

INVESTIGACIONES

PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA DE LA AVENA (*Avena sativa* L.), EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO¹

Yield and chemical composition of oats (*Avena sativa* L.), at different stages of maturity

Juan Carlos Dumont L.² y Francisco Lanuza A.²

SUMMARY

The changes in chemical and physical components of oats (cv. Llaofén) were studied during two years (1984/85 and 1985/86), at Remehue (INIA, Osorno). Sowing date was September 6, using a seed rate of 120 kg/ha. Fertilizers were applied at 60 kg N, 56 kg P, and 41.5 kg K/ha. Four 2 x 20 m blocks were established at random, within a 4 ha field. Samples were taken at weekly intervals, from November to January.

The highest dry matter yield was reached at hard-milk grain stage, in the middle of January, with 13–15 ton/ha. Important changes on the leaf-stem-grain ratio were observed. Total protein content decreased rapidly from 27.0%, at the leafy stage, to 9.0%, at the full-head stage, and then decreased further to 6.3%, at the hard grain stage.

In vitro dry matter digestibility, declined from 87.0%, at the early leaf stage, to 51.0%, at full head, and then to 44.0% at hard-grain stage. The grains did not compensate for the overall reduction in quality, occurring in the late stages of maturity of the plant.

The stages of development of oats are a useful indicator of the plant's nutrient content. This crop is potentially an alternative feed for animal production systems.

INTRODUCCION

La avena es una gramínea de gran versatilidad en su utilización. Generalmente, se le incorpora al inicio de una rotación de cultivos, por su propiedad de atenuar el efecto de algunas enfermedades en el suelo. Presenta una amplia adaptación de fechas de siembra, suelos, condiciones climáticas y es de fácil establecimiento; se presta para pastoreo invernal, soiling, ensilaje, heno y producción de granos. Por esto, puede jugar un rol interesante, cuando se plantea un sistema integrado ganadero-cultivo.

Sin embargo, en la X Región existe escasa información respecto a la evolución de este cultivo en establecimientos de primavera y los ensayos realizados, tanto en otros lugares del país como en el extranjero, son

difíciles de utilizar como información local. Por esto, se ha planteado este trabajo, con el objetivo de conocer la evolución de las variables físicas y químicas más importantes de este cultivo.

Revisión de Literatura

Teuber (1981), en Osorno, estudió la evolución de una avena tardía (cv. Ancafén), sembrada el 26 de septiembre y encontró que a fines de enero se acumulaban 20 ton de m.s./ha, en estado de grano pastoso. Teuber, Dumont y Torres (1985) obtuvieron producciones cercanas a 20 ton m.s./ha, con avena cv. Llaofén, sembrada el 30 de marzo, sin utilización invernal y cosechada a principios de enero (no se menciona el estado fenológico).

Mc Donald y Wilson (1980), en Nueva Zelandia, encontraron producciones de 7 a 13 ton de m.s./ha, en avenas sembradas en otoño y cosechadas al estado de bota. En grano lechoso-harinoso, la producción de forraje se encontraba sobre las 15 ton m.s./ha.

¹ Recepción de originales: 7 de abril de 1987.

² Estación Experimental Remehue (INIA), Casilla 24-0, Osorno, Chile.

Una gran limitante de la avena es la baja concentración de nutrientes en la planta en estados tardíos. Eagles y otros (1979), en Nueva Zelanda, encontraron concentraciones de 1 a 4,5% de N y digestibilidad de 55 a 80%, expresados base m.s., para avenas en estados tempranos y tardíos, respectivamente; indican además, que aparentemente una concentración alta de N en la planta es incompatible con altas producciones de m.s., en avenas. Mc Donald y Wilson (1980), también en Nueva Zelanda, informan de digestibilidades desde 80%, en estados vegetativos, a 55% en granos formados, en el mes de diciembre. Teuber (1981), en Osorno, informa concentraciones de 1,36% de N (8,5% de proteína total) y digestibilidades de 50%, para una avena con producciones de 20 toneladas de m.s./ha. El autor no menciona el estado fenológico de corte.

Kilcher y Troelsen (1973) indican que la lignina en las hojas puede llegar a constituir hasta un 50% de la pared celular y, en cambio en los tallos, hasta un 70%, en estado de grano pastoso; esto trae como consecuencia que no hay incrementos en la energía en estados tardíos (al considerar la planta entera), aun con la mayor contribución de las semilla. Al respecto, Sotola (1937) encontró un interesante resultado, ya que las plantas maduras fueron más digestibles que aquellas en estado de grano lechoso.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Remehue (INIA, Osorno), durante dos temporadas (1984/85 y 1985/86). Se trabajó sobre un cultivo de avena cv. Llaofén, sembrado el 6 de septiembre en un potrero de 4 ha, con una dosis de semilla de 120 kg/ha. La fertilización, toda en la siembra, consistió en 60 kg de N, 56,7 kg de P y 41,5 kg de K/ha. Se utilizó cuatro bloques de 20 x 2 m, distribuidos al azar en el potrero. El período de evaluación comprendió desde inicios de noviembre a fines de enero.

Semanalmente, se realizó las siguientes mediciones: disponibilidad de forraje por m², cortando 2 m² en cada bloque, con tijeras, a una altura de 4 cm; materia seca, en horno de ventilación forzada a 60°C por 48 hr; relación hoja-tallo-grano, en forma manual; proteína total, según AOAC (1970); digestibilidad *in vitro* de la m.s., según Tilley y Terry (1963).

Se utilizó análisis de regresión, para describir los resultados.

RESULTADOS

En la Figura 1, se observa la evolución de la producción de forraje (planta entera). Las mayores tasas de crecimiento correspondieron a los meses de noviembre y diciembre. En el estado de panoja emergida, hay una acumulación de 1,1 kg m.s./m², para llegar a fines de enero, en estado de grano maduro, a una producción de 1,3 y 1,5 kg m.s./m², en la primera y la segunda temporada, respectivamente.

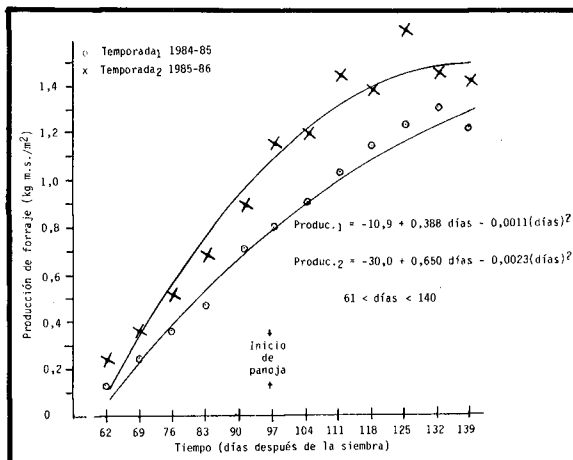


FIGURA 1. Producción de forraje de avena, sembrada en primavera.

FIGURE 1. Forage yield of oats (kg D.M./m²), seeded in spring.

El aporte de hojas fue disminuyendo con el desarrollo del cultivo, llegando a contribuir con menos de 20% de la m.s., en la madurez (Figura 2). Los primeros tallos aparecieron aproximadamente 69 días después de la siembra. En ambas temporadas, su evolución y contribución presentó una tendencia similar, llegando a

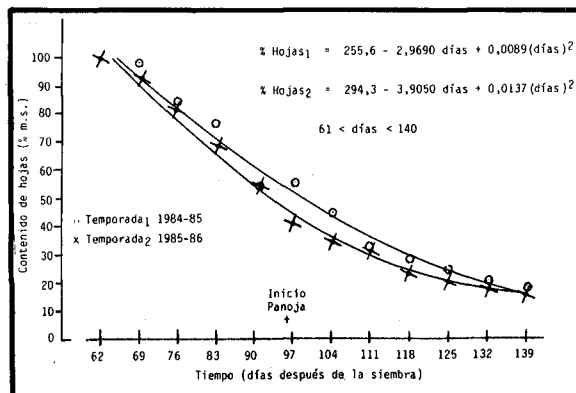


FIGURA 2. Cambios en la proporción de hojas (% m.s.) en avena, sembrada en primavera.

FIGURE 2. Changes in the leaves proportion in oats (% D.M.), seeded in spring.

un máximo de 45% de la m.s., a fines de diciembre, declinando hasta un 30%, en plena madurez (Figura 3).

El aporte de granos se inició a los 83 días después de la siembra y se mantuvo en un consistente aumento, hasta llegar a representar un 50% de la m.s., en la segunda quincena de enero, en estado de granos duros (Figura 4).

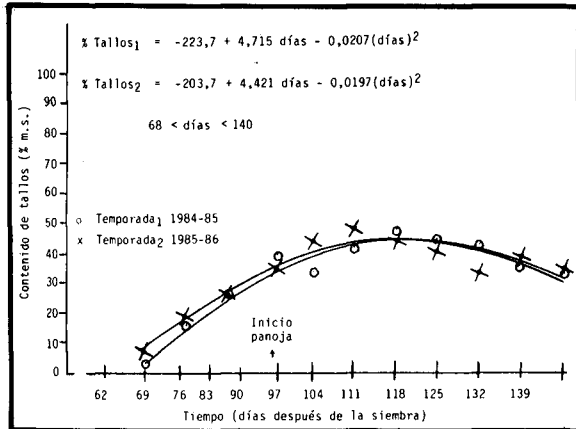


FIGURA 3. Cambios en el contenido de tallos (% m.s.) en avena, sembrada en primavera.

FIGURE 3. Changes in stem content of oats (% D.M.), seeded in spring.

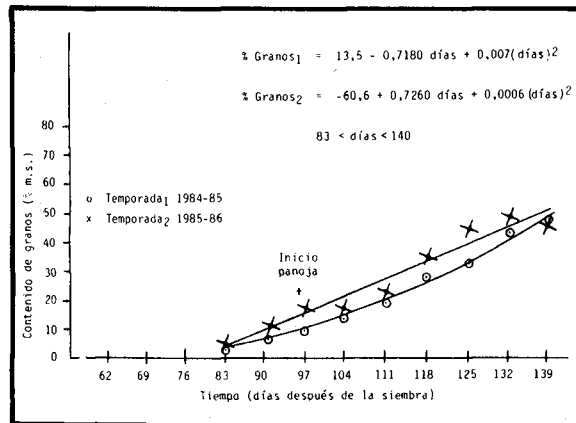


FIGURA 4. Cambios en el contenido de granos (% m.s.) en avena, sembrada en primavera.

FIGURE 4. Changes in grain content in oats (% D.M.), seeded in spring.

El porcentaje de m.s. evolucionó en forma similar en ambas temporadas. En la Figura 5, se observa que desde valores de 13%, en estados tempranos, se llega a 55%, en la madurez. La digestibilidad *in vitro* de la m.s. disminuyó drásticamente, desde valores de 85%, en estados de hojas, a alrededor de 40-50%, en la madurez (Figura 6), distinguiéndose claramente dos etapas.

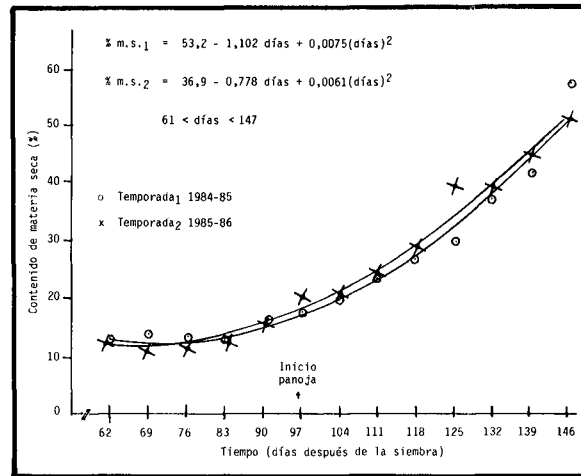


FIGURA 5. Cambios en el contenido de materia seca (% m.s.) en avena, sembrada en primavera.

FIGURE 5. Changes in dry matter content in oats (%), seeded in spring.

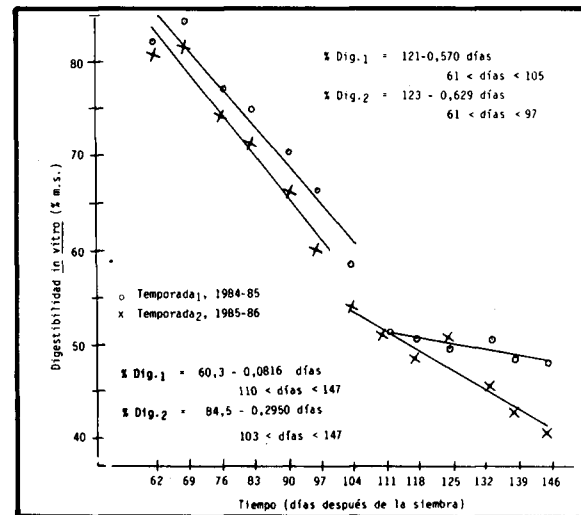


FIGURA 6. Cambios en la digestibilidad *in vitro* (% m.s.) en avena, sembrada en primavera.

FIGURE 6. Changes in *in vitro* digestibility in oats (% D.M.), seeded in spring.

Inicialmente, el grado de declinación es de aproximadamente 6 unidades porcentuales por semana. Esto se ve interrumpido con la emergencia de la panoja, estado desde el cual la digestibilidad cae a razón de 0,5 a 2 unidades por semana, con alguna variación entre años.

El contenido de proteína total varió entre 26% y 5% y, en general, la situación fue similar a la digestibilidad *in vitro*, en el sentido de producirse dos etapas en el grado de disminución (Figura 7). En este caso, los valores para proteína total durante los primeros 90 días declinan aproximadamente entre 2 a 4

unidades (expresadas como porcentaje) por semana; sin embargo, después de la emergencia de la panoja, no hay cambios importantes.

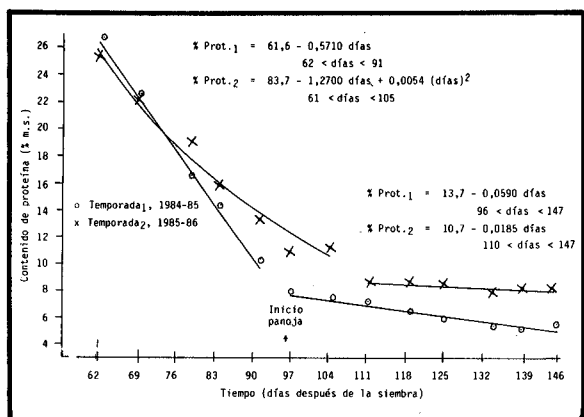


FIGURA 7. Cambios en el contenido de proteína total en avena, sembrada en primavera.

FIGURE 7. Changes in total protein content in oats (% O.D.M.), seeded in spring.

DISCUSION

En ambas temporadas, el cultivo se caracterizó por una alta capacidad de acumulación de forraje, en un período relativamente corto. Teuber (1981), con una avena de ciclo largo (cv. Ancafén) sembrada en primavera, obtuvo producciones de m.s. incluso mayores. Otros resultados disponibles en la zona (Teuber y otros, 1985), confirman el hecho de que la avena, desde el punto de vista de la producción de forraje, es un recurso interesante a considerar.

En cuanto al contenido de proteína total y digestibilidad de la m.s., existió en general una persistente declinación (aunque en diferente grado) en ambos constituyentes, observándose dos períodos:

- Desde estados vegetativos hasta la emergencia de la panoja. La declinación fue muy rápida; esto se explica por la gran baja en el aporte que las hojas hacen al total de la m.s. Además, la lignina aumenta en estas partes de la planta, llegando a constituir hasta un 50% de la pared celular (Kilcher y Troelsen, 1973). Esta situación se ve desmejorada, debido al aumento de la contribución que hacen los tallos y a que los granos aún están en estado iniciales de desarrollo.
- Desde la emergencia de la panoja hasta granos maduros. Este período se caracterizó porque la proteína total y digestibilidad de la m.s. estuvieron en un bajo nivel. Estos valores disminuyen lentamente o se mantienen, en algunos casos. Esto coincide con

resultados obtenidos por Meyer y otros (1957) y Smith (1960) y se explica por el alto contenido de tallos (30–40% de la m.s.).

Kilcher y Troelsen (1973) indican que la lignina en los tallos puede constituir hasta un 70% de la pared celular, en estados de granos pastosos, por lo que es difícil obtener incrementos de energía, al considerar la planta entera.

Los resultados obtenidos en este estudio, indicarían que no sería posible conseguir una mejor digestibilidad en estados tardíos (granos maduros), a través de los granos. Según Rowe y Crosbie (1988), las cáscaras de los granos representan 1/4 a 1/3 del peso total de ellos, lo que sumado a su alto contenido de lignina, provoca un efecto negativo en la digestibilidad.

Sotola (1937) encontró que las plantas maduras fueron más digestibles que aquellas en estados de grano lechoso. Es probable que las variedades usadas hayan tenido una mayor proporción de granos en relación al resto de la planta, realizando así un mayor aporte energético.

Durante un largo período el cultivo se caracterizó por un bajo contenido de m.s. Para obtener un heno de mediana a buena calidad, es decir, una aceptable concentración de nutrientes en la planta, el corte podría realizarse en estados tempranos de desarrollo. Sin embargo, en el área de Osorno, durante el mes de noviembre, se produce en promedio entre 10 y 12 días días lluvia, con 11 a 12°C de temperatura (información obtenida de la Est. Agrometeorológica Remehue), lo que haría arriesgado el intento de secado del forraje. En la elaboración de ensilajes, un alto contenido de agua y la baja concentración de carbohidratos solubles, limitaría los procesos fermentativos.

Sería materia de otros estudios conocer el potencial productivo de diferentes estados fenológicos, utilizando animales en la evaluación. Thurman y otros (1957), por ejemplo, consideran que aun cuando no se obtiene la más alta producción de forraje por hectárea, es recomendable cortar la avena en estado de bota, para conservarla como heno. Sin embargo, el estado óptimo de cosecha dependerá de muchos factores, tales como tipo de animal, costos, etc.

CONCLUSIONES

La avena Llaofén sembrada en primavera, presenta un interesante potencial de producción de m.s., con valores de 13 a 15 ton m.s./ha, en estado de grand semi-maduro.

En la medida que aumenta la acumulación de forraje, se produce una rápida pérdida de nutrientes en la planta, dando como resultado múltiples combinaciones entre calidad y cantidad de m.s. El momento óptimo de utilización quedará determinado por factores como tipo de animal, recursos disponibles, clima y costos, entre otros.

Los diferentes estados fenológicos de la avena, proveen una información útil respecto al contenido de proteína total y digestibilidad en la planta.

En estados tardíos (después de la emergencia de la panoja), el llenado de los granos no es suficiente para mejorar la pérdida en digestibilidad provocada por la disminución en la proporción de hojas y el consiguiente aumento en la proporción de tallos.

RESUMEN

En la Estación Experimental Remehue (INIA), Osorno, durante dos temporadas (1985–1986) se trabajó sobre un cultivo de avena cv. Llaofén, con el objeto de estudiar la evolución de las principales variables físicas y químicas de esta gramínea, cuando es sembrada en primavera.

El cultivo se desarrolló con rapidez, logrando su máxima acumulación de m.s. a mediados de enero, con 13 a 15 toneladas de m.s./ha, en estado de grano lechoso—harinoso. La relación hoja—tallos—granos cambió drásticamente, con la evolución del cultivo. El contenido de proteína total se caracterizó por un rápido descenso, desde 27,2%, en estados iniciales, hasta 9,3%, en estado de panoja completamente emergida,

para luego declinar lentamente y llegar a 6,3%, en estado de grano harinoso duro. La digestibilidad *in vitro* de la m.s., bajó desde 86,8% a 51,1%, en estado de panoja completamente emergida, y continuó disminuyendo lentamente, hasta grano harinoso duro, con 44,1%.

Se concluye que la avena sembrada en primavera tiene un interesante potencial de rendimiento. En estados tempranos (antes de emergencia de panoja), presenta un bajo contenido de m.s., lo que limita su uso para elaboración de ensilajes directos. La baja concentración de nutrientes en estados tardíos, hace recomendable su uso solamente para animales de bajos requerimientos.

LITERATURA CITADA

- AOAC—Association of Official Agricultural Chemist. 1970. Official Methods of Analysis 11th. Edition. Washington, D.C. 1015 p.
- EAGLES, H.A., LEWIS, T.D., HOLLAND, R. and HASLEMORE, R.M. 1979. Quality and quantity of forage from winter oats in the Manawotu. New Zealand Journal Experimental Agriculture 7: 337–341.
- KILCHER, M.R. and TROELSEN, J.E. 1973. Contribution and nutritive value of the mayor plant components of oats through progressive stages of development. Canadian Journal Plant Science 53: 251–256.
- Mc DONALD, R.C. and WILSON, K.R. 1980. Dry matter yields, digestibilities, mineral levels and cattle growth rates on greenfeed oats at different stages of development. New Zealand Journal Experimental Agriculture 8: 105–109.
- MEYER, J.H., WEIR, W.C., JONE, L.G. and HULL, J.L. 1957. The influence of stage of maturity on the feeding value of oat hay. Journal Animal Science 16: 623–631.
- ROWE, J.B. and CROSBIE, G.B. 1988. The digestibility of grain of two cultivars of oats differing in lignin content. Australian Journal Agriculture Research 39: 639–644.
- SOTOLA, J. 1937. The chemical composition and nutritive value of certain cereals. Hays, as affected by plant maturity. Journal Agricultural Research 54 (6): 399–415.
- SMITH, D. 1960. Yield and chemical composition of oats for forage with advance in maturity. Agronomy Journal 52: 637–639.

TEUBER K., NOLBERTO. 1981. Cultivos suplementarios para conservación de forrajes. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. E.E. Remehue, Area Producción Animal, Programa Praderas. Informe Técnico 1980–81. Osorno, Chile. p.: 19–27*.

TEUBER K., NOLBERTO, DUMONT L., JUAN C. y TORRES B., ALFREDO. 1985. Curva de acumulación de materia seca, digestibilidad y contenido proteico de cultivos forrajeros anuales establecidos en otoño. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. E.E. Remehue, Area Producción Animal, Programa Praderas. Informe Técnico 1984–85. Osorno, Chile. p.: 17–23*.

TILLEY, J.M. and TERRY, R.A. 1963. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal British Grassland Society 18 (2): 104–111.

THURMAN, R.L., STALLCUP, O.R., STEPHENS, J.C. and JUSTUS, N.E. 1957. When to harvest oat for hay and silage. Bulletin 586. Agricultural Experiment Station, University of Arkansas. 18 p.

*La información contenida en estos documentos es accesible sólo a través de sus autores o de autoridades del INIA.