

Aplicación de la metodología DRIS al cultivo de trigo en la region semiárida pampeana *

María Rosa Landriscini (1) y Juan Alberto Galantini (2)
(1) CONICET – CIC (Pcia. Bs.As.), (2) CIC (Pcia. Bs.As.) - CONICET
Dpto. Agronomía - U.N.S., 8000 Bahía Blanca
(1)mlandris@criba.edu.ar
(2)jgalanti@criba.edu.ar

* Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur N°12, Diciembre 2001.

1. Antecedentes

El análisis de planta o foliar, es una técnica que relaciona el contenido de un elemento en toda la planta, o una de sus partes, con su apariencia física, velocidad de crecimiento, rendimiento o calidad del producto cosechado. Es un indicador más sensible de la respuesta de los cultivos a los cambios ambientales que el rendimiento, pero es mucho más dificultosa su interpretación.

Esto se debe a que la concentración de los diferentes nutrientes en la planta varían durante su crecimiento y, por lo tanto, el nivel óptimo o rango de concentración óptima irá cambiando permanentemente, dificultando la comparación con valores de referencia.

La técnica DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) es una alternativa para evaluar el análisis foliar de un cultivo, que usa las relaciones entre nutrientes para interpretar el estado nutricional del mismo. La técnica confronta las relaciones de concentración de nutrientes con aquellas obtenidas en poblaciones de rendimiento máximo u óptimo, a las que denomina Normas DRIS para esos nutrientes y cultivos. A partir de ellas, el método provee un medio para ordenar las relaciones de nutrientes en expresiones llamadas Índices DRIS. Estos índices permitirían clasificar los factores de rendimiento considerados según su importancia relativa.

Matemáticamente, los índices se basan en la desviación media de cada relación respecto a su valor óptimo. Por ello, el Índice DRIS óptimo debería ser cero para cualquier nutriente. Los índices negativos indican deficiencias relativas mientras que los positivos excesos respecto a los nutrientes considerados en el diagnóstico (Walworth y Sumner, 1987).

El Índice de Balance Nutricional (IBN) se calcula a partir de la suma, en valor absoluto, de los índices, el cual es una medida del balance relativo de los nutrientes analizados. Este balance mejora cuando los IBN se acercan al valor cero.

Las principales ventajas del sistema DRIS sobre otros métodos es su habilidad para realizar diagnósticos foliares independientemente de la edad, variedad y parte de la planta utilizada (Sumner, 2001). Esto se debería a la utilización de una amplia base de datos (varios cientos a miles de análisis) en la obtención de las normas DRIS. Sin embargo, para mejorar la precisión del diagnóstico DRIS sería necesario establecer normas provenientes de estudios regionales y locales que tomen en cuenta la variabilidad de los nutrientes y cultivos estudiados (características climáticas, nivel de producción, etc.). Por otro lado, los déficits hídricos que afectan el crecimiento o el rendimiento del cultivo pueden interferir significativamente sobre los resultados obtenidos.

Desde 1987 se vienen desarrollando estudios para evaluar la concentración de nutrientes en diferentes momentos del ciclo del trigo en la región semiárida pampeana. Se han realizado evaluaciones del balance nutricional aplicando la metodología DRIS relacionándolas con diferentes pautas de manejo y niveles de rendimiento.

Los primeros estudios internacionales aplicando las normas DRIS con N, P, K y S en trigo presentaron resultados alentadores (Sumner, 1981). En nuestro país existe escasa información sobre niveles de S en tejido vegetal y el balance con los otros nutrientes, especialmente en la región semiárida pampeana. Estudios preliminares mostraron diferencias en los patrones de absorción del S en varias rotaciones con trigo (Galantini et al., 2000) y pusieron en evidencia algunos desbalances en relación con el N, P y K (Rosell et al., 1987; Landriscini y Galantini, 1999).

A continuación se presentan algunos resultados de la aplicación de la metodología DRIS para N, P, K y S, en ensayos con niveles de P en el suelo variables y con aplicaciones de N-S, dentro del área de influencia de Bahía Blanca.

2. Obtención de Normas DRIS Regionales

Se utilizó una base de datos de 700 análisis (N, P y K) de plantas de trigo provenientes de diferentes ensayos publicados y no publicados llevados a cabo en la región de Bahía Blanca en el período 1986-1992 (Rosell et al., 1987 y 1992; Landriscini et al., 1990 y Landriscini, 1992).

Para la obtención de las normas se aplicó la metodología propuesta por Sumner (1977 y 1981). Se dividió a la población en dos subpoblaciones; una de bajos (menores de $2,6 \text{ Mg ha}^{-1}$, B) y otra de altos rendimientos (mayores de $2,6 \text{ Mg ha}^{-1}$, A).

Se realizaron todas las combinaciones posibles de relaciones entre variables para verificar cuales de ellas aportan significativamente a la variabilidad de las subpoblaciones. Para cada subpoblación se calculó la media ($\bar{X}$), el desvío standard (DS), la varianza (σ) y el coeficiente de variación (CV). Finalmente se seleccionaron aquellas expresiones cuyas relaciones entre varianzas (σ_A/σ_B) resultaron estadísticamente diferentes para ambas subpoblaciones (N/P, N/K y K/P). Este grupo de expresiones seleccionadas coincidió con las utilizadas por la bibliografía internacional. En nuestro caso, las relaciones inversas (P/N, K/N y P/K) también mostraron una relación de varianzas significativas por lo que fueron testeadas. Las fórmulas aplicadas, valores medios de las normas y coeficientes de variación se encuentran publicados (Landriscini et al., 1997).

En la Tabla 1 se presenta la aplicación de las Normas DRIS Regionales, las cuales produjeron resultados semejantes a las Internacionales. Los índices obtenidos fueron más balanceados y el orden de requerimientos nutricionales mostró alguna variabilidad reflejando ciertos cambios producidos por el manejo diferencial del cultivo y el momento de muestreo. En las parcelas testigo se observó un balance nutricional al inicio del ciclo con deficiencia relativa de P y K, la deficiencia de N se manifestó en las fechas intermedias de muestreo. Finalmente la deficiencia de K fue más marcada, indicando un desbalance entre el requerimiento del cultivo y la velocidad de liberación del K hacia la solución del suelo.

Al aplicar fertilizantes, los valores de los índices disminuyeron existiendo un mejor balance pero con deficiencias relativas de K al comienzo y final del ciclo. Nuevamente el N se manifestó deficiente en los muestreos intermedios. Los IBN mostraron valores absolutos más pequeños acorde con los altos rendimientos observados.

Al aplicar las Normas Regionales a ensayos de diferentes partes de la planta (Tabla 2), se observaron Índices DRIS con valores absolutos más bajos y ubicados generalmente dentro del intervalo de balance nutricional (índices de ± 15). El P se presentó generalmente como el nutriente más deficiente en forma relativa, seguido por el N. Durante el 2° año comenzó a detectarse una deficiencia importante de K, cuando se muestreó la 2° y 3° hoja. Esto podría deberse a la lenta movilidad de este elemento a raíz de las escasas precipitaciones. Los IBN de la 2° y 3° hoja mostraron valores absolutos más elevados indicando un probable desbalance nutricional

Tabla 1: Efecto de la edad del cultivo de trigo en dos sistemas de producción

Tabla 1. Efecto de la edad del cultivo de trigo en dos sistemas de producción										
Estado	Normas Internacionales					Normas Regionales				
Fenológico co Feekes	Indices DRIS			ORN	IBN	Indices DRIS			ORN	IBN
	N	P	K			N	P	K		
TT (0-0-0)										
2	-26	24	2	N>K>P	52	14	-12	-1	P>K>N	27
6	-101	101	0	N>K>P	201	-13	11	2	N>K>P	27
9-10	-93	99	-6	N>K>P	198	-10	11	-1	N>K>P	22
10.5.4	-73	144	-71	N>K>P	288	4	25	-29	K>N>P	57
TL (0-0-0)										
2	-39	40	-2	N>K>P	81	7	-5	-2	P>K>N	14
6	-56	47	9	N>K>P	111	0	-3	3	P>N>K	6
9-10	-94	111	-17	N>K>P	223	-10	15	-5	N>K>P	29
10.5.4	-98	132	-35	N>K>P	264	-9	21	-11	K>N>P	41
TT (64-37-0)										
2	-58	97	-38	N>K>P	194	4	12	-16	K>N>P	32
6	-52	49	3	N>K>P	104	1	-2	1	P>K>N	4
9-10	-76	91	-15	N>K>P	182	-4	9	-5	K>N>P	19
10.5.4	-51	101	-50	N>K>P	202	9	13	-22	K>N>P	45
TL (64-37-0)										
2	-63	106	-43	N>K>P	212	3	14	-17	K>N>P	35
6	-86	90	-4	N>K>P	180	-9	9	0	N>K>P	18
9-10	-99	116	-18	N>K>P	232	-11	16	-5	N>K>P	32
10.5.4	-85	111	-26	N>K>P	222	-6	15	-9	K>N>P	30

ORN: Orden de Requerimientos Nutricionales

IBN: Índice de Balance Nutricional

TT = Agricultura permanente con trigo

TL = Rotación con leguminosa

(0-0-0) y (64-37-0)= Dosis NPK aplicada

Tabla 2: Evolución regional de la concentración foliar de diferentes partes de la planta de trigo durante tres años consecutivos.

Análisis durante tres años consecutivos:													
Muestreo	Sitio	Normas Internacionales					Normas Regionales						
		Índices DRIS			ORN	IBN	Índices DRIS			ORN	IBN		
		N	P	K			N	P	K				
AÑO 1													
Planta	(1)	-	44	29	14	N>K>P	87	4.	-	10	6	P>N>K	19
	(2)	-	57	32	25	N>K>P	114	-2	-	9	11	P>N>K	23
	(3)	-	53	44	9	N>K>P	106	0	-	4	3	P>N>K	8
Hojas	(1)	-	2	13	- 11	K>N>P	25	38	-	22	- 15	P>K>N	76
	(2)	-	26	10	16	N>P>K	51	14	-	21	7	P>K>N	43
	(3)	-	38	12	26	N>P>K	76	7	-	20	13	P>N>K	40
AÑO 2													
Planta	(1)	-	31	6	25	N>P>K	62	11	-	24	13	P>N>K	49
	(2)	-	52	16	36	N>P>K	105	- 1	-	18	19	P>N>K	37
	(3)	-	50	8	42	N>P>K	101	0	-	23	23	P>N>K	47
Hojas	(1)	-	13	2	10	N>K>P	26	25	-	28	3	P>K>N	57
	(2)		0	39	- 39	K>N>P	77	44	-	10	- 34	K>P>N	87
	(3)	-	27	21	6	N>K>P	53	13	-	14	1	P>K>N	28
AÑO 3													
Planta	(1)	-	40	18	21	N>P>K	79	6	-	16	10	P>N>K	31
	(2)	-	36	35	1	N>K>P	73	8	-	7	- 1	P>K>N	16
Hojas	(1)	-	18	4	14	N>P>K	36	20	-	26	6	P>K>N	53
	(2)	-	37	- 8	45	N>P>K	90	9	-	35	26	P>N>K	71

ORN: Orden de Requerimientos Nutricionales

IBN: Índice de Balance Nutricional

Sitios: (1) Bahía Blanca-Cabildo (2): Bordenave (3) Puán

3. Efecto de la edad del cultivo de trigo en tres sistemas de producción

El estudio se realizó sobre un ensayo de Parcelas Demostrativas de Sistemas de Producción, en la Estación Experimental Agropecuaria Bordenave del INTA. Mayores detalles metodológicos en: Landriscini et al., 1990 y Galantini et al., 2000. Se tomaron dos Sistemas de Producción representativos de la región semiárida bonaerense: 1- Agricultura permanente con trigo (TT): labores bajo cubierta de rastrojo, barbecho y labranza conservacionista 2- Rotación con leguminosa (TL): tres años de trébol subterráneo, tres años de trigo y así sucesivamente, con labranza conservacionista. Las parcelas fueron divididas en dos tratamientos: testigo y fertilizado. Este último recibió anualmente fosfato diamónico y urea a razón de 37 kg de P_2O_5 ha^{-1} y 64 kg de N ha^{-1} . Se muestreó la parte aérea de la planta durante los

siguientes estadios fenológicos del trigo (Escala Internacional de Feekes) (Miller, 2000): 5 hojas (F 2); 1er nudo visible (F 6); booting (F 9-10) y grano acuoso (F 10.5.4).

La concentración de los tres elementos estudiados disminuyó con el tiempo. Las diferencias entre tratamientos se observaron en los primeros estadios del cultivo. Posteriormente, la mayor producción de materia seca diluyó el nutriente llevando a concentraciones semejantes en todos los tratamientos (datos no presentados).

En la Tabla 1 se presentan los resultados de las parcelas sin fertilizar (0-0-0) y fertilizadas (64-37-0). Se aplicaron las Normas DRIS Internacionales para la obtención de los Índices DRIS, el Balance Nutricional y el IBN.

En base a las pautas propuestas por Kelling y Schulte (1986) para la interpretación de los índices y los datos en las parcelas testigo, podemos observar que la deficiencia de N (índices entre -15 y -25) fue creciendo a medida que el cultivo se desarrollaba, disminuyendo en el último muestreo (F 10.5.4). Los índices de P se mantuvieron con valores altamente positivos reflejando un posible exceso nutricional (índices mayores de +25) o consumo de lujo con relación a los otros dos elementos considerados. El K mostró generalmente índices negativos pero éstos se mantuvieron dentro del intervalo de normalidad o balance (índices entre ± 15) a lo largo del ciclo a excepción del muestreo de grano acuoso donde se observaron diferentes grados de deficiencia relativa (índices menores de -25). Posiblemente la notoria disminución de la concentración foliar y los déficits hídricos usuales en estos períodos podrían explicar en parte estos resultados.

La aplicación anual de fertilizantes produjo los siguientes efectos: la deficiencia inicial de N (F 2) aumentó, siendo posteriormente menos marcada. Esta tendencia fue menos evidente en el tratamiento TL, el cual acumuló mayor cantidad de agua útil en el perfil que el tratamiento TT. Los valores de los índices de P fueron variables, siempre dentro del intervalo de posible exceso nutricional. Los índices de K mostraron un incremento inicial de la deficiencia relativa, comportándose posteriormente como en los tratamientos testigo. En todos los casos, el balance nutricional mostró que el N fue el nutriente más deficiente seguido por el K y el P ($N > K > P$). El orden de requerimientos nutricionales permaneció constante a lo largo del ciclo no observándose cambios por efecto de la rotación de cultivos ni por la aplicación continuada de fertilizantes. El Índice de Balance Nutricional (IBN) mostró valores muy variables y elevados, los cuales no permitirían esperar rendimientos elevados en grano.

4. Evolución regional de la concentración foliar de diferentes partes de la planta de trigo durante tres campañas consecutivas.

Este estudio se realizó en tres áreas de la región semiárida bonaerense (Bahía Blanca-Cabildo; Bordenave y Puán), durante los años 1984, 1985 y 1986. Se aplicó el método DRIS para la determinación del balance nutricional de N, P y K en plantas de trigo muestreadas en encañazón (F 10) (planta entera) y en floración (F 10.5.1) (2° y 3° hoja). Los resultados obtenidos con la aplicación de las Normas DRIS Internacionales se encuentran publicados (Rosell et al., 1987, 1992 y Landriscini, 1992).

El N fue en casi todos los casos el nutriente más deficiente independientemente de la parte de la planta o el momento en que fue muestreada (Tabla 2). En general, el muestreo de hojas indicó mejor balance nutricional que el de planta entera, siendo este último más representativo del estado nutricional del cultivo. Debido a que las concentraciones nutricionales mostraron alta variabilidad, el orden de magnitud de las deficiencias fue diferente y sin una tendencia definida. Probablemente la irregularidad de las precipitaciones durante el ciclo del trigo fue uno de los factores limitantes del diagnóstico DRIS.

5. Efecto de la disponibilidad de P

En suelos representativos de la región y con niveles de disponibilidad inicial de P variable (medida a través del método de Bray-Kurtz al momento de la siembra) se aplicaron diferentes dosis de P. La disponibilidad inicial de P fue clasificada en: baja (5 ppm), media (12 ppm), alta (24 ppm) y muy alta (50 ppm). Se aplicaron dosis equivalentes a 25, 50 y 100 kg de P ha⁻¹ al momento de la siembra del cultivo de trigo en cada uno de los suelos. Durante el macollaje (F2) se tomaron muestras de plantas y se determinaron los contenidos de N, P, K y S. Finalmente se aplicó la metodología DRIS, utilizando normas internacionales (Sumner, 1981).

En la Tabla 3 se muestran los índices DRIS y el orden relativo de deficiencias en cada una de las situaciones. La metodología DRIS permitió detectar las variaciones de la disponibilidad inicial de fósforo edáfico y de la aplicación de fertilizante.

El bajo nivel inicial de P en el suelo se reflejó en el balance nutricional de las plantas de trigo durante macollaje, a través valores de índices más negativos (mayor deficiencia) y posiciones más deficientes en el orden de requerimientos nutricionales (ubicados a la izquierda).

La aplicación de P como fertilizante modificó este balance en forma diferente en cada uno de los suelos considerados. Cuando la disponibilidad de P edáfico fue baja, la fertilización produjo un cambio en los valores de los índices (de negativos a positivos) con un desplazamiento en el orden relativo de deficiencia y una disminución del IBN. Como se mencionó, el IBN es la suma de los valores absolutos de los índices y refleja el grado general de desbalance nutricional. Con las dosis más elevadas se superó la deficiencia y otros elementos (N y S) pasaron a ser los limitantes.

Cuando la disponibilidad fue media o alta, las diferencias en el valor de los índices y en el orden relativo de requerimientos no fueron tan marcadas. El IBN disminuyó al aplicar 25 kg de P ha⁻¹, mientras que dosis más elevadas no tuvieron una influencia marcada, ya que otros elementos comenzaron a ser más deficientes. Por ello, a dosis muy elevadas el IBN tendió a aumentar nuevamente, es decir se superó una deficiencia y comenzó un nuevo desbalance.

En el suelo con elevada disponibilidad inicial, el P foliar fue el último en el orden de requerimientos, indicando un exceso relativo respecto de los otros tres nutrientes. El P adicional, proveniente de la fertilización sirvió para acentuar esta situación, que se reflejó en valores más elevados de IBN. Es decir, las variaciones en la disponibilidad de P, sea del suelo como de la fertilización, fueron detectadas adecuadamente mediante la aplicación de la metodología DRIS utilizando normas internacionales para N, P, K y S.

Tabla 3: Índice DRIS, orden de requerimientos nutricionales (ORN) e Índice de Balance Nutricional (IBN) del trigo en suelos con diferente disponibilidad de P a la siembra y dosis de P como fertilizante

Dosis P Kg ha ⁻¹	N	Indices P	K	S	ORN	IBN
<i>Disponibilidad baja</i>						
0	18	-75	61	-4	P>S>N>K	157
25	16	-21	31	-26	S>P>N>K	94
50	-5	20	34	-49	S>N>P>K	108
100	-28	27	28	-27	N>S>P>K	110
<i>Disponibilidad media</i>						
0	-18	-51	80	-11	P>N>S>K	160
25	-24	-16	44	-4	N>P>S>K	88
50	-24	6	32	-13	N>S>P>K	75
100	-45	22	27	-4	N>S>P>K	98
<i>Disponibilidad alta</i>						
0	-22	-20	45	-3	N>P>S>K	90
25	-28	7	36	-15	N>S>P>K	86
50	-28	3	34	-9	N>S>P>K	74
100	-26	15	26	-14	N>S>P>K	80
<i>Disponibilidad muy alta</i>						
0	-32	32	22	-23	N>S>K>P	109
25	-44	51	22	-29	N>S>K>P	146
50	-33	35	23	-25	N>S>K>P	115
100	-36	39	17	-20	N>S>K>P	112

6. Efecto de la fertilización con N y S

Durante 1997 se realizaron 17 ensayos de fertilización con N y S en el cultivo de trigo dentro del área de influencia de Bahía Blanca. Se tomaron muestras de plantas en diferentes momentos del ciclo, se determinaron las concentraciones foliares de N, P, K y S, para finalmente aplicar la metodología DRIS utilizando las normas internacionales. A continuación se detallan los resultados correspondientes a uno de los ensayos (Tabla 4).

Se obtuvieron índices balanceados (-15 a +15) en las primeras fechas, donde el P y, en algunos casos el S, fueron los primeros en el orden de requerimientos, pero con IBN de escasa relevancia.

En las fechas posteriores aumentó la deficiencia de N, y en algunos casos, la de S. La aplicación de N modificó los índices haciéndolos menos negativos. Por otro lado, la fertilización con NS disminuyó el índice de S pero aumentó el de N. El año del estudio fue climáticamente muy favorable para los cultivos de la región. Abundantes lluvias y barbechos largos (por siembras tardías) seguramente mejoraron el nivel de nutrientes disponibles para el cultivo en la fase inicial de su ciclo. Esto puede ser una de las causas de los bajos valores de IBN observados. Posteriormente, frente a la

buena disponibilidad de agua, el N fue el nutriente más requerido y, en algunos casos, el S.

Se puede observar en la Tabla 4 que los diagnósticos nutricionales fueron balanceados durante las dos primeras fechas de muestreo (F2 y F3). A partir de primer nudo visible (F6) se detectaron diferencias variables en el balance nutricional, dependiendo de tipo y dosis de fertilizante aplicado. La aplicación de la dosis más baja de N aumentó la deficiencia relativa de este nutriente, como consecuencia de su mayor desarrollo y de un aumento de los requerimientos no satisfecho por la dosis aplicada. De esta forma, la aplicación de una cantidad mayor de N resultó en un mejor balance nutricional.

Los dos niveles de fertilización con S (24 y 48 kg de S ha⁻¹) produjeron índices menos negativos, es decir disminuyó la deficiencia y mejoró el balance relativo. Además, la aplicación combinada de N100-S48 produjo el correcto balance entre los elementos considerados en las plantas de trigo durante el estado de bota (F10).

La aplicación de NS en los diferentes ensayos produjo un efecto variable en el rendimiento y en algunos casos negativo. Posiblemente, la relación entre la dosis de N y S aplicadas haya jugado un papel importante en el tipo de respuesta obtenida.

Tabla 4: Balance nutricional DRIS, orden de requerimientos nutricionales (ORN) e Índice de Balance Nutricional (IBN) con normas internacionales durante el ciclo del cultivo de trigo con aplicación de fertilizantes.

Estadio	Tratamiento	Índice				Orden nutricional	IBN
		N	P	K	S		
F2	T	7	-15	13	-5	P>S>N>K	40
F3	T	-11	8	14	-11	S>N>P>K	44
	N50	-5	-0	2	3	N>P>K>S	11
	N50-S24	0	-6	11	-5	P>S>N>K	22
	N100	5	-2	7	-10	S>P>N>K	24
	N100-S48	-5	-11	13	3	P>N>S>K	33
F6	T	-110	49	55	7	N>S>P>K	220
	N50	-85	37	40	7	N>S>P>K	170
	N50-S24	-108	15	46	47	N>P>K>S	216
	N100	-69	20	54	-5	N>S>P>K	149
	N100-S48	-41	-22	67	-4	N>P>S>K	133
F10	T	-55	18	65	-28	N>S>P>K	166
	N50	-102	14	120	-32	N>S>P>K	268
	N50-S24	-110	36	65	8	N>S>P>K	220
	N100	-24	-4	65	-37	S>N>P>K	130
	N100-S48	-4	-2	9	-3	N>S>P>K	19

N50 y N100: aplicación de 50 y 100 kg de N ha⁻¹, respectivamente, en forma de urea y/o sulfato de amonio.

S24 y S48: aplicación de 24 y 48 kg de S ha⁻¹, respectivamente, en forma de sulfato de amonio.

7. Consideraciones finales

De los resultados obtenidos podemos concluir que la aplicación de la metodología DRIS detecta diferencias en la disponibilidad de los nutrientes analizados y los expresa en relación con los otros. Permite superar las deficiencias por etapas, es decir, detectando la deficiencia de un nutriente para corregirla posteriormente.

En la región semiárida pampeana, donde la variabilidad de los rendimientos depende de condiciones hídricas durante el período de llenado del grano, las

características y amplitud de la base de datos puede ser determinante de los resultados obtenidos. La aplicación de la metodología DRIS en regiones amplias y variables (en cuanto a sus características climáticas, edáficas y de manejo) requeriría de normas calculadas a partir de amplias bases de datos (varios miles de análisis). En situaciones donde no existe tanta variabilidad podrían utilizarse normas DRIS locales obtenidas de bases de datos pequeñas.

Finalmente, la metodología DRIS debe ser utilizada como una herramienta más de diagnóstico, dentro de un contexto que considere el análisis de suelo, síntomas visuales e información previa para diseñar las estrategias de fertilización más adecuadas.

Los resultados obtenidos de la aplicación de las normas DRIS para N, P, K y S permitieron plantear las siguientes observaciones:

- La utilización de pequeñas bases de datos tendió a resultados sesgados, permitieron mejorar la precisión en situaciones específicas, pero limitaron la posibilidad de aplicación en regiones diferentes.
- Las diferencias en el balance nutricional comenzaron a hacerse más notorias avanzado el ciclo del cultivo. Evidentemente, este aspecto condicionaría la posibilidad de corrección de las deficiencias durante el ciclo del cultivo, al menos con las prácticas de fertilización tradicionales. Sin embargo, considerando la importancia del S para la calidad del producto final, sería factible el diagnóstico foliar para la fertilización tardía tendiente a mejorar cualitativamente la producción.
- En general, la relación entre el desbalance y el rendimiento fue baja, principalmente como consecuencia de la variabilidad de las condiciones climáticas durante la última etapa del cultivo en la región semiárida. Como esta variabilidad fue tomada en cuenta en el cálculo de los índices DRIS, influyó negativamente en el potencial de las normas para discriminar desbalances de nutrientes.
- La incorporación del S en la metodología DRIS resaltó las diferencias en el balance nutricional originadas por la fertilización o el sistema de producción.

Bibliografía citada

- Bray R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorous in soils. Soil Sci. 59: 39-45.
- Galantini J.A., M.R. Landriscini y R.A. Rosell. Patrones de acumulación, balance y partición de nutrientes en diferentes sistemas de producción con trigo. 2000. RIA, INTA, 29 (2): 99-112.
- Hallmark W.B., Beverly R.B., Sumner M.E., de Mooy C.J., Morris H.F., Pesek J. and Fontenot J.D. 1990. Soybean phosphorus and potassium requirement evaluation by three m-DRIS data bases. Agron. J. 82: 323-328.
- Kelling K.A. and E.E. Schulte. 1986. Review DRIS as a part of a routine plant analysis program. J. Fertil. Issues. 3: 107-112.
- Landriscini M.R. 1992. Nivel de nutrientes edáficos y foliares en trigo en la región semiárida pampeana. Tesis Magister en Ciencia del Suelo, UNS, Bahía Blanca, 126 pág.
- Landriscini M.R., J.A. Galantini y R.A. Rosell. 1997. Determinación de normas para la aplicación del sistema DRIS en cultivo de trigo de la región semiárida bonaerense. Ciencia del Suelo 15: 17-21.
- Landriscini M.R. y J.A. Galantini. Fertilización con nitrógeno y azufre en trigo en la región semiárida pampeana. Presentado en la XIX Reunión Argentina de Ecología, Tucumán, 21 al 23 de Abril de 1999, pág. 69.
- Landriscini M.R., J.A. Galantini, J.O. Iglesias, R.A. Rosell y A.E. Glave, 1990. Balance de N, P y K en trigo en distintos sistemas de producción en la región semiárida bonaerense. Actas II Congreso Nacional de Trigo: 245-253. Pergamino.

- Miller T.D., 2000. Estadios de crecimiento del cultivo de trigo. La identificación y su entendimiento para un mejor manejo de los cultivos. Inpofos, 6, 7-10.
- Rosell R.A., M.R. Landriscini y A.E. Glave. 1987. Balance de N, P, K y S en trigo de la región semiárida de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Anales de Edafología y Agrobiología XLVI: 1167-1180.
- Rosell R.A., M.R. Landriscini and J.A. Galantini. 1992. N, P, and K DRIS balance in winter wheat in pampean semiarid region of Argentina. Suelo y Planta (España) 2: 363-371.
- Smith P.F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. Ann. Rev. Plant Physiol. 13: 81-108.
- Sumner M.E. 1977. Preliminary NPK foliar diagnostic norms for wheat. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 8: 149-167
- Sumner M.E. 1979. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. Agron. J. 71: 343-348.
- Sumner M.E. 1981. Diagnosing the sulfur requirement of corn and wheat using foliar analysis. Agron. J., 45: 87-90.
- Sumner M.E. 2000. Diagnóstico de los requerimientos de fertilización de cultivos extensivos. Informaciones Agronómicas del Cono Sur, 9: Archivo agronómico N° 5. INPOFOS, Acasusso, Buenos Aires, Argentina.
- Walworth J.L. and M.E. Sumner. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Adv. Soil Sci. B.A. Stewart (Ed.). Vol. 6: 149-188. Springer-Verlag. New York. Inc.