

II. EL CONCEPTO DE DIAGNOSIS FOLIAR APLICADO AL CONTROL BIOQUÍMICO DE LA NUTRICIÓN DE MAÍZ Y PATATAS EN UNA EDAD FISIOLÓGICA DETERMINADA

Esta segunda parte está dirigida a estudiar la acción de los fertilizantes sobre la composición química de las hojas y las relaciones existentes entre esta composición y la producción, para determinar la fertilidad de los suelos por métodos bioquímicos.

La diferencia entre el método de diagnosis foliar y los de la agricultura tradicional es que aquél no utiliza como expresión analítica de la composición de la planta ni el suelo ni el fertilizante aplicado, sino la condición química de la hoja en diferentes estados del ciclo de la vida de la planta (110).

Con la aplicación de este método es posible estudiar las variaciones, en la nutrición mineral de la planta, producidas por factores químicos, físicos y biológicos y, por consiguiente, aplicarlo a los problemas de los efectos de los fertilizantes (113). La evidencia experimental es de que el método es necesario establecerlo por la experiencia, y en situaciones y años meteorológicos diversos.

Las plantas cultivadas en parcelas de experimentación igualmente tratadas, como se deduce del análogo desarrollo y producción, están, generalmente, y con suficiente aproximación, representadas por análoga diagnosis foliar, e inversamente, plantas que crecen en parcelas tratadas de un modo diferente tienen diferente diagnosis foliar.

Las investigaciones sobre estos problemas son ilustradas por medio de maíz y patatas cultivadas en parcelas de experimentación de la Misión Biológica de Galicia, que vienen tratándose desde 1929 con estiércol y fertilizantes minerales.

CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE LAS ESTACIONES
DE 1951 Y 1952.

Las condiciones meteorológicas durante los meses de la experiencia se dan en la tabla XI. El período de recogida de muestras de patatas fué del 7 al 10 de junio en ambos años, y para maíces del

TABLE XI

Lluvia y temperatura media diaria durante los periodos próximos a la recogida de muestras

Periodo	Lluvia en m/m. ³	Temperatura media diaria	Periodo	Lluvia en m/m. ³	Temperatura media
10 Mayo - 7 Junio 1951	140,1	13,5	1 Mayo - 10 Junio 1952	156,8	17,0
10 Julio - 20 Agosto 1951	55,2	17,3	7 Junio - Agosto 1952	14,4	19,6

7 al 15 de agosto en el año 1951, y del 7 al 11 del mismo mes para el año 1952.

SUELO

El suelo de las parcelas en donde se han llevado a cabo las experiencias es arenoso y de origen granítico. El análisis mecánico medio indica una mayor cantidad de arena fina que gruesa, siendo pequeña la fracción arcilla según indican los siguientes porcentajes; arena fina, 38 por 100 ; arena gruesa, 34 por 100 ; limo, 24 por 100 , y arcilla, 4 por 100. El pH medio es de 5,9, y la cantidad de materia orgánica, obtenida por el método de Walkley y Black, es de 3,8 por 100.

El análisis químico de los macro y microelementos que se indican dieron los siguientes valores :

N	0,2 ‰
P	250 ppm.
K	600 »
Ca	2.000 »
Mg	20 »
Fe	15 »
Mn	5 »
Zn	14 »
Cu	5 »
Co	0,8 »

DIAGNOSIS FOLIAR DE PATATAS SOMÉTIDAS A DISTINTOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZANTES

Las patatas utilizadas en la presente investigación son de la variedad Industria de la Misión Biológica, en la experiencia de 1951, y procedente de la Estación de la Mejora de la Patata de Vitoria, en la de 1952.

Los portadores de los nutrientes minerales usados en los diferentes tratamientos fueron : de nitrógeno, nitrato-amónico ; de fósforo, superfosfato, y de potasio, sulfato de potasa.

Las muestras tomadas fueron hojas de tamaño medio en ramas a la altura media del tallo. Las hojas se secaron a 60° en estufa, y de nuevo se desecaron a 100° antes de pesar.

Los resultados de los análisis de las hojas, en rama media del tallo, se dan en las tablas XII y XIII, expresados en porcentajes: a) de nitrógeno, ácido fosfórico, potasa, cal y magnesia en la hoja seca ; b) equivalentes miligramo ; c) composición de la unidad NPK, y d) constitución de la unidad alcalina compuesta K Ca Mg.

OBTENCIÓN DEL EQUILIBRIO ENTRE LOS NUTRIENTES EN UNIDADES NPK Y KCaMg.

Los conceptos de cantidad y calidad de los constituyentes minerales, están expresados en el análisis en términos de materia seca de la hoja. Como la calidad de nutrición, según la usó Thomas, está relacionada con las reacciones químicas que se produ-

cen en la hoja,* sus valores se expresan en equivalentes miligramo.

De las fórmulas 1, 2, 3 y 4, indicadas en (la primera parte de nuestro trabajo, se obtienen los factores para el nitrógeno, fósforo y potasio, que son, respectivamente, 71,4, 43,3 y 21,3, a partir de los que se calcula el % de cada uno en la suma total de todos ellos. En la misma forma se calculan los demás valores y los de la unidad K Ca Mg. Los valores de ambas unidades para patatas se indican en las tablas XII y XIII.

TRATAMIENTOS.

El campo donde se cultivaron las patatas en la experiencia de 1951 fué dividido en parcelas, de acuerdo con los siguientes tratamientos :

1) Parcelas con tratamiento completo y omitiendo uno o dos de los elementos, según los siguientes tratamientos: N, P, K, NP, NK, NPK. A éstos se les adicionaron 20 toneladas de estiércol.

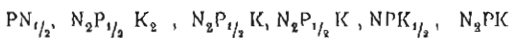
2) Parcelas con los anteriores tratamientos y cal.

3) Parcelas con los tres nutrientes fundamentales: N, P y K y Ca, sin estiércol.

Los fertilizantes adicionados lo fueron en las siguientes proporciones: N, 70 Kg/Ha; P_2O_5 , 80 Kg/Ha y K_2O , 50 Kg/Ha; el primero como sulfato amónico, el segundo como superfosfato y el último como sulfato de potasa.

En las fertilizaciones de 1952 se han llevado a cabo los tratamientos anteriores con 20 toneladas de estiércol y los siguientes adicionales :

1) Parcelas con fertilizante completo en las siguientes proporciones de N, P y K :



2) Parcelas con fertilización completa y boro.

3) Parcelas con fertilización completa y todos los microelementos fundamentales.

Debido a la heterogeneidad en los sistemas de fertilización de

TABLA
Porcentajes de N, P₂O₅ y K₂O en hojas secas, intensidad de nutrición,

Fecha de toma de muestra	Tratamiento	En % de materia seca			
		N M _x	P ₂ O ₅ M _y	K ₂ O M _z	M _x + M _y + M _z (s)
VARIEDAD INDUSTRIA					
7 junio 1951...	NPK	3,78	0,65	1,67	6,10
» » »	NPK + Ca	4,60	0,42	2,90	7,92
» » »	NK	3,37	0,58	1,20	5,16
» » »	NP	3,65	0,56	1,11	4,32
» » »	PK	3,58	0,77	1,05	5,40
» » »	NK + Ca	2,86	0,67	1,19	4,70
» » »	Ca	4,10	0,56	3,30	7,96
» » »	P	3,98	0,62	2,70	7,30
» » »	E	4,80	0,53	1,18	6,5
» » »	K	4,12	0,54	2,90	7,56
» » »	Control	3,14	0,65	1,15	4,94
VARIEDAD INDUSTRIA					
10 junio 1952...	NPK _{1/2}	3,94	0,82	0,58	5,34
» » »	NPK	4,15	0,82	0,35	5,32
» » »	P	3,90	0,80	0,41	5,11
» » »	N	4,20	0,64	0,82	5,66
» » »	PN	4,02	0,69	0,40	5,11
» » »	NPK + Bo	4,05	0,87	0,47	5,31
» » »	NPK + M. E.	3,72	0,87	0,47	5,06
» » »	PK	4,13	0,91	0,40	5,46
» » »	N ₂ PK	4,18	0,78	0,58	5,54
» » »	NK	4,10	0,84	0,47	5,41
» » »	K	3,90	0,68	0,82	5,40
» » »	Control	5,45	0,71	0,71	5,97

XII

equivalente en miligramos y de la unidad N P K en patatas

Equivalentes miligramo				Composición de la unidad N P K		
N E _x	P ₂ O ₅ E _y	K ₂ O E _z	E _x + E _y + E _z S	$\frac{E_x}{S} \cdot 100$ X	$\frac{E_y}{S} \cdot 100$ Y	$\frac{E_z}{S} \cdot 100$ Z

DE LA MISION

270,5	27,5	35,9	332,9	81,20	8,25	10,55
329,0	17,7	61,3	408,0	80,65	4,34	15,01
241,6	24,5	25,4	291,5	82,90	8,40	8,70
261,0	27,3	23,5	308,2	84,55	8,85	7,60
255,5	32,6	22,2	310,7	82,35	10,50	7,15
203,0	28,3	25,2	256,5	79,16	9,82	11,02
293,6	23,6	69,7	386,7	75,87	6,10	18,03
284,4	26,2	57,9	368,5	77,37	7,13	15,50
343,3	22,4	24,5	390,6	87,85	5,75	6,40
294,4	22,8	61,3	378,5	77,74	6,03	16,23
224,4	27,4	24,3	276,1	81,31	9,90	8,79

DE VITORIA

281,6	34,7	12,3	328,6	86,21	10,05	3,74
296,4	34,7	7,4	338,5	87,60	10,21	3,93
278,6	33,8	8,7	321,1	86,80	10,50	2,70
300,0	27,1	17,3	344,4	87,10	7,88	5,02
287,0	29,2	8,5	324,7	88,41	8,97	2,02
289,6	36,8	9,4	336,3	86,13	10,93	2,94
265,9	36,8	9,9	312,6	85,07	11,77	3,16
294,6	38,5	8,5	341,6	86,27	11,25	2,48
298,4	33,0	12,3	343,7	80,85	9,61	3,54
292,8	35,5	9,9	338,2	86,60	10,48	2,92
278,6	28,8	17,3	324,7	85,80	8,87	5,33
324,6	30,0	15,0	369,6	87,82	8,12	4,06

TABLA
Poncentajes de K₂O, CaO y MgO en hojas secas, equivalentes

Fecha de toma de muestras	Tratamiento	En % de materia seca			
		K ₂ O M _v	Ca O M _v	Mg O M _w	
VARIEDAD INDUSTRIA					
7 junio 1951... ..	NPK	1,67	2,18	1,02	
» » »	NPK + Ca	2,90	1,90	1,25	
» » »	NK	2,70	3,04	1,72	
» » »	NP	1,11	3,05	1,46	
» » »	PK	1,05	3,30	1,13	
» » »	NK + Ca	1,19	3,80	1,37	
» » »	Ca	3,30	2,35	1,27	
» » »	P	2,70	2,35	1,13	
» » »	E	1,18	3,04	1,35	
» » »	K	2,90	2,51	1,08	
» » »	Control	1,15	3,99	1,86	
VARIEDAD INDUSTRIA					
11 junio 1952	NPK _{1/3}	0,58	2,50	1,37	
» » »	NPK	0,35	3,32	1,43	
» » »	P	0,41	3,17	1,66	
» » »	N	0,82	2,50	1,29	
» » »	PN	0,40	1,34	1,22	
» » »	NPK + B	0,47	3,78	1,16	
» » »	NPK + M. E.	0,47	3,31	1,20	
» » »	PK	0,40	2,69	1,11	
» » »	N ₂ PK	0,58	3,46	1,35	
» » »	NK	0,47	2,68	1,16	
» » »	K	0,82	5,20	1,09	
» » »	Control	0,71	4,66	1,24	

XIII
alcalinos y constitución de la unidad alcalina K Ca Mg en patatas

Equivalentes Miligramo				Constitución de la unidad alcalina compuesta K Ca Mg		
K ₂ O A _x	Ca O A _y	Mg O A _z	A _x + A _y + A _z S	$\frac{A_x \times 100}{S}$ U	$\frac{A_y \times 100}{S}$ V	$\frac{A_z \times 100}{S}$ W
DE LA MISION						
35,40	77,80	51,00	164,20	21,50	47,30	31,20
61,70	67,90	62,50	192,10	—	—	—
57,35	107,23	86,00	250,58	22,70	42,80	34,50
23,56	108,90	73,00	205,96	11,95	52,90	35,15
22,30	117,80	56,50	196,60	11,37	60,01	28,70
25,25	124,98	68,50	218,73	11,55	57,15	31,35
70,15	83,98	63,50	267,63	32,22	38,00	29,20
57,47	83,98	56,50	197,95	29,02	42,47	28,51
25,07	108,00	67,50	201,37	12,53	53,85	33,62
61,70	89,65	54,00	205,35	30,02	43,70	26,28
24,44	142,20	93,00	259,66	9,30	54,20	36,50
DE VITORIA						
12,31	89,25	68,50	170,06	7,24	52,55	40,25
7,40	118,45	71,50	197,39	3,76	60,20	36,40
8,72	113,30	98,00	220,02	3,96	51,50	44,54
17,42	89,25	64,50	171,17	10,28	52,15	37,65
8,48	117,90	61,00	117,38	7,25	40,75	52,00
9,98	134,90	58,00	202,88	4,95	66,40	28,60
9,98	118,10	64,00	192,08	5,20	61,50	33,30
8,48	96,12	55,50	160,10	5,35	60,00	34,65
12,31	123,50	67,50	203,31	6,00	60,80	33,20
9,98	95,65	58,00	163,63	6,11	58,55	35,54
17,42	185,50	54,50	267,42	6,67	72,00	21,45
15,08	166,30	62,00	243,38	6,20	68,30	25,53

las parcelas en años anteriores a las experiencias, el número de réplicas llevadas a cabo para cada tratamiento fueron tres en el año 1951, y cuatro en 1952, en lugar de dos que indican los investigadores americanos como suficientes para el análisis foliar.

CARACTERÍSTICAS DE LAS HOJAS

El color de las hojas fué notablemente diferente en algunos tratamientos.

Los controles fueron plantas poco desarrolladas, con clorosis pronunciada, algunas dobladas hacia arriba y muy atacadas de mildium.

Los tratamientos de N dieron color verde intenso en la hoja y muchas plantas más altas que los otros tratamientos.

Las plantas con K y sin estiércol presentaron ligera clorosis, y hubo muchos fallos en el nacimiento.

Las plantas con P presentaron también ligera clorosis, produciéndose algunos fallos en el nacimiento, y siendo el desarrollo ligeramente inferior al tratamiento NPK.

Las parcelas tratadas con NK presentaron, en general, buen aspecto, y algunas color intenso análogo al tratamiento de N.

Los tratamientos PK fueron plantas de desarrollo normal, pero con algo de clorosis.

Los tratamientos NPK presentaron muy buen aspecto y desarrollo, pudiendo considerarse como plantas normales.

Las plantas con NPK + Ca presentaron un desarrollo algo inferior al tratamiento NPK, con mayor intensidad de color y mayor cantidad de malas hierbas que cualquier otro tratamiento.

Las plantas tratadas con PK + Ca eran de desarrollo y color análogo a las normales y semejantes, en cuanto a estos factores, a las NP + Ca, pero éstas menos desarrolladas.

Las plantas con E eran de hojas ligeramente más anchas que ningún otro tratamiento y con color muy intenso.

Los tratamientos $N_2P_{1/2}K_2$, $N_2P_{1/2}K$ y N_2PK presentaron coloración verde intensa y aspecto parecido, aunque la producción difería, siendo la menor el tratamiento N_2PK .

Las plantas $NPK_{1/2}$ presentaban aspecto y desarrollo normal.

Los tratamientos NPK + Bo eran de color normal; pero algunas hojas plegadas ligeramente hacia abajo.

Las parcelas NPK + ME presentaban ligera clorosis y plantas menos desarrolladas que la mayor parte de los tratamientos.

RELACIÓN DEL SISTEMA INTENSIDAD-BALANCE A LOS FERTILIZANTES ADICIONADOS Y A LA PRODUCCIÓN

La relación entre los índices de diagnosis foliar y la producción puede interpretarse más fácilmente tomando el centro de gravedad de los números que muestran la evolución del equilibrio entre las unidades N-P₂O₅-K₂O (120). Esta resultante da entonces una

TABLE XIV

Valores medios de los datos de diagnosis foliar resultantes de los tratamientos que se indican. Muestras recogidas al comienzo de la floración

Tratamiento	Intensidad	Unidad NPK	Producción referida a hectárea
NPK	6,5	81,2 : 8,25 : 10,55	40,000
NK	6,3	82,9 : 8,40 : 8,70	35,100
PK	5,4	82,3 : 10,50 : 7,15	34,500
NP	4,3	84,5 : 8,85 : 7,60	34,000
Ca	7,9	75,8 : 6,10 : 18,03	27,700
P	7,3	77,3 : 7,13 : 15,50	26,200
E	6,5	87,8 : 5,75 : 6,40	25,200
K	7,5	77,7 : 6,93 : 16,23	23,900
Control	4,1	81,3 : 9,90 : 8,79	19,200

integración de todos los factores que influyen el balance con respecto a estos nutrientes. De un modo análogo puede hacerse con respecto a los valores de las intensidades. En la figura 13 y en la tabla XIV se indican estos valores.

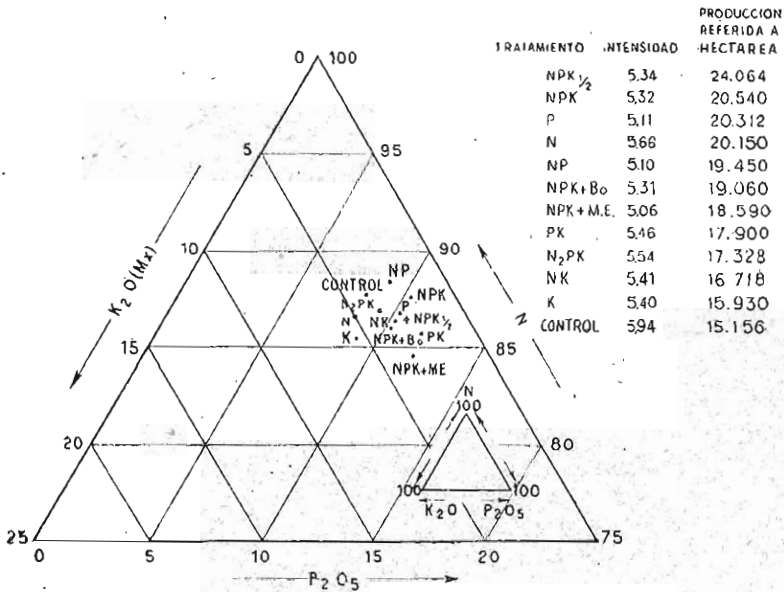
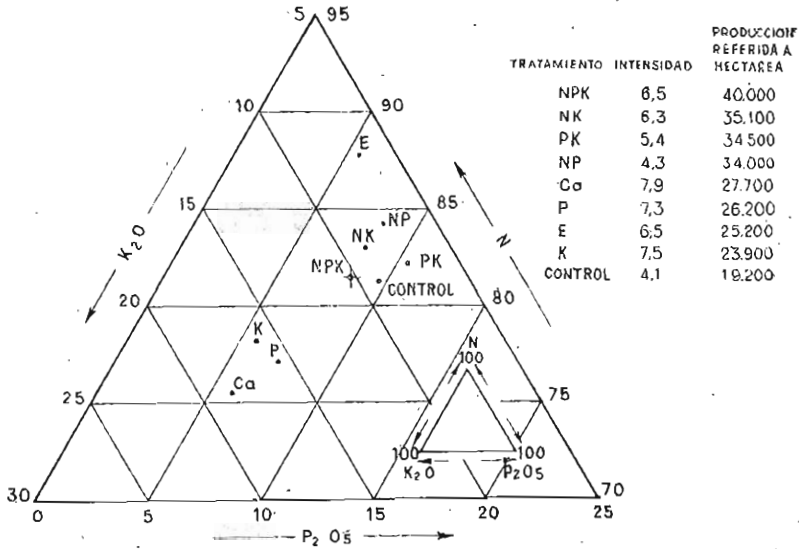
La producción óptima de las parcelas consideradas es la del tratamiento NPK con los siguientes índices: intensidad, 6,5; unidad NPK, 81,2:8,2:10,5, cuya posición está señalada con una cruz. La producción más próxima a esta máxima es la parcela NK

con igual cantidad de N y P, pero sin fósforo; es también la más cercana al óptimo en su posición en el balance, y su intensidad ligeramente inferior a la primera. El tratamiento con el valor de producción siguiente es el PK, sin nitrógeno inorgánico, y sigue también en orden de distancia, con respecto al óptimo, en la unidad NPK, y en intensidad es igualmente inferior a la del tratamiento anterior. La parcela NP le sigue en producción y en posición con respecto al óptimo, y su intensidad es inferior a la de todos los tratamientos de los elementos minerales y estiércol.

La parcela tratada con Ca ocupa una posición especial en el balance: su intensidad de nutrición, 7,9, es la mayor de todos los tratamientos, y su producción intermedia entre las más bajas y las más altas. Sin embargo, su posición en el balance es la más alejada del óptimo e indica a su vez un efecto favorable en la absorción de potasio por la planta.

La posición del tratamiento P da idea del valor fisiológico del fósforo en este cultivo. Dicha posición indica que su introducción aislada en la fertilización de patatas, en estos suelos, tiende a aumentar la absorción de potasio y a incrementar la intensidad muy por encima del óptimo, pero su posición, alejado del vértice $P_2O_5 = 100$, indica poca influencia en su absorción por la planta. Del mismo modo los tratamientos que le siguen en producción E y K son, con el P y Ca, los de intensidades más elevadas de todos los tratamientos. Los valores fisiológicos del E y del K, último éste en producción, excepto el control, están indicados también por su posición: el primero ocupa una posición única, indicando el valor fisiológico en la absorción del N, y la adición del segundo incrementa su efecto en estos suelos, si bien no ejerce influencia positiva en la del nitrógeno ni fósforo. La posición con respecto al óptimo de producción del control muestra que el balance no es tan pobre como la mayor parte de los tratamientos que tienen mayores producciones, pero la intensidad es, relativamente, muy baja.

Las experiencias de 1952 fueron dirigidas a tratamientos múltiples con fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potasa, y a ver la acción del Bo, y de los microelementos fundamentales conjuntamente. La variedad utilizada fué «Industria de Vitoria», llevando a cabo el cultivo en una parcela distinta de la del año ante-



FIGS. 13 y 14.

Relación de la intensidad de nutrición y de la unidad NPK con la producción en hoja media de patata resultante de los tratamientos que se indican. Las muestras correspondientes a la fig. 1 se tomaron al comienzo de la floración y las de la 2 al final de la floración.

rior. Todos los tratamientos se llevaron a cabo con estiércol, excepto el control. La recogida de muestras se realizó al final del período de floración.

TABLA XV

Valores medios de los datos de diagnosis foliar resultantes de los tratamientos que se indican. Muestras recogidas al final del periodo de floración

Tratamiento	Intensidad	Unidad NPK	Producción referida a hectárea
NPK _{1/2}	5,34	86,2 : 10,0 : 3,7	24,064
NPK	5,32	87,6 : 10,2 : 2,1	20,540
P	5,11	86,8 : 10,5 : 2,8	20,312
N	5,66	87,1 : 7,8 : 5,0	20,150
PN	5,10	88,4 : 8,9 : 2,6	19,450
NPK + Bo	5,31	86,1 : 10,9 : 2,9	19,060
NPK + M. E.	5,06	85,0 : 11,7 : 3,1	18,590
PK	5,46	86,2 : 11,2 : 2,4	17,900
N ₂ PK	5,54	86,8 : 9,6 : 3,5	17,320
NK	5,41	86,6 : 10,4 : 2,9	16,718
K	5,40	85,8 : 8,8 : 5,3	15,930
Control	5,67	87,8 : -8,1 : 4,0	15,156

+ M. E. = microelementos:

Las producciones en todas las parcelas han sido muy bajas en comparación con la experiencia de 1951 debido, fundamentalmente, a fallos en el nacimiento. En la figura 14 y en la tabla XV se muestran los resultados.

El óptimo de producción de los tratamientos considerados fueron, como en la estación de 1951, los NPK, con la mitad e igual cantidad de potasio, respectivamente, a los del año anterior y con los siguientes valores de diagnosis : NPK_{1/2}, intensidad, 5,34 ; unidad NPK, 86,2 : 10,0 : 3,7 ; NPK, intensidad, 5,31 ; unidad NPK, 87,6 : 10,2 : 2,2. La posición en el balance de ambos, marcado con una cruz, es muy próxima, como lo es también el tratamiento P, que le sigue en producción y con intensidad igualmente decreciente con respecto al óptimo.

Los tratamientos N, que le siguen en producción, tienen un

índice algo más elevado que el óptimo, pero su posición en el balance, aunque en la misma horizontal que el óptimo, es de los más alejados del mismo, no mostrando correlación con la producción. La parcela siguiente NP sigue disminuyendo en producción e intensidad, y se encuentra más alejada del óptimo que las dos segundas en producción.

La fertilización que sigue en producción NPK + Bo, con una intensidad prácticamente igual a la del óptimo y con un balance cercano al mismo, esto es, con índices aproximadamente iguales, nos indican que su producción debería acercarse más a la del óptimo. Las anomalías de índole genético de esta experiencia hace el que se requiera información adicional para generalizar sobre el efecto de este micronutriente y su interacción con los elementos fertilizantes. El mismo tratamiento anterior de los elementos fertilizantes, pero con los micronutrientes Fe, Mn, Bo, Cu, Zn, Co, y Mo y que le sigue en producción, produjo anomalías en el valor de los índices, siendo la intensidad inferior a todos los demás casos y la posición del balance de los más alejados del óptimo, aun cuando la producción es intermedia entre el máximo y el control. NK y PK, de producciones bajas, tienen igual intensidad, y su posición en el balance, especialmente el primero, están muy próximos al tratamiento óptimo. Finalmente, la intensidad del control es anómala con respecto a las demás producciones, ya que es la superior a todos estos tratamientos, siendo la de mayor diferencia con el óptimo. Su balance, a la vez, es de las más alejadas de la posición de aquél.

APLICACIÓN DEL CONCEPTO UNIDAD ALCALINA KCaMg COMO ÍNDICE EN EL ANÁLISIS FOLIAR

En la tabla XIII se indican los valores del K_2O , CaO y MgO , equivalentes alcalinos en miligramos y la constitución de la unidad alcalina expresada como unidad KCaMg —de análoga manera a la unidad NPK—, en patatas de la experiencia de 1951. En las figuras 15 y 16 se expresa el equilibrio K Ca Mg. El vértice superior representa el 100 por 100 de la unidad MgO ; el de la izquierda, en la base, el 100 por 100 K_2O , y el de la derecha, el 100 por

100 CaO, indicando la figura solamente una porción del triángulo, como en el caso de la unidad NPK.

En los trabajos de Thomas (120) el desequilibrio de la unidad $K_2O-CaO-MgO$, resultante de los diferentes tratamientos, está indicado por la desviación con respecto a la línea recta que pasa por los puntos del tratamiento de máxima producción, indicando la naturaleza de este desequilibrio por la forma y longitud entre los datos de las muestras en diferentes períodos del desarrollo. En la presente investigación (fig. 15) la línea que pasa por la posición del balance NPK-NK-PK-NP, que son los cuatro tratamientos de mayor producción, es también recta, y, en general, la distancia entre esta línea y la posición del balance de los demás tratamientos indica el desequilibrio en relación con la producción. La posición de los balances NK y PK cerca del óptimo y que además le siguen en producción, y la mayor distancia del NP, que le sigue a ellos, parece mostrar en cada caso la naturaleza del desequilibrio a lo largo de la recta.

Los tratamientos de la figura 16 no siguen una correlación tan definida como en el caso anterior, si bien las tres primeras producciones que siguen al óptimo están próximas a éste.

DIAGNOSIS FOLIAR DEL MAÍZ SOMETIDO A DIFERENTES TRATAMIENTOS DE FERTILIZANTES

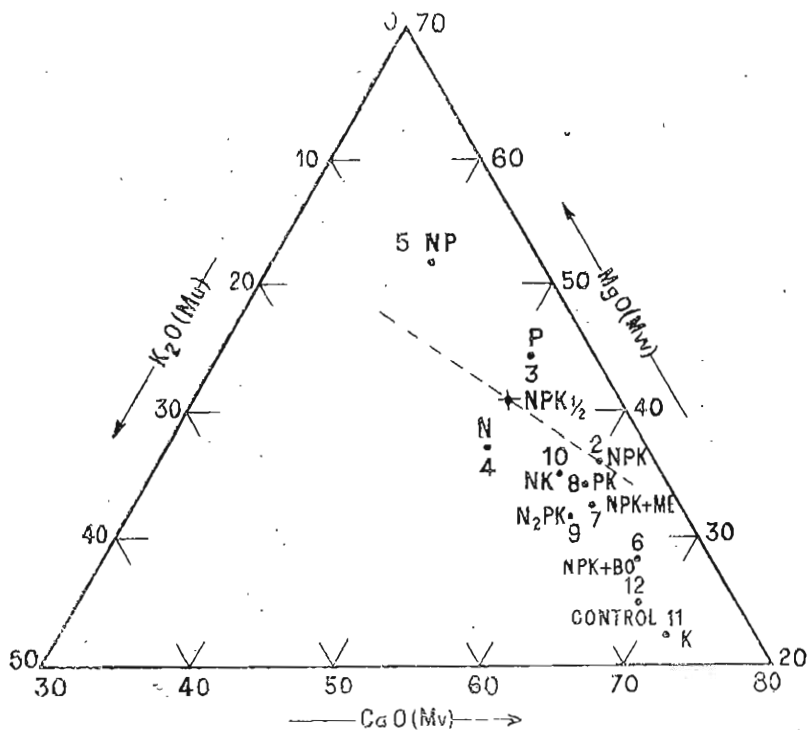
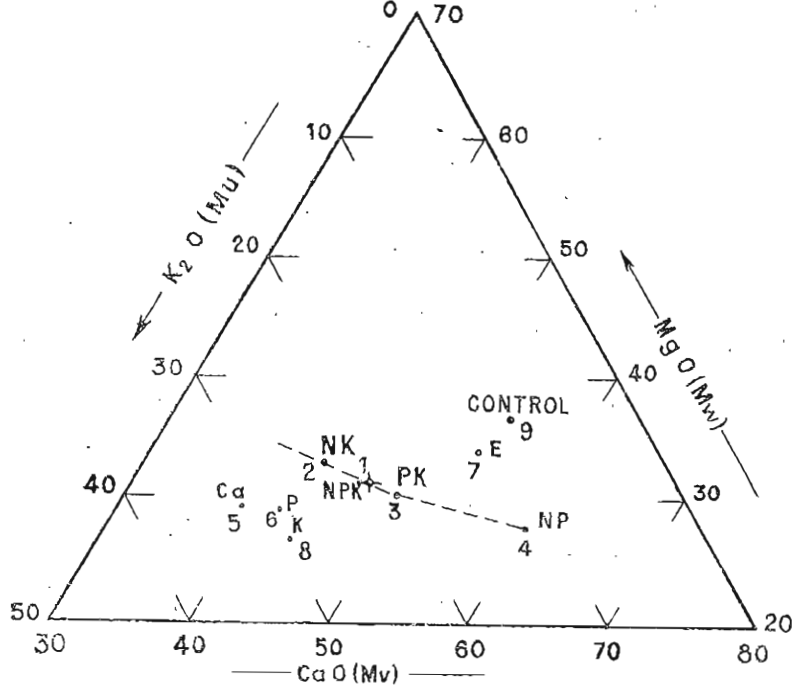
Al igual que con las patatas, las parcelas para el maíz se dividieron de acuerdo con los siguientes tratamientos:

- 1) Parcelas con los tratamientos de fertilizantes completos y algún elemento omitido: N, P, K, NP; NK, PK, NPK.
- 2) Parcelas con el nitrógeno enterrado, de cobertura, la mitad enterrado y la otra mitad de cobertura.
- 3) Parcelas recibiendo diferentes cantidades de N, P y K en los tratamientos siguientes:

$N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}$, N_2PK_2 , $N_{1/2}K_{1/2}P$, $NPK_{1/2}$, $N_{1/2}PK$, $NP_{1/2}K$, $N_{3/2}PK$, $N_{1/2}PK$, $N_{2/2}P_{1/2}K_{1/2}$

todas ellas con adición de 20 toneladas de estiércol.

- 4) Parcelas con fertilizante completo, más los siguientes mi-



Figs. 15 y 16.

Equilibrio CaO-K₂O-MgO en hoja media de patata resultante de los tratamientos que se indican. Las líneas de puntos se trazaron a partir del óptimo experimental. Los números se corresponden con los valores de la producción. Las muestras correspondientes a la fig. 3 se toman al comienzo de la floración y las de la 4 al final de la floración.

T A B L A
Porcentajes de N, P₂O₅ y K₂O, en hojas secas, intensidad en

Fecha de toma de muestra	Tratamiento	En % de materia seca			
		N M _x	P ₂ O ₅ M _y	K ₂ O M _z	M _x + M _y + M _z (s)
79 ♀					
10 agosto 1951	PK + Ca	3,66	0,72	0,68	4,76
» » »	P + Ca	2,62	0,84	0,30	3,76
» » »	NPK	2,98	0,62	0,22	3,82
» » »	NPK + Ca	2,72	0,45	0,52	3,69
» » »	E	2,34	0,39	0,18	2,91
» » »	NK	3,01	0,35	0,80	4,16
» » »	NP + Ca	2,58	1,10	0,31	3,99
» » »	PK Ca	2,58	0,75	0,54	3,87
» » »	PK	2,68	0,86	0,72	4,26
» » »	Control	2,93	0,45	0,89	4,27
76 ♀					
10 agosto 1951	NPK + Ca	2,94	0,84	0,63	4,41
» » »	N ₂ K ₂	3,15	0,75	0,96	4,82
» » »	N ₂ + Ca	3,36	1,01	0,89	5,25
» » »	N ₂ K ₂ P + Ca	3,30	0,76	0,57	4,63
» » »	NK + Ca	3,06	1,25	0,57	4,88
» » »	Control (E)	2,68	0,83	0,53	4,06
» » »	N + Ca	2,76	0,90	0,76	4,42
79 X					
15 agosto 1952	NK	2,50	0,71	0,94	4,55
» » »	NPK	2,60	0,75	0,78	4,13
» » »	NPK + Ca	2,12	0,68	0,57	4,07
» » »	N _{3/2} PK	2,80	0,65	0,57	4,02
» » »	N ₃ PK	2,73	0,86	0,69	4,28
» » »	N	2,49	0,63	1,36	4,48
» » »	NP	2,30	0,65	1,18	4,13
» » »	E	2,76	0,81	1,03	4,34
» » »	Control	2,76	0,66	0,51	3,93
Tratamiento con					
15 agosto 1952	NPK + Mn	2,20	0,77	1,07	4,06
» » »	NPK + Fe	2,80	0,65	1,07	4,25
» » »	NPK + Bo	2,50	0,67	0,89	4,06
» » »	NPK + Ca	2,54	0,59	0,83	3,96
» » »	NPK + Co	2,86	0,82	1,07	4,75
» » »	NPK + Zn	2,80	0,84	1,37	5,01
» » »	NPK + Mo	2,68	0,79	0,77	4,24
» » »	NPK + M. E.	2,30	0,50	0,94	3,74

XVI

nutrición, equivalentes, miligramo y unidad N P K en maíz

Equivalentes miligramo				Composición de la unidad N P K		
N E _x	P ₂ O ₅ E _y	K ₂ O E _z	E _x + E _y + E _z S	$\frac{E_x \cdot 100}{S}$ X	$\frac{E_y \cdot 100}{S}$ Y	$\frac{E_z \cdot 100}{S}$ Z
86 ♂						
262,0	34,0	14,4	310,4	84,39	4,65	10,96
187,5	35,5	6,8	229,3	81,78	15,48	2,74
213,2	26,2	4,7	244,1	87,32	10,73	1,95
194,7	19,0	11,0	224,7	86,02	8,48	4,90
167,4	16,5	3,7	187,6	89,25	8,78	1,97
215,5	14,8	16,8	247,1	87,21	5,99	6,80
184,5	46,5	6,6	237,6	77,67	19,55	2,78
184,5	31,7	11,4	227,6	87,05	13,93	5,02
191,8	36,3	15,2	243,3	78,86	14,90	6,24
208,6	19,0	18,8	246,4	84,70	7,70	7,60
42 ♂						
210,4	35,5	13,3	259,2	81,21	13,67	5,12
225,2	31,7	20,0	276,0	81,29	11,47	7,24
240,4	42,7	18,8	301,9	79,61	14,15	6,24
236,2	52,0	12,1	300,3	78,65	17,32	4,02
215,2	52,8	12,1	280,1	76,81	18,87	1,33
191,7	35,7	11,2	238,6	80,38	14,95	4,67
197,5	38,0	16,1	251,6	78,50	15,10	6,40
35						
205,2	30,0	20,0	255,2	80,40	11,75	7,85
185,9	31,7	16,5	234,1	79,34	13,57	7,09
201,6	28,8	12,1	242,5	83,12	11,88	5,00
200,0	27,5	12,1	239,6	83,50	11,44	5,06
195,1	36,4	14,6	246,1	79,30	14,76	5,94
178,0	26,6	28,8	233,4	76,28	11,38	12,34
164,5	27,4	25,0	216,9	75,86	12,62	11,52
178,9	34,2	21,9	235,0	76,15	14,55	9,30
197,2	27,8	10,8	235,8	83,62	11,80	4,58
microelementos						
158,8	33,5	22,6	214,9	73,89	15,60	10,51
200,0	27,4	22,7	250,1	80,00	10,93	9,07
178,8	28,3	18,8	225,9	79,15	12,53	8,32
181,6	25,0	17,5	224,1	81,06	11,14	7,80
204,4	34,6	22,6	261,6	78,60	13,31	8,63
200,5	35,5	29,0	265,0	75,60	13,40	10,96
191,5	33,4	16,2	241,1	79,41	13,87	6,72
164,0	21,1	19,8	205,3	80,12	10,25	9,63

microelementos: Fe, Mn, Bo, Cu, Co, Zn y Mo por separado y conjuntamente.

5) Tratamientos de fertilizantes completos y con algún elemento omitido, más cal.

Los portadores de nitrógeno utilizados fueron, en la experiencia de 1951, cianamida, y como cobertura nitrato amónico, y en la de 1952 sulfato y nitrato amónico, respectivamente. Los portadores de P y K, en ambas estaciones, fueron superfosfato y sulfato de potasa.

Las cantidades unidad aplicadas fueron: N, 130 Kg./Ha., P_2O_5 , 90 Kg./Ha. y K_2O , 60 Kg./Ha. Las variaciones en cantidad están indicadas por los subíndices de los tratamientos.

SÍNTOMAS EN LAS HOJAS

Como ya se indicó en los estudios de exploración, la característica general de las hojas de maíz en la provincia de Pontevedra es el presentar en casi todos los campos deficiencia visual de nitrógeno. En los tratamientos del año 1951, estos síntomas se observaron también en gran parte de las parcelas, mientras que en las aplicaciones de fertilizantes de 1952 se notaron muy pocas deficiencias visuales en este nutriente.

Las plantas de producción óptima NK, $NPK_{1/2}$, NPK no presentaron deficiencia visual. Alcanzaron más desarrollo que en los demás tratamientos, y el color de las hojas era verde oscuro.

Las parcelas $N_{1/2}PK$ presentaron deficiencia visual de N, aun cuando las plantas, espigas y el tamaño de las hojas no difería de las anteriores.

Las plantas $N_{3/2}P_{1/2}K_{1/2}$ y $N_{3/2}PK$ también presentaban clorosis suave, a lo largo de la nervación central, deficiencia visual de nitrógeno y desarrollo ligeramente inferior a las anteriores.

Los tratamientos N eran de tamaño de planta y de espiga inferiores a los arriba indicados, pero la deficiencia visual de N fué apenas perceptible.

Las parcelas NP fueron plantas de mediano desarrollo y con hojas de color verde análogo a los tratamientos de mayor producción, pero el tamaño de las espigas inferior a ellos.

Los tratamientos N₂PK presentaban hojas de color verde muy intenso, y el desarrollo de las plantas y espigas ligeramente inferior a las óptimas, aunque la producción es intermedia entre las de éstas y las de mínima.

Los tratamientos E presentaban intensa deficiencia visual de N con plantas y espigas de mediano desarrollo.

Las plantas con fertilización completa y Mn no presentaban deficiencias, y su desarrollo y producción fué de las más altas.

Los tratamientos con Fe produjeron clorosis intervenal no identificada, y su desarrollo fué inferior al NPK sin los microelementos.

Los tratamientos con Bo, Cu, Co y Mo produjeron manchas amarillas en las hojas y disminución de la producción con respecto a la normal. Algunas de las parcelas de Bo produjeron clorosis intervenal.

Las plantas con todos los microelementos produjeron manchas amarillas en los bordes y desarrollo anormal, dando una de las producciones más bajas de todos los tratamientos.

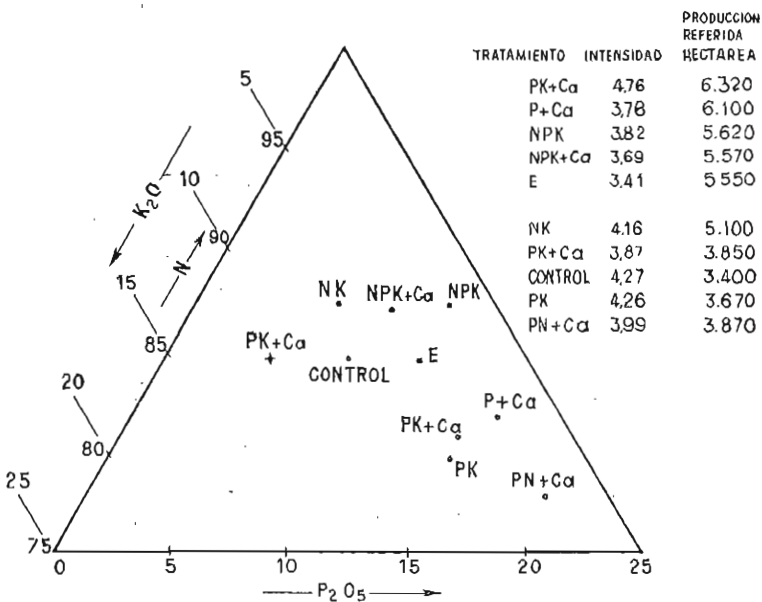
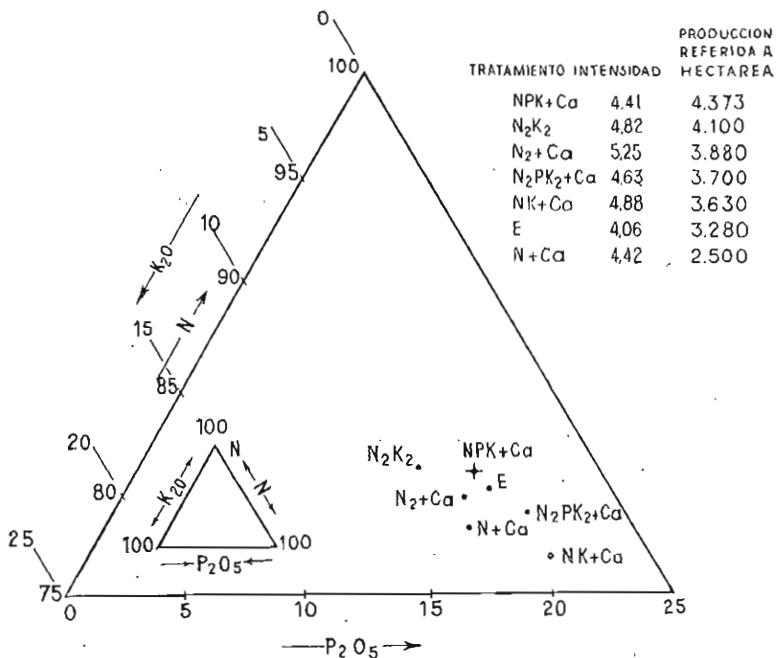
RELACIONES DE LA INTENSIDAD Y EL FACTOR CALIDAD DE NUTRICIÓN A LOS FERTILIZANTES ADICIONADOS Y A LA PRODUCCIÓN

En la figura 17 y tabla XVII se dan los valores medios de las intensidades de nutrición y de la unidad NPK en relación con los tratamientos indicados.

TABLA XVII

Valores medios de las intensidades de nutrición y de la unidad NPK y de la producción en relación con los tratamientos indicados

Tratamiento	Intensidad	Composición de la unidad NPK	Producción de grano referida a hectárea
NPK + Ca	4,41	81,2 : 13,6 : 5,1	4,373
N ₂ K ₂	4,82	81,2 : 11,4 : 7,2	4,100
N ₂ + Ca	5,25	79,6 : 14,1 : 6,2	3,880
N ₂ K ₂ P + Ca	4,63	78,6 : 17,3 : 4,0	3,700
NK + Ca	4,88	76,8 : 18,8 : 4,3	3,630
E	4,06	80,3 : 14,9 : 4,6	3,280
N + Ca	4,42	78,5 : 15,1 : 6,4	2,500



Figs. 17 y 18.

Relación de la intensidad de nutrición y de la unidad NPK con la producción en la tercera hoja de maíz resultante de los tratamientos que se indican. Las muestras se recogieron al final del período de la floración.

La toma de muestras en esta experiencia se realizó en el período final de la floración.

La producción óptima de las parcelas consideradas es la del tratamiento NPK + Ca. Los índices para este tratamiento son: intensidad, 4,41; unidad NPK, 81,2:13,6:5,12, cuya posición está indicada con una cruz. La mayor producción siguiente es la de N₂K₂ con doble cantidad de N y K. Su posición está cerca del óptimo, pero desviado hacia la izquierda.

La posición con respecto al óptimo del tratamiento E, muestra que el balance no es tan pobre como los demás tratamientos con mayor producción, pero la intensidad es relativamente baja, no compensando un buen equilibrio con una intensidad baja. La posición de la parcela NK + Ca es única, y parece indicar la influencia favorable que ejerce el P en la fertilización normal y en la producción y el efecto regulador en la intensidad de nutrición en condiciones de equilibrio normales.

En otra parcela se hicieron los tratamientos que se indican en la tabla XVIII y en la figura 18.

TABLA XVIII

Valores medios de las intensidades de nutrición, unidad NPK y de la producción en relación con los tratamientos indicados

Tratamiento	Intensidad	Unidad NPK	Producción de grano referida a hectárea
PK + Ca	4,76	84,3 : 4, 6 : 10,9	6,320
P + Ca	3,76	81,7 : 15, 4 : 2,7	6,100
NPK	3,82	87,3 : 10, 7 : 1,9	5,620
NPK + Ca	3,69	86,6 : 8, 4 : 4,9	5,570
E	3,41	83,1 : 13, 9 : 2,9	5,550
NK	4,16	87,2 : 5,90 : 6,8	5,100
PN + Ca	3,99	77,6 : 19, 5 : 2,7	3,870
PK + Ca	3,87	81,0 : 13, 9 : 5,0	3,850
PK	4,26	78,8 : 14, 9 : 6,2	3,670
Control	4,27	84,0 : 7, 7 : 7,6	3,400

En general, los tratamientos con E dieron las mayores producciones, y las intensidades de nutrición y la producción disminuyen correlativamente. Esto parece confirmar el valor fisiológico de este suelo del estiércol, si bien parece necesaria la adición de nutrientes fundamentales para conseguir un buen balance.

Los índices del tratamiento óptimo PK+Ca son: intensidad, 4,76; unidad NPK, 84,3:4,6:10,9. La producción e intensidad de nutrición son las más altas de todos los tratamientos, pero la posición del balance alejado del vértice $P_2O_5=100$ por 100 indica que el fósforo no produjo ningún valor fisiológico en este tratamiento. El siguiente tratamiento en producción P+Ca, lo es asimismo en la intensidad de los tratamientos con E, pero el efecto en esta fertilización del fósforo sobre el balance entre las unidades está indicado por la posición hacia el ángulo derecho. Los tratamientos sin E tienden a aumentar la intensidad de nutrición, la cual es en todos ellos superior a los primeros excepto el óptimo. El tratamiento NPK, sin estiércol, que le sigue en producción, tiene intensidad inferior también al óptimo, pero superior a todos los de sin estiércol. Su posición y la de NK y NPK+Ca, más cerca que ningún otro del vértice $N=100$ por 100, indica la influencia del nitrógeno como factor efectivo en el balance.

El tratamiento NPK+Ca, que sigue en producción, es también inferior en intensidad de nutrición, y su desviación hacia la derecha del óptimo y el acercarse más al vértice superior que aquél indican la influencia del nitrógeno sobre el fósforo en presencia del potasio y el incremento y la efectividad del nitrógeno en el equilibrio. La posición del tratamiento E con producción alta, pero intensidad más baja, en la misma horizontal que el óptimo, pero más a la derecha, indican el efecto beneficioso en la absorción del fósforo. PK+Ca y PK, tratamientos de producción baja e intensidad relativamente altas comparadas con los de estiércol y muy próximos, indican que el Ca, en estos suelos, tiene poca acción en el equilibrio PK, pero su posición, muy alejada del óptimo y próxima al vértice $P=100$ por 100, aseveran la acción efectiva del P en el balance. La singular posición del tratamiento PN+Ca, ya en la zona de bajas producciones y muy cerca del vértice $P=100$ por 100, indica una influencia negativa del P sobre el N y positiva de éste sobre aquél. La especial posición del control cerca del óptimo indican nuevamente que el balance no es pobre ni la intensidad de nutrición, pero la producción es baja.

Las experiencias de 1952 se realizaron con el híbrido (79×86), supuesto de mayor producción que los cruces de las experiencias del año anterior. Nuestra idea en esta nueva experiencia era el

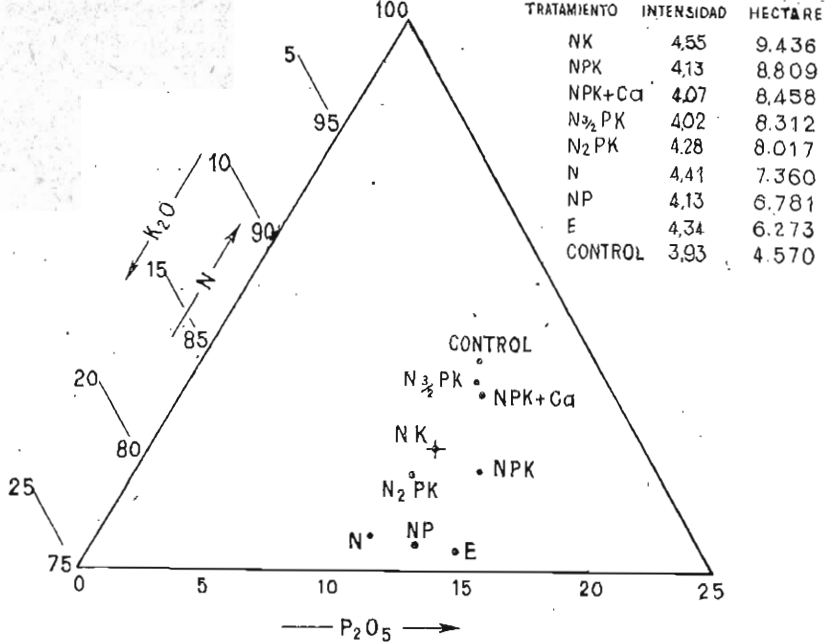


FIG. 19.

Relación de la intensidad de nutrición y de la unidad NPK con la producción en la tercera hoja de maíz resultante de los tratamientos que se indican. Las muestras se recogieron al principio del período de floración.

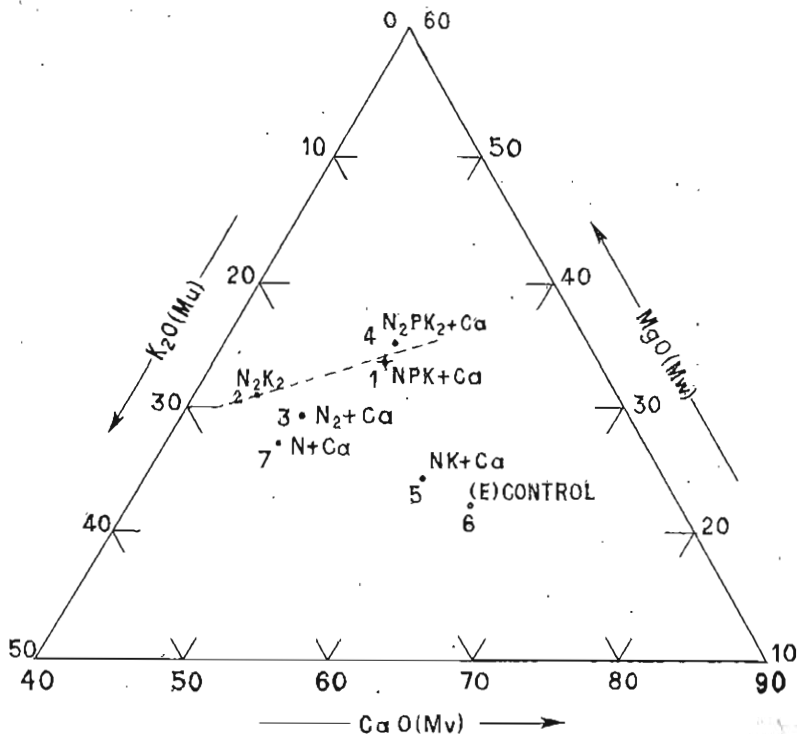


FIG. 20.

Equilibrio K₂O-CaO-MgO en la tercera hoja de maíz resultante de los trata-

confirmar la acción del nitrógeno y fósforo en el equilibrio y los tratamientos óptimos de las experiencias anteriores, y al mismo tiempo probar el efecto de los microelementos sobre el equilibrio y la intensidad de nutrición. Todos los tratamientos, excepto el control, llevan estiércol. También intentamos buscar una mayor correlación, recogiendo las muestras al comienzo de la floración. Las relaciones pueden observarse en la figura 19 y en la tabla XIX.

TABLEA XIX
Valores medios de las intensidades de nutrición de la unidad NPK resultante de los tratamientos indicados

Tratamiento	Intensidad	Unidad NPK	Producción en grano referida a hectárea
NK	4,55	80,4 : 11,7 : 7,8	9,436
NPK	4,13	79,3 : 13,5 : 7,0	8,809
NPK + Ca	4,07	83,1 : 11,8 : 5,0	8,458
N _{3/2} PK	4,02	83,5 : 11,4 : 5,0	8,312
N ₂ PK	4,28	79,3 : 14,5 : 5,9	8,017
N	4,48	76,2 : 11,3 : 12,3	7,360
NP	4,13	75,8 : 12,6 : 11,5	6,781
E	4,34	76,1 : 14,5 : 9,3	6,273
Control	3,93	83,6 : 11,8 : 4,5	4,570

De nuevo las cuatro mayores producciones tienen intensidades que disminuyen progresivamente, siendo el tratamiento de mayor producción también el de mayor intensidad. Los índices para este tratamiento son: intensidad, 4,55; unidad NPK, 80,4 : 11,7 : 7,8, la posición del cual está indicado con una cruz. El próximo en producción, NPK, con los mismas cantidades de N y K que el anterior, pero con la inclusión del P, es también el más cercano a la posición del óptimo, y su intensidad es relativamente próxima a él. El siguiente, NPK + Ca, le sigue en producción y en intensidad de nutrición, pero su posición en el balance parece indicar una acción del calcio, en tratamientos con estiércol, sobre el N y K, aumentando ligeramente la absorción del primero y disminuyendo la del segundo. N_{3/2}PK, que le sigue en producción e intensidad de nutrición al anterior, está todavía más alejado del óptimo,

acercándose al vértice $N=100$ por 100 , y certifica el valor fisiológico del nitrógeno en estos suelos; análogo tratamiento, pero con $2N$, en la parcela $N-PK$, baja la posición del balance a la altura del óptimo, pero más a la izquierda, aumenta la absorción del K con respecto al anterior. La intensidad de este tratamiento se acerca más al óptimo que los anteriores. Los tratamientos N , NP y E , con producciones intermedias entre los más altos y el control, tienen intensidades relativamente altas, pero son los más alejados de la posición del balance del óptimo. La posición del control es única, e indica que el balance no es tan pobre como en el NP , N y E , los cuales tienen más alta producción, pero su intensidad es la más baja.

ACCIÓN DE LOS MICROELEMENTOS

En la tabla XX se indican los índices de diagnosis foliar en tratamientos NPK con estiércol, más los micronutrientes fundamen-

TABLA XX

Tratamiento	Intensidad		Unidad NPK	Producción en grano referida a hectárea
	Hojas normales	con síntomas		
$NPK + Mn$	4,06	3,50	73,8 : 15,6 : 10,5	8,822
$NPK + Fe$	4,25	2,91	80,0 : 10,1 : 9,0	7,787
$NPK + Bo$	4,06	3,87	79,1 : 12,5 : 8,3	7,013
$NPK + Cu$	3,90	2,26	81,0 : 11,1 : 7,8	6,970
$NPK + Co$	4,75	3,50	78,6 : 13,3 : 8,6	6,523
$NPK + Zn$	5,01	3,18	75,6 : 13,4 : 10,9	6,403
$NPK + Mo$	4,24	2,88	79,4 : 13,8 : 6,7	6,139
$NPK + Me$	3,74	2,83	80,1 : 10,2 : 9,6	5,383
Control	3,93		83,6 : 10,8 : 4,5	4,390

tales, individual y colectivamente, realizados en la misma parcela que en la experiencia anterior.

Todos estos elementos produjeron síntomas visuales más o menos intensos, de probable toxicidad, y la posición de la unidad NPK en todos ellos, excepto el Cu y Zn , está cerca del tratamiento NPK , pero la relación de valores de la intensidad a la produc-

ción es más irregular que en el caso de los tratamientos con los nutrientes fundamentales, y la producción, excepto en el caso del Mn, disminuye.

Todas las plantas con síntomas tienen una intensidad de nutrición muy inferior a la del óptimo experimental, siendo las de menor producción también las de menor índice. Los efectos de estos elementos sobre la producción podemos clasificarlos en tres grupos: a) El manganeso, que no produjo decrecimiento sobre la producción ni desequilibrio apreciable en el balance, pero sí alguna disminución en la intensidad; b) la cadena Fe, Bo, Cu, Co, Zn y Mo, por este orden, con efectos negativos en la producción, disminuyéndola entre 1.000 y 2.600 kilos por hectárea, y también disminución muy notable en la intensidad; c) todos los microelementos, adicionados colectivamente, disminuyen la producción en unos 3.500 kilos por hectárea y la intensidad de nutrición en una unidad.

UNIDAD ALCALINA K Ca Mg EN EL MAÍZ

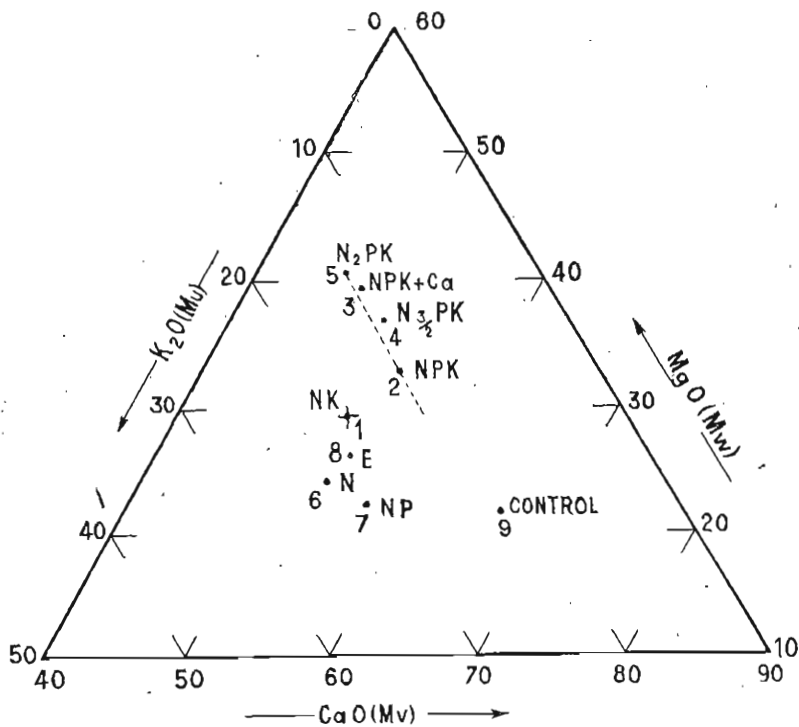
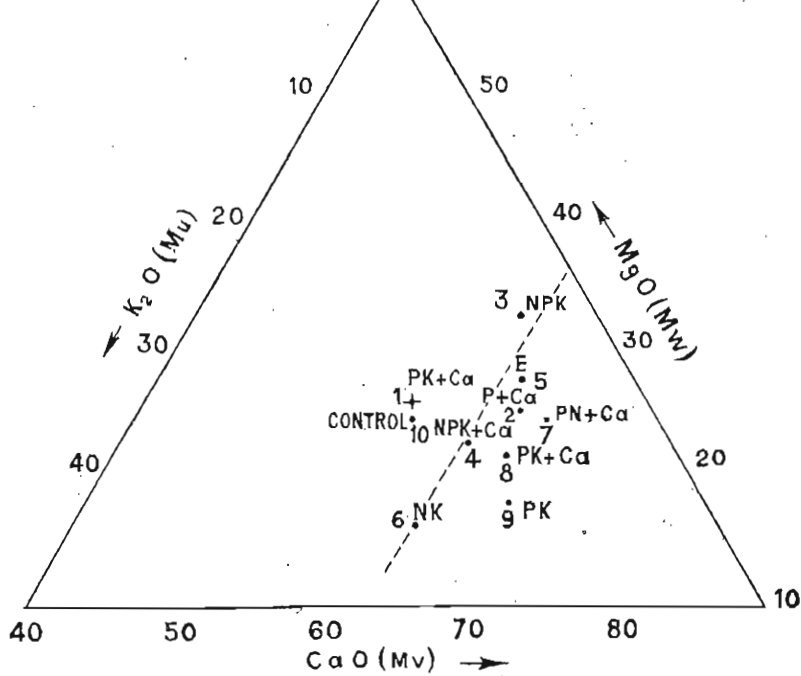
En las figuras 20, 21 y 22 se muestran las relaciones del equilibrio K_2O -Ca O-MgO en la tercera hoja de maíz resultante de los tratamientos que se indican, expresado como unidad K Ca Mg, de modo semejante a como se ha hecho para patatas, y recogiendo las muestras al final (figs. 20 y 21) y al principio (fig. 22) de la floración. La naturaleza del desequilibrio en los tres casos, entre el K_2O -CaO-MgO, resultante de los diferentes tratamientos, es más acusado que en la experiencia de patatas.

Los tratamientos de más producción de la figura 22, en los que las muestras se recogieron en el comienzo de la floración, tienden a una relación lineal en su equilibrio. En muestras recogidas al final de la floración esta relación no es tan definida.

Los porcentajes de K_2O , CaO y MgO, los equivalentes alcalinos y la constitución de la unidad alcalina KCaMg se indican en la tabla XXI.

EL ÓPTIMO EXPERIMENTAL NPK

Los números determinados por el método de diagnosis foliar nos indican valores de los elementos fertilizantes que influyen en la



FIGS. 21 y 22.

Equilibrio K_2O - CaO - MgO en la tercera hoja de maiz resultante de los tratamientos que se indican:

TABLA
Porcentajes de K_2O , CaO y MgO en hojas secas, equivalentes

Fecha de toma de muestra	Tratamiento	En % de materia seca		
		K_2O M_{11}	CaO M_{12}	MgO M_{13}
79 ♀				
10 agosto 1951	PK + Ca	0,68	1,47	0,46
» » »	P + Ca	0,30	1,51	0,41
» » »	NPK	0,22	1,40	0,51
» » »	NPK + Ca	0,52	1,40	0,34
» » »	E	0,32	1,39	0,40
» » »	NK	0,80	1,48	0,25
» » »	PN + Ca	0,31	1,58	0,40
» » »	PK + Ca	0,54	1,85	0,41
» » »	PK	0,72	1,67	0,27
» » »	Control	0,89	1,92	0,60
76 ♀				
10 agosto 1951	NPK + Ca	0,63	1,30	0,62
» » »	N_2K_2	0,96	1,01	0,51
» » »	N_2Ca	0,89	1,05	0,43
» » »	$N_2K_2P + Ca$	0,57	1,32	0,64
» » »	NK + Ca	0,57	1,18	0,35
» » »	Control (E)	0,53	1,87	0,35
» » »	N + Ca	0,76	0,87	0,36
79 ×				
5 agosto 1952	NK	0,94	1,53	0,63
» » »	NPK	0,78	1,75	0,75
» » »	NPK + Ca	0,57	1,26	0,79
» » »	$N_{1/2}PK$	0,57	1,37	0,72
» » »	N_2PK	0,69	1,45	0,97
» » »	N	1,36	1,85	0,63
» » »	NP	1,18	1,81	0,51
» » »	E	1,03	1,58	0,54
» » »	Control	0,51	1,53	0,36

XXI

alcalinos y constitución de la unidad alcalina K Ca Mg en maíz

Equivalente miligramo				Constitución de la unidad alcalina compuesta K Ca Mg		
K ₂ O A _x	Ca O A _y	Mg O A _z	A _x + A _y + A _z	A _x · 100	A _x · 100	A _y · 100
			S	S	S	S
				U	V	W
86 ♂						
14,32	52,50	23,00	89,82	15,96	58,45	25,60
6,38	53,92	20,00	80,30	7,95	67,15	24,90
4,63	49,98	25,50	79,11	5,76	63,10	32,20
10,94	50,00	17,00	77,94	14,00	66,20	21,50
6,82	49,63	20,00	76,45	8,92	65,00	26,10
16,85	52,90	12,50	82,25	20,50	64,43	15,10
6,53	56,40	20,00	82,93	7,87	67,85	24,27
11,37	66,00	20,50	97,87	11,52	67,45	20,93
15,36	59,60	13,50	86,46	13,17	64,10	15,65
18,73	68,45	30,00	117,18	16,00	58,40	25,63
42 ♂						
13,38	46,40	31,00	90,78	14,74	51,00	34,19
20,04	36,08	25,50	81,62	24,55	44,22	31,25
18,73	37,50	23,50	79,73	23,52	47,00	29,45
11,99	47,15	32,00	91,14	13,19	51,70	35,12
11,99	42,15	17,90	71,64	16,75	58,88	24,47
11,15	48,90	17,50	77,55	14,40	63,05	22,60
15,99	31,06	18,00	65,05	24,60	47,75	27,67
86						
19,90	54,70	31,50	106,10	18,78	51,53	28,70
16,50	62,50	37,50	116,50	14,17	53,60	32,20
12,10	45,00	37,50	94,60	18,85	47,50	39,66
12,10	48,90	36,00	97,00	12,45	50,50	37,15
14,60	51,80	48,50	114,91	12,71	45,12	42,23
28,84	66,11	31,50	126,45	22,82	52,27	24,92
25,00	64,64	25,50	115,14	21,73	56,22	22,16
21,60	56,40	28,50	106,50	20,30	53,00	26,70
10,82	54,67	18,00	83,40	12,98	65,50	21,60

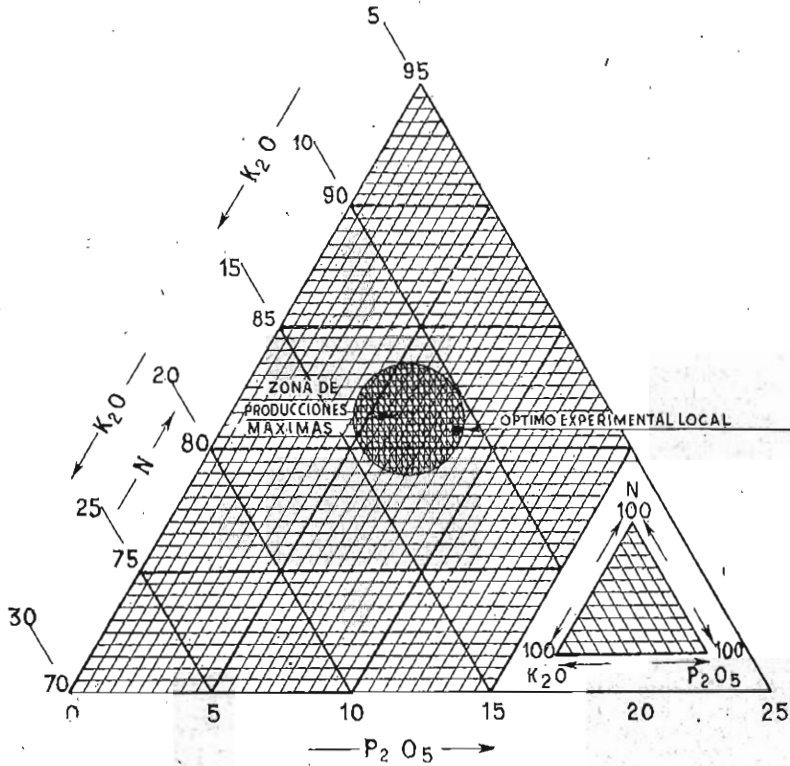


FIG. 23.

Zona de equilibrio N-P₂O₅-K₂O de buenas producciones y óptimo experimental local.

intensidad o en el equilibrio NPK de parcelas tratadas de modo diferente. Lo que interesa saber es cuál de ellas está mejor nutrida y el valor económico de esta nutrición. Muchas veces, si se desean interpretar los valores en armonía con estas condiciones, no podrá operarse sin la noción y la medida de un «óptimo de alimentación» (68).

El óptimo alimenticio está fundado en la observación, y es puramente experimental. En todo caso, para poder interpretar las graficas obtenidas, es indispensable conocer el óptimo alimenticio correspondiente a un determinado cultivo, en el que el desarrollo de la vegetación y el rendimiento sea satisfactorio. La comparación del diagnóstico foliar de referencia correspondiente a este óptimo, dará las indicaciones a investigar sobre las modificaciones que se realicen en la intensidad y en el equilibrio alimenticio.

Para una región el óptimo alimenticio se obtiene por la investigación de la planta cuyo estado de equilibrio de nutrición óptimo quiera obtenerse. El diagnóstico foliar de este óptimo debe, sin embargo, considerarse como provisional y relativo.

En la figura 23 se indica la zona de producciones máximas y el óptimo experimental local de maíz obtenido durante dos años consecutivos como media de cincuenta réplicas de buena producción y expresada en la unidad NPK.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se examinaron por el método de diagnosis foliar plantas de *Zea mais* y de *Solanum tuberosum* cultivadas en parcelas de experimentación y tratadas con diferentes combinaciones de fertilizantes comerciales. Los tratamientos consistieron en las siguientes combinaciones y en parcelas con y sin cal: N, P, K, NP, NK, PK y NPK, como unidades, y estos mismos tratamientos en las proporciones 2N, 1/2N, 3/2N, 2P, 1/2P, 2K y 1/2K, adicionándoles estiércol.

Se ha estudiado el contenido de las hojas en N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO, en muestras de la misma edad fisiológica y recogidas al comienzo y al final de la floración, en relación con la naturaleza de los tratamientos y el desarrollo de la planta, describiendo detalladamente sus características.

Para los equilibrios NPK y KCaMg, de suma constante e igual a 100, se utiliza el bien conocido método de representación de coordenadas triangulares.

Los conceptos peculiares del método de diagnóstico foliar, intensidad y calidad de nutrición, en experiencias de patatas de desarrollo normal y en muestras recogidas al comienzo de la floración, están asociados con la producción, cayendo los tratamientos de acuerdo con su posición en el triángulo en los siguientes grupos :

a) ENPK, EPK, EPN y ENP, plantas bien nutridas y en las que las más altas intensidades están asociadas con las mayores producciones y bajas intensidades con bajas producciones. Estos tratamientos están caracterizados por su posición hacia la derecha del triángulo.

b) Ca, P y K, plantas de nutrición pobre, con altas intensidades y baja producción, caracterizadas por su posición hacia la parte baja e izquierda del triángulo.

c) E, plantas de nutrición pobre, con alta intensidad y baja producción, situadas hacia la parte superior del triángulo.

d) Control de baja intensidad relativa y baja producción, pero con un balance situado cerca del óptimo.

Los conceptos anteriores en experiencias de patatas, con muestras recogidas al final de la floración, no guardan correlación tan definida, si bien altas intensidades y buen balance están, en general, asociadas a altas producciones.

Los valores de los índices de diagnóstico foliar de hojas de maíz recogidas al comienzo de la floración están asociadas a la producción. Los tratamientos se dividen, de acuerdo con su posición en el triángulo, en los grupos siguientes :

a) ENK, ENPK, ENPK + Ca, $EN_2/2/PK$, plantas de buenas producciones situadas hacia el centro del triángulo y desviadas a la derecha. A mayor intensidad corresponde mayor producción, y a menor intensidad menor producción.

b) EN_2PK , EN, ENP y E, plantas de producciones medias y de intensidades relativamente elevadas, pero con un balance situado en la parte inferior del triángulo.

c) Control de buen balance relativo, pero baja producción e intensidad. Un equilibrio relativamente bueno no se compensa con una baja intensidad.

Los valores de los índices de hojas de maíz recogidas al final de la floración no muestran una correlación tan definida, aunque, en los tratamientos de producción más elevada, altas intensidades están asociadas con buenas producciones y bajas intensidades con inferiores producciones.

La unidad alcalina $KCaMg_x$ en los tratamientos de mayores producciones de maíz y patatas, tiende a guardar una relación lineal.

Los tratamientos con microelementos en maíz, producen síntomas en las hojas, disminuyendo la intensidad y la producción.

Se determina el óptimo experimental local para maíz, que está situado en el punto del triángulo con los valores 80,4 : 11,7 : 7,8 para la unidad NPK.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BACON, C. W., LEIGHTY, W. R. y BULLOCK, J. F. 1950. Boron, copper, manganese and zinc requirement tests of tobacco. U. S. Dept. of Agr. Washington D. C. Techn. Bull., núm. 1.009.
- (2) BEAUCHAMP, C. E. 1939. La composición del extracto alcohólico de las hojas de la caña como medio de determinar la fertilidad de los terrenos de este cultivo. Proc. Asoc. Tech. Azuc. Cuba, 13: 273-284.
- (3) BEAUMONT, A. B. y SNELL, M. E. 1935. The effect of magnesium deficiency on crop plant. Jour. Agr. Res., 50: 553-562.
- (4) BEESON, K. C. 1941. The mineral composition of crops with particular reference to the soils in which they were growth. U. S. Dept. of Agr. Miscel. Publ., núm. 369.
- (5) ——— GRAY, G. y HAMNER, K. C. 1948. The absorption of mineral elements by forage plants, II. The effect of fertilizer elements and liming materials on the contents of mineral nutrients in soybeans leaves. Rep. Jour. of the Am. Soc. of Agr., 40: 553-562.
- (6) BOLAS, B. D. y PORSTMOUTH, C. B. 1948. Physiological effects of manganese. Rep. Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn., for 1947 (K 73), 120-126.
- (7) ——— 1949. Manganese deficiency in potatoes. Rep. Ann. Rept. of East Malling Res. Stn., for 1948 (K 77), 99-100.
- (8) BOULD, C. y CATLOW, E. 1947. Studies on the comparative effects of

- dung compost and inorganic fertilizers on crop and soil, I. Effects on yields and composition of potatoes and cauliflower. The Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn., for 1947, 61-70.
- (9) BOULD, C. y CARLOW, E. 1947. A manurial experiment on blackcurrants. Progr. Rep. II, Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn., 52-58.
 - (10) ———— TOLHURST, J. A. y JARRET. 1948. Cover crops in relation to soil fertility and tree nutrition. An experiment with bush cider trees. The Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn., for 1948, 37-46.
 - (11) ———— y TOLHURST, J. A. 1948. Report on the use of foliage sprays in the control of magnesium deficiency in apples. The Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn., for 1948, 51-58.
 - (12) ———— NICHOLAS, D. J., POTTER, J. M., TOLHURST, J. A. y WALLACE, T. 1949. Zinc and copper deficiency of fruit trees. The Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn., for 1949, 45-63.
 - (13) ———— NICHOLAS, D. J., TOLHURST, J. A. y WALLACE, T. 1949. Zinc deficiency of fruit trees in Britain. Nature, 164: 801-804.
 - (14) ———— NICHOLAS, D. J., TOLHURST, J. A., WALLACE, T. y POTTER, M. 1950. Copper deficiency of fruit trees in Britain. Rep. Nature, 165: 920-923.
 - (15) BOYTON, D. y COMPTON, C. C. 1945. Leaf analysis in estimating the potassium, magnesium and nitrogen needs of fruit trees. Soil Sci., 59: 339-351.
 - (16) BRAY, R. H. 1948. Correlation of soil tests with crop response to added fertilizers and with fertilizer requirement. Diagnostic techniques for soils and crops. Publ. Am. Potash Inst., 1948, 53-85.
 - (17) BURKHARDT, C. 1941. Foliar diagnosis in plant nutrition. Proc. of the 42nd Ann. Conv. of the Assoc. of Southern Agr. Workers, 207-208.
 - (18) BURON, T. y MLE. MAUVISSEAU. 1952. Contribution à l'étude de la triple analyse. Ann. Agron., núm. 4: 528-529.
 - (19) CHAPMAN, G. W. 1941. Leaf analysis and plant nutrition. Soil Sci. 52: 63-81.
 - (20) DEPARDS, L. y BURON, P. 1951. Diagnostic foliaire de la vigne. Ann. Agron., 5: 711-712.
 - (21) DROSDOFF, M. 1943. Fertilizing Tung trees by leaf analysis. Better crops with plant food, 27: 9-13 y 49-50.
 - (22) ———— 1944. Leaf composition in relation to mineral nutrition of Tung trees. Soil Sci., 57: 281-291.
 - (23) FONDER, J. 1929. The relationship of soil type to the calcium and magnesium content of green bean stem and leaves and their expressed juice. Soil Sci., 28: 415-431.
 - (24) GACHON, L. y COLLIER, D. 1951. Contribution a l'étude du diagnostic foliaire du pommier. Ann. Agron., 5: 550-553.
 - (25) GARDNER, R. J. y ROACH, W. A. 1945. Comparative susceptibilities of certain horticultural and agricultural plant to trace elements deficiencies. Rep. Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn. (K 52), 70-73.

- (26) GILBERT, B. y HARDIN, L. 1928. The current mineral nutrient contents of the plant solution as a possible means of chemical control of optimum fertilization. *Jour. Agr. Res.*, 35: 185-192.
- (27) GOODALL, D. W. y GREGORY, F. G. 1947. Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. *Imp. Bur. of Hort. and plant crops. Techn. Comm.*, núm. 17.
- (28) GREENWOOD, M. y PARNETTE, A. F. 1947. A morphological change induced in leaves of *Theobroma Cacao* by mineral deficiency. *Dept. of Agr. and West African Cacao Res. Inst., Gold Coast*, 159: 544.
- (29) HALAIS, P. 1951. Méthodes améliorées de dosage de N, P et K par colorimétrie et néphélométrie phot-électrique pour le diagnostic foliaire de canne à sucre. *Rev. Agric. Maurice*, vol. 30, núm. 5.
- (30) ——— 1952. Diagnostic foliaires effectués à Montpellier et à Maurice sur quelques vignes du midi de la France. *Ann. Agron.*, 3^e année, núm. 1, 125-126.
- (31) HARDY, F., McDONALD, J. A. y RODRÍGUEZ, G. 1935. Leaf analysis as a means of diagnosing nutrient requirements of tropical orchard crops. *Jour. Agr. Sci.*, 25: 610-627.
- (32) HEARMAN, J., GOODMAN, B. F. y ROACH, W. A. 1936. Tree injection, 1935 experiments. *Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn. (K 14)*, 137-141.
- (33) HEWITT, E. J. y JONES, E. W. 1947. The production of molybdenum deficiency in plants in sand culture with special reference to tomato and Brassica crops. *Jour. of Pomol. and Hort. Sci.*, 23: 254-256.
- (34) HEWITT, E. J. 1948. The resolution of the factors in soil acidity, IV. The relative effect of aluminium and manganese toxicities on some farm and market garden crops. *The Ann. Rept. of the Long Ashton Res. Stn.*, for 1948, 58-83.
- (35) ——— 1948. Experiments on iron metabolism in plants, 1. Some effects of metal induced iron deficiency. *The Ann. Rept. of the Long Ashton Res. Stn.*, for 1948, 66-75.
- (36) ——— y JONES, E. y WILLIAMS, A. 1949. Relation of molybdenum and manganese to the free amino acid content of the cauliflower. *Nature*, 163: 681-683.
- (37) ——— y JONES, E. 1949. Effect of molybdenum deficiency in some Brassica crops. Molybdenum as a plant nutrient. *The Ann. Rept. of the Long Ashton Res. Stn.*, for 1949.
- (38) HOAGLAND, G. V. 1947. Minimum phosphate requirement of potato plants grown in solution cultures. *Rep. Jour. Agr. Res.*, 75: 1-16.
- (39) JACOBSEN, I. 1951. Om planternes manganindhold som hjælpemiddel ved bestemmelse af manganmangel. *Hortic.*, 5 årgang. Nr. 10, 89-98.
- (40) JONES, J. P. 1929. The deficiency of magnesium the cause of chlorosis in corn. *Am. Agr. Res.*, 39: 878-892.
- (41) JONES, E. W. y HEWITT, E. J. 1949. Experiments on iron metabolism in plants: The interrelationship of iron and potassium in the metabolism

- of the potato plants. The Ann. Rept. of the Long Ashton Res. Stn., for 1: 949.
- (42) JONES, L. D. 1950. Copper deficiency disease of pear trees. Nature, 165: 192.
- (43) LAGATU, H. y MAUMÉ, L. 1929. Le diagnostic foliaire et son degré de sécurité. C. R. Acad. Sci. Paris, 188: 1.002-1.004.
- (44) ——— y MAUMÉ, L. 1930. Observation, par le diagnostic foliaire, du phénomène de remplacement physiologique naturel de deux bases: chaux et potasse. C. R. Acad. Sci., 190: 389.
- (45) ——— y MAUMÉ, L. 1930. Le diagnostic foliaire et son degré de sécurité. Ann. de l'école Nat. de Agr. de Montpellier, 21: 271.
- (46) LEVY, B. F. 1947. Tree injection I. The estimation of dosage in relation to tree size. Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn., for 1946 (K. 68), 99-103.
- (47) ——— 1947. Tree injection II. Methodes for overcoming resistance to absorption of liquids. Rep. Ann. Rept. of The East Malling Res. Stn., for 1946 (K 69), 104-106.
- (48) ——— 1947. Tree injection III. Reinvigoration of debilitated trees. Rep. Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn., for 1946 (K 68), 107-112.
- (49) LEVY, J. F. 1951. Le diagnostic foliaire de la vigne. Communication de l'Institut Technique du vin, Montpellier, 1-19.
- (50) LUNDEGÅRDH, H. 1938. The triple analysis method of testing soil fertility and probable crop reaction to fertilization. Soil Sci., 45: 447-454.
- (51) ——— 1939. Trippel analys Metodik for Bestämning av gödslingsbehovet. Särtryck ur Kungl. Lantbrukjakademiens tidskrift. Arg., 58: 157-168.
- (52) ——— 1941. Die tripelanalyse. Theoretische und praktische grundlagen einer pflanzenphysiologischen Methode zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Ackerbodens aus den Analen des Landwirthschaftlichen Hochschule Schwedens. 9: 127-221.
- (53) ——— 1943. Leaf analysis as a guide to soil fertility. Nature, 151: 310-311.
- (54) ——— 1951. Leaf analysis. Trad. al inglés por R. L. Mitchel. Publ. Hilguier and Watts Ltd., London.
- (55) MARTEL, J. H., HEWITT, E. J. y NICHOLAS, D. J. 1948. The control of manganese deficiency in soils I. The effects of sulphur and tiosulphates on crop growing in manganese deficient soils. Jour. Agr. Sci., 38: 315-322.
- (56) MASON, A. C. 1947. Chemical methodes of analysis. Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn., for 1946 (K 66), 91-94.
- (57) ——— 1950. The estimation of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese and nitrogen in plant material. Com. Part.
- (58) ——— 1951. The estimation of iron in plant material. Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn., for 1950 (K 89), 124-126.
- (59) MAUMÉ, L., DULAC, J. y BONEF, A. 1934. Dossage rapide et precise de

- N, P, K, Mg, Ca. par semimicro analisi. Ann. l'École Nat. Agric., Montpellier, 28: 1-43.
- (60) MAUMÉ, L. y DULAC, J. 1948. Nouvelles observations sur la nutrition de la vigne contrôlée par l'analyse chimique de la feuille. Acad. d'Agric. de France, 13 de octobre de 1948, 1-4.
- (61) — y DULAC, J. 1949. Acide phosphorique «presumé assimilable» et acide phosphorique réellement assimilé des sols à vigne. C. R. de l'Acad. des Sci., 228: 944-946.
- (62) — y DULAC, J. 1949. Signes chimiques d'une bonne ou d'une moins bonne alimentation sur vignes en Bourgogne Com. Part.
- (63) — y DULAC, J. 1950. Précisions sur certains caractères morphologiques dans la détermination de l'âge physiologique des céréales en vue de études de biochemie appliquée à l'agronomie. C. R. de l'Accad. des Sci., 230: 865-877.
- (64) — y DULAC, J. 1950. Sur quelques principes de biochemie et leur application à l'estimation de la valeur alimentaire d'un nutriment cultivé pour une plante donnée. C. R. de l'Accad. des Sci., 231: 915-916.
- (65) — y DULAC, J. 1950. Diagnostic foliaire de blé a un âge physiologiquement déterminé. C. R. de l'Accad. des Sci., 231: 1084-1085.
- (66) — 1950. Observation par le diagnostic foliaire de la nutrition de vignoles en Beaujolais. Acad. d'Agric. de France, 13 de enero de 1950, 1-4.
- (67) — y DULAC, J. 1950. Comment se présente le redressement alimentaire dans le cas de carences diagnostiquées par l'analyse chimique de la feuille. Com. Part.
- (68) — 1951. Le contrôle biochimique de l'alimentation de la vigne: diagnostic foliaire. Imprimerie Générale du Notariat, Peaagency Loiret (1951), 1-4.
- (69) — y DULAC, J. 1952. Rapports physiologiques des bases K_2O , CaO , MgO dans les feuilles situées à différent niveaux sur la tige. Chez diverses variétés de Blé, en sol calcaire au non calcaire. Extract des C. R. de l'Accad. des Sci., 239: 1392-1394.
- (70) — 1952. Remarquable plasticité chimique de la feuille chez le vigne vis-à-vis du manganese. C. R. de l'Accad. des Sci., 234: 1201-1203.
- (71) McMURTRY, J. E. 1948. Diagnostic techniques for soils and crops. Publ. por The Am. Potash Ins. 1948, 231-281.
- (72) MOSER, F. 1940. Plant composition as an index of soil fertility. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 5: 147-151.
- (73) MULDER, E. G. y SMIT, J. 1942. Magnesium deficiency as the cause of injury in cereals. Publ. por H. Veennau and Sons. Wageningen.
- (74) — 1952. Nutritional studies on fruit trees. The relation between potassium, magnesium and phosphorus in apple leaves. Plant and Soil, 1V: 107-117.
- (75) NATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. 1949. Hunger sings in crops. Publ. Am. Soc. of Agr. y Nat. Fert. Assoc., Washington; D. C.

- (76) NEAPAS, C. y DROSDOFF, M. 1952. Potassium, calcium and magnesium in Tung leaves as related to these ions in the soil. *Soil Sci.*, 74: 295-300.
- (77) NICHOLAS, D. J. 1946. Detection of manganese deficiency in plants by tissue test using tetramethyl-diamino-diphenylmethane. *Rep. Nature*, 157: 696.
- (78) — y CATLOW, E. 1947. Manurial experiments on vegetable crops, XI. Effects of farmyard manure and of various fertilizers treatments on cauliflower. *The Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn.*, for 1947, 103-109.
- (79) — y CATLOW, E. 1947. Manurial experiments on vegetable crops, XII. Effects of farmyard manure and of various fertilizers treatments on three varieties of potato. *Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn.*, X, 110-117.
- (80) — y CATLOW, E. 1947. Manurial experiments on vegetable crops, XIII. Effects of farmyard manure and other manurial treatments on potato and cauliflower: Season 1946 and 1947. *Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn.*
- (81) NICHOLAS, D. J. 1947. Chemical tissue test. *The Annals of Appl. Biol.*, 34: 140-152.
- (82) — 1948. The application of rapid chemical test to the diagnosis of mineral deficiencies in horticultural crops, parts I and II. *Rep. Jour. Hort. Sci.*, 24: 72-122.
- (83) — 1948. Experiments on correcting magnesium deficiency in glass-house tomatoes. *Jour. of Hort. Sci.*, 24: 1-18.
- (84) — 1948. The relation between the waring blender method and other procedures for the diagnosis of the mineral status of crop plants. *The Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn.*, for 1948, 98-113.
- (85) — 1949. The manganese and iron content of crop plants as determined by chemical methods. *The Jour. of Hort. Sci.*, 25: 60-77.
- (86) OVERBEEK, J., SOLON, A., GORDON, A. y GREGORY, L. 1946. An analysis of the function of the leaf in the process of root formation in cuttings. *Am. Jour. of Bot.*, 33: 100-107.
- (87) PLANT, W., HEWITT, E. J. y NICHOLAS, D. J. 1947. Some effects of lime and fertilizers on potatoes on a strongly acid soil as determined by visual symptoms and chemical test, II. *The Ann. Rept. of Long Ashton Res. Stn.*, 97-103.
- (88) — 1947. Survey of mineral deficiencies on tillagland. *Nature*, 160: 336.
- (89) PLANT, W. 1950. Use of lime and sodium molybdate for the control of «whiptail» in broccoli. *Nature*, 165: 533.
- (90) — 1950. A survey of mineral deficiencies in crops on arable land in two english counties. *Emp. Jour. of Exper. Agric.*, 18: 41-48.
- (91) PLICE, M. J. 1944. Mineral content of leaves of particular trees during a period of five successive years. *Proceeding Oklahoma Acad. Sci.*
- (92) REMY, T. 1903. Blattanalyse als Hilfsmittel zur Feststellung des Düngerbe-

- dürfnisses der Boden der Hopfenböden. Sb. Vers. Anst. Brau. Berl., 6: 83-85. Cit. de Goodall, D. W., p. 16
- (93) ROACH, W. A. 1938. Plant injection for diagnostic and curative purposes. Tech. Com. Bur. Hort. and Plant Crops núm. 4, 1-170.
- (94) ——— 1939. Diagnostic of mineral deficiencies and excesses by systematic leaf injection and analysis. Ann. Rept. of East Malling Res. Stn., 51-58.
- (95) ——— y HOBLYN, T. N. 1945. Comparison of diagnosis of manganese deficiency in mangold with effects of curative spraying. Ann. Rept. of East Malling Res. Stn. (K 51), 68-70.
- (96) ——— 1945. Mineral deficiencies in agricultural and horticultural crops, II. Rep. Ann. Rept. of the East Malling Res. Stn. (K 55), 84-88.
- (97) ——— y ROBERTS, W. D. 1945. Further work on plant for diagnostic and curative purposes. Techn. Comm. Imp. Bur. Hort. and Plant Crops, núm. 16.
- (98) ——— 1947. The use of leaf analysis, plant injection and curative treatment for the determination of mineral deficiency in plants. The Anna. of Appl. Biol., 34: 153-159.
- (99) ——— 1947. The role of mineral nutrition in the rootstock-scion effect. Ann. Rept. of East Malling Res. Stn., for 1946 (K 66), 88-90.
- (100) ——— y THOMPSON, E. 1947. Examination (after injection with a dye), of a double workers plum tree showing incompatibility. Jour. of Pomm. and Hort. Sci., 23: 212-217.
- (101) ——— 1947. A study of mineral nutrition of plants by plant analysis, plant injection and measurements of the effect of curative treatment. Lecture to the Int. Cong. of pure and Appl. Chem., 1-4.
- (102) ROBERTS, W. C. 1946. Simplification of the Roach method of diagnostic plant injection. Jour. of Pomm. and Hort. Sci. (K 61), 185-188.
- (103) ——— y LANDAN, N. 1947. Multiple mineral deficiencies in fruit trees: injection as a first aid treatment. Jour. of Pomm. and Hort. Sci., 23: 80-91.
- (104) SHEVY, E. J. 1947. Cobalt deficiency in illigo. Nature, 160: 8-73.
- (105) SMITH, C. B. 1951. The nutrient element balance of the tomato and its susceptibility to *Phytophthora infestans* as affected by two levels of zinc. Plant Phys., 26: 737-749.
- (106) STENBERG, F. 1944. On Kemiske plante analyser og deres anvendelse. Saertryk af tickskrift for plantavl, 48: 158-174.
- (107) ——— 1950. On the relative contents of plant nutrients in crops. Trans. of the Int. Cong. of Soil Sci., 1: 1-5.
- (108) ——— 1951. Yields curves and chemical plant analysis. Plant and Soil, 2: 97-109.
- (109) THOMAS, W. 1937. Foliar diagnosis: principles and practice. Plant Phys., 12: 571-599.
- (110) ——— y MACK, W. B. 1938. Foliar diagnosis in relation to development and fertilizer treatment of the potato. Jour. Agr. Res. 57: 397-414.
- (111) ——— 1938. Mathematical expresion of equilibrium between lime, magnesium and potash in plants. Sci., 88: 222-223.

- (112) THOMAS, W. y MACK, W. B. 1939. Control of crop nutrition by the method of foliar diagnosis. Bull. 378 of Pennsylvania. Agr. Exp. Stn., 1-33.
- (113) ——— y MACK, W. B. 1939. The foliar diagnosis of *Zea mays*. Jour. Agr. Res., 58: 477-491.
- (114) ——— y MACK, W. B. 1939. A foliar diagnosis study of the effect of three nitrogen carriers on the nutrition of *Zea mays*. Jour. Agr. Res., 59: 303-313.
- (115) ——— 1939. A foliar diagnosis study of the influence of calcium from two sources, lime and superphosphate. Jour. Agr. Res., 58: 685-693.
- (116) ——— y MACK, W. B. 1941. Foliar diagnosis in relation to soil heterogeneity. Soil Sci., 52: 455-468.
- (117) ——— 1944. Present status of diagnosis of mineral requirement of plants by means of leaf analysis. Soil Sci., 59: 353-474.
- (118) ——— 1944. Misconceptions relative to the method of foliar diagnosis. Am. Soc. for Hort. Sci., 44: 355-361.
- (119) ——— MACK, W. B. y FAGAN, F. N. 1946. Foliar diagnosis: Boron in relation to the major element in apple trees. Am. Soc. for Hort. Sci., 47: 26-34.
- (120) ——— 1947. Principles and application of the method of foliar diagnosis. Proc. Xlth Inter. Congr. of Pure and Appl. Chem., 3: 323-325.
- (121) ——— MACK, W. B. y FAGAN, F. 1948. Foliar diagnosis comparison of disease and healthy leaves from the same tree in a peach orchard infected with *Bacterium pruni*. Am. Soc. for Hort. Sci., 51: 179-182.
- (122) ——— MACK, W. B. y FAGAN, F. 1948. Foliar diagnosis: Nutritional factors in relation to bacterial leaf spot of peach. Am. Soc. for Hort. Sci., 51: 183-190.
- (123) ——— MACK, W. B. y FAGAN, F. 1948. Foliar diagnosis: The mineral nutrition of peach trees with particular reference to bacterial leaf spot. Am. Soc. for Hort. Sci., 52: 47-55.
- (124) ——— MACK, W. B., SMITH, C. y FAGAN, F. 1949. Foliar diagnosis: The range in the zinc content of young apple trees. Am. Soc. for Hort. Sci., 53: 6-10.
- (125) THOMPSON, S. G. 1947. The cure of deficiencies of iron or manganese. Com. Part.
- (126) TYNER, E. H. y WEBB, J. R. 1946. The relation of corn yields to nutrient balance as revealed by leaf analysis. Jour. Am. Soc. Agr., 38: 173-185.
- (127) ULRICH, A. 1943. Plant analysis as a diagnostic procedure. Soil Sci., 55: 101-112.
- (128) WALKER, J. C., MCLEAN, J. y JOLIVETTE, J. P. 1941. The boron deficiency disease in cabbage. Jour. Agr. Res., 62: 573-587.
- (129) WALLACE, T. 1928. The effects of manurial treatments on the chemical composition of gooseberry bushes: I. Effects on dry matter ash and ash constituents of leaves and of terminal shoots and of fruits, and on total nitrogen of fruits. Jour. Pomn. and Hort. Sci., 7: 130-145.
- (130) ——— 1935. Investigation on chlorosis of fruit trees. V. The control

- of lime induced chlorosis by injection of iron salts. *Jour. of Pomol. Hort. Sci.*, 13: 54-67.
- (131) WALLACE, T. 1947. Soil conditions and mineral deficiencies of plants with special reference to deficiencies of the trace elements iron, manganese boron, zinc, copper and molybdenum. *Ext. des C. R. de Cong. de Pédologie (Montpellier)*, mayo 1947, 248-266.
- (132) ——— 1947. Significance of trace elements in plants and animals. *Meeting of the Assoc. of Appl. Biol.*, held at the Imp. Coll. of Sci. and Techn., London, 1946, *Nature*, 159-206.
- (133) ——— 1948. Methodes of determining mineral deficiencies in plants. *Rep. Chem. and Ind.*, 541-543.
- (134) ——— 1949. Diagnostic des carences minérales chez les végétaux, en particulier par les méthodes visuelles. *Actualités Scientifiques et Industrielles*, 1.073: 91-102.
- (135) ——— 1949. The diagnosis of the mineral status of plants with special reference to deficiencies excesses and interactions of nutrients elements. *British Common. Sci. Offic. Conf.*, Melbourne, 1949, 1-18.
- (136) ——— 1951. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. *Publ. H. M. Stationery Office*.
- (137) WILLIS, L. G. y PILANDY, R. 1936. The function of copper in soils and its relation to the availability of iron and manganese. *Jour. Agr. Res.*, 52: 467-476.