

METODOLOGÍAS DE FERTIRRIGACIÓN

MARCO ANTONIO BELLO U.
MARÍA TERESA PINO Q.



BOLETÍN INIA N° 19

ISSN 0717 - 4829



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



METODOLOGÍAS DE FERTIRRIGACIÓN

Marco Antonio Bello U.

María Teresa Pino Q.

Centro Regional de Investigación Kampenaike

Punta Arenas, Chile, 2000.

Autores:

Marco Antonio Bello U.
Ing. Agrónomo
Producción Vegetal
Centro Regional de Investigación Kampenaike

Maria Teresa Pino Q.
Ing. Agrónomo
Producción Vegetal
Centro Regional de Investigación Kampenaike

Director Responsable:

Nilo Covacevich C.
Ing. Agrónomo, (Ph.D)
Director Centro Regional de Investigación Kampenaike

Comité Editor Regional:

Raúl Lira F., Ing. Agrónomo, M.sc.
Oscar Strauch B., Ing. Agrónomo

Asistentes de Investigación:

Angel Suárez N., Perito Agrícola
Jaime Pincheira, Técnico Agrícola

Boletín INIA Nº 19

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación Kampenaike, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.
Financiado por Proyecto PROVALTT

Diseño y diagramación: Lorena Mardones D.
Impresión: INIA – Kampenaike
Cantidad de ejemplares: 100

Punta Arenas, 2000.

INTRODUCCION

El fácil y controlado manejo del agua en un sistema de riego tecnificado es, sin duda alguna, una de las principales ventajas de dichos sistemas, pero no la única. Junto con el control que el sistema permite sobre los caudales, volúmenes y presiones del agua, también permite un manejo más eficiente del uso de fertilizantes aplicados al suelo. Ello por la vía de su adición al agua de riego de diversos agroquímicos, a través de diversas vías o equipos ampliamente difundidos y conocidos por los profesionales, técnicos y agricultores que aplican dichas metodologías en terreno. La referida técnica es conocida como Fertirrigación o Fertigación; en qué consiste y cómo ponerla en práctica, es la finalidad de la presente cartilla divulgativa editada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Fertirrigación o Fertigación

La fertirrigación no es otra cosa mas que la adición al agua de riego de productos fertilizantes destinados a la nutrición de un cultivo a lo largo de su ciclo de desarrollo. A esta práctica también se le pueden acoplar otras aplicaciones similares, ya que la técnica no sólo permite la incorporación de fertilizantes solubles en agua, sino además, plaguicidas y otras sustancias que requieran ser aplicadas en forma localizada y que no dañen al cultivo.

Ventajas e Inconvenientes

Como toda metodología, la fertirrigación proporciona ventajas importantes al agricultor, pero no se encuentra exenta de algunas limitaciones o inconvenientes que si bien no la hacen inaplicable, advierten sobre su manejo y adaptación a diferentes modalidades o esquemas en la explotación agrícola nacional.

Entre las ventajas del sistema de fertirrigación, se pueden citar:

- ⇒ Dosificación racional de los fertilizantes.
- ⇒ Ahorro considerable de agua.
- ⇒ Posibilidad de usar aguas de riego de baja calidad.
- ⇒ Nutrición optimizada del cultivo y, por lo tanto, aumento de rendimientos y calidad del producto (hojas, brotes, raíces).

- ⇒ Control de la contaminación por exceso de fertilizantes.
- ⇒ Mayor eficiencia y rentabilidad de los fertilizantes.
- ⇒ Alternativas en la utilización de diversos tipos de fertilizantes: simples y complejos cristalinos y disoluciones concentradas.
- ⇒ Fabricación “a medida” de la fertilización requerida por el cultivo durante todo su ciclo de desarrollo.
- ⇒ Automatización de la fertilización, ahorrando mano de obra.
- ⇒ Mayor uniformidad en la distribución del fertilizante, en relación con la aplicación “en seco”.

Entre los posibles inconvenientes del sistema de fertirrigación, se pueden citar:

- ← Costo inicial en infraestructura.
- ← Obstrucción de goteros.
- ← Debe ser manejado por personal especializado o mínimamente entrenado.

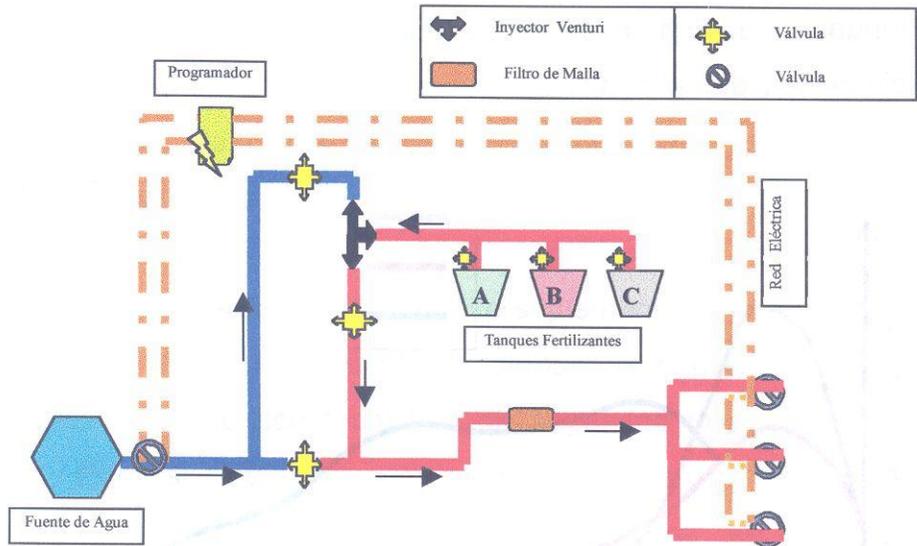


Figura 1. Esquema del proceso de fertirrigación.

Fuente: Cadhia, 1998 (adaptado por INIA).

Corrección de Sustratos y Abonado de Fondo

A pesar de que, en principio, la fertirrigación puede ser suficiente para realizar una fertilización correcta, es conveniente hacer un abonado de fondo para prever períodos de lluvias que no permitan fertirrigar o para establecer una reserva de seguridad que permita paliar errores o carencias en la fertirrigación.

En la Figura 2, se esquematiza cómo se debe combinar la fertilización de fondo y la fertirrigación, en comparación con la fertilización tradicional aplicada al suelo.

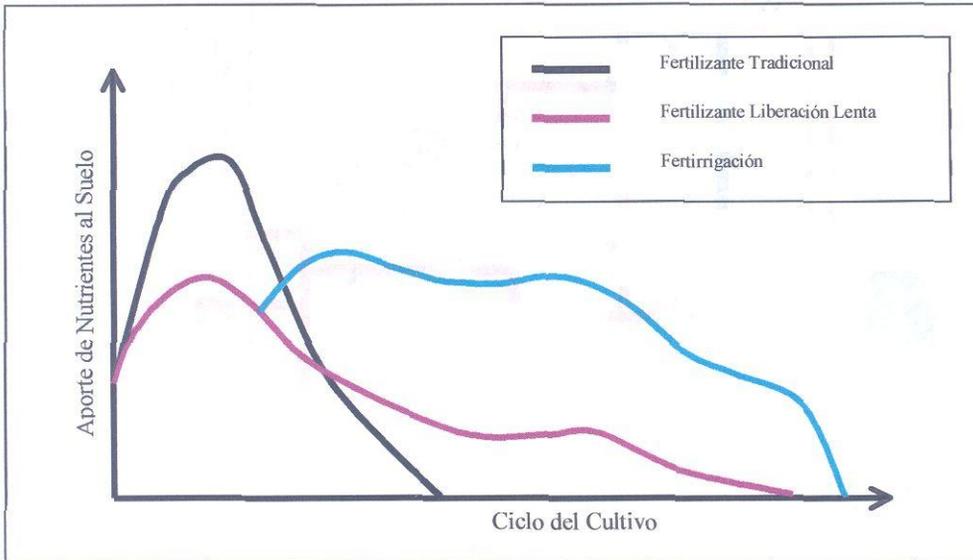


Figura 2. Combinación de fertilización tradicional y fertirrigación.
Fuente: Cadahia, 1998.

Al observar la Figura 2 se puede ver que en la fertilización tradicional aporta cantidades elevadas de nutrientes en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, justo cuando este requiere bajas cantidades, para luego decrecer rápidamente hasta llegar a “cero” momento cuando el cultivo comienza sus etapas de mayor demanda de nutrientes.

Por otra parte, el uso de una fertilización de fondo utilizando fertilizantes de liberación lenta, permite moderar dichos aportes al cultivo, aunque también la curva de aporte decrece con el tiempo, siendo incapaz de cubrir las demandas del cultivo en sus últimas etapas de desarrollo.

De este modo, la fertirrigación permite suplementar nutricionalmente al cultivo según sus requerimientos y demandas puntuales durante su desarrollo, teniendo como colchón de seguridad una fertilización de fondo. Por sí sola la fertirrigación tampoco podría suplir satisfactoriamente los requerimientos nutricionales del cultivo y, de hacerlo, sería una situación riesgosa, dado que si ésta llega a fallar surgiría una demanda no satisfecha del cultivo, pudiendo reflejarse en drásticas disminuciones de rendimiento y calidad del producto final.

Pasos a seguir en la definición de un Programa de Fertirriego

Un programa de fertirriego, corresponde a un esquema pormenorizado de la aplicación del fertirriego durante el período de desarrollo del cultivo, indicando las fechas en que se efectuarán los riegos en forma semanal (uno o más riegos a la semana) y las dosis de fertilizante a inyectar a la red junto con cada riego. Puede que el agricultor haya planificado sus riegos en forma diaria (riegos localizados de alta frecuencia), pero el abonado a través de la red debe ser planificado de

forma de inyectar fertilizantes una o dos veces a la semana, así se ahorra mano de obra y se simplifica la operatoria de fertirrigación.

Sin embargo no basta con definir el período de riego solamente, ya que se debe adicionar a ese esquema las demandas nutricionales de los cultivos a fertirrigar. Ello se logra obteniendo de la literatura las curvas características de demanda de nutrientes para cada cultivo en forma específica y calculando tres parámetros básicos: aporte nutricional del suelo; fertilización y dosis de fertilización a aplicar vía red de riego. Todo aquello sumado a la elección de los productos apropiados para permitir una buena disolución del fertilizante en el agua de riego.

En el cuadro siguiente, se exponen los principales pasos tendientes a la obtención de un programa básico de fertirrigación para un cultivo. Se asume que el sistema de riego a utilizar es del tipo Localizado de Alta Frecuencia (goteo) y que las dosis de agua a aplicar serán determinadas a través de bandeja de evaporación tipo A (reposición del 100% de la evaporación de bandeja).

Cuadro 1. Pasos a seguir y principales implicancias en la generación de un Programa de Fertirriego.

Paso	Descripción	Importante
1.- Definición del cultivo	☞ Decidir cuál será el cultivo a establecer y bajo qué condiciones: aire libre o bajo plástico.	☞ Dimensionar previamente los requerimientos para la superficie de cultivo a establecer. ☞ Definir el periodo de cultivo, en días.
2.- Fertilización	☞ Determinar los requerimientos de fertilización del cultivo a establecer, considerando un fertilización de fondo y fertirrigación.	☞ Contar con análisis de suelo. ☞ Definir los fertilizantes a usar, tanto para el abonado de fondo como para el fertirriego (Cuadro N° 2). ☞ Determinar las proporciones de fertilización a aplicar tanto en el abonado de fondo como en el fertirriego. ☞ Definir las dosis de nutrientes y fertilizantes a utilizar durante la temporada de cultivo.
3.- Curvas de absorción	☞ Utilización de la curva de absorción (demanda nutricional del cultivo) característica del cultivo para determinar los niveles de requerimiento a través del periodo de cultivo. Con ellas se determina los requerimientos porcentuales de cada nutriente a medida que avanza la temporada de cultivo y hasta su término.	☞ Las curvas de absorción de nutrientes son particulares para cada especie y deben ser obtenidas de la literatura y manejadas por un especialista.
4.- Programa de Fertirriego	☞ Con los datos de fertilización, periodo de cultivo y dosis de agua, más las curvas de absorción de nutrientes correspondientes, se está en condiciones de definir el Programa de Fertirriego.	☞ Dejar claramente definidos los fertilizantes a usar y la forma en que deberán prepararse las "soluciones madre", de utilizarse; o, especificar el tipo de ultrasol y dosis a requerir para cada riego.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 2, se muestran algunos de los fertilizantes más utilizados en fertirriego y sus principales características. Mayores antecedentes al respecto, pueden encontrarse en la Cartilla Divulgativa N° 8, de esta misma serie, titulada "Fertirrigación".

Cuadro 2. Fertilizantes más utilizados en fertirriego y sus principales características.

Nombre Químico	Fórmula Química	Contenido de Nutrientes (%)						Salinidad y pH (según concentración en g/L)					
		N (N)	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	S (S)	Mg (Mg)	Ca (Ca)	0.5 g/L CE (*)	pH	1.0 g/L CE (*)	pH	2.0 g/L CE (*)	PH
Nitrato de Amonio	NH ₄ NO ₃	33.5	0	0	0	0	0	0.78	5.59	0.94	5.56	2.78	5.38
Nitrato de Potasio	KNO ₃	13	0	46	0	0	0	0.64	6.56	1.27	7.02	2.44	7.53
Nitrato de Calcio	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	15.5	0	0	0	0	17	0.594	5.91	1.11	5.87	2.02	5.8
Nitrato de Magnesio	Mg(NO ₃) ₂	11	0	0	0	9	0	0.462	5.52	0.86	5.53	1.61	5.37
Sulfato de Potasio	K ₂ SO ₄	0	0	50	17	0	0	0.765	6.6	1.415	7.1	2.58	7.47
Sulfato de Amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄	21	0	0	23	0	0	1.04	5.5	2.14	5.5	3.45	5.5
Fosfato Monoamónico	NH ₄ H ₂ PO ₄	12	61	0	0	0	0	0.42	5.0	0.8	4.9	1.57	4.7
Fosfato Monopotásico	KH ₂ PO ₄	0	53	34	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Magnesio	MgSO ₄	0	0	0	13	10	0	0.765	6.6	1.415	7.1	2.58	7.47
Ac. Fosfórico (75% ác.)	H ₃ PO ₄	0	50	0	0	0	0	0.959	2.81	1.672	2.62	2.59	2.09
Urea	CO(NH ₂) ₂	46	0	0	0	0	0	0.01	5.7	0.01	5.84	0.01	6.1

(*) CE = Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)

Curvas de Absorción de Nutrientes

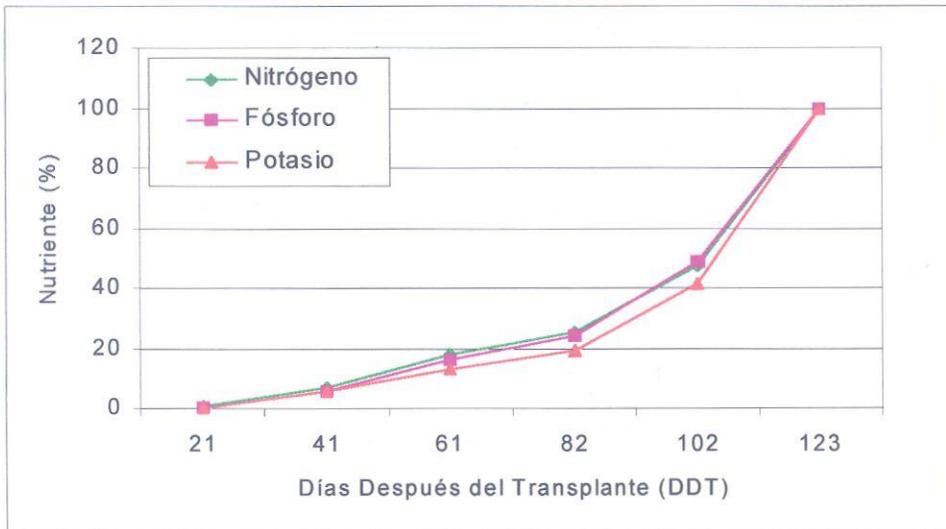
Al momento de la selección del cultivo a establecer y la forma en que se desarrollará (aire libre o bajo plástico), es requisito fundamental contar con la información suficiente referente a la forma, cantidad relativa y momento en que el cultivo requiere los nutrientes básicos (al menos, N, P y K). Ello implica no sólo contar con un análisis de suelo para definir las dosis totales de fertilizantes a usar, sino además, obtener las curvas características de absorción de nutrientes para dicho cultivo (principalmente N, P, K, Mg y Ca).

Una curva de acumulación muestra claramente el ritmo de demanda de nutrientes del cultivo, permitiendo al agricultor o al especialista definir los momentos de mayor aporte nutricional. De esta manera es posible conseguir una fertilización más equilibrada del cultivo, homogénea y acotada a los requerimientos reales de las plantas, minimizando las pérdidas, excesos y deficiencias.

Si todavía se quiere un trabajo más refinado y un manejo mucho más específico de la nutrición del cultivo, debe optarse por realizar análisis foliares periódicos durante el desarrollo de los vegetales, determinando a tiempo y más exactamente posibles deficiencias nutricionales asociadas a oligoelementos y micronutrientes, principalmente.

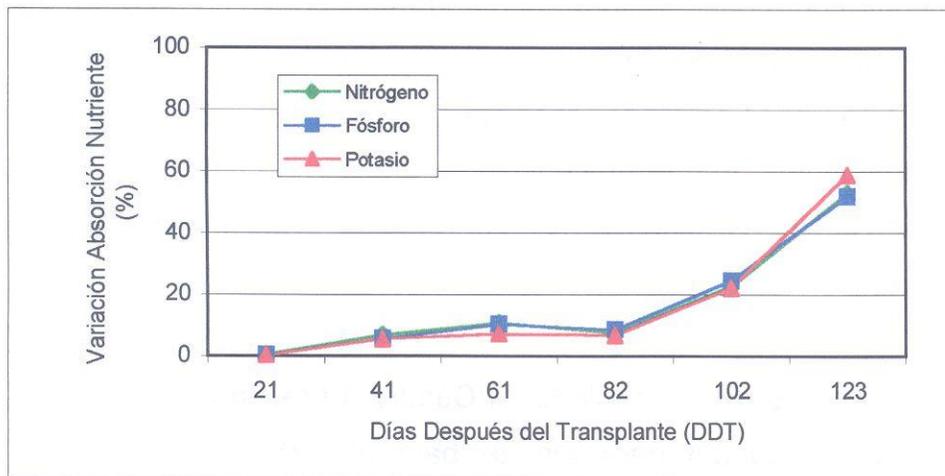
En la Figura 3 se presentan, a modo de ejemplo, las curvas de absorción de nitrógeno, fósforo y potasio, para un cultivo de tomate. Asimismo, la Figura 4 exhibe las curvas de variación en el ritmo de absorción de nutrientes (porcentajes de N, P y K), a través del ciclo del cultivo. Otros antecedentes, tablas de datos e información más específica podrá encontrarse al consultar la Cartilla N° 20 de esta serie, titulada “Cálculos Básicos para Fertirrigar”.

Figura 3. Ritmo de acumulación relativa total de nitrógeno, fósforo y potasio en tomate. (Arqueros, 1996).



Fuente: Arqueros, 1996.

Figura 4. Variación porcentual de absorción de nitrógeno, fósforo y potasio a través del tiempo de desarrollo del cultivo de tomate.



El Programa de Fertirriego

Ya que el Programa de Fertirriego da cuenta de las cantidades de fertilizantes a proporcionar al cultivo durante su ciclo de desarrollo, teniendo como base tanto su demanda nutricional, como el aporte del suelo, el comprender la forma básica de obtención y cálculo de un Programa de Fertirriego requiere de algo de práctica en tales procedimientos. Así, el procedimiento práctico de cálculo es detallado en la Cartilla Divulgativa N° 20, titulada “Cálculos Básicos para Fertirrigar”.

No obstante lo antes señalado, el Cuadro 3 presenta un programa de fertirriego calculado para tomate bajo plástico, para el sector de Huertos Familiares de Puerto Natales. Dicha información sólo constituye un ejemplo a presentar en esta cartilla divulgativa, en ningún caso se trata de una recomendación válida a aplicar directamente por el agricultor, ya que su cálculo ha sido hecho teniendo en consideración información específica y puntual sobre aportes nutricionales de suelo (análisis de suelo); período de cultivo; oportunidad, tasa y características de riego específicas de la situación técnica agrícola de la UVAL y Módulos Demostrativos del proyecto PROVALTT Huertos Familiares.

Cuadro 3. Programa de Fertirriego (extracto del programa de fertirriego 1999/2000 para tomate, aplicado en la Unidad de Validación INIA del Proyecto PROVALTT Huertos Familiares de Puerto Natales).

Cultivo:	TOMATE
Superficie:	350 M ²
Período:	1999/2000

Riego	
Método:	Goteo-Cintas
Tipo Cinta:	Rain Bird
Sep. Gotero:	20 cm
Caudal:	4,9 L/Hr/ml

Fertilización Ciclo de Cultivo (fertirriego)				
	Unidades	Urea (Kg)	H ₃ PO ₄ (L)	K ₂ SO ₄ (Kg)
Nitrógeno:	2,7	5,9		
Fósforo:	2,1		3	
Potasio:	2,7			5,4

Fecha	Absorción (%)			Acumulado		
	N	P	K	N	P	K
01 - Nov	0	0	0	0	0	0
21 - Nov	0	0	0	0	0	0
12 - Nov	10	5	5	10	5	5
02 - Ene	20	20	15	30	25	20
23 - Ene	35	25	30	75	50	50
20 - Feb	20	50	50	95	100	100
05 - Mar	5	0	0	100	100	100

Semana	Fecha Fertirriego	Dosis Fertilizada
		R1 N/P/K
1	01 - Nov	0,2/0,05/0,09
2	08 - Nov	
3	15 - Nov	0,2/0,05/0,09
4	22 - Nov	
5	29 - Nov	0,2/0,05/0,09
6	06 - Dic	
7	13 - Dic	0,4/0,2/0,3
8	20 - Dic	0,4/0,2/0,3
9	27 - Dic	0,4/0,2/0,3
10	03 - Ene	0,7/0,3/0,5
11	10 - Ene	0,7/0,3/0,5
12	17 - Ene	0,7/0,3/0,5

LITERATURA CONSULTADA

ARQUEROS W., MARCELA. 1996. Ritmo de crecimiento y absorción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en melón, sandía, pimentón y tomate y efectos de la fertilización en la producción y calidad de semilla. Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 175p.

AVILA, R., CABELLO, A., LIROLA, J., MARTÍN, A., y ORTIZ, F. 1996. Agua, riego y fertirrigación. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Depósito legal SE-2244-96. ISBN 84-802-009. Sevilla, España. 155p.

CADAHIA L., CARLOS. 1998. Fertirrigación, cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Depósito legal M.39.582-1997. ISBN 84-7114-686-X. Madrid, España. 475p.

MOYA T., JESUS. 1994. Riego localizado y fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa. Depósito legal M.28.845-1994. ISBN 84-7114-477-8. Madrid, España. 363p.