

## FACTORES QUE ALTERAN LA CONCENTRACION DE NITRATOS EN PLANTAS DE TRIGO \*

Hernán E. Echeverría

Depto. de Ecología y Técnica Cultural - Est. Exp. Reg. Agrop. INTA Balcarce  
Casilla de Correo 276 - (7620) Balcarce - Buenos Aires

### RESUMEN

Se analizó la incidencia de algunos factores sobre la concentración de nitratos en plantas de trigo mediante experiencias en el campo e invernáculo, en la E.E.R.A. INTA de Balcarce.

El contenido de nitratos, determinado potenciométricamente, disminuyó a lo largo del día siendo la concentración en tallos y vainas sustancialmente mayor que la correspondiente a la de hojas. La concentración de nitratos en planta aumentó significativamente hasta el período previo a la elongación de los tallos, para decrecer paulatinamente hacia la madurez, independientemente del genotipo de trigo empleado. La capacidad de acumular nitratos, no difirió significativamente, en las variedades más difundidas en la zona.

Estos resultados confirman que para diagnosticar deficiencias nitrogenadas en trigo, en base al contenido de nitratos en tejidos vegetales, es preciso definir el momento de muestreo, la parte de la planta a analizar y el estadio fenológico.

Palabras clave: trigo, deficiencias de nitrógeno, contenido de nitratos, momento de muestreo.

### FACTORS WHICH MAY AFFECT NITRATE CONCENTRATION IN WHEAT PLANTS

#### ABSTRACT

Field and greenhouse experiments were conducted at the Balcarce Experimental Station of INTA in order to study the effect of several factors on the nitrate concentration in wheat plants.

Nitrate concentration decreased throughout the day, with the concentration in stems and sheaths being substantially higher than that in leaves. Nitrate concentration in plant significantly increased up to the stage of stem elongation and gradually decreased thereafter in all genotypes tested. No significant differences were detected for nitrate accumulation among the cultivars most widely used in the region.

These results suggest that sampling time, plant part to be analyzed, and phenological stage, should be defined whenever the diagnostic of nitrogen deficiencies in wheat is based on the nitrate content of plant tissues.

Key words: wheat, nitrogen deficiencies, nitrate content, sampling time.

---

\* Trabajo presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, 1983.

## INTRODUCCION

La mayoría de los vegetales, por no poseer mecanismos que les permitan mantener asociaciones mutualísticas para la captación y reducción del nitrógeno (N) atmosférico, cubren sus necesidades de este elemento tomándolo de la solución del suelo bajo formas minerales, amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y preferentemente nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

La concentración de  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NO}_3^-$  en tejidos vegetales, como asimismo los factores que la condicionan, ha sido objeto de numerosos estudios debido a los peligros de intoxicación en humanos y animales (Maynard et al., 1976). Como consecuencia de los mismos se pudo determinar que los factores que inciden en la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en los tejidos vegetales son especie y variedad, parte de la planta y estado de madurez, intensidad luminosa y nivel de disponibilidad de N, agua y otros nutrientes (Crawford et al., 1961).

Debido a que la disponibilidad de N para un cultivo dado se vería reflejada en la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en tejidos vegetales, cuando los otros factores permanecen relativamente constantes, el contenido de  $\text{NO}_3^-$  sería un estimador de la respuesta a N, o sea de las necesidades de fertilización nitrogenada (Guettinger y Koehler, 1963). En efecto, para el sudeste de la provincia de Buenos Aires, se encontró una ecuación que permite calcular la respuesta a la fertilización nitrogenada del cultivo de trigo, en base al contenido de  $\text{NO}_3^-$  en hojas al macollaje (Berardo et al., 1980). Asimismo, y para el mismo cultivo, se ha señalado escasa variación en el contenido de  $\text{NO}_3^-$  a lo largo del día y una pequeña diferencia desde cuatro hojas a antesis, con un incremento sustancial en la etapa de llenado de grano (Berardo et al., informe final SECYT, 1981).

Dado que estos resultados no concuerdan con los hallados por otros autores, se programaron experiencias a campo e invernáculo, tendientes a confirmar la incidencia de momento de muestreo, especie, variedad, estadio fenológico y nivel de fertilización nitrogenada sobre la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en el cultivo de trigo.

## MATERIALES Y METODOS

Todas las experiencias descriptas a continuación fueron efectuadas en el campo experimental de la EERA INTA Balcarce. La primera de ellas se condujo durante las campañas trigueras 1981 y 1982 y las tres restantes en 1982.

### Experiencia I:

#### *Fluctuaciones diurnas de la concentración de $\text{NO}_3^-$ en plantas de trigo*

Los muestreos se efectuaron sobre un cultivo variedad San Agustín INTA, en el estadio de macollaje. Se tomaron cuatro muestras compuestas por 40 submuestras en cada uno de los horarios señalados en la Tabla 1. Dichas submuestras, constituidas por la fitomasa aérea de una planta de trigo, se extrajeron de sitios previamente identificados con estacas para reducir la variación entre muestreos.

El material vegetal fue inmediatamente remitido al laboratorio lavado con agua destilada, secado en estufa con circulación forzada de aire a 65°C por 30 horas y molido en un molino experimental "macro Wiley" con malla de un milímetro.

A partir del 23 de setiembre de 1982 y para evaluar el contenido de  $\text{NO}_3^-$  en distintas partes de la planta, se comenzó a fraccionar la muestra en hojas y tallos más vainas, operación que insumió menos de tres horas y que se efectuó previo al secado.

La extracción de  $\text{NO}_3^-$  se realizó agitando por media hora 2 g de material vegetal con 60 ml de solución extractora (sulfato de aluminio 0,0125 M, ácido bórico 0,026 M y nitrato de potasio 10 ppm) luego de lo cual se filtró a través de papel Whatman N° 91.

El contenido de  $\text{NO}_3^-$  fue determinado potenciométricamente con un analizador de iones (Orion 404), equipado con un electrodo específico y un electrodo de referencia. La solución extractora y una similar pero diez veces más concentrada en N fueron empleadas como patrones. Los resultados son expresados en partes por millón de nitrógeno como nitrato (ppm N- $\text{NO}_3^-$ ).

La información de temperatura, radiación y precipitación fue obtenida de los boletines de la Estación Agrometeorológica INTA Balcarce.

### Experiencia II a:

#### *Estadio fenológico, especie y nivel de fertilización nitrogenada sobre la concentración de $\text{NO}_3^-$ en plantas de trigo*

El ensayo se condujo sobre un Argiudol típico con las siguientes características: M.O. 5,5 por ciento; pH 5,6; P disponible (Bray y Kurtz 1) 7,1 ppm; C.I.C. 33,5  $\text{Cmol}_c \text{kg}^{-1}$  y textura franca.

Los tratamientos fueron: *Triticum durum* variedad Balcarceño INTA y *Triticum aestivum* variedad San Agustín INTA, con tres niveles de N, aplicados como urea a la siembra (0-50 y 100  $\text{kg ha}^{-1}$ ). Se empleó un



diseño en bloques completos con cuatro repeticiones.

El tamaño de las parcelas (6 x 20 m) fue lo suficientemente grande como para realizar todas las operaciones de labranza y cosecha con maquinaria convencional.

El 11 de agosto se efectuó la siembra a razón de 350 plantas  $m^{-2}$ . Se fertilizaron todas las parcelas con una dosis equivalente a 120 kg  $ha^{-1}$  de superfosfato triple de calcio, a la siembra, para evitar deficiencias de fósforo.

Durante el desarrollo del cultivo, y siempre antes de las 10 horas, se efectuaron ocho muestreos de material vegetal de un mínimo de 40 plantas por parcela. Las muestras fueron analizadas siguiendo la metodología descrita en la Experiencia I.

También se realizaron seis muestreos de suelo para estimar la concentración de las formas minerales de N, como asimismo para conocer la disponibilidad de agua para el cultivo. De cada parcela se extrajeron dos muestras (0-20 y 20-40 cm) compuestas de no menos de 10 submuestras cada una. La determinación de humedad se efectuó gravimétricamente y por microdestilación por arrastre de vapor se determinó el contenido de  $N-NO_3$  y  $N-NH_4^+$ .

Con posterioridad a la cosecha, se determinó el contenido de proteínas por el método de Kjeldhal (% Prot = % de N x 5,7; Crampton y Harris, 1969).

#### *Experiencia II b:*

##### *Efecto del estadio fenológico, variedad, parte de la planta y stress hídrico sobre la concentración de nitratos en plantas de trigo*

Para evaluar el efecto de stress hídrico el diseño empleado fue propuesto por Stewart et al. (1977). Las variedades empleadas fueron Buck Nándú (de ciclo corto) y Buck Pucará (de ciclo largo).

El ensayo se implantó en un Argiudol típico con las siguientes características: M.O. 6,4 por ciento; pH 5,7; P disponible 31 ppm; C.I.C. 36,5  $Cmol_c kg^{-1}$  y textura franca.

La fecha de siembra para Buck Pucará fue el 23 de julio de 1982 y la de Buck Nándú el 11 de agosto de 1982 a razón de 300 y 320 plantas  $m^{-2}$  respectivamente.

Durante el desarrollo del cultivo, siguiendo la metodología descrita en la Experiencia II a se efectuaron 10 muestreos de material vegetal y 9 de suelo en Buck Pucará y ocho muestreos de material vegetal y ocho de suelo en Buck Nándú.

A partir del 29 de setiembre se partitionaron las plantas en hojas y tallos más vainas, para evaluar el contenido de  $NO_3$  en distintas partes de la planta.

#### *Experiencia III:*

##### *Efecto varietal sobre la concentración de $NO_3$ en plantas de trigo*

Se emplearon como tratamientos las variedades: San Agustín INTA, Balcarceño INTA, Buck Cencerro, Buck Napostá, Buck Nándú y Buck Pucará. El ensayo se efectuó en invernáculo y el arreglo escogido fue completamente aleatorizado con ocho repeticiones.

Las macetas se rellenaron con 800 g del suelo empleado en la Experiencia I, el cual fue enriquecido con 25 ml de  $NO_3NH_4$  0,25 N y 10 ml de Na ( $H_2PO_4$ ).  $H_2O$  1 M para poner de manifiesto la máxima concentración en  $NO_3$  en planta, en condiciones en que el P no es limitante.

El ensayo se sembró el 28 de agosto, a razón de siete semillas por maceta y a los 10 días se efectuó un raleo, para uniformar la densidad a cinco plantas por maceta. La humedad se mantuvo a capacidad de campo hasta el 30 de setiembre, fecha en que se realizó el corte de las plantas para su posterior análisis, siguiendo la metodología descrita en la Experiencia I.

## RESULTADOS Y DISCUSION

#### *Experiencia I*

Se observó una marcada reducción en el contenido de  $NO_3$  a lo largo del día tanto en hojas como en tallo más vainas (Tabla 1). Según Hageman et al. (1961) ello es consecuencia de un aumento en la actividad de la NR, la que en presencia de NADPH originado en la fotosíntesis, es capaz de reducir el  $NO_3$  (Losada, 1977). De esta manera, la concentración de  $NO_3$  en un momento dado es consecuencia de un balance entre la captación y translocación de  $NO_3$  desde el medio ambiente al interior de la célula y la reducción y posterior incorporación de N reducido en los precursores de aminoácidos (Falkowski, 1978).

Ninguno de los parámetros medidos se relacionó con la disminución en concentración de  $NO_3$  a lo largo del día. En el caso particular de la radiación total, estos resultados pueden explicarse considerando que las actuales variedades de trigo, logran una saturación lumínica con la mitad o la tercera parte de la radiación máxima (Dustone et al., 1973), razón por la cual se necesitan valores de radiación extremadamente bajos para que la concentración de  $NO_3$  se mantenga constante. Sería interesante la medición de radiación neta, ya que este parámetro probablemente muestra una asociación con la reducción de  $NO_3$  a lo largo del día.

La concentración de  $NO_3$  en tallos y vainas superó

TABLA 1: Concentración de N-NO<sub>3</sub> (ppm) en plantas de trigo en función de la hora de extracción de la muestra y características climáticas de los días de muestreo.

Fecha	Hora de muestreo											Temp. media	Horas de sol	Radiación global (L.y. día <sup>-1</sup> )
	5.30	7.00	8.30	10.00	11.30	13.00	14.30	16.00	17.30	19.30				
21-10-81	1.097	1.156	1.006	794	981	769	675	666	625	388		13,2	7,0	546
22-10-81	838	807	663	582	469	450	447	353	213	210		14,5	11,3	709
	6.00		9.00		12.00		15.00		18.00					
17-9-82	8.063		6.450		5.900		4.140		3.450			7,8	6,0	439
22-9-82			2.746		2.543		2.453					18,7	10,2	357
23-9-82			1.343 (H)				810 (H)					11,1	10,5	375
			7.100 (T)				6.015 (T)							
24-9-82			1.261 (H)				998 (H)					13,5	4,8	474
			6.187 (T)				6.000 (T)							
27-9-82			1.913 (H)				1.148 (H)					6,5	2,4	472
			6.900 (T)				6.090 (T)							
4-10-82			1.660 (H)				1.140 (H)					10,5	4,0	516
			5.400 (T)				4.750 (T)							

(H): Hojas

(T): Tallo más vainas.



varias veces la de hojas. Hanway y Englehorn (1958), Wright y Davison (1964) y Schrader (1978) encontraron resultados coincidentes y ésto es consecuencia de los roles de ambos órganos, ya que los tallos tienen funciones principalmente de translocación y las hojas de reducción y asimilación (Crawford et al., 1961). Por las mismas razones la disminución en concentración de  $\text{NO}_3^-$  a lo largo del día es porcentualmente mucho más acentuada en hojas que en los tallos y vainas.

#### Experiencia II a:

Para ambas especies, tanto las concentraciones de  $\text{NO}_3^-$  en planta, como los contenidos de N disponible en el suelo a lo largo del ciclo no difieren significativamente ( $P \leq 0,05$ ). Por lo tanto, en la Fig. 1 se exponen los valores promedios de estos parámetros. A fin de facilitar la interpretación, se presenta para cada fecha de muestreo, el estadio de desarrollo según Feekes (Large, 1954).

Se observa una gradual disminución en los contenidos de N disponible en el suelo a medida que se desarrolla el cultivo. No se manifiestan diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en los distintos tratamientos, aún para el primer muestreo efectuado 23 días después de la siembra, en el que se esperaba encontrar un nivel de  $\text{NO}_3^-$  sustancialmente mayor en el tratamiento fertilizado.

La concentración de  $\text{NO}_3^-$  en planta aumenta hasta un máximo en el estadio dos de la escala de Feekes y con posterioridad decrece paulatinamente hasta llegar a un mínimo en la madurez. Este comportamiento ha sido previamente descrito por Baker y Tucker (1971), Gul Azam y Kolp (1960), Gordon et al. (1962) y Crawford et al. (1961) en trigo, avena, cebada, pasturas y arroz, con distintas dosis de fertilizante nitrogenado aplicado a la siembra. La declinación gradual hasta la madurez, es explicada en parte por Crawford et al. (1961), considerando la disminución de las formas disponibles de N para el cultivo en el tiempo, además de un efecto de dilución por una intensa actividad fotosintética a partir del estadio tres de la escala de Feekes. Este comportamiento se puede alterar ante stress hídrico intenso (Hanway y Englehorn, 1958) y ante aplicaciones fraccionadas de nitrógeno. Este fenómeno se puede detectar con mayor sensibilidad cuando se evalúan órganos de transporte (Gardner y Jackson, 1976).

Las dosis de nitrógeno aplicadas provocaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en el tejido vegetal desde el estadio dos al seis de la escala de Feekes. El escaso desarrollo radical y la baja disponibilidad de N, probablemente sean las cau-

sas por las cuales no se detectaron diferencias en germinación y fin de encañazón respectivamente.

Las condiciones climáticas muy favorables durante el ciclo del cultivo se ponen de manifiesto en los rendimientos máximos obtenidos (Fig. 2). Las diferencias entre los tratamientos 0 vs. 50 y 0 vs. 100 kg N son significativas ( $P \leq 0,05$ ) en ambas variedades, como asimismo son significativas ( $P \leq 0,05$ ) las diferencias entre variedades.

Considerando el rendimiento de los testigos y el porcentaje de proteínas, es posible calcular los kg de N en el grano. Si además se considera el N en el resto de la planta y un coeficiente de eficiencia medio de uso del N (Bartholomew, 1972), es factible estimar la disponibilidad de N en el suelo empleado. En este caso, los valores fueron de 150 a 160 kg/ha. Esto implicaría que durante el ciclo del cultivo la mineralización del N orgánico del suelo fue de aproximadamente 60-80 kg N/ha. Y esta cantidad, bajo las condiciones climáticas imperantes durante el ensayo, no resultó suficiente para alcanzar el máximo rendimiento, ni un porcentaje de proteínas elevado.

#### Experiencia II b

Durante el desarrollo del cultivo la cantidad y distribución de precipitaciones tornaron innecesario el riego suplementario, por lo que no fue posible evaluar el efecto de stress hídrico sobre la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en tejidos vegetales.

La fertilidad del suelo empleado en esta experiencia fue notoriamente superior a la del utilizado precedentemente. Esto es debido, en parte, a un contenido de M.O. superior, como asimismo a una notable diferencia en las cantidades disponibles de  $\text{N-NO}_3^-$  y  $\text{N-NH}_4^+$  (Fig. 3).

En esta experiencia se confirma lo observado en las precedentes, ya que se manifiesta una gradual disminución en las formas disponibles de N en el suelo. La concentración de  $\text{NO}_3^-$  en plantas aumenta significativamente al comienzo, para decrecer paulatinamente hacia la madurez y la concentración en tallos y vainas supera sustancialmente la de hojas.

Es interesante destacar que tanto para las especies de la experiencia anterior, como para las variedades de distinto ciclo que participan de ésta, la máxima concentración de  $\text{NO}_3^-$  se detecta en la misma fecha, independientemente del día en que se implantó el cultivo, habida cuenta de que todas ellas fueron implantadas en la fecha recomendada para cada especie o cultivar. Esto permitiría suponer que la máxima acumulación de  $\text{NO}_3^-$  se produce previo a la elongación y por lo tanto, respondería indirectamente a un mecanismo fotoperiódico.

Los rendimientos de esta experiencia no se presentan debido a que la demora en el inicio de la cosecha, ocasionó pérdidas variables por desgrane en las parcelas.

*Experiencia III*

Pese a ser trigos de distinto tipo y ciclo, su capacidad de acumular  $\text{NO}_3^-$ , al menos bajo condiciones de invernáculo, no difiere significativamente ( $P \leq 0,05$ )

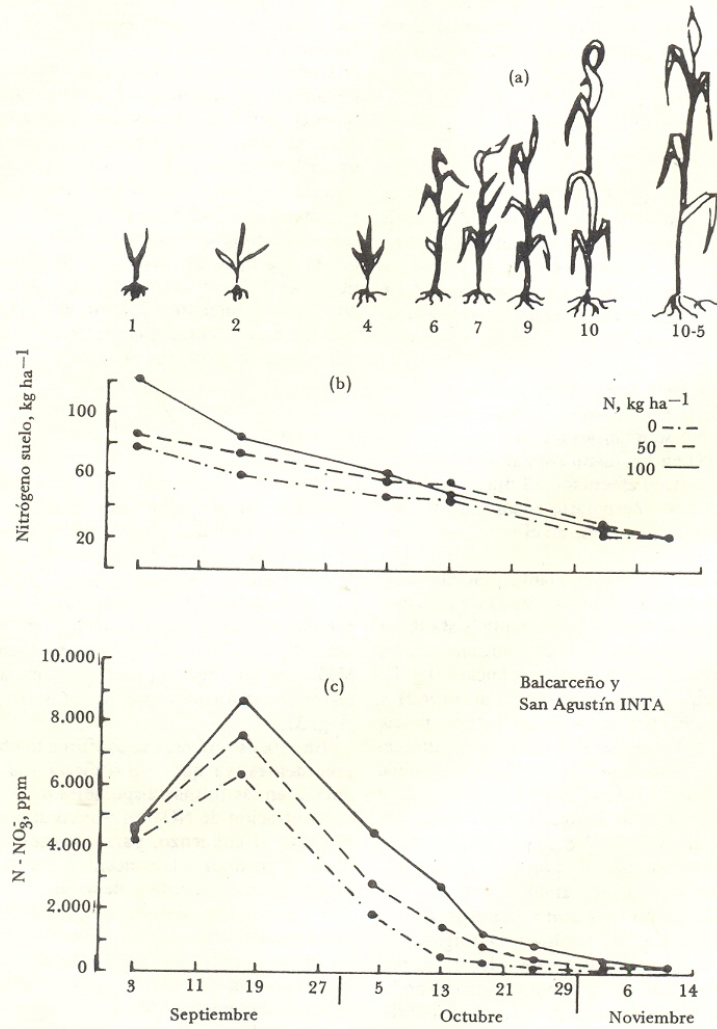


Fig. 1: Estadios de desarrollo según Feekes (a). Promedios de los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, (b), y promedios de concentración de  $\text{N-NO}_3^-$  (ppm) en plantas de trigo San Agustín y Balcarceño INTA (c) a lo largo del ciclo del cultivo.



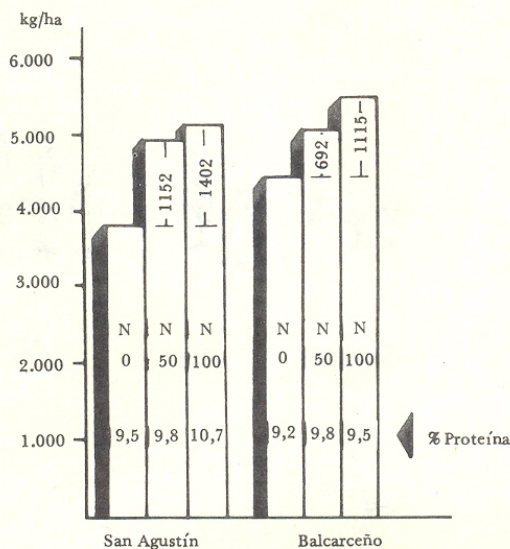


Fig. 2: Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) y contenido de proteína (a) de San Agustín y Balcarceño INTA.

(Tabla 2). Esto sugeriría poca variabilidad genética del material empleado para este carácter, Huffaker y Rains (1978), en cambio, han encontrado bajo condiciones de campo, diferencias en concentración de NO<sub>3</sub> importantes en variedades pertenecientes a la colección de trigo de la Universidad de Davis, California, E.U.A.

Debido a que no se detectaron diferencias en la capacidad de acumulación de NO<sub>3</sub> sería interesante

TABLA 2: Concentración de N-NO<sub>3</sub> en 6 variedades de trigo bajo condiciones de invernáculo.

Variedad	Concentración N-NO <sub>3</sub> (ppm)
Buck Ñandú	15.192
San Agustín INTA	15.515
Buck Pucará	15.176
Buck Cencerro	15.041
Buck Napostá	15.036
Balcarceño INTA	15.099

evaluar el comportamiento de estas variedades en torno a captación, reducción y retraslocación de N al grano. Esto permitiría identificar características interesantes para incorporarlas como criterio de selección

en programas de mejoramiento tendientes a elevar la eficiencia de utilización del N disponible (Löffler y Busch, 1982).

### CONCLUSIONES

- El contenido de NO<sub>3</sub> en plantas de trigo disminuye a lo largo del día y la concentración en tallos y vainas supera sustancialmente la de hojas, no obstante la reducción porcentual es más acentuada en hojas que en tallos y vainas.
- La concentración de NO<sub>3</sub> se incrementa hasta un máximo previo a la elongación para disminuir a un mínimo en madurez, independientemente del genotipo de trigo.  
La capacidad de acumular NO<sub>3</sub> en las variedades más difundidas de la zona, no difieren significativamente.
- Se corroboró que la mineralización del N orgánico del suelo, a medida que se desarrolla el cultivo, contribuye a la nutrición nitrogenada del mismo, no obstante, las formas disponibles de N en el suelo disminuyen gradualmente a la madurez.

En definitiva los resultados obtenidos concuerdan con la literatura y por lo tanto, la metodología de detección de deficiencias nitrogenadas en trigo, por me-

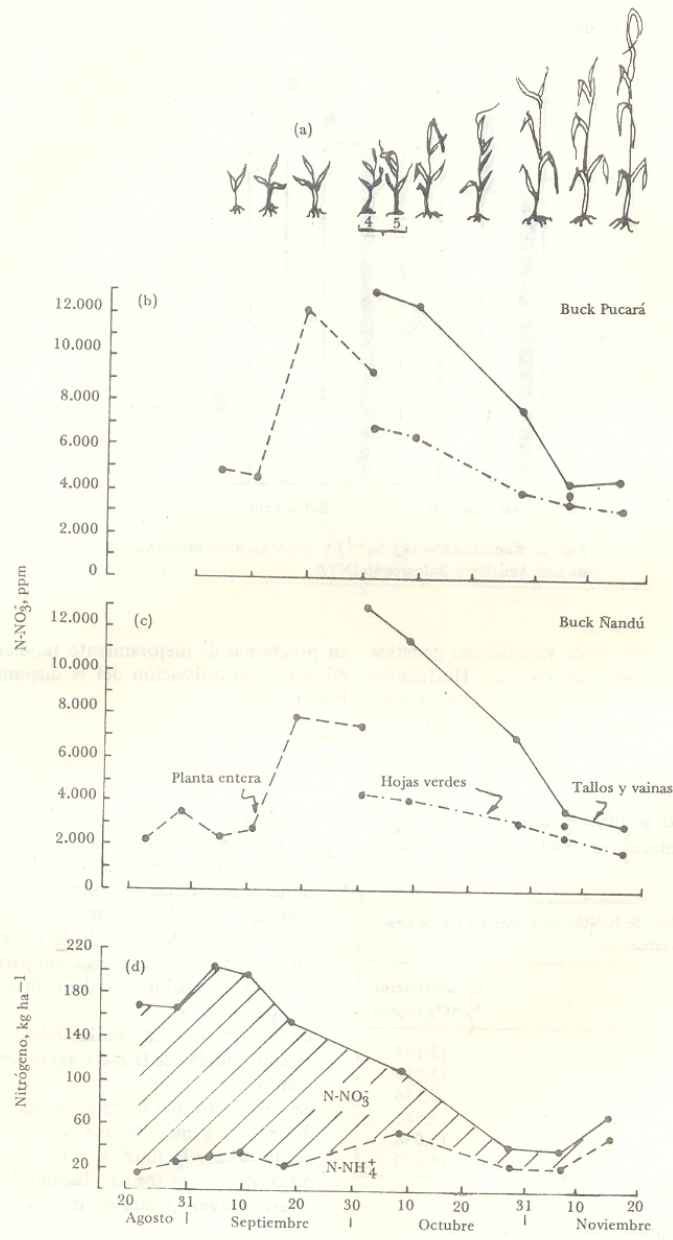


Fig. 3: a) Estadios de desarrollo según Feekes, b) Concentración de  $N-NO_3^-$  (ppm) en plantas de Buck Nandú, c) Pucará, d) Niveles de nitrógeno en el suelo; promedios  $kg\ ha^{-1}$ .



dio del análisis de tejidos vegetales puede tener perspectivas de éxito, siempre que se consideren los factores que alteran el contenido de nitratos tales como hora del muestreo, estadio fenológico y en especial muestreo de tejidos de conducción.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a los Ings. Agrs. M. I. Travasso, F. O. García, N. S. González y C. A. Navarro.

#### REFERENCIAS

- Baker, J. M. and B. B. Tucker, 1971. Effects of rate of N and P on the accumulation of  $\text{NO}_3^-$  - N in wheat, oats, rye and barley on different samplig dates. *Agron. J.* 63: 204-207.
- Bartholomew, W. V. 1972. Soil nitrogen, supply processes and crop requirements. Raleigh, North Carolina State University. Tech. Bull. N° 6, pp. 78.
- Berardo, A.; C. Navarro y H. Echeverría, 1980. Relación del contenido de fósforo disponible en el suelo y de nitratos en planta con la respuesta a la fertilización fosfatada y nitrogenada en trigo. En Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, 9a. Paraná. Argentina. II pp. 515-526.
- Broadbent, F. E. and T. Nakashima, 1967. Reversion on fertilizer nitrogen in soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 31: 648-652.
- Crampton, E. W. and L. E. Harris, 1969. Applied animal nutrition Ed. C. W. Salisbury y E. W. Crampton San Francisco. California.
- Crawford, R. F.; W. K. Kennedy and W. C. Johnson, 1961. Some factors that affect nitrate accumulation in forrajes. *Agron. J.* 53: 159-162.
- Dustone, R. L.; R. M. Gifford and L. T. Evans, 1973. Photosynthetic characteristics of modern and primitive wheat species in relation to ontogeny and adaptation to light. *Aus. J. Biol. Sci.* 26: 295-307.
- Falkowski, P. G., 1978. The regulation of nitrate assimilation in lower plant. In Nielsen, D. and Mc. Donald J. (ed). Nitrogen in the enviroment. pp. 143-155. New York. Academic Press.
- Gardner, B. R. and E. B. Jackson, 1976. Fertilization, nutrient composition, and yield relationships in irrigated spring wheat. *Agron. J.* 68: 75-78.
- Gordon, C., K. A. M. Decker and H. G. Wiseman, 1962. Some effects of nitrogen fertilizer, maturity and light on the composition of orchardgrass. *Agron. J.* 54: 376-378.
- Guettinger, D. L. and F. E. Koehler, 1963. Accumulation of nitrates in several oat varieties at various stages of growth. *Agron. J.* 52: 504-506.
- Habeman, R. H.; D. Flesher and A. Gitter, 1961. Diurnal variation and other light effects influencing the activity of nitrate reductase and nitrogen metabolism in corn. *Crop Science* 1: 201-204.
- Hanway, J. J. and A. J. Englehorn, 1958. Nitrate accumulation in some Iowa crop plants. *Agron. J.* 59: 331-334.
- Huffaker, R. C. and D. W. Rains, 1978. Factors influencing nitrate acquisition by plants, Assimilation and fate of reduced nitrogen. In Nielsen, D. and J. Mc. Donald (ed). Nitrogen in the enviroment. pp. 1-43. New York Academic Press.
- Large, E. C., 1954. Growth stages in cereals. Illustrations of the Feekes scale. *Plant Pathology* 3: 128-129.
- Loffler, C. M. and R. H. Busch, 1982. Selection for grain protein, grain yield and nitrogen partitioning efficiency in hard red spring wheat. *Crop. Sci.* 22: 591-595.
- Losada, M., 1977. Los distintos tipos de fotosíntesis y su regulación. *Investigación y Ciencia.* 7: 7-18.
- Maynard, D. N.; A. V. Barker, P. L. Minotti and N. H. Peck, 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. in Agron.* 28: 71-118.
- Schrader, L. E., 1978. Uptake, accumulation, assimilation and transport of nitrogen in higher plants. In Nielsen O. and Mc. Donald, J. (ed). Nitrogen in the environment pp. 101-141. New York. Academic Press.
- Stewart, J. L.; R. E. Danielson; R. J. Hanks; E. B. Jackson; R. M. Hagan; W. P. Pruitt, W. T. Franklin and J. P. Riley, 1977. Optimizing crop production trough control of water and salinity levels in the soils. Utha Water Lab. PRWG 151-1 Logan. Utah.
- Wright, M. J. and K. L. Davison, 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. in Agron.* 14: 197-217.