

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION CARILLANCA
MINISTERIO DE AGRICULTURA**



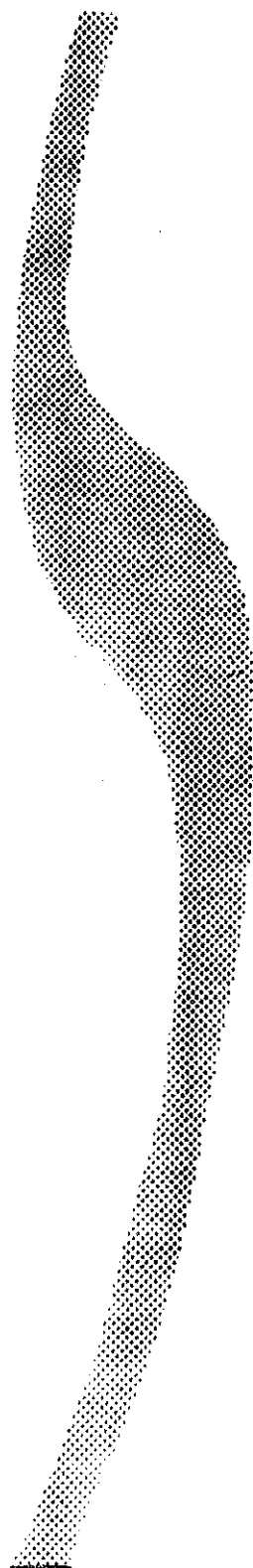
**“FERTILIZACION DEL REPOLLO EN SUELOS
DE LA NOVENA REGION”
(AVANCE)**

Autores : Adolfo Montenegro
Ing. Agrónomo M.S.

Ricardo Campillo R.
Ing. Agrónomo M.S.

Elizabeth Kehr M.
Ingeniero Agrónomo

Diciembre 1998
TEMUCO-CHILE



Comité Editor : Lilian Avendaño F.
Ricardo Campillo R.

Composición de Texto
y diseño de Figuras : Adolfo Montenegro B.

Impresión Offset : Desiderio Soto D.
Cri Carillanca

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y el autor

I INTRODUCCION

Las hortalizas representan en la actualidad y a futuro una alternativa de gran importancia para la agricultura de la IX Región. El repollo, en particular, es una hortaliza que cada día adquiere mayor relevancia a nivel de horticultores en La Araucanía.

A diferencia de otros cultivos y praderas, que cuentan con gran cantidad de antecedentes respecto a la fertilización, existe escasa información relacionada con la fertilización de hortalizas, en particular de repollo, a nivel del país y de la IX Región.

Es importante señalar, sin embargo, que se requiere con urgencia realizar investigación en el campo de la fertilización del repollo y de otras hortalizas en los suelos de la IX Región, dada la importancia que representan, para la agricultura regional.

No obstante lo anterior, en base a la necesidad de entregar información preliminar para la fertilización del repollo, se procedió a recopilar antecedentes extranjeros y nacionales. De este modo se estableció un criterio para la fertilización de esta planta en los suelos de la IX Región, que será modificado a futuro en función de la información que se genere sobre este tópico.

II. ANTECEDENTES DE LA BIBLIOGRAFÍA EN GENERAL

El repollo es una planta que pertenece a la familia Cruciferae y a dos variedades botánicas de *Brassica oleracea*

- *Brassica oleracea* var *capitata* (repollos hoja lisa)
- *Brassica oleracea* var *bullata* (repollos hoja crespa)

En el Cuadro 1 puede observarse que su composición nutritiva indica alto contenido de proteína, hidratos de carbono, potasio y ácido ascórbico entre otros

Cuadro 1 Composición nutritiva de Col-repollo común por 100 g de parte comestible

Agua (%)	92.4
Proteínas (g)	43
Grasas (g)	0.2
Hidratos de carbono (g)	5.4
Fibra (g)	0.8
Cenizas (g)	0.7
Calcio (mg)	49
Hierro (mg)	0.4
Fósforo (mg)	29
Sodio (mg)	20
Potasio (mg)	233
Vitamina A (U I)	130
Tiamina (mg)	0.05
Rivoflavina (mg)	0.05
Acido ascórbico (mg)	47
Niacina (mg)	0.3
Valor energético (cal)	24

Fuente (Maroto, 1992)

El repollo es una planta caracterizada por ser ligeramente tolerante a la acidez del suelo, como puede observarse del Cuadro 2. Al respecto Nieuwhoff (1969) menciona que el pH óptimo del suelo para las plantas de repollo es de 6-6.5 señalando además, que éstas pueden crecer en la mayoría de los suelos con buen suministro de agua.

Cuadro 2 Tolerancia relativa de las hortalizas a la acidez del suelo

LIGERAMENTE TOLERANTE (pH 6,8 a 6,0)	MODERADAMENTE TOLERANTES (pH 6,8 a 5,5)	MUY TOLERANTES (pH 6,8 a 5,0)
Espárrago Betarraga Brócoli Repollo Coliflor Apio Acelga Puerro Lechuga Melón Espinaca perenne Cebolla Salsifi Berro	Poroto Repollito Bruselas Zanahoria Maiz Pepino Berenjenas Ajo Raiz Picante Colirrabano Perejil Arveja Aji Pimentón Zapallo Rabanito Colinabo Zapallito Nabo Tomate	Achicoria Escarola Endivia Hinojo Papa Ruibarbo Chalota Camote Sandía

La absorción de nutrientes para una determinada producción de repollo es variable, encontrándose grandes diferencias en el caso de potasio, como se indica en el Cuadro 3. Ello podría corresponder a diferentes variedades de repollo o a diferencias de suelo, aspectos no explicitados en la publicación de Knott (1957). Destaca la mayor absorción de nitrógeno y potasio de esta planta respecto a otros nutrientes indicados en el Cuadro

Cuadro 3 Absorción de nutrientes por el repollo (cabezas)

Rendimiento Peso fresco	absorción nutrientes (Kg / ha)				
	N	P	K	Ca	Mg
22 400	67	5.9	35	12	2 7
22.400	67	9.8	74	14	2 7
18.092	56	3.9	43		
16.324	37	7.3	42	6	1 8
33.630	112	12.2	93		
22 400	56	7.8	37		

Fuente · Knott (1957).

Al respecto, Maroto (1992) señala que las extracciones de nutrientes de las coles-repollo son variables según las variedades y los rendimientos obtenidos, enfatizando que éstas tienen grandes necesidades de nitrógeno potasio y calcio. En el Cuadro 4 se puede observar la extracción de algunos nutrientes por las coles-repollo indicada por dicho autor

Cuadro 4. Extracción de nutrientes por coles-repollo (kg/ha)

Rendimiento ton/ha)	N	P	K	Variedad
70	250	39	249	repollo blanco
50	300	37	290	repollo rojo
50	250	37	208	repollo verde
35	250	37	208	repollo de Milán

Fuente : (Maroto, 1992) ¹

¹ cabezas de repollo

La extracción de nutrientes indicada por Maroto (1992) es bastante superior a la explicitada por Knott (1957). No obstante ello, se aprecian también diferencias importantes en la absorción de potasio de esta planta para un mismo rendimiento, que en parte podrían explicarse por el aspecto varietal señalado por el autor

Knott (1957) señala también que para un buen desarrollo del repollo se requieren los siguientes niveles promedio de macronutrientes en tallos frescos o pecíolos: 1.220 ppm de N-NO₃, 140 ppm de P 3 410 ppm de K, 234 ppm de Mg y 966 ppm de Ca.

Según Hara y Sonoda, (1979a) esta planta que se caracteriza por presentar altos requerimientos de nitrógeno y potasio para su normal desarrollo

Añaden también que la mayor cantidad de nitrógeno y potasio acumulada en las hojas internas del repollo indicaría que estos son los elementos más importantes, entre los macronutrientes, para la formación de las cabezas Hara, Kisawa y Sonoda (1981) indican que el nitrógeno es absorbido por las

plantas de repollo tanto para satisfacer el crecimiento de sus hojas externas como para generar el desarrollo de las hojas internas.

Los requerimientos de fósforo de las plantas de repollo no son elevados (Hara y Sonoda, 1981), pero si no es suministrado no se produce un buen desarrollo de ellas, como sucede al omitir el suministro de nitrógeno y potasio (Hara y Sonoda, 1979a).

Por otra parte, Hara y Sonoda (1979a) indican que la acumulación de calcio, magnesio y azufre en estas hojas es relativamente pequeña, lo cual sugeriría que estos nutrientes serían menos importantes que el nitrógeno y potasio para la formación de dichas cabezas

Hara y Sonoda (1979b) señalan que los niveles críticos de N, P y K, en las hojas externas de la planta que ocasionan una reducción del 50% del rendimiento de las cabezas de repollo, debido a su deficiencia son 1.3, 0.1 y 0.3% (base materia seca), respectivamente (114 días luego de la siembra).

Hara y Sonoda (1981) señalan que los contenidos críticos de Ca, Mg y S que disminuyen en 50% el rendimiento de las cabezas de repollo debido a su deficiencia son 1.1, 0.15 y 0.04 % (base materia seca). respectivamente (80 días luego del trasplante).

Thomas y otros (1970) señalan que en un suelo franco arenoso fino de Texas (USA), las aplicaciones de dosis crecientes de nitrógeno (0-356 kg de N /ha) aumentaron significativamente el rendimiento del repollo, siendo más importante el incremento en el número de cabezas comercializables que en el tamaño promedio de éstas con el aumento de dicha fertilización

Peck (1981) indica que, en un suelo de New York (USA), el incremento de la fertilización nitrogenada aumenta el rendimiento y disminuye la calidad de las cabezas de repollo.

Chamberland (1981) señala a su vez que, en suelos de Quebec en Canadá, el incremento de la fertilización nitrogenada ocasiona un aumento del rendimiento del repollo y que éste se correlaciona significativamente con el tenor de nitratos presente en la planta.

Knott, Lorenz y Maynard (1980) sugieren una dosis de fertilización de repollo para condiciones desconocidas, las cuales deben ser ajustadas. Estas son las siguientes: 168 kg de N/ha, 112 kg de P_2O_5 /ha, 168 kg de K_2O /ha

Estos mismos autores (1980) señalan dosis de fertilización N, P K del repollo para algunos Estados de Norteamérica. En general las dosis de fósforo y potasio indicadas por éstos son superiores a las indicadas anteriormente por ellos mismos para condiciones desconocidas. Esta recomendación de dosis de fertilización puede apreciarse en el Cuadro 5

Cuadro 5. Dosis N, P, K (kg/ha) recomendadas para fertilización del repollo en algunos Estados de USA.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Estados
140	224	224	Est. del Atlántico ¹
84-112	168-224	168-224	Massachusetts ¹
202	179	247	Florida
147	94	46	California

¹ suelos de baja fertilidad

Fuente : (Knott, Lorenz y Maynard, 1980).

Rol de algunos nutrientes en las plantas

(Tisdale, Nelson y Beaton, 1985).

- a. **Nitrógeno:** - participa en la síntesis de proteínas.
 - es una parte integral de la clorofila.
 - promueve el crecimiento vegetativo vigoroso.
 - retrasa la madurez.
- b. **Fósforo :** - es constituyente de ADP y ATP
 - es constituyente de la fitina y fosfolípidos.
 - incrementa el crecimiento radicular.
 - mejora la calidad de frutos, forrajes, vegetales y granos
 - mejora la resistencia a enfermedades.

- c. **Potasio** :
- Participa en activación de enzimas
 - participa en apertura y cierre de estomas
 - participa en la producción de moléculas de fosfato de alta energía (ATP)
 - participa en la fotosíntesis
 - participa en la traslocación de asimilados (azúcares)
 - participa en la síntesis de proteínas
 - mejora la resistencia a enfermedades
- d. **Calcio** :
- es importante en la formación de la lámina media de la célula.
 - tiene un rol en la estructura y permeabilidad de la membrana celular
 - participa en la elongación y división celular
 - participa en la activación de enzimas
 - tiene un efecto en la traslocación de carbohidratos
- e. **Magnesio** :
- participa como componente estructural de los ribosomas
 - es constituyente de la estructura de la clorofila
 - es un activador de enzimas relacionadas con el metabolismo de carbohidratos
 - participa en la síntesis de aceite

- f. **Azufre :**
- es importante en la síntesis de aminoácidos que contienen azufre (cistina, cisteína, metionina).
 - es necesario para la síntesis de coenzimas, ferredoxina
 - se requiere para la síntesis de clorofila.
 - participa en la formación de aceite.
 - se requiere para la fijación simbiótica de nitrógeno (enzima nitrogenasa).

Síntomas de deficiencias nutritivas de algunos elementos en las plantas (Knott, Lorenz y Maynard, 1980)

- a. **Nitrógeno:** - Tallos delgados, erectos y duros. Hojas más pequeñas que las normales de color verde pálido o amarillo. Las hojas más bajas se afectan primero, pero en casos severos de deficiencia todas las hojas pueden afectarse. Las plantas crecen lentamente. Esta deficiencia puede ocurrir por lixiviación excesiva entre otras causas.
- b. **Fósforo:** - Los tallos son delgados y acortados. Las hojas desarrollan una coloración púrpura. Las plantas crecen lentamente y la madurez se retrasa. Esta deficiencia puede presentarse en suelos ácidos entre otros.
- c. **Potasio:** - Las hojas viejas desarrollan áreas grises o de color café cerca de sus márgenes. Eventualmente pueden presentar un área seca en los márgenes de las hojas.

También pueden desarrollar áreas cloróticas en las hojas. Esta deficiencia puede ocurrir por lixiviación excesiva entre otras causas.

- d. **Calcio:** - La elongación del tallo es restringida por muerte de los puntos de crecimiento. Los puntos de crecimiento de las raíces mueren y el crecimiento radicular es restringido.

- e. **Magnesio:** - Las hojas más viejas muestran inicialmente un amarillamiento intervenal. Si la deficiencia continúa se afectan las hojas nuevas. Las hojas viejas pueden caerse en el caso de una deficiencia prolongada. Esta deficiencia puede presentarse en suelos ácidos, con alto potasio entre otras causas.

- f. **azufre:** - Retrasa el crecimiento de las plantas. El Azufre no es traslocado desde las hojas viejas a las nuevas, por lo que la deficiencia aparece en estas últimas. En plantas de repollo la deficiencia de azufre desarrolla inicialmente un color rojizo en la superficie inferior de las hojas.

Cuando la deficiencia progresa hay un enrojecimiento y un tono púrpura de ambas superficies, superior e inferior, de las hojas. Las hojas adquieren una forma de copa, presentando superficies aplanadas a cóncavas en el lado superior de estas. (Tisdale, Nelson y Beaton, 1985).

III. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFÍA NACIONAL

a) Trabajos realizados en zona Central y Centro-Sur

Reyes (1969) estudió el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre la calidad y rendimiento del repollo en un suelo franco arcillo arenoso de la zona Central (Antumapu, Santiago). En dicho estudio evaluó distintas dosis de N (0-320 kg/ha) y P_2O_5 (0-200 kg/ha), considerando el uso de Salitre Sódico y Superfosfato Triple como fuentes portadoras de nitrógeno y fósforo, respectivamente, y utilizando una distancia de plantación de 60 x 40 cm para dicho efecto. (Fertilización base: 100 kg de KCl/ha). Reyes (1969) encontró un incremento del rendimiento del repollo dependiente del aumento de la dosis de ambos nutrientes. Señaló además que la respuesta a P probablemente estuvo asociada al bajo nivel de este nutriente en el suelo. Indicó también que la aparición de "partidura" aumentó significativamente con el incremento de la dosis de N. Este investigador (1969) señaló también que en el suelo investigado el mejor tratamiento para la planta, consistió en la aplicación de 160 kg de N/ha y 100 kg de P_2O_5 /ha.

Giacconi y Escaff (1988) indican que el repollo presenta una buena respuesta al empleo de fuertes dosis de nitrógeno (100-120 kg/ha), a la forma de Salitre Sódico aplicadas en dos o tres parcialidades. Mencionan también que debe aplicarse una fertilización fosfatada, a dicha planta, en una dosis equivalente a 90-100 kg de P_2O_5 /ha mediante el uso de Superfosfato Triple (voleo e incorporación), como fuente portadora de este elemento.

Por otra parte, Rodríguez (1993) estimó las dosis de fertilización N, P, K de distintas hortalizas, incluido el repollo, para las condiciones de los suelos

aluviales de la V y VI regiones, en base a rendimiento esperado, índices de suministro de N, P y K del suelo y eficiencia de la fertilización nitrogenada, fosforada y potásica. Este investigador consideró en el caso de hortalizas un rendimiento esperado alto. Determinó para hortalizas el índice de suministro de nitrógeno del suelo en base al aporte de N de los residuos de la cosecha del cultivo anterior, aplicaciones de guano y aporte de N del agua. De esta manera estableció 7 índices de suministro de N del suelo, siendo los cuatro primeros de ellos correspondientes a residuos de cosecha de diferentes especies hortícolas.

Los índices que estableció son los siguientes :

Cultivo anterior	suministro de N (kg/ha)	Índices
Lechuga, cebolla, ajo, acelga, espinaca, apio, zanahoria, betarraga	0-30	1
Repollo, sandía, melón, pepino, zapallo italiano, poroto verde, poroto granado, tomate campo, tomate industrial, trigo, papa	30-60	2
Maíz dulce, choclo, zapallo, arveja, pimentón, maíz grano	60-90	3
Coliflor, repollo, repollito de brusela, brócoli	90-120	4
Guano: conejo, caballo, ave piso	120-150	5
Guano: ave jaula, porcino	150-200	6
Riego aguas servidas	> 200	7

Rodríguez (1993) estableció los índices de suministro de fósforo y potasio en base a análisis de suelo. Menciona que en el caso de las hortalizas se requieren niveles de fósforo en el suelo más altos que en el caso de los cultivos anuales y que es necesario alcanzar un nivel de 30 ppm de P-Olsen para iniciar una dosis de mantención. Señala también que el nivel de 30 ppm corresponde a un estado óptimo de suministro que asegura una nutrición adecuada de P para un cultivo de ciclo corto y de alta productividad. Similar planteamiento utilizó en el establecimiento de los niveles de K de intercambio correspondientes a distintos índices de suministro de K. Los índices de suministro de P y K establecidos por el investigador para los suelos de la V y VI regiones fueron:

Indice	P olsen (ppm)	K int. (ppm)
1	<5	<30
2	5-10	30-60
3	10-15	60-90
4	15-20	90-120
5	20-25	120-150
6	25-30	150-180
7	>30	>180

Rodríguez (1993) señala que hasta el índice 4 existe una respuesta significativa, siendo el índice 7 un nivel óptimo para la nutrición de P y K de las especies hortícolas.

Este investigador estimó en 65% la eficiencia de la fertilización nitrogenada. Señaló, a su vez, que la eficiencia de la fertilización fosforada está determinada por el grado de retención de P de los suelos y por la distinta eficiencia de absorción de las especies. Indicó también que la eficiencia de

la fertilización potásica está determinada por la retención de K de los suelos de la V y VI regiones y por la eficiencia de absorción de K de los cultivos.

Rodríguez (1993) estableció, en base a la información antes señalada, tablas de recomendación de fertilización de las especies hortícolas de la V y VI regiones, señalándose a continuación la correspondiente a **repollo**

Nutriente		Dosis N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha), índices de suministro						
		1	2	3	4	5	6	7
nitrógeno		225	200	125	75	45	--	-
fósforo		160	90	50	M	M	M	M
potasio	A	170	140	25	M	M	M	M
	F	105	60	M	M	M	M	M
	a	90	55	M	M	M	M	M

A : suelo arcilloso

F : suelo franco

a : suelo arenoso

Rodríguez (1993) señala, además, a partir de algunos índices de suministro indicados en la tabla de recomendación de dosis N-P-K para repollo, una dosis de mantención (M) de fósforo y potasio del repollo en estos suelos, equivalente a 17 kg de P₂O₅/ha y 82 kg de K₂O/ha, respectivamente.

Por último, González (1998) señala que en la fertilización del repollo en el área centro - sur de Chile se debe considerar una dosis de nitrógeno de 100 a 200 kg/ha, que debe ser aplicada a la forma de Salitre Sódico o Urea, considerando un 50% de ella en la plantación y 50% de esta 30 días después del trasplante. También señala que en la fertilización de esta planta debe incluirse una dosis de fósforo equivalente a 45-90 kg de P₂O₅/ha , a la

forma de Superfosfato Triple, la que debe aplicarse al voleo e incorporarse al suelo en la preplantación. González (1998) menciona además que, en dicha fertilización, debe considerarse una dosis de potasio de 100 a 200 kg de K_2O/ha , a la forma de Muriato de Potasio, a aplicar de replantación. La fertilización señalada por este investigador es para un rendimiento esperado del repollo equivalente a 50 ton/ha, en los suelos de la zona Centro-sur del país.

b) Trabajos realizados en la IX Región

Montenegro y otros (1991) estudiaron, en un andisol Vilcún de bajo contenido de fósforo, ubicado en el CRI Carillanca, el efecto de distintas dosis de nitrógeno (0 a 400 kg de N/ha) y fósforo (0-400 kg de P_2O_5/ha), bajo condiciones de riego, en el rendimiento de repollo Mercado de Copenhague. Para ello se utilizó Salitre Sódico y Superfosfato Triple como fuentes portadores de nitrógeno y fósforo, respectivamente. En este trabajo la dosis de nitrógeno se parcializó aplicándose (al voleo) un tercio de esta 15 días después del trasplante (fase de expansión de las hojas externas del repollo, Hara y Sonoda, 1979a) y dos tercios de ella 31 días después de éste (fase de desarrollo de las hojas externas; Hara y Sonoda, 1979a). A su vez, el fósforo se aplicó localizado en el surco al momento del trasplante y también se proporcionó una fertilización base de 100 kg de K_2O/ha a la forma de Sulfato de Potasio.

Montenegro y otros (1991) encontraron que el incremento de la dosis de fósforo determinó un aumento en el rendimiento de materia verde y seca del repollo y en el peso promedio de las cabezas de la planta. El efecto de la dosis de fósforo en el rendimiento se ajustó a un modelo cuadrático,

alcanzándose el rendimiento óptimo, en los distintos niveles de nitrógeno, con una fertilización fosfatada que, en promedio, equivale a 325 kg de P_2O_5 /ha. Señalaron que el incremento de la fertilización nitrogenada aumentó el rendimiento solo hasta la dosis de 100 kg/ha, respecto del testigo sin N, luego de la cual no hubo efecto de ésta, probablemente debido al alto suministro de N del suelo.

El rendimiento de materia verde obtenido con algunos de los tratamientos investigados se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Efecto de algunas dosis N-P sobre el rendimiento de repollo en un Andisol Vilcún.

Dosis (kg/ha)		Peso de la cabeza de repollo (g) ⁽¹⁾	Materia Verde (ton/ha)
N	P ₂ O ₅		
0	0	594	16.5
100	0	808	22.5
100	200	1838	51.1
100	300	1936	53.8
200	0	586	16.3
200	200	1853	51.5
200	300	2138	59.4

⁽¹⁾ Peso promedio

Montenegro y otros (1991) señalaron que el contenido de N en las hojas internas del repollo aumentó ligeramente con el incremento de la dosis de nitrógeno (desde 1.9 a 2.2%). Similar tendencia indicaron con el contenido de potasio en dichas hojas, que varió también ligeramente con el incremento de la fertilización-N (desde 2.5 a 2.8%). Señalaron además que el contenido de fósforo de las hojas internas de repollo aumentó notoriamente con el

incremento de la dosis de fósforo a pesar de su menor magnitud en relación a la de N y K (desde 0.16 a 0.36%). Esto último es importante, puesto que a pesar de su menor absorción debe aplicarse en alta dosis para asegurar un adecuado abastecimiento de este para la planta, dado que el suelo Vilcún utilizado presenta una alta retención del P aplicado como fertilizante. El contenido de N, P y K de las prolongaciones del tallo fue superior al de las hojas internas de repollo. En estas sólo se apreció un claro incremento del contenido de fósforo con el aumento de la dosis de P, observándose una tendencia errática en el caso del contenido de N y K.

Señalaron que el alto contenido de nitrógeno de las hojas internas del repollo y la ausencia de respuesta de las plantas a la fertilización nitrogenada indicaría que éstas recibieron un adecuado suministro de N desde el suelo, producto de mineralización de la fracción orgánica activa de ésta en el andisol Vilcún utilizado.

Los contenidos de N, P y K de las hojas internas y prolongaciones del tallo se pueden observar en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Contenido de N, P, K en hojas y prolongaciones de tallo de plantas de repollo, bajo algunos niveles de fertilización N-P utilizados en el andisol Vilcún.⁽¹⁾

Dosis (kg/ha)		N (%)		P (%)		K (%)	
N	P ₂ O ₅	hojas	p.tallos	hojas	p.tallos	hojas	p.tallos
0	0	1.9	2.8	0.16	0.22	2.5	3.3
100	0	2.0	2.8	0.17	0.24	2.7	3.4
100	200	2.0	2.7	0.31	0.37	2.7	3.1
100	300	2.1	2.5	0.36	0.44	2.6	2.3
200	0	1.9	2.7	0.16	0.24	2.5	3.4
200	200	2.2	2.6	0.32	0.47	2.8	3.7
200	300	2.0	2.9	0.39	0.62	2.3	3.4

⁽¹⁾ Porcentaje base materia seca

Fuente : Montenegro y otros (1991)

Montenegro y otros (1991) indicaron que la absorción de potasio de las plantas de repollo fue superior a la de nitrógeno y fósforo en el suelo Vilcún. Este hecho probablemente señala la necesidad de suministrar una mayor dosis de K que la empleada tanto para abastecer a la planta como para no empobrecer el suelo en este nutriente. La absorción de nitrógeno, fósforo y potasio aumentó con el incremento de la dosis-P. Señalaron que ello podría sugerir que la fertilización fosfatada cumpliría un rol esencial en la formación de las cabezas, en la cantidad de hojas internas presentes en éstas y en la cantidad total de N y K absorbida por las plantas. Señalaron también que los resultados indicarían que en el Andisol Vilcún el fósforo sería esencial en la fertilización de estas plantas, al igual que el nitrógeno y potasio. Mencionaron además que la eficiencia de uso del fósforo de las plantas disminuyó con el incremento de la fertilización fosfatada.

La absorción de estos nutrientes, por las plantas de repollo, se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Absorción de N, P, K de las plantas de repollo (kg/ha), bajo algunos niveles de fertilización N-P utilizados en el andisol Vilcún.

Dosis (Kg/ha)		MS Total (kg/ha)	N	P	K	Ef uso P (%)
N	P ₂ O ₅					
0	0	1207	25	2.1	31	-
100	0	1475	32	2.6	43	-
100	200	3054	62	9.6	85	8.1
100	300	3459	75	12.7	90	7.7
200	0	1283	26	2.3	35	-
200	200	2981	67	9.9	86	8.4
200	300	3217	72	11.5	76	6.8

Montenegro y otros (1991)

Montenegro y otros (1991) también indicaron que el contenido de nitrógeno inorgánico del suelo al término del experimento fue superior al tenor existente al inicio del mismo. bajo las diferentes dosis de N investigadas. Indicaron además que el contenido inicial de fósforo disponible del suelo previo al trasplante, disminuyó ligeramente al término de la temporada de experimentación. Mencionaron además que el contenido de K intercambiable del suelo se mantuvo sin mayores variaciones al final del estudio, en relación a los niveles existentes al inicio de éste a pesar de la alta extracción de potasio de las plantas de repollo. El contenido de fósforo disponible y potasio intercambiable del suelo puede observarse en el Cuadro 9

Cuadro 9. Contenido inicial y final de fósforo disponible y potasio intercambiable del suelo⁽¹⁾, bajo algunos niveles de fertilización N-P utilizados en el andisol Vilcún.

Dosis (kg/ha)		P i	P f	K i	K f
N	P ₂ O ₅	ppm		me/100g	
0	0	7.5	6.9	0.27	0.34
100	0	6.9	7.1	0.38	0.36
100	200	7.9	7.3	0.28	0.29
100	300	7.5	7.0	0.30	0.29
200	0	7.5	6.5	0.36	0.41
200	200	7.1	6.5	0.28	0.36
200	300	7.2	5.8	0.27	0.28

⁽¹⁾ 0-20 cm de profundidad del suelo

Por otra parte, Kehr (1998), indica que en un estudio de evaluación de variedades de repollo efectuado en las temporadas 1995/96 y 1996/97, en un suelo transicional de Renaico con un nivel muy elevado de fósforo disponible (47 ppm) y un alto tenor de potasio intercambiable (1 me/100 g) y en un andisol Vilcún del CRI Carillanca con alto tenor de P disponible (26 ppm) y un nivel medio de K intercambiable (0.5 me/100 g), se determinaron rendimientos de éstas que variaron entre 37 y 130 ton/ha con una fertilización de mantención N-P-K de 150 kg /ha de N, 150 kg de P₂O₅ /ha y 100 kg de K₂O/ha en el caso del primero, y de 128 kg de N/ha, 184 kg de P₂O₅/ha y 120 kg de K₂O/ha en el caso del último. Este hecho indicaría el alto potencial productivo de algunas de las nuevas variedades de repollo, en condiciones de alta fertilidad del suelo, desconociéndose su comportamiento en otras condiciones de fertilidad.

El rendimiento de las variedades de repollo evaluadas en estos dos sitios puede observarse en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Rendimiento de algunas variedades de repollo evaluadas en Renaico y Vilcún en las temporadas 1995/96 y 1996/97

Variedad	Temporada (¹)	Localidad	Rendimiento ton/ha	Fertilización (kg/ha)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fortuna	1996/97	Renaico	110	150	150	100
Rocket	1996/97	Renaico	82	150	150	100
Fresco F1	1996/97	Renaico	110	150	150	100
Gideon	1996/97	Renaico	130	150	150	100
Morado	1995/96	Vilcún	48	128	184	120
M. Copenh.	1995/96	Vilcún	45	128	184	120
C. de Buey	1995/96	Vilcún	37	128	184	120
Amtrak	1995/96	Vilcún	44	128	184	120
Salvador F1	1995/96	Vilcún	53	128	184	120
Gideon	1995/96	Vilcún	97	128	184	120
Lambda F1	1995/96	Vilcún	62	128	184	120
Fresco F1	1995/96	Vilcún	102	128	184	120
Fortuna	1995/96	Vilcún	69	128	184	120

(¹) Fecha de siembra : Septiembre

Estos últimos antecedentes, indicarían la necesidad de determinar fórmulas y niveles de fertilización para las nuevas variedades de repollo en distintos suelos de la región. Lo anterior debido a la escasez de información existente como el mayor potencial productivo de varias de éstas, en relación a las variedades utilizadas para la obtención de la información actualmente existente sobre fertilización.

IV. CRITERIOS PARA LA FERTILIZACIÓN DEL REPOLLO EN SUELOS DE LA IX REGIÓN.

En base a los antecedentes extranjeros y nacionales recopilados se proponen algunos criterios para la fertilización del repollo en los suelos de la IX Región, más aún cuando existe escasez de información al respecto y la necesidad de realizar investigación en el campo de la fertilización de hortalizas y del repollo, en particular. A continuación se indican algunos criterios a considerar sobre el tópico en referencia

- | | |
|---|---|
| 1. Suelos | Pueden utilizarse suelos arcillosos francos o arenosos |
| 2. Riego | Debe aplicarse regadío mediante aspersión surcos, cintas o goteo |
| 3. pH del suelo (al agua) | Preferentemente 6-6.5 |
| 4. Profundidad mínima del suelo | 0.6 m |
| 5. Sistema de cultivo | Almácigo y trasplante |
| 6. Distancia de plantación | 70 x 40 cm
60 x 60 cm |
| 7 Fertilización del almácigo
(Kehr. 1998) | 60 gr Salitre Sódico / m ²
30 gr Superfosfato Triple / m ²
20 gr Muriato Potasio / m ² |

8. Composición de algunos fertilizantes portadores de nutrientes seleccionados, indicados en la literatura.

a) nitrogenados	Urea (45% N) Nitratos de amonio (varios) Salitre Sódico (16% N)
b) fosforados	Superfosfato Triple N (46% P_2O_5)
c) potásicos	Muriato de Potasio (60% K_2O)
d) potásicos/azufre	Sulfato de Potasio (50% K_2O y 18% S)
e) potásicos/nitrógeno	Nitrato de Potasio (13% N, 44% K_2O) Salitre potásico (15% N y 14% K_2O)
f) azufre/potásico/magnesico	Sulpomag (22% S 22% K_2O 18% MgO)
g) azufre	Fertiyeso (18% S)
h) mezclas N-P-K ;	Varias
N-P-K-S-Mg ;	
N-P-K-S-Mg-B	

9. Fertilizantes a utilizar preferentemente en la fertilización del repollo en suelos de la IX Región.

a) nitrogenados	Salitre Sódico salitre potásico
b) fosforados	Superfosfato Triple
c) potásicos	Muriato de Potasio Sulfato de Potasio Sulpomag
d) potásicos/azufre	Sulfato de Potasio
e) azufre/potásicos/magnésicos	Sulpomag

10. Dosis, forma y época de aplicación de fertilizantes

Esta información se entrega a modo de avance, como un criterio de fertilización importante.

A) Nitrógeno

a) Dosis de nitrógeno

a₁) Suelos trumaos 150-200 kg de N/ha (dependiente del manejo del suelo)

a₂) Suelos Rojo arcillosos y transicionales 200-250 kg de N/ha (dependiente del manejo del suelo)

b) Epoca de aplicación

- 50% de la dosis en la plantación y 50% de ella 30 días luego de esta
- 1/3 de la dosis 15 días luego del trasplante y 2/3 de ella 30 días después de éste

c) Forma de aplicación · Al voleo

B) Fósforo**a) Dosis de fósforo****a₁) suelos trumaos**

ppm P suelo ⁽¹⁾	Dosis P (kg P ₂ O ₅ /ha)
< 9	300-350
10-15	250-200
16-20	200-150
21 +	150-100

⁽¹⁾ Método de Olsen

a₂) suelos rojo arcillosos y transicionales

ppm P suelo ⁽¹⁾	Dosis P (kg P ₂ O ₅ /ha)
< 9	250-280
10-15	200-220
16-20	180-150
21 +	150-100

⁽¹⁾ Método de Olsen

b) Epoca de aplicación del fósforo: preplantación

c) Forma de aplicación : localizado en surco

C) Potasio

a) Dosis potasio

<u>K intercambiable suelo.(me/100g)⁽¹⁾</u>	<u>Dosis K (kg K₂O/ha)</u>
< 0.3	150-220
0.3-0.5	150-120
0.6-0.9	120-100
1 +	100-80

⁽¹⁾ Método Acetato de Amonio IN pH 7.

b) Epoca de aplicación : preplantación

c) Forma aplicación : voleo

Consideraciones : Suelos deficitarios en azufre debieran considerar la utilización de Sulfato de Potasio o de Sulpomag como fuente portadora de potasio. En caso de suelos deficientes en magnesio y potasio debería considerarse Sulpomag como fuente portadora de potasio.

D) Azufre : Suelos deficitarios en azufre debe considerar la aplicación de éste en una dosis de 18-36 kg de S/ha. En suelos con nivel medio del nutriente debe considerarse la adición de éste en una dosis de 18 kg de S/ha. El azufre debe aplicarse, mediante las fuentes antes indicadas, al voleo previo al trasplante.

E) Magnesio : Suelos deficitarios en este nutriente debe considerar su aplicación en una dosis de 20 a 40 kg de MgO/ha. En este caso debería utilizarse Sulpomag como fuente portadora de Magnesio.

F) Corrección del nivel de Saturación de aluminio del suelo

<u>Saturación de Aluminio (%)</u>	<u>Dosis CaCO₃ (ton/ha)</u>
10-15	2
6-9	1
3-5	0.5

Consideraciones: El encalado debe aplicarse e incorporarse al suelo 15-30 días antes de proceder al trasplante de las plantas de repollo.

LITERATURA CITADA

- CHAMBERLAND, E. 1981. Concentration critique des nitrates dans les feuilles en rapport avec le rendement et les residus dans une culture de choux. *Can. J. Plant Sci.* 61 : 697-701.
- GIACONI, M.V. y ESCAFF, G.M. 1988. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 332 p.
- GONZÁLEZ, A. M. 1998. Fichas hortícolas para el área centro sur, VII y VIII regiones. Serie Quilamapu N° 104. 56 p.
- HARA, T. and SONODA Y. 1979a. The role of macronutrients for cabbage-head formation (Preliminary report). Growth performance of a cabbage plant, and potassium nutrition in the plant. *Soil Sci Plant. Nutr* 25 (1) 103-111.
- HARA, T. and SONODA, Y. 1979b. The role of macronutrients for cabbage-head formation. I. Contribution to cabbage head formation of nitrogen, phosphorus, or potassium supplied at different growth stages *Soil Sci. Plant. Nutr.* 25(1): 113-120.
- HARA, T. and SONODA, Y. 1981. The role of macronutrients in cabbage-head formation. II. Contribution to cabbage-head formation of calcium, magnesium, or sulfur supplied at different growth stages. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 27(1):45-54.

- HARA,T.; KISAWA,T and SONODA,Y 1981 The role of macronutrients in cabbage -head formation. III. Cabbage-head development as affected by nitrogen and light. *Soil Sci. Plant Nutr* 27(2) 177-184
- KEHR, M. E. 1998. Comunicación personal
- KNOTT, J.E. 1957 Handbook for vegetable growers John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 238 p.
- KNOTT, J E., LORENZ, O.A. and MAYNARD, D.N 1980 Knott's handbook for vegetable growers Second edition John Wiley & Sons New York. U.S.A.390 p.
- MAROTO, B. J. 1992 Horticultura herbacea especial 3ª edición Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España 567 p.
- MONTENEGRO, B. A., BAHERLE, V P , LIZAMA, A N y MENDEZ, A E 1991 Efecto de diferentes niveles de fertilización N-P en repollo (*Brassica oleraceae* L., var *Capitata*) trasplantado a un andisol Vilcún. Rendimiento y tasa de crecimiento. *Agricultura Técnica (Chile)* 51 227-232
- MONTENEGRO, B. A., BAHERLE, V P , PIHAN, S R LIZAMA A N y MENDEZ, A.E. 1991. Efecto de diferentes niveles de fertilización N-P en repollo (*Brassica oleraceae* L , var *Capitata*) trasplantado sobre un andisol Vilcún. II Absorción de N, P y K de las plantas y niveles de estos en el suelo *Agricultura Técnica (Chile)* 51(4) 306-314

- NIEUWHOF, M. 1969. Cole crops. University Press. London, Great Britain. 353 p.
- PECK.N.H. 1981. Cabbage plant responses to nitrogen fertilization. *Agronomy Journal* 73 : 679-684.
- REYES, V. 1969. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada en el rendimiento y calidad del repollo. (Brassica oleraceae var. Capitata L.) Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Depto. de Fitotecnia. (Tesis para optar al título de Ing.Agr., mimeo.).
- RODRIGUEZ, S. J. 1993. Manual de Fertilización Primera Edición Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile. 362 p.
- THOMAS,J.R.; NAMKEN, L.N. and BROWN, R.G. 1970. Yield of cabbage in relation to nitrogen and water supply. *J. Amer Soc Hort.* 95 : 732-735.
- TISDALE, S.; NELSON, W.; BEATON, J. 1985. Soil fertility and fertilizers. Fourth Edition. Macmillan Publishing Company New York, USA. 754 p.