

Mijo y Moha:

Generalidades, Producción y Calidad

Editores:

Ings. Agrs. Andrea Bolletta, Santiago Venanzi
abolletta@bordenave.inta.gov.ar – svenanzi@bordenave.inta.gov.ar
Estación Experimental Agropecuaria Bordenave

Autores:

Ing. Agr. Andrea Bolletta (*)
Ing. Agr. Santiago Venanzi (*)
Ing. Agr. Hugo Krüger (*)
Ing. Agr. Sebastián Lagrange (*)
Ing. Agr. Daniel Larrea ()**

() Estación Experimental Agropecuaria Bordenave*

*(**) Gerencia de Planificación INTA - Buenos Aires*

Estación Experimental Agropecuaria Bordenave
Ruta Provincial Nro.76, km. 36,5
8187 – Bordenave – Teléfono: 02924-420621/2

INTA
República Argentina
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Centro Regional Buenos Aires Sur

Abril 2009

Agradecimientos

Deseamos agradecer profundamente la colaboración recibida durante el desarrollo de estos trabajos de las Sras. Mónica Tulesi, Daniela Gómez y Julieta Calzada, y los Sres. Miguel Dupouy, Luis Shoenfeld, Rubén Giménez, Miguel Giménez y Rubén Elorriaga, compañeros de nuestra Estación Experimental.

A nuestros grandes amores Lucía y Thiago Lagrange e Isabella Venanzi.

Contenido

	Página
Introducción.....	4
Caracterización de la región.....	4
Descripción de los cultivos y su manejo.....	6
1. MOHA (<i>Setaria itálica</i>).....	6
2. MIJO (<i>Panicum milleaceum</i>).....	8
Calidad de los cultivos.....	9
Uso del agua.....	10
Resultados de producción y calidad de mijo y moha.....	12
Fertilización a la siembra y luego del primer pastoreo de mijo.....	13
A) En siembra directa.....	13
B) En labranza convencional.....	18
Producción y calidad de forraje de mijo y moha en tres campañas.....	20
A) Campaña 2004/2005.....	20
B) Campaña 2005/2006.....	23
C) Campaña 2006/2007.....	26
Conclusiones.....	32
Bibliografía citada.....	33

Introducción

En el verano, en la región semiárida es frecuente que se presenten condiciones desfavorables que pueden deprimir las ganancias de peso de los animales sobre pasturas perennes de crecimiento estival. En esa época, el crecimiento de las pasturas perennes de ciclo otoño-inverno-primaveral es escaso y se produce una marcada declinación de la calidad de los mismos. Ante esta situación existen cultivos alternativos como mijo y moha que son de rápido crecimiento inicial y pueden ser pastoreados a partir de 35-45 días de sembrados. Si bien el mijo es de inferior calidad que la moha, su diferencia no ha sido cuantificada, al igual que el momento óptimo de corte para conservación, alternativa de uso frecuente en ambas especies. De hecho los forrajes conservados son una herramienta para la intensificación de la producción ganadera, dado que permiten aumentar la capacidad de carga en el período invernal, como así también mejorar la calidad de la dieta consumida durante el período de terminación de los animales. Además constituyen un recurso estratégico ante la ocurrencia de contingencias climáticas, como sequías o inundaciones, o de mercado, como caída de los precios por exceso de oferta o intervención de los mismos (Calvi, 2009).

Caracterización de la región

La zona de influencia de la EEA Bordenave del INTA (63° 01' 20" W, y 37° 51' 55" S) comprende varios partidos del sudoeste bonaerense, presentando una gran variabilidad de suelos y de clima. Dentro de esta zona se encuentra la región sur que está integrada por el sur del partido de Adolfo Alsina, el centro y sur del partido de Puán, oeste del partido de Tornquist, oeste del partido de Saavedra, partidos de Bahía Blanca y Coronel Rosales, cubriendo una superficie de 1.207.852 has.

Los suelos del área se caracterizan por su gran heterogeneidad morfológica y genética; predominantemente *Haplustoles énticos*, en planicies y depresiones suaves. En posiciones de loma, limitados por tosca se hacen someros con un desarrollo de perfil A-AC-C-Tosca. Aunque la dominancia de la fracción arena disminuye la capacidad de retención de agua y la fertilidad potencial de la mayor parte de estos suelos, el principal factor limitante y, a su vez, la fuente de mayor variabilidad es la profundidad efectiva. La erosión es un problema importante en toda el área, que debe merecer especial atención en las prácticas de manejo.

En términos generales, la aptitud de estos suelos ha sido definida como "ganadero agrícola en rotación". El sistema de producción actual es mixto, basado en una ganadería vacuna que se orienta desde la cría a invernada según las zonas. El trigo es el principal recurso agrícola. En los últimos años la agricultura parece expandirse, obedeciendo a factores económicos y climáticos. Esta situación, que en muchos casos significa el uso de los suelos excediendo su aptitud productiva puede conducir a un grave deterioro, y sin duda constituye uno de los problemas prioritarios a enfrentar.

El clima predominante es semiárido templado, de régimen térmico que responde al clima continental atenuado por la influencia marítima. De acuerdo al criterio de Thorntwaite se lo define como sub-húmedo seco, mesotermal con nulo o un pequeño exceso de agua.

La precipitación media anual es de 673 mm (Figura 1), siendo los meses de marzo, octubre, noviembre y diciembre los más lluviosos. Durante el invierno las lluvias disminuyen notoriamente y aumentan los coeficientes de variación de los promedios mensuales, con lo cual se puede concluir que la distribución de las lluvias es predominante primavero-estival. En la Figura 1 se puede apreciar la gran variabilidad en los registros anuales de precipitación, que habitualmente no coinciden con el promedio de la serie histórica.

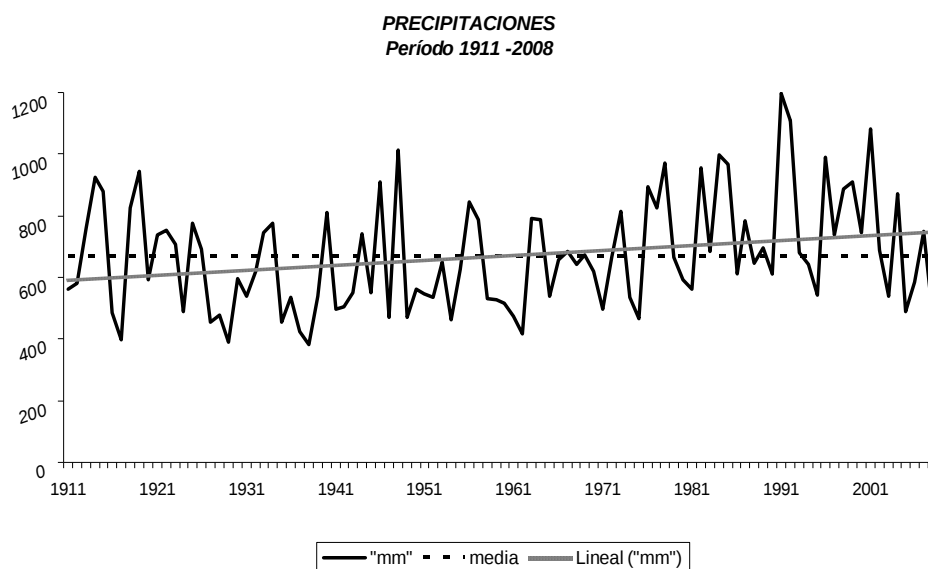


Figura 1. Serie histórica de precipitaciones (mm); promedio y tendencia en Bordenave en el período 1928-2008.

De acuerdo con el balance hídrico, la evapotranspiración potencial anual media es superior en un 28% a la oferta climática. El déficit medio anual (115 mm) se reparte, en orden decreciente, en enero, febrero, diciembre y noviembre.

La existencia de estos déficits hace que la producción de cultivos estivales en la región se torne riesgosa, especialmente la de cultivos agrícolas (Moschini, 1983).

La utilización de gramíneas de crecimiento estival, como la moha (*Setaria itálica*) o el mijo (*Panicum milleaceum*), constituye un recurso alternativo de interés para los establecimientos mixtos, tanto desde el punto de vista de la producción ganadera como de la rotación de cultivos (ya que en estas zonas las variedades disponibles son escasas). Desde el punto de vista de la siembra directa, estos cultivos resultan interesantes por posibilitar el aporte de cobertura durante un período difícil del calendario agrícola regional y al tener un rápido crecimiento se adaptan muy bien a siembras de segunda. Ambas gramíneas son C_4 (presentan una vía auxiliar de fijación de CO_2 lo que hace que fijen alrededor de dos veces CO_2 que las C_3) por lo cual son más eficientes en la producción de biomasa y presentan un ciclo de crecimiento rápido (45 a 50 días), esto hace que sean muy interesantes desde el punto de vista de la oportunidad de pastoreo para cubrir baches en la cadena de alimentación.

Descripción de los cultivos y su manejo

1. MOHA (*Setaria itálica*)

La "Moha de Hungría" es una gramínea anual, estival, C_4 , de ciclo muy corto, conocida en la Argentina también como, "Moha" o "Panizo" y botánicamente como *Setaria itálica*. En algunas regiones, muy especialmente en la semiárida pampeana, este cultivo, al igual que el mijo es considerado como de doble propósito. Es originaria del Viejo Mundo (China), siendo una de las especies cultivadas más antiguas en Rusia, China e India y luego difundida por todas partes del mundo. Actualmente es cultivada en moderada escala en Europa y Estados Unidos para henificación y silaje. En Argentina fue introducida a fines de la década del '60, en el área central de la provincia de Santa Fé. Se la utilizó en planteos productivos basados sobre cultivos anuales, como una alternativa para cubrir el déficit de forraje previo al aprovechamiento de los sorgos forrajeros.

Sin embargo, el corto período de utilización y el elevado costo de los cultivos anuales determinan que el pastoreo directo no sea la mejor alternativa para su aprovechamiento. De hecho, la moha es una de las gramíneas más utilizadas para

heno (Rimieri, 2008b). Este cultivo presenta gran precocidad, pudiendo ser pastoreado a los 45 días de su germinación o enrollarse entre los 60 y 70 días de implantada. A los 25 ó 30 días de la germinación ya alcanza un desarrollo que le permite su pastoreo por vacunos y ovinos. Es importante mencionar que en este cultivo se han constatado casos de fotosensibilización en los animales, evidenciados por zonas enrojecidas y descamadas en áreas blancas de la piel. Esta situación no se ha evidenciado en animales consumiendo heno. Es un excelente productor de forraje y de buena calidad y se han medido ganancias de hasta 1 kg/animal/día cuando se pastorea con el grano en consistencia lechosa. Comparada con otros cultivos de verano, la moha necesita menos agua y es más eficiente en su uso, características que le confieren tolerancia a déficits hídricos y, por lo tanto, adaptación en siembras de "segunda" y en zonas con riesgo de sequías temporarias. Además se adapta mejor a suelos arenosos.

Existe una elevada relación entre la altura de la moha y la producción de materia seca (Rimieri, 2008a), lo que permite efectuar predicciones de rendimiento bajo condiciones climáticas comparables (Vaz Martins e Ibáñez, 1999). Si el objetivo es la cantidad de materia seca, la fase de mayor rendimiento se da en los estadios entre emergencia de panojas y grano lechoso (Rimieri, 2008b). Sin embargo, este mayor rendimiento de materia seca se obtiene en detrimento de la calidad. La compatibilización entre cantidad y calidad del material se obtiene al estado de emergencia de panoja (60-70 días posteriores a la siembra). Aunque, en general, se enrolla cuando el grano está pastoso, ya que los rollos resultantes son de gran valor nutritivo y la hacienda los come bien. También se la puede ensilar, aunque no es una práctica difundida en nuestra región.

La época de siembra es noviembre-diciembre, utilizando una densidad de siembra entre 12-15 kg/ha en suelos arenosos y 25 kg/ha en suelos pesados a 3-4 cm de profundidad. Se la siembra al voleo (con cajón alfalfero), o en líneas (con sembradora de granos finos), a distancias entre 15-17,5 y 30 cm.

Además constituye un buen antecesor para la siembra de pasturas perennes porque permite controlar malezas estivales y, dado su corto ciclo, hacer un buen barbecho previo a la implantación de las pasturas.

Los únicos cultivares de moha desarrollados en Argentina fueron obtenidos por selección del material mejor adaptado de una amplia gama de poblaciones introducidas de diversas partes del mundo (Rimieri, 2008b). Los más difundidos y mejor conocidos, que perduraron hasta la actualidad son los cultivares Carapé INTA y

Yaguané INTA. Ambos presentan características comunes como el potencial de producción y de acumulación de materia seca en un corto período, la aptitud para henificar, como el buen comportamiento a la sequía, la rusticidad y la precocidad, pero fueron seleccionados en base a atributos morfológicos y agronómicos diferentes (Rimieri, 2008b).

Moha Carapé INTA: obtenida por INTA Pergamino. Se utiliza mayormente en pastoreo directo debido a su buena capacidad de rebrote, su producción de macollos y buena relación hoja/tallo. Puede darse el primer pastoreo a los 30-35 días de su germinación (30-40 cm de altura). De todas maneras no es posible obtener del cultivo más de dos pastoreos. También puede destinarse a rollos dejando la planta a 60-80 cm de altura (50-60 días de la germinación) cortando a no menos de 10 cm del suelo para facilitar el rebrote. En un segundo aprovechamiento podrá usarse para pastoreo directo, ya que el animal no provocará tanto arranque como al principio del ciclo.

Moha Yaguané INTA: obtenida también por INTA Pergamino, es una excelente productora de rollos (gran producción de materia seca y buena calidad). Las plantas son de mayor tamaño, con menor cantidad de macollos y hojas más anchas, pero tiene una limitada capacidad de rebrote y la relación hoja/tallo es menor.

Otros cultivares obtenidos de forma similar e inscriptos en el INASE como Ñandú INTA y Anaranjada INTA, se han perdido. Existen otros con falsas denominaciones y origen desconocido como "Gigante" o "Colorada Gigante" que derivarían de Carapé INTA y Yaguané INTA. En la actualidad los únicos cultivares disponibles y correctamente inscriptos son Carapé y Yaguané.

2. MIJO (*Panicum milleaceum*)

Originario del continente africano, es una gramínea anual de doble propósito de ciclo estival que se caracteriza porque sus hojas se hallan recubiertas por abundante pubescencia. En general, se comporta mejor que la moha ante condiciones de sequía, pero es de menor valor nutritivo. Se han logrado producciones de forraje de 7.200 kg/ha de materia seca y ganancias de peso de 812 gramos por día. Su palatabilidad es mediana y realmente es apetecible por el ganado cuando se encuentra granado.

La época de siembra es entre noviembre-diciembre con una densidad de siembra de 15-20 kg/ha. El sistema de siembra más utilizado es en líneas (15-17,5 cm),

con sembradora de granos finos. Presenta alta energía germinativa, emergiendo por lo general a los 5-6 días de su siembra, florece a los 47-50 días desde la siembra, y alcanza la madurez fisiológica a los 67-70 días.

Mijo Trinidad INTA: es uno de los cultivares más utilizados. Apto tanto para pastoreo directo como para rollos. Se distingue por el color verde intenso de sus hojas y tallo, y por su grano de color verde. Presenta mayor producción forrajera respecto de las variedades de grano amarillo. Se destaca además por su gran desarrollo, y por llegar a madurez fisiológica con la planta completamente verde, tierna y de gran sanidad. Produce rollos de excelente calidad por su relación tallo/hoja, tanto cuando se lo enrolla luego de la trilla (no se destruye la hoja), como cuando se lo produce completo con grano. Rebrotar con gran vigor si se pastorea antes de la floración.

Mijo Río V: reúne características forrajeras muy apreciadas; es muy folioso. Su escasa pubescencia, observable únicamente en la parte basal de la hoja bandera, es apreciada como una característica positiva de este cultivar. Presenta panojas sub-densas, antecios de color amarillo ambar. La principal ventaja respecto a otros cultivares es su palatabilidad en estado de pasto, previa encañazón. La falta de pubescencia, considerada un carácter altamente favorable, tal vez le reste rusticidad al estado de plántula, sobre todo en suelos arenosos con principios de erosión eólica.

Mijo Manfredi Xanaes INTA: fue obtenida en el año 1958 por INTA Manfredi (Córdoba). Su grano es de color amarillo; apto para doble propósito, se lo usa para pastoreo y también para cosecha.

Calidad forrajera

Es importante realizar el análisis químico de los alimentos ya que éste provee información sobre los componentes químicos de los forrajes que influyen en la digestión de los alimentos por parte de los rumiantes (Colombatto, 2000).

La calidad del forraje producido por la moha va a depender de la especie, la época del año, estado fisiológico, el tipo y cantidad de fertilizante aplicado, el momento de corte o de pastoreo y otros factores (Colombatto, 2000; Rimieri, 2008a, 2008b). La calidad de los cultivos, estimada mediante parámetros químicos como el contenido de proteína bruta (PB) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) manifiesta una tendencia decreciente a través del ciclo del cultivo; mientras que el contenido de fibra detergente neutro (FDN) presenta una tendencia inversa. Las rela-

ciones más favorables en estos parámetros se detectan, en moha, en los estados vegetativos más tempranos y se mantienen en buenos niveles hasta “grano lechoso” (Privitello *et. al.*, 2000; Rimieri, 2008b). En este sentido FDN se incrementa a medida que avanza el estado de madurez de los cultivos, siendo afectado en menor medida por las condiciones climáticas y manejo de los cultivos (Rimieri, 2008c). En cuanto a PB, los mayores valores (19-25%) se presentan en la fase de estado vegetativo (macollaje), seguido por un decrecimiento durante el pasaje a la fase reproductiva hasta alcanzar en los estados de prepanojamiento hasta inicio de panojamiento valores de entre el 11 y el 14% y, en la etapa de maduración de grano, valores de entre el 6 y el 10%, compatible con lo requerido en un forraje conservado esencialmente energético (Rimieri, 2008c). Respecto a la evolución de la digestibilidad, ésta disminuye a medida que avanza el ciclo fenológico de los cultivos (Rimieri, 2008c). Cuando la moha es utilizada en pastoreo, el primero de ellos se efectúa en un estado cercano a la encañazón, momento en el que la digestibilidad tiene valores cercanos al 69%. El mejor momento para henificar estas especies es desde inicio de panojamiento hasta grano lechoso, ya que en dicho estadio se combinan una elevada producción de forraje, un alto porcentaje de hojas en relación a los tallos y panojas, y valores aceptables de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca. No tiene sentido henificar en un estado más avanzado (“semillado”) porque las semillas se desgranar durante la permanencia del forraje cortado en la andana y en el posterior enrollado; además la calidad del forraje disminuye sensiblemente a medida que avanza la maduración (Ferrari, 2006).

Por otro lado, la producción de forraje de moha es afectada por el nivel de nitrógeno (fertilización nitrogenada aplicada en el estado de macollaje-principio de encañazón) siendo mayor con 100 y 150 kg N/ha (Romero *et. al.*, 2009); es decir, estos autores encontraron una tendencia lineal positiva en la producción de materia seca al incremento de nitrógeno. Los niveles de FDN disminuyen al aumentar el nitrógeno y la PB se incrementa con el aumento de este nutriente hasta los 100 kg N/ha. Es decir, que la fertilización nitrogenada produce mejoras sobre la calidad del forraje (Romero *et. al.*, 2009).

Uso del agua

Las raíces de los cultivos toman el agua del suelo. Ésta es transmitida por medio de su estructura vascular hasta las hojas, a partir de las cuales pasa a la atmósfera

cambiando del estado líquido al gaseoso. Este proceso de traspaso de agua desde el suelo hacia la atmósfera pasando por la planta se llama Evapotranspiración (a diferencia de la Evaporación que es el pasaje del agua desde el suelo hacia la atmósfera sin pasar por la planta).

Durante este pasaje la planta toma los nutrientes necesarios para el crecimiento. Por medio de la fotosíntesis, toma dióxido de carbono para transformarlo junto con el agua en materia orgánica (hojas, tallos, granos, etc.); que volverán al suelo luego de la cosecha. Cuanta más agua transpire un cultivo mayores son las posibilidades de obtener un alto rendimiento. Cada cultivo tendrá diferentes coeficientes de uso de agua, que llamaremos EUA (Eficiencia de uso del agua). La EUA depende en buena medida de la disponibilidad de agua.

Por su rápido crecimiento, la moha y el mijo suelen utilizarse como "cultivo de segunda", luego de cereales invernales forrajeros o de cosecha. La falta de un adecuado período de barbecho puede reducir su potencial de rendimiento al limitar la disponibilidad de agua y nutrientes. La siembra directa, por otra parte, mejora la economía del agua y resuelve en parte los problemas derivados de la implantación del cultivo sobre rastrojos sin descomponer. Sin embargo, la menor mineralización observada en este sistema de cultivo puede limitar también la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno. Duración del barbecho y sistema de siembra son entonces factores importantes en la producción de estos cultivos.

En la EEA Bordenave se realizaron, durante el año 2004, dos ensayos con mijo, evaluando la EUA del cultivo con diferentes períodos de barbecho y sistema de labranza. Los suelos, arenosos y de una profundidad media de 70cm, son característicos de parte de la región y fueron clasificados como Haplustoles énticos (Gómez *et al.*, 1981).

El *ensayo 1* fue conducido en siembra directa luego de un verdeo de avena/vicia con un tiempo de barbecho menor de 30 días. El *ensayo 2* se realizó en labranza convencional en un lote en descanso (trigo año anterior) y con más de 90 días de barbecho.

Se utilizaron dos tratamientos de fertilización nitrogenada por ensayo: testigo (0N) y 60 kg de N/ha (60N) para el ensayo 1; testigo (0N) y 30 kg de N/ha (30N) para el ensayo 2. La siembra del mijo en ambos ensayos fue el 27 de Noviembre con una densidad de 10 kg/ha. El agua total al momento de la siembra fue de 81 mm con 25 Kg/ha de nitrógeno (N) en el ensayo 1 y de 112 mm con 66 Kg/ha de N en el ensayo 2. Las lluvias ocurridas durante el ciclo del cultivo fueron de 146 mm

En el Cuadro 1 se pueden apreciar los resultados de ambos ensayos.

Cuadro 1. Eficiencia de uso del agua (EUA) y producción de forraje en distintos ensayos para el cultivo de Mijo verde.

Parcela	Agua inicio	Lluvias total	Agua Final	Biomasa acumulada	Agua consumida	EUA
		(mm)		Kg MS mm-1	(mm)	Kg MS mm-1
ENSAYO 1 (SD-Barbecho corto)						
0N	80,93	146	46,11	1272	181	7,03
60N	80,93	146	40,43	1780	186	9,54
ENSAYO 2 (LC-Barbecho largo)						
0N	112,8	146	56,92	5306	202	26,26
30N	112,8	146	54,43	5202	204	25,50

En el ensayo 1 (SD, Barbecho corto) el agua consumida por el cultivo durante todo el ciclo varió entre 181 y 186 mm para 0 y 60 N, sin diferencias entre los tratamientos. La producción de forraje fue de 1.272 y 1.780 kg MS/ha, respectivamente. En estas condiciones, la eficiencia de conversión del agua utilizada fue de 7 kg MS/mm de agua consumida para 0N y 9,5 kg MS/mm para 60N. Estos bajos valores se asocian con un estado de restricción hídrica durante el ciclo que no permitió expresar el efecto de la mayor fertilidad en el tratamiento fertilizado.

En el ensayo 2 (LC, Barbecho largo) el agua consumida por el cultivo durante todo el ciclo fue de 202 mm para ambos tratamientos; la producción de forraje fue mucho mayor que en el ensayo 1 (5.306 y 5.202 Kg MS/ha, respectivamente), observándose una EUA de 26,2 kg MS/mm y de 25,5 kg MS/mm.

El ejemplo anterior muestra que la EUA del cultivo es variable y dependiente de las condiciones iniciales de agua y fertilidad de suelo. Las EUA del cultivo de mijo pueden variar entre 7 y 26 kg MS/mm según sea el manejo que se realice. La fertilización nitrogenada en ninguna de las dos situaciones mejoró la EUA, posiblemente debido a la escasa disponibilidad de agua en el ensayo 1, y posiblemente a una elevada disponibilidad inicial de N en el ensayo 2, en relación con la dosis del fertilizante. Cuanto mayor sea la fertilidad inicial (kg de N/ha) y el agua en el suelo, más eficiente se hace el cultivo en transformar el agua consumida en forraje; pudiendo de esta forma expresar el máximo potencial de producción. Es decir, que el manejo previo del suelo tiene que tender a lograr un ambiente de alta fertilidad edáfica, esto sería posible con rotaciones, barbechos, cultivos antecesores, prácticas culturales, fertilizantes, biofertilizantes, etc.

Uso del nitrógeno

Se presentan a continuación algunos trabajos realizados en la EEA Bordenave que abordan el efecto del agregado de nitrógeno sobre la producción de materia seca y la calidad nutricional de cultivos de mijo y moha en la región.

A) Dosis y momento de fertilización en siembra directa

La experiencia se realizó con mijo y se desarrolló durante la Campaña 2003/04 en la EEA Bordenave. El suelo, similar al de las experiencias anteriores, fue clasificado como *Haplustol éntico* (Gómez *et. al.*, 1981), y es representativo de sectores arenosos de la región. El horizonte superficial tiene un contenido de materia orgánica de 1,60 % (Walkley-Black), pH (en agua relación 1:2,5) de 6,45, y un contenido de fósforo extractable de 4 ppm (Bray I). La profundidad media del lote es de 0,60 m, limitada por un horizonte petrocálcico.

El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorizados con cinco repeticiones y siete tratamientos: **0N**: testigo sin Nitrógeno, **30NS**: 30 kg N/ha a la siembra, **60NS**: 60 kg N/ha a la siembra, **30NPa**: 30 kg N/ha luego del primer pastoreo, **60NPa**: 60 kg N/ha luego del primer pastoreo, **15NSPa**: 15 kg N/ha a la siembra y 15 kg luego del primer pastoreo, y **30NSPa**: 30 kg N/ha a la siembra y 30 kg luego del primer pastoreo. La unidad experimental fue de 3 m² (1m x 3m).

El ensayo se condujo en siembra directa sobre residuos de avena consociada con vicia, del mismo año, y pastoreada en forma directa. La siembra se realizó el 27 de noviembre de 2003 utilizando la variedad Trinidad INTA, a razón de 10 kg semilla/ha. Se aplicó una fertilización basal de 40 kg/ha de superfosfato triple de calcio en todos los tratamientos. Como fuente nitrogenada se utilizó urea aplicada al voleo.

Se determinó: el contenido de nitrógeno a la siembra (N-NO₃), en la capa 0-60cm (método de microdestilación por arrastre de vapor; Page, 1982); humedad del suelo al momento de la siembra y al final del ciclo del mijo (gravimetría) en la misma capa. El contenido de agua útil se calculó utilizando las constantes hídricas determinadas por Andriulo *et. al.* (1990), y la densidad aparente utilizando cilindros de 275 cm³ en cinco subcapas.

La producción de forraje se evaluó mediante dos cortes (4 de febrero y 11 de marzo), que abarcaron la totalidad de la unidad experimental. Se determinó el contenido de proteína bruta (PB) del forraje en los tratamientos 0N, 30NS, 60NS, 15NSPa y 30NSPa (Método semi-micro Kjeldahl por destilación-titulación). El Coeficiente

Aparente de Utilización del fertilizante (CAU), para los tratamientos anteriores se estimó con los valores de N absorbido por el cultivo y la dosis de N según la **(ec.1)**:

$$CAU = (N_f - N_0) / N \quad \text{(ec.1)}$$

N_f = nitrógeno absorbido por el cultivo fertilizado.

N_0 = nitrógeno absorbido por el cultivo del tratamiento testigo.

N = dosis de fertilización nitrogenada.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA, previa verificación gráfica de los supuestos de homocedasticidad y normalidad. La separación de medias se realizó mediante el test de Tukey ($p < 0,05$).

El estudio incluyó una campaña en la cual los registros pluviométricos, durante el ciclo de cultivo totalizaron 146 mm, y estuvieron un 57% por debajo de la media histórica del período (258 mm). Aunque la probabilidad de ocurrencia de estos registros es baja (16,8%), los resultados se consideran interesantes porque representan el comportamiento del cultivo frente a períodos de sequía que se han incrementado en los últimos años.

Las lluvias se concentraron en el período comprendido entre la siembra y el primer pastoreo (67% del total), mientras que el 33% restante ocurrió durante el período previo al segundo pastoreo.

Al momento de la siembra, el contenido de agua útil fue de 35 mm y de nitrógeno del suelo fue de 25,3 kg/ha en la capa 0-60 cm. Esta dotación relativamente baja, según los valores habituales de la zona que se ubican entre 30 y 60 kg N/ha, se atribuyó al consumo por el cultivo antecesor cuyo ciclo culminó apenas 45 días antes de la siembra del mijo. Si bien éste incluyó una leguminosa fijadora de nitrógeno atmosférico, el escaso período de barbecho no habría permitido una adecuada disponibilidad del nitrógeno aportado por la misma. Cabe destacar que el consumo por el cultivo antecesor también afectó la reserva hídrica del suelo.

La producción de forraje al momento del primer pastoreo aumentó con el incremento del nivel de nitrógeno (Figura 2). El valor máximo se obtuvo con el tratamiento 60NS (1.415 kg MS/ha), resultando en un 66% de incremento respecto del testigo. Los tratamientos 30NS y 60NS mostraron mayor producción que el testigo, mientras que la dosis fraccionada de 15NSPa resultó de producción intermedia, sin diferencias con los niveles 30NS y 60NS ni con el testigo.

La respuesta a la fertilización indica que el nitrógeno disponible fue una de las limitantes de la producción. Los bajos valores de MS obtenidos respondieron, además, a las escasas precipitaciones registradas en el período siembra-primer corte, y a la falta de reservas hídricas en el suelo.

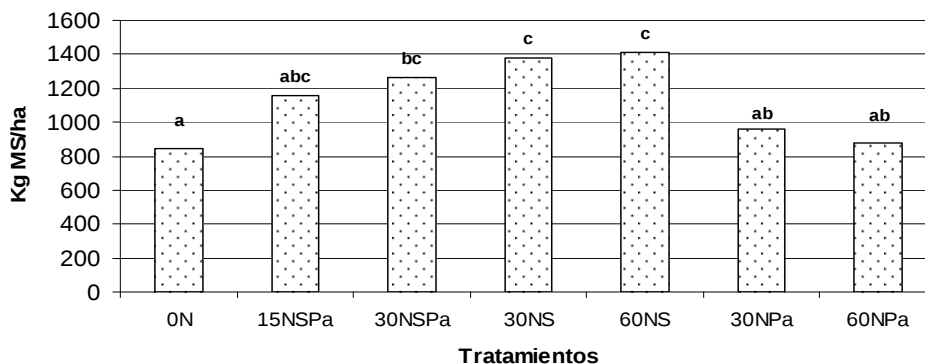


Figura 2. Producción de materia seca de mijo, al momento del primer corte, en función de los tratamientos de fertilización nitrogenada (0N: Testigo sin Nitrógeno, 15NSPa: 15 kg N/ha a la siembra y 15 kg luego del primer pastoreo, 30 NSPa: 30 kg N/ha a la siembra y 30 kg luego del primer pastoreo, 30NS: 30 kg N/ha a la siembra, 60NS: 60 kg N/ha a la siembra, 30NPa: 30 kg N/ha luego del primer pastoreo, 60NPa: 60 kg N/ha luego del primer pastoreo). Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En el segundo corte la producción de materia seca alcanzó valores máximos de 509 kg MS/ha sin diferencias entre tratamientos. La aplicación de nitrógeno luego del primer pastoreo no produjo respuestas respecto del testigo ni de los tratamientos fertilizados a la siembra (Figura 3).

Los bajos valores de producción de forraje se debieron a las escasas lluvias durante este segundo período, que sumadas a la decreciente dotación hídrica del suelo determinaron una mínima capacidad de rebrote del cultivo.

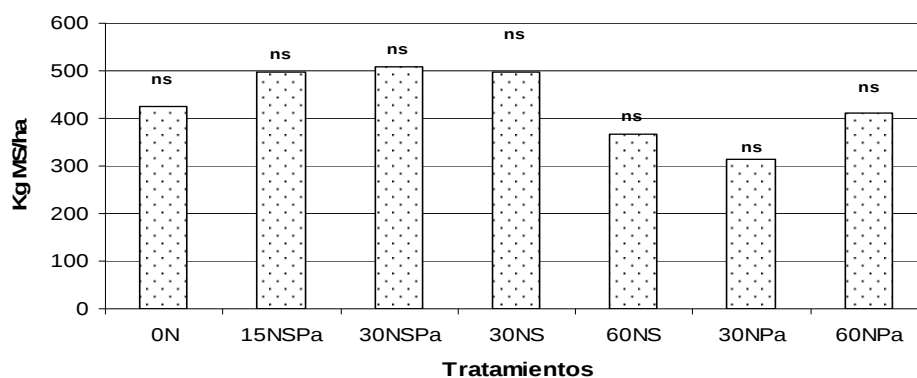


Figura 3. Producción de materia seca de mijo, al momento del segundo pastoreo, en función de los tratamientos de fertilización nitrogenada (0N: Testigo sin Nitrógeno, 15NSPa: 15 kg N/ha a la siembra y 15 kg luego del primer pastoreo, 30 NSPa: 30 kg N/ha a la siembra y 30 kg luego del primer pastoreo, 30NS: 30 kg N/ha a la siembra, 60NS: 60 kg N/ha a la siembra, 30NPa: 30 kg N/ha luego del primer pastoreo, 60NPa: 60 Kg N/ha luego del primer pastoreo). Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

La Figura 4 muestra la biomasa total acumulada durante el ciclo. El máximo valor (1.876 kg MS/ha), correspondió al tratamiento 30NS que superó al testigo (47% de incremento), y a los tratamientos 30NPa y 60NPa. Bruno *et. al.* (1989) con el mismo cultivar, sobre un *Argiudol típico* de la EEA INTA Rafaela y en otras condiciones climáticas, obtuvieron una producción de 4.500 kg MS/ha.

Dado el bajo nivel de N disponible en el suelo, el cultivo respondió favorablemente a la aplicación de N. Sin embargo, la respuesta estuvo condicionada por el momento de aplicación en relación con la ocurrencia del estrés hídrico. Aquellos tratamientos que implicaron una única fertilización luego del primer pastoreo y durante el período con mayor estrés hídrico (30NPa y 60NPa), no mostraron diferencias respecto del testigo. Por su parte, la aplicación fraccionada de 30 kg N/ha (30NSPa) funcionó, en la práctica, como una dosis de 15 kg N/ha al convertirse el agua disponible en una limitación mayor que la disponibilidad de N durante el período siembra-primer pastoreo.

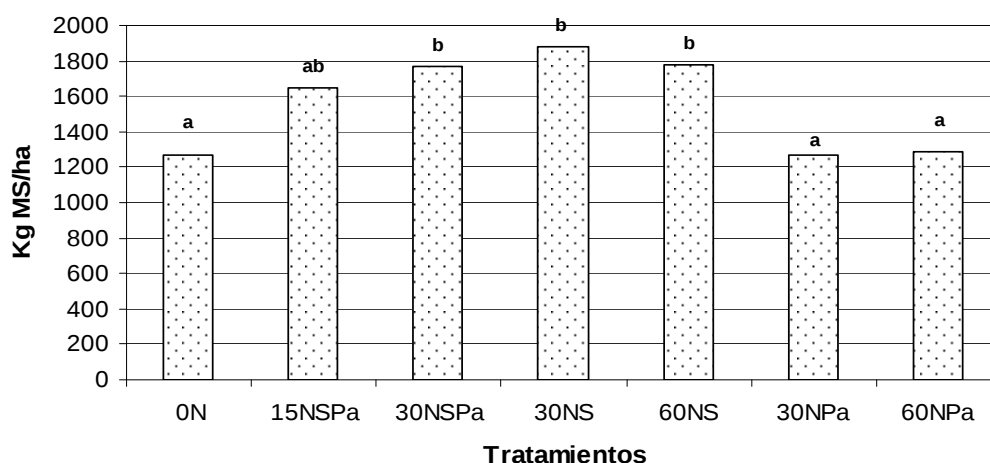


Figura 4. Producción total de materia seca en función de los distintos tratamientos (0N: Testigo sin Nitrógeno, 15NSPa: 15 kg N/ha a la siembra y 15 kg luego del primer pastoreo, 30 NSPa: 30 kg N/ha a la siembra y 30 kg luego del primer pastoreo, 30NS: 30 kg N/ha a la siembra, 60NS: 60 kg N/ha a la siembra, 30NPa: 30 kg N/ha luego del primer pastoreo, 60NPa: 60 kg N/ha luego del primer pastoreo). Letras distintas difieren significativamente ($p < 0,05$).

En la Figura 5 se observan los valores de proteína bruta (PB), obtenidos en la biomasa aérea del mijo en el momento del primer y segundo pastoreo.

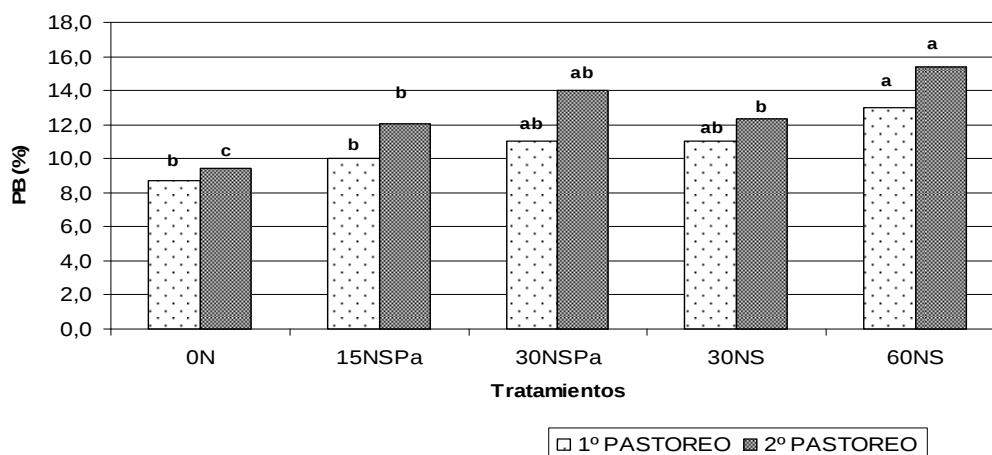


Figura 5. Contenido de proteína bruta al momento del primer y segundo pastoreo (0N: Testigo sin Nitrógeno, 15NSPa: 15 kg N/ha a la siembra y 15 kg luego del primer pastoreo, 30 NSPa: 30 kg N/ha a la siembra y 30 kg luego del primer pastoreo, 30NS: 30 kg N/ha a la siembra, 60NS: 60 kg N/ha a la siembra). Dentro del gráfico y de cada tratamiento, letras distintas difieren significativamente. ($p < 0,05$)

En el primer pastoreo el tratamiento 60NS presentó el mayor valor absoluto de PB (12,98%), superando a 0N y 15NSPa. No se observaron diferencias respecto de 30NS y 30NSPa. La baja producción de materia seca favoreció el incremento del N en la biomasa de aquellos tratamientos con mayor dosis de fertilización.

Estos valores fueron en general menores que los encontrados por Bruno *et al.* (1989), quienes trabajando con el mismo material observaron valores superiores a 15% de PB. Bolletta *et al.* (2005), en una campaña posterior sobre suelos similares, obtuvieron valores máximos de PB de 8,9 y 10,8% para tratamientos testigo y fertilizado (50N), respectivamente.

Al momento del segundo pastoreo (con el cultivo panojado), los valores de PB se incrementaron respecto del primer pastoreo, esto se atribuye a la baja producción de biomasa, que determinó una concentración relativa del nitrógeno aplicado. Nuevamente 60NS mostró los valores más elevados de PB (15,40%), superando a 0N, 30NS y 15NSPa, y sin diferenciarse de 30NSPa. Al no existir diferencias en la producción de materia seca, que fue baja y no produjo mayor dilución del N, se mantuvo el nivel de proteína para una dosis similar aunque fraccionada.

En cuanto a la eficiencia de recuperación del N aplicado como fertilizante, los valores del Coeficiente Aparente de Utilización (CAU) del tratamiento 30NS (0.48) superaron a los de 30NSPa (0.24) con lo cual el tratamiento 30NS *recupero cerca del 50% del N agregado como fertilizante mientras que los restantes la recuperación fue menor.*

Los restantes tratamientos mostraron valores intermedios (0,33 para 60NS y 0,30 para 15NSPa). No se contó con valores de referencia para el cultivo de mijo. Los CAU resultan bajos si se comparan con los obtenidos por Barberis *et. al.* (1983), para cultivares de trigo con adecuada oferta hídrica (0,65), o los observados por Di Nápoli y González Montaner (1997), para maíz (0,74). La menor recuperación en el caso del Mijo estaría asociada fundamentalmente al estrés hídrico durante el ciclo, que posiblemente dificultó la absorción de un nutriente soluble en agua, y en menor medida a la baja dotación de N del suelo al momento de la siembra.

Se puede concluir que el nitrógeno aplicado a la siembra produjo ligeros aumentos en la producción de forraje obteniéndose, con las dosis de 30 y 60 kg N/ha, a la siembra los mayores valores de producción.

No existió respuesta al nitrógeno aplicado luego del primer pastoreo en ninguno de los tratamientos.

La dosis de 30NS presentó el mayor valor de biomasa acumulada durante todo el ciclo. Esto representó un 47% de incremento frente al testigo, sin diferenciarse de 60NS y de la dosis fraccionada de 30NSPa. El nitrógeno aplicado como fertilizante incrementó los valores de proteína bruta, mejorando la calidad del forraje. El tratamiento 60NS presentó el mayor valor en ambos cortes, aunque no se diferenció del tratamiento 30NS en el primer corte y sí en el segundo, resultando éste más eficiente en la recuperación del nitrógeno aplicado (0,48 vs 0,33).

Los bajos valores de producción de forraje y la escasa respuesta a la fertilización con N se explicaron principalmente por la falta de agua disponible durante el ciclo del cultivo. Esto fue determinado por precipitaciones menores a la media histórica para el período, y por la reducida dotación hídrica del suelo a la siembra en función del consumo por el cultivo antecesor.

B) Dosis y momento de fertilización en labranza convencional

En la misma campaña que la experiencia anterior se realizó otro ensayo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave, sobre un suelo de similares características pero en labranza convencional y con un tiempo de barbecho superior al anterior (11 meses). Esto posibilitó que al momento de la siembra la condición inicial en cuanto al agua y al nitrógeno fuera distinta a la experiencia anterior presentando más agua y nitrógeno inicial. Las características del suelo fueron similares a las del ensayo 1.

El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos: **0N**: testigo sin Nitrógeno, **10NS**: 10 kg N/ha a la siembra, **30NS**: 30 kg N/ha a la siembra y, **30NSPa**: 10 kg N/ha a la siembra y 20 kg luego del primer pastoreo. La unidad experimental fue de 270 m² (9m x 30m). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA, previa verificación gráfica de los supuestos de homocedasticidad y normalidad. La separación de medias se realizó mediante el test de Tukey ($p < 0,05$).

El ensayo se condujo sobre un lote en el cual se había realizado trigo la campaña anterior (2002). La siembra del mijo se realizó el 27 de noviembre de 2003 utilizando la variedad Trinidad INTA, a razón de 10 kg semilla/ha, aplicando una fertilización basal de 40 kg/ha de superfosfato triple de calcio en todos los tratamientos. Como fuente nitrogenada se utilizó urea aplicada al voleo.

El contenido de nitrógeno del suelo, al momento de la siembra, fue de 66 kg/ha en la capa 0-60 cm y el contenido de agua útil fue de 52,09 mm. Se realizaron dos cortes (14/1 y 9/3) sin diferencias entre tratamientos, en la Figura 6 se puede apreciar la producción total de los distintos tratamientos.

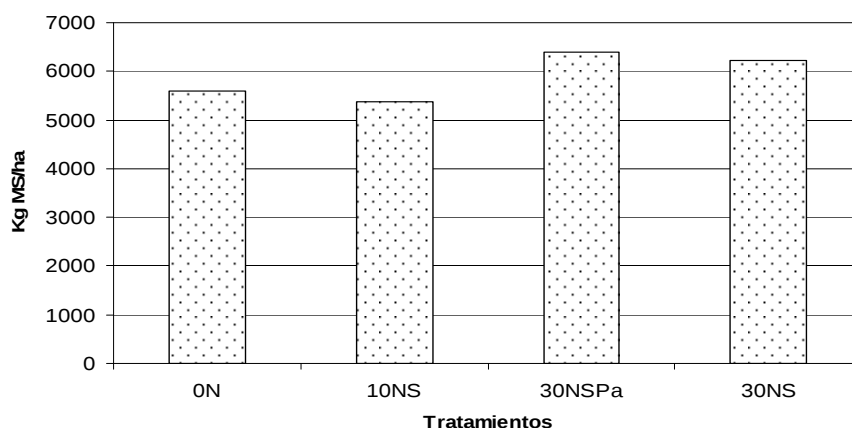


Figura 6. Producción total de materia seca en función de los distintos tratamientos (0N: Testigo sin Nitrógeno, 10NS: 10 kg N/ha a la siembra, 30 NSPa: 10 kg N/ha a la siembra y 20 kg luego del primer pastoreo, 30NS: 30 kg N/ha a la siembra).

La falta de diferencias entre los distintos tratamientos y la alta producción en comparación con la experiencia en siembra directa se atribuye a la condición inicial de mayor fertilidad nitrogenada y mayor humedad. Las escasas lluvias durante el ciclo del cultivo no permitieron que el cultivo pudiera capitalizar la incorporación de nitrógeno traduciéndose sólo en diferencias entre testigo y. Estos resultados similares a los de

otros autores (Bruno *et. al.*, 1989), indican que el cultivo de mijo cuando tiene condiciones iniciales de alta dotación de nitrógeno (más de 60 kg de N) y contenido de agua aceptable posee un alto potencial de rendimiento en biomasa y la respuesta a la fertilización se hace más dependiente de las condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo.

Producción y calidad forrajera de mijo y moha. Experiencias comparativas

A) Campaña 2004/2005

En el año 2004, se instaló en la EEA Bordenave, un experimento en franjas de mijo y moha con y sin fertilización nitrogenada sobre un suelo clasificado como *Haplustol éntico*. Todas las parcelas recibieron 50 kg/ha de fosfato diamónico a la siembra.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y cuatro tratamientos: combinación de cultivos (mijo y moha) y niveles de fertilización (0 kg y 50 kg N/ha en forma de urea al macollaje). Cada franja se subdividió en 8 parcelas de 7 m², correspondientes a los momentos de corte realizados. Estos fueron semanales y se iniciaron a los 60 días de la siembra a partir del inicio de emergencia de panojas.

Se evaluó la producción acumulada de forraje (kg MS/ha), el contenido de proteína bruta (PB, %) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS, %). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA. Las medias fueron separadas por DMS cuando se detectaron efectos significativos ($p < 0,05$) de tratamientos.

Este estudio abarcó una campaña favorable desde el punto de vista climático ya que durante el ciclo de los cultivos totalizaron 362 mm, y estuvieron un 22% por encima de la media histórica del período (297 mm) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Precipitación media mensual (mm) en Bordenave durante 2004, 2005 e histórica.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2004	20	45	164	80	0	28	96	27	37	87	62	102
2005	112	36										
1928-2003	72	69	96	54	40	25	22	24	45	76	73	76

La producción acumulada de forraje de mijo fertilizado fue mayor respecto de moha, con o sin fertilizante, desde el primero hasta el sexto corte (Figura 7); es decir, desde inicio de emergencia de panojas hasta grano lechoso-pastoso. En tanto, la moha no manifestó respuesta a la fertilización.

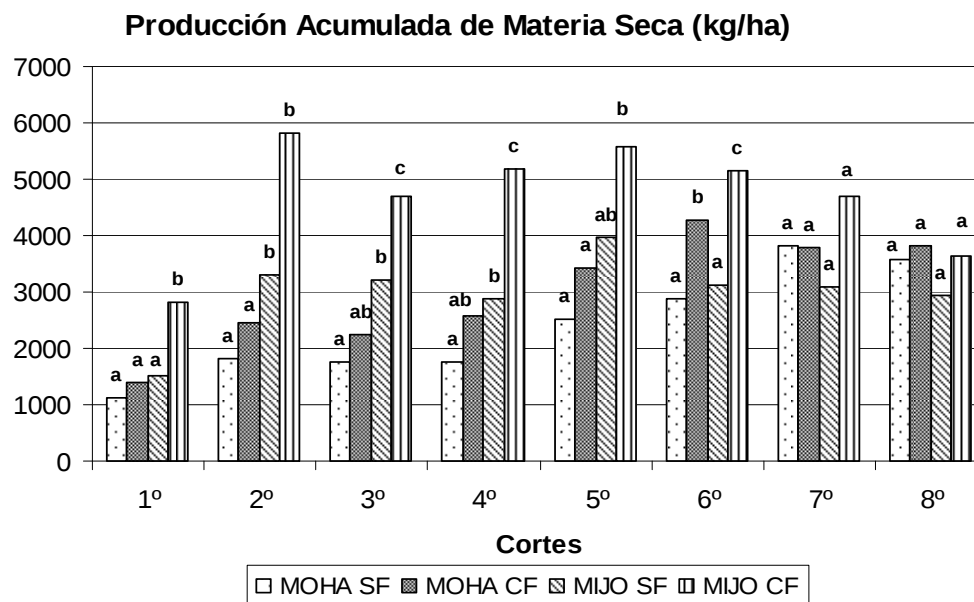


Figura 7. Producción acumulada de forraje (kg MS/ha) según cultivo y nivel de fertilización nitrogenada para cada fecha de corte. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos y niveles de fertilización para cada fecha de corte.

El contenido de proteína fue mayor en la moha fertilizada respecto de mijo fertilizado en la mayoría de los momentos de corte evaluados; excepto en el sexto y octavo corte (Figura 8), coincidente con los estadios de grano lechoso-pastoso y madurez fisiológica. Además en moha se detectaron respuestas positivas a la fertilización para proteína en el primero (inicio de emergencia de panojas), cuarto (panojamiento) y séptimo corte (maduración); y en mijo sólo en inicio de emergencia de panojas (Figura 8).

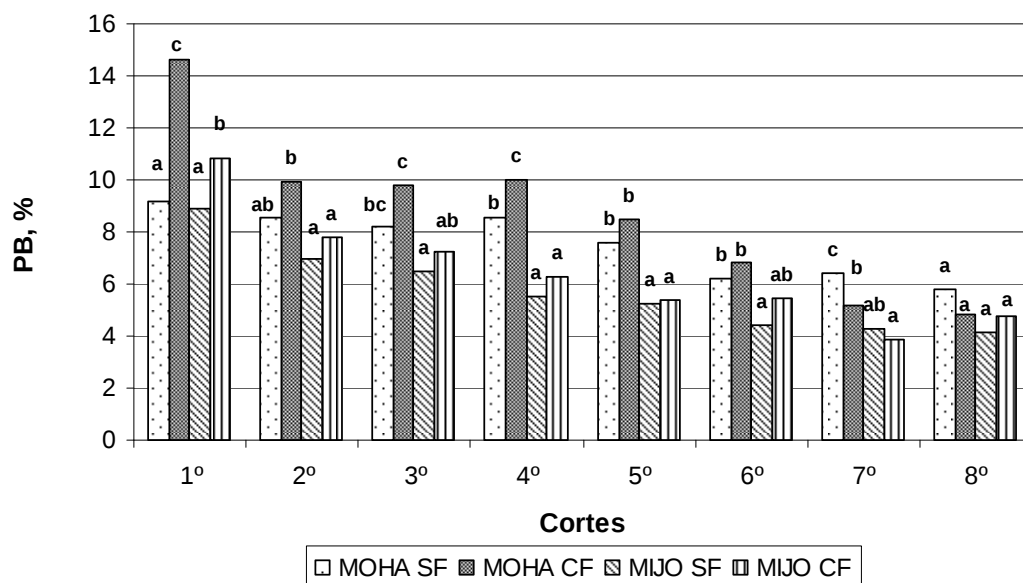


Figura 8. Proteína bruta (PB, %) según cultivo y nivel de fertilización nitrogenada para cada fecha de corte. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos y niveles de fertilización para cada fecha de corte.

Respecto a la digestibilidad, en moha no se encontraron diferencias debido a la fertilización en ninguno de los momentos de corte; mientras que en mijo se detectaron respuestas positivas en los cortes más tempranos (Figura 9), esto permitiría inferir que la fertilización nitrogenada mejoraría la digestibilidad de los forrajes. Asimismo, ambos cultivos presentaron valores aceptables en digestibilidad de la materia seca: 64-65% en Mijo y 69-70% en Moha. Por otro lado, la digestibilidad de moha sin fertilizante fue superior a la de mijo sin fertilizante desde el primero al cuarto corte, es decir, desde inicio de emergencia de panojas hasta panojamiento. Al final del ciclo reproductivo no se encontraron diferencias entre cultivos ni niveles de fertilización, tanto para producción acumulada como calidad de forraje. Parecería no existir efecto del fertilizante en etapas fenológicas más avanzadas de los cultivos.

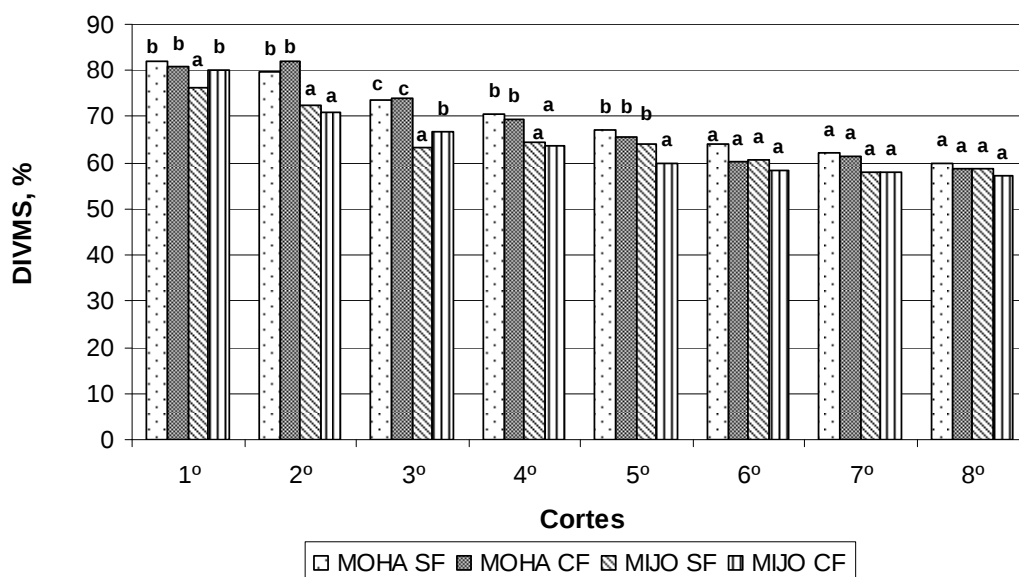


Figura 9. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS, %) según cultivo y nivel de fertilización nitrogenada para cada fecha de corte. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos y niveles de fertilización para cada fecha de corte.

B) Campaña 2005/2006

A fines de octubre de 2005, se instaló en la EEA Bordenave sobre un suelo *Haplustol éntico* un experimento con un arreglo factorial en parcelas divididas y tres repeticiones. El factor asignado a la parcela principal fue la especie. El asignado a la subparcela fue el nivel de fertilización nitrogenada. El Nitrógeno se aplicó en forma de urea al macollaje: **0N** (Sin Nitrógeno), **30N** (30 kg N/ha) y **60N** (60 kg N/ha). Cada bloque se subdividió en 9 parcelas de 7 m²; que se cortaron a intervalos de una semana entre sí a partir de inicio de emergencia de panojas. Las fechas de corte fueron las siguientes: 5 de enero (1°), 12 de enero (2°), 19 de enero (3°), 26 de enero (4°), 2 de febrero (5°), 9 de febrero (6°), 16 de febrero (7°), 2 de marzo (8°) y 9 de marzo (9°).

Se determinó la producción de forraje (MS, kg/ha), los contenidos de proteína bruta (PB, %) y fibra detergente neutro (FDN, %). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA. Cuando la prueba de F resultó significativa ($p < 0,05$), se compararon las medias mediante DMS ($\alpha = 0,05$).

Las condiciones climáticas durante este estudio (Cuadro 3) provocaron un fuerte estrés hídrico en las primeras etapas del cultivo de moha, no así en mijo que

mostró gran capacidad de tolerar al mismo. Sin embargo, el estrés hídrico no se reflejó en la producción de materia seca que fue igual en ambos cultivos. Al final del ciclo la moha demostró mayor recuperación que el mijo, con lo que se podría decir que fue más resistente al estrés.

Cuadro 3. Precipitación media mensual (mm) en Bordenave durante 2005, 2006 e histórica.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2005	112	36	43	10	9	12	20	24	67	33	56	68
2006	81	163	39									
1928-2004	72	68	95	54	40	25	22	24	44	76	72	78

La producción de materia seca fue baja durante las primeras etapas de ambos cultivos (2.235 y 2.221 kg MS/ha para mijo y moha respectivamente), como consecuencia de la escasa disponibilidad hídrica. Se incrementó, especialmente en moha, a partir de las precipitaciones de febrero (3.873 y 4.652 kg MS/ha). Sólo en los cortes de principios de marzo (maduración) se detectó una mayor acumulación de forraje en moha con respecto de mijo, como consecuencia de su rápida recuperación luego de las precipitaciones de enero y febrero (Cuadro 3 y Figura 10). No se encontró respuesta a la fertilización nitrogenada en ningún momento del ciclo de ambos cultivos (Cuadro 4).

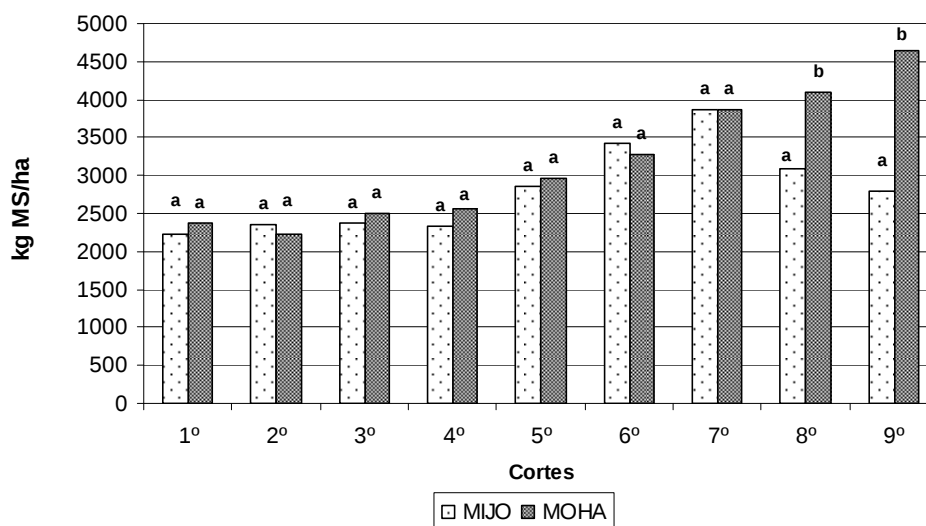


Figura 10. Producción acumulada de forraje (kg MS/ha) según cultivo y fechas de corte, en promedio, en los tres niveles de fertilización nitrogenada. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada fecha de corte.

Cuadro 4. Producción acumulada de forraje (kg MS/ha) según cultivo, fechas de corte y niveles de fertilización nitrogenada. Letras iguales indican la falta de diferencias significativas ($p>0,05$) entre niveles de fertilización nitrogenada.

		1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
MOHA	0N	2498 ^a	2169 ^a	2557 ^a	2591 ^a	2935 ^a	3060 ^a	3857 ^a	3925 ^a	4875 ^a
	30N	2380 ^a	2237 ^a	2263 ^a	2224 ^a	2773 ^a	3209 ^a	3845 ^a	4007 ^a	3953 ^a
	60N	2240 ^a	2257 ^a	2651 ^a	2864 ^a	3172 ^a	3549 ^a	3894 ^a	4350 ^a	5129 ^a
MIJO	0N	2094 ^a	2373 ^a	2270 ^a	2090 ^a	3005 ^a	3197 ^a	3280 ^a	3003 ^a	2473 ^a
	30N	2421 ^a	2545 ^a	2033 ^a	2547 ^a	2737 ^a	3752 ^a	4244 ^a	3071 ^a	3067 ^a
	60N	2192 ^a	2126 ^a	2823 ^a	2350 ^a	2855 ^a	3333 ^a	4096 ^a	3195 ^a	2844 ^a

Ambos cultivos mostraron incrementos de proteína en respuesta a la fertilización nitrogenada durante las primeras etapas. La significancia de estas diferencias fue variable, tanto en el tiempo como entre niveles de nitrógeno y se relacionó, posiblemente, con la disponibilidad de agua. Tanto el 12 y 26 de enero (emergencia de panojas y panojamiento) como el 2 y 16 de febrero (grano lechoso-pastoso) se encontró en ambos cultivos una respuesta positiva de proteína a la fertilización (Figura 11). El 12 de enero (emergencia de panojas), la proteína se vio incrementada con aumentos en los niveles de fertilización; y a principios de febrero (grano lechoso) sólo con 60N. Mientras que en los cortes del 26 de enero (panojamiento) y 16 de febrero (grano lechoso-pastoso) si bien hubo una respuesta positiva a la fertilización, no se detectaron diferencias significativas entre 30N y 60N.

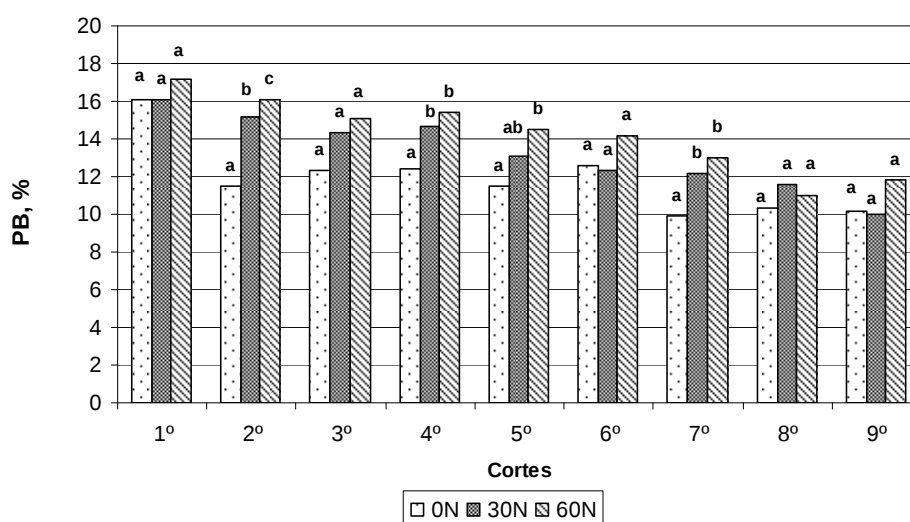


Figura 11. Proteína bruta (PB, %) según nivel de fertilización nitrogenada y fechas de corte, en promedio, en Mijo y Moja. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre niveles de fertilización nitrogenada para cada fecha de corte.

El contenido de fibra superó ligeramente los valores deseables (50%) y no manifestó diferencias entre cultivos salvo fechas de corte asiladas (Figura 12). Tampoco fue afectado por la fertilización nitrogenada (datos no presentados).

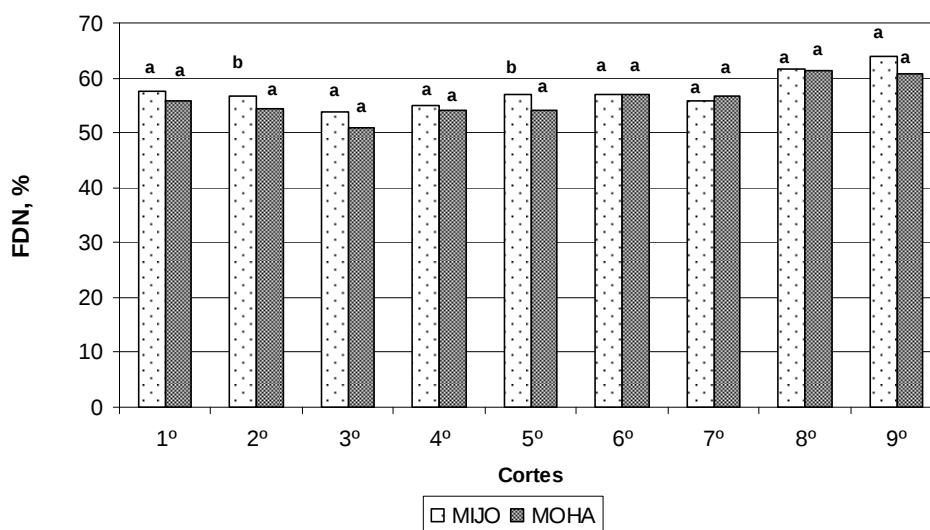


Figura 12. Fibra detergente neutro (FDN, %) según cultivo y fechas de corte, en promedio, en los tres niveles de fertilización nitrogenada. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada fecha de corte.

Se puede concluir que la respuesta a la fertilización sólo se tradujo en incrementos en proteína, durante etapas previas al panojamiento, siendo nula su expresión sobre la producción de forraje como consecuencia del estrés hídrico sufrido.

C) Campaña 2006/2007

A mediados de noviembre de 2006, se instaló en la EEA Bordenave sobre un suelo *Haplustol éntico* un experimento igual al de la campaña anterior. Cada bloque se subdividió en 11 parcelas de 7 m²; que se cortaron a intervalos de una semana entre sí a partir de inicio de emergencia de panojas. Las fechas de corte fueron las siguientes: 17 de enero (1°), 24 de enero (2°), 31 de enero (3°), 7 de febrero (4°), 14 de febrero (5°), 28 de febrero (6°), 7 de marzo (7°), 14 de marzo (8°), 21 de marzo (9°), 28 de marzo (10°) y 4 de abril (11°).

Se determinó la producción de forraje (MS, kg/ha), los contenidos de proteína bruta (PB, %), fibra detergente neutro (FDN, %) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS, %). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA.

Cuando la prueba de F resultó significativa ($p < 0,05$), se compararon las medias mediante DMS ($\alpha = 0,05$).

Las condiciones climáticas durante este estudio (Cuadro 5) y la retención de agua por el suelo favorecieron una buena implantación y desarrollo de ambos cultivos.

Cuadro 5. Precipitación media mensual (mm) en Bordenave en 2006, 2007 e histórica.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2006	81	163	39	15	0	7	19	5	32	121	9	97
2007	43	156	115									
1928-2005	72	68	95	53	40	25	22	24	44	75	72	78

En este sentido se lograron en promedio 4.146 kg MS/ha (Moha) y 4.809 kg MS/ha (Mijo) durante todo el período de evaluación. Mijo logró una producción mayor de materia seca que moha sólo con el agregado de 60 kg N/ha; esta diferencia fue de 1.000 kg MS/ha (Cuadro 6).

Cuadro 6. Producción acumulada de forraje (kg MS/ha) según cultivo y niveles de fertilización nitrogenada, en promedio, en las 11 fechas de corte. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada nivel de fertilización nitrogenada.

0N	MOHA	4236 ^a
	MIJO	4587 ^a
30N	MOHA	4124 ^a
	MIJO	4749 ^a
60N	MOHA	4078 ^a
	MIJO	5093 ^b

Por otro lado, en la mayoría de las fechas de corte mijo superó a moha en cuanto a la producción de materia seca, exceptuando los dos últimos cortes (fines de marzo y principios de abril; madurez fisiológica) donde se dio una situación inversa (Figura 13).

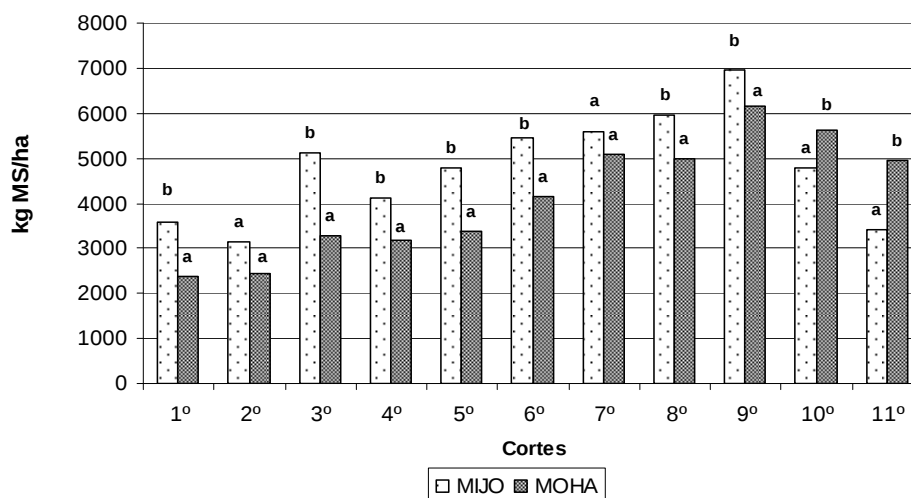


Figura 13. Producción de materia seca acumulada (kg MS/ha) según cultivo y fechas de corte. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada fecha de corte, en promedio, en los tres niveles de fertilización nitrogenada.

Asimismo sólo a fines de marzo (inicio de madurez fisiológica) se encontró una producción de materia seca mayor, en promedio, para los dos cultivos con el agregado de 60 kg N/ha (Cuadro 7). Esta respuesta se dio como consecuencia de las precipitaciones estivales ocurridas durante el período de evaluación.

Cuadro 7. Producción acumulada de forraje (kg MS/ha) según niveles de fertilización nitrogenada y fechas de corte, en promedio, en los dos cultivos. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre niveles de fertilización nitrogenada para cada fecha de corte.

	0N	30N	60N
1º	3155 ^a	2973 ^a	2809 ^a
2º	2728 ^a	2478 ^a	3203 ^a
3º	3789 ^a	4427 ^a	4359 ^a
4º	3590 ^a	3454 ^a	3908 ^a
5º	3966 ^a	3849 ^a	4434 ^a
6º	4875 ^a	4551 ^a	4935 ^a
7º	5596 ^a	5076 ^a	5358 ^a
8º	5192 ^a	5663 ^a	5519 ^a
9º	6129 ^a	6300 ^a	7251 ^b
10º	5336 ^a	5496 ^a	4823 ^a
11º	4170 ^a	4534 ^a	3846 ^a

Tanto a fines de febrero como a principios de marzo (grano lechoso-pastoso a grano duro) se detectó en ambos cultivos una respuesta positiva de proteína a la fertilización (Cuadro 8). Es decir, la proteína se vio incrementada con aumentos en los niveles de fertilización; asociada esta tendencia, principalmente, con las condiciones favorables de humedad en el suelo.

Cuadro 8. Proteína bruta (%) según niveles de fertilización nitrogenada y fechas de corte, en promedio, en los dos cultivos. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre niveles de fertilización nitrogenada para cada fecha de corte.

	0N	30N	60N
1º	14,8 ^a	15,1 ^a	14,7 ^a
2º	15,2 ^a	14,1 ^a	15,2 ^a
3º	13,9 ^a	14,1 ^a	13,9 ^a
4º	14,5 ^a	14,8 ^a	14,9 ^a
5º	13,6 ^a	14,2 ^a	15,4 ^a
6º	11,2 ^a	12,3 ^{ab}	13,4 ^b
7º	9,7 ^a	11,1 ^{ab}	11,9 ^b
8º	10,6 ^a	11,3 ^a	12,1 ^a
9º	9,8 ^a	11,2 ^a	11,5 ^a
10º	9,4 ^a	10,1 ^a	10,5 ^a
11º	9,2 ^a	9,6 ^a	10,0 ^a

Por otro lado, el contenido de proteína en moha respecto a mijo fue mayor con el agregado de 30 y 60 kg de Nitrógeno/ha (Cuadro 9).

Cuadro 9. Proteína bruta (%) según cultivos y niveles de fertilización nitrogenada, en promedio, en las once fechas de corte. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada nivel de fertilización nitrogenada.

	MIJO	MOHA
0N	11,9 ^a	12,1 ^a
30N	11,6 ^a	13,4 ^b
60N	12,2 ^a	13,9 ^b

Cuando se observó el comportamiento en proteína de ambos cultivos a lo largo de todas las fechas de corte se encontró que en etapas más tempranas (hasta principios de febrero coincidente con el estadio de panojamiento), no se diferenciaron estos dos cultivos respecto a proteína (Figura 14). Sin embargo, a partir de mediados de febrero (grano lechoso) la tendencia fue marcadamente diferente, y de hecho siempre moha superó a mijo en cuanto a contenido de proteína en sus tejidos vegetales (Figura 14). Esto beneficiaría la calidad del forraje de moha en un momento en que naturalmente el contenido de PB sería bajo.

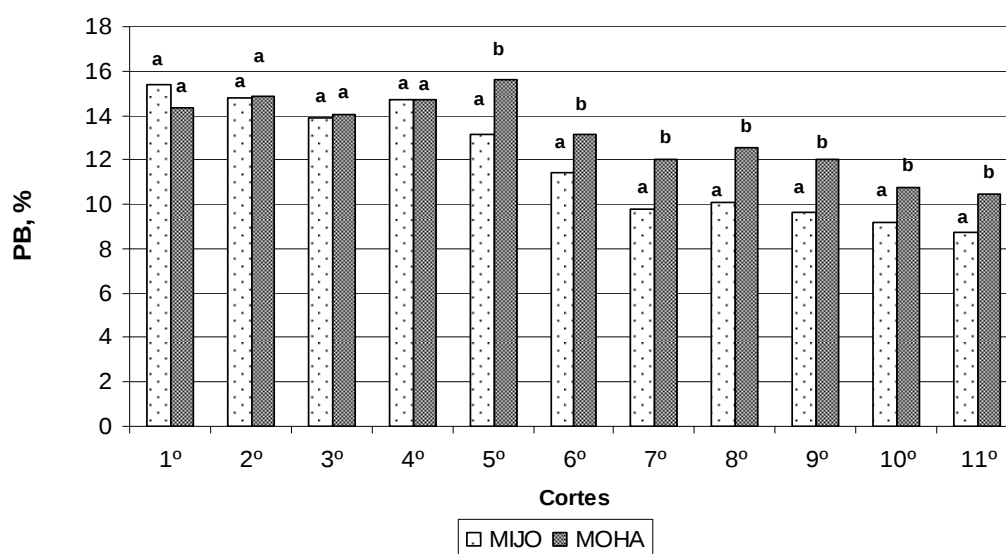


Figura 14. Proteína bruta (PB, %) según cultivo y fechas de corte. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada fecha de corte, en promedio, en los tres niveles de fertilización nitrogenada.

Similarmente a la campaña anterior, el contenido de fibra no fue afectado por la fertilización (Cuadro 10); y fue mayor en mijo respecto a moha en los primeros cortes (hasta principios de febrero: panojamiento) y luego se dio una tendencia inversa, es decir, moha presentó un contenido fibroso mayor respecto a mijo en estados de madurez más avanzados (Figura 15).

Cuadro 10. Fibra detergente neutro (%) según cultivos y niveles de fertilización nitrogenada, en promedio, en las once fechas de corte. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada nivel de fertilización nitrogenada.

	MIJO	MOHA
0N	58,81 ^a	59,24 ^a
30N	58,80 ^a	58,29 ^a
60N	58,16 ^a	58,89 ^a

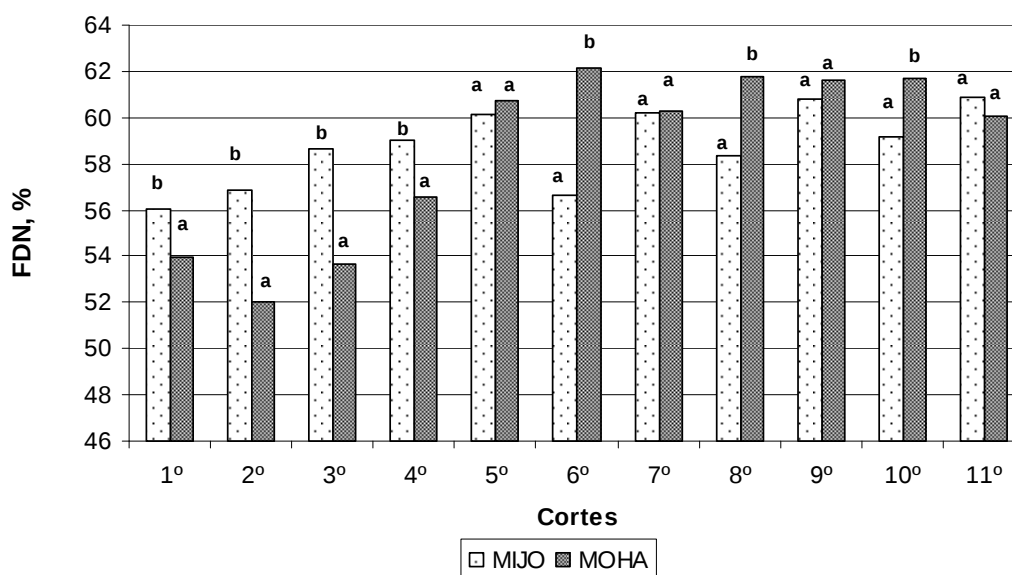


Figura 15. Fibra detergente neutro (FDN, %) según cultivo y fechas de corte. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivos para cada fecha de corte, en promedio, en los tres niveles de fertilización nitrogenada.

Conclusiones

El período de barbecho en años donde las lluvias durante el ciclo del cultivo sean menores a las normales, parece ser fundamental en asegurar una producción acorde al potencial del cultivo, ya que de esa manera se asegura una buena disponibilidad de nitrógeno al momento de la siembra y una dotación hídrica que permita la implantación y posterior desarrollo del cultivo en condiciones normales.

La respuesta a la fertilización nitrogenada será resorte de las condiciones iniciales, por lo que se hace necesario determinar la dotación de Nitrógeno del suelo a la siembra. Con alta disponibilidad de Nitrógeno la respuesta no es consistente y requiere alta disponibilidad de agua durante el ciclo.

El agregado de Nitrógeno luego de un pastoreo no parece dar respuestas muy importantes, principalmente por la baja disponibilidad de agua en el suelo, por lo que no sería recomendable esta práctica según los resultados expuestos.

La fertilización como era de esperar mejoró la calidad de forraje en términos de aumentar el contenido de proteína del mismo, sin efectos sobre el contenido de fibra (FDN).

Es importante destacar que estos cultivos son una alternativa interesante en los sistemas de producción pertenecientes a nuestra región por su fácil implantación, resistencia a estrés hídrico y térmico y su rápido aprovechamiento. Con altas tasas de producción de materia seca y con un muy buen valor nutritivo sobre todo para el cultivo de moha; ya que el mijo presenta un valor nutritivo menor siendo más apetecible cuando se encuentra granado. Si se busca obtener máxima cantidad de materia seca con alto valor nutritivo, el momento óptimo de corte es en el estado de principio de panojamiento.

Es sabido que la planificación forrajera consiste en equilibrar la oferta de forraje con la demanda, la cual debe tener en cuenta la hacienda existente en el establecimiento. Dentro de las alternativas técnicas para alcanzar ese equilibrio, se encuentran el manejo de la carga animal y la conservación de forrajes.

Bibliografía citada

- Andriulo AE, Galantini JA, Iglesias JO, Rosell RA y Glave A. 1985. Sistemas de producción con Trigo en el Sudoeste Bonaerense: Algunas propiedades físicas edáficas ligadas al agua. II Congreso Nacional de Trigo. 11 al 19 de Octubre. Pergamino Pcia de Buenos Aires.
- Barberis L, Nervi A, Del Campo H, Urricarriet S, Sierra J, Daniel P, Vázquez M y Zourarakis D. 1983. Análisis de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa Ondulada y su predicción. Ciencia del Suelo 1:51-64.
- Bruno OA, Fossati JL, Romero LA y Gaggiotti MC. 1989. Evolución de la producción y calidad de forraje de cultivares de Mijo (*Panicum milleaceum*). Informe Técnico N°39. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.
- Bolletta A, Larrea D y Lagrange S. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción acumulada y calidad del forraje de verdeos de verano. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 25 Supl. 1: 168-169.
- Colombatto D. 2000. Análisis de alimentos: Aplicaciones prácticas. En: http://www.agro.uba.ar/catedras/p_lechera/resumencolombatto.pdf.
- Di Nápoli M y González Montaner J. 1997. Parámetros del modelo de balance de N para el cultivo de maíz en el sur de la provincia de Buenos Aires. Actas VI Congreso Nacional de maíz. (166-172).
- Ferrari O. (Ed.). Manejo Forrajero Primavera-Estival. Serie de Actualización Técnica en Producción Ganadera. Tomo 1 Número 8. pág. 31.
- Forte Lay JA (). Softwar AGROAGUA. Versión 5.0.
- Gallardo MRA y Castro HC. 1990. Evaluación comparativa del valor nutritivo del heno de Mijo (*Panicum milleaceum*). Revista Argentina de Producción Animal Vol. 10 N° 2: 121-126.
- Gómez L, Nakama V y Puricelli CA. 1981. Carta detallada de suelos de la EEA Bordenave. Escala 1:10.000. (pp. 143). Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, Dpto. Suelos. INTA. Buenos Aires.

- Gorastegui J. 1971. Variedades vegetales del INTA (cultivares creados e introducidos desde 1958).
- Larreguy O. 1982. Catálogo de cultivares creados e introducidos por el INTA de 1970 a 1977. Colección Agropecuaria N° 21.
- Moschini RC. 1983. El barbecho para los cultivos estivales. Área de influencia de la localidad de Rivera, partido de Adolfo Alsina. Informe Técnico N° 34. EEA INTA Bordenave.
- Page AL, Millar RH and Keeney DR (ed). 1982. Methods of Soil Analysis, Part II. Capítulo 33: 643-693.
- Privitello M, Harrison R, Romero M. 2000. Evolución de la calidad forrajera en dos cultivares de *Setaria italica*. Revista Argentina de Producción Animal Volumen 20 N° 1, pp. 1-5.
- Rimieri P. 2008a. Manual Técnico del CVT INTA-CEREAGRO para la creación y difusión de cultivares mejorados de Moha (*Setaria italica*). Producción y Uso de la Moha.
- Rimieri P. 2008b. Manual Técnico N° 2 del CVT INTA-CEREAGRO para la creación y difusión de cultivares mejorados de Moha (*Setaria italica*). Cultivares de Moha de Hungría.
- Rimieri P. 2008c. Manual Técnico N° 3 del CVT INTA-CEREAGRO para la creación y difusión de cultivares mejorados de Moha (*Setaria italica*). Novedades en Moha de Hungría.
- Romero L, Mattera J, Cuatrin A. 2009. Moha para ensilaje: efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de materia seca y el valor nutritivo. En: Actas XXXII Congreso Argentino de Producción Animal en Malargüe (Mendoza), 14-16 de Octubre de 2009. pp. 567.
- Vaz Martins D, Ibáñez V. 1999. "Moha: ¿cuándo se debe cortar un heno?". INIA La Estancuela. Uruguay.

*Este boletín técnico se editó con el aporte del Proyecto Regional Ganadero
del Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS).*

Director EEA. Bordenave

Ing. Agr. Rubén A. Micci

Comisión Editorial de Publicaciones

Ing. Agr. Carlos Coma

Ing. Agr. Tomás Loewy

Lic. Fernando Cardarelli

Diagramación – Arte

María Fernanda Vergara

Unidad de Comunicaciones Bahía Blanca

Viamonte 685 – Bahía Blanca

0291-4526506 – comunicacion@bordenave.inta.gov.ar