952	12052,7920
352,21	— 344,96	605,30	— 965,09	— 166560,4010	95659,7208
253,09	— 620,13	323,06	— 1208,82	10157,0064	221359,1184
69,97	— 588,69	26,63	— 1123,07	1446,2753	127255,0617
— 43,34	— 534,38	— 123,27	— 1140,64	8860,6476	41763,0176
— 79,93	— 606,26	124,84	— 1356,10	— 17924,5272	— 386081,6700
204,77	— 749,84	404,92	— 1512,72	— 5280,1568	6988,7664
200,15	— 762,88	648,85	— 1612,53	— 56300,7145	— 400794,3315
448,70	— 849,65	939,61	— 1571,81	119790,8789	— 66346,1001
490,91	— 722,16	1140,52	— 1178,04	303697,6656	— 186954,9480
649,61	— 455,88	1306,12	— 780,44	171519,6784	— 5385,0360
656,51	— 324,56	1415,37	— 400,25	352243,1319	— 40965,5875
758,86	— 75,69	1551,22	— 125,96	39432,0124	— 4219,6600
792,36	— 50,27	1594,22	1,57	162785,8042	14,9150
801,86	51,84	1052,67	81,35	— 23506,1211	— 44827,9175
250,81	29,51	250,81	78,94	4996,1352	— 19798,9414
0.	49,43	0.	49,43	0.	0.
S=7126,08	S=—6935,80	S=14252,16	S=—13871,60	S=683314,1152	S=—683314,1152

Superficie = $683314,1152:2 = 34$ Has. 1657,0576 mts.

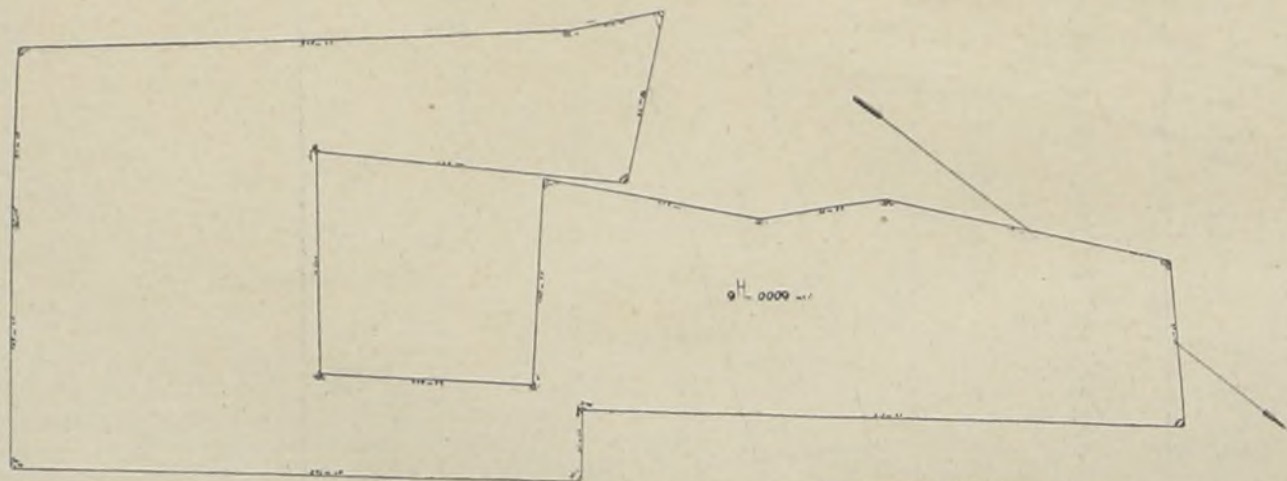
CONCLUSIONES

La evaluación de superficies por medio del planímetro es un método rápido y suficientemente exacto, al cual pueden recurrir con plena seguridad tanto el técnico como el rural, para la estimación de áreas y deducción correcta de la producción por unidad de superficie.

BIBLIOGRAFIA

Importancia de los trabajos de mensura en los ensayos de cultivo en gran escala. Por el Ing. Agr. Gustavo Spangenberg, Profesor de Agricultura de la Facultad de Agronomía. Agros, N.º 124, Montevideo, Enero de 1932.

SEMILLERO DE MULTIPLICACION "C"
DEL
SR. CARLOS A. LARRIERA



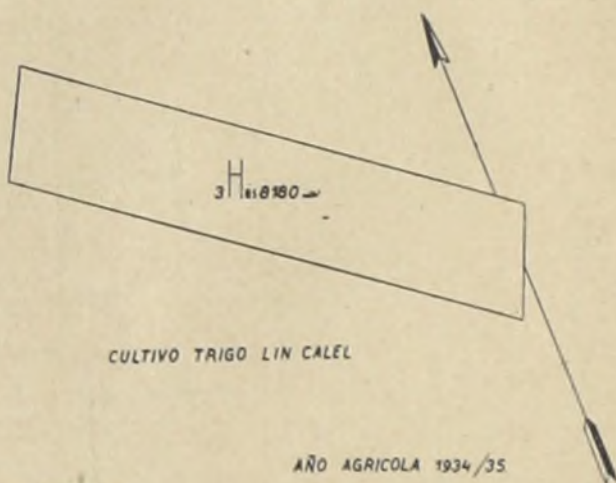
CULTIVO - LINO 30 33
SR. R. PERERA

ESCALA 1:1000

SERVICIO O - 0 - SEMILLAS

Plano N.º 2

SEMILLERO DE MULTIPLICACION "F"
DEL
SR. A. ADRIEN



CULTIVO TRIGO LIN CAEL

AÑO AGRICOLA 1934/35

SERVICIO O. D. - SEMILLAS

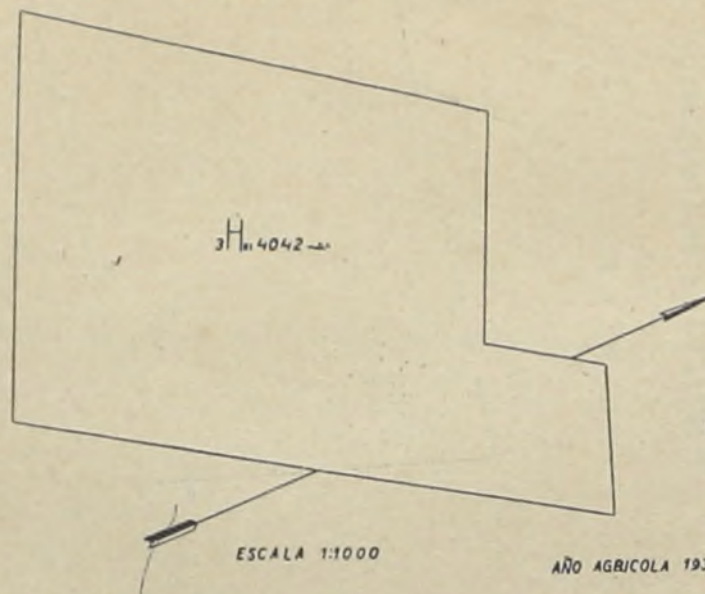
Dr. F. Fernández
SEÑOR *Dr. F. Fernández*
Dr. H. Ponce de León
Dr. P. Ponce de León

ESCALA 1:2000

SEMILLERO DE MULTIPLICACION "F"

DEL

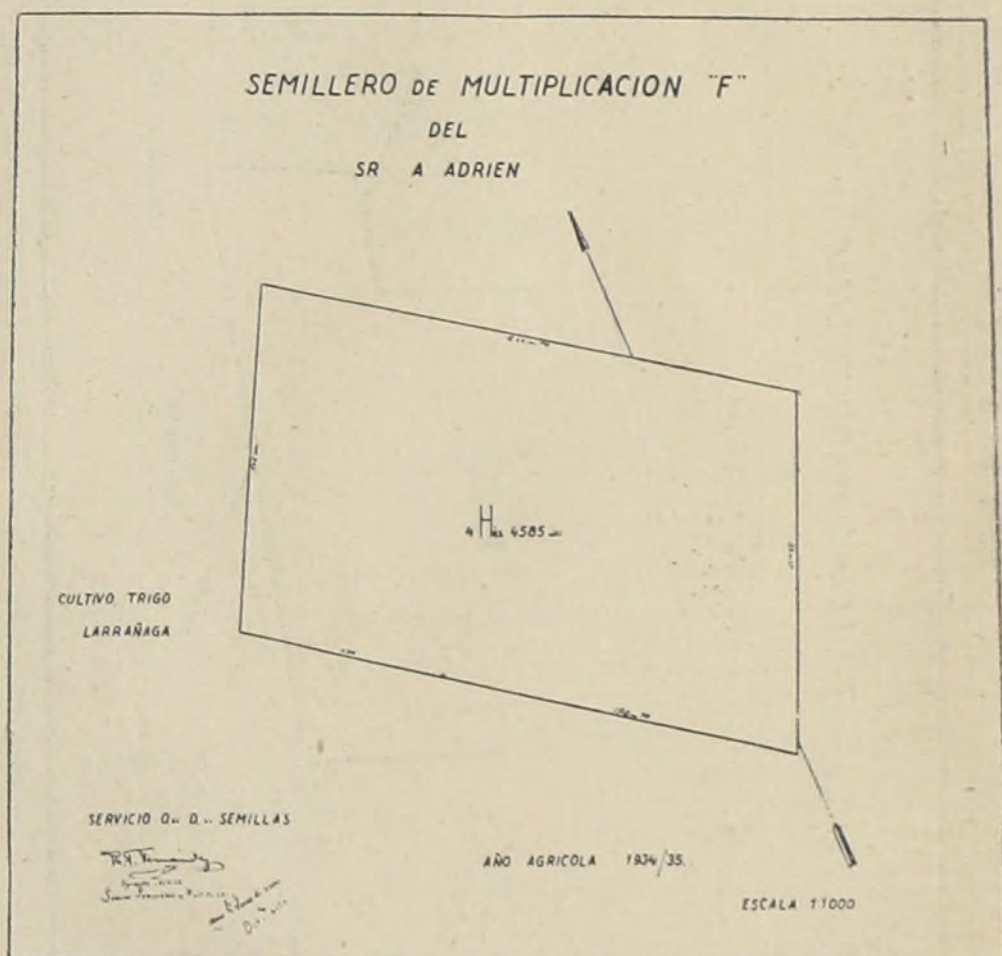
SR. A. ADRIEN



SERVICIO Q. D. SEMILLAS

[Handwritten signature]
SECCIÓN DE SEMILLAS Y MULTIPLICACION
[Handwritten signature]

Plano N.º 4

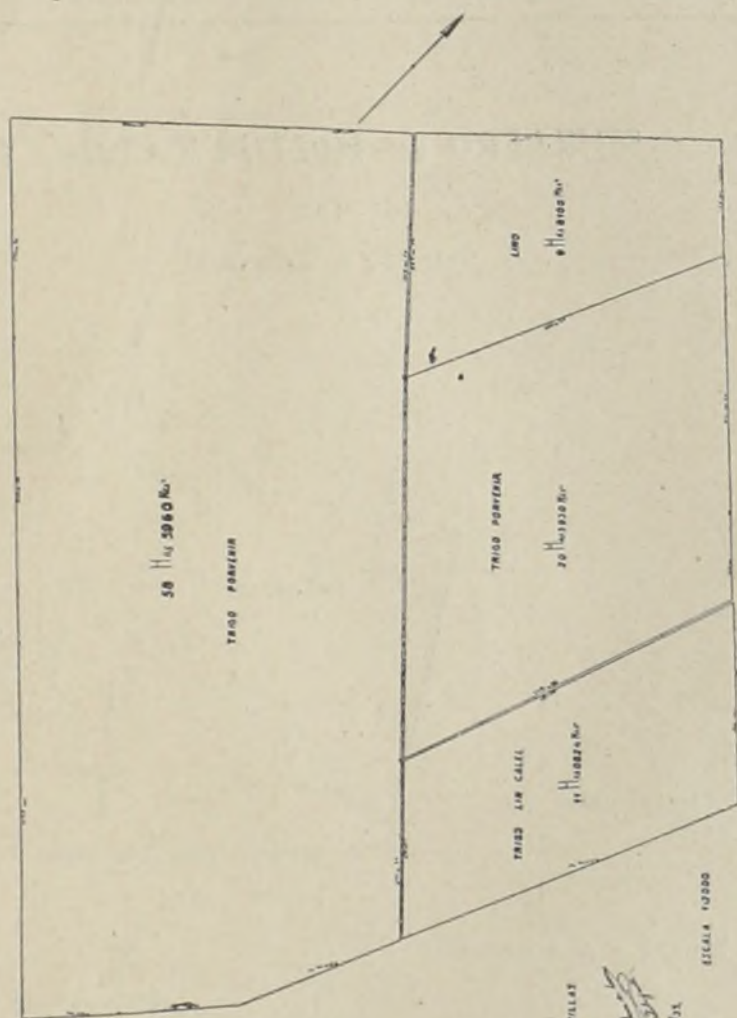


Plano N.º 5

SEMIILLERO DE MULTIPLICACION "L"

DEL

SR. JUAN IDIARTE



SERVICIO B. B. SEMILLAS

ABO. JUAN IDIARTE 1934/35

ESCALA 1:2000

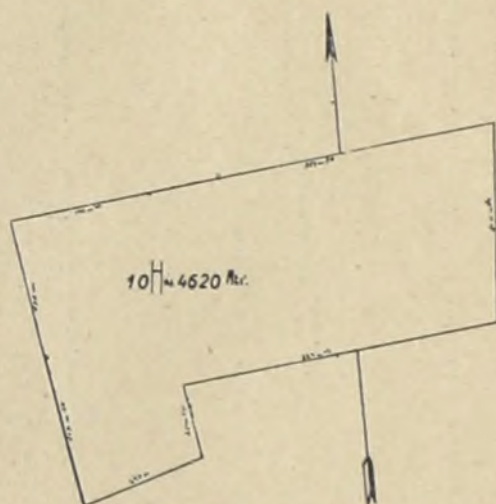
Plano N.º 6

SEMILLERO DE MULTIPLICACION "T"

DE LOS

SRS. A. Y R. HERNANDEZ

ESCALA 1:2000



CULTIVO TRIGO "LIN CALEL"

SERVICIO Q. D. A. SEMILLAS

SEMILO SEMILLERO DE MULTIPLICACION

AÑO AGRICOLA 1934/35.

Plano N.º 7

SEMILLERO DE MULTIPLICACION "D"

DE LA

S.C. JUAN B. MORIE

34 H-3840

CULTIVO TRIGO ALDIL

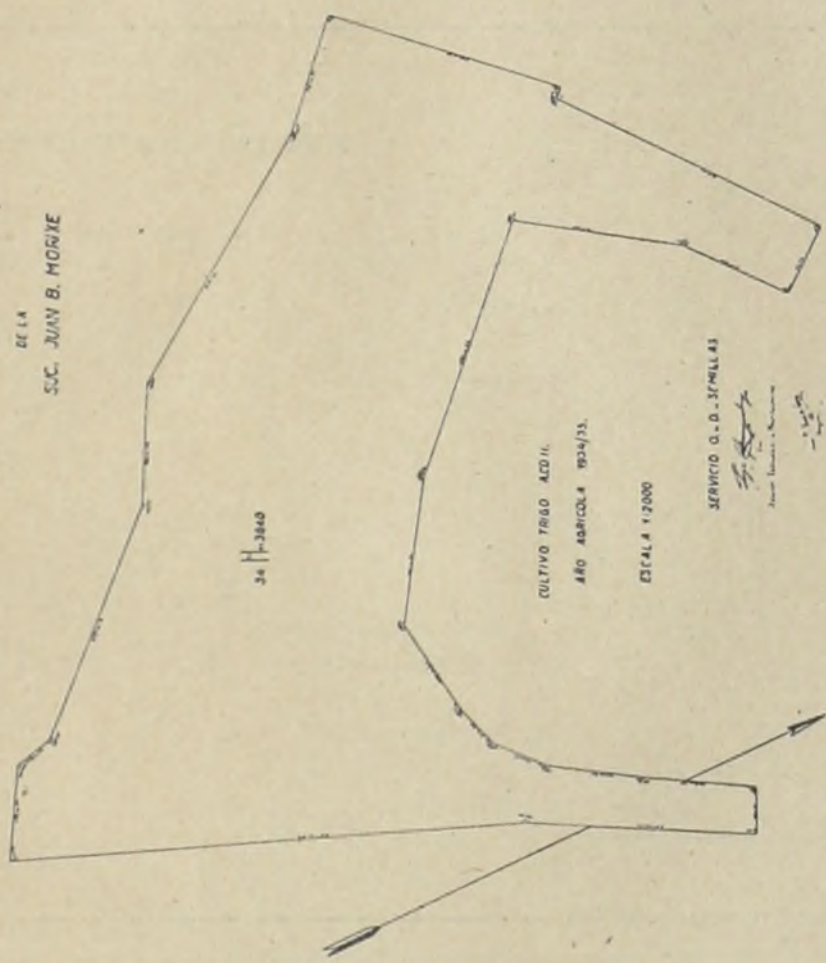
ARO AGRICOLA 1934/35.

ESCALA 1:2000

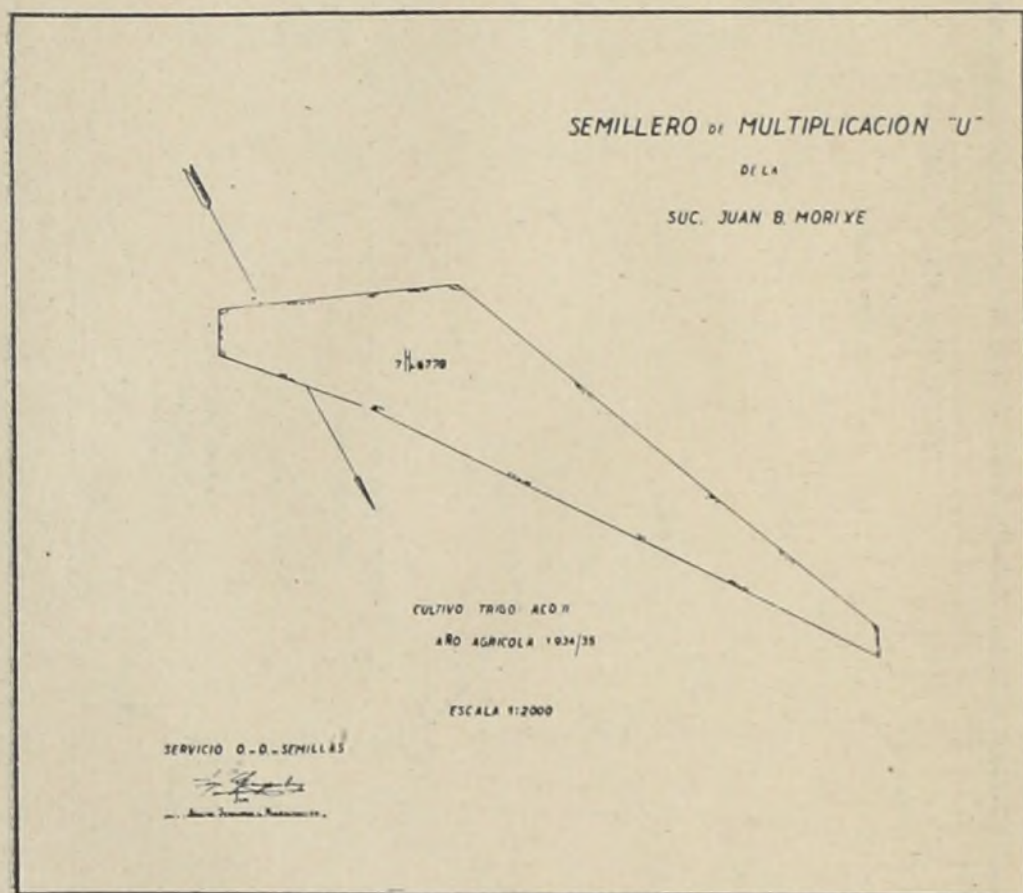
SERVICIO D. D. SIMILLAS

[Signature]
Javier Morales y Quiroga

[Signature]
1934/35



Plano N.º 8



SEMILLERO DE MULTIPLICACION "U"

DE LA
SUC. J. B. MORIXE

CULTIVO TRIGO LARRABAGA

AÑO AGRICOLA 1934/35

SERVICIO D. O. SEMILLAS

[Signature]
D. O. Semillas

ESCALA 1:2000

10 H 25 00

