

METODOLOGIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OPTIMOS NUTRICIONALES EN PATATA

Por M. Sanz, L. Heras, E. Montañés

U. E. I. Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal.
Estación Experimental Aula Dei C. S. I. C., Zaragoza.

INTRODUCCION

Varios y diversos son los factores que intervienen en la producción y productividad de los cultivos agrícolas, actuando todos de una forma solidaria y determinante.

No obstante, el conocimiento de cada una de las técnicas de producción proporciona al empresario agrícola la posibilidad de mejorar la productividad de su explotación, siendo esta voluntad de progreso la que impulsa el avance en el conocimiento de los factores de producción.

Entre estos factores hemos de considerar las condiciones de nutrición de las plantas, a cuyo conocimiento llegaremos a través del estudio del suelo de cultivo y de las plantas que en él se desarrollan.

OBJETIVO DEL TRABAJO

Dada la importancia del cultivo de la patata temprana para exportación en la comarca de La Pobla (Mallorca), la Delegación Provincial de Agricultura de Baleares planteó a nuestro Departamento la realización de un estudio que permitiera el reconocer la fertilidad actual de los suelos de cultivo en esa zona y estado nutritivo de la patata sobre ellos cultivada, llegando a conocer, mediante los métodos que describiremos, los contenidos nutricionales y equilibrios óptimos para este cultivo, en las particulares condiciones de la zona y para el aprovechamiento como patata temprana de exportación.

Como consecuencia de ello se podrán mejorar las técnicas de abonado, considerando como correctas las que permitan alcanzar los contenidos y equilibrios nutricionales óptimos y por ello un máximo de cosecha. Todo ello nos obliga a un estudio de los suelos y de las plantas que sustentan.

SUELO

El suelo puede ser considerado como un medio de cultivo particularmente adaptado a los procesos de crecimiento de la vegetación asentada en él. La fertilidad viene a representar este grado de adaptación y, en consecuencia, será dependiente de los mismos factores que condicionan el rendimiento de los cultivos, es decir, se nos presenta como una función compleja de numerosas variables, la mayoría de las cuales, a su vez, ni son simples ni independientes.

Entre los parámetros a estudiar, podemos distinguir los que están directamente relacionados con su capacidad de suministro de nutrientes a la planta, como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, etc., y los que están indirectamente, como el pH, Carbonatos, Capacidad de Cambio, Materia Orgánica, etc.

El análisis del suelo no basta para suministrar toda la información que requiere un perfecto conocimiento de todos los problemas relacionados con las necesidades nutritivas de la planta, porque aun en el supuesto de que los métodos analíticos aplicados nos indicaran las cantidades de nutrientes disponibles para el cultivo, se ignora el volumen exacto que las raíces pueden explotar, y también porque cada especie vegetal posee una particular capacidad en la extracción de elementos nutritivos presentes en el suelo.

Por lo que el análisis de la planta se ha generalizado como un complemento al del suelo y contrasta la validez de los métodos de análisis de su fertilidad.

PLANTA

Los resultados del análisis de la planta nos ofrecen una imagen del medio sobre el que se desenvuelve, integrando todos los factores puestos en juego en la nutrición de la misma, siendo posible correlacionar aquellos resultados con el rendimiento de la cosecha.

La aplicación del análisis foliar como medio de diagnóstico del estado nutricional de los cultivos se fundamenta en cuatro hechos destacados:

a) La hoja es sede de los principales procesos metabólicos que tienen lugar en la planta: la fotosíntesis y la elaboración de los constituyentes orgánicos.

b) Está demostrado que los cambios del nivel y calidad de alimentación en el medio sobre el que se desarrolla el cultivo se reflejan en la composición de la hoja, si bien unos periodos fisiológicos son más favorables que otros para poner de manifiesto las modificaciones que tienen lugar en el seno de la planta.

c) La cantidad de material vegetal formado en el desarrollo de la planta depende, en gran parte, de la concentración de elementos minerales. Las relaciones entre estos contenidos y el comportamiento de la planta sirven de base para la utilización del análisis foliar como un medio de diagnóstico.

d) La hoja es un órgano de fácil acceso en el muestreo, que además permite fijar para éste una metodología estandarizable en cuanto se refiere a emplazamiento, fisiología, estado sanitario, etc., circunstancias que influyen también en su composición.

Vemos que el análisis del suelo y planta se complementan y son ambos, en conjunto, el medio más adecuado para la conclusión de este tipo de estudios.

En definitiva, el análisis de la hoja nos informa sobre las "necesidades" de la planta en elementos nutritivos y el equilibrio entre ellos, y el análisis de suelo sobre la cantidad de estos elementos en el suelo, siendo la investigación conjunta de ambos la que nos informa sobre la cantidad y forma en que hemos de aplicar los abonos.

Pretendemos, pues, conocer en la zona de La Pobla (Mallorca):

- 1º) La fertilidad actual de los suelos dedicados al cultivo de patata.
- 2º) El nivel de aprovechamiento por parte de la planta de los nutrientes presentes en el suelo o aportados con los fertilizantes.
- 3º) El estado nutritivo actual del cultivo.
- 4º) Los posibles antagonismos e interrelaciones entre nutrientes.
- 5º) Situaciones de deficiencia, toxicidad o desequilibrio nutricionales.
- 6º) Establecer los óptimos nutricionales de la patata en relación con la producción.

METODOLOGIA

Al objeto de cubrir los objetivos propuestos y ya descritos, hemos desarrollado el trabajo en las siguientes fases:

1) Reconocimiento de la zona para, de acuerdo con los tipos de suelos, clima, orientación, técnicas de cultivo, riego, etc., establecer unas subzonas provisionales, que posteriormente el desarrollo del trabajo y la interpretación de los datos nos obligarán a considerarlas, en caso necesario, como necesitadas de un tratamiento específico, o en caso contrario, si se demuestra la homogeneidad de la zona desde el punto de vista que nos ocupa, generalizar las conclusiones.

En principio se establecieron cinco subzonas de trabajo en las que los datos se estudiaron diferenciadamente.

En esta misma fase de trabajo se establece el número de muestras necesario, de forma que queden suficientemente representadas y estudiadas, buscando un mínimo suficiente para que, a efectos económicos, sea lo menos gravoso y pueda además ser abarcado por los equipos de campo disponibles, pues por desgracia ambos factores no suelen ser ilimitados.

Se tomaron, entre todas las subzonas, un total de setenta y cinco muestras de suelo y ochenta y dos de planta.

2) Recogida de información sobre cada una de las parcelas muestreadas, siendo fundamentales los datos referentes al abonado realizado y posteriormente recoger el de cosecha obtenida. Además se hace constar el nombre del agricultor, por si es necesario realizar alguna aclaración a los resultados ampliando algunos pormenores, época de siembra, variedad, número de riegos y fecha de la recogida de cosecha.

3) Toma de muestras de suelo y planta. Las de suelo, atendiendo a que el muestreo sea suficiente como para disponer de una muestra representativa por parcela, tomándose de la capa arable.

Las muestras de planta se tomaron, de acuerdo con las normas generalmente aplicadas en el diagnóstico foliar en patata, 4ª y 5ª hojas del brote principal, contando a partir de su extremo apical, realizando el muestreo de doce plantas en cada parcela.

El material, una vez en laboratorio, fue sometido a una limpieza con solución detergente y con agua desionizada, desecado en estufa de aire forzado a 65°C, y convenientemente molido.

Antes de llevarlo a desecación se separaron limbos y pecíolos a fin de poder analizar, independientemente, ambas partes de la hoja.

Aunque, como se expondrá más adelante, la interpretación de los resultados analíticos se hace en base a los datos proporcionados por el análisis de limbo, en esta comunicación se quiere presentar también los correspondientes al pecíolo; en primer lugar, porque se estima que pueden constituir una información valiosa para un primer estudio y, en segundo lugar, porque para evaluar la situación particular de algunos elementos, ciertos autores consideran más adecuado la medida de su concentración en pecíolo.

4) Análisis. En las muestras de suelo, desecadas a temperatura ambiente con ventilación forzada y molidas, se procedió a realizar los siguientes:

pH. — Que como medida de la reacción del medio no puede ser olvidado en la caracterización de los suelos de cultivo, teniendo en cuenta su influencia sobre los procesos de absorción y liberación de los elementos nutritivos que existen en el suelo, o que son añadidos con los fertilizantes.

La determinación del pH ha sido realizada sobre una mezcla suelo/agua en la relación 1 / 2,5 tras 30 minutos de agitación continua.

Carbonatos totales. — Los carbonatos del suelo pueden encontrarse unidos a diversos cationes, pero normalmente el carbonato cálcico es el dominante. No obstante, un análisis, más que proporcionar información sobre su nivel como nutriente cálcico, permite catalogar el suelo como medio químico, completando la información obtenida con la medida del pH. Por otra parte su exceso provoca desequilibrios en el complejo iónico, creando antagonismos entre elementos, pudiendo destacar, entre otros, la insolubilización de los compuestos de fósforo existentes en el suelo o que eventualmente son añadidos con los fertilizantes.

Para su determinación se ha utilizado el calcímetro Bertrand, midiendo la cantidad de CO_2 desprendido al poner en contacto el suelo con una solución de ácido clorhídrico concentrado al 50%.

Materia orgánica oxidable. — La materia orgánica del suelo proporciona a los microorganismos los materiales y energía precisos para su multiplicación. Estos la utilizan con mayor o menor regularidad según la facilidad de aquélla para descomponerse, liberándose, en último término, CO_2 y energía. Además se producen otros compuestos como nitratos, fosfatos, sulfatos, etc., que son utilizados como nutrientes por las plantas. Finalmente, de los productos orgánicos más estables se originan unos compuestos de naturaleza diversa que se agrupan bajo la denominación de humus, que influyen enormemente en las propiedades físicas del suelo. Su determinación ha sido realizada por el método de Walkley y Black.

Nitrógeno total. — Un 99% del nitrógeno del suelo está contenido en la materia orgánica, estimándose que ésta tiene en su composición un 5% de nitrógeno. Ello supone que los suelos ricos en aquélla presentan buenos contenidos en éste. Sin embargo, al encontrarse constituyendo complejas moléculas, debe ser liberado, pasando a formas amoniacales y nítricas para ser aprovechado por las plantas, liberación que no se produce a un ritmo suficiente por lo que es indispensable un aporte de este nutriente en la mayor parte de las ocasiones. El análisis se ha realizado por el método Kjeldahl.

Relación Carbono/Nitrógeno. — En el suelo, cuando esta relación se sitúa por debajo de 10 es señal de que dominan los procesos de mineralización y, por lo tanto, puede ser excesiva la proporción de nitrógeno presente en relación con la fuente energética (materias hidrocarbonadas) necesaria para la normal actividad microbiana.

Si, por el contrario, supera mucho el valor de 10 (óptimo) existe el riesgo de un consumo extra de nitrógeno para que puedan los microorganismos construir sus propios tejidos.

El mantenimiento de la relación C/N, en la zona considerada como óptima, supone una equilibrada metabolización tanto del carbono como del nitrógeno.

Fósforo. — Es un elemento que interviene en gran número de procesos metabólicos y funcionales, siendo imprescindible en la división celular y en la formación de las semillas. Acelera la maduración, aumentando el nitrógeno proteico en las plantas, favoreciendo el desarrollo de las partes subterráneas del vegetal.

En el suelo puede existir en cantidades grandes, aunque muy poca proporción es utilizable por la planta, por lo que en el laboratorio se aplican métodos analíticos que detectan la fracción de fósforo que se estima pueda ser tomada por la planta y que se ha dado en llamar "fósforo asimilable". En nuestro caso se ha utilizado el método de Burriel-Hernando.

Potasio. — Es el elemento que en mayor proporción se encuentra en los tejidos vegetales, constituyendo en algunos casos más del 50% de sus cenizas. Siendo un estimulador de la función fotosintética, producción de enzimas, interviniendo en el transporte de glúcidos y prótidos, etc.

Teniendo en cuenta el papel del potasio en la síntesis de hidratos de carbono, y siendo la patata un gran elaborador de almidón, este nutriente será imprescindible para alcanzar buenas cosechas y tubérculos de calidad. Se estima que el 80% del potasio extractado del suelo corresponde a los tubérculos.

La determinación se ha realizado por fotometría de llama sobre extracto de suelo en acetato amónico 1N.

Calcio. — Ocupa cuantitativamente el segundo lugar como catión en los vegetales, participando en los procesos de transpiración, absorción radicular, etc.

El exceso de calcio puede bloquear la asimilación del hierro y del fósforo; y Ca y K son dos elementos antagónicos en sus funciones a nivel celular, por lo que es necesario mantener un equilibrio, variable para las distintas especies entre ambos cationes, para que las funciones fisiológicas de la planta se desarrollen con normalidad.

El calcio considerado como "asimilable" se determina, sobre el mismo extracto que el potasio, por espectrofotometría de A.A.

Magnesio. — Su presencia es necesaria para el transporte de fosfatos y para el transporte y síntesis de nitrógeno e hidratos de carbono, entre otros procesos metabólicos. Teniendo en cuenta su antagonismo con potasio y calcio, para interpretar la situación del suelo con perspectiva nutricional, es importante conocer el contenido en suelo y su relación con el calcio y potasio.

Se determina el magnesio "asimilable" en este trabajo en el mismo extracto que el potasio y calcio, también por espectrofotometría de A.A.

Textura. — La proporción de arenas, limo y arcilla en que intervienen en la composición mineral de un suelo define su textura.

La mayoría de los suelos analizados son franco-arenosos, con un 25% de franco-arcillo-arenosos, que si bien estas condiciones les hacen muy adecuados para su dedicación a cultivos de tipo precoz, será preciso tener en cuenta el predominio de la fracción arena en la programación del abonado y riego.

Los resultados analíticos medios de la zona y subzonas se incluyen en el cuadro 1.

Las determinaciones realizadas en planta, separado el limbo y el peciolo como quedó dicho, han sido las siguientes:

Nitrógeno: Kjeldahl

Fósforo: Lectura colorimétrica en espectrofotómetro. Método vanadato-molibdato.

Potasio: Fotometría de llama.

Calcio, magnesio y microelementos: Espectrofotometría de Absorción Atómica.

5) Ordenación y estudio de los resultados. — Teniendo en cuenta que los procesos nutricionales no constituyen hechos aislados en los que cada elemento participa independientemente, sino que existe una estrecha interacción (antagonismos, sinergismos, competencias, etc.) entre la mayoría de ellos; para poder conocer la situación nutricional de una planta, no suele ser suficiente con estimar el nivel de cada nutriente, se precisa, además, saber la proporción y las relaciones que aparecen entre algunos de ellos.

Cuadro 1: Características químicas de los suelos en la zona y subzonas de estudio. Medias.

	pH	CO ₃ ⁼ total	M.O. (%)	N (%)	C/N
Zona	7,72	21,5	3,96	0,223	10,39
Subzona I.	7,69	23,6	4,44	0,262	9,87
Subzona II.	7,86	17,0	3,87	0,216	10,43
Subzona III.	7,71	26,1	3,55	0,199	10,35
Subzona IV.	7,74	13,6	3,72	0,199	10,97
Subzona V.	7,81	22,4	4,22	0,238	10,34

	P asim. (mg. P ₂ O ₅ /100 g.)	K asim. (mg. K ₂ O/100 g.)	Ca asim. (ppm)	Mg. asim. (ppm)
Zona.	91	59,4	5,556	327
Subzona I.	115	64,2	5,426	306
Subzona II.	105	68,4	4,883	358
Subzona III.	77	58,4	5,470	370
Subzona IV.	78	49,4	5,966	321
Subzona V.	82	56,7	6,036	281

Los resultados del análisis se presentan y estudian en base a:

Contenidos: Representan la concentración de cada elemento, en el tejido correspondiente, expresada sobre materia seca; en tanto por ciento, para nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; en ppm (mg./kg.) para microelementos (hierro, manganeso, zinc y cobre).

Alimentación global: Permite evaluar el nivel de alimentación a través de la suma de los contenidos de nutrientes en cada caso considerados; (nitrógeno + fósforo + potasio); (potasio + calcio + magnesio); (hierro + manganeso + zinc).

Equilibrios nutritivos: Reflejan la cantidad de la nutrición mediante el conocimiento de la participación porcentual de cada uno de los elementos en la alimentación global, dando a ésta, lógicamente, el valor de 100.

Existen, evidentemente, otros conceptos, como relaciones múltiples y binarias, índices de equilibrio, etc., que también se utilizan en la valoración del estado nutricional de los cultivos, pero se ha considerado que, en el presente estudio, es suficiente con el manejo de los tres reseñados para entresacar una información válida sobre la situación de la zona y de cada una de las parcelas.

6) Interpretación de los resultados. — El diagnóstico nutricional mediante el análisis foliar se basa en la premisa de que el mejor desarrollo de la planta, cuando todos los demás factores que pueden influenciarlo son iguales, se obtiene dentro de un margen restringido de concentración para cada nutriente, reflejado en la composición de la hoja. Cuando todos los elementos nutritivos se encuentran dentro de este margen, las necesidades nutritivas, en cantidad e intensidad, se hallan cubiertas. Cantidades inferiores o superiores a aquel margen afectan negativamente a la producción, a la calidad del producto, o a ambas cosas al mismo tiempo. Si bien teóricamente estos límites pueden ser definitivos, por muchas circunstancias, su aplicación práctica presenta abundantes restricciones.

Pero, además, y en base a las consideraciones hechas en el punto anterior, el diagnóstico cierto de una situación nutritiva determinada requiere una información conjunta sobre el mayor número posible de elementos.

Con todo, para poder interpretar los datos analíticos obtenidos y los conceptos aplicados en el presente trabajo, es preciso conocer el punto que corresponde al óptimo alimenticio, es decir, el que corresponde a un cultivo cuyos rendimientos y vegetación aparezcan, desde todos los puntos de vista, tan satisfactorios como sea posible. La comparación de resultados con los de referencia, correspondientes a ese óptimo, dará las indicaciones precisas para modificar contenidos, alimentación global y equilibrios nutritivos en el sentido que, en cada caso, corresponda.

La noción de óptimos es un dato experimental que se halla condicionado a la vez por un gran número de factores, independientes de la nutrición pero que influyen sobre la composición de la planta; unos, ligados a ella (variedad, estado de desarrollo, etc.) y otros, ajenos (clima, manejo cultural, producción, etc.). Por ello, y en nuestro caso, para interpretar los resultados obtenidos, si bien han sido fijados unos óptimos, éstos deben estimarse como provisionales, ya que, para ser considerados como definitivos, serán precisos estudios más prolongados y detallados. Las mismas razones obligan a que, para poder disponer de unas bases sólidas de interpretación, sea necesario el establecimiento de los óptimos dentro de las condiciones que envuelven el cultivo de la patata en la zona, puesto que la información que propor-

ciona la bibliografía únicamente puede considerarse como orientadora, puesto que ha sido obtenida en áreas en las que dicho cultivo se halla establecido en un medio y bajo un régimen de explotación completamente diferentes.

El establecimiento de los óptimos de la zona se ha realizado, en base a las producciones obtenidas en las correspondientes parcelas, con la siguiente metodología.

La primera cuestión que se nos ha planteado ha sido el fijar cuál era la producción a partir de la que podríamos considerar una buena cosecha. Basándonos en la información recogida durante nuestras visitas a la zona y en los datos recogidos en los boletines correspondientes a cada parcela, se ha estimado que producciones a partir de los 28.000 Kg./Ha. podrían ser calificadas como "buena cosecha" y, por tanto, ser tomadas como referencia para establecer el óptimo nutricional. Se trata de cultivos sembrados entre finales de diciembre y principios de enero, recogándose las cosechas el mes de mayo. Las variedades muestreadas han sido Pendland Dell y Royal Kidney.

Sobre esta base se ordenaron los datos correspondientes a las parcelas siguientes (31 en total):

Subzona I: 3-8-9-10-14

Subzona II: 4-5-6-9-11-12-15

Subzona III: 4-7-8-9-10-13-14-15

Subzona IV: 1-10-12-15

Subzona V: 1-2-3-6-7-9-11

Calculada la media de los datos correspondientes a cada una de las 31 parcelas consideradas con buena producción, los óptimos provisionales para la zona son:

	Hoja	Pecíolo
Nitrógeno %	5,57	2,41
Fósforo %	0,39	0,30
Potasio %	4,78	10,17
Calcio %	1,35	1,34
Magnesio %	0,90	0,91
Alimentación global (N + P + K)	10,74	12,88
Alimentación global (K + Ca + Mg.)	7,03	12,42
Equilibrio nutritivo (N:P:K)	52:4:44	19:2:79
Equilibrio nutritivo (K:Ca:Mg.)	69:19:12	82:11:7

Cuadro 2: Intervalos de relaciones binarias para la agrupación de las producciones de cada parcela.

Interv.	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	P/K	P/Ca	P/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
1	10,80 - 12,68	0,75 - 0,93	2,11 - 2,91	4,01 - 5,07	0,039 - 0,057	0,11 - 0,16	0,20 - 0,32	1,63 - 2,45	2,45 - 3,66	0,78 - 1,19
2	12,68 - 14,57	0,94 - 1,12	2,92 - 3,72	5,08 - 6,14	0,058 - 0,076	0,17 - 0,22	0,33 - 0,45	2,46 - 3,28	3,67 - 4,88	1,20 - 1,61
3	14,58 - 16,46	1,13 - 1,31	1,73 - 4,53	6,15 - 7,21	0,077 - 0,095	0,23 - 0,28	0,46 - 0,59	3,29 - 4,11	4,89 - 6,10	1,62 - 2,03
4	16,47 - 18,35	1,32 - 1,50	4,54 - 5,34	7,22 - 8,28	0,096 - 0,114	0,29 - 0,34	0,59 - 0,71	4,12 - 4,94	6,11 - 7,32	2,04 - 2,45
5	18,36 - 20,24	1,51 - 1,69	5,35 - 6,43	8,29 - 9,35	0,115 - 0,134	0,35 - 0,40	0,72 - 0,84	4,95 - 5,77	7,33 - 8,54	2,46 - 2,87

HOJA

PECIOLLO

1	5,05 - 6,97	0,16 - 0,21	0,96 - 1,27	1,33 - 2,01	0,015 - 0,018	0,08 - 0,12	0,12 - 0,19	3,50 - 4,84	5,24 - 8,05	1,02 - 1,24
2	6,98 - 8,90	0,22 - 0,27	1,28 - 1,57	2,02 - 2,70	0,019 - 0,022	0,13 - 0,17	0,20 - 0,27	4,85 - 6,10	8,06 - 10,87	1,25 - 1,47
3	8,91 - 10,83	0,28 - 0,33	1,58 - 1,87	2,71 - 3,39	0,023 - 0,026	0,18 - 0,22	0,28 - 0,35	6,11 - 7,36	10,88 - 13,69	1,48 - 1,70
4	10,84 - 12,76	0,34 - 0,39	1,88 - 2,17	3,40 - 4,08	0,027 - 0,030	0,23 - 0,27	0,35 - 0,43	7,37 - 8,62	13,70 - 16,51	1,71 - 1,93
5	12,77 - 14,69	0,40 - 0,45	2,18 - 2,47	4,09 - 4,77	0,031 - 0,034	0,28 - 0,32	0,44 - 0,51	8,63 - 9,88	16,52 - 19,33	1,94 - 2,16

Es conocido el hecho de que la concentración de cada elemento en el interior de la planta puede influir en la de los demás debido a los ya citados fenómenos de antagonismo y sinergismo; por tanto, debe existir una proporcionalidad entre ellos definidora del equilibrio nutritivo.

Basándose en estos principios de la alimentación equilibrada es evidente que se puede fijar el citado equilibrio mediante el establecimiento de una proporción múltiple en la que queden involucrados todos los elementos considerados.

Para alcanzar este objetivo se han calculado para todas las parcelas, en hoja y peciolo, las relaciones binarias:

N/P, N/K, N/Ca, N/Mg

P/K, P/Ca, P/Mg

K/Ca, K/Mg.

Ca/Mg

El rango en el que se mueven los valores correspondientes a cada una de estas relaciones ha sido dividido en cinco intervalos, según puede verse en el cuadro 2.

Las producciones (Kg./Ha.) de las parcelas han sido agrupadas, de acuerdo con el valor de su relación binaria, dentro del intervalo que le corresponde, calculándose luego la producción media, cuyo valor, para cada intervalo, se representa en las figuras 1 y 2.

En el cuadro 3 se indican los intervalos óptimos, según la producción, para cada una de las relaciones binarias consideradas, estimándose como valor óptimo la media del intervalo.

Con los valores de las relaciones binarias óptimas se calcula el equilibrio entre los nutrientes con los que se va a trabajar, en base a cada uno de ellos y de manera independiente. Para ello se establece la proporción en que se encuentran todos los elementos con respecto al considerado como base y se establece el correspondiente equilibrio nutritivo. Como este cálculo se realiza en base a cada uno de los elementos considerados, según se ha indicado, obtenemos tantos equilibrios como elementos. La media de estos equilibrios se estima como **equilibrio nutritivo óptimo**. En nuestro caso queda establecido en:

	<u>N:P:K:Ca:Mg</u>	<u>N:P:K</u>	<u>K:Ca:Mg</u>
HOJA:	41:3:40:10:6	49:4:47	72:18:10
PECIOLLO:	13:2:72:8:5	16:2:82	86:9:5

Cuadro 3: Intervalos óptimos y su valor medio de las relaciones binarias entre los macroelementos analizados en hoja y peciolo.

Relación	HOJA		PECIOLLO	
	Interv. óptimo	Media	Interv. óptimo	Media
N/P	12,69 - 14,57	13,63	5,05 - 6,97	6,01
N/K	0,75 - 0,93	0,84	0,16 - 0,21	0,19
N/Ca	4,54 - 5,34	4,94	2,18 - 2,47	2,33
N/Mg	7,22 - 8,28	7,75	2,71 - 3,39	3,05
P/K	0,115 - 0,134	0,125	0,023 - 0,026	0,025
P/Ca	0,29 - 0,34	0,315	0,23 - 0,27	0,25
P/Mg	0,46 - 0,58	0,52	0,28 - 0,35	0,32
K/Ca	4,12 - 4,94	4,53	8,63 - 9,88	9,26
K/Mg	7,33 - 8,54	7,94	16,52 - 19,33	17,93
Ca/Mg	2,09 - 2,45	2,25	1,94 - 2,16	2,05

Puede observarse que estos equilibrios no difieren mucho de los obtenidos considerando únicamente los datos analíticos de las parcelas "de alta producción".

Dentro de la bibliografía consultada, únicamente han podido encontrarse datos de óptimos referidos a N, P y K (cuadro 4). Si bien la alimentación global en hoja se sitúa en un valor muy próximo al obtenido para la zona, contenidos y equilibrios difieren sustancialmente, lo que viene a confirmar la necesidad, indicada, de realizar los estudios conducentes al conocimiento de la situación nutricional de un cultivo, dentro de su área geográfica de explotación (ver figuras 3 y 4).

Cuadro 4: Contenidos y equilibrios óptimos de la patata ofrecidos en la bibliografía consultada.

	N	P	K	Ca	N+P+K	N:P:K
HOJA	6,50	0,50	3,90	—	10,90	60:5:35
PECIOLLO	4,64	0,27	12,30	—	17,21	27:2:71

Cuadro 6: Estado nutritivo de la patata en la zona estudiada.

PARAMETROS	INTERPRETACION	
	Hoja	Pecíolo
<u>Contenidos</u>		
N	Muy próximo al óptimo	Óptimo
P	Un poco bajo	Ligeramente bajo
K	Un poco bajo	Casi óptimo
Ca	Prácticamente óptimo	Casi óptimo
Mg	Óptimo	Casi óptimo
<u>Alimentación global</u>		
N + P + K	Ligeramente baja	Un poco baja
K + Ca + Mg	Próxima al óptimo	Casi óptima
<u>Equilibrios nutritivos</u>		
N:P:K	Leve desequilibrio en perjuicio del P	Óptimo
K:Ca:Mg	Ligeramente desplazado en perjuicio del K	Ligeramente desplazado en perjuicio del K

Como consecuencia de lo expuesto, la interpretación que seguidamente se realiza sobre el estado nutritivo de la patata en la zona estudiada se ha basado en los valores óptimos calculados por uno y otro procedimiento, tanto para hoja como para pecíolo.

En el cuadro 5 se indican los valores medios de los parámetros estudiados en la zona y en las cinco subzonas en que se ha dividido ésta. Como puede observarse, igual que ocurría con la fertilidad de los suelos, el estado nutritivo de la patata es muy similar en las distintas subzonas en que se dividió el área de estudio.

Por otra parte, tomando como referencia los óptimos calculados con los datos de las parcelas de "alta producción", la interpretación de la situación nutricional de la patata en la zona y en las subzonas en que se ha dividido, es prácticamente la misma (cuadros 6 al 11 y figuras 5 a 9), cuando se hace en función de los valores proporcionados por hoja que cuando se hace en base a los datos analíticos del pecíolo.

Las ligeras diferencias que se aprecian en algunos parámetros desaparecen, en el caso de los equilibrios nutritivos, cuando la interpretación se realiza sobre los óptimos calculados por el método de las relaciones binarias. Esto es lógico, puesto que aquí se han tenido en cuenta los valores de la totalidad de las parcelas estudiadas, lo que permite una dilución de posibles errores debidos a toma de datos, análisis, etc., y, además, una atenuación de la influencia de factores indirectamente implicados en la nutrición (suelo, variedad, clima, etc.). En efecto, como puede observarse en los diagramas triangulares correspondientes (figuras 6 a 9) todas las zonas, tanto si se considera hoja como pecíolo, presentan un desequilibrio nutritivo favorable al nitrógeno y en perjuicio del potasio.

Cuadro 7: Estado nutritivo de la patata en la subzona I

PARAMETROS	INTERPRETACION	
	Hoja	Pecíolo
Contenidos		
N	Ligeramente bajo	Casi óptimo
P	Óptimo	Ligeramente bajo
K	Óptimo	Ligeramente bajo
Ca	Algo elevado	Ligeramente bajo
Mg	Ligeramente elevado	Ligeramente elevado
Alimentación global		
N + P + K	Ligeramente baja	Algo baja
K + Ca + Mg	Ligeramente elevada	Ligeramente elevada
Equilibrio nutritivo		
N:P:K	Próximo a óptimo, ligero desequilibrio en perjuicio del N.	Óptimo
K:Ca:Mg	Desequilibrado, en perjuicio del potasio.	Desequilibrado, en perjuicio del potasio.

Table 2. Reported
Haplotype S
S¹ P
S² P
S³ P
S⁴ P
S⁵ P
S⁶ P
S⁷ P
S⁸ P
S⁹ P
S¹⁰ P
S¹¹ P
S¹² P
S¹³ P
S¹⁴ P
S¹⁵ P
S¹⁶ P
S¹⁷ P
S¹⁸ P
S¹⁹ P
S²⁰ P
S²¹ P
S²² P
S²³ P
S²⁴ P
S²⁵ P
S²⁶ P
S²⁷ P
S²⁸ P
S²⁹ P
S³⁰ P
S³¹ P
S³² P
S³³ P
S³⁴ P
S³⁵ P
S³⁶ P
S³⁷ P
S³⁸ P
S³⁹ P
S⁴⁰ P
S⁴¹ P
S⁴² P
S⁴³ P
S⁴⁴ P
S⁴⁵ P
S⁴⁶ P
S⁴⁷ P
S⁴⁸ P
S⁴⁹ P
S⁵⁰ P
S⁵¹ P
S⁵² P
S⁵³ P
S⁵⁴ P
S⁵⁵ P
S⁵⁶ P
S⁵⁷ P
S⁵⁸ P
S⁵⁹ P
S⁶⁰ P
S⁶¹ P
S⁶² P
S⁶³ P
S⁶⁴ P
S⁶⁵ P
S⁶⁶ P
S⁶⁷ P
S⁶⁸ P
S⁶⁹ P
S⁷⁰ P
S⁷¹ P
S⁷² P
S⁷³ P
S⁷⁴ P
S⁷⁵ P
S⁷⁶ P
S⁷⁷ P
S⁷⁸ P
S⁷⁹ P
S⁸⁰ P
S⁸¹ P
S⁸² P
S⁸³ P
S⁸⁴ P
S⁸⁵ P
S⁸⁶ P
S⁸⁷ P
S⁸⁸ P
S⁸⁹ P
S⁹⁰ P
S⁹¹ P
S⁹² P
S⁹³ P
S⁹⁴ P
S⁹⁵ P
S⁹⁶ P
S⁹⁷ P
S⁹⁸ P
S⁹⁹ P
S¹⁰⁰ P
S¹⁰¹ P
S¹⁰² P
S¹⁰³ P
S¹⁰⁴ P
S¹⁰⁵ P
S¹⁰⁶ P
S¹⁰⁷ P
S¹⁰⁸ P
S¹⁰⁹ P
S¹¹⁰ P
S¹¹¹ P
S¹¹² P
S¹¹³ P
S¹¹⁴ P
S¹¹⁵ P
S¹¹⁶ P
S¹¹⁷ P
S¹¹⁸ P
S¹¹⁹ P
S¹²⁰ P
S¹²¹ P
S¹²² P
S¹²³ P
S¹²⁴ P
S¹²⁵ P
S¹²⁶ P
S¹²⁷ P
S¹²⁸ P
S¹²⁹ P
S¹³⁰ P
S¹³¹ P
S¹³² P
S¹³³ P
S¹³⁴ P
S¹³⁵ P
S¹³⁶ P
S¹³⁷ P
S¹³⁸ P
S¹³⁹ P
S¹⁴⁰ P
S¹⁴¹ P
S¹⁴² P
S¹⁴³ P
S¹⁴⁴ P
S¹⁴⁵ P
S¹⁴⁶ P
S¹⁴⁷ P
S¹⁴⁸ P
S¹⁴⁹ P
S¹⁵⁰ P
S¹⁵¹ P
S¹⁵² P
S¹⁵³ P
S¹⁵⁴ P
S¹⁵⁵ P
S¹⁵⁶ P
S¹⁵⁷ P
S¹⁵⁸ P
S¹⁵⁹ P
S¹⁶⁰ P
S¹⁶¹ P
S¹⁶² P
S¹⁶³ P
S¹⁶⁴ P
S¹⁶⁵ P
S¹⁶⁶ P
S¹⁶⁷ P
S¹⁶⁸ P
S¹⁶⁹ P
S¹⁷⁰ P
S¹⁷¹ P
S¹⁷² P
S¹⁷³ P
S¹⁷⁴ P
S¹⁷⁵ P
S¹⁷⁶ P
S¹⁷⁷ P
S¹⁷⁸ P
S¹⁷⁹ P
S¹⁸⁰ P
S¹⁸¹ P
S¹⁸² P
S¹⁸³ P
S¹⁸⁴ P
S¹⁸⁵ P
S¹⁸⁶ P
S¹⁸⁷ P
S¹⁸⁸ P
S¹⁸⁹ P
S¹⁹⁰ P
S¹⁹¹ P
S¹⁹² P
S¹⁹³ P
S¹⁹⁴ P
S¹⁹⁵ P
S¹⁹⁶ P
S¹⁹⁷ P
S¹⁹⁸ P
S¹⁹⁹ P
S²⁰⁰ P
S²⁰¹ P
S²⁰² P
S²⁰³ P
S²⁰⁴ P
S²⁰⁵ P
S²⁰⁶ P
S²⁰⁷ P
S²⁰⁸ P
S²⁰⁹ P
S²¹⁰ P
S²¹¹ P
S²¹² P
S²¹³ P
S²¹⁴ P
S²¹⁵ P
S²¹⁶ P
S²¹⁷ P
S²¹⁸ P
S²¹⁹ P
S²²⁰ P
S²²¹ P
S²²² P
S²²³ P
S²²⁴ P
S²²⁵ P
S²²⁶ P
S²²⁷ P
S²²⁸ P
S²²⁹ P
S²³⁰ P
S²³¹ P
S²³² P
S²³³ P
S²³⁴ P
S²³⁵ P
S²³⁶ P
S²³⁷ P
S²³⁸ P
S²³⁹ P
S²⁴⁰ P
S²⁴¹ P
S²⁴² P
S²⁴³ P
S²⁴⁴ P
S²⁴⁵ P
S²⁴⁶ P
S²⁴⁷ P
S²⁴⁸ P
S²⁴⁹ P
S²⁵⁰ P
S²⁵¹ P
S²⁵² P
S²⁵³ P
S²⁵⁴ P
S²⁵⁵ P
S²⁵⁶ P
S²⁵⁷ P
S²⁵⁸ P
S²⁵⁹ P
S²⁶⁰ P
S²⁶¹ P
S²⁶² P
S²⁶³ P
S²⁶⁴ P
S²⁶⁵ P
S²⁶⁶ P
S²⁶⁷ P
S²⁶⁸ P
S²⁶⁹ P
S²⁷⁰ P
S²⁷¹ P
S²⁷² P
S²⁷³ P
S²⁷⁴ P
S²⁷⁵ P
S²⁷⁶ P
S²⁷⁷ P
S²⁷⁸ P
S²⁷⁹ P
S²⁸⁰ P
S²⁸¹ P
S²⁸² P
S²⁸³ P
S²⁸⁴ P
S²⁸⁵ P
S²⁸⁶ P
S²⁸⁷ P
S²⁸⁸ P
S²⁸⁹ P
S²⁹⁰ P
S²⁹¹ P
S²⁹² P
S²⁹³ P
S²⁹⁴ P
S²⁹⁵ P
S²⁹⁶ P
S²⁹⁷ P
S²⁹⁸ P
S²⁹⁹ P
S³⁰⁰ P
S³⁰¹ P
S³⁰² P
S³⁰³ P
S³⁰⁴ P
S³⁰⁵ P
S³⁰⁶ P
S³⁰⁷ P
S³⁰⁸ P
S³⁰⁹ P
S³¹⁰ P
S³¹¹ P
S³¹² P
S³¹³ P
S³¹⁴ P
S³¹⁵ P
S³¹⁶ P
S³¹⁷ P
S³¹⁸ P
S³¹⁹ P
S³²⁰ P
S³²¹ P
S³²² P
S³²³ P
S³²⁴ P
S³²⁵ P
S³²⁶ P
S³²⁷ P
S³²⁸ P
S³²⁹ P
S³³⁰ P
S³³¹ P
S³³² P
S³³³ P
S³³⁴ P
S³³⁵ P
S³³⁶ P
S³³⁷ P
S³³⁸ P
S³³⁹ P
S³⁴⁰ P
S³⁴¹ P
S³⁴² P
S³⁴³ P
S³⁴⁴ P
S³⁴⁵ P
S³⁴⁶ P
S³⁴⁷ P
S³⁴⁸ P
S³⁴⁹ P
S³⁵⁰ P
S³⁵¹ P
S³⁵² P
S³⁵³ P
S³⁵⁴ P
S³⁵⁵ P
S³⁵⁶ P
S³⁵⁷ P
S³⁵⁸ P
S³⁵⁹ P
S³⁶⁰ P
S³⁶¹ P
S³⁶² P
S³⁶³ P
S³⁶⁴ P
S³⁶⁵ P
S³⁶⁶ P
S³⁶⁷ P
S³⁶⁸ P
S³⁶⁹ P
S³⁷⁰ P
S³⁷¹ P
S³⁷² P
S³⁷³ P
S³⁷⁴ P
S³⁷⁵ P
S³⁷⁶ P
S³⁷⁷ P
S³⁷⁸ P
S³⁷⁹ P
S³⁸⁰ P
S³⁸¹ P
S³⁸² P
S³⁸³ P
S³⁸⁴ P
S³⁸⁵ P
S³⁸⁶ P
S³⁸⁷ P
S³⁸⁸ P
S³⁸⁹ P
S³⁹⁰ P
S³⁹¹ P
S³⁹² P
S³⁹³ P
S³⁹⁴ P
S³⁹⁵ P
S³⁹⁶ P
S³⁹⁷ P
S³⁹⁸ P
S³⁹⁹ P
S⁴⁰⁰ P
S⁴⁰¹ P
S⁴⁰² P
S⁴⁰³ P
S⁴⁰⁴ P
S⁴⁰⁵ P
S⁴⁰⁶ P
S⁴⁰⁷ P
S⁴⁰⁸ P
S⁴⁰⁹ P
S⁴¹⁰ P
S⁴¹¹ P
S⁴¹² P
S⁴¹³ P
S⁴¹⁴ P
S⁴¹⁵ P
S⁴¹⁶ P
S⁴¹⁷ P
S⁴¹⁸ P
S⁴¹⁹ P
S⁴²⁰ P
S⁴²¹ P
S⁴²² P
S⁴²³ P
S⁴²⁴ P
S⁴²⁵ P
S⁴²⁶ P
S⁴²⁷ P
S⁴²⁸ P
S⁴²⁹ P
S⁴³⁰ P
S⁴³¹ P
S⁴³² P
S⁴³³ P
S⁴³⁴ P
S⁴³⁵ P
S⁴³⁶ P
S⁴³⁷ P
S⁴³⁸ P
S⁴³⁹ P
S⁴⁴⁰ P
S⁴⁴¹ P
S⁴⁴² P
S⁴⁴³ P
S⁴⁴⁴ P
S⁴⁴⁵ P
S⁴⁴⁶ P
S⁴⁴⁷ P
S⁴⁴⁸ P
S⁴⁴⁹ P
S⁴⁵⁰ P
S⁴⁵¹ P
S⁴⁵² P
S⁴⁵³ P
S⁴⁵⁴ P
S⁴⁵⁵ P
S⁴⁵⁶ P
S⁴⁵⁷ P
S⁴⁵⁸ P
S⁴⁵⁹ P
S⁴⁶⁰ P
S⁴⁶¹ P
S⁴⁶² P
S⁴⁶³ P
S⁴⁶⁴ P
S⁴⁶⁵ P
S⁴⁶⁶ P
S⁴⁶⁷ P
S⁴⁶⁸ P
S⁴⁶⁹ P
S⁴⁷⁰ P
S⁴⁷¹ P
S⁴⁷² P
S⁴⁷³ P
S⁴⁷⁴ P
S⁴⁷⁵ P
S⁴⁷⁶ P
S⁴⁷⁷ P
S⁴⁷⁸ P
S⁴⁷⁹ P
S⁴⁸⁰ P
S⁴⁸¹ P
S⁴⁸² P
S⁴⁸³ P
S⁴⁸⁴ P
S⁴⁸⁵ P
S⁴⁸⁶ P
S⁴⁸⁷ P
S⁴⁸⁸ P
S⁴⁸⁹ P
S⁴⁹⁰ P
S⁴⁹¹ P
S⁴⁹² P
S⁴⁹³ P
S⁴⁹⁴ P
S⁴⁹⁵ P
S⁴⁹⁶ P
S⁴⁹⁷ P
S⁴⁹⁸ P
S⁴⁹⁹ P
S⁵⁰⁰ P
S⁵⁰¹ P
S⁵⁰² P
S⁵⁰³ P
S⁵⁰⁴ P
S⁵⁰⁵ P
S⁵⁰⁶ P
S⁵⁰⁷ P
S⁵⁰⁸ P
S⁵⁰⁹ P
S⁵¹⁰ P
S⁵¹¹ P
S⁵¹² P
S⁵¹³ P
S⁵¹⁴ P
S⁵¹⁵ P
S⁵¹⁶ P
S⁵¹⁷ P
S⁵¹⁸ P
S⁵¹⁹ P
S⁵²⁰ P
S⁵²¹ P
S⁵²² P
S⁵²³ P
S⁵²⁴ P
S⁵²⁵ P
S⁵²⁶ P
S⁵²⁷ P
S⁵²⁸ P
S⁵²⁹ P
S⁵³⁰ P
S⁵³¹ P
S⁵³² P
S⁵³³ P
S⁵³⁴ P
S⁵³⁵ P
S⁵³⁶ P
S⁵³⁷ P
S⁵³⁸ P
S⁵³⁹ P
S⁵⁴⁰ P
S⁵⁴¹ P
S⁵⁴² P
S⁵⁴³ P
S⁵⁴⁴ P
S⁵⁴⁵ P
S⁵⁴⁶ P
S⁵⁴⁷ P
S⁵⁴⁸ P
S⁵⁴⁹ P
S⁵⁵⁰ P
S⁵⁵¹ P
S⁵⁵² P
S⁵⁵³ P
S⁵⁵⁴ P
S⁵⁵⁵ P
S⁵⁵⁶ P
S⁵⁵⁷ P
S⁵⁵⁸ P
S⁵⁵⁹ P
S⁵⁶⁰ P
S⁵⁶¹ P
S⁵⁶² P
S⁵⁶³ P
S⁵⁶⁴ P
S⁵⁶⁵ P
S⁵⁶⁶ P
S⁵⁶⁷ P
S⁵⁶⁸ P
S⁵⁶⁹ P
S⁵⁷⁰ P
S⁵⁷¹ P
S⁵⁷² P
S⁵⁷³ P
S⁵⁷⁴ P
S⁵⁷⁵ P
S⁵⁷⁶ P
S⁵⁷⁷ P
S⁵⁷⁸ P
S⁵⁷⁹ P
S⁵⁸⁰ P
S⁵⁸¹ P
S⁵⁸² P
S⁵⁸³ P
S⁵⁸⁴ P
S⁵⁸⁵ P
S⁵⁸⁶ P
S⁵⁸⁷ P
S⁵⁸⁸ P
S⁵⁸⁹ P
S⁵⁹⁰ P
S⁵⁹¹ P
S⁵⁹² P
S⁵⁹³ P
S⁵⁹⁴ P
S⁵⁹⁵ P
S⁵⁹⁶ P
S⁵⁹⁷ P
S⁵⁹⁸ P
S⁵⁹⁹ P
S⁶⁰⁰ P
S⁶⁰¹ P
S⁶⁰² P
S⁶⁰³ P
S⁶⁰⁴ P
S⁶⁰⁵ P
S⁶⁰⁶ P
S⁶⁰⁷ P
S⁶⁰⁸ P
S⁶⁰⁹ P
S⁶¹⁰ P
S⁶¹¹ P
S⁶¹² P
S⁶¹³ P
S⁶¹⁴ P
S⁶¹⁵ P
S⁶¹⁶ P
S⁶¹⁷ P
S⁶¹⁸ P
S⁶¹⁹ P
S⁶²⁰ P
S⁶²¹ P
S⁶²² P
S⁶²³ P
S⁶²⁴ P
S⁶²⁵ P
S⁶²⁶ P
S⁶²⁷ P
S⁶²⁸ P
S⁶²⁹ P
S⁶³⁰ P
S⁶³¹ P
S⁶³² P
S⁶³³ P
S⁶³⁴ P
S⁶³⁵ P
S⁶³⁶ P
S⁶³⁷ P
S⁶³⁸ P
S⁶³⁹ P
S⁶⁴⁰ P
S⁶⁴¹ P
S⁶⁴² P
S⁶⁴³ P
S⁶⁴⁴ P
S⁶⁴⁵ P
S⁶⁴⁶ P
S⁶⁴⁷ P
S⁶⁴⁸ P
S⁶⁴⁹ P
S⁶⁵⁰ P
S⁶⁵¹ P
S⁶⁵² P
S⁶⁵³ P
S⁶⁵⁴ P
S⁶⁵⁵ P
S⁶⁵⁶ P
S⁶⁵⁷ P
S⁶⁵⁸ P
S⁶⁵⁹ P
S⁶⁶⁰ P
S⁶⁶¹ P
S⁶⁶² P
S⁶⁶³ P
S⁶⁶⁴ P
S⁶⁶⁵ P
S⁶⁶⁶ P
S⁶⁶⁷ P
S⁶⁶⁸ P
S⁶⁶⁹ P
S⁶⁷⁰ P
S⁶⁷¹ P
S⁶⁷² P
S⁶⁷³ P
S⁶⁷⁴ P
S⁶⁷⁵ P
S⁶⁷⁶ P
S⁶⁷⁷ P
S⁶⁷⁸ P
S⁶⁷⁹ P
S⁶⁸⁰ P
S⁶⁸¹ P
S⁶⁸² P
S⁶⁸³ P
S⁶⁸⁴ P
S⁶⁸⁵ P
S⁶⁸⁶ P
S⁶⁸⁷ P
S⁶⁸⁸ P
S⁶⁸⁹ P
S⁶⁹⁰ P
S⁶⁹¹ P
S⁶⁹² P
S⁶⁹³ P
S⁶⁹⁴ P
S⁶⁹⁵ P
S⁶⁹⁶ P
S⁶⁹⁷ P
S⁶⁹⁸ P
S⁶⁹⁹ P
S⁷⁰⁰ P
S⁷⁰¹ P
S⁷⁰² P
S⁷⁰³ P
S⁷⁰⁴ P
S⁷⁰⁵ P
S⁷⁰⁶ P
S⁷⁰⁷ P
S⁷⁰⁸ P
S⁷⁰⁹ P
S⁷¹⁰ P
S⁷¹¹ P
S⁷¹² P
S⁷¹³ P
S⁷¹⁴ P
S⁷¹⁵ P
S⁷¹⁶ P
S⁷¹⁷ P
S⁷¹⁸ P
S⁷¹⁹ P
S⁷²⁰ P
S⁷²¹ P
S⁷²² P
S⁷²³ P
S⁷²⁴ P
S⁷²⁵ P
S⁷²⁶ P
S⁷²⁷ P
S⁷²⁸ P
S⁷²⁹ P
S⁷³⁰ P
S⁷³¹ P
S⁷³² P
S⁷³³ P
S⁷³⁴ P
S⁷³⁵ P
S⁷³⁶ P
S⁷³⁷ P
S⁷³⁸ P
S⁷³⁹ P
S⁷⁴⁰ P
S⁷⁴¹ P
S⁷⁴² P
S⁷⁴³ P
S⁷⁴⁴ P
S⁷⁴⁵ P
S⁷⁴⁶ P
S⁷⁴⁷ P
S⁷⁴⁸ P
S⁷⁴⁹ P
S⁷⁵⁰ P
S⁷⁵¹ P
S⁷⁵² P
S⁷⁵³ P
S⁷⁵⁴ P
S⁷⁵⁵ P
S⁷⁵⁶ P
S⁷⁵⁷ P
S⁷⁵⁸ P
S⁷⁵⁹ P
S⁷⁶⁰ P
S⁷⁶¹ P
S⁷⁶² P
S⁷⁶³ P
S⁷⁶⁴ P
S⁷⁶⁵ P
S⁷⁶⁶ P
S⁷⁶⁷ P
S⁷⁶⁸ P
S⁷⁶⁹ P
S⁷⁷⁰ P
S⁷⁷¹ P
S⁷⁷² P
S⁷⁷³ P
S⁷⁷⁴ P
S⁷⁷⁵ P
S⁷⁷⁶ P
S⁷⁷⁷ P
S⁷⁷⁸ P
S⁷⁷⁹ P
S⁷⁸⁰ P
S⁷⁸¹ P
S⁷⁸² P
S⁷⁸³ P
S⁷⁸⁴ P
S⁷⁸⁵ P
S⁷⁸⁶ P
S⁷⁸⁷ P
S⁷⁸⁸ P
S⁷⁸⁹ P
S⁷⁹⁰ P
S⁷⁹¹ P
S⁷⁹² P
S⁷⁹³ P
S⁷⁹⁴ P
S⁷⁹⁵ P
S⁷⁹⁶ P
S⁷⁹⁷ P
S⁷⁹⁸ P
S⁷⁹⁹ P
S⁸⁰⁰ P
S⁸⁰¹ P
S⁸⁰² P
S⁸⁰³ P
S⁸⁰⁴ P
S⁸⁰⁵ P
S⁸⁰⁶ P
S⁸⁰⁷ P
S⁸⁰⁸ P
S⁸⁰⁹ P
S⁸¹⁰ P
S⁸¹¹ P
S⁸¹² P
S⁸¹³ P
S⁸¹⁴ P
S⁸¹⁵ P
S⁸¹⁶ P
S⁸¹⁷ P
S⁸¹⁸ P
S⁸¹⁹ P
S⁸²⁰ P
S⁸²¹ P
S⁸²² P
S⁸²³ P
S⁸²⁴ P
S⁸²⁵ P
S⁸²⁶ P
S⁸²⁷ P
S⁸²⁸ P
S⁸²⁹ P
S⁸³⁰ P
S⁸³¹ P
S⁸³² P
S⁸³³ P
S⁸³⁴ P
S⁸³⁵ P
S⁸³⁶ P
S⁸³⁷ P
S⁸³⁸ P
S⁸³⁹ P
S⁸⁴⁰ P
S⁸⁴¹ P
S⁸⁴² P
S⁸⁴³ P
S⁸⁴⁴ P
S⁸⁴⁵ P
S⁸⁴⁶ P
S⁸⁴⁷ P
S⁸⁴⁸ P
S⁸⁴⁹ P
S⁸⁵⁰ P
S⁸⁵¹ P
S⁸⁵² P
S⁸⁵³ P
S⁸⁵⁴ P
S⁸⁵⁵ P
S⁸⁵⁶ P
S⁸⁵⁷ P
S⁸⁵⁸ P
S⁸⁵⁹ P
S⁸⁶⁰ P
S⁸⁶¹ P
S⁸⁶² P
S⁸⁶³ P
S⁸⁶⁴ P
S⁸⁶⁵ P
S⁸⁶⁶ P
S⁸⁶⁷ P
S⁸⁶⁸ P
S⁸⁶⁹ P
S⁸⁷⁰ P
S⁸⁷¹ P
S⁸⁷² P
S⁸⁷³ P
S⁸⁷⁴ P
S⁸⁷⁵ P
S⁸⁷⁶ P
S⁸⁷⁷ P
S⁸⁷⁸ P
S⁸⁷⁹ P
S⁸⁸⁰ P
S⁸⁸¹ P
S⁸⁸² P
S⁸⁸³ P
S⁸⁸⁴ P
S⁸⁸⁵ P
S⁸⁸⁶ P
S⁸⁸⁷ P
S⁸⁸⁸ P
S⁸⁸⁹ P
S⁸⁹⁰ P
S⁸⁹¹ P
S⁸⁹² P
S<

mismo, el mínimo valor de cada parámetro (contenido, alimentación global o equilibrio) con el que se alcanza la producción máxima.

Además, con la información actual no puede preverse el comportamiento del suelo y en qué medida los fertilizantes modifican el estado nutritivo de la planta y, por tanto qué dosis son las adecuadas, dadas las peculiares características del cultivo en la zona, para alcanzar o mantener una situación nutritiva óptima o deseable.

En resumen, aunque con los datos analíticos obtenidos en el presente trabajo, tanto la fertilidad del suelo como el estado nutritivo de la planta, presentan unos niveles que pueden considerarse como satisfactorios, en general, para obtener una información práctica que permita unas recomendaciones precisas de abonado aplicable a la zona o a cada parcela en particular, es imprescindible una experimentación que nos muestre los efectos de los fertilizantes sobre nutrición-cosecha, en función de dosis, interacción de elementos y capacidad del suelo.

Cuadro 9: Estado nutritivo de la patata en la subzona III

PARAMETROS	INTERPRETACION	
	Hoja	Pecíolo
<u>Contenidos</u>		
N	Óptimo	Óptimo
P	Algo bajo	Algo bajo
K	Casi óptimo	Ligeramente elevado
Ca	Casi óptimo	Ligeramente elevado
Mg	Casi óptimo	Casi óptimo
<u>Alimentación global</u>		
N + P + K	Prácticamente óptima	Casi óptima
K + Ca + Mg	Prácticamente óptima	Ligeramente elevada
<u>Equilibrio nutritivo</u>		
N:P:K	Prácticamente óptimo	Óptimo
K:Ca:Mg	Prácticamente óptimo	Ligero desequilibrio, en perjuicio del K

Cuadro 10: Estado nutritivo de la patata en la subzona IV

PARAMETROS	INTERPRETACION	
	Hoja	Pecíolo
<u>Contenidos</u>		
N	Algo bajo	Prácticamente óptimo
P	Algo bajo	Ligeramente bajo
K	Algo bajo	Ligeramente elevado
Ca	Algo bajo	Óptimo
Mg	Casi óptimo	Casi óptimo
<u>Alimentación global</u>		
N + P + K	Baja	Ligeramente elevada
K + Ca + Mg	Baja	Ligeramente elevada
<u>Equilibrio nutritivo</u>		
N:P:K	Desequilibrado, en perjuicio de P y K	Casi óptimo
K:Ca:Mg	Desequilibrado, en perjuicio del K	Casi óptimo

Cuadro 11: Estado nutritivo de la patata en la subzona V

PARAMETROS	INTERPRETACION	
	Hoja	Pecíolo
<u>Contenidos</u>		
N	Bajo	Bajo
P	Bajo	Bajo
K	Bajo	Bajo
Ca	Casi óptimo	Ligeramente bajo
Mg	Casi óptimo	Óptimo
<u>Alimentación global</u>		
N + P + K	Baja	Baja
K + Ca + Mg	Baja	Baja
<u>Equilibrio nutritivo</u>		
N:P:K	Desequilibrado, en perjuicio de P y K	Desequilibrado, en perjuicio del K
K:Ca:Mg	Desequilibrado, en perjuicio del K	Desequilibrado, en perjuicio del K

PRODUCCION (Tm./Ha.)

Intervalo	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg
1	27.745	29.180	23.133	24.220
2	28.138	26.648	26.612	25.524
3	28.068	26.873	26.599	29.782
4	23.939	25.480	30.000	30.333
5	23.428	25.609	25.228	25.483

INTERVALOS

Intervalo	P/K	P/Ca	P/Mg
1	25.530	19.667	24.623
2	25.532	24.442	25.100
3	27.361	27.333	31.262
4	26.838	29.158	27.800
5	28.500	27.120	30.900

Intervalo	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
1	24.209	24.280	25.962
2	26.400	25.261	26.363
3	26.631	26.482	26.510
4	29.000	28.250	29.800
5	25.640	34.720	24.050

Figura 1: Producción media de las parcelas (Kg./Ha.) según el valor de sus relaciones binarias en HOJA.

PRODUCCION (Tm./Ha.)

Intervalo	N/P	N/Ca	N/K
1	30.537	23.000	29.263
2	26.972	26.068	26.527
3	25.310	27.628	24.934
4	24.412	25.631	26.867
5	23.850	28.289	18.500

INTERVALOS

Intervalo	P/K	P/Ca	P/Mg
1	24.560	24.390	23.092
2	24.311	25.391	24.207
3	28.267	27.285	28.331
4	26.121	27.789	24.267
5	24.073	27.000	27.143

Intervalo	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
1	24.640	28.877	25.605
2	25.987	24.279	24.823
3	27.991	27.169	28.833
4	24.036	29.660	25.778
5	28.764	30.075	30.750

Figura 2: Producción media de las parcelas (Kg./Ha.) según el valor de sus relaciones binarias en PECIOLO.

Figura 3: Equilibrios nutritivos óptimos en HOJA.

- Método parcelas alta producción
- ▲ Método relaciones binarias
- Bibliografía

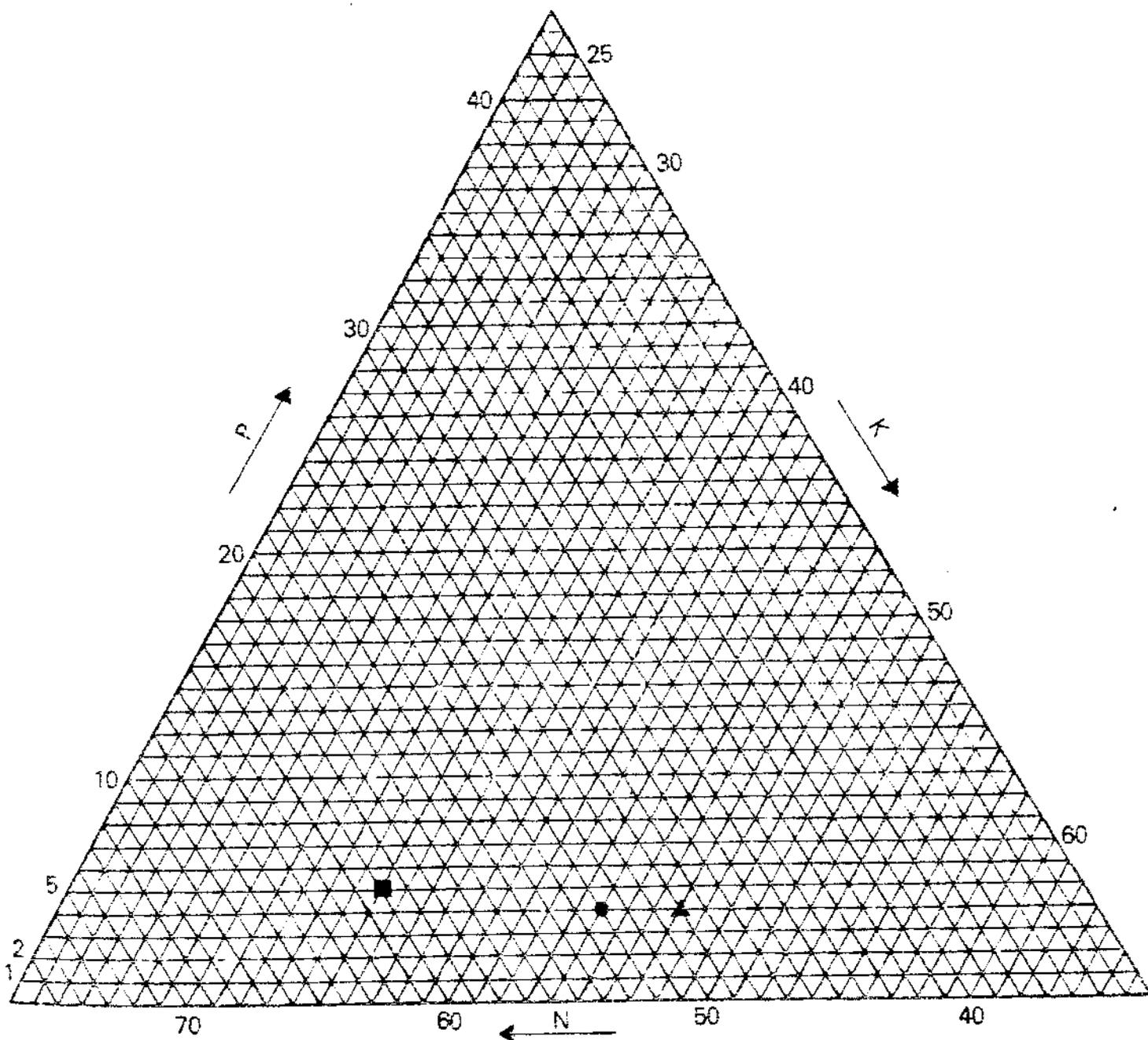
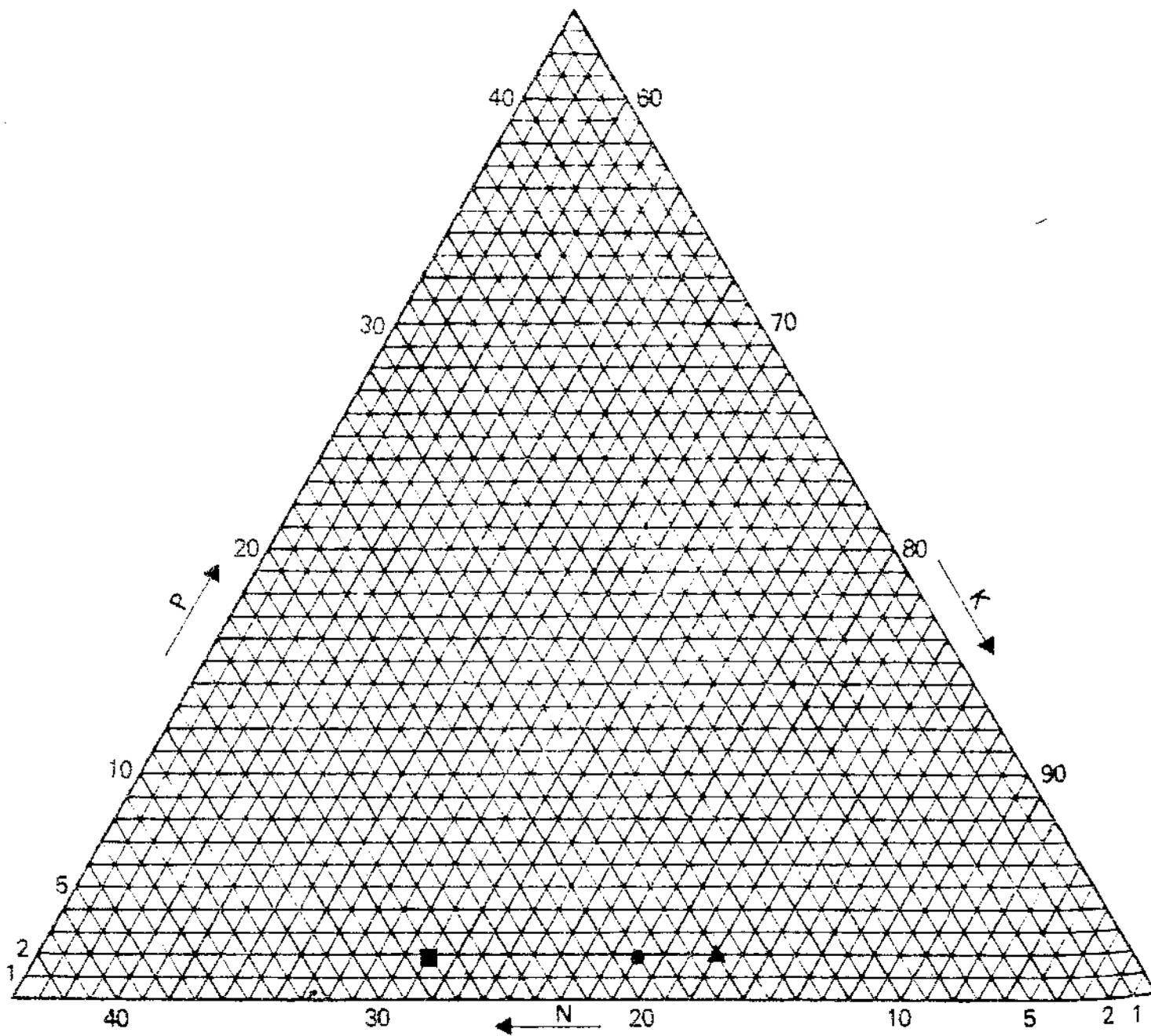
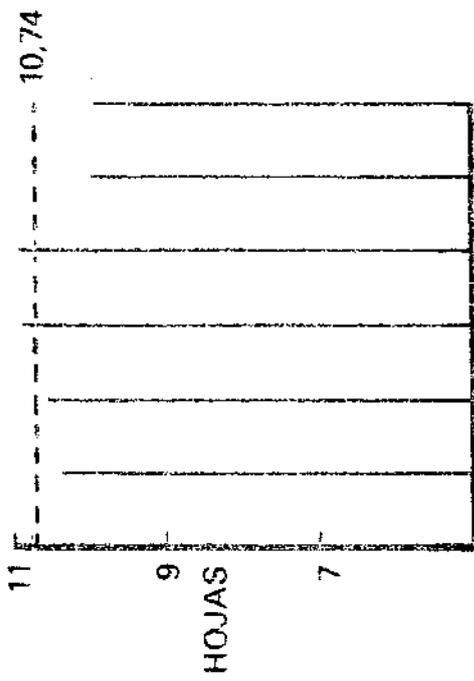


Figura 4: Equilibrios nutritivos óptimos en PECIOLLO.

- Método parcelas alta producción
- ▲ Método relaciones binarias
- Bibliografía



ALIMENTACION GLOBAL (N + P + K)



ALIMENTACION GLOBAL (K + Ca + Mg)

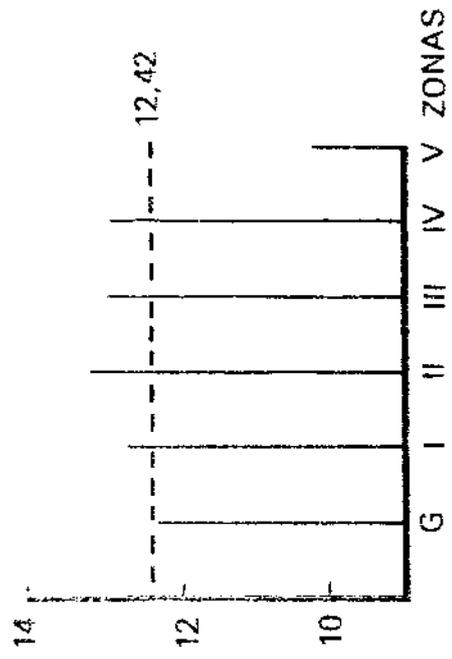
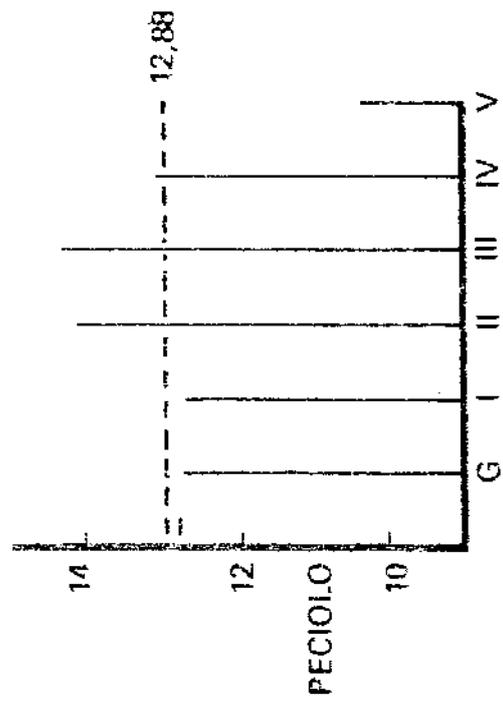
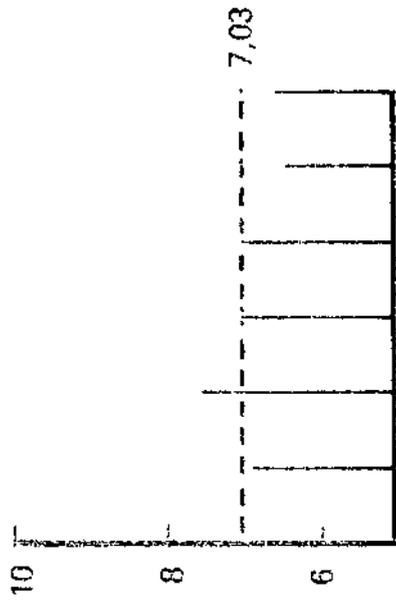


Figura 5: Alimentación global de la zona (G) y de las 5 subzonas, frente a los óptimos. (.....)

Figura 6: Relaciones nutritivas (N:P:K) en HOJA para la zona (G) y subzonas.

OPTIMOS

-  Método máxima producción
-  Método relaciones binarias

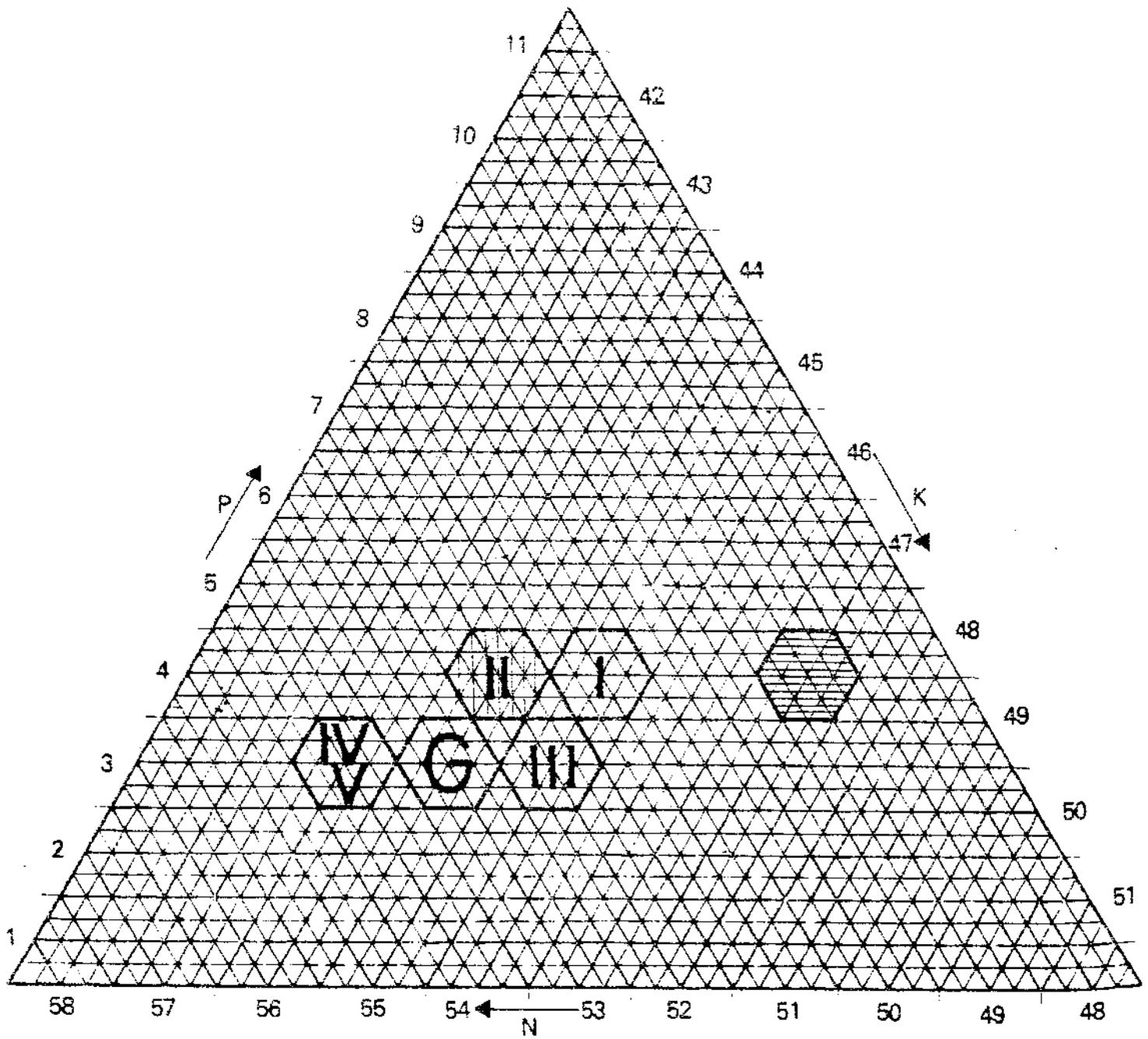


Figura 7: Relaciones nutritivas (K:Ca:Mg) en HOJA para la zona (G) y subzonas.

OPTIMOS

-  Método relaciones binarias
-  Método máxima producción

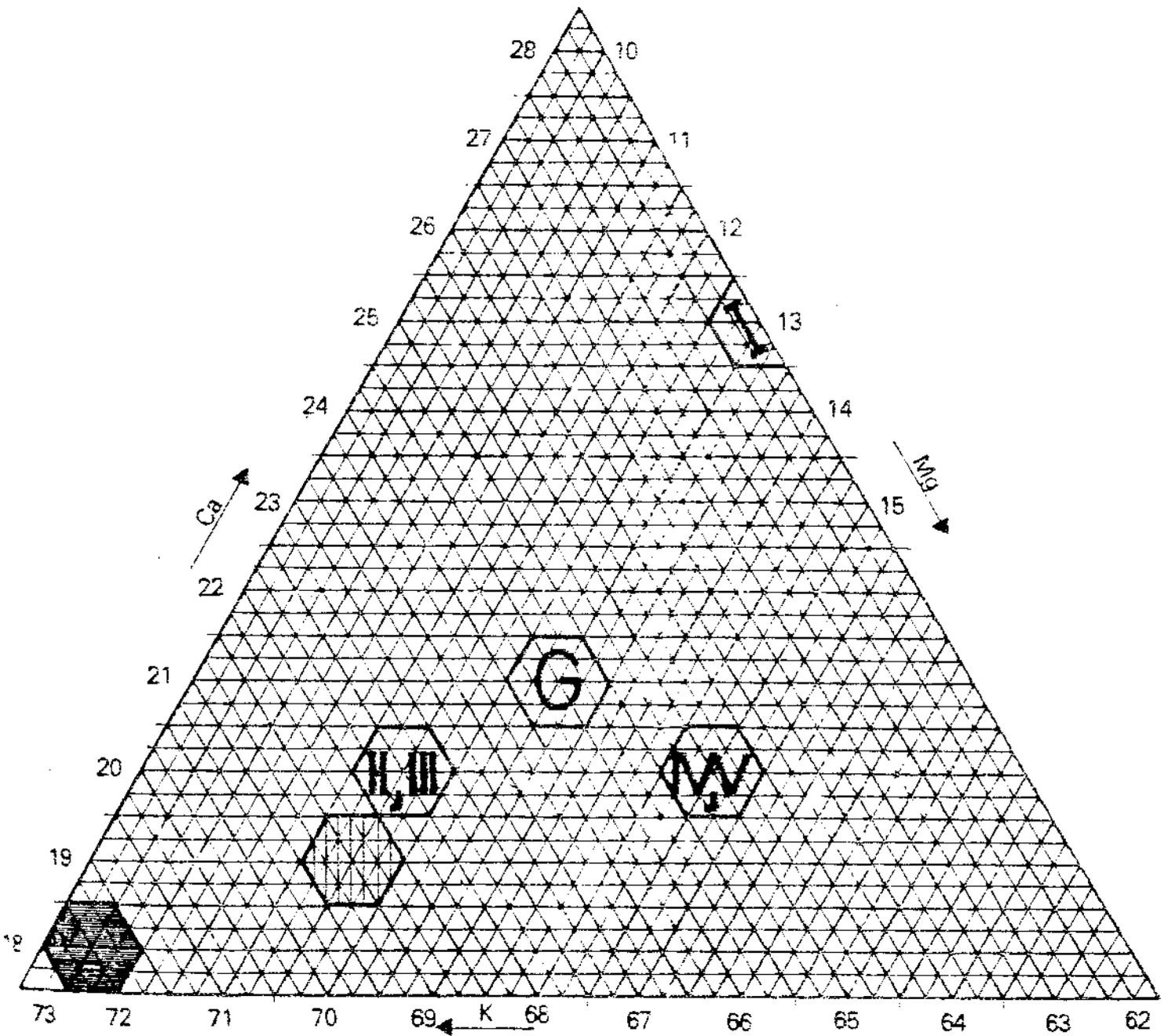


Figura 8: Relaciones nutritivas (N:P:K) en PECIOLLO para la zona (G) y subzonas.

OPTIMOS

-  Método máxima producción
-  Método relaciones binarias

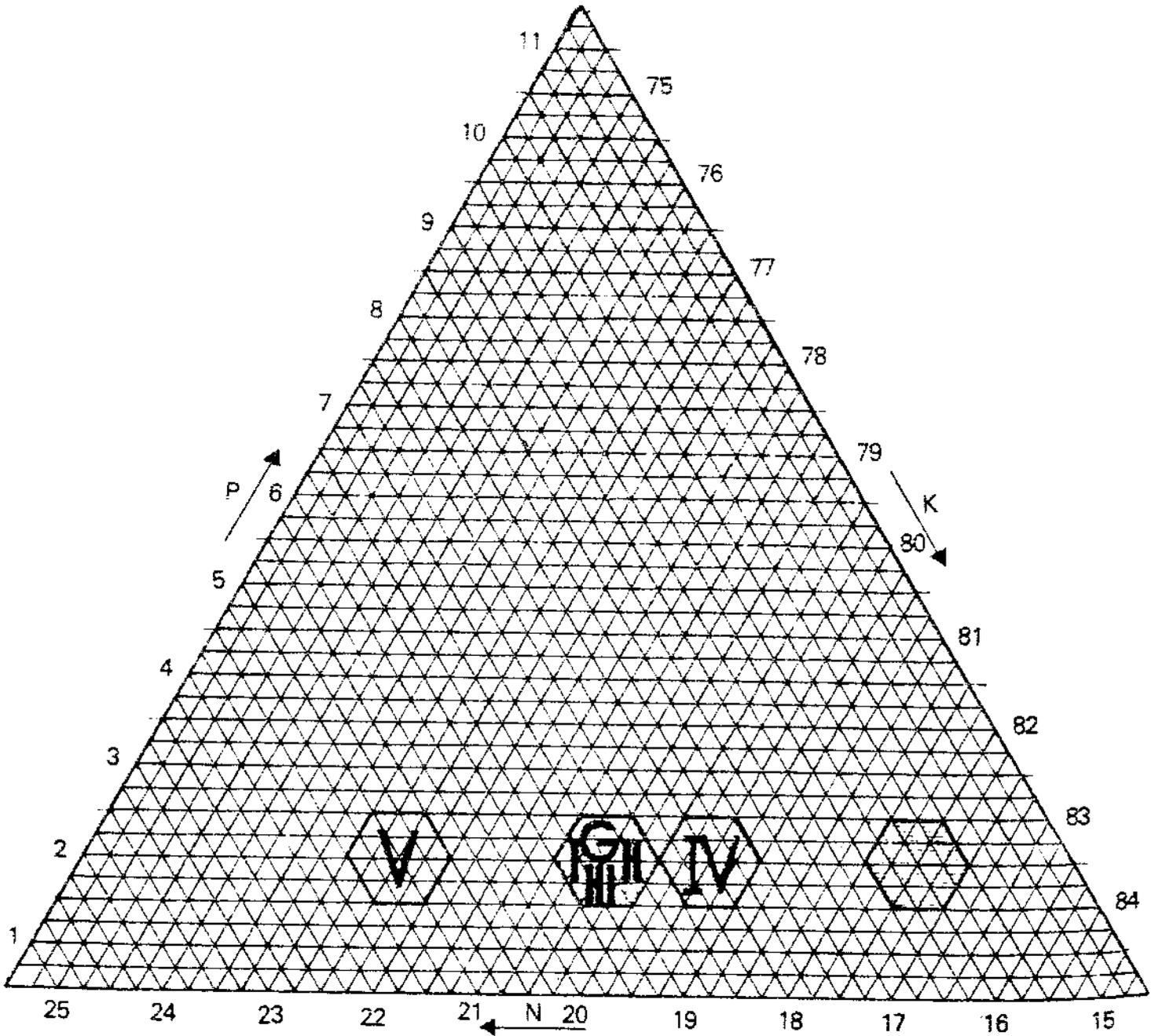
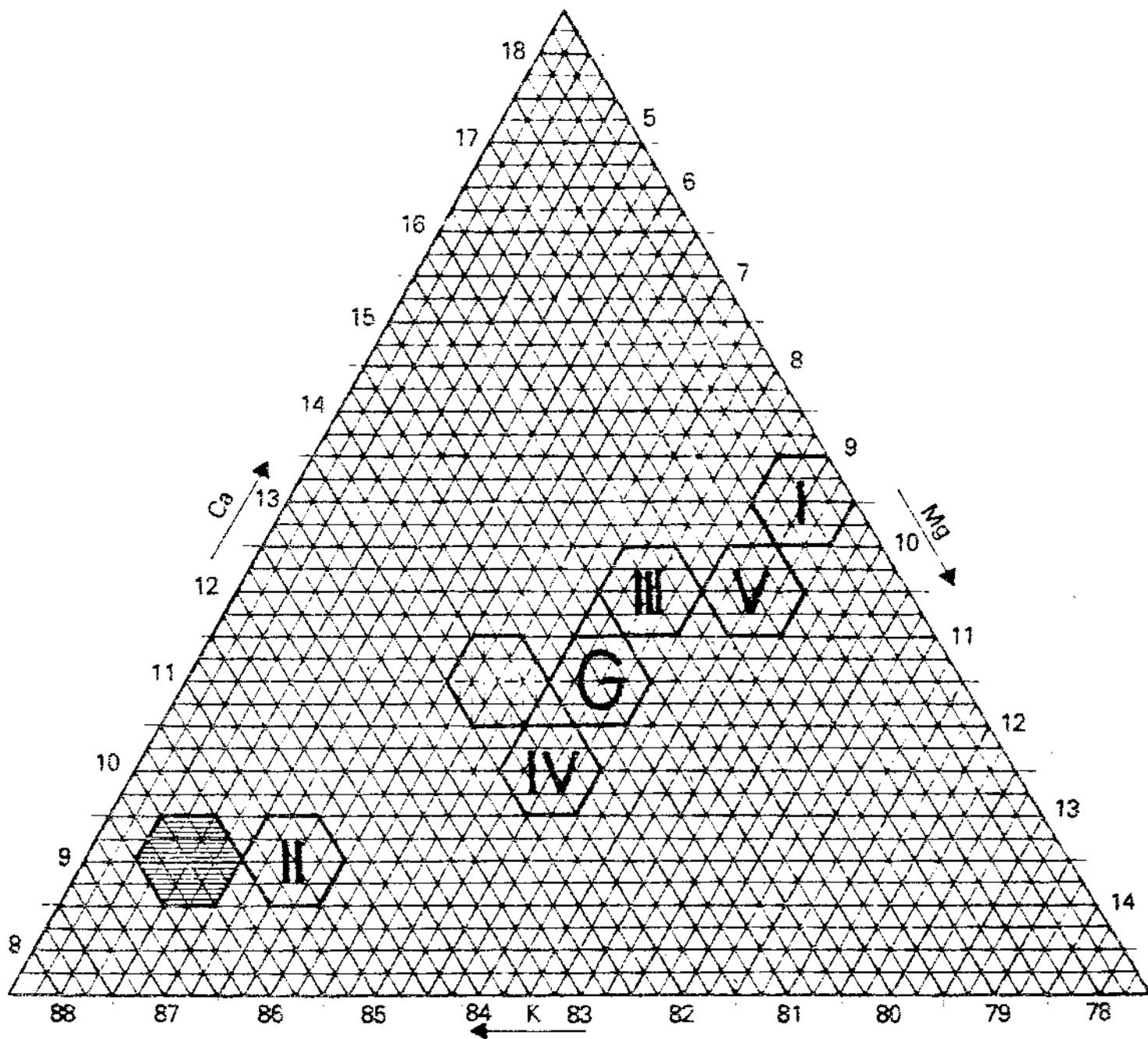


Figura 9: Relaciones nutritivas (K:Ca:Mg) en PECIOLLO para la zona (G) y subzonas.

-  Método máxima producción
-  Método relaciones binarias



REFERENCIAS

- CARPENTER, P. N.
(1957). Mineral accumulation in potato plants. Maine Agric. Exp. Stat. Univ. of Maine. Bull. 562.
- CARPENTER, P. N.
(1963). Mineral accumulation potato plants as affected by fertilizer application and in potato variety. Maine Agric. Exp. Stat. Univ. of Maine. Bull. 610.
- COOKE, G. W.
(1975). Fertilizing for maximum yield. Granada Publ. London 2nd Ed.
- DE GEUS, J. G.
(1967). Fertilizer Guide for tropical and subtropical farming. C. E. A. Zurich.
- DUNN, L. E. y ROST, C. O.
(1948). Effects of fertilizer on the composition of potatoes grown in the Red River Valley of Minnesota. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 13: 374-379.
- HERAS, L.; SANZ, M.; SANCHEZ, A.; MONTAÑES, L.
(1978). La fertilidad de los suelos de la provincia de Logroño dedicados a viñedo en las zonas de Rioja Alta y Baja acogidas a Denominación de origen. ITEA 30: 4-24.
- HENNIN, S. et al.
(1968). La Fertilisation. Bull. Reach. Inform. n° 231.
- HUGUET, C.
(1968). Control de la nutrición de los árboles frutales por el análisis foliar. V. Curso Superior de Hortofruticultura, CIDADE. Zaragoza.
- JOHNSON, C. E.
(1958). Potash fertilizer on potatoes. Calif. Agric. 12 (7): 10-11.
- LACHICA, M. y GONZALEZ, C.
(1976). La viz en Chile. Determinación del equilibrio nutritivo óptimo. An. Edaf. Agrob. XXXV (9-10): 917-934.
- LORENZ, O. A.
(1965). Better vegetable yields and quality with plant analysis. Plant Food Rev. 11 (2): 2-4.
- McKAY, D. C.; McEACHERN, C. A.; BISHOP, R. F.
(1966). Optimum nutrient levels in potato leaves (*Solanum tuberosum*, L.). Soil Sci. Soc. Am. Proc. 30 (1): 73-76.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A.
(1979). Principles of Plant Nutrition. I P I. Berna.
- MURPHY, H. J.; CARPENTER, P. N.; GOVEN, M. J.
(1967). Potato fertilization. Relation studies on Arcostock Farm permanent fertility plots. 1951-1965 The Maine Agric. Exp. Stat. Univ. of Maine. Bull. 645.
- RECALDE, L.
(1965). Comunicación al Coloquio "Aportación de las investigaciones ecológicas y agrícolas a la lucha del mundo contra el hambre". Madrid, 20-25 de octubre.

SANCHEZ, B.; DIOS, G.

(1976). Las tierras cultivadas del municipio de Pontevedra. Misión Biológica de Galicia, CSIC, Pontevedra.

THOMPSON, L.M.; TROEM, F.R.

(1978). Soils and Soil Fertility. Mc. Graw-Hill Book Co. New York, 411 Ed.

TYLER, K.B.; LORENZ, O.A.; NELSON, P.N.; BISHOP, J.C.

(1959). Soil potassium for potatoes. Calif. Agric. 13(6): 8-13.