



Nitrogeno. Fuentes, eficiencia y costos: una revisión

Constanza Hojas, Ingeniero Agónomo, Consultor

Situación general/global de los Fertilizantes

ENTORNO GLOBAL DE FERTILIZANTES

Medio Ambiente

- Sustentabilidad y mejoramiento de la calidad del suelo
- Mantener niveles de nutrientes en rangos del ecosistema

•Economía

- Producir ganancias que sustenten operación de los campos
- Minimizar el costo de fertilizantes

•Social

- Satisfacción demanda mundial por alimentos, fibras y biocombustibles
- Producción alta calidad a precios bajos

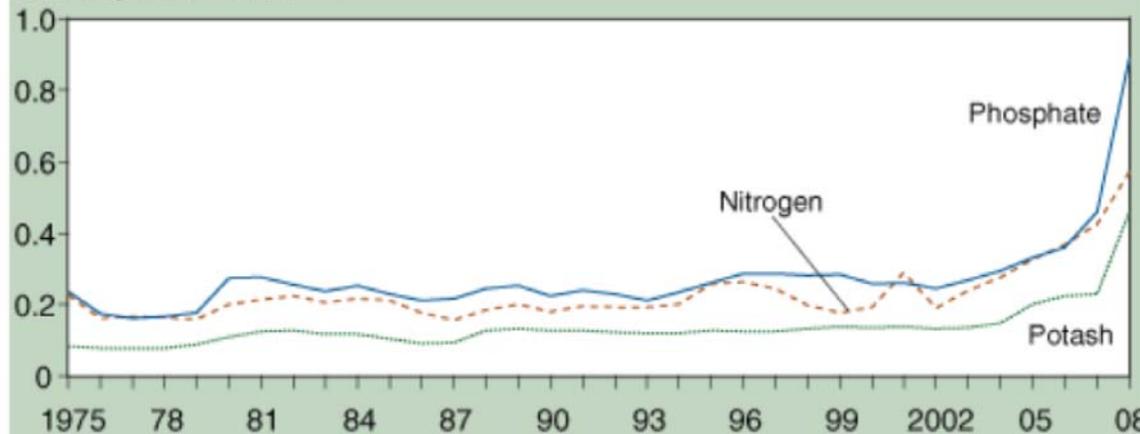


Efecto de la demanda global por fertilizantes

PRECIOS HISTORICOS DE FERTILIZANTES

Prices of fertilizer nutrients increased sharply to historical highs in 2008

Dollars/pound of nutrient



Price is the average for April of each year. Nitrogen prices are average prices of nitrogen nutrient in anhydrous ammonia, nitrogen solution, and urea. Phosphate prices are the P_2O_5 prices of superphosphate. Potash prices are the K_2O prices of muriate of potash.
Source: USDA, Economic Research Service.

N / P / K:

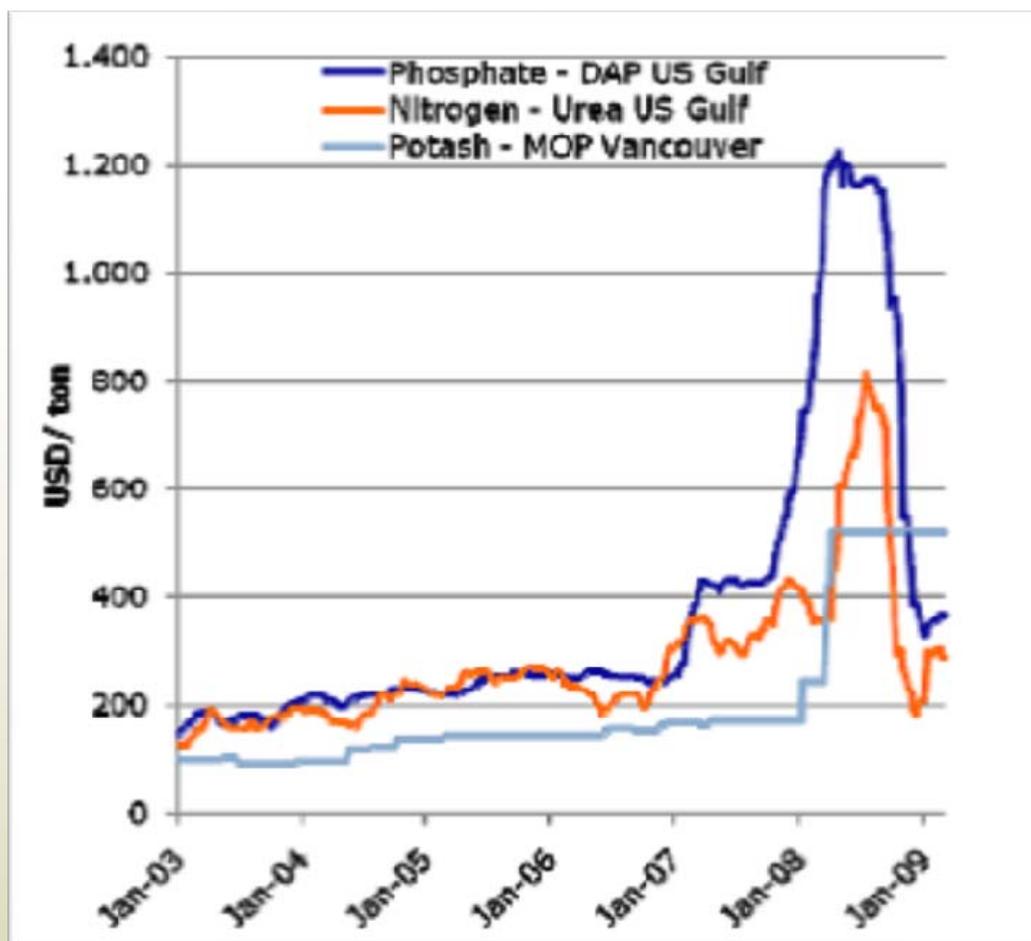
- Incremento en precio petróleo y gas natural
- Incremento demanda de carne en China e India
- Especulación en mercado de futuros de granos
- Aumento demanda por Biodiesel y etanol

Aumento **Histórico** de Precios



Que pasa esta Temporada?

TENDENCIA FUTURA



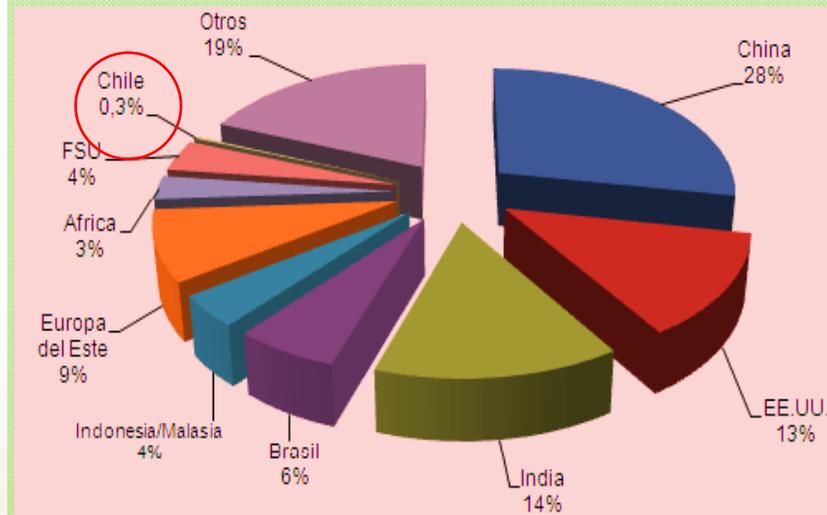
Fuente, USDA



Que pasa con Chile

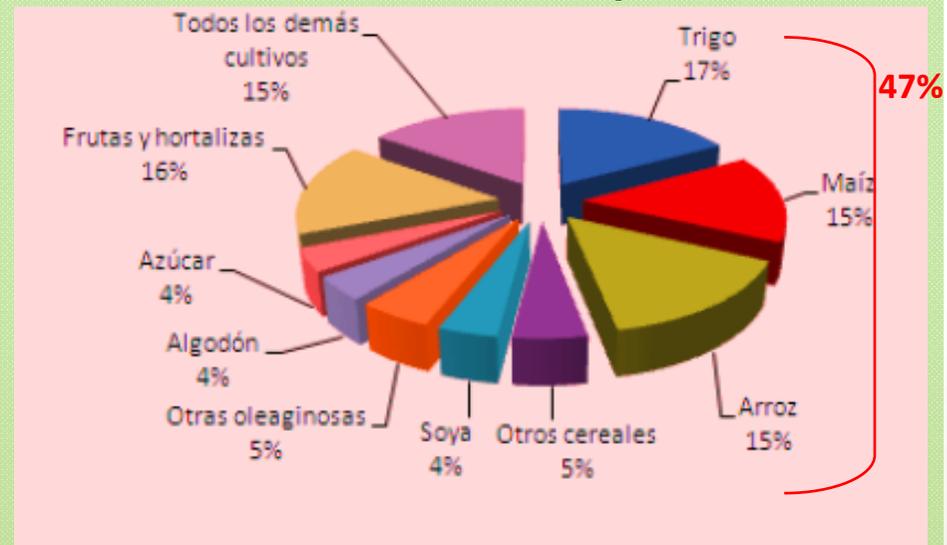
CHILE UN TOMADOR DE PRECIOS

Consumo mundial de Fertilizantes (%)



Fuente: elaborado por Odepa con información de Fertecon

Composición porcentual del consumo mundial de fertilizantes por cultivo



“NPK” DE ALGUNOS FRUTALES

- Palto: 150 a 200/15 a 20/30 a 50
- Uva: 60 / 30 /80
- Cítrico: 200 a 250 /20 a 40/50 a 100

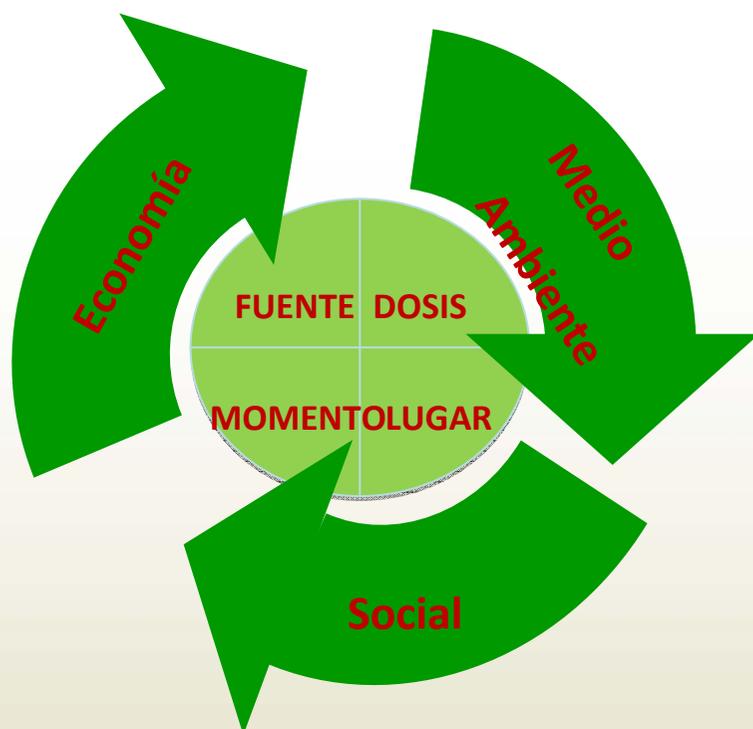
“NPK” DE ALGUNOS CULTIVOS

- Maíz: 350 a 400 /30 a 60/ 50 a 100
- Trigo: 300 / 30 a 60 / 50 a 100



EL DESAFIO; MAXIMIZAR LA CALIDAD CON BAJOS COSTOS

GESTION DE NUTRICIÓN : MANEJO DEL NITROGENO



Principios de gestión en nutrición

ECONOMIA:

- Buena cosecha con calibre y fruta resistente y de alta calidad !!
- Fertilización económicamente eficiente – evitar excesos / lixiviación
- Aumento de producción en cultivo, y retornos económicos

MEDIO AMBIENTE:

- Protección del medio ambiente → exigencia comercial
- Mantener relación adecuada producción vigor
- Mejora de eficiencia en el uso del nutriente
- Evitar pérdida de biodiversidad del suelo.

SOCIAL

- Calidad del agua (contaminación)
- Productividad del suelo
- Estabilidad en los rendimientos



Fuentes de Nitrógeno



Nitrógeno: indispensable y peligroso

Por qué es tan importante el N?

- **N: elemento “más” importante en la nutrición del palto .**

(“Elemento manipulador” , Whiley et al, 1988).

- **Balance vegetativo/reproductivo**

(vigor y potencial productivo → procesos antagónicos)

- **Interactúa positiva o negativamente en absorción de otros iones.**

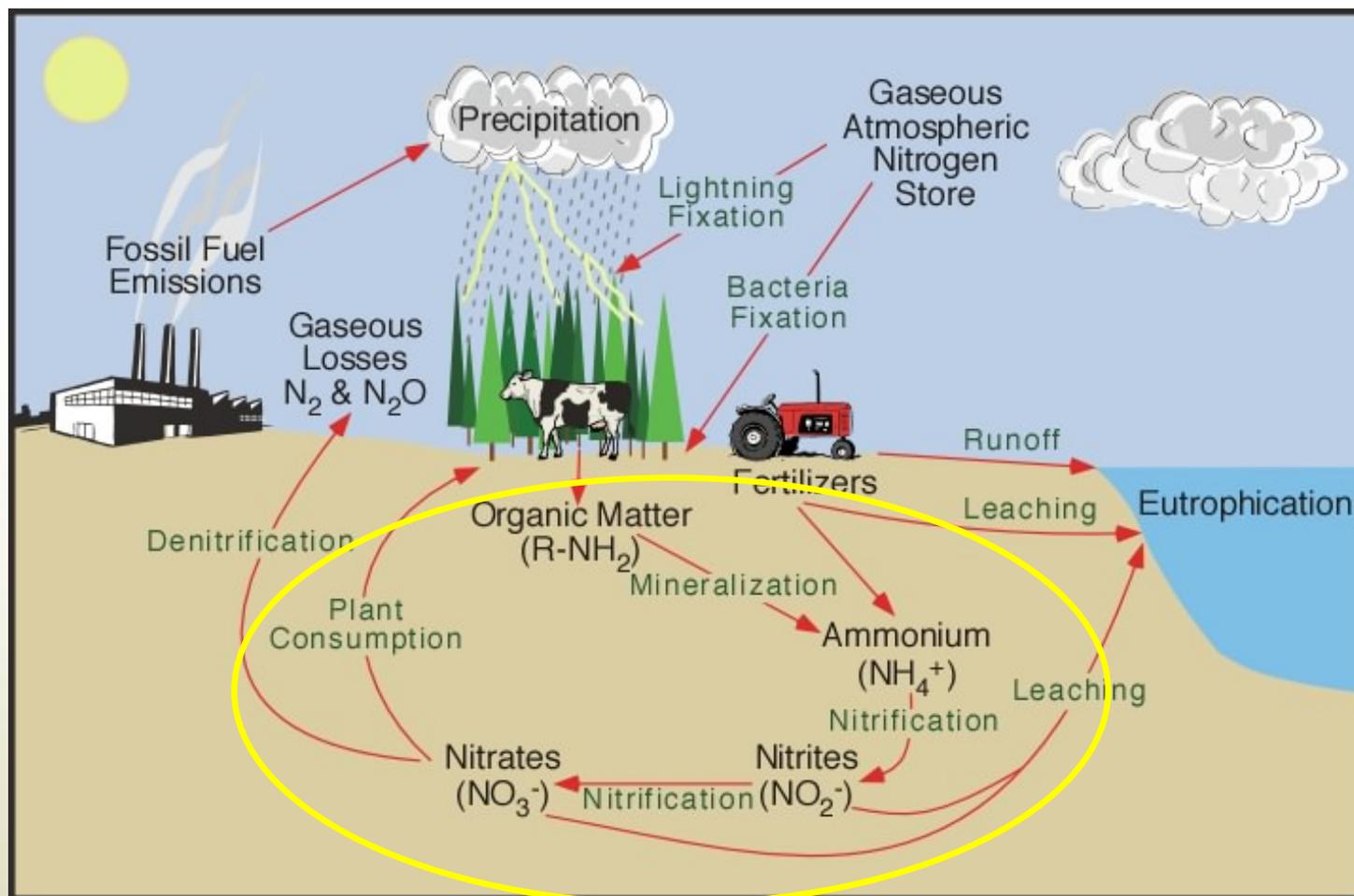
Un desafío de hoy

- La dosis correcta,
- En el momento correcto
- En el lugar correcto
- La fuente correcta



Nitrógeno: indispensable y peligroso

Ciclo del Nitrógeno



Fuente: International Plant Nutrition Institute



Fuentes de Nitrógeno: Fuentes Solubles



UREA (46%N)

Descripción

- Fertilizante nitrogenado más común
- Manejo para evitar pérdidas (app. 50%) debe ser muy cuidadoso.

Ventajas

- Unidad de N más barata del mercado

Desventajas ▼

Requiere de T° y Oxígeno para comenzar procesos de transformación.

Mecanismos de pérdida de N

1. Volatilización de amoníaco 15-20% puede perderse durante la primera semana de aplicación
2. Nitrificación

SULFATO DE AMONIO (21%N)

Descripción

Principal ventaja en suelos de pH básicos. Fertilizante N con mayor capacidad de acidificación de suelo.

Ventajas

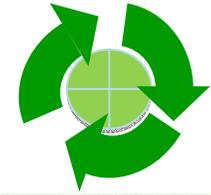
- Carga Positiva (NH₄⁺, puede ser adsorbido en cargas negativas de arcillas y MO (más tiempo en el suelo, disponible para las plantas). Se transforma a NO₃ en el suelo (acidificación).

Desventajas ▼

Acidificación de suelo (para ciertas condiciones)



Fuentes de Nitrógeno: Fuentes solubles



NITRATO DE AMONIO (33%N)

Descripción

Menos susceptible a pérdidas que la Urea, pero igualmente esto depende de la forma de aplicación.

50% del N = Amonio

50% de N = Nitrato

Ventajas

- Entrega N disponible en forma inmediata para las plantas.
- Fertilizante MUY soluble.

Desventajas ▼

- Susceptible a pérdidas por lixiviación (NO₃).

FERTILIZANTES N C/ INHIBIDOR DE NITRIFICACIÓN

Descripción

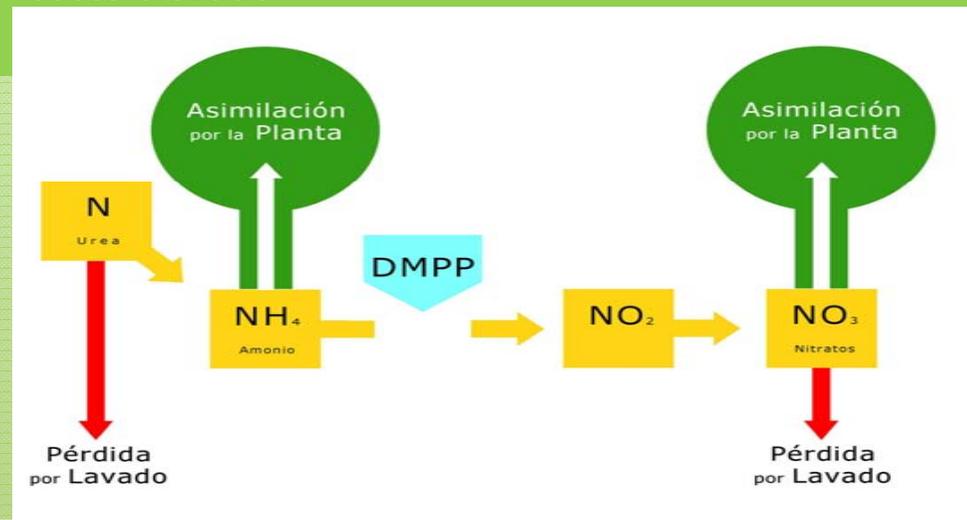
Fertilizantes de liberación lenta o controlada

Ventajas

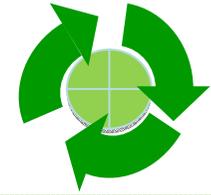
- Retarda el paso de Amonio a Nitrato, por lo que disminuye las pérdidas por lixiviación.
- Alta Eficiencia

Desventajas ▼

- Costo elevado



Fuentes de Nitrógeno: Fuentes líquidas



UAN 32 (32%)

Descripción

Fertilizante líquido

50% urea + 50% Nitrato de Amonio (25% NO_3^- y 25% NH_4^+)

Ventajas

- Forma líquida, facilita aplicación.
- Facilita operación en el campo.
- Producto sin precipitados (limpieza sistema de riego).

Desventajas ▼

- Costo (más alto que formas sólidas).
- Se requiere estanques para almacenaje y mayor implementación en casetas de riego (productos de pH muy bajo = manipulación peligrosa).

NITRATO AMONIO LIQUIDO (20% p/p)

Descripción

Fertilizante líquido
(20% p/p)

Ventajas

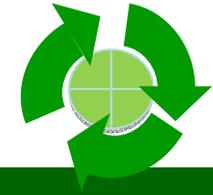
- Forma líquida, facilita aplicación.
- Fácil control de stock.

Desventajas ▼

- Costo (más alto que formas sólidas).
- Se requiere de mayor implementación para uso y almacenaje.



Lugar y Manejo



DETERMINA LA FUENTE Y DOSIS A USAR

Factores del suelo	Factores de manejo de fertilizantes
Actividad de Enzima Ureasa	Etapa fenológica del cultivo
Temperatura de Suelo	Método de aplicación de fertilizante
Contenido de Agua del Suelo	Estrategia de riego
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	
Aireación del suelo	
PH	



Dosis



¿DE QUE DEPENDE EL VOLUMEN DE NUTRIENTES A REPONER?



COSTOS: INCIDENCIA TOTAL
Programa Completo (N, P, K + me)

Costo Programa Fertilización estándar (U\$/ha/temp)	600-1000	
Costo de producción huerto de paltos (U\$/ha/temp)	6000- 8000	10 a 15 %

Se está hablando de 10 a 15% de los costos totales

ASPECTOS DETERMINADOS POR CULTIVO

- Forma de desarrollo / crecimiento / actividad de raíces del cultivo. ¿fert. Muy tardía / tempranas? → ¿**cuándo**?
- COSECHA → ¿**cuánto** extrae la palta?
- Forma de riego → eficiencia

¿QUE OTROS FACTORES SE DEBEN CONSIDERAR?

- Tipo de fertilizante → ¿**cuál**?
- Forma de aplicación de fertilizante (diaria, semanal, fertirrigación etc.) → ¿**como**?
- Tipo de suelo (→ **ácidos**) y agua → ¿**cuál**?
- Contenidos de nutrientes en agua.



¿Cuánto nos cuesta por hectárea?



COMPARATIVO COSTOS UN/ha 100 UN/Ha



Fuente	% N	kg fert/ha	US/kg (+ IVA)	Total (US\$/ha)
Urea	46%	217,4	0,38	81,8
Nitrato de Amonio	33%	303,0	0,47	143,9
Sulfato de Amonio	21%	476,2	0,34	162,1
Nitrato de Amonio liq.	25%	400,0	0,50	200,0
UAN 32	32%	312,5	0,70	218,8
Novatec o Entec	21%	476,2	0,54	256,0

Valores de Fertilizantes \$ referenciales de Distribuidores,
T/C 558 \$/U\$.

- Urea unidad → de N más barata, pero entrega no es inmediata
Urea : necesita transformarse → tiempo / T° / O2 → se lava: pérdidas y contaminación.
- Nitrato de Amonio → más eficiente, disponibilidad inmediata.
- Sulfato de amonio → muy buen producto para suelos pH básico.
- **Aquí podemos bajar costos !!!!**





¿ Cual es el egreso desde el huerto por la fruta ?

Kg. de nutrientes removidos por cada 20 toneladas de fruto fresco.



Nutriente	Kg. por cada 20 ton de palta Hass
N	51,5
P ₂ O ₅	20,6
K ₂ O	93,8
Ca	1,7
Mg	5,9
Cl	2,4
Fe	0,12
Zn	0,08
B	0,08

Salazar García, 2002, adaptado de Lovatt 1998.



Distribución del N en paltos adultos, base en peso fresco, una densidad de 100 pl/ha.



Tejido/Órgano	Kg. N/ha	% del total
Brotos nuevos	1,8	1,7
Hojas	17,5	16,6
Fruto (100 Kg./árbol)	28	26,5
Ramas	49,5	46,8
Tronco	4,4	4,2
Raíces	4,4	4,1
Total	105,6	100

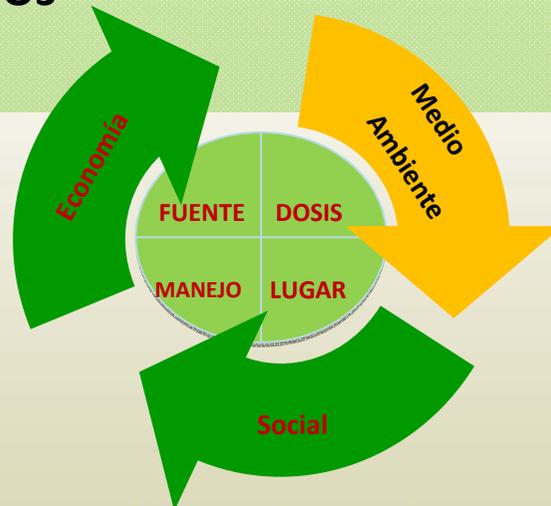


Contaminación del Medio Ambiente exigencia profesional/social



exigencia comercial por supermercados/consumidores

- Contaminación de nitratos en las aguas → daño para salud humana y ecosistema
- Agricultura es la principal fuente de contaminación por nitratos (Abdirashid, 2002)
- Normativa chilena para agua potable coincide con la de USA y Europa → 10 ppm N-NO₃



Uso y abuso de los fertilizantes; Caso Chile



CONSUMO DE FERTILIZANTES; EN MILES DE HA Y TON

País	Superficie de tierra	(1) Tierras cultivadas	(2) Consumo fertilizantes	(3) Relación 2/1
China	932.742	137.124	39.605	0,29
Estados Unidos	915.896	176.018	19.298	0,11
India	297.319	160.555	16.123	0,10
Brasil	845.942	5.764	7.682	0,13
Argentina	273.669	27.800	740	0,03
Perú	128.000	3.700	274	0,07
Italia	29.411	8.479	1.433	0,17
Hungría	9.211	4.602	501	0,11
Chile	74.880	1.979	455	0,23

Fuente: Odepa con información FAO. Anuario Estadístico 2005-2006

Datos de Tierra: año 2000. Datos de Fertilizantes: año 2002



Contenidos de Nitrato en aguas de la Zona Central



CUADRO COMPARATIVO AGUAS SUBTERRANEAS VS SUPERFICIALES



Productor	1	2	3	4	5	7	6	9
Ubicación	Isla de Maipo	Naltagua	Melipilla	Melipilla				
Fecha	Nov-06	Nov-06	Nov-06	Nov-06	Nov-06	Ene-05	Nov-06	Nov-06
Muestra	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 1	Pozo 3	Pozo	Pozo	Pozo	Canal Culiprán
N-NO3 (mg/l)	17,19	18,3	20,51	27,12	33,6	26,23	22,7	15,3
UN/ha (7000 m3 riego)	120,3	128,1	143,6	189,8	235,2	183,6	158,9	107,1

Fuente: AGROLAB



Contenidos de nitratos; datos Copiapó, Rengo



CUADRO COMPARATIVO AGUAS SUBTERRANEAS VS SUPERFICIALES



Fuente: AGROLAB

Zona	Copiapó		
Origen	Canal	Pozo 1	Pozo 2
	Jun-09	Jun-09	Jun-09
N-NO ₃ (mg/lit)	14,2	24,2	21
UN/ha aportadas (para 7000 m ³ de riego)	99,4	169,4	147

Zona	Rengo	
Origen	Canal Entrada	Canal Salida
	Mar-09	Mar-09
N-NO ₃ (mg/lit)	2,2	12,9 ppm
UN/ha aportadas (para 7000 m ³ de riego)	15,4	90,3



Contenidos de nitratos; datos San Felipe

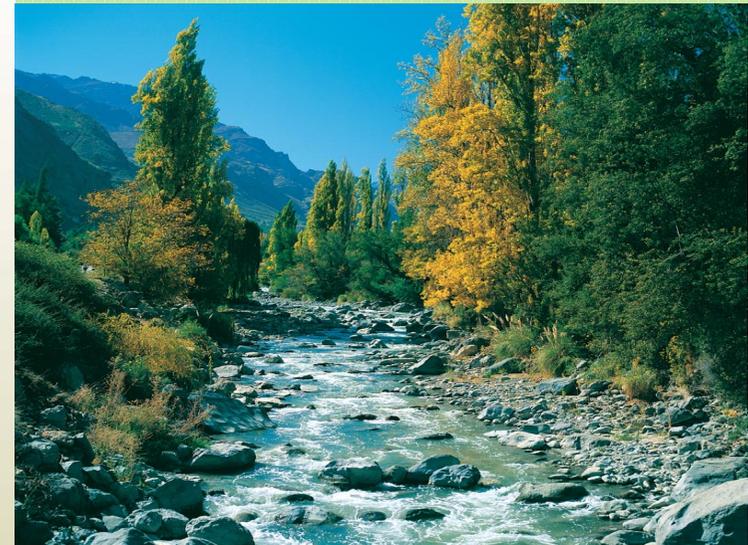


¿QUE SE OBSERVA?

Zona	San Felipe	San Felipe
Origen	Río Aconcagua	Pozo
	Feb-09	Feb-09
N-NO3 (mg/lit)	1,3	15,2
UN/ha aportadas (para 7000 m3 de riego)	9,1	106,4

- Concentración de N-NO3 más alta en pozos que en canales o cursos de agua.

NOTA contaminación por aplicación de fertilizantes (lixiviación).

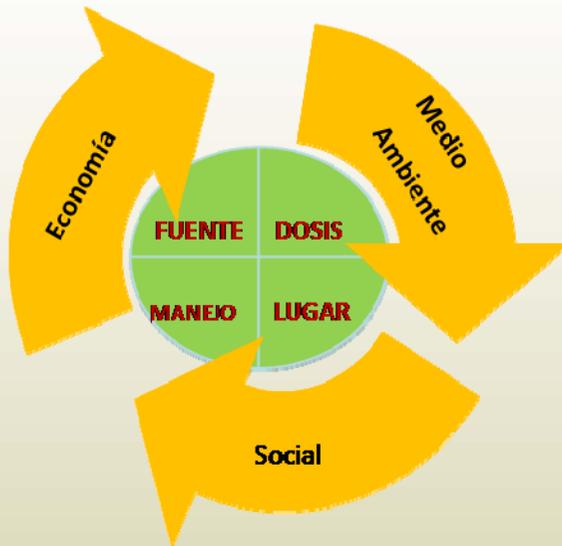


Fuente: AGROLAB



Minimizando el impacto MA y los Costos

Aporte de UN/ha en función de los contenidos de N-NO₃ del agua de riego



N-NO ₃ en agua de riego (mg/lit)	APORTE DE N (UN/ha/temporada)		
	m ³ /ha/temporada		
	5000	7000	10000
5	25	35	50
7,5	37,5	52,5	75
10	50	70	100
12,5	62,5	87,5	125
15	75	105	150
17,5	87,5	122,5	175
20	100	140	200
22,5	112,5	157,5	225
25	125	175	250
27,5	137,5	192,5	275
30	150	210	300





**Compartiendo algunos
datos con ustedes
¿una tendencia?**

Compartiendo algunos datos “duros” con ustedes

¿una tendencia?



Temporada 2007- 2008

Productor		2	3	4 *
CONDICIÓN	Pulpa gris	1,4%	2,9%	0,0%
	Daño haces vasculares	2,6%	5,5%	3,6%
	Total daño interno	4,0%	8,4%	3,6%
MANEJO HUERTO	UN/ha	295,11	248,4	151,4
ANÁLISIS FOLIAR	N (%)	2,67	2,36	2,94
	Ca (%)	1,19	1,46	1,36
FUENTE DE N		N.Amonio, N.Potasio, N. Calcio, N. Mg	Urea	N. Amonio Líquido

*Sin acceso a toda la fruta del productor



Minimizando el impacto en Calidad de Fruta



DATOS SUBSOLE ; TEMP 08-09

Productor		1	2	5
CONDICIÓN	Pulpa Gris	0,8%	4,6%	0,4%
	Daño haces vasculares	2,3%	0%	0%
	Total daño interno	3,1%	4,6%	0,4%
MANEJO HUERTO	UN/ha	196,4	80,84	184
ANÁLISIS FOLIAR	N (%)	2,27	2,67	2,21
	Ca (%)	1,48	1,01	2,33
FUENTE DE N		Entec 21	N. Amonio, N. Potasio, N. Calcio	Urea



¿ en qué estamos ?

Proyectos Subsole en el área nutrición



- Llegar a determinar “predictores” de condición y calidad de fruta.
- Avanzar en el desarrollo de estándares foliares (país). Los actuales son de California, de la década del '60 → todos en la industria: compartir información y experiencias
- Avanzar en el desarrollo de estándares para fruta (país), → predecir su comportamiento de post cosecha (mercados/destinos).



Gracias !!!

