Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación
DIRECCION DE AGRICULTURA

FERTILIZACIÓN EN TRIGO: CAMPAÑA 2003/04[1]

CONTENIDO:

1. Introducción y Metodología aplicada
2. Resultados obtenidos

2.1. Por superficie de aplicación

2.1.1. A nivel nacional
2.1.2. A nivel regional
2.1.3. Análisis de los resultados

2.2. Por producto aplicado

2.2.1. Presentación general
2.2.2. Síntesis general
2.2.3. Análisis en valor absoluto y porcentual
2.2.3.1. Fosfato diamónico (FDA)
2.2.3.2. Urea
2.2.3.3. Mezcla de urea y FDA
2.2.3.4. Mezcla de N y P con FDA
2.2.3.5. U.A.N.
2.2.3.6. Mezcla de FDA, fosfato monoamónico (FMA) y urea
2.2.3.7. Mezcla de Nitrógeno, Fósforo y Azufre (15.32.10.)
2.2.3.8. Mezcla azufrada
2.2.3.9. Mezcla de sulfato de amonio calcáreo y urea
2.2.4.0. Mezcla de Nitrógeno, Fósforo y Azufre (10.10.10.)
2.2.4.1. Mezcla de Nitrógeno y Fósforo (15.30)
2.2.4.2. Mezcla de urea, FDA y sulfato de amonio
2.2.4.3. Mezcla con N, P, S y Ca
2.2.4.4. Mezcla de urea y sulfato de amonio
2.2.4.5. Sulfato de amonio
2.2.4.6. Mezcla de arrancador y urea
2.2.4.7. Arrancador
2.2.4.8. Mezcla de FDA y Arrancador
2.2.4.9. Mezcla de FDA y FMA
2.2.5.0. Fosfato Mono Amónico
2.2.5.1. Mezcla de FMA y urea
2.2.5.2. Urea y/o UAN
2.2.5.3. Nitrato de amonio
2.2.5.4. Otros foliares

2.3. Por nutriente aplicado
2.3.1. A nivel país
2.3.2. A nivel regional
3. Conclusiones generales
4. Anexo I: Análisis por subregiones

[1] ***Informe elaborado por Ing. Agr. Mirta G. GARCÍA. Dirección de Agricultura.***

1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA APLICADA

Con el objetivo principal de aumentar la competitividad del trigo argentino en términos de su calidad, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, a través de la Resolución Nº 334 del 23 de Abril de 2003, creó el Programa Nacional de Calidad de Trigo (PRONACATRI).

El mismo está conformado, bajo la coordinación de la Dirección de Mercados Agroalimentarios de la SAGPyA, por las siguientes instituciones: INTA, SENASA, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires y la Asociación de Productores de Trigo (AAPROTRIGO).

En el marco de este Programa, los delegados regionales de la SAGPyA, dependientes de la Dirección de Coordinación de Delegaciones, han relevado información respecto a la práctica de la fertilización en la campaña triguera 2003/04, durante los meses de noviembre y diciembre de 2004. Los datos fueron obtenidos de calificados referentes zonales y son estimaciones promedio por departamento.

La Dirección de Agricultura, sobre la base de esta encuesta procesó los datos, agrupándolos por Subregiones Trigueras (ver Mapa1). Se analizó desde un enfoque más general a uno más pormenorizado.

Teniendo en cuenta la superficie de aplicación de cada producto con sus diferentes dosis y el rendimiento promedio, se calculó una media ponderada de ambos datos. De este modo se determinaron las dosis representativas de cada fertilizante en cada subregión y su rendimiento. En base a ello se pudo estimar un balance de nutrientes, aplicado al cultivo de trigo, por subregión y para todo el país, para la campaña 2003/04.

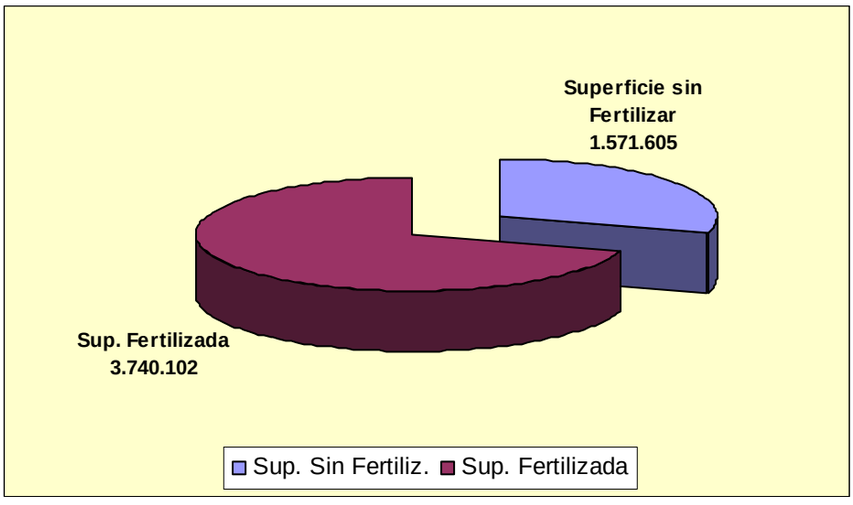
2. RESULTADOS OBTENIDOS

2.1. Por superficie de aplicación

2.1.1. A nivel nacional

El total de la superficie relevada es de 5.311.707 has y se fertiliza el 70% del área encuestada, que representa 3.740.102 has, según se observa en el Gráfico Nº 1. En el 30% de la superficie encuestada no se fertiliza y representa 1.571.605 has.

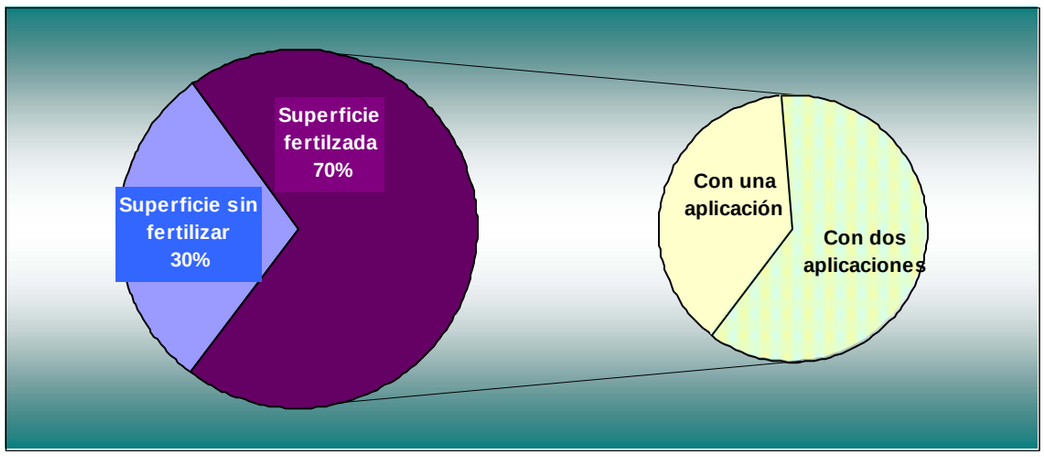
Gráfico Nº 1: Superficie fertilizada a nivel nacional



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

Del área fertilizada reciben doble fertilización 2.302.503 has y representa el 62% del total de la superficie fertilizada, como se observa en el siguiente gráfico Nº 2.

Gráfico Nº 2: Tecnología de la fertilización



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.1.2. A nivel regional

En el cultivo de trigo, a nivel nacional existen diferentes grados de adopción de la tecnología de fertilización, según las subregiones, como puede observarse en la Tabla Nº 1. No sólo se diferencian entre sí, respecto a la superficie total fertilizada, sino también a la aplicación fraccionada del fertilizante, realizando una primera aplicación en el momento de la siembra y una segunda aplicación, generalmente en el estado fenológico de macollaje.

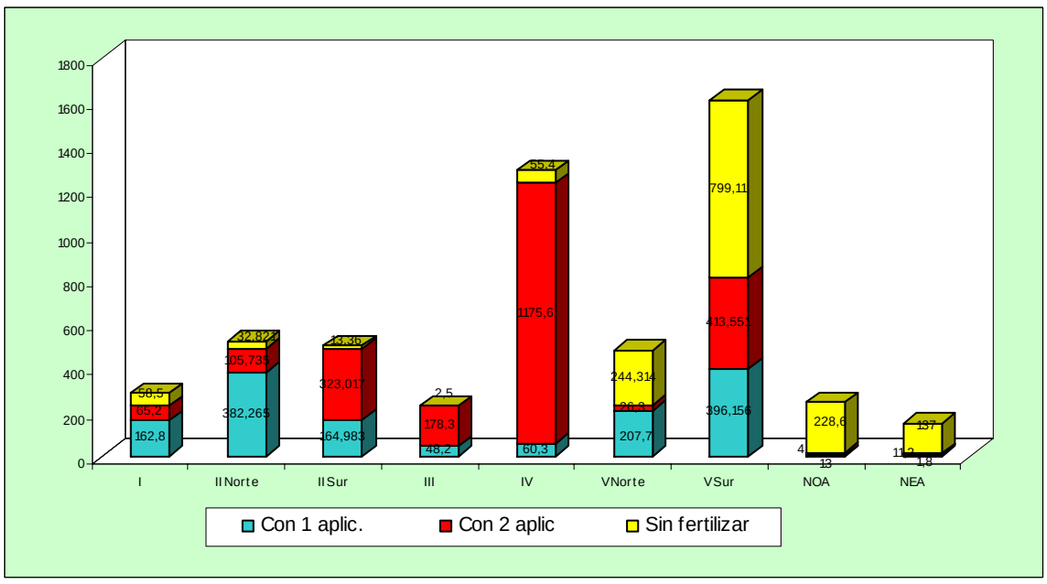
Tabla Nº 1: Tecnología de fertilización en cada subregión triguera

SUBREGIONES	SUPERFICIE RELEVADA	SUPERFICIE FERTILIZADA		SUP. SIN FERTILIZAR
		Con 1 aplic.	Con 2 aplic	
	Miles de has	Miles de hectareas		Miles de has
I	286	228	65	59
II Norte	521	488	106	33
II Sur	502	488	323	13
III	229	227	178	3
IV	1291	1236	1176	55
V Norte	478	234	26,3	244
V Sur	1609	810	414	799
NOA	246	17	13	229
NEA	150	13	2	137
TOTAL PAIS	5312	3740	2303	2303

FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA*

Estos datos se visualizan en el Gráfico Nº 3, en el cual el área total fertilizada está representada por la sumatoria de las superficies que reciben una y dos aplicaciones.

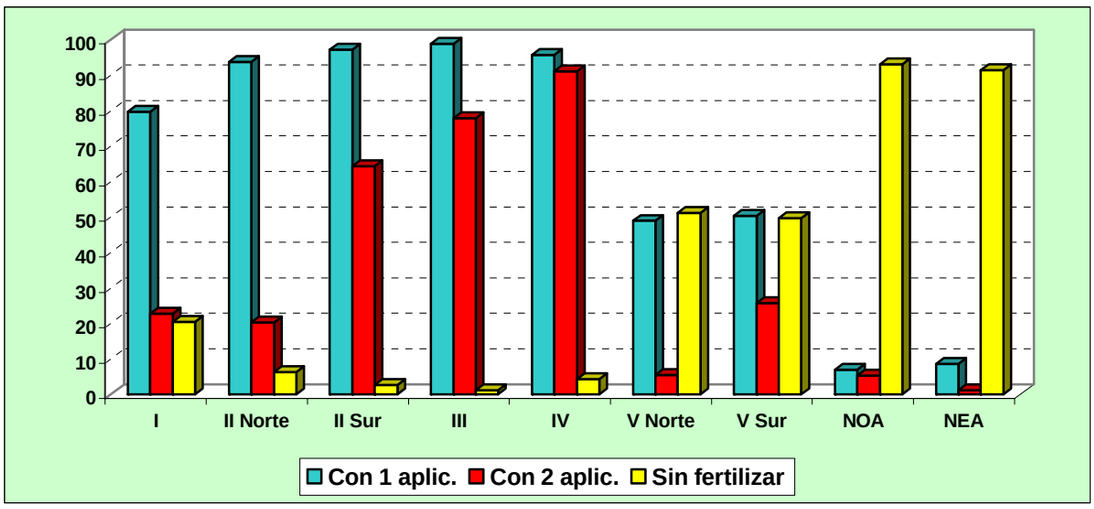
Gráfico Nº 3: Superficie fertilizada por subregiones trigueras



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA*

En el gráfico Nº 4 se observa en forma porcentual la distribución de la superficie fertilizada (con una o dos aplicaciones) y el área no fertilizada.

Gráfico Nº 4: Representación porcentual de la superficie fertilizada por subregiones



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA*

2.1.3. Análisis de los resultados

Del análisis de la tecnología utilizada por subregiones trigueras surge que:

Las subregiones **III, II Sur, IV y II Norte** son las que incorporaron en mayor medida la fertilización en su sistema de producción. Lo mismo se observa en la subregion **I,** aunque en menor porcentaje.

En las subregiones **V Norte y V Sur** se fertiliza la mitad de la superficie.

En las subregiones **NOA y NEA** casi no se utiliza esta tecnología.

2.2 Por producto aplicado

2.2.1 Presentación general

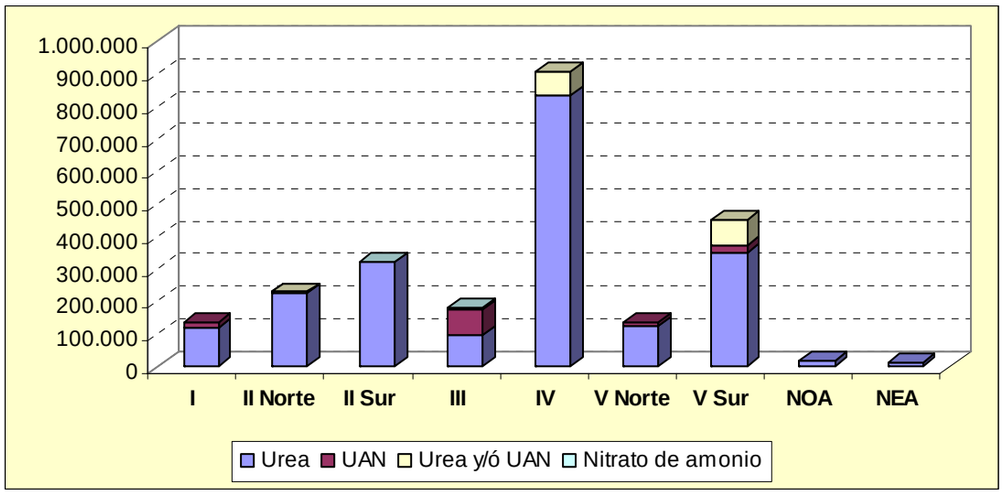
Durante la campaña 2003/04 para producir 14.562.955 ton de trigo, según la encuesta realizada por la SAGPyA se utilizaron los siguientes productos:

a) Fertilizantes nitrogenados: la mayoría provienen de la fijación comercial del N atmosférico que lo transforma primero en amonio y luego en otros compuestos. Las principales fuentes comerciales de N utilizados en la campaña analizada fueron:

- Urea: 46% de Nitrógeno (N)
- UAN (urea + nitrato de amonio): 30-32 % de N
- Urea y/ó UAN
- Nitrato de amonio: 32-34% de N

En el gráfico Nº 5 están representados por subregión la superficie en la cual se aplican los fertilizantes antes mencionados.

Gráfico Nº 5: Superficie fertilizada con Nitrogenados



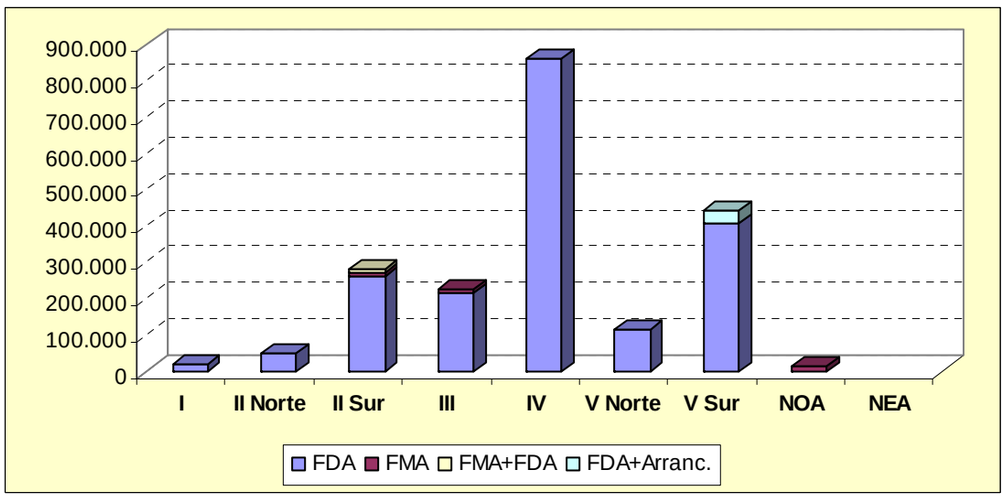
FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

b) Fertilizantes fosfatados: provienen de la roca fosfórica y se clasifican según su manufactura en fertilizantes tratados con ácido/s o procesados térmicamente. Los fertilizantes más comúnmente aplicados fueron:

- Fosfato diamónico (FDA): P 20% y N 18%
- Fosfato monoamónico (FMA): P 23% y N 11%
- FDA + FMA
- FDA + Arrancador

En el gráfico Nº 6 están representados por subregión la superficie en la cual se aplican los fertilizantes antes mencionados.

Gráfico Nº 6: Superficie fertilizada con Fosfatados



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

En el caso de aplicarse mezclas, estas contienen dos o más nutrientes primarios obtenidos a partir de la mezcla mecánica de dos o más fertilizantes, que nos son reactivos químicamente entre sí, o que reaccionan en forma mínima.

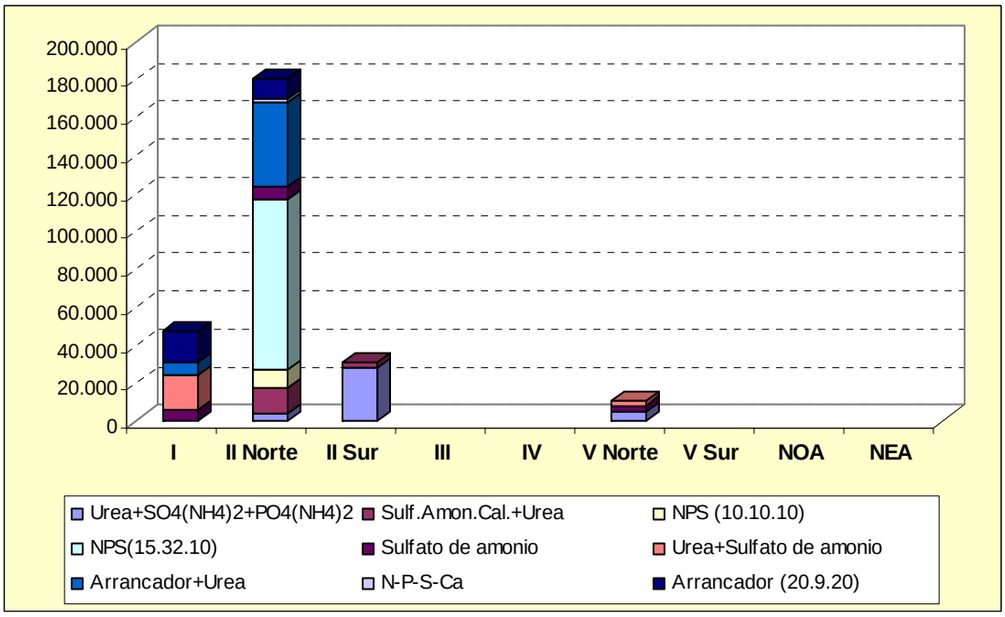
Los más frecuentemente utilizados fueron:

c) Mezclas azufradas:

- Urea + sulfato de amonio ($SO_4(NH_4)_2$ + fosfato de amonio ($PO_4(NH_4)_2$)
- Sulfato de amonio calcáreo + Urea
- N.P.S (10% N;10% P; 10% S)
- N.P.S (15 % N; 32% P; 10% S)
- Sulfato de amonio: Azufre (S) 24% y Nitrógeno (N) 21%
- Urea + Sulfato de amonio
- Arrancador + Urea (20% N; 9% P; 20% S) + 46% N)
- Arrancador (20% N; 9% P; 20% S)
- N.P.S.Ca (10% N; 10% P; 10% S)

En el gráfico Nº 7 están representados por subregión la superficie en la cual se aplican los fertilizantes antes mencionados.

Gráfico Nº 7: Superficie fertilizada con Mezclas Azufradas

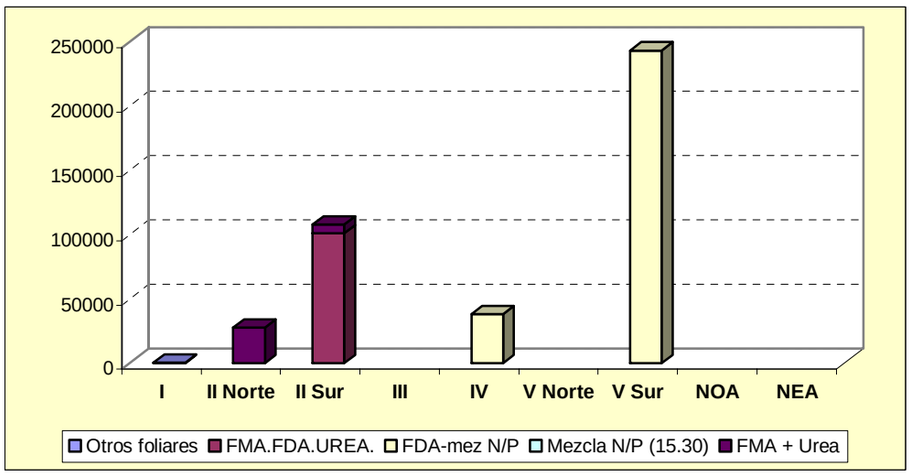


FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

d) Otras mezclas:
   - o FMA + Urea
   - o Otros foliares
   - o FMA +FDA + Urea
   - o FDA + Mezcla N/P
   - o Mezcla N/P (15% N; 30% P)

En el gráfico Nº 8 están representados por subregión la superficie en la cual se aplican los fertilizantes antes mencionados.

Gráfico Nº 8: Superficie fertilizada con Otras Mezclas



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

El consumo total de fertilizantes para el año 2003, fue de 2.140.000 ton. En la campaña triguera 2003/04 se aplicaron como fertilizantes 570.000 ton, según la información relevada por la Dirección de Coordinación de Delegaciones de la SAGPyA.

Por lo tanto, se deduce que el 27% del consumo de fertilizantes de esta campaña se destinó al cultivo de trigo, según los datos informados.

2.2.2. Síntesis general

En cada subregión se utilizan diferentes tecnologías de uso y aplicación de los fertilizantes y/o mezclas de ellos. Los fertilizantes más sobresalientes en cuanto a superficie representativa son:

- la urea y el fosfato diamónico son los más ampliamente aplicados en todas las subregiones, aunque en mayor superficie en la subregión IV.

- la utilización de una mezcla de ambos productos (urea y fosfato diamónico) le sigue en superficie representativa con predominancia de aplicación en la subregión IV.

- la mezcla de fertilizantes que contiene N y P con el fosfato diamónico prevalece en la subregión V Sur.

- la aplicación de urea y luego UAN se utiliza en otras superficies de la subregión IV y V Sur.

- El uso de UAN se encuentra más difundido en la subregión III.

- La mezcla de fosfato di y monoamónico con urea solamente se utiliza en la subregión II Sur.

- La aplicación de fertilizantes que contengan azufre (S) además de nitrógeno (N) y fósforo (P), se utiliza más ampliamente en las subregiones II Norte y I. En menor proporción en las subregiones II Sur y V Norte.

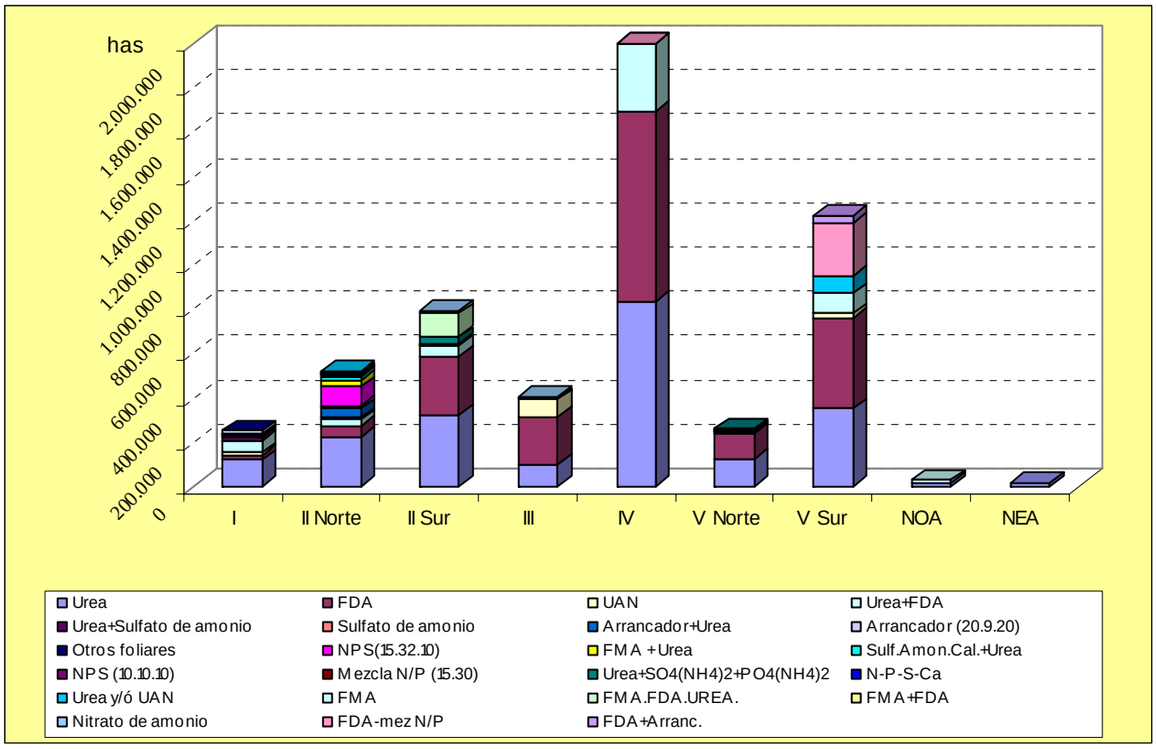
En la Tabla Nº 2 se detalla específicamente los productos utilizados y la superficie que representan, según subregión triguera.

Tabla Nº 2: Superficie fertilizada con diferentes fertilizantes

Productos fertilizantes	SUBREGIONES								
	I	II Norte	II Sur	III	IV	V Norte	V Sur	NOA	NEA
	has	has	Has	has	has	has	has	has	has
Urea	121.320	225.548	321.367	100.000	832.400	125.846	352.301	17.000	14.800
FDA	18.600	48.000	263.220	214.500	861.500	114.500	408.007		
UAN	14.600	550		78.500		9.600	21.000		
Urea+FDA	50.700	27.830	50.070		334.400		89.450		
Urea+Sulfato de amonio	18.000					2.000			
Sulfato de amonio	6.300	7.400				3.600			
Arrancador+Urea	7.000	43.770							
Arrancador	16.100	10.350							
Otros foliares	500								
NPS(15.32.10)		88.918							
FMA + Urea		27.820	6.880						
Sulf.Amon.Cal.+Urea		13.760	3.440						
NPS (10.10.10)		9.600							
Mezcla N/P (15.30)		5.200							
Urea+SO4(NH4)2+ PO4(NH4)2		4.200	27.700			4.743			
N-P-S-Ca		2.500							
Urea y/ó UAN		3.600			75.600		77.500		
FMA			6.000	9.000				13.000	
FMA.FDA.UREA.			101.000						
FMA+FDA			13.000						
Nitrato de amonio			1.650	2.800					
FDA-mez N/P					38.000		243.000		
FDA+Arranc.							32.000		

Estos mismos datos se visualizan en el siguiente gráfico Nº 9.

Gráfico Nº 9: Representación de los diferentes fertilizantes aplicados por subregión



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3. Análisis en valor absoluto y porcentual

2.2.3.1. Fosfato diamónico:

En el gráfico Nº 10 la superficie más representativa del uso de este fertilizante, es la subregión IV, zona en la cual los rendimientos son más altos y por lo tanto la extracción es mayor. Le sigue en importancia la subregión V Sur, aunque en mucha menor proporción. En condiciones semejantes las subregión II Sur y III. Es menor la aplicación en la Subregión I y II Norte y no se utiliza en las subregiones NOA y NEA.

En el gráfico Nº 11, se toma 100% el área fertilizada de cada una de las subregiones, y se observa la representatividad del producto aplicado sobre ése área. Es por ello que, explicitado en forma porcentual, resulta diferente la difusión del producto, por ejemplo es en la subregión III, el la cual la aplicación de FDA representa un 95% del área fertilizada.

Gráfico Nº 10 Superficie de aplicación

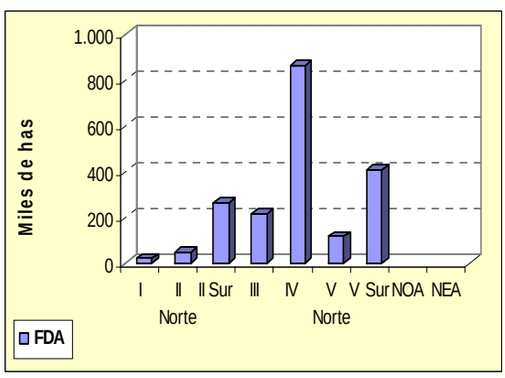
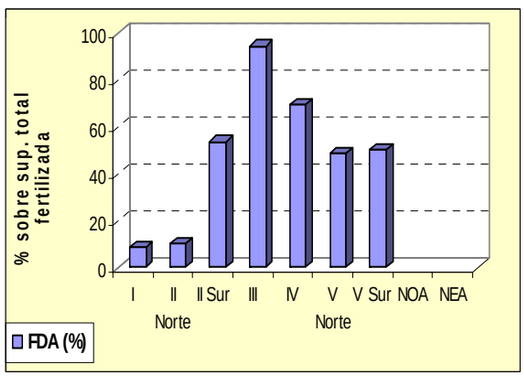


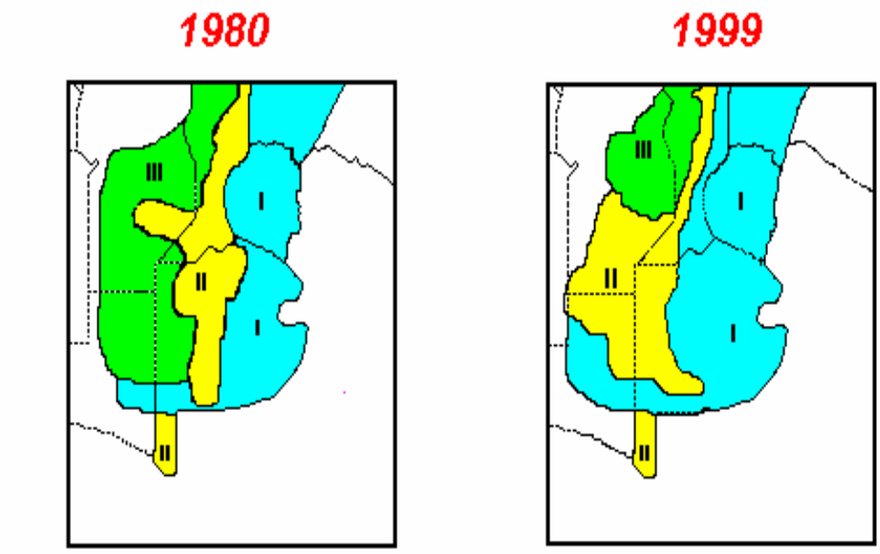
Gráfico Nº 11: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

Si tenemos en cuenta el mapa Nº 2, en el cual se observa la evolución en la disponibilidad de fósforo (F. García, 2003) en los suelos de la región pampeana, encontramos una correlación con las prácticas de reposición del nutriente exportado por el cultivo de trigo.

Mapa Nº 2: Disponibilidad de fósforo (P) en suelos de la región pampeana argentina en 1980 y 1999



Leyenda: I: Baja disponibilidad de fósforo (< 10 ppm),
II: Disponibilidad media de fósforo (10-20ppm),
III: Buena disponibilidad de fósforo (> 20 ppm)
Fuente: N. Darwich, 1983 y 1999, en García, F, 2003).

2.2.3.2. Urea:

En el gráfico Nº 12 se observa el mayor uso del fertilizante en la subregión IV, en menor proporción en la subregión V Sur, siguiendo en importancia en la subregión II. Es de destacar que es un fertilizante que se aplica en todas las subregiones.

En cuanto a su representatividad respecto al área total fertilizada por subregión, se visualiza en el gráfico Nº 13 que se utiliza en todas las subregiones observándose que las subregiones NOA y NEA toda el área fertilizada recibe urea.

Gráfico Nº 12: Superficie de aplicación

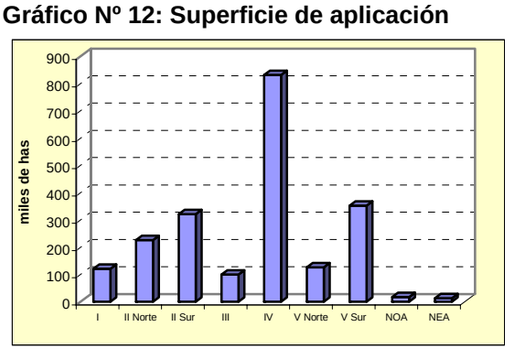
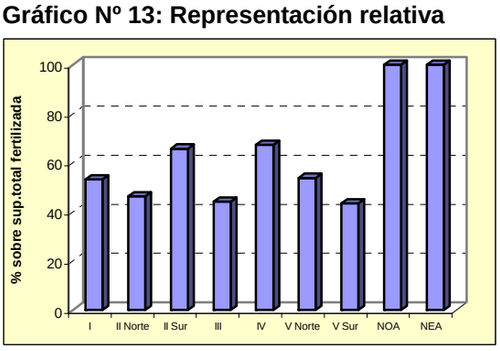


Gráfico Nº 13: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3.3. Mezcla de Urea + FDA:

La aplicación de una mezcla de urea con fosfato diamónico se realiza en mayor proporción en la subregión IV, luego en la subregión V Sur y menos difundido en las subregiones I, II y IISur, como puede observarse en el gráfico Nº 14.

Si nos referimos al área fertilizada las diferencias de proporcionalidad de uso en las subregiones anteriores son menores. En el gráfico Nº 15 se observa que en la subregión I y IV representa aproximadamente un 20% del área fertilizada, siendo menores en la subregión II, II Sur y V Sur.

Gráfico Nº 14: Superficie de aplicación

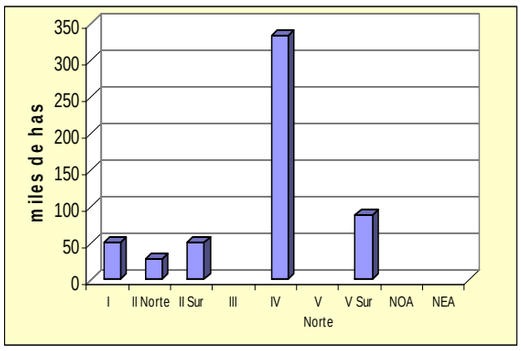
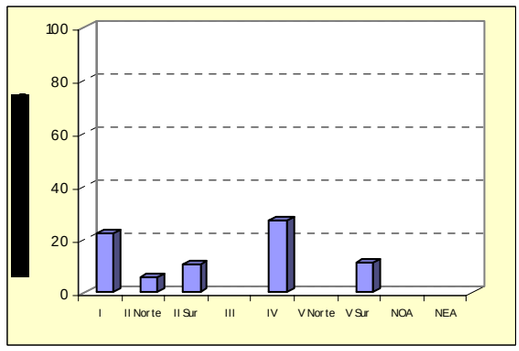


Gráfico Nº 15: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3.4. Mezcla de N y P con FDA

Esta mezcla según observa en el gráfico Nº 16, se utiliza en la subregión V Sur y en la subregión IV.

En el gráfico Nº 17 se visualiza en forma porcentual la representatividad del uso de esta mezcla, teniendo en cuenta la superficie total fertilizada. Se observa que en la subregión V Sur es el 30% de área, mientras que en la subregión IV sólo el 3%.

Gráfico Nº 16: Superficie de aplicación

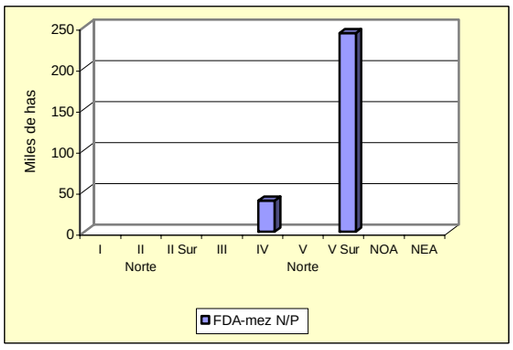
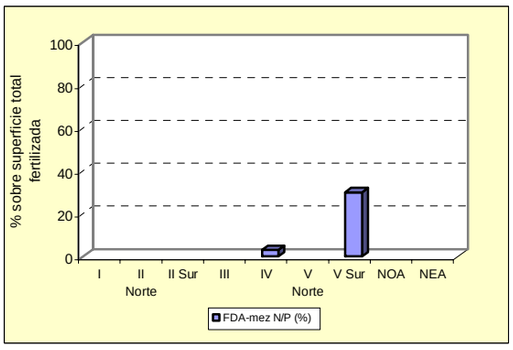


Gráfico Nº 17: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3.5. UAN

En la subregión III se encuentra más difundido el uso del UAN, tal como se observa en el gráfico Nº 18, en menor proporción en las subregiones V Sur, V , I y II Norte.

De acuerdo con el área total fertilizada en el gráfico Nº 19, se representa el porcentaje de aplicación en cada subregión. En la subregión III es del 30% de la superficie, siendo mucho menor en las subregiones I, II, V y V Sur.

Gráfico Nº 18: Superficie de aplicación

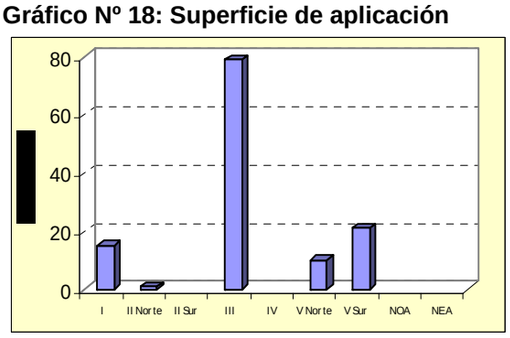
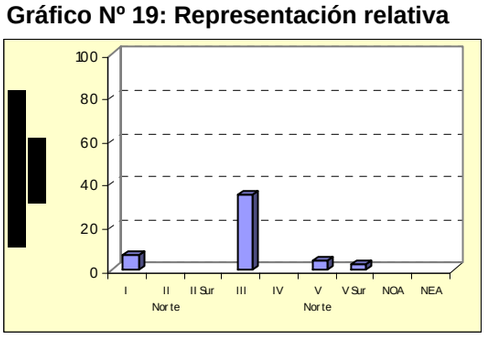


Gráfico Nº 19: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3.6. Mezcla de FDA, FMA y Urea

Estos fertilizantes mezclados sólo se utilizan en la subregión II Sur, tal como se observa en el gráfico Nº 20.

Esta mezcla de fertilizantes representa el 20% de la superficie total fertilizada, tal como se visualiza en el gráfico Nº 21.

Gráfico Nº 20: Superficie de aplicación

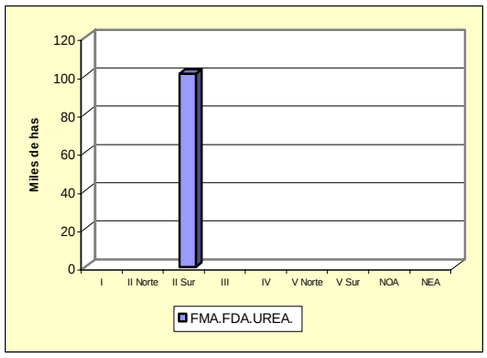
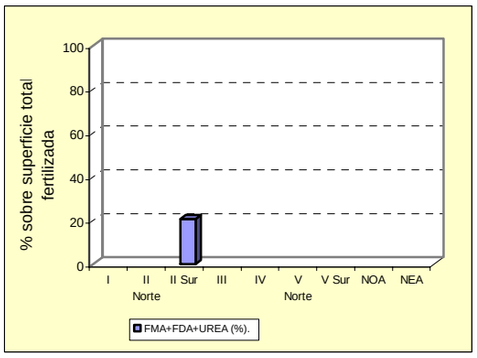


Gráfico Nº 21: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3.7. Mezcla de Nitrógeno, Fósforo y Azufre (15.32.10)

Esta mezcla de fertilizantes está difundida en la subregión II Norte, tal como se observa en el gráfico Nº 22 y representa un 18% de la superficie total fertilizada, como queda visualizado en el gráfico Nº 23.

Gráfico Nº 22: Superficie de aplicación

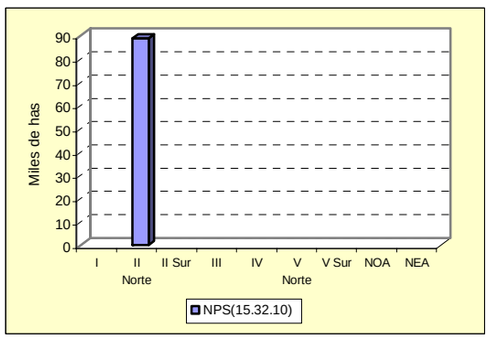
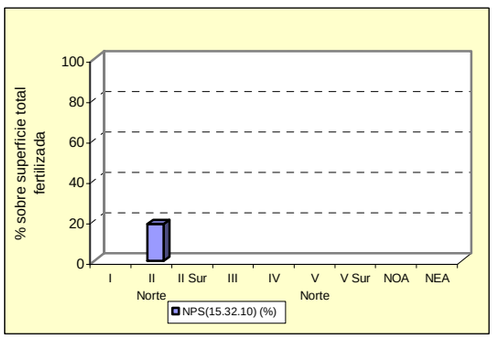


Gráfico Nº 23: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3.8. Mezcla azufrada (compuesta por fosfato de amonio, urea y sulfato de amonio)

Esta mezcla es utilizada en las subregiones II Sur y V Norte, como se observa en el gráfico Nº 24.

Respecto a la superficie total fertilizada, solamente representa un 5% y 2% de las subregiones II Sur y V Norte, respectivamente; tal como se visualiza en el gráfico Nº 25.

Gráfico Nº 24: Superficie de aplicación

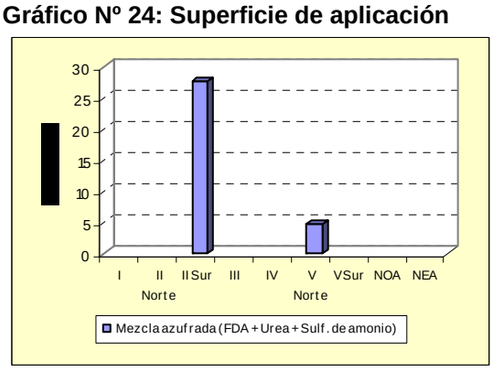
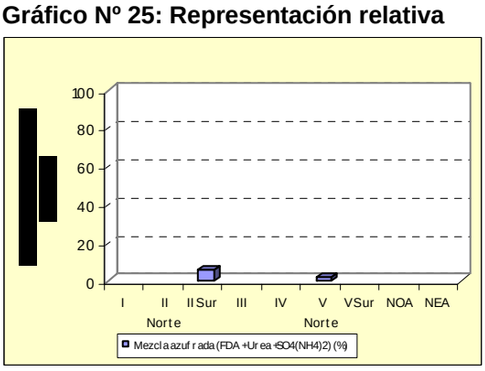


Gráfico Nº 25: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.3.9. Mezcla de Sulfato de Amonio Calcáreo y Urea

Se aplica en las subregiones II Norte y II Sur, tal como se observa en el gráfico Nº 26 y representa en ellas el 3% y 0,3%, respecto al área total fertilizada, como se visualiza en el gráfico Nº 27.

Gráfico Nº 26: Superficie de aplicación

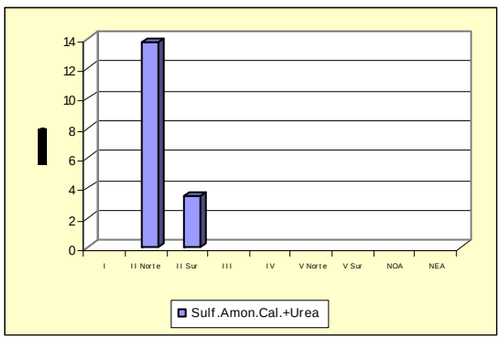
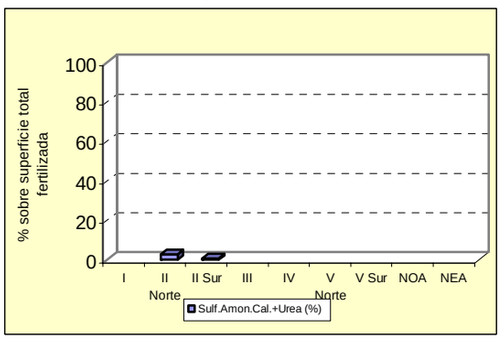


Gráfico Nº 27: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.0. Mezcla de Nitrógeno, Fósforo y Azufre (10.10.10)

Se emplea en distintas proporciones en la subregión II Norte, como se observa en el gráfico Nº 28. Esta mezcla sólo representa un 2% de la superficie total fertilizada, tal como se visualiza en el gráfico Nº 29.

Gráfico Nº 28: Superficie de aplicación

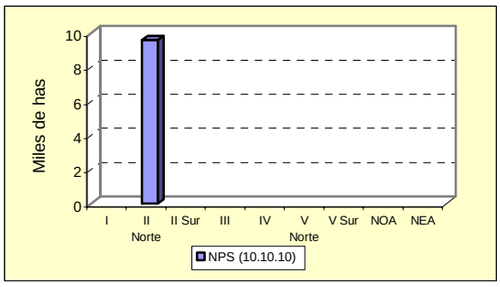
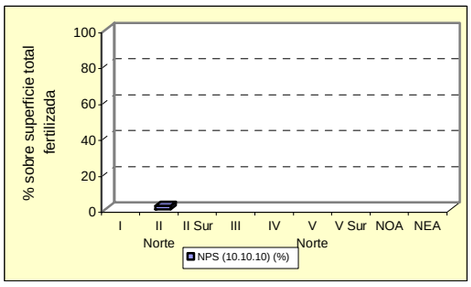


Gráfico Nº 29: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.1. Mezcla de Nitrógeno y Fósforo (15.30)

En la subregión II Norte, que se caracteriza por fertilizar con mezclas, se utiliza en una pequeña área una mezcla que contiene Nitrógeno (15%) y Fósforo (30%), tal como se observa en el gráfico Nº 30.

Respecto a la superficie total representa solamente 1% del total, tal como se visualiza en el gráfico Nº 31.

Gráfico Nº 30: Superficie de aplicación

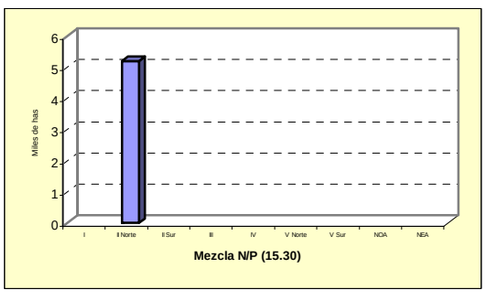
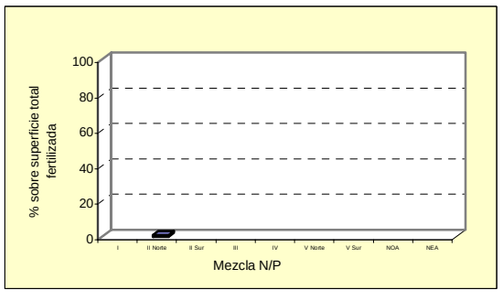


Gráfico Nº 31: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.2. Mezcla de Urea, Fosfato Di Amónico y Sulfato de Amonio

El uso de esta mezcla se encuentra más difundida en la subregión II Sur, y en menor medida en la subregión II Norte y V, tal como se observa en el gráfico Nº 32; pero si tenemos en cuenta el área total fertilizada no es un área importante, tal como está representado en el gráfico Nº 33.

Gráfico Nº 32: Superficie de aplicación

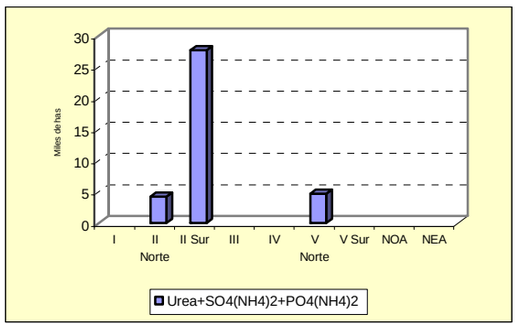
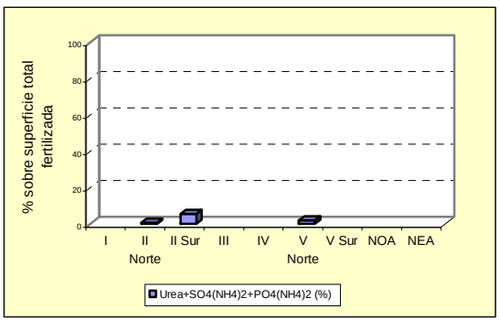


Gráfico Nº 33: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.3. Mezclas preparadas con los nutrientes Nitrógeno (N), Fósforo (P), Azufre(S) y Calcio(Ca)

Estas mezclas de fertilizantes según el nutriente aplicado se aplica solamente en la subregión II Norte, tal como se observa en el siguiente gráfico Nº 34, y se área representativa en la subregion es muy limitada.

Gráfico Nº 34: Superficie de aplicación

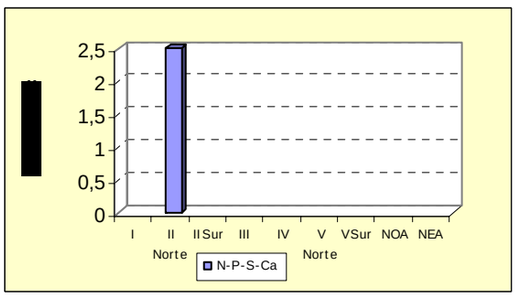
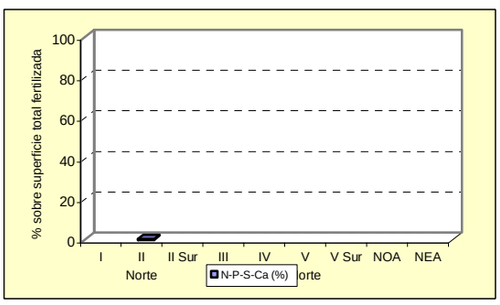


Gráfico Nº 35: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.4. Mezclas de Urea y Sulfato de Amonio

Estas Mezclas sólo se emplean en la subregión I y V Norte en muy distinta proporción, tal como se observa en el siguiente gráfico Nº 36.

Teniendo en cuenta la superficie total fertilizada es muy poco representativa, la utilización de esta mezcla, como se visualiza en el gráfico Nº 37.

Gráfico Nº 36: Superficie de aplicación

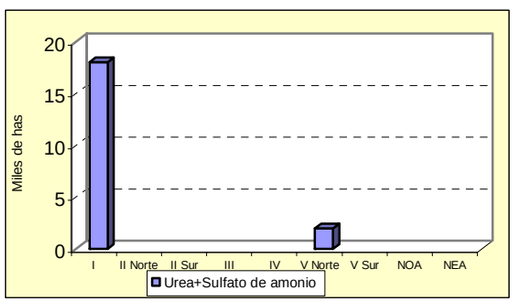
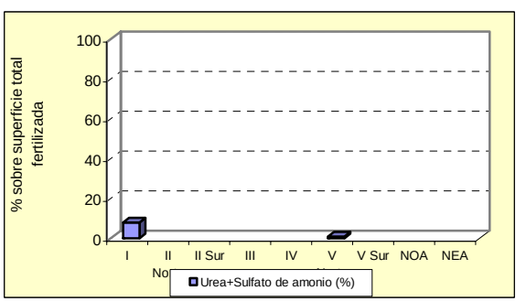


Gráfico Nº 37: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.5. Sulfato de amonio

En el gráfico Nº 38 se observa que es aplicado en las subregiones I, II Norte y V Norte y, en el siguiente gráfico Nº 39 la importancia respecto al área total fertilizada es muy limitada.

Gráfico Nº 38: Superficie de aplicación

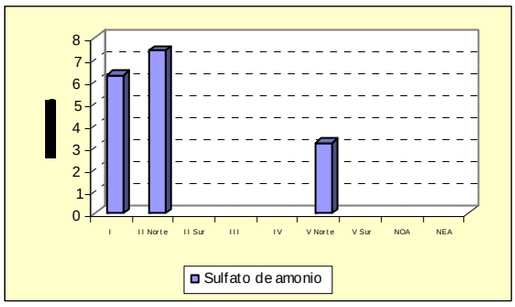
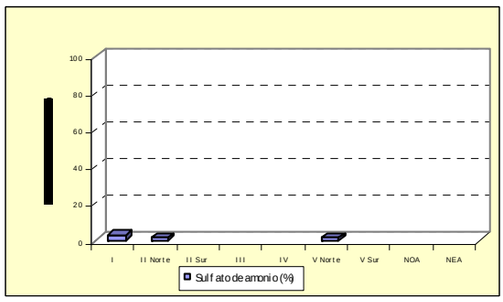


Gráfico Nº 39: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.6. Mezcla de Arrancador y Urea

En el gráfico Nº 40 se observa que esta mezcla es utilizada en la subregión I y II Norte y en el siguiente gráfico Nº 41 el porcentaje de aplicación respecto al área total fertilizada.

Gráfico Nº 40: Superficie de aplicación

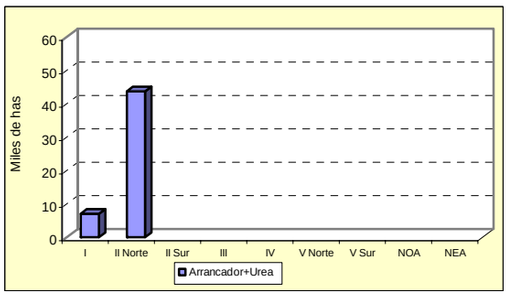
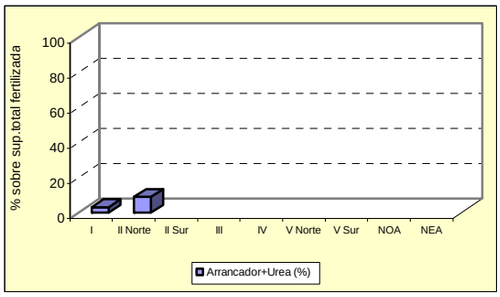


Gráfico Nº 41: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.7. Arrancador

En el gráfico Nº 42 se observa que en las subregiones I y II Norte se aplica este fertilizante, y en el gráfico Nº 43 se visualiza la superficie relativa de aplicación respecto al área total fertilizada.

Gráfico Nº 42: Superficie de aplicación

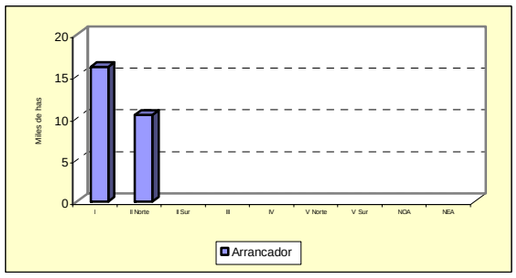
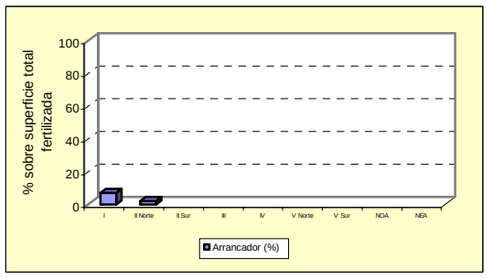


Gráfico Nº 43: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.8. Mezcla de Fosfato Di Amónico y Arrancador

Esta mezcla se emplea en la subregión V Sur, tal como se observa en el siguiente gráfico Nº 44; mientras que la representatividad respecto al área total fertilizada se observa en el gráfico Nº 45.

Gráfico Nº 44: Superficie de aplicación

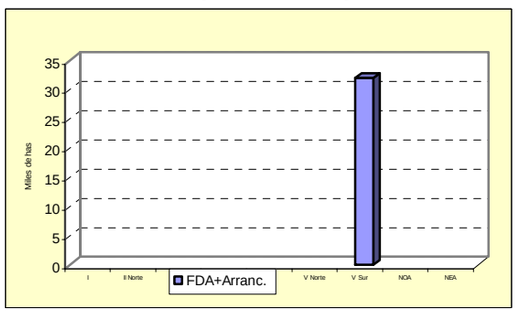
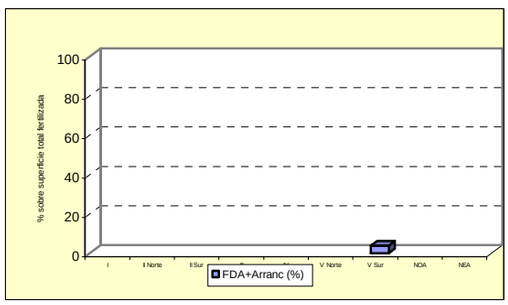


Gráfico Nº 45: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.4.9. Mezcla de Fosfato Di Amónico y Fosfato Mono Amónico

En el gráfico Nº 46 se representa la superficie de la subregión II Sur, en la cual se aplica esta mezcla y en el gráfico Nº 47 se observa su utilización relativa, teniendo en cuenta el área total fertilizada.

Gráfico Nº 46: Superficie de aplicación

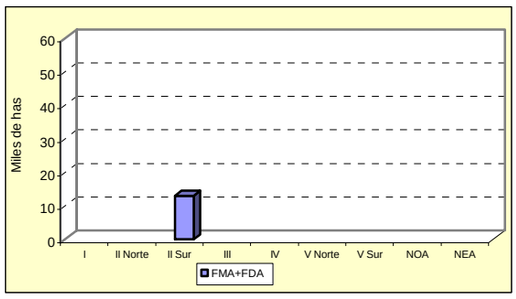
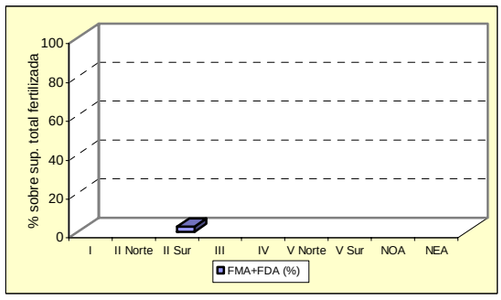


Gráfico Nº 47: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.5.0. Fosfato Mono Amónico

Se emplea en las subregiones II Sur, III y NOA tal como se visualiza en el gráfico Nº 48. En el siguiente gráfico Nº 49 se observa su representatividad teniendo en cuenta el área total fertilizada.

Gráfico Nº 48: Superficie de aplicación

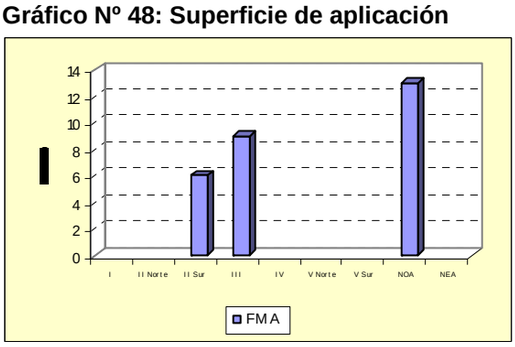
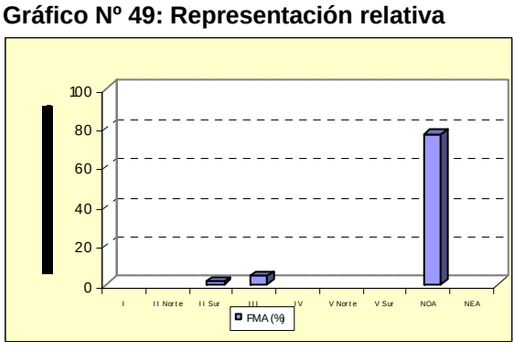


Gráfico Nº 49: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.5.1. Mezcla de Fosfato Mono Amónico y Urea

Es aplicada en las subregiones II Norte y II Sur, tal como se observa en el gráfico Nº 50 y en el gráfico Nº 51 se visualiza la representatividad respecto al área total fertilizada.

Gráfico Nº 50: Superficie de aplicación

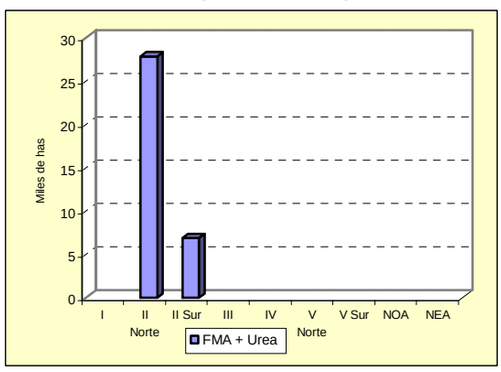
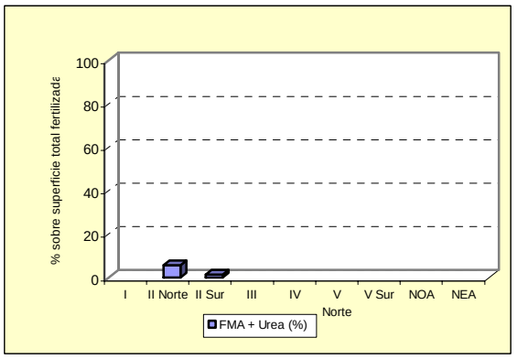


Gráfico Nº 51: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.5.2. Urea y/ó UAN

Estos fertilizantes se usan indistintamente según sea el precio o la disponibilidad de la maquinaria apropiada en el momento de utilización. En el gráfico Nº 52 se observa en las subregiones en las cuales se emplea.

En el gráfico Nº 53 se visualiza la representatividad según subregión respecto a la superficie total fertilizada.

Gráfico Nº 52: Superficie de aplicación

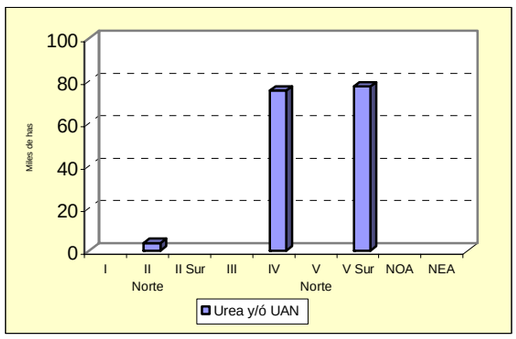
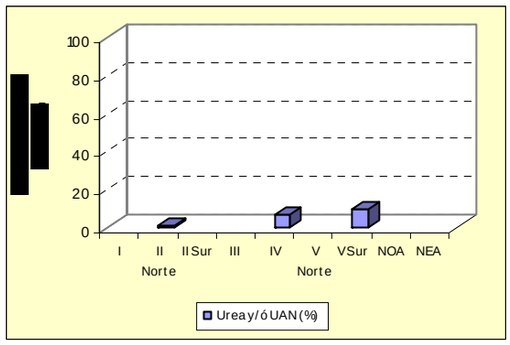


Gráfico Nº 53: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.5.3. Nitrato de Amonio

La superficie de aplicación del nitrato de amonio se visualiza en las subregiones II Sur y III, tal como está representado en el gráfico Nº 54. También en el siguiente gráfico Nº 55 se observa la poca representatividad respecto a la superficie total fertilizada.

Gráfico Nº 54: Superficie de aplicación

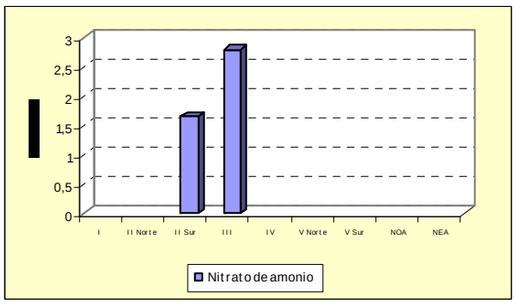
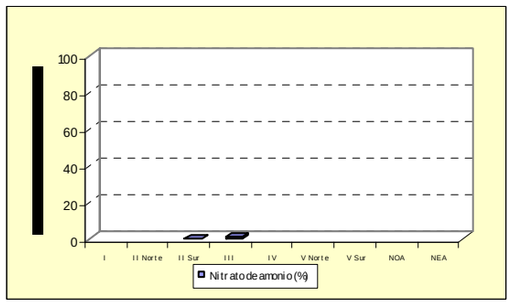


Gráfico Nº 55: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.2.5.4. Otros foliares

Solamente son utilizados en una pequeña superficie de la subregión I, tal como se observa en el gráfico Nº 56. Si se compara con el área total fertilizada se visualiza en el gráfico Nº 57, que es muy poco representativa.

Gráfico Nº 56: Superficie de aplicación

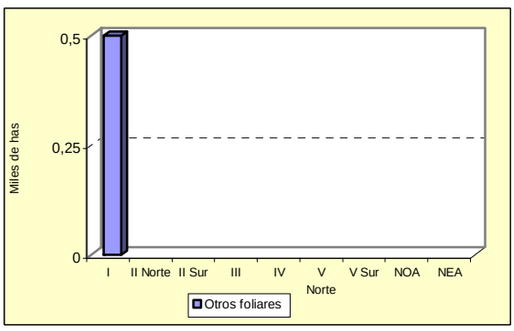
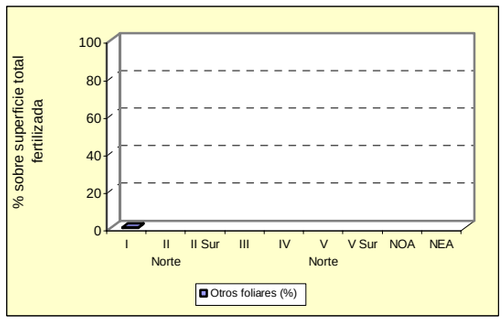


Gráfico Nº 57: Representación relativa



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

2.3. Por nutriente aplicado

2.3.1. A nivel país

El cultivo de trigo necesita para producir una tonelada, entre otros nutrientes:

Nutriente	Requerimiento	Ind. Cosecha	Necesidad
	Kg/ton		*kg*
N	**30**	**0,66**	**19,8**
P	**5**	**0,75**	**3,75**
K	**19**	**0,17**	**3,23**
S	**4,5**	**0,25**	**1,125**

FUENTE: INPOFOS

Desde el punto de vista nutricional, para un rendimiento promedio de 2547 kg/ha, y para cubrir las necesidades de una producción de 14.562.955 ton, volumen producido en la campaña 2003/2004, se necesitan:

- Nitrógeno: 288.347 ton
- Fósforo: 54.611 ton
- Potasio: 47.038 ton
- Azufre: 16.383 ton

Teniendo como base los datos aportados por la encuesta realizada por la Dirección de Coordinación de Delegaciones, se puede realizar el siguiente análisis, de acuerdo a un estimativo de dosis promedio ponderado, incorporadas como fertilizantes. El total de nutrientes repuestos al suelo son:

- Nitrógeno: 210.979 ton
- Fósforo: 49.483 ton
- Azufre: 2.391 ton

No existe costumbre de fertilizar con potasio en cultivos extensivos, salvo que se incorpore en la formulación de alguna mezcla utilizada como arrancador. Sin embargo el cultivo lo extrae del suelo, y éste lo aporta en base a sus reservas, lo cual nos indicaría una actividad de minería respecto a este nutriente. En algunas subregiones (II Norte, II Sur, I y V Norte) se ha comenzado a aplicar fertilizantes que contienen azufre, aunque sigue siendo un aporte deficitario.

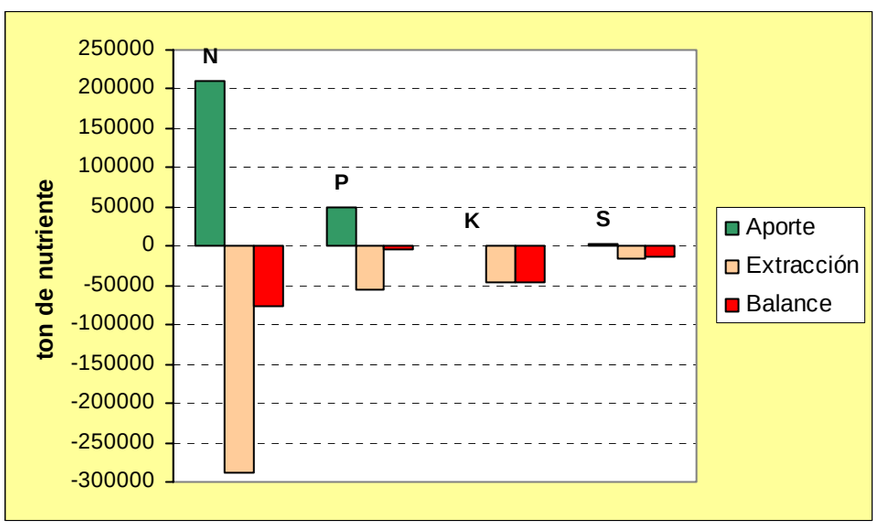
Cabe aclarar que no todo el fertilizante aplicado es aprovechado por la planta, ya que existen numerosas fuentes de pérdidas, difíciles de generalizar, originadas en principio por: lixiviación, volatilización, erosión, desnitrificación y/ó inmovilización, etc. También la tecnología utilizada, el tipo de fertilizante, su formulación, el cultivo con su diferente eficiencia de aprovechamiento, nos indican que el déficit que se calcula es mucho mayor.

No obstante teniendo en cuenta la producción nacional de granos y la reposición realizada a través del uso de los fertilizantes, se podría estimar el déficit total de nutriente exportado:

- Nitrógeno: 77.367 ton
- Fósforo: 5.128 ton
- Potasio: 47.038 ton
- Azufre: 13.992 ton

En el gráfico Nº 58 se observa esta situación para ésta campaña 2003/04 en el cultivo de trigo. Se debe calcular el balance de nutrientes para la rotación, ya que el trigo, suele ser el cultivo antecesor de la soja, que no se fertiliza, y por lo tanto la extracción es mucho mayor.

Gráfico Nº 58: Balance de nutrientes para el cultivo de trigo. Campaña 2003/04



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

De estos últimos valores se deduce un consumo de nutrientes aportados por los suelos a través del proceso de mineralización de la materia orgánica, lo cual produce una clara descapitalización del recurso natural sobre el cual se basa la producción nacional.

2.3.2. A nivel regional

En los cálculos de balance de nutrientes de todas las subregiones analizadas hay que tener en cuenta que el déficit de nutrientes es aún mayor, pues no se tiene en cuenta la eficiencia del fertilizante, que no es utilizado en su totalidad por la planta, ya que existen numerosas fuentes de pérdidas en concordancia con el paquete tecnológico aplicado.

Es importante señalar que una correcta evaluación del destino de los nutrientes incorporados al suelo como fertilizantes debería ser realizado con un enfoque más amplio, teniendo en cuenta los efectos sobre la producción de todos los cultivos que intervienen en la rotación, ya que algunos de ellos, se transforman en el suelo ejerciendo su efecto sobre la materia orgánica, las propiedades físicas y la actividad biótica y otros se mantienen en forma residual para los cultivos siguientes.

Analizando los datos encuestados se puede estimar la cantidad de nutrientes aportados en la **Subregión I**, como fertilizantes. Los aportes totales para cada nutriente son:

- Nitrógeno: 7.869.138 kg
- Fósforo: 820.650 kg
- Azufre: 522.600 kg

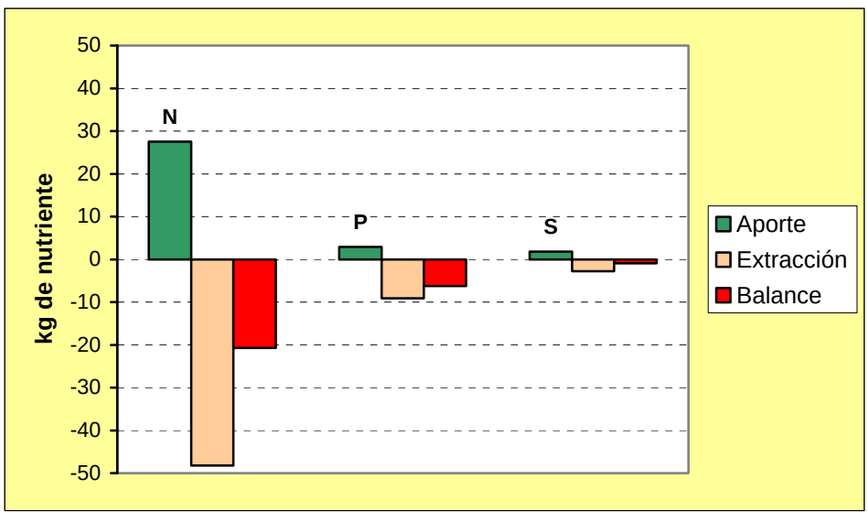
Las necesidades del cultivo, teniendo en cuenta el rendimiento promedio para la zona, que es de 2.436,4 kg/ha, quedan expresados en la tabla Nº 3. Por lo tanto, se podría realizar el balance entre lo aportado y extraído, lo cual nos indicaría si el crecimiento del cultivo se realiza a expensas de las reservas del suelo o no.

Tabla Nº 3: Balance de nutrientes en la Subregión I

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte(kg/ha)	Balance(kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	48,2	27,5	**- 20,7**	**43 %**
Fósforo	9,1	2,9	**- 6,3**	**69 %**
Azufre	2,7	1,8	**- 0,9**	**33 %**

Se observa un déficit de diferente magnitud según el nutriente de referencia. En el gráfico Nº 59, se puede visualizar los resultados calculados para cada nutriente.

Gráfico Nº 59: Balance de nutrientes en la Subregión I



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

En este caso, se comienza a vislumbrar problemas en cuanto al aporte del azufre, cuyo balance resulta negativo, a pesar de aplicarlo como fertilizante.

En la **Subregión II Norte** se usaron los fertilizantes que contienen las siguientes cantidades totales de nutrientes:

- Nitrógeno: 16.991.918 kg
- Fósforo: 4.323.290 kg

- Azufre: 1.571.423 kg

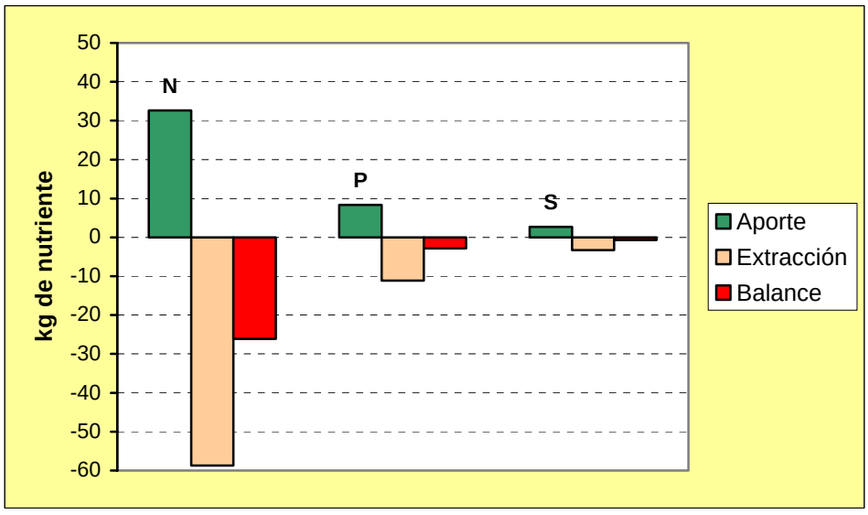
Teniendo en cuenta que la necesidad del cultivo, para sostener el rendimiento promedio de esta subregión, es de 2.966,3 kg/ha, se puede realizar un balance entre lo aportado y extraído al suelo, como puede observarse en la tabla Nº 4.

Tabla Nº 4: Balance de nutrientes en la Subregión II Norte

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Balance (kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	58,7	32,6	**- 26,1**	**44 %**
Fósforo	11,1	8,3	**- 2,8**	**25 %**
Azufre	3,3	2,7	**- 0,7**	**21 %**

En el gráfico Nº 60, se pueden observar lo analizado con los datos expuestos anteriormente para cada nutriente en particular.

Gráfico Nº 60: Balance de nutrientes en la Subregión II Norte



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

Nuevamente se observa que la fertilización con azufre, es deficiente, aunque el aporte es mayor que en la subregión anterior.

En la **Subregión II Sur** la cantidad total de nutrientes aplicados bajo la forma de fertilizantes es de:

- Nitrógeno: 28.921.4731 kg
- Fósforo: 11.435.532 kg
- Azufre: 224.154 kg

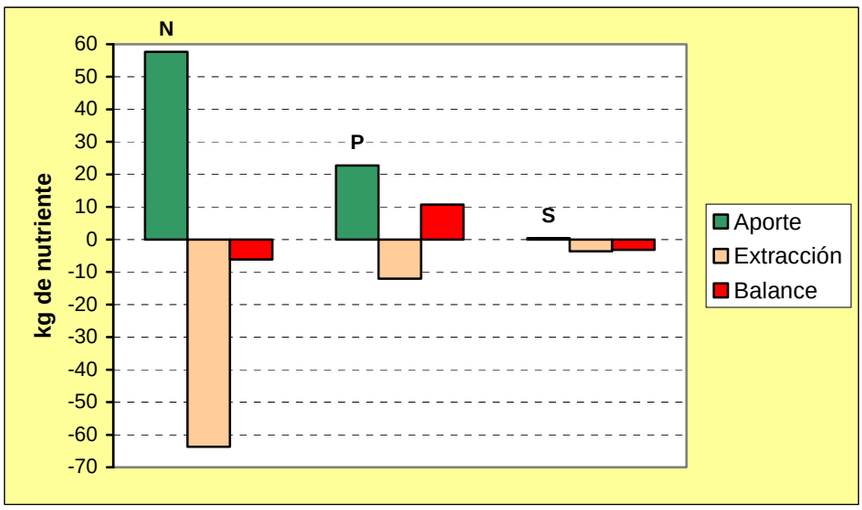
Si tenemos en cuenta que el rendimiento promedio para ésta subregión es de 3.219,8 kg/ha, es necesario aportar las necesidades del cultivo para producir ese rendimiento. En la tabla Nº 5, se evalúa el aporte de nutrientes realizado a través de los fertilizantes, y la extracción que se realiza en la zona, resultando el siguiente balance:

Tabla Nº 5: Balance de nutrientes en la Subregión II Sur

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Balance (kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	63,8	57,6	**- 6,1**	**10 %**
Fósforo	12,1	22,8	**+ 10,7**	**-----**
Azufre	3,6	0,4	**- 3.2**	**89 %**

Con los datos empleados para realizar el análisis se obtiene el gráfico Nº 61, que es más explícito visualmente.

Gráfico Nº 61: Balance de nutrientes en la Subregión II Sur



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

El nitrógeno y el azufre presentan balance negativo, mientras que el fósforo no presenta déficit. Posiblemente por pertenecer a una zona de larga tradición agrícola, exista conciencia del efecto residual de este nutriente para el cultivo siguiente.

En la **Subregión III** se aplican en forma de fertilizantes los siguientes nutrientes:

- Nitrógeno: 18.094.320 kg
- Fósforo: 3.683.400 kg

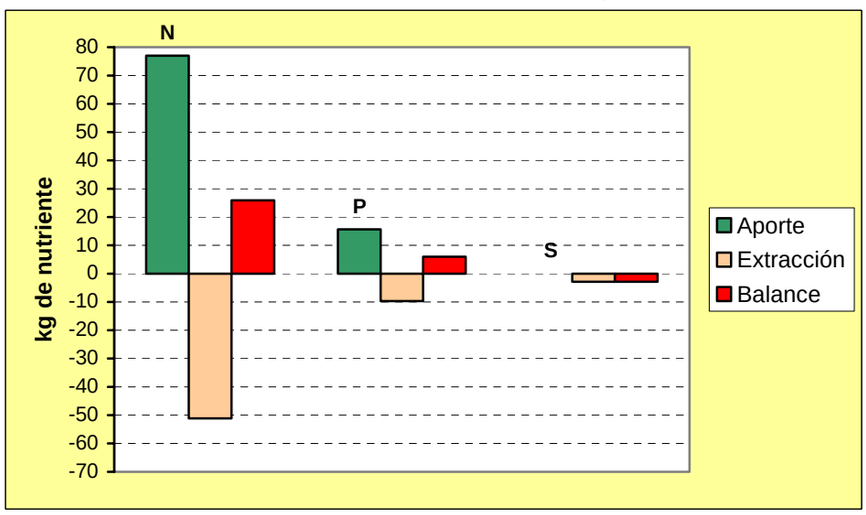
El rendimiento promedio para ésta subregión es de 2.581,7 kg/ha, para sostener esta producción, se necesita la cantidad de nutrientes que figuran en la tabla Nº 6. De acuerdo a las necesidades y el aporte de nutrientes realizado a través de los fertilizantes, se podría realizar el siguiente balance:

Tabla Nº 6: Balance de nutrientes en la Subregión III

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Balance(kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	51,1	77.0	**+25,9**	**-----**
Fósforo	9,7	15.7	**+6,0**	**-----**
Azufre	2,9	0	**-2,9**	**100 %**

En el gráfico Nº 62 se observan los datos calculados anteriormente para cada nutriente en particular.

Gráfico Nº 62: Balance de nutrientes en la Subregión III



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

Si bien presenta un balance positivo en el aporte de P y N, hay que tener en cuenta la eficiencia del fertilizante. Se observa déficit en azufre, ya que no se emplean fertilizantes que lo contengan.

En la **Subregión IV** los nutrientes aplicados como fertilizantes contienen un total de:

- Nitrógeno: 99.016.920 kg
- Fósforo: 20.162.800 kg

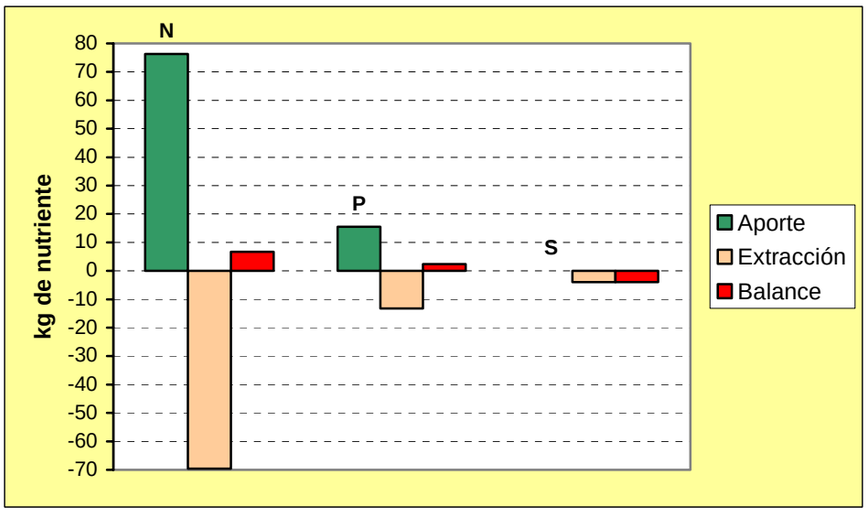
En la tabla Nº 7 se tiene en cuenta, que el rendimiento promedio para ésta subregión es de 3.512,7 kg/ha, por lo tanto se puede calcular las necesidades del cultivo para sostener este rendimiento. Se ha calculado el aporte de nutrientes realizado a través de los fertilizantes. Por lo tanto se puede realizar el siguiente balance:

Tabla Nº 7: Balance de nutrientes en la Subregión IV

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Balance (kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	69,6	76,3	**+6,7**	**-----**
Fósforo	13,2	15,6	**+2,4**	**-----**
Azufre	4	0	**-4**	**100 %**

En el gráfico Nº 63, se observa para cada nutriente el balance final, con los datos calculados anteriormente.

Gráfico Nº 63: Balance de nutrientes en la Subregión IV



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

Esta subregión de mayor adaptación al cultivo de trigo, como lo demuestra su alto rendimiento, presenta necesidad de mejorar el aporte de azufre.

En la **Subregión V Norte** la cantidad total de nutriente aportado en forma de fertilizante es de:

- Nitrógeno: 7.225.693 kg
- Fósforo: 1.403.407 kg
- Azufre: 72697,6 kg

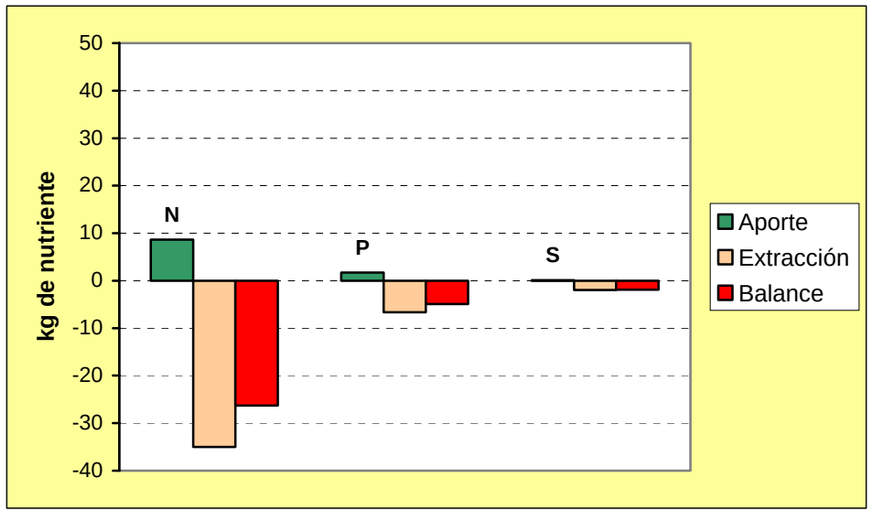
Si tenemos en cuenta que el rendimiento promedio para ésta subregión es de 1768,2 kg/ha. En la tabla Nº 8 se calculan las necesidades del cultivo para sostener este rendimiento y el aporte de nutrientes realizado a través de los fertilizantes. Finalmente se realiza el siguiente balance:

Tabla Nº 8: Balance de nutrientes en la Subregión V Norte

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Balance (kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	35	8,7	**-26,3**	**75 %**
Fósforo	6,6	1,7	**-4,9**	**74 %**
Azufre	2	0,1	**-1,9**	**95 %**

Con estos datos se representa en el gráfico Nº 64, para cada nutriente, la situación de déficit, originado con este nivel de fertilización utilizado en la zona.

Gráfico Nº 64: Balance de nutrientes en la Subregión V Norte



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

El balance es negativo para cada nutriente analizado, debido a que no se realizó una segunda aplicación de fertilizantes, en el momento de macollaje, por falta de precipitaciones.

En la **Subregión V Sur** la cantidad total de nutriente aportado en forma de fertilizante es de:

- Nitrógeno: 31.012.849 kg
- Fósforo: 7.092.076 kg

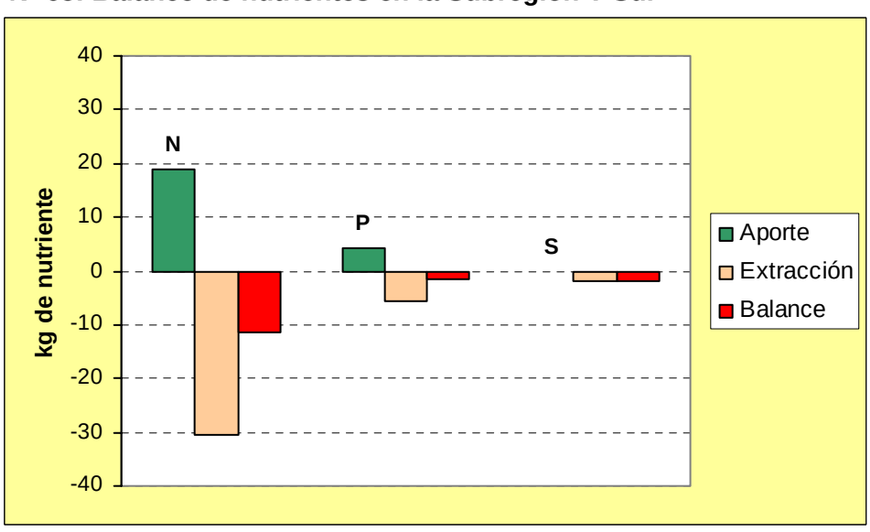
Si se tiene en cuenta que el rendimiento promedio para ésta subregión es de 1.539,9 kg/ha, en la tabla Nº 9, se calculan las necesidades del cultivo para sostener este rendimiento y el aporte de nutrientes realizado a través de los fertilizantes. Por lo tanto el balance es el siguiente:

Tabla Nº 9: Balance de nutrientes en la Subregión V Sur

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Balance (kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	30,5	18,1	-11,4	37 %
Fósforo	5,8	4,2	-1,4	24 %
Azufre	1,7	0	-1,7	100 %

En el gráfico Nº 65 se observan los resultados del aporte y extracción de cada nutriente analizado.

Gráfico Nº 65: Balance de nutrientes en la Subregión V Sur



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

Presenta un balance negativo para cada nutriente analizado, lo cual nos explica que la producción se sostiene a expensas de la reserva de nutrientes del suelo, produciendo un empobrecimiento de la fertilidad de los mismos.

En la **Subregión NOA** se aportan las siguientes cantidades de nutrientes en forma de fertilizante:

- Nitrógeno: 1.574.780 kg
- Fósforo: 562.120 kg

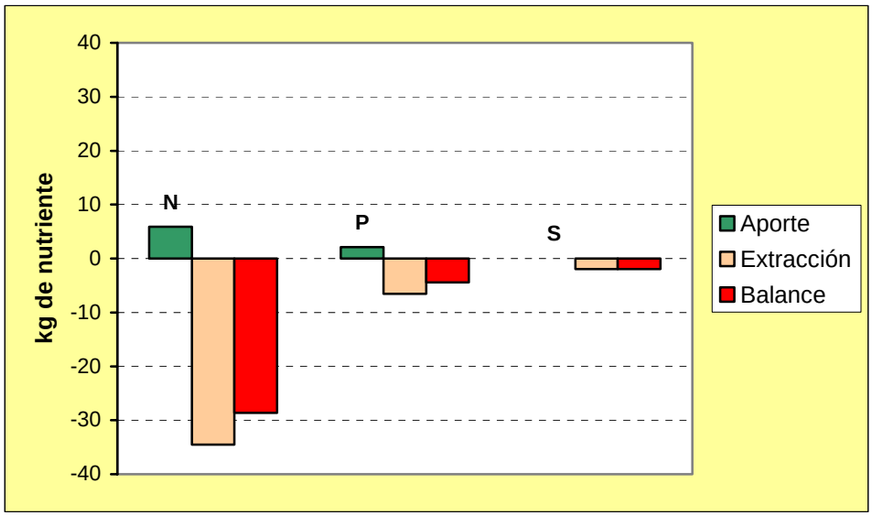
En la tabla Nº 10 se calculan las necesidades del cultivo para sostener el rendimiento promedio de 1.744,4 kg/ha que se presenta en la zona. Teniendo en cuenta la aplicación de fertilizantes, se puede realizar el siguiente balance:

Tabla Nº 10: Balance de nutrientes en la Subregión NOA

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Déficit (kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	34,5	5,9	**- 28,6**	**83 %**
Fósforo	6,5	2,1	**- 4,4**	**68 %**
Azufre	2	0	**-2**	**100 %**

Estos mismos datos se visualizan en el gráfico Nº 66, para cada nutriente analizado.

Gráfico Nº 66: Balance de nutrientes en la Subregión NOA



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

Se presenta déficit en el aporte de cada uno de los nutrientes analizados, igual observación que en la subregión V Sur.

En la **Subregión NEA** se aplica sólo fertilizantes que contienen nitrógeno, por lo tanto la cantidad total del nutriente es de:

- Nitrógeno: 272.320 kg

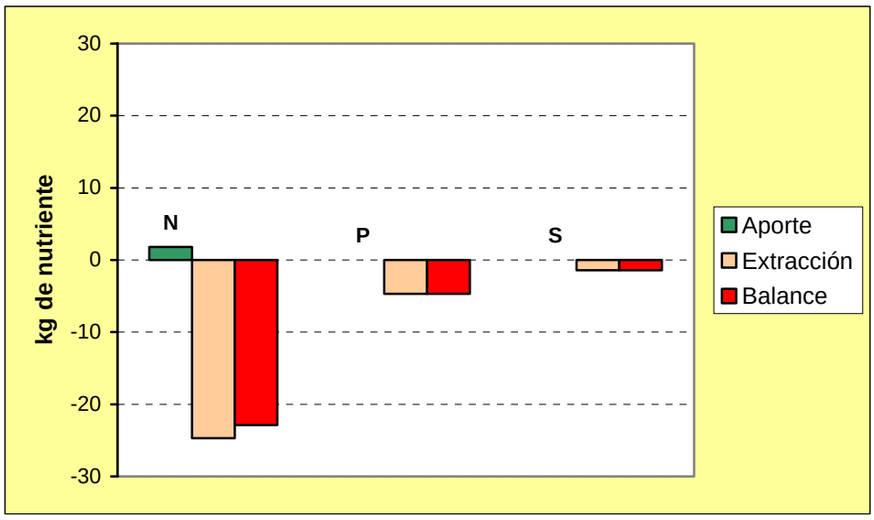
Si se tiene en cuenta que el rendimiento promedio para ésta subregión es de 1.247,9 kg/ha, el cultivo realizará una extracción, tal como figura en la tabla Nº 11, para producir ese rendimiento. Con el aporte de nutrientes realizado a través de la fertilización, se puede realizar el siguiente balance:

Tabla Nº 11: Balance de nutrientes en la Subregión NEA

Nutriente	Necesidad (kg/ha)	Aporte (kg/ha)	Déficit (kg/ha)	% de déficit
Nitrógeno	24,7	1,8	**-22,9**	**93 %**
Fósforo	4,7	0	**- 4,7**	**100 %**
Azufre	1,4	0	**- 1,4**	**100 %**

En el gráfico Nº 67 se observa que a pesar de fertilizar con nitrógeno, este aporte es insuficiente. Tanto el fósforo, como es azufre son extraídos del suelo.

Gráfico Nº 67: Balance de nutrientes en la Subregión NEA



FUENTE: *Dirección de Agricultura sobre la base de datos de la SAGPyA.*

3. CONCLUSIONES GENERALES :

- El cultivo de trigo en la campaña 2003/04 utilizó el 27 % del total de fertilizantes consumidos por todos los cultivos para el año 2003, según la información relevada por la Coordinación de Delegaciones de la SAGPyA
- Se presenta un déficit generalizado en el aporte de nutrientes, prevaleciendo el déficit en el Nitrógeno, que si bien es el que mayores posibilidades de pérdidas puede sufrir, es también el que puede ser más fácilmente extraído del suelo por el proceso de mineralización.
- En cuanto al Fósforo hay subregiones que presentan un balance positivo, como la subregión II Sur, III y en mucha menor medida la subregión IV. De todas maneras hay que tener en cuenta que la eficiencia de este nutriente es muy baja.
- Se ha comenzado a aplicar Azufre en algunas subregiones, no obstante lo cual presenta balance negativo en todas.
- No se ha analizado el Potasio, ya que no existe la práctica de fertilización con Potasio en cultivos extensivos, aunque el nivel de extracción del trigo es importante. Por el momento, no hay síntomas de deficiencia en el rendimiento porque la constitución de los suelos en la Argentina, permiten que sea liberado por la meteorización de las arcillas.
- Se observa que en esta campaña no se ha alcanzado a reponer con el uso de fertilizantes la extracción de nutrientes producida por la cosecha de los granos. Por lo tanto la principal fuente de nutrientes es la materia orgánica del suelo, que aporta por cada disminución del 1 % de materia orgánica: 1100 kg/ha de N; 110 kg/ha de P y 90 kg/ha de S.

Hay un camino muy largo por recorrer basándonos en un manejo adecuado de la secuencia de cultivos y la tecnología de manejo del mismo con prácticas agronómicas y de conservación, que permitan incrementar el reciclaje de los nutrientes y elevar los niveles de materia orgánica, minimizando las pérdidas. El uso de un insumo necesario como son los fertilizantes, requiere aplicar las herramientas de diagnóstico apropiadas y el monitoreo en la evolución del cultivo de manera que permitan lograr el objetivo propuesto con el menor riesgo económico y ambiental.

BUENOS AIRES, 28 de noviembre de 2005

Ing. Agr. Mirta G. García
mggarci@mecon.gov.ar
DIRECCION DE AGRICULTURA – SAGPyA
Av. Paseo Colón Nº 982 – 2º Piso, Of. 231
(1063) Capital Federal
Tel.: (011) 4349-2222/2007. Fax: (011)4349-2224