

FERTILIZACION Y NUTRICION DEL TULIPAN

Francisco J. Matus ¹

INTRODUCCION

En muchos países de Europa y en Chile las necesidades de fertilización para los cultivos se han establecido sobre la base de curvas de respuestas en experimentos de campo. Este método consiste en el establecimiento de ensayos de rendimiento con dosis crecientes de fertilización en suelos con distintos niveles de nutrientes, medidos por un **análisis de suelo**. La respuesta de la fertilización se visualiza como una "caja negra" en que hay una entrada de fertilizantes y una salida de productos sin que interese conocer los procesos involucrados en la nutrición de las plantas y menos los factores que la determinan.

El análisis de suelo es adecuado para potasio (K) y fósforo (P), pero no es satisfactorio para nitrógeno (N) :1) el N en el suelo es variable debido a que sufre pérdidas por lixiviación y desnitrificación o ganancias por mineralización. Ambos procesos determinan el contenido de N-disponible ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) en el suelo ; 2) no todos los agricultores tienen acceso a los Laboratorios de Servicio de Análisis de Suelo y 3) los Laboratorios de Servicios son escasos en el país.

¹ Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca. Casilla 747 Talca.

En Chile esta metodología no ha dado resultado debido a que se requiere una amplia cobertura experimental, debido a la inmensa variabilidad en el tipo de suelo, clima y manejo de las distintas zonas agro-ecológicas del país. También los experimentos deben ser repetidos a través de los años por la introducción de nuevas variedades y técnicas de manejo.

Establecer normas de fertilización para cualquier especie vegetal, debe responder a tres preguntas básicas: 1) cuánto fertilizar, 2) qué fuente o tipo de fertilizante usar y 3) cómo y cuándo fertilizar. La alta incidencia de la fertilización en la productividad de flores ornamentales conduce a la necesidad de desarrollar un método cuantitativo para calcular las dosis de fertilización, especialmente para nitrógeno. El método del balance nutricional, propuesto por Standord en 1973 y desarrollado en Chile por Rodríguez y colaboradores de la Universidad Católica de Chile, es simple y puede ser aplicado a diferentes cultivos.

El propósito de este artículo es establecer normas generales de fertilización para N, P y K especialmente en tulipanes por el método del balance.

FERTILIZACION NITROGENADA

Las dosis de N pueden ser estimadas por la diferencia entre el N asociado a un máximo rendimiento alcanzable y el N liberado o suministrado por el suelo, durante una temporada de cultivo. No todo el N aplicado al suelo es recuperado por el cultivo. La experiencia, tanto en huertos frutales, cultivos anuales, indica que las plantas recuperan entre un 14% y un 70% del fertilizante aplicado. En el cultivo de bulbos y frutales menores como en el caso de la frambuesa y la frutilla,

la información es escasa, pero los estudios señalan eficiencias entre 30 y 40%.
La formulación general del balance nutricional es :

$$N_f = \frac{(N_y - N_s)}{E_f} \quad (1)$$

donde,

N_f = Dosis de nitrógeno (kg/ha)

N_y = Demanda de nitrógeno asociada a un máximo rendimiento en materia seca alcanzable (potencial productivo) (kg/ha).

N_s = Suministro de nitrógeno, nitrógeno mineralizado por el suelo durante una temporada de cultivo (kg/ha)

E_f = Eficiencia de recuperación de nitrógeno, fracción de la dosis de nitrógeno aplicada, recuperada por el cultivo (%).

Demanda de nitrógeno

La demanda de N se obtiene de las necesidades anuales del cultivo que dependen del rendimiento máximo posible de alcanzar o "potencial productivo" en una zona agroecológica determinada. El potencial productivo varía de acuerdo a la especie vegetal, variedad, suelo y clima. Por ejemplo, para una misma variedad de tulipanes el potencial productivo en la X Región es diferente al que se obtendría en las regiones más templadas del centro. Del mismo modo, suelos arcillosos presentan menor potencial que suelos de texturas medias. La demanda de N para tulipanes queda formulada como :

$$N_y = MS_p * \%N \quad (2)$$

donde,

N_y = demanda de nitrógeno asociada a un máximo rendimiento en materia seca alcanzable (potencial productivo) (kg/ha)

MS_p = Máxima productividad en materia seca de la planta entera (excepción raíces) (kg/ha)

$\%N$ = Porcentaje de N que contiene la materia seca de la planta entera (excepción raíces).

En el Cuadro 1 se presentan las demandas potenciales de N estimadas para distintos cultivos y potenciales productivos en distintas zonas agroecológicas de Chile. Las mayores demandas potenciales de N las presentan los cultivos de liatris, maíz y praderas. Las menores demandas, el cultivo de tulipanes (con bulbos-semillas de 6 cm) y la remolacha.

Para cada zona agroecológica el productor debe determinar el rendimiento de su cultivo. Por ejemplo, suelos arcillosos presentan menor rendimiento que aquel señalado como potencial productivo en el Cuadro 1. De esta forma, el rendimiento de un cultivo puede expresarse como porcentaje del potencial productivo y se denomina "rendimiento esperado". Una vez conociendo el rendimiento esperado, es posible calcular la demanda esperada de N como porcentaje de la demanda potencial.

En el Cuadro 2 se presentan las demandas esperadas de N como porcentajes de las demandas potenciales del Cuadro 1. Por ejemplo, si un productor estima que el rendimiento esperado de un cultivo de tulipanes (10 cm) establecido a una densidad de 355.000 bulbos/ha para flor es 60% del potencial productivo, la demanda esperada de N será de 169 kg N/ha/año.

Cuadro 1. Demanda de N potencial asociada al máximo rendimiento alcanzable (potencial productivo) en distintas zonas agroecológicas.

Zona Agroecológica	Cultivo	Potencial productivo (kg/ha/año)	Contenido Nitrógeno (%)	Demanda N (kg/ha)
Osorno	Remolacha	80.000	1,1	169
	Trigo	7.500	1,2	183
	Pradera ¹	20.000	2,0	340
	Tulipanes : 6-7 cm	6.100	1,4	87 ²
	10-11 cm	21.200	1,8	200 ²
Temuco	Raps	3.000	1,2	153
	Trigo	7.500	1,2	183
	Trébol ³	17.000	2,5	361
Rancagua	Liatris	13.700	1,7	400 ⁴
	Trigo	9.000	1,2	219
	Maíz	20.000	1,0	370

¹ Mixta (trébol blanco+ballica)

² Descontado N de la semilla (bulbos) a la plantación. Bulbos de 6 y 10 cm de perímetro aportan 23 y 55 kg/ha, a una densidad de 1.200.000 y 600.000 bulbos/ha, respectivamente.

³ Rosado, bianual.

⁴ Descontado N de la semilla (cormos) a la plantación (53 kg/ha). Se considera una plantación de 720.000 cormos/ha.

Cuadro 2. Demandas esperadas de N como porcentaje de las demandas potenciales en los agroecosistemas de la X Región

Destino Producción	Perímetro bulbo-semilla (cm ¹)	Densidad plantación (bulbos/ha)	Potencial Productivo (kg/ha)	Demandas Nitrógeno ² kg/ha)		
				% potencial 100	60	40
Flores	6	1.200.000	6.100	87	52	35
	8	820.000	10.600	93	56	37
	10	600.000	21.200	239	143	96
	10	355.000	24.918	281	169	112
Bulbos	5	1.500.000	17.200	129	77	52
	6	1.140.000	17.500	145	87	58
	7	1.100.000	34.600	219	131	88
	8	850.000	24.700	196	118	78
	9	790.000	44.600	364	218	146
	10	380.000	49.245	400	240	160

¹ Perímetro del bulbo

² Descontado N de bulbo-semilla a la plantación. Bulbos de 6 y 10 cm aportan 23 y 55 kg N/ha en una densidad de plantación 1.200.000 y 600.000 bulbos/ha, respectivamente

Suministro de nitrógeno en el suelo

El suministro de N en el suelo depende de la rotación de cultivos y del manejo de los "rastros" o residuos vegetales. La mineralización de N es el resultado de la descomposición de los residuos vegetales recién incorporados y de la materia orgánica del suelo. La cantidad de residuos incorporados depende del rendimiento y del manejo que se haga de ellos. Una práctica generalizada en la zona Centro Sur es la "quema de rastros" de trigo, debido a una economía y oportunidad en las labores de preparación de suelo. Esta práctica, junto a la intensidad de uso del suelo a través de los años, ha reducido los niveles de materia orgánica de los suelos. Así por ejemplo, si en un suelo no se incorporan

los residuos vegetales, la materia orgánica disminuirá. La materia orgánica en los suelos puede alcanzar distintos estados de equilibrio. En términos prácticos esto se traduce en que la cantidad de N que se mineraliza anualmente de la materia orgánica del suelo es similar a la cantidad de N orgánico aportado por los residuos de cosecha u otras enmiendas orgánicas durante la rotación de cultivos.

Por lo tanto, el suministro de N de los suelos dependerá del historial de cultivo y del manejo de los residuos de cosecha en la rotación. En la Figura 1 se presenta en forma esquemática la acumulación de N-orgánico del suelo, debido a la entrada de residuos vegetales en una rotación de cultivos típica del agro-ecosistema de Osorno-Valdivia. Después de 30 años, el promedio anual de N-orgánico que entra al suelo disminuyó de 100 kg N/ha/año a 70 kg N/ha/año, debido a la reducción en la cantidad de residuos vegetales por el menor número de años de pradera. Sin embargo, al cabo de 60 años, cuando se restituyó la rotación I, el N-orgánico del suelo alcanzó su nivel de equilibrio original. **Sin embargo, el nivel de equilibrio no sólo está determinado por la cantidad de residuos que entran al suelo, sino también por el contenido de arcilla de los suelos. En la Figura 2, se presenta una relación lineal entre el porcentaje de materia orgánica de los suelos y sus contenidos de arcillas.**

En un suelo si el porcentaje de materia orgánica se encuentra por sobre la línea indicada en la Figura 2, ésta ha alcanzado su fase de equilibrio. Una vez alcanzado dicho nivel, la mineralización de N será similar a la cantidad de N-orgánico que aportan los residuos vegetales incorporados al suelo. Por el contrario, si la materia orgánica aún no ha alcanzado el equilibrio, la mineralización N será inferior al aporte de N-orgánico en la rotación.

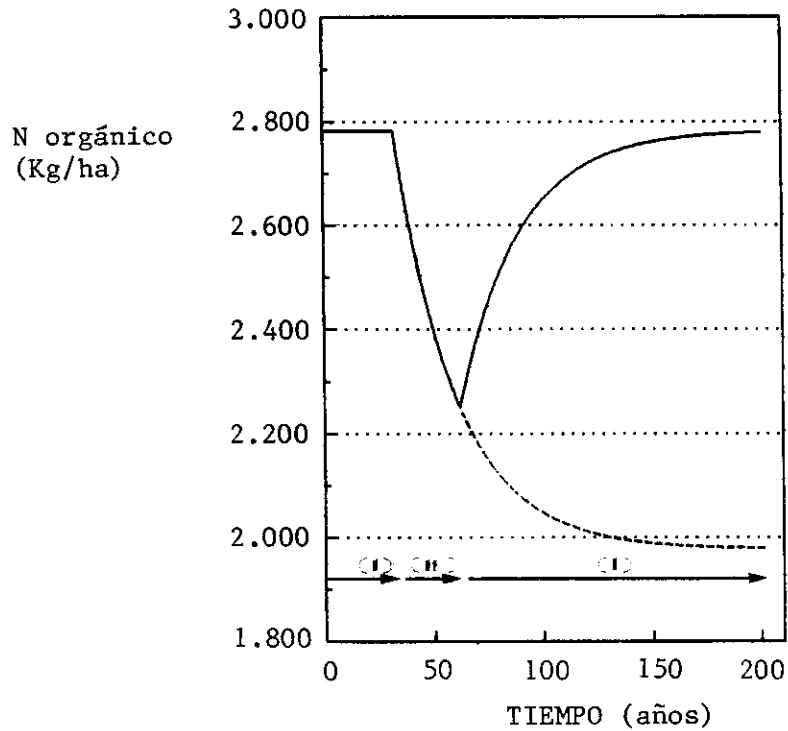


Figura 1. Acumulación de N-orgánico por la entrada de residuos vegetales en el agro-ecosistema de Osorno-Valdivia (I) : Remolacha-Trigo- 6 años pradera, Prom. N-orgánico= 100 kg/ha/año (II) : Remolacha-Trigo- 3 años pradera, Prom N-orgánico= 70 kg/ha/año.

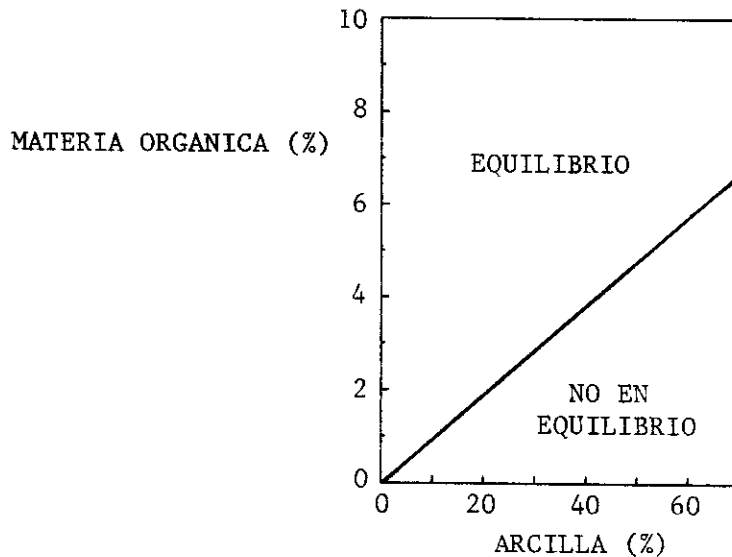


Figura 2. Relación entre contenidos de materia orgánica y arcilla en suelos aluviales y lacustres.

En el Cuadro 3 se muestran los suministros de N bajo distintas condiciones de manejo en varios agro-ecosistemas del país.

Los suministros fueron calculados sobre la base del potencial productivo, contenidos de N de la materia seca y manejo de los residuos de cosecha. El suministro de N varía considerablemente. Desde 8 a 382 kg N/ha/año, dependiendo del potencial productivo y de los rendimientos esperados. La típica quema de los rastrojos de cereales, la utilización de los **residuos de remolacha y leguminosas de grano en la alimentación del ganado y el pastoreo de las praderas** son prácticas de manejo que deben ser consideradas en el cálculo del suministro de N.

Cuadro 3. Suministros de N asociados al potencial productivo y distintos manejos en varios agro-ecosistemas de Chile.

Zona agroecológica	Rotación Cultivos	Potencial productivo (kg/ha/año)	Manejo Residuos	SUMINISTRO N		
				% Suministro	Potencial	
				100	60	30
				-----kg N/ha/año-----		
Osorno	Remolacha	50.000	Animal	48	29	14
	Trigo	7.500	No quema	133	80	40
	Pradera 6 años	15.000	Pastoreo	382	229	115
	Pradera 8 años	10.000	Pastoreo	255	153	80
	Promedio rotación con pradera 6 años			309	185	93
	Promedio rotación con pradera 8 años			222	133	67
Temuco	Raps	3.000	Quema/no quema	90/145 ¹	54/87 ¹	27/44 ¹
	Trigo	7.500	Quema/no quema	43/133	16/48	8/24
	Trébol 1	13.000	Corte	221	133	66
	Trébol 2	15.000	Corte	255	153	77
	Promedio rotación			152/189	89/105	45/53
Rancagua	Maíz	20.000	Quema/no quema	85/255	51/153	26/77
	Trigo	9.000	Quema/no quema	52/160	25/96	16/48
	Promedio rotación			69/207	41/125	21/63

1 Quema/no quema = valores con y sin quema, respectivamente.

Eficiencia de recuperación de N

Al aplicar un fertilizante nitrogenado al suelo, el 65% del N aproximadamente es absorbido por el cultivo, la fracción restante sufre pérdidas por procesos de lixiviación, volatilización y desnitrificación. Dependiendo de las propiedades físicas y químicas del suelo, las pérdidas de N varían. Así por ejemplo, suelos de texturas arenosas a menudo presentan un drenaje excesivo comparado con suelos de texturas arcillosas, lo que acentúa las pérdidas por lixiviación o lavado de N fuera del alcance de las raíces. Las pérdidas de N por lixiviación pueden ser importantes en suelos de mal drenaje, drenaje excesivo y poco profundos, como así también la desnitrificación en suelos de texturas arcillosas y cultivos inundados como es el caso del cultivo del arroz. **Consecuentemente, la eficiencia de recuperación de N en los suelos que presentan características de mayor riesgo de pérdidas, puede ser menor.** Otros factores tales como el tipo de fertilizante nitrogenado (nitrícos o amoniacales) y la época de aplicación, del fertilizante (parcialización), incidirán también en la eficiencia de recuperación de N.

Un número importante de investigaciones han determinado que la eficiencia de recuperación en cereales fluctúa entre 50 y 70% en un amplio rango de suelo y condiciones climáticas. Sin embargo, en hortalizas y flores existe escasa información. En 1989 Greenwood y colaboradores establecieron las eficiencias de recuperación N en varias hortalizas y determinaron una variación entre 10 y 70%. Estos valores disminuyeron cuando las tasas de aplicación de N aumentaron. En el Cuadro 4 se presentan las eficiencias de recuperación de N promedio para varios cultivos.

Cuadro 4. Eficiencias de recuperación de N en varios cultivos

Cultivo	Eficiencia
Cereales	65
Lechuga	10
Col	60
Nabo	55
Cebolla	31
Zanahoria	65
Liatris	25
Tulipán (10 cm) flor	30
Tulipán (6 cm) bulbos	33
Tulipán (8 cm) bulbos	35
Tulipán (10 cm) bulbos	38

ELECCION DE FERTILIZANTE NITROGENADO

En principio todos los fertilizantes nitrogenados son capaces de satisfacer las necesidades de N de los cultivos. Sin embargo, una fuente de N puede ser más efectiva que otra dependiendo de si la decisión es técnica o económica o ambas. Los principales factores que deben ser considerados en la elección de la fuente son: **1) disponibilidad de N para las plantas, 2) riesgos de pérdidas ; 3) cambios en el pH del suelo ; 4) costo por unidad de N y 5) tolerancia de las plantas.** La disponibilidad está asociada a la fuente de N ; N-nítrico o N-amoniaco. Las plantas absorben N indistintamente como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). Los fertilizantes nítricos son solubles y una vez aplicados son inmediatamente disponibles para ser absorbidos por las raíces. Sin embargo, los fertilizantes amoniacales y la urea presentan una efectividad moderadamente rápida. Los riesgos de lixiviación están directamente

vinculados al uso de fertilizantes solubles, como las fuentes nítricas, sin embargo, las fuentes amoniacales y la urea presentan mayores riesgos de volatilización y acidificación del suelo. El costo del fertilizante por unidad de nutriente es menor en los fertilizantes amídicos y amoniacales (Cuadro 4). El costo de la Urea es aproximadamente la mitad del costo de las fuentes nítricas, sin embargo, no debe ser el único criterio de elección del fertilizante nitrogenado. Los cereales en general toleran las aplicaciones amoniacales, sin embargo, algunas hortalizas como el tomate se ven favorecidas con aplicaciones de fuentes nítricas.

Cuadro 5. Costos por unidad de N en fuentes de N-nítrico y amoniacal

Fuente N	N (%)	Costo ¹ (\$/kg N)
Salitre sódico	16	582.4
Salitre potásico	15	774,9
Urea granulada	46	388,0

¹ Precios enero 1995

PARCIALIZACION DE LAS DOSIS DE N

La parcialización de las dosis de N se hace con dos propósitos: **1) evitar el riesgo de lixiviación en cultivos de invierno en los meses de máxima precipitación (mayo-agosto) y 2) satisfacer la demanda de N cuando la tasa de crecimiento del cultivo es máxima (primavera).**

En la Figura 3 se presenta la distribución de peso seco de una planta entera de tulipán a través de la temporada de crecimiento en el agro-ecosistema de Osorno y en la Figura 4 su absorción de N. Tanto la distribución de peso seco y la absorción de N correspondieron a una densidad de 600.000 bulbos/ha. Las fechas fueron adaptadas por una diferencia de estación de 6 meses de experimentos de campos conducidos en Holanda. Los experimentos fueron realizados en Groningen (norte). Si se comparan los parámetros climáticas de precipitación y temperatura media anual, tanto en Groningen como en Osorno, se observa que son muy similares ; 850 mm/año y 10°C en Groningen y 1190 mm/año y 10.7 °C en Osorno. En la Figura 3 se observa que el crecimiento en peso seco del tallo floral empieza a incrementar a partir de mediados de agosto, alcanzando su máximo a mediados de octubre. A partir de esa fecha, el crecimiento de bulbos nuevos incrementa. Del mismo modo que el aumento en peso seco, la tasa de absorción de N es máximo en primavera (Figura 4). Consecuentemente, la parcialidad de las dosis de N debe decidirse sobre la base de la tasa de crecimiento y absorción máxima, la que en el caso del tulipán comienza cuando el tallo floral empieza a elongar, aproximadamente 120-130 días después de la plantación.

ESTRATEGIA DE CORRECCION Y MANTENCION DEL NIVEL DE LA MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS

La adición de materia orgánica al suelo proporciona los siguientes beneficios : **1) aporte de nutrientes ; 2) mejora las propiedades físicas, tales como la agregación de las partículas del suelo (estructura), capacidad de acumulación de agua e infiltración y 3) mejora las propiedades químicas, tal como la capacidad de intercambio catiónico.** El objetivo último de la fertilización orgánica debe ser mantener o corregir los niveles de carbono

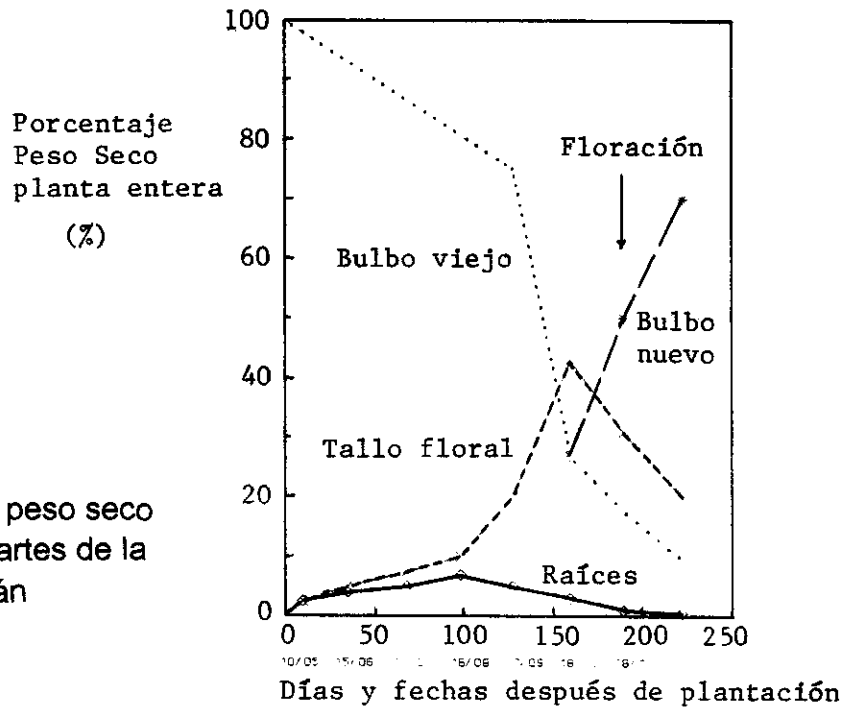


Figura 3.

Distribución de peso seco de diferentes partes de la planta de tulipán

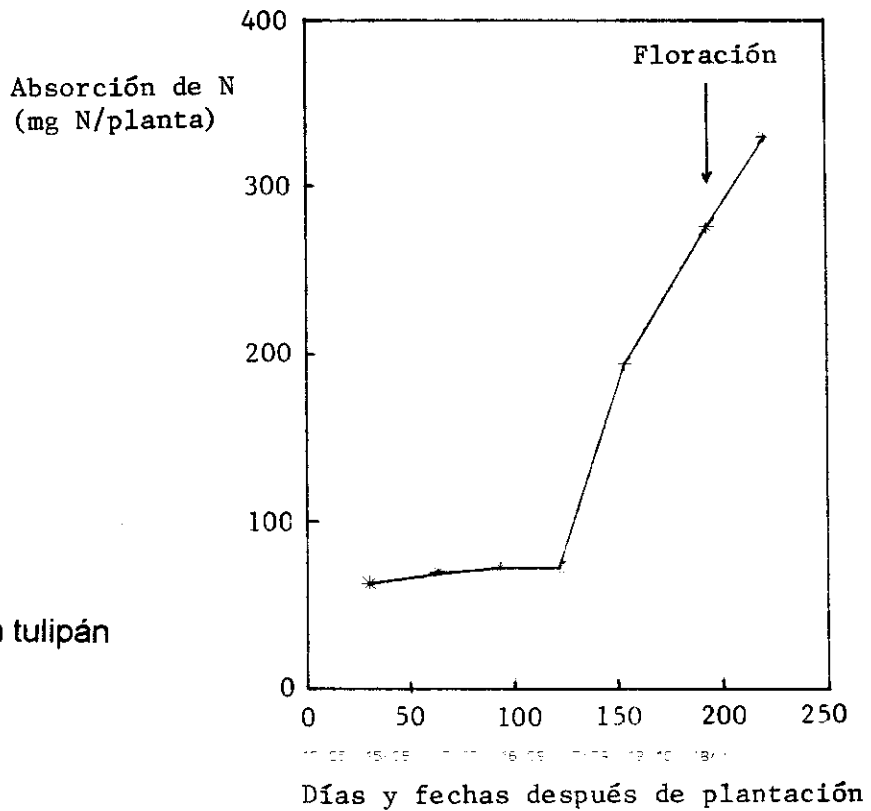


Figura 4.

Absorción de N en tulipán

orgánico en los suelos. En una agricultura intensiva, de alta productividad, el nivel de materia orgánica es importante ya que es responsable del acondicionamiento físico y biológico o "fertilidad natural" del suelo para el crecimiento de las plantas. En el Cuadro 5 se presenta la concentración de N, P y K de algunos estiércoles comúnmente utilizados en Chile. Los guanos de ave son los que más aportan N y P y los de oveja y cabra, K.

Como se señalara en la Figura 2, si se conoce el contenido de arcilla de un suelo, el nivel de equilibrio de la materia orgánica estará dado por la concentración de materia orgánica indicada por la línea recta en la Figura 2.

Cuadro 6. Concentración de nutrientes en diferentes estiércoles¹
(Rodríguez, 1993)

Tipo de estiércol	N %	N kg/ton	P %	P kg/ton	K %	K kg/ton
Vacuno	0,94	9,4	0,42	4,2	1,89	18,9
Oveja	2,82	28,2	0,41	4,1	2,62	26,2
Cerdo	1,77	17,7	2,11	21,1	0,57	5,7
Conejo	1,91	19,1	1,38	13,8	1,30	13,0
Cabra	2,38	23,8	0,57	5,7	2,50	25,0
Caballo	1,98	19,8	1,29	12,9	2,41	24,1
Ave	2,72	27,2	2,23	22,3	2,26	22,6
Ave piso	2,89	28,9	1,43	14,3	2,14	21,4
Ave Jaula	2,92	29,2	2,14	21,4	1,62	16,2

¹20-25% materia seca

Si un suelo posee menos materia orgánica que la señalada, el suelo debería ser fertilizado con enmiendas orgánicas y **se habla de una fertilización orgánica de corrección**. Si por el contrario la materia orgánica se encuentran en

estado de equilibrio, se habla de una fertilización orgánica de mantención.

En el Cuadro 6 se muestra la fertilización orgánica de corrección para alcanzar un nivel de equilibrio en suelos con distintos contenidos de arcilla.

Cuadro 7. Fertilización orgánica de corrección (ton materia seca/ha/año) aplicada durante tres años para alcanzar el nivel de equilibrio de materia orgánica en el suelo.

Arcilla (%)	Nivel actual de materia orgánica (%)					
	0,5	1	1,5	2,0	3,0	4,0
< 10	4	na	na	na	na	na
10-25	9	9	na	na	na	na
25-40	22	18	13	9	na	na
40-60	40	36	31	27	18	9

na = no aplicación

Las mayores tasas de aplicación corresponden a suelos muy bajos en sus contenidos de materia orgánica. Las dosis de corrección presentadas en el Cuadro 6 son una aproximación general, ya que para un cálculo más preciso deben considerarse otros factores como el aporte de residuos orgánicos en la rotación de cultivos.

En suelos cuyos niveles de materia orgánica se encuentran en fase de equilibrio, la fertilización orgánica es menor. **Las aplicaciones de mantención deben efectuarse cada dos a tres años con dosis mínimas de 2.500 kg/ha/año.** En estos cálculos debe considerarse el cambio en la rotación de cultivos ya que se asume que el nivel de materia orgánica en equilibrio en estos suelos, se debe a la actual producción de residuos orgánicos.

FERTILIZACION FOSFORADA Y POTASICA

Comparado con N, mucho menos ha sido publicado sobre fertilización fosforada y potásica en bulbos. La mayoría de los estudios han sido conducidos bajo condiciones de invernadero y muy pocos bajo condiciones de campo. Tanto el fósforo como el potasio se consideran nutrientes inmóviles en el suelo, por lo tanto, el análisis de suelo (0-20 cm) es una herramienta útil para cuantificar su disponibilidad. Como en el caso de la fertilización nitrogenada, para establecer las dosis de fertilización fosforada y potásica se deben conocer : **1) el potencial productivo de los cultivos 2) el índice de suministro de P y K y 3) la eficiencia de la fertilización de P y K.** En los Cuadros 7 y 8 se presentan respectivamente las dosis de fertilización fosforada y potásica para distintos potenciales productivos en diferentes agro-ecosistemas. Los cálculos de la dosis de P y K para el cultivo de tulipán, fueron realizados sobre una base comparativa con otros cultivos de bulbos, debido a la escasez de información.

Cuadro 8. Dosis estimadas de fósforo (kg P₂O₅/ha) para distintos cultivos y niveles de fósforo Olsen medidos por análisis de suelo.

Agroecosistema	Cultivo	Potencial Productivo kg/ha	Nivel de fósforo Olsen en el suelo ¹ (ppm)				
			2	4	8	12	20
Osorno (trumaos)	Trigo	7.500	350	300	200	100	75
	Cebada	6.000	300	250	150	50	50
	Avena	5.000	250	200	100	50	50
	Raps	3.500	475	400	250	100	50
	Papas	55.000	750	675	525	375	225
	Remolacha	50.000	450	400	300	200	100
	Tulipanes :						
	6-7 cm	6.100	300	200	100	50	50
10-11 cm	21.200	450	400	300	200	100	
Rancagua (Aluviales)	Trigo	9.000	325	275	175	75	75
	Maíz	15.000	450	400	300	200	175
	Maravilla	4.000	350	300	200	100	75
	Leg. Grano	3.500	250	200	100	50	50
	Cebada	6.500	225	175	75	50	50

¹ determinado por análisis de suelo

Cuadro 9. Dosis estimadas de potasio (kg K₂O/ha) para distintos cultivos y niveles de potasio intercambiable, medidos por análisis de suelo.

Agroecosistema	Cultivo	Potencial Productivo kg/ha	Nivel de fósforo Olsen en el suelo ¹ (ppm)					
			30	60	90	120	150	
Osorno (trumaos)	Trigo	7.500	175	150	125	100	75	
	Raps	3.500	200	150	100	50	50	
	Papas	55.000	350	300	275	275	275	
	Remolacha	50.000	175	125	100	100	100	
	Tulipanes :							
	6-7 cm	6.100	175	125	100	100	50	
	10-11 cm	21.600	175	150	125	100	75	
Rancagua (Aluviales)	Trigo	9.000	425	325	125	125	50	
	Maravilla	4.000	400	300	200	100	50	

¹ determinado por análisis de suelo

UN CASO DE ESTUDIO : FERTILIZACION PARA PRODUCCION DE FLORES Y BULBOS

Información requerida

Agro-ecosistema : Osorno

Rendimiento esperado :

- Flores : 21.200 kg/ha (60% del potencial productivo.

Cuadro 2)

- Bulbos : 17.500 kg/ha (100% potencial productivo. Cuadro 2)

Rotación de cultivos : Remolacha- trigo- 8 años pradera (Cuadro 3)

Suministro de N estimado : 100 kg N/ha (45% potencial productivo. Cuadro 3)

Eficiencia fertilización flores: 30% (Cuadro 4).

Eficiencia fertilización bulbos : 36% (Cuadro 4)

Resultados análisis suelo :

- P-disponible : 6 ppm (Cuadro 8)
- K-disponible : 80 ppm (Cuadro 9)

Dosis de nitrógeno

Dosis de N para la producción de flores, ecuación (1) :

$$N_f (\text{flores}) = \frac{143-100}{0.3} = 143 \text{ kg N/ha}$$

Dosis de N para la producción de bulbos, ecuación (1) :

$$N_f (\text{bulbos}) = \frac{145-100}{0.36} = 125 \text{ kg N/ha}$$

Fuente y forma de aplicación de N

Fuente : Urea y Nitrato de potasio

Parcialización : ½ de la dosis a la plantación y resto, 120-130 días después de plantación (elongación tallo-floral)

Dosis de fósforo y potasio

De acuerdo a la disponibilidad de P y K en el suelo y potencial productivo en el Cuadro 7 y 8, las dosis de P y K estimadas son :

Fósforo	= 350 kg P ₂ O ₅ /ha
Potasio	= 125 kg K ₂ O/ha

Fuente y forma de aplicación de P y K

- Fuente : Fosfato de amonio y muriato de potasio
- Epoca : Si el P y K se incorporan al último rastraje, debe aumentarse las dosis en 10%.

BIBLIOGRAFIA

- GREENWOOD, D.J., K., KUBO y I.G. BURNS. 1989.). Apparent recovery of fertilizer N by vegetable crops. *Soil Sci. Plant Nutr.* 35, 367-381.
- MATUS, F.J. y J. RODRIGUEZ. 1994. A simple model for estimating the contribution of nitrogen mineralization to the nitrogen supply of crops from a stabilized pool of soil organic matter and recent organic input. *Plant and Soil* 162, 259-271.
- NETEESON, J.J., D.J. GREENWOOD y A. DEAYCOTT. 1987. A dynamic model to predict yield and optimum nitrogen fertilizer application rate for potatoes. *Proceedings* 262. Fertilizer Society, London, 31 pp.
- RODRIGUEZ, J. 1993. Fertilizantes nitrogenados. En *Manual de fertilización* (J. Rodríguez y J. Donoso, Ed.), pp. 21-52. Colección en agricultura, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- STANFORD, G. 1973. Rationale for optimum nitrogen fertilization in corn production. *Journal Environmental Quality* 2, 159-166.
- Van der BOON, J. 1986. Stikstofopname en -verdeling in de tulp. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren, 109 pp.
- Van KEULEN, H. y H.D.J. Van HEEMST. 1982. Crop response to the supply of macronutrients. In *Agricultural Research Reports*. 961, Pudoc Wageningen.