

ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA Y NITRÓGENO EN GRAMÍNEAS ANUALES INVERNALES USADAS COMO COBERTURA VEGETAL EN VIÑEDOS

Barbazán M.¹, Ferrando M.¹ y Zamalvide J. P.¹

Recibido: 30/04/01 Aceptado: 18/10/01

RESUMEN

La utilización de coberturas en las entrefilas de las plantas de viña ha sido una de las opciones conservacionistas propuestas en el manejo de suelos, el cual junto con otras variables tecnológicas, ha permitido incrementar los rendimientos y calidad de la producción vitivinícola del país en las últimas dos décadas. El propósito de este estudio fue comparar distintas coberturas anuales de invierno disponibles en el país, a través del rendimiento en materia seca (MS), contenido de nitrógeno (N), y absorción de N. Durante 1997, 1998 y 1999 se evaluaron tres cultivares de cebada (*Hordeum vulgare*), uno de Avena Blanca (*Avena strigosa*), uno de Avena Negra (*Avena fatua*), dos de triticale (*Triticale sp.*) y uno Trigo (*Triticum aestivum*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, realizándose muestreos periódicos a lo largo del ciclo de los cultivos. También se estudió durante el año 1997 el comportamiento de los cultivos en las entre filas de plantas de viña de dos establecimientos comerciales. Los rendimientos en MS a floración, el cual corresponde al momento de corte usado a nivel de producción, variaron entre 2800 y 7700 kg ha⁻¹. Los cultivos que mantuvieron altos rendimientos entre años fueron los triticales y Avena Negra, mientras que la Avena Blanca y Trigo fueron los de menores rendimientos. Las cebadas mostraron buen comportamiento en años sin alta incidencia de enfermedades. El contenido de N dependió en gran medida del año y de la fertilidad del suelo. A floración, éste generalmente es menor a 15 g kg⁻¹, por lo cual se supone que esto provocará inmovilización de N, o un efecto nulo sobre la disponibilidad de N en el suelo. Los resultados sugieren que los materiales más promisorios serían triticales, Avena Negra y, eventualmente, Cebada Cultivar Clipper.

PALABRAS CLAVE: coberturas invernales, manejo de suelos, nitrógeno.

SUMMARY

DRY MATTER ACCUMULATION AND NITROGEN IN ANNUAL WINTER GRASS USED AS COVER CROPS IN VINEYARDS

The cover crops utilization planted within the vineyard has been one of the conservative options proposed in the soil management. Additionally to another variables of technology, it has increased yield and quality of the vineyard Uruguayan production, in the recent two decades. The purpose of this study was to compare different winter, annual cover crops available in the country, based on yield in dry matter, nitrogen content in tissues, and nitrogen absorption. Three varieties of barley (*Hordeum vulgare*), two of oats (*Avena strigosa* and *Avena Fatua*), two of triticale (*Triticale sp.*), and one variety of wheat (*Triticum aestivum*), were evaluated in 1997, 1998, and 1999. A completely randomized blocks design was used, taken plant samples periodically along the crop cycle. In addition, it was studied the behavior of the crops between the line of vineyard plants in commercial fields, in 1997. The yield in dry matter at the recommended time of cutting varied from 2800 and 7700 kg ha⁻¹. The crops that maintained higher yield among years were the triticales and *Avena fatua*, while *Avena strigosa*, and wheat were the crops with lower yields. The barley varieties showed good behavior in years without high disease incidences. Most of the N content in plants depended on the year and soil fertility. This content at flowering was less off to 15 g kg⁻¹. It is supposed that this fact would produce immobilization or a null effect on the N availability in the soil. The results suggest that the most promissory crops would be the triticale, *Avena fatua*, and Clipper barley.

KEY WORDS: nitrogen, soil management, winter cover crops.

¹Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Av. Garzón 780. CP 12900. Montevideo. Uruguay.

INTRODUCCIÓN

La producción de viñedos en Uruguay ha aumentado tanto en rendimiento como en calidad en los últimos 20 años. Dentro de las variables tecnológicas responsables de estos cambios, se destacan el mejoramiento genético de las plantas, nuevos sistemas de conducción, mejores controles sanitarios, y la aplicación de un manejo racional de suelos.

Cuando ya el viñedo está en la etapa de producción, un manejo conservacionista de suelos propuesto para estos sistemas, es mantener cubierta la entrefila especialmente durante el invierno, ya sea por especies espontáneas o sembradas. Por razones prácticas, en la fila bajo la viña se aplica herbicidas, para eliminar malezas que pudieran competir con la planta por agua y nutrientes.

Son muchas las ventajas que presentan las coberturas frente a un suelo desnudo, destacándose las siguientes: a) reducen el riesgo de erosión, ya que protegen al suelo contra el impacto directo de las gotas de lluvia, evitando la dispersión de partículas y encostramiento; disminuyen la velocidad de escurrimiento superficial del agua, y en consecuencia, disminuye el transporte de sedimentos (Zaragoza, 1997). Las pérdidas de suelos por erosión se reducen cuando se dejan residuos en superficie del suelo (Laflen *et al.*, 1985); b) mejoran la infiltración de agua debido a que evitan el encostramiento y a que las raíces luego de descompuestas dejan pequeños canales en el perfil del suelo por donde circula el agua; c) mejoran la agregación del suelo, debido a que al descomponerse los restos orgánicos, se forman complejos con las arcillas que posibilitan la formación de agregados, mejorando así su estructura (Kumar y Goh, 2000); d) disminuyen la radiación solar directa, reduciendo la temperatura del suelo y amplitud térmica; e) reducen las pérdidas de N al actuar como “cultivo trampa”, sobre todo en invierno; Klik *et al.*, 1998, trabajando con diferentes mezclas de cultivos a emplear como coberturas vegetales en viñedos, encontraron que la siembra de especies gramíneas, o una mezcla de mayor proporción de gramíneas y una leguminosa, ayudaban a proteger al suelo contra el impacto de la erosión y a proteger las aguas subterráneas contra el lavado de nutrientes; f) controlan las malezas, debido a que presentan un mayor crecimiento inicial, en particular las gramíneas anuales, provocando un efecto de supresión sobre las malezas, ya sea por supresión directa (Dyck y Liebman, 1994), o por alelopatía; g) permiten que el suelo presente un mejor “piso” para el tránsito de maquinaria luego de las lluvias - especialmente en suelos pesados -; h) constituyen materia orgánica producida donde se va a emplear, por lo tanto no hay costos de transporte ni de aplicación.

Aunque se pueden utilizar coberturas permanentes, en general se recomienda mantener coberturas en los meses de baja actividad de la viña, o sea en otoño-invierno, por la menor competencia con el viñedo (Zaragoza, 1997; Tardáguila y Bertamini, 1993). Una práctica que tradicionalmente se realizaba en los viñedos de nuestro país era la siembra de gramíneas o leguminosas de crecimiento invernal, las cuales eran incorporadas al suelo a principios de primavera (Alvarez, 1980). Actualmente se recomienda una variación de este manejo, que consiste en implantar un cereal de ciclo corto a principio de otoño, cortándolo luego de floración, dejando el material en superficie formando una cobertura (mulch) sobre el suelo (Zamalvide y Cánepa, 1994; González, 1997). En ese estado fenológico, los tejidos tienen un bajo contenido de N, por lo cual resultan más resistentes al ataque microbiano, permaneciendo más tiempo en el suelo sin descomponerse. El manejo de suelos con mulch, permite además, desarrollar un mayor volumen radicular en el horizonte superficial (Zaragoza, 1987), con un mayor número de raicillas en esta capa del suelo (Westwood, 1982). Si bien se podría optar por gramíneas o por leguminosas, debido a diferencias en su composición interna y desarrollo radicular, los efectos sobre las propiedades físicas del suelo y la disponibilidad de nitrógeno serán distintos (Reyes y Malán, 1997). Las gramíneas resultarán más apropiadas que las leguminosas para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo por su mayor productividad, densidad de plantas y sistema radicular más denso y ramificado (Stevenson y White, citados por Davis y Payne, 1988). El efecto sobre las propiedades físicas de los suelos es más marcado y duradero cuando se emplean gramíneas maduras con alta relación carbono/nitrógeno (C/N). Se estima que la relación óptima de restos vegetales incorporados al suelo es de aproximadamente 25, (Jansson y Persson, 1982). Con esta relación el sistema suelo-planta no gana ni pierde nitrógeno (N). Relaciones C/N mayores a 33/1 (12,1 g N kg MS⁻¹ en tejidos) generalmente producen inmovilización neta de nitrógeno; relaciones C/N menores a 15/1 (26,7 g N kg MS⁻¹) en cambio, liberan nitrógeno mineral al sistema, produciendo mineralización neta (Perdomo y Barbazán, 1999).

Cuando el objetivo es emplear un cultivo que aporte nitrógeno, las leguminosas serían más apropiadas que las gramíneas. Antes de que comenzaran a usarse masivamente los fertilizantes nitrogenados sintéticos las leguminosas eran muy empleadas en la agricultura como “abonos verdes” para aportar nitrógeno al suelo. Actualmente también pueden ser una alternativa en situaciones de producción donde se opte por no usar fertilizantes de origen industrial. A través de la fijación biológica de nitrógeno realizada por las leguminosas, se puede cubrir gran parte de

las necesidades de ese nutriente que tienen los cultivos comerciales (Calegari y Peñalva, 1994). Debido a que generalmente presentan tejidos más tiernos por una menor cantidad de lignina y mayor de nitrógeno, las leguminosas son cultivos más fáciles de descomponer que otras especies, liberando más rápidamente los nutrientes (Russell y Russell, 1964).

En viñedos, es particularmente importante manejar tanto las cantidades como el momento de aporte de nitrógeno a las plantas, debido a la influencia que este nutriente sobre la producción y calidad de uvas y vinos. Cuando se intenta que el nitrógeno provenga de la mineralización de compuestos orgánicos, uno de los problemas que surge es que la liberación del mismo se hace en forma no controlada, en cantidades variables, y en momentos en los cuales su aporte puede ser negativo para la calidad de la uva.

La Cátedra de Fertilidad de Suelos de la Facultad de Agronomía ha estado estudiando desde hace más de 10 años en ensayos de campo de largo plazo la respuesta de la viña a diferentes alternativas de manejo de suelos para la enterfila y su interacción con la respuesta a nitrógeno por parte del viñado. En estos ensayos se ha evaluado el comportamiento del manejo con herbicida permanente en toda la superficie del suelo, de cultivos de cobertura de invierno enterrados en primavera, y coberturas cortadas y mantenidas como mulch. En el caso de cobertura-mulch se ha evaluado tanto su siembra en forma convencional como en siembra directa. Como trabajo complementario a estos ensayos se entendió necesario evaluar el comportamiento de diferentes especies y cultivares para ser utilizados como cobertura invernal en viñedos.

En Uruguay las gramíneas más promisorias como coberturas de invierno serían avenas, cebadas, triticales y trigos. Las cebadas y avenas forrajeras podrían considerarse materiales de ciclo largo, mientras que los cultivares de cereales para grano se podrían considerar a estos efectos, como materiales de ciclo corto. Por sus características, los cultivares de ciclo largo poseen un período vegetativo mayor, pueden rebrotar luego de ser cortados, aportando en estos cortes un follaje más tierno. Los cultivares de ciclo corto tienden a espigar rápidamente, con menor capacidad de rebrote, dejando al ser cortados un resto vegetal más resistente a la descomposición. En general estas especies, sembradas en abril, finalizan su ciclo al comienzo de la brotación de los viñedos, por lo cual la competencia que ejercen sobre estos es baja.

En el presente trabajo el objetivo principal fue comparar el comportamiento de distintas especies y/o cultivares de gramíneas anuales de invierno a partir de las curvas de crecimiento y la evolución del contenido de nitrógeno en dichos cultivos. Esto permitirá aportar elementos para se-

leccionar las mejores gramíneas a emplear como coberturas de invierno en recomendaciones para el manejo de suelos en viñedos. En este trabajo se incluyen los resultados encontrados por Pérez y Vivas, 1999.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio incluyó un ensayo principal y dos sitios de observación. El ensayo principal realizado durante tres años consecutivos (1997, 1998 y 1999), fue ubicado en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía (Camino del Gigante cercano a Progreso), y los dos sitios de observación en el año 1997 ubicados en el Establecimiento Juanicó, frente a la Estación Juanicó y el Establecimiento Varela Zarranz, Ruta 74, km 29, Joaquín Suárez.

En el Centro Regional Sur el ensayo se instaló en 1997 sobre una chacra con muchos años de agricultura y muy mal drenaje, mientras que en 1998 y 1999 el sitio era una chacra con menos uso y mejor drenaje. El suelo en los tres años correspondió a un Brunosol Éútrico Típico L. perteneciente a la Unidad Tala Rodríguez (TI-Rd) (MAP. DSF, 1976) Typic Argiudoll (Soil Survey Staff, 1975). Los suelos en los sitios de observación fueron un Vertisol Rúptico Lúvico de la Unidad Tala Rodríguez (TI-Rd) (MAP. DSF, 1976) Typic Hapludert (Soil Survey Staff, 1975), en el Establecimiento Juanicó, y un Brunosol Éútrico Típico L. de la Unidad de Toledo (To) (MAP. DSF, 1976) Typic Argiudoll (Soil Survey Staff, 1975), en el Establecimiento Varela Zarranz.

En el ensayo principal se utilizó un diseño de parcelas en bloques completos al azar con tres repeticiones, en el cual los tratamientos eran los diferentes materiales evaluados (Cuadro 1).

La siembra se realizó al voleo y a mano entre el 20 y 24 de abril en todos los casos, a una densidad de 150 kg ha⁻¹, (excepto la Avena Negra que fue sembrada a una densidad de 100 kg ha⁻¹). A la siembra se fertilizó con 30 kg N ha⁻¹ y 60 kg P₂O₅ ha⁻¹. Al macollaje se agregó 50 kg N ha⁻¹ como urea. El tamaño de las parcelas fue de 4m x 5m en 1997 y de 6m x 9m en 1998 y 1999. Se tomaron muestras en forma periódica a lo largo del ciclo de los materiales utilizando cuadros de 0,7 x 0,7m (0,49m²) o 0,4 x 0,25m (0,1m²). Las fechas de los muestreos se presentan en la Cuadro 2, expresados en días del ciclo desde la siembra. La última fecha de muestreo corresponde a aquella en la cual, a nivel de producción, el material se corta y se deja como mulch en superficie.

Las muestras fueron secadas a estufa por 48 horas a 65°C, molidas en molino de acero inoxidable, malla 1 mm, y sometidas a una digestión de 0,5 g de tejido con ácido sulfúrico y perhidrol. El N total fue determinado por destilación, recibiendo en ácido bórico.

En los sitios de observación, en los viñedos comerciales, los diferentes cultivos se instalaron en las entrefilas

Cuadro 1. Especies empleadas como coberturas.

Especie	Nombre científico	Origen	Año de evaluación
Avena Blanca E.1095†	<i>Avena strigosa</i>	Uruguay	1998-99
Avena Negra	<i>Avena fatua</i>	Brasil	1997-98-99
Cebada Ariel†	<i>Hordeum vulgare</i>	Australia	1997
Cebada Clipper	<i>Hordeum vulgare</i>	Australia	1997-98-99
Cebada Quebracho	<i>Hordeum vulgare</i>	INIA Uruguay	1997-98
Trigo Buck Candil	<i>Triticum aestivum</i>	Uruguay	1998
Triticale INIA Caracé ‡§	<i>Triticale</i>	Uruguay	1997-98-99
Triticale Tisné	<i>Triticale</i>	Argentina	1998-99

† Material de ciclo largo seleccionado para pastoreo.

‡ Triticale INIA Caracé es un cultivo de ciclo algo más corto que el Triticale Tisné, el cual presenta un ciclo normal de crecimiento.

§ Cultivar seleccionado en Uruguay sobre material de EMBRAPA, Paso Fundo, Brasil.

de las plantas de viñas, cuatro para cada material estudiado. La fecha de siembra y forma de muestreos de plantas fueron similares a las empleadas en el ensayo principal.(Cuadro 2).

Se evaluó la evolución de la materia seca (kg ha^{-1} MS), contenido de nitrógeno en planta (g N kg MS^{-1}) y kilogramos por hectárea de nitrógeno (kg N ha^{-1}) absorbidos durante el ciclo de los cultivos.

Se ajustaron curvas de crecimiento tanto para los valores absolutos de las variables en estudio, así como también a los rendimientos relativos. Estos fueron calculados tomando como 100% al valor máximo obtenido en cada cultivo y variable estudiada. Para las diferentes variables, se probó el ajuste de un modelo de tercer grado. Cuando el término cúbico y/o cuadrático no realizaron un aporte significativo, se trabajó con un modelo cuadrático o lineal.

Para identificar diferencias estadísticas entre los cultivos se realizaron los correspondientes análisis de varianza en cada variable estudiada, fecha de muestreo, sitio y año, utilizando el procedimiento GLM (general linear models) de SAS (SAS Institute, 1988). También se realizó un análisis

de varianza para las fechas interaccionando con los cultivos evaluados. Para identificar los cultivos más destacados se realizó una separación de medias por el test de DUNCAN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se muestran los rendimientos en materia seca acumulada para cada cultivo, año y muestreo realizado en el ensayo principal (CRS).

Materia seca

En el año 1997, las diferencias de rendimiento en materia seca (kg. ha^{-1}) entre materiales se manifestaron desde el segundo muestreo (Cuadro 3). A partir de los 127 días hubo un grupo de mayor rendimiento formado por Triticale INIA Caracé y Cebada Clipper; un segundo grupo correspondiente a Cebada Quebracho y Avena Negra, y por último, Cebada Ariel con el menor rendimiento. El bajo rendimiento de Cebada Ariel puede explicarse por la alta incidencia de enfermedades de hoja que afectó ese año a este material. Se observó interacción entre fechas de muestreo y materiales, ($P < F = 0,05$), lo que indica que las diferencias entre los cultivos no se mantuvieron a lo largo del ciclo de los mismos).

El ajuste de los rendimientos en función del tiempo, siguiendo el modelo $Y = a + bx + cx^2$ permite comparar las tendencias de crecimiento de los materiales. En el máximo período estudiado, los rendimientos mayores correspondieron a la Cebada Clipper y al Triticale INIA Caracé.

En los rendimientos relativos la evolución del crecimiento de las coberturas ese año fue prácticamente lineal,

Cuadro 2. Muestreos de plantas realizados en los distintos sitios.

Sitios	Muestreos (días desde siembra)				
	70	99	127	147	119
CRS 1997					
CRS 1998	45	64	80	99	119
CRS 1999	137				
Est. Juanicó	52	85	106		
Varela Zarranz	52	85	106	135	

Cuadro 3. Rendimiento en materia seca acumulada (kg ha^{-1}) para cada cultivo, según año y momento de muestreos.

Año	Cultivo	Días desde la siembra				
		70	99	127	147	
		kg MS ha^{-1}				
1997	Avena Negra	1360	3351	4528	5642	
	Cebada Ariel	1519	2434	2591	4487	
	Cebada Clipper	1852	3537	5966	7278	
	Cebada Quebracho	1468	3151	4392	5890	
	Triticale INIA Caracé	1521	4230	5997	7714	
		45	64	80	99	119
		kg MS ha^{-1}				
1998	Avena Blanca	1023	1338	2133	2283	2865
	Avena Negra	1011	1535	2674	4193	4723
	Cebada Clipper	1026	2093	2728	4286	3655
	Cebada Quebracho	1499	1915	2743	4343	4224
	Trigo Buck Candil	890	1235	2159	3386	4585
	Triticale INIA Caracé	1266	1930	2860	4433	5706
	Triticale Tisné	1183	1685	2461	4091	5271
		kg MS ha^{-1}				
		137				
		kg MS ha^{-1}				
1999	Avena Blanca	3337				
	Avena Negra	4075				
	Cebada Clipper	3963				
	Triticale INIA Caracé	3839				
	Triticale Tisné	3261				

con una tasa de acumulación de materia seca relativa muy similar, excepto en Cebada Ariel (datos no mostrados).

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de aquellos cultivares que fueron evaluados durante dos años (1997 y 1998).

En el año 1998, no se observaron diferencias significativas entre los rendimientos de los cultivos en las primeras tres fechas de muestreo. Sin embargo, ya desde la segunda fecha se distinguió un grupo con un rendimiento levemente más alto, formado por las dos cebadas y Triticale INIA Caracé, seguido de un grupo formado por Avena Negra y Triticale Tisné, y un último grupo de más bajo rendimiento correspondiente a Avena Blanca y Trigo. En el muestreo realizado a los 99 días se observaron diferencias significativas entre materiales ($\text{Pr} > \text{F} = 0,0182$), destacándose el Triticale INIA Caracé, seguido por las dos ce-

badas, Avena Negra y Triticale Tisné. El Trigo y la Avena Blanca se mantuvieron con un rendimiento bajo. En la última fecha de muestreo (119 días desde la siembra), también se observaron diferencias significativas ($\text{Pr} > \text{F} = 0,0001$), destacándose los triticales con rendimientos significativamente superiores, seguidos de la Cebada Quebracho, Avena Negra y Trigo. Los menores rendimientos correspondieron a Cebada Clipper y Avena Blanca. Es de hacer notar el descenso en materia seca acumulada registrado en las cebadas, respecto al corte anterior, probablemente por tratarse de cultivos de ciclo corto con pérdida de hojas inferiores. El resto de los materiales evaluados no manifestaron un descenso en el rendimiento.

El cultivo Avena Blanca fue el de menor rendimiento en todos los muestreos. Este material presentó síntomas se-

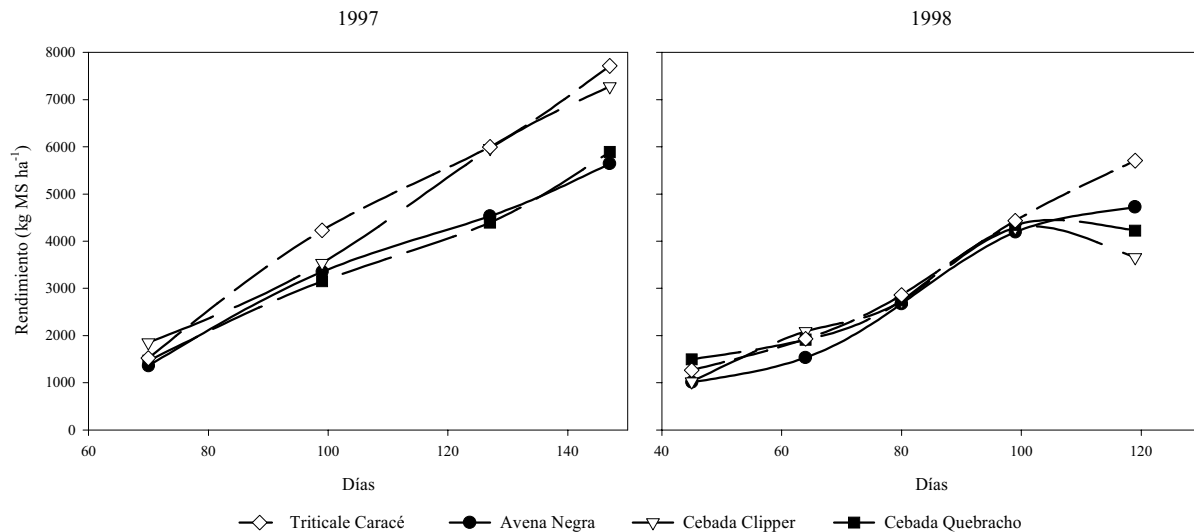


Figura 1. Evolución del rendimiento en kg MS ha⁻¹ a lo largo del ciclo, para los materiales que fueron sembrados tanto en 1997 como en 1998.

veros de ataque de enfermedades, así como vuelco en la mayoría de las parcelas.

Los materiales de alta rusticidad como Avena Negra y Triticale INIA Caracé, rindieron más que otros como Avena Blanca, cebadas y Triticale Tisé, aunque sólo se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en el último muestreo. Dentro del grupo de las avenas, la Avena Negra comenzó a rendir más que la Avena Blanca desde la segunda fecha de muestreo (14,8%), diferenciándose más claramente en la cuarta (83,7%) y en la quinta fecha de muestreos (64,9%). Gran parte de la variación en rendimiento estuvo relacionada a la intensidad de ataques por hongos. Debe destacarse que los materiales nacionales no han sido seleccionados para siembras tan tempranas como fines de marzo o principios de abril.

Al igual que en 1997, en 1998 se observó interacción entre las fechas en que se realizaron los muestreos y los cultivos evaluados ($P_{r>F} = 0,002$).

En el último año (1999) se efectuó sólo una evaluación a los 137 días del ciclo de los cultivos, no observándose diferencias significativas entre los cultivos probados. A pesar de ello existieron dos grupos con diferentes tendencias, de acuerdo a los rendimientos. Un primer grupo estuvo integrado por Avena Negra, Cebada Clipper y Triticale INIA Caracé; en promedio estos materiales rindieron un 20% más que el segundo grupo, formado por Avena Blanca y Triticale Tisé.

Con respecto a los sitios de observación, el ensayo situado en el Establecimiento Juanicó presentó problemas para el desarrollo de los cultivos, tanto de poblaciones bajas como de macollaje, debido a que la siembra no se realizó en condiciones óptimas. Los materiales que acumularon más materia seca en la primera fecha de evaluación fueron las cebadas Clipper y Quebracho. Este comportamiento se atribuyó a que estos cultivos presentan ciclos más cortos que Triticale INIA Caracé y Avena Negra. Por otra parte, el Triticale INIA Caracé tuvo problemas de falta de macollaje.

En el Establecimiento Varela Zarranz, no se observaron diferencias en la producción de materia seca entre los materiales evaluados en las primeras fechas de muestreo. A partir de los 106 días del ciclo se constató una gran acumulación de materia seca, que continuó en todo el período evaluado. Esto se atribuye a la aplicación reiterada en años anteriores de estiércol de gallina, y por consiguiente un alargamiento del ciclo de las coberturas. Los materiales de mayor rendimiento en las fechas de corte 106 y 135 días fueron Triticale INIA Caracé y Cebada Clipper, mientras que Cebada Quebracho y Avena Negra tuvieron un similar rendimiento, más bajo que los anteriormente mencionados. Cebada Ariel fue afectada por enfermedades de hoja.

Contenido de Nitrógeno

El contenido de nitrógeno en tejido vegetal para el primer año de evaluación (1997), tuvo un comportamiento muy similar en todos los materiales, disminuyendo como era esperado, a medida que avanzó el ciclo (Figura 2). Es necesario destacar que en este primer año de evaluación, los contenidos de N en los tejidos fueron en general muy bajos, lo que puede ser atribuido a la suma de dos factores. Por un lado, el suelo presentaba un bajo suministro natural de N debido a un prolongado uso agrícola; por otro lado, debido al exceso de lluvias ocurrido ese año, existieron condiciones favorables para la pérdida de formas minerales de nitrógeno del suelo. Las lluvias favorecieron la lixiviación de una parte del N agregado, y luego, el anegamiento del suelo en etapas tempranas de los cultivos favoreció las pérdidas de N por desnitrificación. Por lo tanto, los cultivos tuvieron en ese sitio y en ese año una baja disponibilidad de N. No obstante, se registraron diferencias significativas en el contenido de N entre los materiales en las primeras fechas evaluadas (70 y 99 días del ciclo). Hacia las fechas de muestreo más avanzadas, sin

embargo, el contenido de N en los materiales fue muy similar y muy bajo. Esto indicaría que, si estos cultivos hubieran sido incorporados al suelo, probablemente hubieran provocado inmovilización neta de N, dado que presentaron una muy alta relación C/N.

Se observó interacción ($P > F$ 0,0024) entre contenido de N en tejido entre cultivos y fecha de muestreo.

En el año 1998 los contenidos de N fueron más elevados que los registrados el año anterior. Ese año el ensayo se instaló en un sitio de alta fertilidad. Los contenidos de nitrógeno descendieron de aproximadamente 30 g kg⁻¹ en el primer muestreo a 15 g kg⁻¹ en el último. No se observaron interacciones entre fechas de muestreo y cultivos evaluados.

En 1999 (a los 137 días), todos los materiales presentaron un similar contenido de nitrógeno (del orden de 16,4 g N kg MS⁻¹), siendo la Cebada Clipper el material más bajo en N (13,5 g N kg MS⁻¹).

Como es sabido, los contenidos de N en los tejidos bajan al avanzar el ciclo del cultivo. Esta tendencia general puede iniciarse y terminar con contenidos más altos o más bajos comparando sitios y años. Ese corrimiento de los

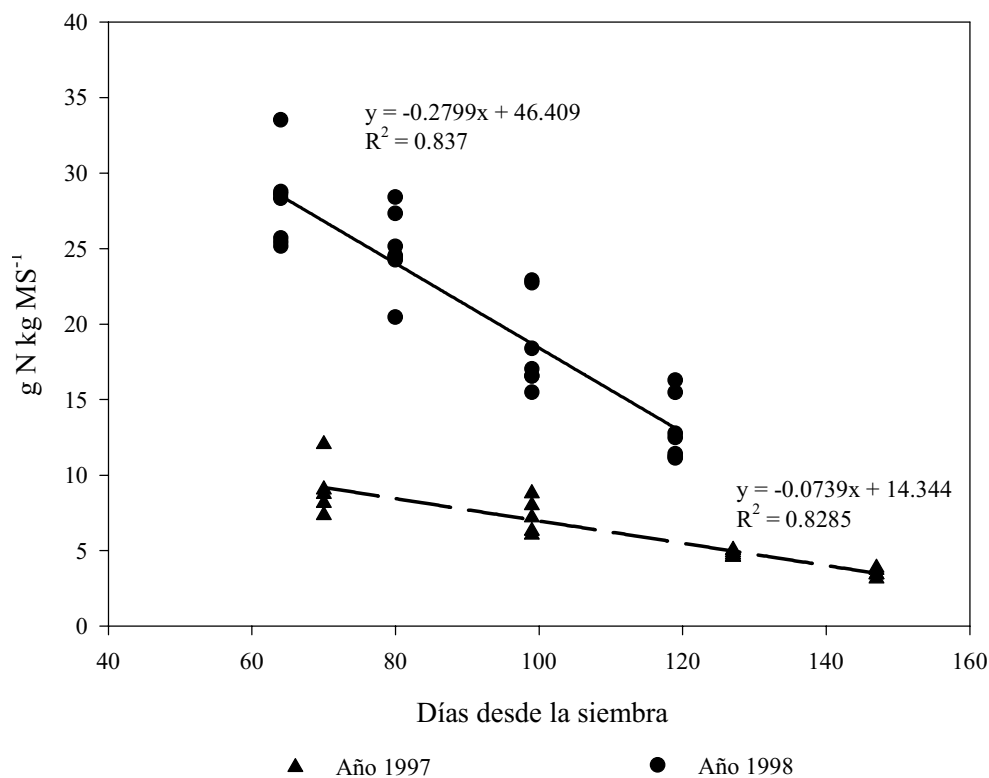


Figura 2. Evolución del contenido de nitrógeno en planta (g N kg MS⁻¹). Cada punto en cada muestreo corresponde a un material evaluado.

valores, manteniendo la tendencia decreciente en el tiempo depende principalmente del aporte de N al cultivo y de su potencial de acumulación de MS.

Al cortarse el material y ser atacado por los microorganismos el balance neto entre mineralización o inmovilización de N dependerá fundamentalmente del momento de corte. El ataque microbiano producirá mineralización neta de N solamente si se corta muy temprano, cuando se ha acumulado poca MS, ya que los tejidos tienen alto contenido de N. Esto puede variar entre sitios y años, pero generalmente ocurre en cultivos de gramíneas con menos de tres meses de sembrados. De acuerdo a los resultados obtenidos, en el momento de corte recomendado de estos materiales (floración), tuvieron entre 15 y 18 g N kg MS⁻¹, lo cual pudo provocar una inmovilización neta de N o un efecto neutro. En este sentido es necesario diferenciar estos materiales de cobertura de suelo de aquellos, como las leguminosas, que son realmente “abonos verdes” por su contenido más alto de N y mayor susceptibilidad al ataque microbiano, produciendo mineralización de N.

Nitrógeno absorbido

Los kilos de N absorbidos por estos cultivos a los 100 días desde la siembra estuvieron en el rango comprendido entre 20 y 100 kg N ha⁻¹. Parte de ese N absorbido proviene de la mineralización de la materia orgánica del suelo, y, por lo tanto, habría sido perdido del sistema suelo-planta por lixiviación o desnitrificación si estos cultivos no hubieran actuado como cultivos “trampa”. No sólo es necesario destacar que estos cultivos ayudan a disminuir las pérdidas del N suministrado por el suelo, sino que una vez que estos cultivos son descompuestos, parte del N de sus tejidos pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo, por lo cual indirectamente se mejoran algunas propiedades físicas y químicas del mismo a un plazo más largo.

Con relación al valor relativo de esta variable, se distinguieron tres tipos de materiales de acuerdo al momento en que se produjo la máxima tasa de acumulación de N. Por un lado se agruparon las cebadas, en las cuales las máximas tasas de acumulación de N se produjo alrededor de los 100 días de su ciclo, en todos los años y sitios evaluados. El otro grupo correspondió a las Avenas, Trigo y Triticale INIA Caracé, con tasas de acumulación de N máxima luego de los 100 días (alrededor de los 140 días del ciclo). Por último, el Triticale Tisné presentó en el año evaluado (1998) una tasa de acumulación de N continua, no visualizándose decrecimiento (datos no mostrados).

CONCLUSIONES

La producción de materia seca, para cada cultivar evaluado, fue muy variable entre sitios y años. Entre sitios la producción dependió en gran medida del suministro de N por parte del suelo, así como de la población de plantas, macollaje y sanidad de los materiales. Entre años, la producción de materia seca fue claramente afectada por las condiciones ambientales imperantes durante el ciclo de los cultivos.

La tendencia general en las curvas de acumulación de materia seca fue muy similar entre la mayoría de los materiales evaluados.

La Avena Blanca evaluada mostró un ciclo notoriamente más largo que el resto de los materiales, manteniéndose en estados vegetativos la mayoría del período estudiado. Luego de ésta, las cebadas fueron las que mostraron características de ciclo más corto, con mayor absorción de N en etapas más tempranas del ciclo.

Desde el punto de vista de los mayores rendimientos de materia seca, los materiales más promisorios son: triticales, Avena Negra y cebadas Clipper y Quebracho.

Esto estaría explicado en parte por lo encontrado por Bemhaja (1996), quien sostiene que cuando las condiciones ambientales de fechas tempranas de siembra favorecen el desarrollo de enfermedades, los triticales presentarían un mejor comportamiento sanitario. La Avena Negra muestra un comportamiento similar al de los triticales.

La Avena Blanca, empleada tradicionalmente por muchos productores de viñedos, no aparece como una buena opción de cobertura, por su ciclo largo y sensibilidad a enfermedades.

El contenido de nitrógeno en los tejidos disminuyó de forma muy importante a medida que avanzó el ciclo en todos los materiales. En el primer año evaluado todos los materiales presentaron bajo contenido de N, excepto en el sitio Varela Zarranz. En los años 1998 y 1999 los contenidos fueron más altos.

Aunque existieron diferencias en los niveles de N en postfloración, estos fueron siempre bajos (generalmente menores a 15 g kg⁻¹). El ataque de estos materiales por los microorganismos no produciría una mineralización neta de nitrógeno. No debe entonces pensarse en estos materiales de cobertura como “abonos verdes” pues su inclusión no mejorara en el corto plazo la disponibilidad de N. Probablemente en muchos casos la utilización de un cultivo de cobertura implique para la viña, a principios de primavera, una menor disponibilidad de formas minerales de nitrógeno.

no en el suelo, por la absorción del nitrógeno disponible por parte de la cobertura, y una potencial inmovilización por el ataque microbiano de restos pobres en nitrógeno.

A los 100 días de la siembra, momento que correspondería al recomendado para cortar las coberturas, la cantidad de N absorbida varió entre 20 y 100 kg N ha⁻¹. Parte del N absorbido provino de la mineralización natural de la materia orgánica del suelo, y de no haber existido un cultivo que absorbiera ese N, este en parte se habría perdido.

El aporte de estos restos tendrá un efecto a largo plazo sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo, ya que parte de ellos pasará a formar materia orgánica del suelo.

A nivel de producción los materiales más recomendados para coberturas de invierno serían Triticale y Avena Negra. Alternativamente podrían utilizarse cebada cervecera con ciertas limitantes de sensibilidad a enfermedades.

En el enfoque actual en el uso de las coberturas de invierno se priorizan los efectos físicos sobre el aporte de nutrientes. Los materiales de ciclos cortos de alto rendimiento, al ser cortados post floración mejoran sus efectos físicos pero presentan bajos contenidos de nitrógeno. Esto se deberá tener en cuenta por su efecto en la disponibilidad de este nutriente, realizando los ajustes necesarios en la fertilización nitrogenada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la financiación otorgada por el PRENADER, dentro del marco del proyecto "Manejo de Suelos y Fertilización de Viña".

Se agradece la colaboración prestada por el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía, al Grupo CREA Viticultores, a los productores de los predios utilizados para los ensayos, y a su técnico asesor Ingeniero Agrónomo Omar Borsani.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, J. 1980. Hacia una nueva viticultura: Manejo del suelo. *Noticiero*. 46: 5-9.
- BEMHAJA, M. 1996. INIA Caracé Triticale. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 77.
- CALEGARI, A. y PEÑALVA, M. 1994. Abonos verdes: Importancia agroecológica y especies con potencial de uso en el Uruguay. Canelones, MGAP (JUNAGRA)-GTZ, Junio 1994.
- DAVIES D.B. y PAYNE D. 1988. Management of soil physical properties. In: A. Wild (ed.), *Russell's soil conditions and plants growth*, pp 412-448. Longman Scientific and Technical. Essex, England.
- DYCK, E., y LIEBMAN, M. 1994. Soil Fertility management as a factor in weed control: the effect of crimson clover residue, synthetic nitrogen fertilizer, and their interactions on emergence and early growth of lambquarters and sweet corn. *Plant Soil*. 167: 227-237.
- GONZÁLEZ, A. J. 1997. Manejo de suelos y fertilización de la viña. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- JANSSON, S. L., y PERSSON, J. 1982. Mineralization and immobilization of soil nitrogen. p 229-252. In F. J. Stevenson (ed.). *Nitrogen in agricultural soils*. Monography N° 22. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.
- KLIK A., ROSNER J., and LOISKANDI W. 1998. Effects of temporary and permanent soil cover on grape yield and soil chemical and physical properties. *Journal of Soil and Water Conservation*. 53 (3) 249-253.
- KUMAR, K., y GOH, K. M. 2000. Crop residues and management practices: Effects on soil quality, soil nitrogen dynamic, crop yield, and nitrogen recovery. *Advances in Agronomy*. 68:197-319.
- LAFLEN, J. M., FOSTER, G. R. y ONSTAD, C. A. 1985. Simulation of individual-storm soil loss for modeling the impact of soil erosion on crop productivity. P285-295. In El-swaif *et al.*, (ed.). *Soil Erosion and Conservation*. Soil and Water Conserv. Soc., Ankeny, IA.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay. v1 y v2.
- PERDOMO, C. y BARBAZÁN, M. 1999. Nitrógeno. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Cátedra de Fertilidad de Suelos. Montevideo, Uruguay.
- PÉREZ, S. y VIVAS, G. 1999. Evaluación de coberturas de invierno para viñedos. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
- REYES C. y MALÁN, R. 1997. Efecto de diferentes manejos de suelo en el rendimiento de un cultivo de zanahoria (*Daucus carota*, L.) y en las propiedades químicas y físicas del suelo. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- RUSSELL E.J. y RUSSELL E. W. 1964. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 3ª ed. Madrid, Aguilar.
- SAS INSTITUTE. 1985. SAS/STAT Guide for personal computer. Version 6 Edition. SAS Inst., Cary, NC.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. SOIL TAXONOMY. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA Handb. 436. US Government Printing Office, Washington, DC.

TARDÁGUILA J. y BERTAMINI M. 1993. Gestión del suelo, fertilización y riego para mejorar la calidad del vino. *Fruticultura Profesional*. 59: 17-30.

WEESTWOOD W. 1982. *Fruticultura de climas templados*. Madrid. Mundi-Prensa.

ZAMALVIDE, J.P. y CÁNEPA, P. 1994. Manejo de suelos en viñedos. INAVI. Boletín de divulgación.

ZARAGOZA, C. 1987. Los sistemas de mantenimiento del suelo en fruticultura. *Fruticultura Profesional*. 10: 20-29.

ZARAGOZA, C. 1997. El laboreo de conservación en el viñedo. *Viticultura Enología Profesional*. 53: 6-13.