

Impacto de la Fertilización Nitrogenada Sobre la Producción y la Composición Química de Trigo Doble Propósito y Otros Forrajes Invernales. Revisión Bibliográfica.

Denda, S. S.

Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam, General Pico, La Pampa.

Email: rmartin@generalpico.com.ar

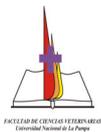
RESUMEN

En el centro-este del país, el cultivo de trigo y la ganadería forman una parte importante de ingreso de las explotaciones agropecuarias. La producción ganadera se basa en el uso de recursos forrajeros perennes y cultivos forrajeros anuales de uso invernal. Los verdes invernales son integrantes indispensables de la cadena forrajera de la invernada o la producción lechera en esta región. La denominación “trigo doble propósito” (TDP) hace referencia a la utilización de este cultivo con dos objetivos: la alimentación de animales en pastoreo durante el estadio de crecimiento vegetativo y la producción de grano. Así, el TDP es una alternativa forrajera en los sistemas mixtos agrícola-ganaderos. La importancia radica en que en este período invernal existe una disminución en la oferta de forraje y simultáneamente se incrementa la competencia por el uso del suelo con cultivos exclusivamente para grano. De esta manera, el uso de TDP puede generar una mayor eficiencia en la utilización de los recursos disponibles. Sumado al uso indiscriminado del suelo, el nitrógeno (N) es el mineral que produce mayores respuestas en los vegetales, encontrándose generalmente en déficit en la mayoría de la superficie del país. Según la bibliografía revisada la fertilización nitrogenada aumenta la producción de materia seca (MS), como también adelanta el periodo de utilización de forraje. Sobre la composición química aumenta el porcentaje de proteína bruta (PB) en el vegetal y tiende a disminuir los carbohidratos no estructurales solubles (CNES); sobre los demás componentes nutricionales parece no tener un efecto marcado.

Palabras clave: trigo doble propósito, forrajes invernales, fertilización nitrogenada, composición nutricional.

SUMMARY

Wheat crop and livestock raising are an important source of income in the center east of the country. The livestock yield relies on perennial forage resources and yearly forage crops during the winter. Winter grasses are an essential part of the forage chain in the fattening season for cattle or milk production in this region. The so-called dual purpose wheat (DPW) refers to using this crop with two aims: cattle grazing and crop yield. Thus, the dual purpose wheat is a forage option in farming and livestock raising mixed systems. During the winter season there exists a decline in forage supply and at the same time the demand for grain crops increases. In this way DPW may produce greater efficiency in the utilization of the available resources. Due to the irrational use of the soil, nitrogen (N) is in great shortage in most of the country's surface. According to bibliography nitrogenous fertilization increases dry matter (DM) yield and hastens the cycle of forage utilization as well. The percentage of wheat gross protein (GP) increases



while non structural soluble carbohydrates tend to diminish. Nevertheless, nitrogenous fertilization seems to have no pronounced effect on the other nutritional components.

Key words: dual purpose wheat, winter forages, nitrogenous fertilization, nutritional composition.

INTRODUCCION

La producción ganadera basada en la utilización exclusiva de pasturas perennes se encuentra limitada por la baja disponibilidad de las mismas desde fines del otoño hasta principios de la primavera. Resulta difícil encontrar un sistema de producción viable física y económicamente, cuya demanda coincida con esta oferta de forraje marcadamente estacional. Ante esta situación, la inclusión de verdes invernales en la cadena forrajera constituye una estrategia de manejo que permite corregir el déficit forrajero invernal (Rosso y Verde, 1992).

Sin embargo, en los sistemas mixtos la competencia que se genera entre agricultura y ganadería hace que el productor limite al máximo la superficie destinada a los verdes. En el centro-este del país, región integrada por diversas provincias (Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Córdoba y La Pampa), el cultivo de trigo constituye la actividad agrícola de mayor importancia en amplias zonas. En los últimos años se observa una expansión de dicho cultivo, acompañada de una retracción o concentración de la actividad ganadera.

El incremento de la agricultura está acompañado por un aumento de la inestabilidad productiva y económica de las explotaciones, relacionada a las variaciones climáticas comunes de cada región. La práctica de cultivos de doble propósito es una alternativa viable en los sistemas mixtos agrícola-ganaderos por proporcionar forraje durante el periodo invernal, reduciendo la competencia por el uso del suelo con los cultivos exclusivamente para grano, y brindando mayor estabilidad de producción. Teniendo en cuenta la magnitud de la superficie destinada al cultivo de trigo, es importante considerar que, además de la producción de grano para cosecha, el forraje verde producido puede ser de utilidad simultáneamente para la producción bovina. Esta doble producción de grano y forraje sobre la misma superficie, sobre todo con granos de alto valor, resulta de gran interés económico. Parte de este interés radica en la diversificación, dado que se cuenta con dos productos de cotizaciones independientes (Arroquy, 2000).

Por efecto de la degradación de los suelos se ven afectadas las propiedades físicas, químicas y biológicas. El nitrógeno (N) es el nutriente que presenta deficiencias más generalizadas en toda la región. La fertilización es una práctica usada para obtener mayores rendimientos por unidad de superficie. En cultivos de cosecha incrementa el rendimiento y el porcentaje de grano, con una mayor eficiencia en el uso del agua (Fagioli y Bono, 1982; Loewy, 1995). Son numerosos los trabajos que evalúan el impacto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de grano, pero muy pocos los que indagan acerca de sus efectos sobre la composición nutricional del forraje producido y las consecuencias sobre la respuesta animal.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo es revisar la bibliografía acerca del efecto de niveles crecientes de fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa vegetal, y el valor nutricional del forraje en general y de TDP. Además, se discutirá si la magnitud de los cambios esperados en la composición del forraje puede afectar la productividad animal.

2.1. *Trascendencia del trigo doble propósito.*

El TDP tiene una amplia difusión en varios países del mundo, como Australia, Nueva Zelanda, España y Estados Unidos. En este último, ensayos realizados en los estados de Oklahoma, Kansas, Texas, Nuevo México, Colorado, Wisconsin, Indiana, Montana y Oregon hacen referencia a la importancia de los resultados económicos de su utilización (Davidson, 1995; Delgado, 1989; Díaz-Rosello et al., 1993; Krenzer, 1995; Redmon et al., 1995). En Uruguay, un 30-40% de la superficie sembrada anualmente es ocupada por TDP con variedades de ciclo largo, las cuales son pastoreadas una o dos veces durante el ciclo vegetativo según las condiciones climáticas y la fecha de siembra (Travella, 1995).

En nuestro país, el TDP tuvo gran difusión durante la década del 60, donde el 28% de la superficie de trigo en la provincia de La Pampa se destinaba al pastoreo de ovinos (Hernández, 1969; Coscia, 1967). Posteriormente, la introducción de nuevos cultivares y la disminución de la ganadería ovina, provocaron que los productores abandonaran su cultivo y en la actualidad esta práctica no es utilizada en forma masiva.

Según datos obtenidos de la SAGPyA, la producción del cultivo de trigo en el país ha ido en aumento a partir de la campaña 1998/99 (Cuadro 1). Si consideramos la apertura de los mercados a la exportación y los valores actuales a precio dólar para exportación, la superficie destinada a siembra irá en aumento, afectando directamente la superficie ganadera.

Cuadro 1. Producción total de trigo en la República Argentina entre 1998 y 2005 (SAGPyA, 2005).

Campaña	Área Sembrada (has)	Área Cosechada (has)	Producción (tn)	Rendimiento (kg/ha)
1998/99	5.453.250	5.399.080	12.443.000	2304,65
1999/00	6.300.000	6.153.440	15.302.560	2486,83
2000/01	6.496.600	6.408.045	15.959.352	2490,52
2001/02	7.108.900	6.840.720	15.291.660	2235,39
2002/03	6.300.210	6.050.210	12.301.000	2033,00
2003/04	6.035.857	5.718.012	14.534.000	2540,00
2004/05	6.240.000	6.040.000	16.000.000	2650,00

El aprovechamiento del cultivo como TDP puede influir positivamente, tanto en la rentabilidad como en la preservación del recurso suelo. Sin embargo, resulta crítico mantener un equilibrio en la utilización del TDP como verdeo invernal y la intensidad y duración del pastoreo, dado que estos aspectos pueden afectar la producción de grano. En este sentido, si el meristema apical de crecimiento es dañado se afectará el rendimiento de grano (Dunphy et al., 1982, Croy et al., 1984; Redmon et al., 1995). Además, tanto el cultivar de trigo utilizado como la fecha de siembra inciden sobre el potencial de uso como TDP (Redmon et al., 1995).

En general, los verdes invernales constituyen un recurso alimenticio de máxima importancia regional. Estos producen un forraje considerado de alto valor nutritivo, que normalmente se destina a cría y/o engorde de bovinos. Sin embargo, también pueden constituir una opción como pastoreo suplementario para animales de requerimientos de menor magnitud, tales como vacas de cría que consumen forrajes de baja calidad (Arelovich y Laborde, 2002).

La información existente presenta resultados variables sobre los efectos de manejo en la producción de cereales de invierno doble propósito, ya que la fisiología del trigo, el

manejo del pastoreo y la compensación de los componentes del rendimiento de grano confunden el desarrollo de interpretaciones del efecto de la defoliación sobre el rendimiento de grano.

2.2. Aspectos relativos a la producción de grano y utilización del forraje.

El rendimiento de los TDP, tanto en lo que respecta a la producción de forraje como a la de grano, está limitado por las condiciones ambientales, fundamentalmente precipitación pluvial, temperatura y disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Varios autores (Díaz-Rosello et al., 1993; Dalrymple, 1995) han informado que la producción de forraje en cultivos anuales se incrementa a medida que disminuye la intensidad de defoliación y se prolonga el período de descanso entre cortes. Sin embargo, Arzadún et al. (1997), en un ensayo de avena que combinó 3 intensidades de corte de altura (alta, baja y media) con 3 frecuencias de corte (alta, baja y media), concluyeron que la combinación de manejo que produjo más volumen de forraje fue la de alta intensidad de corte con períodos de descanso entre cortes de frecuencia media.

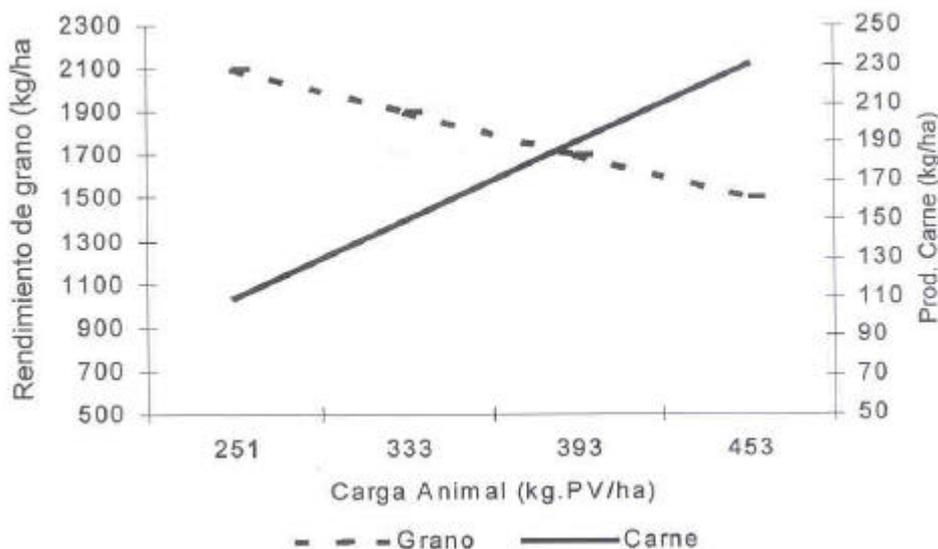
El manejo de la defoliación interactúa con factores ambientales y genotipos, controlando la supervivencia de macollos y el desarrollo de nueva área foliar posterior al corte. La recuperación del cultivo es dependiente en gran medida del estado hídrico del suelo, el nivel de nitrógeno y el genotipo. En cultivos doble propósito, al remover parte de la biomasa aérea se retira una importante cantidad de nitrógeno (Dunphy et al. 1984). Morris y Gardner (1958) trabajaron con avena, trigo y centeno e informaron que el nivel de extracción de N contenido en el forraje removido, con diferentes niveles de fertilización variaba entre 2,5 y 4,5%. Esta remoción de biomasa representaba entre 25 y 45 kg de nitrógeno por cada tonelada de MS extraída (Krenzer et al., 1995).

La magnitud del efecto del pastoreo de TDP de otoño a primavera sobre la producción de grano dependerá de la disponibilidad de humedad en el suelo al momento de la siembra y durante el crecimiento, de la fertilidad del suelo y de la intensidad de defoliación (Redmon et al., 1995). Regionalmente, la fecha de siembra parece tener más influencia que la intensidad de defoliación sobre la producción de grano. Arroquy (2000) encontró que por cada día de atraso de la siembra a partir de marzo, la producción de forraje se redujo, en promedio 19,15 kg de MS/día.

Una preocupación de los productores agropecuarios es la disminución del rendimiento de trigo si éste se utiliza para pastoreo. Cierta información existente sobre el rendimiento de grano asociado a la defoliación revela en general reducciones en la producción de grano para cosecha. Redmon et al. (1995) recopilaron información de varios ensayos realizados a fines del siglo XIX y principios del siglo XX en Estados Unidos donde presentaban incrementos y reducciones de rendimiento de granos entre un 40 y 50% con respecto a los trigos sin pastorear.

Tanto Hernández (1969) como Horn et al (1994) evaluaron la producción de carne y el rendimiento de grano en TDP y encontraron una relación lineal inversa entre ambas variables (Figura 2.1).

Figura 2.1: Producción de grano versus producción de carne. Adaptado de Horn et al. (1994).



En otros cereales de invierno (avena, cebada y triticale) sometidos a simulaciones de pastoreo también se encontraron reducciones del rendimiento de grano, con respecto a los no defoliados (Delgado, 1989; García del Moral et al., 1995).

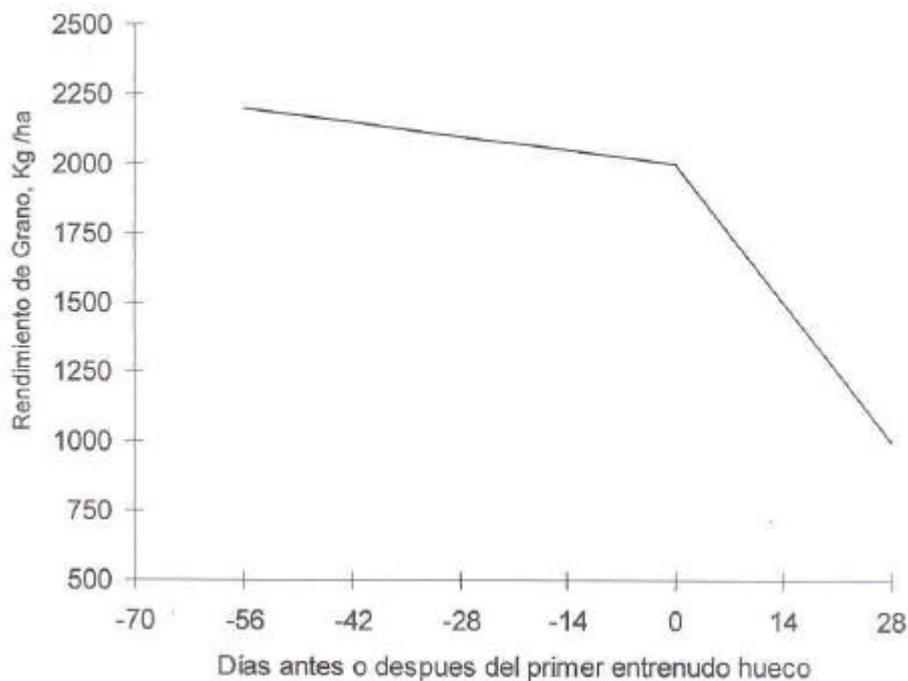
Sin embargo, bajo determinadas circunstancias de manejo, la defoliación no afectó el rendimiento de grano de trigo. Lerner et al. (1998) concluyeron que cuando el corte se realizó luego del estadio de espiguilla terminal el rendimiento de grano se redujo más del 50% con respecto al testigo sin defoliar, pero cortes previos a este momento no afectaron el rendimiento de grano. Dunphy et al. (1982) indican que la defoliación produce una reducción severa del área foliar y en consecuencia de los fotosintatos disponibles, en momentos en que los requerimientos de energía para crecimiento y reproducción son elevados. Así, una reducción en la disponibilidad de fotosintatos causó una disminución en el rendimiento de grano. Por lo tanto, los autores sugieren que las defoliaciones tardías reducen la capacidad del cultivo para recuperar el área fotosintéticamente activa durante la floración.

La diferenciación del ápice de crecimiento cuando pasa del estado vegetativo al reproductivo concuerda con la elongación del primer entrenudo. Al elongarse el extremo del ápice se eleva por encima del suelo y se ubica al alcance del animal, que puede dañarlo durante el pastoreo. Es de fundamental importancia que el pastoreo cese antes de la ocurrencia de este evento. La evidencia experimental indica que el rendimiento de grano no es afectado si se remueve el ganado como mínimo una semana antes de la elongación del primer entrenudo, o la aparición del “primer tallo hueco” (Krenzer et al., 1997).

La disminución del rendimiento por efecto de la defoliación fue inicialmente atribuida a la remoción de ápices meristemáticos cuando el pastoreo se extendió durante el periodo de encañazón. El daño mecánico que provoca el pastoreo o corte por la remoción de ápices reproductivos no sólo afecta el número de espigas, sino también el rendimiento individual de cada espiga. Esto es atribuido a que los macollos principales son los de mayor rendimiento individual y, al ser decapitados, la producción de grano deberá basarse exclusivamente en los macollos secundarios, que tendrán un periodo relativamente corto para poder alcanzar un desarrollo adecuado para la formación de espigas (Morris y Gardner, 1958).

Redmon et al. (1996) sostienen que el pastoreo o el corte deben finalizar cuando se detecta el primer entrenudo hueco y que un retraso de este momento provoca reducciones significativas en el rendimiento de grano (Figura 2.2).

Figura 2.2: Rendimiento de grano de acuerdo al momento de fin de pastoreo. Adaptado de Redmon et al. (1996).



El trigo presenta una gran similitud con otros cereales de invierno: posee alto valor nutritivo, fundamentalmente por su alta digestibilidad, gran palatabilidad durante el invierno, con un alto contenido de proteína bruta (PB), y bajo contenido de fibra (Romero et al., 1993), teniendo así características de manejo similares a otros verdes de invierno para producción de forraje.

Quiroga et al. (1996, 1998) y Duarte (1999) sostienen que, sin tener en cuenta el efecto del manejo, la productividad de los verdes depende de las características de la especie y cultivar, de la humedad y fertilidad del suelo, y de las temperaturas del ambiente y del suelo, como así también de la fecha de siembra.

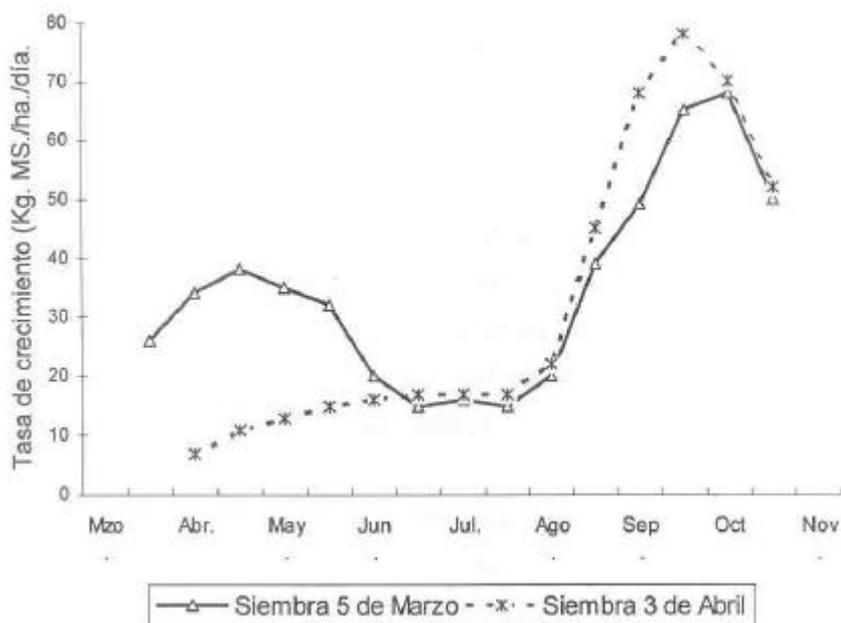
La fecha de siembra de verdes de invierno generalmente es llevada a cabo desde fines de verano a fines de otoño, dependiendo de la zona. En la región pampeana una alta proporción de la producción total de forraje de los verdes de invierno está concentrada en el mes de abril, indicando que un retraso en la siembra reduciría significativamente la producción total del verde. Varios trabajos coinciden con dicha afirmación (Amigone et al., 1995; Delgado, 1989; García del Moral et al., 1995; Krenzer, 1995; Josifovich et al., 1969).

Bergh y Duhalde (1992) trabajaron en trigos para pastoreo con siembras en abril y en mayo, obteniendo un 70% más de producción de forraje en la siembra de abril con respecto a mayo.

Arzadún (1988) evaluó la tasa de crecimiento de un verdeo de avena sembrado en diferentes fechas: temprana (5 de marzo) y tardía (3 de abril). Las tasas de crecimiento en la siembra temprana fueron 67% y 58% mayores en los meses de abril y mayo, respectivamente, comparadas con la siembra tardía. Durante junio y julio no hubo

diferencias, mientras que en los meses de agosto y septiembre la siembra tardía superó la tasa de crecimiento en sólo 10% y 23% al cultivo sembrado en marzo (Figura 2.3).

Figura 2.3: Tasa de crecimiento en verdeo de avena. Adaptado de Arzadún. (1988).

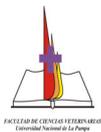


Los resultados variables en la reducción del rendimiento del forraje por siembras tardías son atribuidos principalmente a la variación en las condiciones climáticas durante el periodo de crecimiento del verdeo (Arzadún, 1988).

Existe una relación negativa entre el adelanto de la fecha de siembra y el rendimiento de grano, inversamente a lo que ocurre con la producción de forraje (Berh y Duhakde, 1992; Delgado, 1989; Krenzer, 1995). Pero, en el caso del uso de cultivares de ciclo largo sembrados temprano, es aconsejable uno o más pastoreos durante su ciclo vegetativo, debido a que el crecimiento excesivo otoño-invernal puede ser perjudicial para la producción posterior de grano (Travella, 1995). Según Mattheu et al. (1991), la acumulación de un volumen elevado de biomasa provoca un exceso de tejidos de baja actividad fotosintética. Cabe esperar que la defoliación provoque efectos positivos cuando se comparan cultivos sembrados en fechas muy tempranas, ya que en condiciones sin limitantes hídricas y nutricionales un cultivo de trigo define su potencial de rendimiento en base a la capacidad fotosintética que logra para la formación de órganos reproductivos (Dunphy et al., 1984).

2.3. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre los componentes de producción forrajera.

Los suelos de varias zonas agrícolas del país tienen bajos niveles de materia orgánica (MO) y son fácilmente vulnerables ante los dos tipos de erosión: hídrica y eólica. Las lluvias son la única fuente de humedad y el desfasaje entre precipitaciones y necesidades hídricas suele ser considerable. El avance de la agricultura y el mal uso del recurso suelo acentúan estas limitaciones, traducidas en bajos niveles de producción. Por efecto de la degradación de los suelos se ven afectadas las propiedades físicas, químicas y biológicas. El N es el nutriente que presenta deficiencias más generalizadas en toda la región (Bono et al., 1997).



Facultad de Ciencias Veterinarias General Pico - La Pampa, República Argentina

Las deficiencias de N pueden ser corregidas de dos formas: rápida, mediante fertilización, o lenta (progresiva), por el uso de pasturas a base de leguminosas. En el cultivo de trigo los requerimientos más altos de agua y nutrientes se producen en encañazón y espigazón, siendo estos los momentos más críticos, que ocurren en septiembre y octubre (Fagioli, 1972, 1976, 1977; Fagioli y Bono, 1984a, 1984c).

La fertilización es una práctica usada para obtener mayores rendimientos por unidad de superficie. En cultivos de cosecha incrementa el rendimiento y el porcentaje de proteína en grano, con una mayor eficiencia en el uso del agua (Fagioli, 1987; Fagioli y Bono, 1982; Fagioli et al., 1982; Loewy, 1995).

El cultivo de trigo es el que presenta mayor información sobre fertilización nitrogenada por ser uno de los principales cereales para cosecha debido a su importancia a nivel mundial en la alimentación humana (Berardo, 1994; Darwich, 1989, 1995; Loewy, 1990, 1996; Loewy y Ron, 1996; Melgar et al., 1996; Ron y Lowy, 1995; Das et al., 1994; Tonev, 1996; Abd et al., 1996).

Existe una correlación positiva entre aporte de N al suelo y la producción de grano. Adicionalmente, se ha encontrado una interacción entre la producción de grano, el contenido de proteína y la calidad del grano en trigos fertilizados con N. López Bellido et al. (1998) obtuvieron, con dosis de 50-100-150 kg de N/ha un aumento proporcional en producción de grano y en el contenido de N en los mismos. Según Abou Salama et al. (1995), a mayor cantidad de N utilizado y a mayor frecuencia de aplicación del fertilizante, el contenido de proteína en el grano aumenta. Justes et al. (1994) concluyeron que a medida que disminuye la cantidad de N utilizado disminuye el contenido de proteína en el grano.

La fertilización nitrogenada puede constituirse en una herramienta, no sólo para incrementar la producción y calidad del grano, sino también para inducir mayor producción de MS disponible para pastoreo en TDP. El uso de fertilizantes como el N puede generar cambios en la cantidad y composición química de la biomasa producida.

La fertilización nitrogenada incrementa la producción total de MS en diferentes forrajes. En este sentido, la efectividad de la fertilización parece variar con distintos factores ambientales. Así, la temperatura ambiente y el estrés hídrico influyen directamente en la tasa de mineralización del N en el suelo. Maddonni et al. (1995) compararon cultivos de trigo sembrados a campo, en laboratorio y en invernáculo, y encontraron que el nivel de mineralización del N varió al controlar el medio ambiente. Estos autores observaron que la correlación entre el N lábil del suelo y el contenido de materia orgánica resultó a campo menor que en invernáculo, y aquí menor que en el laboratorio.

Otro factor ambiental crítico es la disponibilidad de nitratos en el suelo durante el invierno, la cual es generalmente baja debido a la menor mineralización de N proveniente de la materia orgánica. Por lo tanto, el agregado de N a través del fertilizante produce aumentos significativos en la producción, a la vez que permite adelantar el primer aprovechamiento para consumo animal. El contenido de nitratos y la disponibilidad de agua en el suelo en el momento de la siembra son probablemente los dos factores que más inciden en el rendimiento de MS de verdeos como TDP. Contrariamente, precipitaciones elevadas distribuidas en el período de crecimiento de la planta, parecen influir negativamente sobre la absorción y eficiencia de utilización del N.

Según Mazzanti et al. (1997), la disponibilidad de N en el suelo es uno de los factores más limitantes para la producción de forraje en verdeos invernales, con variaciones estacionales de la concentración de N en el suelo, que es máxima a mediados de primavera y verano y mínima en invierno y principios de primavera. Así también,

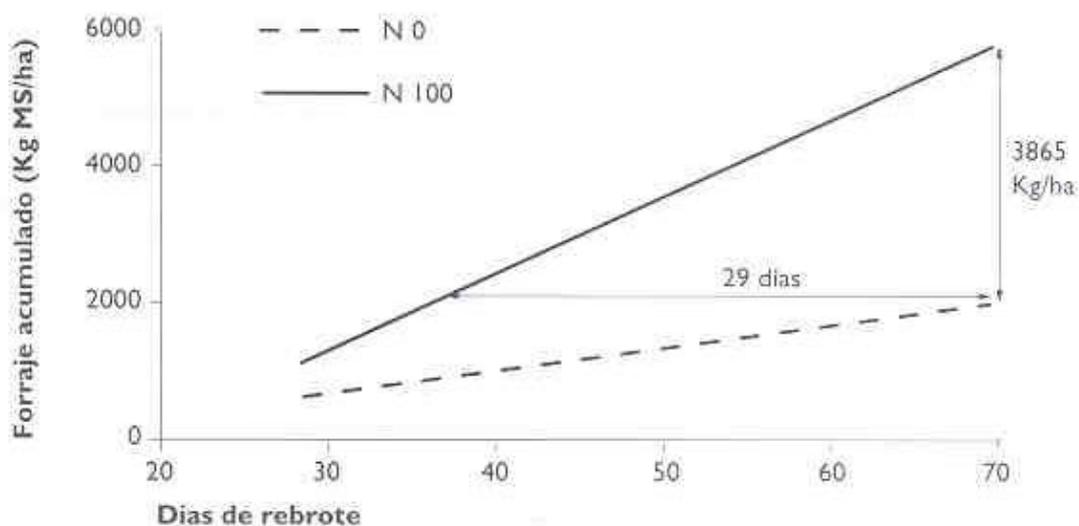
sostienen que la eficiencia de uso de la fertilización nitrogenada en verdeos de avena decae a medida que aumenta la dosis aplicada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tasa de crecimiento de verdeos de avena con distintas dosis de N (Mazzanti et al., 1997).

Dosis de Nitrógeno kg /ha	Tandil, 1994. kg/MS/día	Balcarce, 1995. kg/MS/día
0	55	29
50	129	69
100	154	73
150	206	107

Romero et al. (2001) hallaron que la producción de forraje en pasturas de cebadilla criolla aumenta con el incremento de las dosis de fertilizante nitrogenado. En general, la mayor eficiencia de utilización del N se logró con dosis de hasta 50 kg N/ha. Por encima de estos niveles de N, la tasa de producción fue menor y dependió de las características del suelo, dado que los ensayos tuvieron diferentes cultivos antecesores. En un experimento que tuvo como antecesor una pastura de cuatro años de alfalfa consociada con cebadilla, la producción de MS se incrementó con dosis de hasta 100 kg N/ha. Mientras que en un segundo experimento, con una cubierta de gramíneas puras, la producción de biomasa tuvo una respuesta positiva con dosis de hasta 200 kg N/ha. Además de incrementar la biomasa, la aplicación de fertilizante nitrogenado al finalizar el invierno adelanta significativamente el pico de producción primaveral de forraje, principalmente en gramíneas templadas (Mazzanti, 1994; Marino, 1995). Estos autores trabajaron con avena y raigrás anual, utilizando distintas dosis de fertilización nitrogenada (en forma de urea) y analizaron la producción de forraje en dos dimensiones. La primera de ellas se relaciona con la diferencia de forraje acumulado al finalizar el periodo de rebrote entre pasturas sin y con el agregado de N, y la segunda se relaciona con la anticipación con que las pasturas fertilizadas alcanzan el máximo forraje acumulado de las pasturas no fertilizadas. La Figura 2.4 representa el forraje acumulado de raigrás para 0 y 100 kg de fertilización con N. La flecha vertical muestra la ventaja que se logra en la producción de forraje al finalizar el periodo de acumulación cuando se comparan los tratamientos 0 y 100 kg de N/ha (3.865 kg MS/ha). La flecha horizontal, trazada entre la máxima acumulación de forraje del tratamiento sin N y la intersección con el tratamiento fertilizado, cuantifica la precocidad con que los tratamientos fertilizados alcanzan la máxima acumulación de los no fertilizados. En este caso se logra adelantar aproximadamente en un mes la máxima producción del raigrás no fertilizado.

Figura 2.4: Forraje acumulado de raigrás para 0 y 100 Kg de fertilización con Nitrógeno. Adaptado de Mazzanti et al. (1997).



Diaz-Zorita et al. (1995) concuerdan con lo expuesto anteriormente: la fertilización nitrogenada tiende a aumentar la producción temprana de forraje en otoño. Según Lobit et al. (2001) esto se debería al incremento en el número de hojas, lo que aumenta el aprovechamiento de N.

La aplicación de N incide sobre el desarrollo del área foliar de la planta aumentando la cantidad de radiación interceptada. Esto promueve la utilización de los carbohidratos para la síntesis de proteínas y tejido vegetal (Tisdale et al., 1993) y afecta la expansión foliar mediante el incremento de la división celular (Gastal, 1994).

La fertilización nitrogenada aumenta la longitud de las hojas y vainas, la densidad y el peso de los macollos y el ancho de las láminas (Mazzanti et al., 1997). Gonzalez et al. (2001) estudiaron el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el establecimiento de gramíneas forrajeras, y observaron que el N aplicado promovió también el crecimiento individual de los macollos y el desarrollo de vegetación adventicia.

2.4. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la composición química del forraje.

Al aumentar la producción total de MS se modifica la relación hoja/tallo del cultivo. Esto mejora la calidad nutricional del forraje, dado que las hojas son los componentes de mayor contenido de nutrientes y mayor digestibilidad (Gastal, 1988; Marino, 1996). Por otra parte, la fertilización con N puede modificar la composición química de la planta, en especial en cuanto a su contenido de proteína total y carbohidratos. Incluso, pueden afectarse las proporciones relativas de los mismos, su solubilidad y degradabilidad ruminal.

Frasinelli et al. (2001) estudiaron el efecto de la fertilización de una pastura con N sobre la dinámica de la digestión ruminal medida a través de la técnica "in situ" de animales en pastoreo. Para ello, utilizaron una pastura de *Digitaria eriantha* con dos tratamientos: sin fertilización y fertilizada con 200 kg urea/ha. Estos investigadores concluyeron que la fertilización nitrogenada aumentó significativamente la degradación ruminal de la proteína.

Candotti et al. (2001) evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada y el momento de corte sobre la producción y el valor nutritivo de Gatton panic (*Panicum maximum*), un forraje destinado a la henificación. Encontraron que la producción de forraje en los tratamientos fertilizados fue superior a la de los tratamientos no fertilizados, y que la fertilización con N y los cortes anticipados en estados avanzados de madurez

incrementaron la producción total y mejoraron el valor nutritivo del forraje cosechado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Producción de MS, PB, digestibilidad in vitro, y fibra detergente neutra para los factores fertilización y momento de corte (adaptado de Candotti et al., 2001).

Item	Fertilización		Momento de Corte	
	Control	50 kg N/ha	M0	M1
Producción, kg MS/ha	1.587a	2.877b	1.738a	2.726b
Proteína Bruta, %	5,6a	7,8a	5,0a	8,3b
Digestibilidad in vitro, %	56,9a	59,7a	54,3a	62,3b
Fibra detergente Neutra,%	69,7a	69,2a	71,5a	67,4b

MO: 100% de panojamiento en la pastura; M1: máxima producción de MS digestible/ha. En cada columna, los valores seguidos de diferentes letras difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

En otro estudio realizado sobre pasto clavel (*Hemarthria altissima*), Candotti et al. (2001) evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción forrajera y el contenido de PB en tres fechas durante su crecimiento (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción promedio de MS y contenido de PB en Pasto clavel (adaptado de Candotti et al., 2001).

Tratamiento	Producción MS (kg/ha)	PB (kg/ha)
Sin fertilizante	4.028b	156b
Fertilizante base (P + K)	4.445ab	170b
Fertilizante base + N (100 kg urea/ha)	5.327a	243a

En cada columna, los valores seguidos de diferentes letras difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Candotti et al. (2001) informaron que la fertilización nitrogenada aumentó la producción de MS y de PB/ha de pasto clavel en las distintas fechas de corte estudiadas. El incremento de PB sólo se manifestó hasta los 28 días de crecimiento. A partir de ese momento, la PB se diluyó por el incremento de MS (Cuadro 5).

Cuadro 5. Concentración promedio de la PB en pasto clavel (adaptado de Candotti et al., 2001).

Días de Crecimiento	PB (%)		
	Sin Fertilizante	Fertilizante Base	Fertilizante Base + N
28	5,53b	5,30b	8,70a
56	3,36a	3,45a	3,26a
84	3,86a	3,34a	3,88a

En cada columna, los valores seguidos de diferentes letras difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

A medida que la fertilización nitrogenada incrementa linealmente la concentración de N en el forraje, el contenido de Carbohidratos No Estructurales Solubles (CNES) disminuye significativamente. En estos casos, la concentración de CNES se correlaciona negativamente con el contenido de N en la planta (Marino et al., 1995). Esta correlación

se debería a la utilización de los CNES en la síntesis de proteínas destinadas al crecimiento. En 1997, los mismos autores trabajaron con avena y raigrás anual y también informaron un aumento en la concentración de N en el forraje y una disminución en el contenido de CNES durante la etapa inicial del rebrote invierno-primaveral. Con el transcurso de la acumulación del forraje, la concentración de CNES tiende a reestablecerse. La digestibilidad del forraje y el contenido de fibra no fueron marcadamente afectados por la fertilización nitrogenada (Mazzanti et al., 1997).

Johnson et al. (2001) evaluaron la respuesta de tres especies forrajeras tropicales a distintas dosis de fertilización nitrogenada. La fertilización con 78 kg N/ha incrementó en un 129 % la masa de forraje producido comparado con el tratamiento no fertilizado. Sin embargo, la adición por encima de 78 kg N/ha no produjo incrementos significativos en la masa de forraje, mientras que la digestibilidad de la MO y la concentración total de N tuvieron un incremento lineal. Así mismo, se observó que la Fibra Detergente Neutro (FDN) disminuyó con el aumento de la dosis de fertilizante nitrogenado.

En coincidencia con el trabajo precedente, Ryan et al. (1997) obtuvieron un incremento significativo de la biomasa y de la producción de grano en trigo cuando fertilizaron con 90 kg de N/ha, pero observaron un efecto muy pequeño en la concentración de N en el grano.

Cuomo et al. (1996) estudiaron aspectos relativos a la combinación entre fertilización nitrogenada y posterior quema de la biomasa en pastizales naturales. Los resultados mostraron un aumento en la concentración de PB de un 18% de magnitud, de la cual el 65% era proteína degradable en rumen.

Messman et al. (1991) evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad y el contenido de FDN, Fibra Detergente Ácida (FDA) y celulosa en cebadilla (*Bromus spp.*). La adición de N (98 kg/ha) no afectó significativamente a los parámetros medidos, mientras que los mismos se modificaron a medida que las plantas avanzaban en su estado de madurez. Brizuela et al. (1996) evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada y el pasaje de estado vegetativo a reproductivo sobre el valor nutritivo de dos cultivares de *Festuca arundinacea* que diferían en la flexibilidad de sus láminas. A excepción del porcentaje de PB, que fue marcadamente incrementada por la fertilización, las restantes variables analizadas fueron más afectadas por el cambio de estado vegetativo a reproductivo que por el agregado de N.

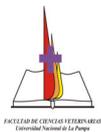
2.5. *Relación entre la composición química del forraje y la productividad animal.*

La composición química del forraje es el principal determinante del consumo voluntario y de la eficiencia de utilización con que el mismo se transforma en producto animal. El trigo, como forrajera invernal anual, presenta una composición química similar a otros verdes de invierno (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición química porcentual de diferentes verdes invernales sobre base seca (Adaptado de INPOFOS, 1998).

VERDEO	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Digestibilidad in vitro (%)
Avena	21	18	62	36	78
Centeno	20	20	61	31	70
Trigo	20	19	65	38	75

En bovinos a pastoreo sobre verdes invernales sin suplementación, se informaron ganancias diarias de peso de hasta 900 g/día (Arzadún et al., 1998) y con



suplementación hasta 1.200 gr/día (Paisley et al., 1998). Entre otros factores, la productividad animal sobre verdeos invernales dependerá de la composición del verdeo y de las características del suplemento.

Según Cherney (1982), la digestibilidad es una forma de estimar la calidad, y en los forrajes depende del contenido y estructura de las paredes celulares que condicionan la accesibilidad de los microorganismos del rumen. Con la madurez de la planta aumenta el contenido de la pared celular y por ende disminuye su digestibilidad. Asimismo, disminuye el contenido de calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg). Sin embargo, los productores de la región manifiestan dificultades en lograr altas ganancias de peso sobre verdeos invernales, principalmente avena y sobre todo en los meses de otoño. Elizalde y Santini (1992) sugieren que las bajas ganancias otoñales son debido a una relación inadecuada de proteína soluble (PS) y CNES, asociado a una baja concentración de MS en los primeros estadios de crecimiento. Ferri y Stritzler (1993), sostienen que contenidos de agua en los verdeos superiores al 85% han sido correlacionados con trastornos metabólicos, particularmente diarrea, desbalance electrolítico, deshidratación, depresión del consumo y bajos aumentos de peso.

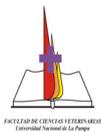
Mazzanti et al. (1997) sostienen que los aumentos en la producción, precocidad y la calidad nutritiva del forraje en invierno y principios de primavera logrados por el efecto de la fertilización nitrogenada, permitirían incrementar la dotación animal en dicho periodo, y con ello la productividad global de los sistemas de producción animal de la región.

En ensayos realizados en la EEA Gral. Villegas del INTA (Gonella, 1999) se efectuaron evaluaciones de la producción de carne sobre verdeos invernales fertilizados con nitrógeno durante dos temporadas. Se analizó el comportamiento al pastoreo de avena Millauquén INTA, triticale Don Norman INTA y raigrás Tama. En todos los casos, se trabajó con un elevado nivel de nitratos en el momento de la siembra y con la aplicación de 50 kg de urea/ha, en estadios de crecimiento temprano (3-5 hojas). Los resultados indican que la práctica de la fertilización nitrogenada en verdeos de invierno mejora la producción de carne para todos los cereales evaluados, anticipando la iniciación del pastoreo, con una mayor disponibilidad de forraje. Existió una depresión del nivel de aumento de peso individual básicamente para avena y triticale, indicando que los lotes fertilizados con N deberían manejarse con una suplementación estratégica de los animales durante el primer aprovechamiento para evitar deprimir el nivel de ganancia de peso en el peor trimestre del año. La fertilización nitrogenada deprimió el contenido de MS, pero aportó una diferencia de forraje que permite manejar mayor carga animal, aplicando una suplementación estratégica para sostener la ganancia individual.

La fertilización con N en TDP puede exacerbar el desbalance de PS, CNES y MS. Arelovich et al. (2003) discutieron distintos programas de suplementación que se pueden ajustar a estas situaciones para optimizar desde el punto de vista biológico la respuesta productiva del animal a pastoreo. Pordomingo et al. (2001) coinciden en que sería necesaria una suplementación energética para balancear la dieta sobre verdeos de alta producción otoñal. Sin embargo, sugieren que la suplementación invernal tendría efectos sustitutivos pero no aditivos sobre el consumo y el aumento de peso.

COMENTARIOS FINALES

La fertilización nitrogenada provoca cambios en la composición química de los forrajes, como así también un adelanto en el pico de producción de forraje y un incremento de biomasa vegetal. A medida que aumenta la dosis de fertilizante utilizado aumenta el % de PB aunque la eficiencia de uso de la fertilización decae a partir de ciertas



concentraciones de N. Los CNES tenderían a disminuir con la fertilización nitrogenada en un primer momento, pero luego se incrementarían con la madurez del vegetal. La FDN, FDA y Lignina no se verían afectados por la fertilización nitrogenada pero sí por el estado vegetativo del forraje.

El efecto de la fertilización nitrogenada estaría fuertemente asociado a factores ambientales, principalmente lluvias y nutrientes presentes en el suelo.

BIBLIOGRAFIA

Adb, E. L.; Hakem, Y. A. 1996. Management of nitrogen fertilization for wheat in sandy calcareous soil. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 27: 157-168.

Abou Salama, A. M.; Teama, E. A.; Allan, A. Y. 1995. Gradual application of nitrogen fertilization to wheat under sandy soil conditions. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 26: 1-8.

Amigone, M.; Kloster, A. M.; Latimori, N. J. 1995. Algunos factores que afectan el rendimiento de cereales forrajeros invernales. *Información para extensión N° 18*. INTA EEA-Marcos Juárez. 13 p.

Arelovich, H. M.; Laborde, H. 2002. Desarrollo y evaluación de estrategias de alimentación bovina de aplicación regional. *Segundas Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense*. 15 p.

Arzadún, M. J. 1988. Curvas de producción de verdeos de invierno. *XIII Congreso Argentino de Producción Animal*. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol. 8 (S1): 90-91.

Arzadún, M. J.; Vallejos, M. H.; Piersanti, M. M. 1997. Effect of frequency and intensity of defoliation on oat-vetch mixture. *Proceeding Grassland Congress*, N° 1441, p. 1230.

Arroquy, J. I. 2000. Producción de forraje y grano de trigo: efecto de la fecha de siembra, la intensidad de defoliación y la variedad. Tesis presentada para la obtención del grado de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.

Association of Official Agricultural Chemistry. 1988. Official methods of the A.O.A.C. Washington D.C.

Bergh, R. G.; Duhalde, J. M. 1992. Manejo del pastoreo en trigos de ciclo largo. Chacra Integrada-MAA-INTA-Barrow. Comunicación personal.

Bernardis, A. C.; Roig, C.; Balbuena, O.; Fernández, J. A. 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de forraje y proteína cruda de *Hemarthria altissima* en distintas fechas de crecimiento. *Revista Argentina de Producción Animal*, 21: 93-95.

Bray, R. H.; Kurtz, L. T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorous in soils. *Soil Science*, 59: 39-45.

Brizuela, M. A.; Tempone, L. B.; Cid, M. S.; Fay, P. J.; Cendoya, M. G. 1996. Efecto de la fertilización y estado de desarrollo sobre el valor nutritivo de dos cultivares de *Festuca*. *Revista Argentina de Producción Animal*.

Candotti, J. J.; Berti, R. N. 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada y el momento de corte en la producción y el valor nutritivo de *Gatton panic* (*Panicum maximum*) para henificar. *Revista Argentina de Producción Animal*, 21: 78-79.

Cherney, J. H.; Marten, G. C. 1982. Small grain Crop Forage Potential: I. Biological and chemical determinants of quality, and yield. *Crop Science*, 22: 227-231.

Coscia, A. A. 1967. Economía de los cereales de doble propósito. Informe Técnico N° 57. EEA-INTA Pergamino. 16 p.



- Croy, L. I. 1984.** Variety and species effects on forage quantity, forage quality and animal performance. National Wheat Pasture Symposium Proceedings. Division of Agriculture. Oklahoma State University, MP-115: 23-34.
- Cuomo, G. J.; Anderson, B. E. 1996.** Fertilización nitrogenada y efectos de la quema sobre la degradación de proteína ruminal y valor nutritivo de pastizales naturales. *Journal of Agronomy*, 88: 439-442.
- Dalrymple, R. L. 1995.** Rotational grazing of small grain pasture. Oklahoma Extension Service, Vol. 7, N° 19.
- Das, K.; Guha, B.; Das, S. Y. 1994.** Response of wheat varieties to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Journal of Agricultural Sciences Society of North East India*, 7: 182-183.
- Davidson, J. L. 1995.** Breeding wheat of association with pastures: an Australian experience. In: *Proceeding of the Internacional Workshop on Facultative and Double Purpose Wheat*. INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. p. 165-483.
- Delgado, I. 1989.** Incidencia del despunte invernal sobre la producción de grano de los cereales de invierno en regadío. *Investigación Agraria*. 4 (2).
- Díaz-Rosello, R.; Leguisamo, N.; Urchipia, A. 1993.** Pastoreo de Trigo. Revisión bibliográfica. Serie técnica N° 36. INIA, Montevideo, Uruguay.
- Díaz-Zorita, M.; Gonella C. 1995.** Fertilización nitrogenada en verdes de invierno en la región noroeste bonaerense. I. Producción primaria neta. *Revista Argentina de Producción Animal*, 15: 216-218.
- Dunphy, D. J.; McDaniel, M. E.; Holt, E. C. 1982.** Effect of forage utilization on wheat grain yield. *Crop Science*, 22: 106-109.
- Dunphy, D. J.; Holt, E. C.; Mc Daniel, M. E. 1984.** Leaf area and dry matter accumulation of wheat following forage removal. *Agronomy Journal*, 76: 871-874.
- Duarte, G. 1999.** Manejo del agua y fertilización del cultivo. CREA. Cuaderno Actualización Girasol N° 62.
- Fagioli, M.; Bono, A. 1982.** Contenido proteico del grano de trigo. *Publicación Técnica N° 22*. EEA Anguil INTA.
- Frasinelli, C. A.; Martínez Ferrer, J.; Stritzler, N. P.; Petruzzi, H. J.; Ferri, C. M.; Pagella, J. H.; Frigerio, K. 2001.** Fertilización nitrogenada de *Digitaria eriantha* y digestión ruminal medida in situ en novillos en pastoreo durante la primavera. *Revista Argentina de Producción Animal*, 21: 29-30.
- Gagliotti, M.; Romero, L. A.; Bruno, O. A.; Comeron, E. A.; Quaino, O. R. 1996.** Tabla de Composición Química de Alimentos. EEA. INTA-Rafaela Centro Regional Santa Fe. Editorial Perfil S.A. Buenos Aires.
- García del Moral, L. F.; Boujenna, A.; Yañez, J. A.; Ramos, J. M. 1995.** Forage production, grain yield, and protein content in dual-purpose triticale grown for both grain and forage. *Agronomy Journal*, 87: 902-908.
- Gastal, F.; Nelson, C. J. 1994.** Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. *Plant Physiology*, 105: 191-197.
- Gee, G. W.; Bauder, J. W. 1986.** Particle-size Analysis. In: *Methods of Soil Analysis* (Ed. A. Klute), Part 1. Madison. Wisconsin. USA.
- Gonzalez, M. P.; Colabelli, M. R. 2001.** Establecimiento de gramíneas forrajeras por siembra directa: efecto de la fertilización nitrogenada. *Revista Argentina de Producción Animal*, 21: 70-71.
- Hernandez, O. A. 1969.** Efecto de la época e intensidad de pastoreo sobre el rendimiento en grano de trigo doble propósito. RIA. Serie 2, *Biología y producción vegetal*, Vol.VI (9): 135-164.



- Horn, G.; Krenzer, G.; Bernardo, D.; Redmon, L.; Andrae, J. 1994.** Evaluation of wheat varieties in the wheat grain/stocker cattle enterprise. Wheatland Stocker Conference. August 19, 1994, Oklahoma. 25 p.
- INPOFOS.** Informaciones agronómicas. 1998. Guía Práctica de Ganadería Vacuna I. Bovinos para carne Región Pampeana INTA Fertilización de pasturas y verdes. Vol I: 1- 16.
- Johnson, C. R.; Reiling, B. A.; Mislevy, P.; Hall, M. B. 2001.** Efects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. *Journal of Animal Science*, 79: 2439-2448.
- Josifovich, J.; Maddaloni, J.; Serrano, A. 1969.** Época de siembra de verdes de invierno. EEA INTA Pergamino. Resultados comprobados. 13 p.
- Justes, E.; Meynard, J. M.; Mary, B.; Laurent, F.; Borin, M.; Sattin, M. 1994.** Jubil a new method of conducting the nitrogen fertilization in winter wheat crops. Proceeding of the third congress of the European Society for Agronomy, Padova. University, Abano-Padova, Italy. 18-22 Sep. p. 490-491.
- Krenzer, E. G. 1995.** Management practices and net returns in a wheat-stocker enterprise. Oklahoma Cooperative Extension Service, Vol. 7, N° 18.
- Krenzer, G.; Horn, G. W.; Redmon, L. 1997.** Economic impact of grazing termination in a wheat grain-stocker enterprise. Oklahoma Cooperation Extensive Service, PT 97-5: 37-45.
- Lerner, S. E.; Ponzio, N. R.; Lázaro, L. 1998.** Simulación de pastoreo: II. Crecimiento y rendimiento. In: Actas IV, Congreso Nacional de Trigo, 1998, 2:15-20.
- Lobit, P.; Soing, P.; Genard, M.; Habib, R. 2001.** Effects of timing of nitrogen fertilization on shoot development in peach trees. *Tree Physiology*, 21: 35-42.
- Loewy, T. 1995.** Fertilización y proteína en el grano de trigo en el SO bonaerense. Boletín Técnico N° 10. EEA Bordenave, INTA.
- Lopez Bellido, L.; Fuentes, M.; Castillo, J. E.; López Garrido, F. J. 1998.** Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 57: 265-276.
- Maddoni, G. A.; Marban, L.; González Montaner, J. H. 1995.** Mineralización del nitrógeno del suelo en el cultivo de trigo: comparaciones entre métodos de campo, laboratorio e invernáculo. *Ciencia del suelo*, 13: 52-59.
- Marino, M. A.; Mazzanti, A.; Echeverría, H. 1995.** Fertilización nitrogenada de cultivos anuales de invierno en el S.E. bonaerense. *Revista Argentina de Producción Animal*, 15: 179-184.
- Marino, M. A.; Mazzanti, A.; Echeverría, H., Andrade, F. 1996.** Fertilización nitrogenada de cultivos forrajeros invernales. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol. 16. Supl. 1: 248-249.
- Matthew, C.; Xia, J. X.; Chu, A. C.; Mackay, A. D.; Hodgson, J. 1991.** Relationship between root production and tiller appearance rates in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). In: *Plant growth: an ecological perspective*. Ed: D. Atkinson, University of Aberdeen.
- Mazzanti, A. 1994.** Primer curso sobre forraje conservado de alta calidad. Carlos Paz. Córdoba. PROPEFO INTA.
- Mazzanti, A., Marino, M. A., Lattanzi, F., Echeverria; H. A., Andrade, F. 1997.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad de forraje de avena y raigrás anual en el sudeste bonaerense. Boletín técnico N° 143. EEA Balcarce. INTA.



- Messman, M. A.; Weiss, W. P.; Erickson, D. O. 1991.** Effects of nitrogen fertilization and maturity of bromegrass on in situ ruminal digestion kinetics of fiber. *Journal of Animal Science*, 69: 1151-61.
- Morris, H. D.; Gardner, F. P. 1958.** The effect of nitrogen fertilization and duration of clipping period on forage and grain yields of oats, wheat and rye. *Agronomy Journal*, 50: 554-557.
- Paisley, S. I., Horn, G. W., Carter, J. N.; Ackerman, C. J. 1998.** Alternate day feeding of a monensin-containing energy supplement on weight gains of steers grazing winter wheat pasture. *Oklahoma Agronomy Experimental Station Research*, 965: 132-135.
- Phillips, S. P. Hart, H. A. Glimp, D.; Von Tungeln, L. 1995.** Supplementation to compensate for differing stocking rates for steers grazing wheat pasture. *Journal Production Agriculture*, 8: 84-87.
- Quiroga, A.; Ormeño, O.; Babinec, F. 1996.** Labranza conservacionista y fertilización de girasol en el Este de la provincia de La Pampa. XV Congreso AACCS, Santa Rosa, La Pampa.
- Quiroga, A.; Ormeño, O.; Otamendi, H. 1998.** La siembra directa y el rendimiento de los cultivos en la región semiárida pampeana. En: *Siembra directa*, Ed. Hemisferio Sur, p. 237-243.
- Redmon, L. A.; Horn, G. W.; Krenzer, E. G., Jr.; Bernardo, D. J. 1995.** A review of livestock grazing and wheat grain yield: boom or bust? *Agronomy Journal*, 87: 137-147.
- Romero, L. A.; Aronna, S. 2001.** Renovación de pasturas, efecto de la fertilización nitrogenada. *Revista Argentina de Producción Animal*, 21: 109-110.
- Romero, L. A.; Bruno, O. A.; Fossati, J. L. 1993.** Evaluación del trigo Prointa Pincén para doble propósito. *Información para extensión N° 115*. INTA EEA-Rafaela. 6 p.
- Rosso, O. R.; Chifflet de Verde, S. 1992.** Avena. Producción de forraje y utilización en la alimentación de vacunos. *Boletín Técnico N° 109*, EEA INTA Balcarce, 27 p.
- Ryan, J.; Nsarellah, N.; Mergoum, M. 1997.** Nitrogen fertilization of durrum wheat cultivars in the rainfed area of Morocco: biomass, yield and quality considerations. *Cereal Research Communications*, 25: 85-90.
- SAGPyA. 2002.** Serie de precios ganaderos y agrícolas. In: Internet: <http://sagpya.mecon.gov.ar>. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina.
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H. 1985.** *Bioestadística: Principals y procedimientos*. Mc Graw Hill. Colombia. 592 p.
- Travella, C. M.; Verges, R. P.; Kohli, M. M. 1995.** Progress in development of double purpose wheats in Uruguay. In: *Proceeding of the Internacional Workshop on Facultative and Double Purpose Wheat*. INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. p. 93-105.
- Tilley, J. M.; Terry, R. A. 1963.** A two state technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society*, 18: 104-118.
- Tonev, T. K. 1996.** Influence of nitrogen rate in sunflower on the effect of nitrogen fertilization in subsequent winter wheat. *Helia*, 19: 63-70.
- Viglizzo, A. 1990.** Diversificación y estabilidad en agroecosistemas de La Pampa semiárida. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol. 10: 55-61.