

19° JORNADA DE ACTUALIZACION PROFESIONAL – TRIGO 2002.
Mar del Plata, 3 de mayo de 2002.

COMPORTAMIENTO DEL NITRÓGENO DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO DE TRIGO EN LA
CAMPAÑA 2001: ALGUNAS CONSIDERACIONES.

Ing. Agr. Angel Berardo¹

INTRODUCCION

Las distintas prácticas de manejo de suelos y el régimen hídrico son los factores que inciden en mayor grado tanto en la disponibilidad de nitrógeno (N) como en su utilización por los cultivos.

Estos aspectos tienen una fuerte incidencia en la producción de trigo en la región y, año tras año provocan una gran variabilidad entre zonas y aún dentro de un mismo establecimiento, tanto en los rendimientos como en el contenido de proteína y en otras características inherentes a la calidad del grano.

El fósforo (P) en cambio, por la baja incidencia de las prácticas de manejo y del régimen hídrico sobre su disponibilidad, suele ser manejado más eficientemente. En general, con la fertilización se cubre como mínimo el 70-80 % del requerimiento del trigo, siendo aún hoy en día negativo el balance del nutriente dentro del sistema de producción.

El azufre, con una dinámica y complejidad similar a la del N, es el tercer nutriente al cual hay que empezar a prestar cierta atención, principalmente cuando se incorpora la soja dentro de la rotación, debido a los mayores requerimientos de este cultivo.

Frente a la complejidad de los factores que afectan la disponibilidad y la absorción del N en el sistema suelo-planta, y ante las particulares condiciones climáticas del último año, se ha tratado de reunir información que pueda ayudar a interpretar lo ocurrido en la última campaña triguera y que a su vez pueda resultar de utilidad para la discusión en el tema de nutrición en la mesa.

Para tal fin se presentan registros de lluvias, algunos resultados de contenidos de N disponible previo a la siembra del cultivo y su comparación con los de años anteriores, dosis de N aplicadas, rendimientos y eficiencia en el uso del N, correspondientes a distintas zonas del sudeste bonaerense. Adicionalmente, se muestra información complementaria que puede resultar de utilidad en la interpretación de lo ocurrido en la última campaña.

a. Distribución de las precipitaciones

En el Cuadro 1 se indica, para cada una de las zonas indicadas las lluvias mensuales promedio, correspondientes a distintos sitios con los totales registrados durante gran parte del ciclo del cultivo (agosto a noviembre).

Cuadro 1: Distribución mensual de lluvias (mm) en distintas zonas del sudeste bonaerense.

Zonas	Meses									
	Ene - Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ago-Nov
Cnel Suarez	350	130	30	30	20	60	120	200	130	510
Tres Arroyos	320	150	100	50	30	100	70	120	150	440
Azul-Chillar-Juárez	----	50	70	110	30	170	70	100	190	530
Balcarce	350	58	68	60	50	120	100	150	200	570
Necochea	----	150	120	60	50	150	90	170	140	550
Lobería										
Mar del Plata	310	50	100	50	40	130	50	170	110	460

En primer lugar las lluvias desde enero a marzo, correspondientes a los períodos críticos de los cultivos estivales previos, fueron superiores a 300 mm cubriendo en gran medida sus requerimientos hídricos. Por lo tanto, es de suponer un alto consumo de N por los mismos y un escaso remanente de N mineral al finalizar el ciclo.

Durante la mayor parte del período de barbecho de trigo las condiciones de humedad fueron adecuadas para la mineralización del N y para la recarga hídrica del perfil en gran parte de la región; asimismo se presentaron excesos hídricos en algunas áreas de Tres Arroyos, Azul, Necochea y en distintos sectores dentro de la zona serrana o papera, que provocaron una percolación variable del N mineralizado, y un bajo contenido del mismo a la siembra.

¹ Docente Facultad de Ciencias Agrarias-Unidad Integrada Balcarce.

Con posterioridad durante el mes de agosto, con excepción de la zona de Coronel Suarez y algún sector dentro de la zona mixta triguera, las precipitaciones promedio fueron superiores a los 100-120 mm. Al encontrarse los suelos cercanos a capacidad de campo se produjo un lavado del N en el suelo. En esta situación no solamente pudo lixiviarse el N proveniente de la mineralización de la materia orgánica, sino también una proporción variable del N aplicado con anterioridad, siendo la pérdida mayor con las aplicaciones más tempranas y con las formulaciones con nitrógeno nítrico (UAN).

Con posterioridad, principalmente a partir de fines de septiembre y durante la mayor parte de octubre y noviembre, hubo excesos de lluvia en casi toda el área con excepción de algunos sectores en la zona mixta triguera (Tres Arroyos, Gonzalez Chavez). Sin embargo, debe destacarse la gran variabilidad en la pluviometría registrada en toda la zona y por lo tanto en el comportamiento del N en el sistema suelo-planta.

Las lluvias durante este período (mediados de setiembre a principios de noviembre) que corresponde al ciclo de rápido crecimiento y de elevado consumo de N por el cultivo, dieron lugar también a pérdidas importantes de N (por lixiviación y también por denitrificación) tanto del proveniente de la mineralización del suelo como del fertilizante.

Bajo estas condiciones hídricas, las aplicaciones de N fraccionadas y las más tardías resultaron más eficientes tanto para la producción de grano (Calviño P., com. pers.), como para el contenido proteico (Darwich N., com. pers.; Bergh R., com. pers.).

Al considerar un requerimiento hídrico del cultivo de 380-400 mm, las lluvias registradas en casi toda la región entre agosto y noviembre (Cuadro 1) fueron bastante superiores al requerimiento mencionado, alcanzando por lo general valores superiores a 500-550 mm; a éstos últimos debe sumársele la humedad presente en julio en el perfil, cercano a capacidad de campo, que suele variar, principalmente en función de la profundidad de los suelos, entre 80 y 120 mm de agua útil

A modo de ejemplo, en la Figura 1 se indica la pluviometría y la evapotranspiración (ETP) para la Unidad Integrada Balcarce, con los excesos estimados de lluvias que durante el cultivo fueron superiores a 200 mm.

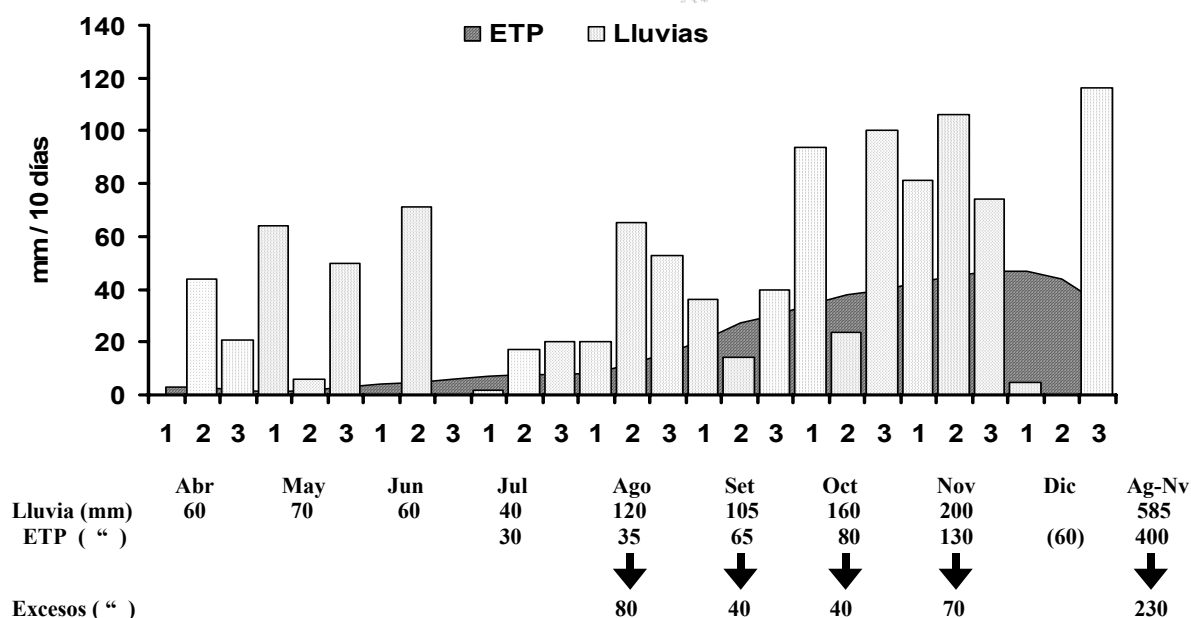


Figura 1: Distribución de lluvias, evapotranspiración (ETP) y excesos de lluvias registrados durante el ciclo de trigo en la Unidad Integrada Balcarce. 2001.

b. Disponibilidad de N en el período de siembra

La menor disponibilidad de N a la siembra (Ns) en relación a otros años, tanto por las condiciones hídricas adecuadas para el consumo de N de los cultivos estivales antecesores, como por la mayor pluviometría

registrada durante el barbecho, se muestra a título de ejemplo en las Figuras 2a y 2b para la zona de Balcarce y de Mar del Plata, respectivamente.

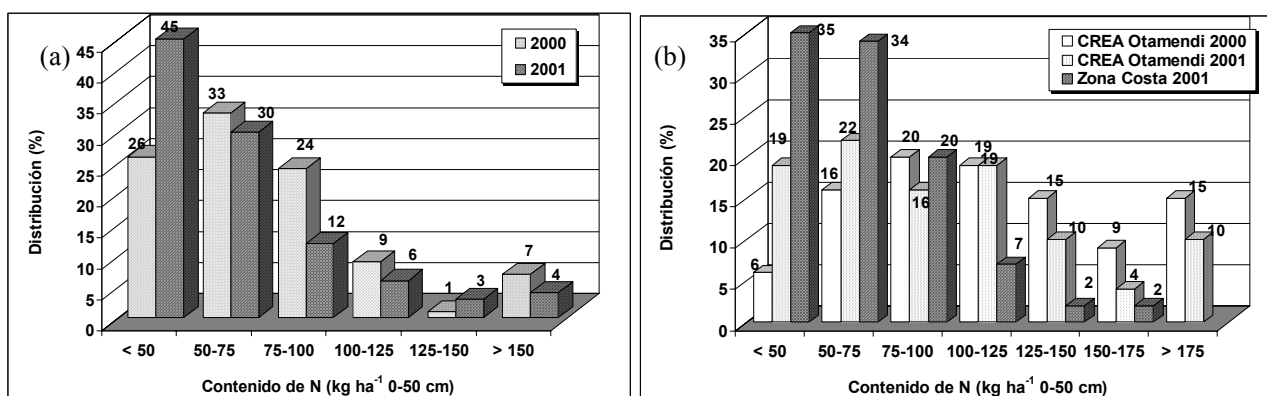


Figura 2: a) Distribución (%) de los niveles de N-NO₃⁻ (kg ha⁻¹) en el suelo (0 – 50 cm). Area Balcarce – 2000 (140 lotes) y 2001 (160 lotes). b) Distribución (%) de los niveles de N-NO₃⁻ (kg ha⁻¹) en el suelo (0 – 50 cm). CREA Otamendi: 2000 (190 lotes) y 2001 (170 lotes); Zona de la Costa 2001 (120 lotes). Fuente: Laboratorio FERTILAB.

En las dos áreas se evidencia una mayor proporción de lotes con valores bajos de N en relación a los obtenidos en la misma zona el año anterior. Tanto en la Zona de la Costa, como en la de Balcarce, el 70-75 % de los lotes presentaron contenidos muy bajos de N (inferiores a 75 kg ha⁻¹ hasta los 50 cm), siendo en tales casos necesaria la aplicación temprana de, por lo menos, una fracción del N requerido.

Dentro del Grupo CREA Otamendi el porcentaje de lotes con valores inferiores a 75 kg ha⁻¹, fue sólo del 40% del total debido a las mejores condiciones de fertilidad de los lotes, por ser la fertilización nitrogenada, principalmente en trigo, una práctica adoptada a partir de la década del '80. De todas formas la proporción de lotes con bajos contenidos de N fue casi el doble de la registrada en el año 2000, que fue del 22 %.

En el CREA Otamendi, los contenidos promedio de N de todos los lotes fueron de 103 kg ha⁻¹ en la última campaña y de 122 kg ha⁻¹ en el 2000. En 1999 por la prolongada sequía estival, su contenido fue bastante más elevado (155 kg ha⁻¹). En los tres años se encontraron además diferencias importantes entre distintos tipos de labranzas (Grosse, R. y Lange, A., com. pers.).

c. Rendimientos y eficiencia del N

En el cuadro 2 se presenta la información elaborada a partir de resultados obtenidos durante cuatro años en ensayos de Sistemas de Labranza conducidos en la Unidad Integrada Balcarce por Studdert, G. y Dominguez, G, con el fin de evaluar las diferencias entre años. Además de los datos de rendimientos y de producción de MS, se indican sus contenidos de N y la recuperación aparente en grano y por el cultivo del N aplicado.

Cuadro 2: Consumo de N en trigo y su extracción por el grano durante cuatro años (1998-2001) en la Unidad Integrada Balcarce. Promedio de dos sistemas de labranzas (convencional y directa) (Studdert, G y Dominguez, G., 2001).

AÑO	1998		1999		2000		2001	
Dosis de N (kg ha ⁻¹)	0	120	0	120	0	120	0	120
Ns (0-70 cm) (kg ha ⁻¹)	50	70	120	240	110	140	40	50
Rend. grano (kg ha ⁻¹)	3600	4500	3500	4100	3800	4600	2650	3600
N grano (%)	1,7	2,3	2,3	3,0	2,0	2,8	2,1	2,5
MSt (kg ha ⁻¹)	8400	11700	11700	14000	12800	17000	10500	14300
N (%)	0,83	1,35	0,81	1,25	0,70	1,05	0,95	1,15
N grano (kg ha ⁻¹)	61	103	78	120	75	130	55	90
N MSt (kg ha ⁻¹)	70	158	95	175	90	180	100	165
IcC	0,42	0,38	0,30	0,29	0,30	0,27	0,25	0,25
IcN	0,85	0,65	0,82	0,70	0,83	0,72	0,55	0,54
Nf rec en grano (%)		35		35		45		30
Nfrec. en MSt (%)		73		67		75		55

IcC e IcN = Índice de cosecha de C y de N

Nf rec. grano y MSt = porcentaje del N aplicado recuperado en el grano y en la MSt.

Para la última campaña, se destacan en primer lugar los muy bajos contenidos de N a la siembra (40-50 kg ha⁻¹) por las causas mencionadas; el año 1999 constituye el caso opuesto, con niveles de N de 120 y 240 kg ha⁻¹ en los testigos y en los tratamientos con fertilización nitrogenada, respectivamente, en los cultivos estivales previos. El bajo consumo de N en éstos últimos por la sequía estival de 1998/1999 fue la principal causa. Los altos contenidos de N en grano para el mismo año reflejan el adecuado suministro de este nutriente para el trigo.

Para el último año se registraron índices de cosecha tanto de carbono (IcC) como de nitrógeno (IcN) extremadamente bajos de 25% y 55%, siendo estos considerablemente menores que los obtenidos en los años previos de 27 a 42 % y 65 a 85 %, respectivamente. La baja radiación durante el período crítico del cultivo sin duda contribuyó a una menor producción de grano (Abbate P., com. pers.). En efecto, tanto la materia seca total (MSt) como el N total absorbido por el cultivo fueron similares a los valores de los otros años, siendo la MSt de 10,500 y 14,300 kg ha⁻¹ y el N absorbido de 100 y 165 kg ha⁻¹ en los testigos y en los fertilizados con 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

En tal situación el mayor contenido de N en los residuos (45%), puede atribuirse a los bajos rendimientos alcanzados.

La recuperación del N aplicado tanto en el grano (30 %) como en la MSt (55 %) fue bastante más baja que en los años restantes (35 a 45 % y 65 a 75 %, respectivamente), no obstante la aplicación tardía (20 de septiembre) del nitrógeno (urea). Esto debe atribuirse a las abundantes lluvias posteriores a la aplicación que causaron pérdidas de N por lixiviación aún con una fertilización cercana al período de alto requerimiento de N del cultivo.

En el mismo ensayo, no obstante los muy bajos contenidos de N a la siembra y las condiciones de lixiviación casi continuas existentes, los contenidos (%) de N en grano y en MSt y la absorción total (kg ha⁻¹) del N por el cultivo en los testigos fue similar y aún superior a la de los años previos. Esto puede atribuirse a las óptimas condiciones para la mineralización del N durante el ciclo del cultivo, por el adecuado contenido de humedad en la capa arable y por la mayor temperatura media en relación al promedio (Figura 3), desde mediados de septiembre hasta principio de noviembre, que corresponde también al período de alto requerimiento de N por el cultivo.

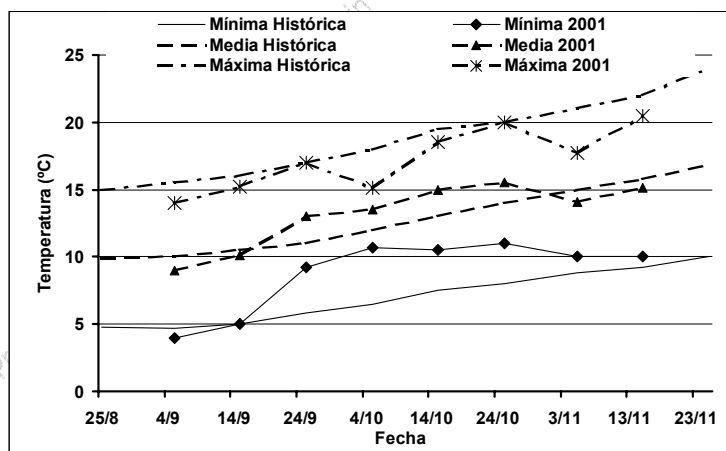


Figura 3: Temperaturas máximas, mínimas y medias del año 2001, comparadas con sus valores históricos. Unidad Integrada Balcarce. Fuente: Abbate, 2001.

Estas mismas condiciones favorecieron el crecimiento y la alta producción de MS del cultivo.

La mayor mineralización del N durante el desarrollo del cultivo y por lo tanto la mayor contribución de esta fracción a la nutrición del mismo en relación a otros años, puede deducirse a partir de los valores de eficiencia del N (E_N) de la última campaña que no difieren de la de otros años: 30 a 33 kg grano por kg de N(s+f), que incluye el estimado a la siembra (s) y el N aportado como fertilizante (f).

Las supuestas mayores pérdidas de N de las dos fracciones mencionadas fueron compensadas por un mayor aporte del N mineralizado, principalmente durante el período de mayor requerimiento del cultivo, por lo expresado anteriormente.

Si bien las variaciones térmicas entre lugares suelen ser menores que las hídricas, dada la amplitud de la región considerada, sería necesario evaluar la información climática de otros sitios (principalmente hacia el oeste como Tres Arroyos y Coronel Suarez) para efectuar consideraciones más valederas.

A título de ejemplo, en los Cuadros 3, 4, 5 y 6 se presenta la información elaborada a partir de los resultados obtenidos en lotes de producción de distintas zonas, en evaluaciones de distintos trigos, o en ensayos, en todos los casos facilitados por los profesionales que se mencionan en cada uno de ellos.

En los distintos establecimientos indicados en el Cuadro 5, tanto los rendimientos alcanzados en el último año (4500-5500 kg ha⁻¹), como los valores de E_N de 30 a 35 kg de grano/ kg de N(s+f) y de requerimiento de N estimado (kg de N por tonelada de grano obtenido), evidenciaron un manejo adecuado del N en este cultivo. Las menores eficiencias de N registradas en algunos casos deben atribuirse principalmente a la utilización de dosis de N superiores a las requeridas, o a la presencia de algún factor que afectó los rendimientos (ej: enfermedades).

En todos se destacan nuevamente los bajos contenidos de N previos a la siembra de la última campaña. Al evaluar la E_N en los trigos nacionales y en los trigos franceses, en general se obtuvo una mayor eficiencia (10-15 %) en estos últimos, y por lo tanto un menor requerimiento de N por unidad de producción de grano. Estas consideraciones son válidas para situaciones donde se aplicaron dosis similares y no excesivas de N, tal como lo indican los resultados obtenidos por Berg R. y Zamora M (Cuadro 6). En tales situaciones la cantidad total de N recuperado por el grano fueron similares entre distintos trigos, por ser menor la concentración de N (menor contenido proteico) en los trigos con mayor E_N (Cuadro 6).

Diferencias similares y aún superiores en rendimientos y en E_N entre los trigos nacionales y franceses, han sido registradas en la última campaña en la zona de Tandil y Azul (Calviño P., com. pers.).

Cuadro 3: Rendimientos (Rend.) y eficiencia de uso de N(s+f) (EN) en trigos nacionales (Nac.) y en trigos franceses (B10) en distintas áreas del sudeste bonaerense (Darwich, 2001).

Zona	Nº de lotes	Trigos	Ns (0-40 cm)	Nf	N (s+f)	Rend.	EN	
				(kg ha ⁻¹)		(kg tr/kg N)	(kg N/ton gr)	
Necochea, Lobería, Balcarce	7	Nac.	55	95	150	4600	31	33
Necochea	8	Nac.	45	95	140	4700	30	34
	4	B10	32	103	135	5100	37	27
Tres Arroyos	4	B10	45	103	148	5200	35	28
Tandil, Azul Juárez	7	B10	55	110	165	5000	30	33

Cuadro 4: Rendimientos y eficiencia de uso de N(s+f) (EN) en el área de Coronel Suarez (Guyot, CREA Coronel Suarez, 2001).

Zona	Lotes (Nº)	Trigos	Ns (0-40 cm)	Nf	N (s+f)	Rend. (kg ha ⁻¹)	EN	
						(kg tr/kg N)	(kg N/ton gr)	
Baja Serrana	25	Nac,	70	40	110	3250	30	34
	6	Nac,	80	60	140	4000	29	35

Cuadro 5: Rendimientos (Rend.) y eficiencia de uso de N(s+f) (EN) en distintos establecimientos de la Zona de la Costa (2001).

	Lotes (Nº)	Trigos	Fung.	Ns (0-40 cm)	Nf	N (s+f)	Rend. (kg ha ⁻¹)	EN	
							(kg tr/kg N)	(kg N/ton gr)	
CAMPOMAR – Ridruejo, E.									
2000	30 SD	---		75	55	130	4600	35	28
2001	16 SD	---	Si	60	80	140	4800	34	29
			No	65	70	135	4050	30	33
LA BENJAMINA – Pasqualini, P.									
2001	5 SD	---	Si	58	102	160	5550	35	29
BELLAMAR – Ortíz y Candelo									
2000	12	Nac.	No	90	70	160	4500	28	36
	5	B10	Si	100	110	210	5300	25	40
2001	4	Nac.	Si	50	80	130	4300	33	30
	5	B10	Si	60	120	180	5700	31	32
	12	Todos	---	55	95	150	4500	30	33

Cuadro 6: Rendimientos, eficiencia en el uso de N(s+f) (EN), contenido de N en grano y recuperación de N(s+f) en grano (Ngr/N(s+f)) en trigos nacionales: Pan (P) y Candeal (C), y en trigos franceses (B10) en la zona de Tres Arroyos (Bergh R. y Zamora M., 2002).

Localidad	Trigo	Ns	N(s+f) Kg ha ⁻¹	Rend, kg ha ⁻¹	EN kg tr/kg N	RN kgN/ton tr	Prot %	N %	N grano kg ha ⁻¹	Ngr/N(s+f) (%)
G,Chavez	P	50	135	3750	28	35	10,3	1,8	67	51
	C	“	“	3400	25	40	11,3	2,0	67	51
	B10	“	“	5100	38	27	9,0	1,5	80	59
S,,Mayol	P	45	140	5200	37	27	11,4	2,0	103	73
	C	“	“	3950	28	35	12,8	2,2	87	62
	B10	“	“	4900	35	29	10,3	1,8	88	63
El Carretero	P	30	130	4800	37	27	10,7	1,9	89	68
	C	“	“	5300	41	25	11,4	2,0	105	80
	B10	“	“	6100	47	22	9,4	1,6	98	75
Promedio	T	----	135	4600	34	30	10,8	1,9	86	64
	T C	----	“	4200	31	33	11,8	2,1	86	64
	B10	----	“	5400	40	26	9,6	1,6	89	66

AGRADECIMIENTOS

Esta información ha sido elaborada gracias a la colaboración de profesionales que se desempeñan en la región, tanto en instituciones públicas como en la actividad privada. Para todos ellos un profundo agradecimiento.

Prohibida su reproducción total o parcial sin consentimiento previo escrito del Autor