

# DEFINICIÓN DE ÁREAS DE RIESGO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS POR APLICACIÓN DE N

## INFORME FINAL

### CAPÍTULO 2 – MARCO AGROPECUARIO NACIONAL

CONTENIDO	Página
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>18</b>
<b>2 MARCO GEOGRÁFICO Y SOCIOECONÓMICO NACIONAL</b>	<b>20</b>
2.1 MARCO GEOGRÁFICO	20
2.2 MARCO CLIMÁTICO	20
2.3 HIDROLOGÍA	24
<b>3 MARCO SILVOAGROPECUARIO NACIONAL</b>	<b>25</b>
3.1 USO DEL SUELO	25
3.2 CARACTERIZACIÓN ACTIVIDADES SILVOAGROPECUARIAS	27
3.2.1 Rubro Agrícola	27
3.2.2 Rubro Pecuario	31
3.2.3 Rubro Forestal	32

<b>4</b>	<b>ANÁLISIS SECTORIAL DEL MERCADO Y MANEJO DE FERTILIZANTES EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS</b>	<b>33</b>
4.1	CONSIDERACIONES GENERALES DEL MERCADO NACIONAL DE FERTILIZANTES	33
4.2	FERTILIZANTES UTILIZADOS EN EL MERCADO NACIONAL	34
4.2.1	Fertilizantes nitrogenados	35
4.3	RELACIÓN ENTRE MÉTODOS DE FERTILIZACIÓN Y CONDICIONES DE RIEGO-SECANO	38
4.4	ANÁLISIS DEL MANEJO Y OFERTA DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS	42
4.4.1	Fertilizantes orgánicos desde desechos industriales	42
4.4.2	Enmiendas orgánicas o abonos para uso en fertilización agrícola	43
4.5	MANEJO DE RESIDUOS EN EXPLOTACIONES BOVINAS, PORCINAS Y AVES	43
4.5.1	Manejo explotaciones bovinas y residuos contra pérdidas de nitrógeno	43
4.5.2	Manejo plantales porcinos y residuos contra pérdidas de nitrógeno	44
4.5.3	Manejo plantales avícolas y residuos contra pérdidas de nitrógeno	45
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>

---

## 1 INTRODUCCIÓN

Desde las últimas décadas, el sector agroalimentario ha ido transformándose paulatinamente en un pilar de desarrollo económico fundamental del país, con una sostenida presencia internacional de frutas, hortalizas, vinos, semillas, productos agroindustriales y forestales, y últimamente también con productos lácteos y carnes rojas.

Esta positiva evolución del sector, no exenta de dificultades, se ha basado en el fuerte crecimiento estructural agropecuario, como también, la abertura a nuevos mercados y regulaciones internacionales, y al trabajo conjunto con autoridades y empresarios. Sumado a las ventajas comparativas de Chile, junto al patrimonio sanitario, condiciones naturales de gran variación geo-climática, permiten una extensa oferta de agro-ecosistemas productivos.

En Chile, aunque la participación de las actividades silvoagropecuarias es de un 4,6% del PIB, éstas son componentes relevantes dentro de la economía y estabilidad social del país por la interrelación de factores sociales, humanos, productivos, ambientales, tecnológicos y económicos, concentrándose en el territorio central del país, en las regiones V a la VIII.

Una gran proporción de la fuerza de trabajo, como también, de producción agrícola temporal y anual se representa en la población rural que equivale al 13% del total nacional, aportando alrededor de 700.000 empleos permanentes. Por otra parte, la balanza comercial del sector ha sido positiva en los últimos años, llegando a los 6.000 millones de dólares al 2005 con un incremento del 2,8% respecto al año anterior. De ésta, un 47% son productos agrícolas, un 49% productos forestales y sólo un 4% corresponde a productos pecuarios.

Sólo un tercio del suelo continental del país tiene potencial agrícola, y de estos 25,2 millones de has para superficie agrícola, un 34% están destinadas a potencial ganadero, un 46% a aptitud forestal y un 20% tiene aptitud cultivable, concentradas entre las regiones VI y X. Un comportamiento similar tiene la distribución del número de las explotaciones nivel regional, sin embargo en una relación inversa, aquellas explotaciones de mayor superficie se concentran en las regiones del extremo sur del país.

En este capítulo se presenta una revisión y síntesis del panorama agropecuario nacional, que sirve como marco general para el desarrollo del estudio. En el Anexo I se presenta un mayor detalle sobre este mismo aspectos.

Se presenta también una descripción sintética y un análisis del mercado de los fertilizantes en Chile incluyendo algunas consideraciones internacionales de actualidad. Se incluye un análisis del manejo y aplicación de los fertilizantes nitrogenados utilizados por excelencia en el país, los cuales se relacionan directamente con los programas de producción para cada rubro, perfil de producción, rendimientos esperados, mercados de destino, condiciones de explotación en secano o riego, métodos de riego y las características edafotopoclimáticas.

Se sintetiza tanto la descripción nacional del uso de suelo cultivado como la caracterización de las actividades por rubros agrícolas y pecuarios, enmarcado como una guía técnica y económica de soporte al desarrollo de la guía metodológica de definición de riesgo de acumulación de nitrato en las aguas subterráneas aplicable a la realidad nacional y regional.

---

## 2 MARCO GEOGRÁFICO Y SOCIOECONÓMICO NACIONAL

---

### 2.1 Marco geográfico

Ubicado en el extremo sur-occidental de América del Sur, Chile continental presenta una singular geografía. Con más de 4.200 km de longitud, un ancho variable de entre 90 y 375 km, esta estrecha lengua de tierra es custodiada por las dos grandes formaciones cordilleranas, la de la Costa y la de los Andes, las cuales acuñan los principales valles productivos de la depresión intermedia.

Al Este y con cumbres que alcanzan hasta los 7.000 m, la Cordillera de los Andes, forma el límite natural con Argentina y Bolivia, en tanto que al Oeste, la Cordillera de la Costa alcanza los 3.000 m en el Norte y va disminuyendo hacia el Sur. En las zonas del Norte Chico y Central existen, además, los valles transversales, que van de la Cordillera de los Andes a la de la Costa. Estas particularidades hacen que el terreno plano sea escaso en relación al total, aproximadamente un 20% de sus 756.000 km<sup>2</sup>, lo cual incide fuertemente en la distribución y tipificación de las actividades silvoagropecuarias locales.

---

### 2.2 Marco climático

Hay factores característicos que determinan las variaciones climáticas nacionales de norte a sur y en altitud, como son la gran extensión en términos de latitud, la presencia de las cadenas montañosas de la Costa y de los Andes, la existencia de la corriente fría de Humboldt, la presencia del anticiclón del Pacífico y del frente Polar. Los climas en Chile van desde los de tipo desértico en el Norte, a los templados lluviosos fríos en el extremo Sur ([Figura 2.1](#)): en el extremo norte, a la altura de la Pampa, las lluvias no superan los 10 mm/año; mientras que en los extremos sur del país alcanzan los 5.000 mm/año, permitiendo una gran variedad de formas de vida animal y vegetal, base del diversificado desarrollo agropecuario y forestal.

Como consecuencia de la extensión territorial y las diferencias en humedad, precipitaciones, temperaturas, vientos y factores topográficos, se consideran 6 zonas climáticas en Chile

Eliminado

continental: 1a) *Desierto árido*, 1b) *Árido altiplánico*, 2) *Semi-árido*, 3) *Mediterráneo*, 4a) *Templado húmedo*, 4b) *Templado húmedo oceánico*, 5a) *Frío oceánico*, 5b) *Frío patagónico*.

La ubicación latitudinal de Chile implica un área bajo la influencia de la masa de aire de alta presión subtropical o anticiclón del Pacífico (20-40° L.S), el cual se caracteriza por la subsidencia de aire fresco que no logra absorber abundante humedad del océano, provocando el enfriamiento superficial que invierte el gradiente térmico vertical y, generando así condiciones de gran estabilidad atmosférica. Al sur del anticiclón (42-44° S), se localiza una franja latitudinal de bajas presiones hacia donde confluyen vientos provenientes del anticiclón subtropical y del anticiclón polar, dando lugar a una zona frontal de inestabilidad atmosférica dominante. La acción estival de la alta del Pacífico se refuerza cuando el calentamiento continental baja la presión térmica superficial, provocando un aumento en el flujo de aire fresco y poca humedad oceánica, manteniendo condiciones prolongadas de buen tiempo en las áreas de valles y depresiones intermedias.

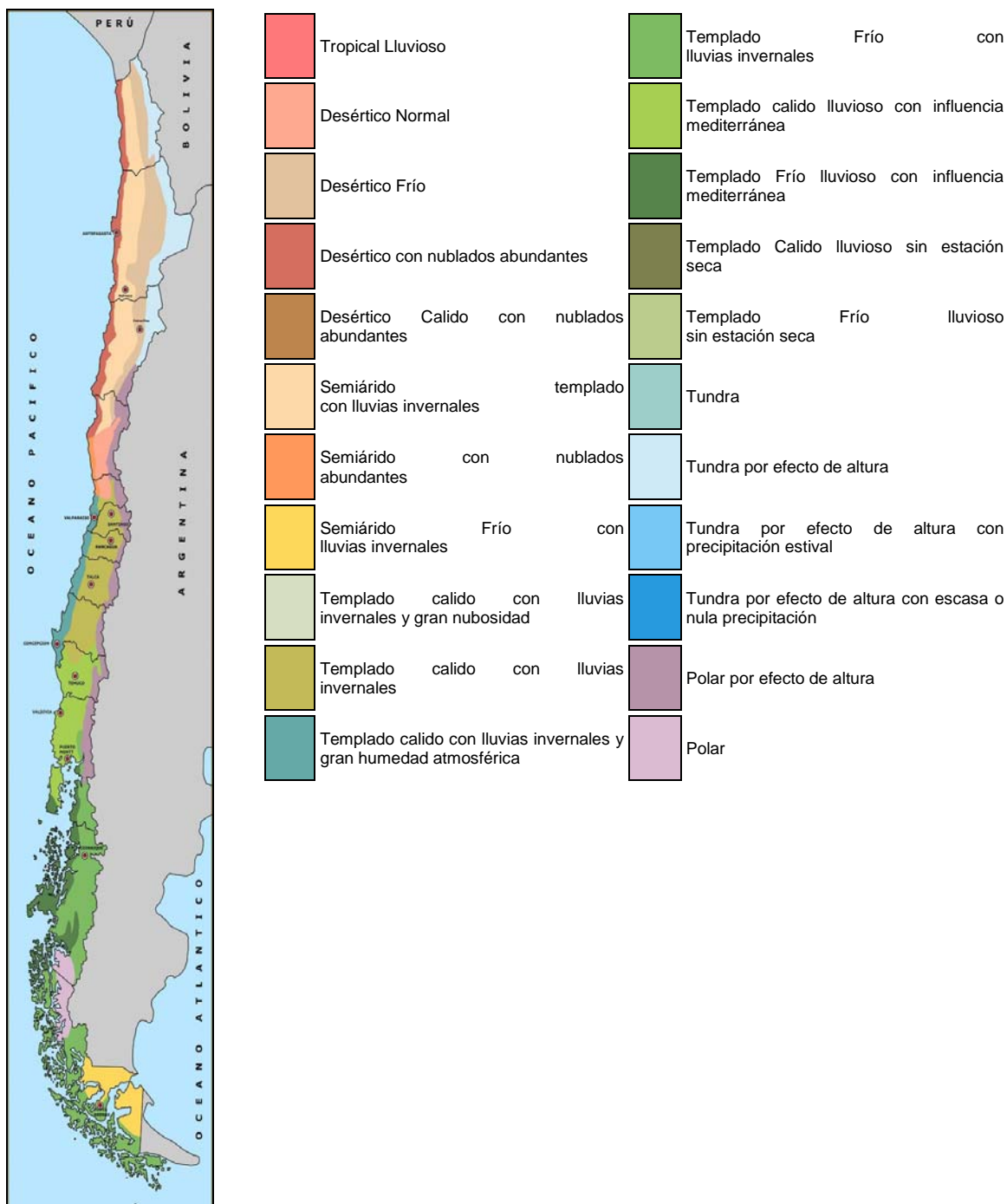


Figura 2.1. Descripción gráfica de los climas en Chile. (Fuente: Mapas de Chile, 2007).

En el extremo Norte se encuentra el desierto árido o Norte Grande, desde los 17 a 27° L.S., el cual está sometido a influencias anticiclónicas cálidas permanentes. En el sector costero y central prácticamente no se registran precipitaciones y la humedad es muy baja. Esporádicamente ingresan a la zona costera y central algunos frentes de mal tiempo que provocan lluvias considerables. Sin embargo, en su parte oriental, formada por una meseta alta recibe lluvias paramazónicas de verano y acumulación de nieve en las cumbres altas, lo que permite que el sector altiplánico acumule promedios de 200 mm anuales.

La zona de clima semi-árido va desde Copiapó hasta el río Aconcagua. Esta es una zona de transición climática con persistencia de los efectos del invierno boliviano en los sectores altiplánicos. La irregularidad pluviométrica y la ocurrencia de años secos y otros húmedos, permite el crecimiento de una vegetación de desarrollo irregular. En un año seco, las condiciones son semejantes a las del Norte Grande, mientras que en un año húmedo las condiciones se asemejan a la zona mediterránea.

Entre los ríos Aconcagua e Imperial se observa la zona templada con clima mediterráneo. Las lluvias se concentran en la estación fría invernal, mientras que la estación cálida es de carácter seco. Persiste la irregularidad pluviométrica que disminuye de Norte a Sur, pero con grandes variaciones interanuales. Las lluvias son preferentemente de carácter frontal modificadas por los efectos del relieve y las condiciones locales.

Al sur del río Imperial hasta el golfo de Reloncaví, el clima es templado húmedo. En esta zona se reduce la estación seca con un aumento de las lluvias causadas por las constantes perturbaciones frontales, las cuales sólo se reducen en verano. Entre el canal de Chacao y el río Cisnes, el clima es templado húmedo frío, donde las precipitaciones son constantes e importantes. Más al Sur, la región se divide climáticamente de Norte a Sur en la vertiente del Pacífico, con un clima muy frío y de alta pluviosidad con promedios anuales mayores a 3000 mm, y una zona en la vertiente occidental, al oriente de las altas cumbres, con una marcada baja pluviosidad de 300 mm anuales llegando al sur de Magallanes.



---

## 2.3 Hidrología

Cada región natural del territorio nacional, presenta sus singularidades características en cuanto a la hidrología, que se relacionan principalmente con factores como clima y relieve, y que influyen en aspectos como régimen hidrológico y caudal (DICTUC-MINVU, 1996).

**a) Norte grande (Regiones I y II).** Imperan condiciones de aridez, con fuertes oscilaciones térmicas diarias, las lluvias altiplánicas determinan la variabilidad en la conducta de los caudales, es decir, su régimen es pluvial. Tan difíciles son las condiciones para los sistemas fluviales que sólo existe un río que escurre durante todo el año (río Loa). En este contexto, el abastecimiento hídrico se sustenta mayoritariamente en aguas subterráneas.

**b) Norte chico (Regiones III y IV):** Precipitaciones irregulares unidas a las condiciones semiáridas del clima provocan un tipo de alimentación fluvial mixto, en el cual existe un influjo de las precipitaciones sólidas caídas en la cordillera, en unión con las lluvias que caen durante el transcurso del año. En esta región existen acuíferos o reservas subterráneas de agua, asociados a los valles, que permiten la subsistencia de la agricultura, y de las diferentes actividades y asentamientos humanos.

**c) Valle central:** Entre el Aconcagua y el canal de Chacao se observa un tipo de alimentación fluvial, de régimen mixto, la cual se divide en dos secciones diferentes: La primera zona va desde el Aconcagua hasta el río Imperial y presenta cursos torrentosos de régimen mixto permanente. Sus períodos de mayor caudal se producen dos veces al año: la primera gran crecida en el período de concentración de las lluvias (Junio-Julio) y una segunda crecida durante los deshielos de primavera. La segunda zona comprende desde el río Imperial hasta el Canal de Chacao, con drenes tipo tranquilos, regulados por los numerosos lagos.

**d) Extremos sur:** a partir del seno de Reloncaví, la exposición de las vertientes en los Andes acentúa el efecto que sobre los caudales produce la distribución de las precipitaciones. Por un lado, se encuentra la hidrografía de los archipiélagos, en la ladera occidental de la cordillera, que expone escurrimientos cortos y caudalosos, surgidos por deshielos e influidos por violentas crecidas provocadas por las intensas precipitaciones. En tanto, en la vertiente oriental de la cordillera de Los Andes, la disminución de las lluvias produce drenes más tranquilos, que nacen en sectores más bajos de la cordillera andina y menores caudales.

---

## 3 MARCO SILVOAGROPECUARIO NACIONAL

---

### 3.1 Uso del suelo

Chile continental tiene una extensión de 75,6 millones de hectáreas (ha), de las cuales solamente un tercio tiene potencial silvoagropecuario (ODEPA, 2005a). De estos 25,2 millones ha, casi la mitad (11,6 ha) presenta aptitud forestal, 8,5 ha aptitud ganadera y solamente 5,1 millones son arables o cultivables. El detalle de estas estadísticas y la distribución regional se presenta en el ANEXO I. En general, la distribución de la producción y uso del suelo por las actividades silvoagropecuarias se divide en las siete macro-regiones que muestra la [Figura 3.1](#), las cuales se caracterizan por similitudes en clima y geografía (ODEPA, 2005a).

Eliminad

Así, las regiones que concentran el 75% del total nacional de uso de suelo agrícola bajo cultivo son las regiones VI, VII, VIII, IX, X. Mientras que las regiones IV, X, XI y XII tienen las mayores extensiones de territorio agrícola destinados a los denominados por el censo Otros usos que considera todos los suelos no cultivables como son las praderas mejoradas y naturales, las plantaciones forestales (incluye viveros forestales y ornamentales), los bosques naturales y montes (explotados y no explotados), los suelos de uso indirecto (caminos, canales, construcciones, lagunas) y, también los suelos estériles y áridos como arenales y pedregales.

En cuanto a las explotaciones silvoagropecuarias, el 55% del total nacional se concentra en las regiones VIII, IX y X, seguidas por las regiones VI y VII englobado en conjunto el 79% de las explotaciones del país. La superficie de las explotaciones es mayor en las regiones del extremo Sur X, XI, XII con una participación nacional conjunta del 45% y de un 64% al sumar las explotaciones de las regiones IV y VIII.



#### **Norte Grande (I-II)**

- Hortofruticultura
- Ganadería camélidos

#### **Norte Chico (III-IV)**

- Hortofruticultura
- Actividad pisquera
- Ganadería caprina

#### **Centro (V-RM-VI)**

- Hortofruticultura
- Cultivos anuales
- Vitivinicultura

#### **Centro Sur (VII-VIII)**

- Cultivos anuales
- Vitivinicultura
- Actividad Forestal

#### **Sur Frontera (IX)**

- Cereales
- Ganadería para crianza y engorda
- Forestal

#### **Sur de los Lagos (X)**

- Ganadería bovina y lechería
- Actividad Forestal

#### **Extremo Sur (XI-XII)**

- Ganadería ovina y bovina
- Actividad Forestal

Figura 3.1. Distribución regional de macro-regiones productivas silvoagropecuarias.

En el Anexo I se detalla tanto la distribución y tamaño de explotaciones como las actividades que realizan los productores según su tamaño (grandes, medianos, pequeños y de subsistencia). Del total de explotaciones censadas, un 84,6% corresponde a productores pequeños y de subsistencia con un 18% de la superficie; los grandes y medianos productores representan un 8,1% sobre el 42% de esa superficie explotada (ODEPA, 2005a).

Por otra parte, se incluye un análisis de la proyección del uso del suelo agrícola nacional realizado por la ODEPA para el año 2014 (ODEPA, 2005b) a través de dos hipótesis en base a las proyecciones de superficie evaluadas por integración y proyección de las cifras del Censo Agropecuario 1997 junto a la información estadística de ODEPA.

---

## 3.2 Caracterización Actividades Silvoagropecuarias

### 3.2.1 Rubro Agrícola

**Cultivos Anuales:** Los cultivos anuales ocupan una superficie total en el país de 800.000 ha, concentradas entre las regiones VIII y IX, ésta última con el 32%, seguida por la VIII con un 22,1% y siendo ésta la de mayor producción regional con un 28% nacional (ver Anexo I). Las regiones piloto V y RM alcanzan un 1,5 y 3,2% de la superficie de anuales con una participación en producción de sólo un 0,9 y 3,5%, respectivamente.

En cuanto a superficie cultivada por los distintos cultivos anuales, lideran los cereales, el trigo con un 50% de la superficie nacional, seguido por el maíz con 123.070 ha. De las leguminosas, el fréjol es el principal cultivo con 25.620 ha. La papa se cultiva en todo el país pero se concentra en las regiones IX y X. Por otra parte, la remolacha para producción de azúcar se concentra en un 58% de las 27.670 ha en la VIII (Tabla 3.1).

Respecto a la producción nacional de cultivos anuales, los cereales lideran también con 3.350.000 toneladas anuales concentradas en trigo y maíz, seguidos por la remolacha con una producción de 2.200.000 ton y, la papa con 1.380.000 ton (temporada 2005/06), mientras que las oleaginosas alcanzan 52.435 ton. Por otra parte, los cultivos de arroz y leguminosas tienen una producción de 160.000 y 124.000 ton, respectivamente, centrada en la VII y VIII.

Tabla 3.1. Superficie regional de cultivos anuales por especie 2005/06 (hectáreas).<sup>1</sup>

Cultivo	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X
Trigo	2.460	5.600	24.910	20.210	43.610	90.070	122.000	23.680
Avena	40	80	80	100	1.380	24.860	47.680	14.040
Cebada	40	310	80	20	990	4.660	15.430	7.490
Maíz	630	1.870	13.630	73.400	27.830	5.440	270	-
Arroz	-	-	-	1.640	21.760	4.580	-	-
Poroto	650	790	670	2.670	13.570	6.060	1.210	-
Lenteja	-	10	-	-	340	510	290	-
Garbanzo	-	110	-	1.160	1.740	930	20	-
Papa	5.590	1.870	4.000	3.410	3.740	6.600	17.980	18.700
Maravilla	-	-	380	630	970	610	70	-
Raps	-	-	-	-	70	4.430	8.280	740
Remolacha	-	-	-	230	8.130	16.070	1.000	2.240
Lupino	-	-	-	60	110	1.090	26.340	890
Tabaco	20	280	-	1.220	1.000	250	-	-

<sup>1</sup> ODEPA, SAG, INE 2006; <sup>2</sup> No incluye cultivos de centeno, arveja y chícharo.

**Hortalizas y Flores :** En Chile se cultivan 120.000 ha de hortalizas y flores (ODEPA, 2007) destinadas a consumo fresco y para agroindustria tanto para el mercado interno como externo, con una amplia disponibilidad en el año en todo el país. A nivel nacional, 111.900 ha son de especies anuales y semilleros (48 especies de hortalizas frescas), siendo las más importantes en superficie: tomate fresco e industrial, hortalizas surtidas, choclo, lechuga, poroto verde, arveja, cebolla de guarda.

La superficie hortícola se distribuye claramente en las regiones V, RM, VI y VII con un 14%, 24%, 16% y 17% de participación regional; por otra parte, las flores se cultivan principalmente en la V con un 52% de nacional, seguida por la RM con un 27%.

En cuanto a producción, destacan el tomate para industria, pimientos destinados al consumo fresco y deshidratados; choclos, arvejas, porotos verdes y espárragos para el mercado de consumo fresco y de agroindustria para congelados.

**Frutales y Viñas:** La superficie plantada con frutales presenta un crecimiento moderado del 1,5% anual (2000-2004), llegando a un total de 221.000 ha en este último año, concentrándose en las regiones V, RM, VI y VII (ODEPA, 2005), de cuya producción nacional se exporta para fresco o procesado un 80%.

Sobresalen para mercados de exportación, los paltos para fresco y procesado, y los cítricos de consumo fresco, como mandarinos y naranjos entre las regiones IV y VI. A su vez, las especies semi-tropicales como el chirimoyo, la lúcuma y el papayo se cultivan en las regiones IV y V para mercado nacional y exportación en fresco y procesado. Los olivos para producción de aceituna están en la III, y para la elaboración de aceite de alta calidad se han extendido a los valles centro y centro sur del país ([Tabla 3.2](#)).

Eliminado

Dentro de las pomáceas, manzanos rojo y verde y perales son explotados entre las regiones VI y VII y, de los frutales de nuez, el nogal ha cobrando importancia para exportación y elevados precios, concentrándose su explotación entre las regiones V y VI.

Por otra parte, los frutales de carozo se cultivan en los valles centro y centro sur pero concentrados en la V y VI; destacan cerezos para fresco, ciruelo y duraznero para fresco y agroindustria y, dentro de los frutales menores para agroindustria, con ventaja sobresalen frambuesas, frutillas y arándanos en las regiones VII, V-VIII y VII, respectivamente.

Siendo el principal producto de exportación en fresco, la uva de mesa domina con 52.000 ha concentradas entre las regiones IV y VI. Por otra parte, la superficie de viñas llega a 108.000 ha más 10.000 ha de vides pisqueras, concentrándose la superficie explotada en las regiones VII, VI, VIII, RM y V, listadas en orden decreciente.

Tabla 3.2. Superficie regional (ha) y Producción nacional de frutales por especie, III-VIII. <sup>1</sup>

Cultivo	Producción nacional (1000 ton)	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII
Almendro	9,8	-	235,9	562,7	2.653	1.630	38,2	1,90
Cerezo	32,0	-	-	5,1	302,2	817,5	1.798	691,0
Ciruelo europeo	250,0 *	-	13,3	175,9	2.159	2.172	332,6	2,5
Ciruelo japonés		0,2	25,0	634,0	2.669	2.700	552,11	1,4
Damasco	23,0	3,3	349,4	432,6	817,1	308,0	-	0,2
Duraznero fresco	215,0 *	3,6	140,4	779,1	1.495	1.734	41,1	1,6
Duraznero conserva		0,6	31,1	2.046	1.331	2.035	23,7	1,7
Kivi	150,0	-	3,7	889,2	1.005	2.139	3.888	244,2
Limonero	165,0	89,7	837,7	1.192	2.926	1.304	85,6	9,2
Manzano rojo	1.300,0 *	-	8,96	120,3	608,4	8.488	12.918	1.212
Manzano verde				148,8	168,7	3.932	2.838	253,4
Membrillo		7,5	4,99	48,3	105,9	229,4	138,6	28,6
Naranja	140,0	42,2	124,6	537,6	1.714	3.716	15,8	1,8
Nectarino	96,0	0,32	41,0	797,9	2.504	3.491	28,6	3,5
Nogal	14,0	9,1	470,2	1.480	3.542	1.341	48,0	37,1
Olivo	26,0	1.592	230,49	249,1	285,9	101,8	33,8	39,6
Palto	160,0	90,2	1.256	8.071	3.672	1.460	26,2	5,1
Pera asiático	210,0 *	-	-	86,5	75,1	239,21	304,6	66,8
Peral		4,1	20,4	590,65	1.547	5.448	4.365	109,9
Vid de mesa	1.150	6.428	8.545	10.851	9.251	9.858	1.069	7,4
Viñas (viníferas)		-	2127	5006	10461	30461	46877	13632
Viñas (pisqueras)		620	9171	-	-	-	-	-
Otros frutales	210,7	145,9	1.900	1.633	1.668	802,7	1.640	1.435

<sup>1</sup> ODEPA con información CIREN, INE, ChileAlimentos y privados; \* Promedios de producción total de ambos tipos de la especie frutal

### 3.2.2 Rubro Pecuario

La producción de carne porcina es la que más ha crecido durante los últimos años por el incremento de exportaciones, con una tasa de crecimiento del 8,9% anual, produciendo 535.000 toneladas de carne en vara en el 2004. Le sigue la carne de ave con 373.000 ton, la cual presenta una tasa de crecimiento del 5,5% en igual período. La carne bovina ha tenido una tasa de crecimiento negativa, con un -2,4% anual en los últimos 10 años pero esta situación se revierte en el año 2004, ya que a partir del año 2002, Chile ha aumentado las colocaciones de carne bovina en mercados externos (ODEPA, 2005).

La carne de ave es el principal tipo de carne producido en Chile, seguida por la carne de cerdo, carne bovina, carne equina y carne ovina, con un participación del 47,1%; 32,8%; 18,3; 0,8% y 0,8%, respectivamente.

**Ganado Porcino:** Según el Censo de 1997, el total nacional de ganado porcino fue de 1.800.000 cabezas, el cual al año 2004 (cifras preliminares ODEPA, 2005) aumentó en forma progresiva a 2.315.000 cabezas.

Las regiones centro y sur concentran esta actividad pecuaria, siendo las regiones VI y RM las que tienen un 55% de la producción nacional, seguidas por las regiones VIII, IX, VII, X y V con una participación nacional del 13%, 11%, 8%, 7% y 4%, respectivamente.

**Ganado Bovino, Ovino y Caprino:** La [Tabla 3.3](#) describe las existencias de ganado bovino, ovino y caprino por región, el cual en conjunto suma el 94% de la producción de ganado nacional, siendo excluidos el ganado equino(4,83%) y camélido (1,37%) en este estudio.

Eliminado

**Aves :**Dentro de la distribución regional del beneficio de aves (broiler, pavos y gallinas), sólo 7 regiones contribuyen a la producción avícola para carne, concentrando un 88% de la producción nacional en las regiones VI con un 47,9% y en la RM con un 40%.

Según el Censo Agropecuario de 1997, la producción nacional de huevos alcanza las 2.250.000 unidades, concentrada en la RM con un 51%, seguida por las regiones V, VI VIII, VII y IV con un 16,5%, 10,2%, 8,4%, 7,4% y 6,3%, respectivamente.



Tabla 3.3. Existencia regional de ganado de especies bovino, ovino, caprino.

Región	Número de cabezas		
	Bovino	Ovino	Caprino
I Tarapacá	4.618	46.005	10.838
II Antofagasta	524	14.984	6.046
III Atacama	6.606	8.639	40.710
IV Coquimbo	38.792	71.916	306.022
V Valparaíso	131.671	56.262	73.693
Metropolitana	164.014	29.705	16.927
VI Gral. O'Higgins	155.997	183.966	36.481
VII Maule	367.447	203.835	69.789
VIII Bío Bío	550.432	182.053	65.815
IX Araucanía	784.336	244.991	60.642
X Los Lagos	1.587.557	391.447	26.952
XI Gral. Ibáñez	168.770	337.565	13.300
XII Magallanes	137.674	1.923.694	95
<b>Total</b>	<b>4.908.438</b>	<b>3.695.062</b>	<b>727.310</b>

Fuente: ODEPA, INE - Censo agropecuario 1996/97.

### 3.2.3 Rubro Forestal

De la superficie plantada con especies forestales industriales a nivel nacional, el 92% corresponde a Pino radiata (68%) y Eucalipto (24%) (ODEPA, 2007). El pino radiata concentra un 43% en la VIII, seguido por las regiones VII y IX con un 26% y 18%; mientras que el eucalipto está distribuido principalmente en VIII, IX y X con un 37%, 26% y 17%, respectivamente. Muy por debajo, le siguen las especies Atriplex, Tamarugo y Algarrobo, Pino Oregón y Alamo, con una superficie plantada de 2,8%; 1,2%; 0,8% y, 0,3%, respectivamente. Los productos exportables de la industria forestal chilena son principalmente pulpa química (95%), tableros y chapas (74%), papel para periódico (64%) y otros papeles y cartones (32%). El 96% del consumo nacional se centra en 4 regiones: VIII (58%) de participación, seguida de las regiones VII (14%), X(11 %) y IX (11%).

---

## 4 ANÁLISIS SECTORIAL DEL MERCADO Y MANEJO DE FERTILIZANTES EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

Los fertilizantes son sustancias minerales de origen natural o sintético en forma cristalizada, pilada o granulada, que aportan nutrientes esenciales a las plantas. Por definición, son materias primas minerales sales o moléculas de carga inerte, que en contacto con el agua, se disocia liberando nutrientes catiónicos o aniónicos. Los fertilizantes suplen el aporte del suelo de los nutrientes, el cual se mide por análisis de fertilidad o rendimientos anteriores y, en sistemas hidropónicos suple la totalidad en la solución nutritiva.

A nivel mundial, los fertilizantes totales inorgánicos constituyen el 43% de los nutrientes que la producción agrícola mundial consume anualmente. Por otra parte, los fertilizantes orgánicos, debido a su eficiencia inferior y sus costos actuales elevados, es poco probable que su aporte en nutrientes supere a los fertilizantes minerales a futuro, aunque sí se usarán más abonos orgánicos por el incremento de la producción pecuaria, desechos urbanos, aguas industriales y agricultura orgánica. El gran desafío actual es utilizar los fertilizantes con la mayor eficiencia permitida por los programas de manejo y los perfiles productivos, como también, incrementar y fomentar la reutilización de los residuos pecuarios intra y extra-prediales.

---

### 4.1 Consideraciones generales del mercado nacional de fertilizantes

En Chile, el mercado de fertilizantes concentra principalmente productos de materias primas naturales, minerales y preparaciones sintéticas disponibles en diferentes formulaciones solubles, sólidas o mezclas, los cuales suplen la amplia gama de necesidades nutricionales nacionales.

A continuación se destacan los rubros de mayor consumo:

- Trigo, avena, cebada, raps, maíz, papas y remolacha, universo de aprox. 753.330 ha
- Vides viníferas, uva de mesa y viñas pisqueras, universo de 170.000 ha.
- Durazno, limones, manzanas, naranjo, paltos y arándanos, universo de 80.000 ha.

- Tomates al aire libre (21.000 ha) e invernaderos (2500 ha).
- Viveros forestales, un total de 100 millones de plantas.
- Hortalizas, 94.000 ha.
- Praderas mejoradas, 615.000 ha.

Según información de la FAO (FAOSTAT, 2006), el consumo de fertilizantes totales en Chile ha aumentado desde 344.000 en el año 1992 a 455.000 toneladas en el 2002. En esta tendencia, cabe destacar que la producción nacional evidenció un repunte significativo desde el año 1995 con 168.000 ton producidas alcanzando en el año 2002 las 524.000 toneladas.

Como comentario actual de los sistemas productivos chilenos, desde fines del 2006 a inicios del 2007 se han observado alzas mayores al 50% en los precios de los fertilizantes, especialmente por el buen período que cruzan los cereales, lo cual en conjunto generó una mayor demanda en Urea y Súper-fosfato triple.

El alza en los precios de los fertilizantes y las mayores demandas se inició en USA; el valor internacional de trigo y maíz fue el más alto en los últimos años debido a las bajas cosechas de los países productores y al aumento en la demanda de bio-combustible, observándose un aumento del 19% en el precio de la Urea en los mercados internacionales y, de un 23% en el precio de la Urea transada en el mercado chileno (Sandoval, A., 2007), todo esto con marcadas repercusiones técnico-económicas.

---

## 4.2 Fertilizantes utilizados en el mercado nacional

Si se analizan los fertilizantes disponibles en el mercado nacional, sobresalen los fertilizantes solubles, materias primas minerales con uno o dos nutrientes esenciales iónicas y, fertilizantes líquidos preparados como suspensiones, soluciones ácidas y mezclas líquidas NPK.

La [Tabla 4.1](#) sintetiza los nutrientes de los principales de estos productos disponibles en nuestro país.

Eliminado

Tabla 4.1. Fertilizantes solubles simples y mezclas con aporte macro-nutrientes (%).

TIPO FERTILIZANTE	Materia prima	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	MgO	CaO
<b>NITROGENADOS</b>	Nitrato de amonio	<u>33</u>			0,1		
	Sulfato de amonio	<u>21</u>			22		
	Urea	<u>46</u>					
<b>FOSFATADOS</b>	Fosfato monoamónico MAP	<u>12</u>	61		0,3		
	Fosfato monopotásico MKP		52	34	0,2		
	Acido fosfórico 85%		61		1-2		
<b>POTÁSICOS</b>	Nitrato de potasio Estándar	<u>13,6</u>		45			
	Nitrato de potasio Técnico	<u>13,6</u>		46			
	Sulfato de potasio			50	18		
	Cloruro de potasio			60			
	Complejo NKS 12-0-45			45	2		
<b>CÁLCICOS/MAGNÉSICOS</b>	Nitrato de calcio	<u>15,5</u>					26,5
	Nitrato cálcico magnésico	<u>13,5</u>				6	17
	Sulfato de magnesio				13	16	
	heptahidratado				26	32	
	Sulfato de magnesio anhidro					16	1
	Nitrato de magnesio						

Fuente: Libro Azul, SQM, 2002; Agenda del Salitre, SQM, 2001.

#### 4.2.1 Fertilizantes nitrogenados

Los fertilizantes nitrogenados son los que lideran tanto la demanda como la oferta nacional en fertilizantes. En la [Tabla 4.2](#) se muestra las principales características químicas de los fertilizantes nitrogenados.

Este grupo representa el 46% del consumo nacional y ha tenido un crecimiento moderado entre 1992-2002, alcanzando las 210.000 toneladas. La producción de éstos concentra un 22% de la producción chilena de fertilizantes, la cual dentro de un estancada evolución, ha sufrido una baja en los últimos años llegando sólo a las 115.000 toneladas al 2002.

Eliminado

Tabla 4.2. Caracterización química de los principales fertilizantes nitrogenados.

Materia prima	pH 1% a 20°C	CE mmhos/cm	Solubilidad (g/L) a 5°C	Solubilidad a 15°C	Solubilidad A 20°C
<b>FERTILIZANTES NITROGENADOS</b>					
Nitrato de amonio	5,20	1,60	1368	1732	2278
Sulfato de amonio	5,27	1,91	695	723	766
Urea	5,71	0,01	853	1093	1162
<b>FERTILIZANTES FOSFATADOS</b>					
Fosfato monoamónico MAP	4,68	0,83	253	332	451
<b>FERTILIZANTES POTÁSICOS</b>					
Nitrato de potasio Estándar	5,47	1,31	149	379	471
Nitrato de potasio Técnico	5,47	1,31	149	379	471
Complejo NKS 12-0-45	6,09	1,34	142	293	487
<b>FERT. CÁLCICOS/MAGNÉSICOS</b>					
Nitrato de calcio	5,09	1,16	2200	2058	1845
Nitrato cálcico magnésico	5,37	1,08	932	1418	2146

Fuente: Libro Azul, SQM, 2002; Agenda del Salitre, SQM, 2001.

Según las últimas estadísticas disponibles en FAOSTAT (2007), la balanza comercial de los fertilizantes nitrogenados se sustenta en un intercambio negativo para el año 2002, el cual se distribuye en exportaciones de 85.477 ton equivalente a un valor de 17.000.000 dólares e importaciones de 216.793 ton equivalentes a un valor de 55.846.000 dólares.

Ciertos productos sobresalen con respecto a otros; en el caso de los fertilizantes nitrogenados, la Urea, la cual aporta sólo Nitrógeno en un 46% y el Nitrato de amonio, el cual aporta un 33% de Nitrógeno y un 0,1% de Azufre han tenido un consumo relativamente constante con una fuerte alza registrada en el año 2000, alcanzando un consumo promedio de 85.219 y 17.818 toneladas, respectivamente ([Figura 4.1](#)).

Eliminado

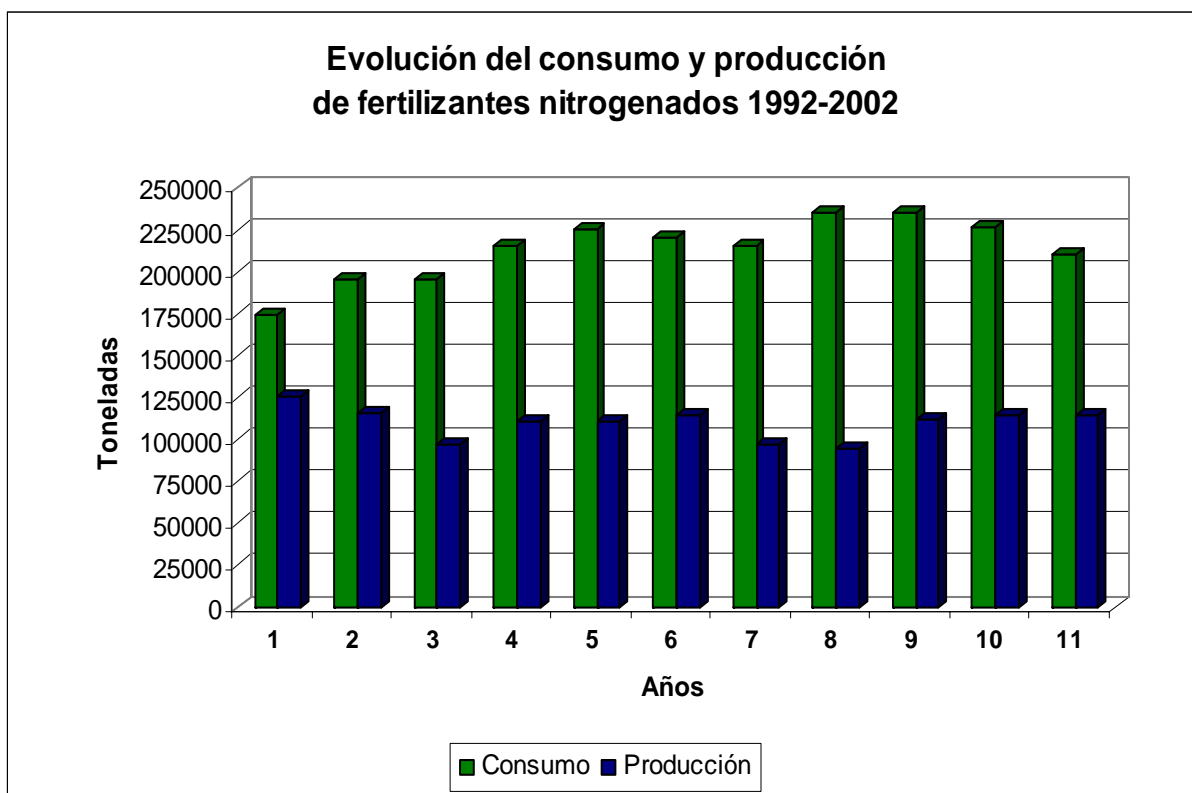


Figura 4.1. Evolución del consumo y producción de fertilizantes nitrogenados en Chile.

En los sistemas agropecuarios actuales, el mayor uso de insumos, el incremento de masa ganadera, intensificación del pastoreo directo sobre pradera que transfiere altos contenidos de N y P al agua.

Existen además bajas normas de manejo mejoradas por rubros agropecuarios, con la incorporación de zonas de mayor pendiente o con implementación de drenaje artificial al cultivo, que permiten prever una baja en la eficiencia del uso del N y P aportados a través de la fertilización, potenciando las pérdidas y cierta eutrofización y deterioro en la calidad de las aguas. En Europa occidental, se ha estimado que entre un 37 y 82% del N y, entre un 27% y 38% del P que llega a las aguas proviene desde actividades agropecuarias.

---

### 4.3 Relación entre métodos de fertilización y condiciones de riego-secano

El riego tradicional como el riego tendido o por inundación, al mojar toda la superficie sobre y entre hilera, aumenta significativamente la tasa de evaporación y las pérdidas de agua con respecto al riego localizado, donde a las mismas tasas de transpiración vegetal y radiación neta, se logra una mayor eficiencia de uso de agua concentrando el mojamiento sobre la hilera del surco, y borde en métodos de riego mecánicos de eficiencia media o, en el bulbo húmedo formado bajo el gotero o micro-aspersor en métodos de micro-irrigación de alta eficiencia. En estos términos, el riego tradicional logra eficiencias de uso de nutrientes del 15 al 50% respecto a la eficiencia del 50 al 80% del método de riego tecnificado y fertirriego.

La mayor parte de los fertilizantes aplicados en formas sólidas o líquidas para un mejor aprovechamiento de los nutrientes contenidos por la planta son incorporados por el riego o, por el agua de lluvia en zonas de secano interior o costero.

En secano, las siembras y plantaciones de cultivos anuales u hortalizas perennes son programados según la época donde se esperan las primeras lluvias de otoño, período donde se centran también las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, incorporados en su totalidad a la siembra o parcializados en dosis iniciales y a inicios del mayor crecimiento vegetativo antes del llenado de grano.

En condiciones de riego, básicamente son determinantes el método de riego, la especie y demanda hídrica por tipo de cultivo, tipo de suelo, frecuencia y época de aplicación de fertilizantes y otros agroquímicos al suelo para control y prevención de plagas.

En general, se observa una caracterización uniforme con las variaciones propias por región, clima y perfil de producción; es así, como las plantaciones mayores como frutales, viñas y parronales mantienen un patrón de aplicación de fertilizantes nitrogenados basado en urea y nitratos potásicos y cálcicos como suplemento en primavera-verano, a inicios de actividad radical o crecimiento de brote como también aportes en post-cosecha para preparar el cultivo a su receso invernal; si las plantaciones tienen sistemas de micro-irrigación éstos se mantienen por dos a tres meses en plena etapa de crecimiento y llenado de frutos.

Cultivos anuales extensivos, especialmente cereales, siguen un programa de fertilización a la siembra y antes del llenado de grano; las leguminosas no requieren tanto aporte nitrogenado como los otros rubros anuales, ya que son suplidas con N a través de las reservas por la fijación de los rizobios simbióticos propia de estas especies vegetales. Hortalizas, flores y frutales menores como berries, los cuales se manejan en forma intensiva bajo invernaderos o al aire libre pero en condiciones de riego tecnificado y altos niveles de extracción de nutrientes, son fertilizadas principalmente a través de fertirrigación con métodos de riego de micro-irrigación de alta eficiencia, en aplicaciones periódicas semanales o quincenales según la época del año y la etapa de mayor extracción por los cultivos.

En la Tabla 4.3 se resume la relación de los factores de manejo de mayor relevancia en cualquier situación de sistema de cultivo agropecuario solo o mixto respecto al método de riego utilizado, lo cual tiene un impacto directo sobre la eficiencia en la aplicación de los fertilizantes nitrogenados minerales u orgánicos como también en las pérdidas por lixiviación hacia las aguas subterráneas según las condiciones locales de clima, topografía y suelo.



Tabla 4.3 Comparación de sistemas de riego respecto a factores locales y de manejo agropecuario (Fangmeier and Biggs, 1986).

<b>Factores locales y de manejo</b>	<b>Sistemas superficiales mejorados</b>		<b>Sistemas aspersión, mecánicos</b>		<b>Sistemas micro-irrigación</b>	
	Sistemas superficiales rediseñados	Nivel de tazas o surcos	Movimiento mecánico intermitente	Movimiento mecánico continuo	Permanentes o sólidos set	Goteros y tubos porosos
Tasa de infiltración de agua riego	Moderada-baja	Moderada	Todos	Mediano-alta	Todos	Todos
Topografía	Moderada pendiente	Baja pendiente	Alto a ondulado	Alto a ondulado	Alto a ondulado	Todos
Cultivos	Todos	Todos	Generalmente cultivos bajos	Todos, restricción en viñas y frutales	Todos	Cultivos de alto valor
Disponibilidad de agua	Alto caudal	Muy altos caudales	Caudales bajos a continuos	Caudales bajos a continuos	Caudales bajos	Caudales bajos, continuos y limpios
Calidad de agua	Todos, restricción aguas altamente salinas	Todos	Aguas salinas pueden perjudicar a cultivos	Aguas salinas pueden perjudicar a cultivos	Aguas salinas pueden perjudicar a culivos	Todos, incluye potencial en aguas salinas
Eficiencia de uso promedio	60 – 70%	80%	70 – 80%	80%	70 – 80%	80 – 90%
Requerimientos de manejo	Alto, require entrenamiento	Bajo, poco entrenamiento	Moderado, entrenamiento recomendado	Bajo, poco entrenamiento	bajo—por temporada, poco entrenamiento	Bajo-alto, entrenamiento recomendado

Tabla 4.3. Continuación.

<b>Factores locales y de manejo</b>	<b>Sistemas superficiales mejorados</b>		<b>Sistemas aspersión, mecánicos</b>		<b>Sistemas micro-irrigación</b>	
	Sistemas superficiales rediseñados	Nivel de tazas o surcos	Movimiento mecánico intermitente	Movimiento mecánico continuo	Permanentes o sólidos set	Goteros y tubos porosos
Capital de inversión	Bajo-moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Alto	Alto
Requerimientos de energía	Bajo	Bajo	Moderado-alto	Moderado-alto	Moderado	Bajo-moderado
Prácticas de manejo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado-alto	Moderado	Alto
Operaciones de maquinaria	Medio, grandes predios	Predios pequeños	Predios medios, baja interferencia	Alguna interferencia en predios circulares	Alguna interferencia	Podría tener alguna interferencia
Duración de uso	Corta-larga	Larga	Corta-media	Corta-media	Larga duración	Larga duración
Condiciones de clima	Todos	Todos	Pobre en condiciones ventosas	Mejor en condiciones ventosas que otros aspersores	Viento reduce la eficiencia. Buena en condiciones de frío	Todos
Aplicación de fertilizantes y agroquímicos	Pobre	Buena	Buena	Buena	Buena	Muy buena

Fuente: Schwab, G. F Angmeier, D. and Elliot, W, 1996.

---

#### **4.4 Análisis del Manejo y Oferta de Fertilizantes Orgánicos**

La gestión integrada de los sistemas de producción es un método eficaz para aprovechar los fertilizantes obtenidos a partir de residuos y desechos frescos o tratados desde actividades industriales pecuarias, agrícolas o acuícolas, tal como se han obtenido grandes resultados en la racionalización de las aplicaciones de plaguicidas gracias a la transmisión a los agricultores de las nociones del manejo integrado de plagas usado en diversos países.

##### **4.4.1 Fertilizantes orgánicos desde desechos industriales**

Los fertilizantes orgánicos elaborados a partir, por ejemplo, de desechos industriales pesqueros o pecuarios son básicamente subproductos obtenidos mediante simples procesos químicos de fácil aplicación. La utilización de estos fertilizantes orgánicos tiene un gran sentido, sobretodo si se considera que la aplicación del producto generaría amplias posibilidades de comercialización en el sector, tanto en la agricultura orgánica como en actividades silvoagropecuarias extensivas e intensivas, hortofrutícola y floricultura especialmente, a nivel nacional e internacional.

La presión por productos naturales se impone también por países productores de fruta como Chile, España y otros de Centroamérica. Se estima que en un plazo de 10 años ya no será posible exportar a los mercados más desarrollados productos que no cuenten con certificación orgánica. Además, la utilización de fertilizante orgánico permitirá el mejoramiento de la productividad y el rendimiento de las plantaciones aumentará la demanda y el precio de los alimentos orgánicos hasta tres veces los volúmenes y precios actuales, pudiendo causar un fuerte impacto en el sector (FONDEF, 2002).

La ausencia de producción de fertilizantes orgánicos en Chile se debe básicamente a lo incipiente del mercado, a la falta de conocimiento de los mismos y al desconocimiento del proceso tecnológico. Sin embargo, existen acciones concretas como la desarrollada por el Ministerio de Agricultura, apoyando estrategias de reconversión, puesta en marcha del etiquetado y certificación, y la creación de un fondo para la agricultura orgánica en transición.

#### **4.4.2 Enmiendas orgánicas o abonos para uso en fertilización agrícola**

Los tipos de abonos derivados como sub-productos de la producción de ganado y la tecnología involucrada en el tratamiento determinan si el uso de éstos son un recurso valioso o un alto costo indeseable. El abono animal es un excelente fertilizante que contiene nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes, además de agregar materia orgánica al suelo mejorando la estructura de éste, aireación, aumento de la capacidad de retención de humedad e infiltración de agua, mejoramiento del sistema radical y control de patógenos.

El contenido de nutrientes variará según la fuente animal, contenido de humedad, almacenamiento y métodos de manejo en las explotaciones agropecuarias. El contenido de nitrógeno varía por especie y la cantidad de alimento diario, cantidad de residuo, cama broiler o suelo incluido y, cantidad de orina concentrada. El porcentaje del N contenido en abonos frescos (65-85% H<sub>2</sub>O) de bovinos y porcinos, ovinos y aves, y equinos de un 0,5%, 0,9% y 0,6%, respectivamente; mientras que para abonos secos (9-15% H<sub>2</sub>O) el N es de 2%, 1,9 y 4,5% en bovinos, ovinos y aves, respectivamente. Por otra parte, la volatilización del N de la orina puede resultar en una considerable pérdida de nitrógeno de hasta un 50% o más.

---

#### **4.5 Manejo de Residuos en Explotaciones Bovinas, Porcinas y Aves**

El manejo puede afectar el valor fertilizante del abono, dado por su contenido y pérdidas de nitrógeno. El N está presente en diversas formas, las cuales conducen a convertirse a amonio y nitrato. La forma N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> puede perderse al aire y los nitratos N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lixiviar con la lluvia. El amonio se volatiliza a medida que el abono es movido o transportado; estas pérdidas pueden aminorarse no acopiando el abono mientras esté húmedo y minimizar su manipuleo en épocas cálidas y secas. En climas templados y calurosos puede perderse hasta un 50% del N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en las primeras 12 horas. Después de una semana post-aplicación, casi un 100% del N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> puede ser perdido, lo que representa un 50% del N total.

##### **4.5.1 Manejo explotaciones bovinas y residuos contra pérdidas de nitrógeno**

En Chile, los bovinos de leche son un 19% y de carne un 81% del total. La distribución es aproximadamente 50 y 50% para la masa pecuaria explotada bajo condiciones de pastoreo y en estabulación. El ganado lechero en sistema intensivo de la V, RM, VI y VII bajo pastoreo y

suplementos de fardos, mientras que lecherías de las regiones VIII y IX están a base pradera, suplementos concentrados y forraje conservado y, la X con lecherías bajo estabulación invernal generando considerables efluentes contaminantes. Por otra parte, el talaje directo es mayor en ganado cárnico criado en el sur y engordado en sistema intensivo en regiones V, RM, VI y VII; los bovinos para carne de VIII y IX están bajo engorda en potreros y patios de alimentación con mayores problemas de acumulación de residuos (SAG, 2006).

Las pérdidas por lixiviación y arrastre pueden ser 5 veces más altas bajo pastoreo directo que en praderas para corte de forraje, debido al efecto de manchas (orina y heces) y a la baja de densidad aparente del suelo por la destrucción de la pradera (Alfaro, M. y Salazar, F, 2005). Cabe destacar que las pérdidas de N y P son mayores en micro-cuencas con praderas destinadas a la ganadería que aquellas donde prevalecen praderas con rotaciones de cultivos extensivos, praderas con matorral o bosque nativo en zonas con producción mixta pecuario-forestal.

Los sistemas de producción de leche y carne han intensificado el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados, pasando de aplicaciones menores a 45 KgN/ha/año a aplicaciones superiores a 150 KgN/ha/año. La fertilización de la pradera es crucial para la pérdida de N desde estos sistemas, es decir, praderas permanentes fertilizadas con 400 KgN/ha/año pierden hasta 2,5 veces más que aquellas fertilizadas con 200 KgN/ha/año, mientras que las praderas no fertilizadas pierden sólo 2 y 5 KgN/ha/año.

De los desechos bovinos, los estiércoles son distribuidos según el movimiento de la masa ganadera degradados *in situ* en la superficie mineralizándose lentamente. Los grandes volúmenes de purines son los que potencialmente conllevan dificultades si no son tratados o reutilizados como fertilizante de cultivos de ensilajes como maíz, cebada y remolacha forrajera y praderas (González, y Sandoval, 2005).

#### **4.5.2 Manejo plantales porcinos y residuos contra pérdidas de nitrógeno**

La producción porcina es altamente intensiva y se va diferenciando según los estados de reproducción, lechones de segundo estado de 21 días, engorda 70-170 días y la modalidad combinada de destete-venta 21-170 días hasta faena. La explotación porcina se concentra superior al 50% en las regiones RM y VI centrales y se basa en alimentación concentrada.

Estos residuos dependen del tipo de explotación y manejo de excretas en los pabellones porcinos: sistema tradicional de estabulación confinada con arrastre de residuos con agua (Flush, Pit y derivados) y, sistemas de crianza estabulada abierta con digestión anaeróbica de los residuos *in situ* (Camas calientes). En la crianza convencional, los animales están en corrales sobre piso falso, los cuales se lavan diariamente por evaluación diaria mediante uso de estanques de volteo (Flush) o acumulación temporal aislada pre-tratamiento (Pit), generando residuos purines. Por otra parte, en el sistema de crianza estabulada abierta, todas las excretas se contiene en una cama vegetal que es retirada como residuo sólido cuando el animal pasa a la etapa de vida siguiente (Peralta, et al., 2005).

Los residuos evacuados se someten a tratamiento primario o separación y manejo individual de fases sólidas y líquidas; luego, viene la laguna de estabilización, la cual puede manejarse con riego o, laguna anaeróbica, luego la cual los residuos comúnmente son aplicados como fertilizante líquido al terreno. Los sistemas porcinos están ubicados con o cerca de cultivos en rotación avena-maíz, fuente de alimentación propia o para venta, donde la eficiencia de uso del N dependerá de las tasas de extracción del elemento por las especies cultivadas, como también, las pérdidas por lixiviación del mismo dependerá de la fuente nitrogenada, es decir, N aplicado desde fertilizantes minerales se lixivia en un 33,1% mientras que el N aplicado proveniente de los propios purines de cerdo lixivia sólo en un 11,2% (SAG-INIA, 2005).

#### **4.5.3 Manejo planteles avícolas y residuos contra pérdidas de nitrógeno**

La producción avícola responde a un sistema de alimentación concentrada en base a materias primas cultivadas en el mismo predio o importadas, generando un balance abierto de residuos y energía con emisiones de gases al aire, lixiviación de N y P a aguas subterráneas y, de hormonas, coliformes y antibióticos a las aguas superficiales; además, los residuos se acumulan en grandes volúmenes por largo tiempo originando diferentes problemas según climas secos produciendo deriva o, en climas lluviosos con la consiguiente lixiviación de nutrientes y coliformes a las napas subterráneas. De la producción nacional, la crianza broiler destaca sobre la de postura comercial y reproducción, registrando un aumento sostenido en los últimos diez años, concentrada mayoritariamente en la RM y VI (Poch,

2006). En promedio, el manejo para engorda en pollos y pavos es similar, sólo se diferencian en el menor contenido de N en los residuos de pollos que en pavos.

Las aves no generan excretas líquidas significativas, permitiendo un manejo más limpio y simple. Los planteles de broiler usan camas de material absorbente sobre el suelo, las cuales son retiradas periódicamente y reemplazadas al lograr una total homogenización del residuo. Durante el paso de las aves de engorda a faena, se retiran las camas por raspaje en seco y se destinan para incorporación de abono al suelo, alimentación animal o comercialización de guano para fertilizante orgánico. En los planteles de postura y de reproducción, las aves están sobre rejillas o materiales absorbentes desde donde se recolectan los huevos y excretas, las cuales se mantienen hasta 50 semanas antes de ser retiradas, por lo que la acumulación de residuos es mucho mayor con respecto a los de broiler.

---

## 5 CONCLUSIONES

Las proyecciones de exportaciones silvoagropecuarias se estiman para el 2014 entre 12.000 a 14.400 millones de dólares, representando un crecimiento promedio del 5 al 7%. De producirse, esto conllevaría una consolidación de los rubros de exportación emergentes, como son las cadenas pecuarias que duplicarían su participación respecto al 6% de total exportado actual. Por otra parte, el sector hortofrutícola alcanzaría un leve incremento de hasta un 36 a 39% de las exportaciones sectoriales, pero ampliando desde un 10 a un 15% futuro la plataforma exportadora de la agroindustria hortofrutícola. Para las exportaciones de vino continúan las tasas de crecimiento de entre un 5 a 8% anual, lo cual indica que su participación sectorial se mantendría alrededor del 11 a 13%. Por último, el sector forestal estaría presentando un notable incremento, logrando exportaciones de unos 5.000 millones de dólares en el 2014.

De esta forma, el desarrollo agropecuario actual y el proyectado, constituye una fuente potencial de aporte difusa que puede alterar la calidad natural del agua subterránea, introduciendo sustancias fuera de norma o control a partir del uso y manejo de los principales insumos agrícolas como los fertilizantes y enmiendas. En efecto, el uso de estos productos sigue una tendencia creciente en relación a la demanda de alimentos por la población; la coincidencia de estos mayores centros de consumo con áreas hidrogeológicas vulnerables, pone de manifiesto el riesgo potencial de aumento de la concentración de nitratos en los acuíferos circundantes.

La evaluación del efecto de la agricultura nacional sobre la calidad de las aguas subterráneas, precisa la prospección de las fuentes agrícolas que generan impacto en el medio ambiente, en relación a los factores que determinan el aumento de carga de nitrato en los acuíferos. Para tal efecto y en base a la información de superficie de cultivos y masa ganadera, manejo agronómico de las actividades y factores estándares para cultivos en cuanto a extracción de nitrógeno, el análisis se proyecta a través de una estimación de las descargas potencialmente lixiviables de nitrógeno al suelo, aportada por las actividades agropecuarias evaluadas.



El presente estudio involucra las regiones V, RM y VIII, las cuales participan con un 39% del PIB Agropecuario nacional, mientras que la participación de la población urbana y rural es de un 67,3 y 32%, respectivamente. El uso de suelo cultivable en las tres regiones es del 31,87 %, y el suelo no cultivable un 16,15% del total nacional. Respecto al número y superficie de explotaciones silvoagropecuarias, participa un 30% y un 17% del total, respectivamente.

El mercado nacional se abastece principalmente de fertilizantes nitrogenados y otros naturales, minerales y sintéticos disponibles en diferentes formulaciones, los cuales apoyan las necesidades nutricionales de los principales rubros de mayor consumo como son los frutales y viñas de exportación, hortalizas para consumo fresco y agroindustria, cultivos anuales de abastecimiento interno, los cuales son especialmente sensibles a la aplicación de fertilizantes sintéticos o minerales. Los programas de manejo de fertilización tradicional y tecnificada intensiva van directamente relacionados con los sistemas de riego, o responden fielmente a programas estándares de manejo productivo bajo condiciones de explotación en seco, variando en forma esperada según la gama geográfica, topográfica y climática.