

CURVAS DE CRECIMIENTO DE CEREALES FORRAJEROS DE INVIERNO. I. AVENA (*Avena sativa* L.).

Growth curves of fodder cereals. I. Oat (*Avena sativa* L.).

Recibido :5/10/92 Aceptado : 7/5/93.

Veneciano J.H.⁽¹⁾, M.O. Funes⁽¹⁾ y A.Z. Corral⁽²⁾.

RESUMEN

El ensayo se realizó con el propósito de estudiar en forma comparativa el rendimiento de materia seca de 6 variedades cultivadas de avena (*Avena sativa* L.) y la distribución estacional del mismo. Se adoptó una metodología de cortes secuenciales, trabajando con 90 parcelas dispuestas en 5 series con 3 repeticiones. Las condiciones ambientales determinaron un acortamiento pronunciado de la estación de crecimiento, particularmente en los cultivares precoces. Existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre la variedad cultivada Millauquén INTA (2.164,0 kg MS/ha) y los cultivares 82/2866 Sv. y Suregrain (1.431,5 y 1.464,8 kg MS/ha, respectivamente). Se determinaron las ecuaciones descriptivas del crecimiento para cada cultivar. La máxima tasa de producción (28,54 kg MS/ha/día) correspondió a la variedad cultivada Millauquén INTA, a comienzos de junio. Esta variedad, al igual que los cultivares Bra.74 /76864 y Moregrain, mostró una distribución más uniforme de la materia seca a través del tiempo.

Palabras clave: avena, producción, curvas de crecimiento.

SUMMARY

The trial was carried out to study dry matter yields of 6 oat (*Avena sativa* L.) cultivars, and the seasonal growth distribution. Green standing crop was clipped every 7 days in 90 plots arranged at random in 5 series with 3 repetitions each. The environmental conditions determined a very short growing period, principally in early cultivars. Significant differences ($P < 0,05$) were observed between Millauquén INTA (2,164.0 kg MS/ha) and 82/2866 Sv. and Suregrain cultivars (1,431.5 and 1,464.8 kg MS/ha, respectively). The growth equations of each cultivar was determined. The highest growth rate (28.54 kg MS/ha/day) corresponded to Millauquén INTA, and was shown at early June. Millauquén INTA, Bra. 74/76864 and Moregrain showed a better dry matter distribution than the rest, during the entire growth season.

Key words: oat, production, growth curves.

(1) Ing. Agr., Técnico E.E.A.-S.L. INTA. CC: 17. (5730) Villa Mercedes (SL).

(2) Ing. Agr., Dpto. Ingeniería (UNSL). 25 de Mayo 384. Villa Mercedes (SL)

INTRODUCCION

La avena (*Avena sativa* L.) es el cereal forrajero de invierno de mayor importancia en el país (1.750.000 has), siendo su principal destino el pastoreo directo con ganado vacuno (Tomaso, 1987). Los cereales forrajeros constituyen un eslabón indispensable en los sistemas de invernada de la Región Semiárida Pampeana (Hernández y Lemes, 1978). En San Luis el centeno (*Secale cereale* L.), por su rusticidad, es la especie mejor adaptada a las condiciones ambientales que se corresponden con los suelos cultivables (faja oriental de la provincia). La avena - de la que se siembran casi 25.000 has (Dir. Gral. Planeam. Estad. y Censos, 1992)- constituye un recurso utilizado en sistemas de producción que requieren elevada calidad forrajera en el período otoñal. En los últimos años se ha diversificado considerablemente el panorama varietal de esta especie, lo cual plantea la necesidad de evaluar los nuevos materiales surgidos, a los efectos de identificar a aquéllos de mejor comportamiento en la región. Conocimiento que ha de contribuir, además, a hacer un uso más provechoso de este recurso.

El ensayo realizado tuvo por fin estudiar en forma comparativa la tendencia del crecimiento de seis variedades cultivadas de avena, procurando asimismo información sobre la distribución en el tiempo de la materia seca producida.

MATERIALES Y METODOS

La experiencia, realizada durante el año 1988, se condujo en el campo experimental de la E. E. A. San Luis (INTA), Villa Mercedes, situado a 33° 39' 43" de latitud sur y 65° 22' 07" de longitud oeste, y a 505 m sobre el nivel del mar. El paisaje es una planicie arenosa con médanos estabilizados naturalmente. La precipitación media anual, para el período 1967-80, fue de 459 mm, con déficit hídrico normal en casi todos los meses, excepto octubre y enero (Papadakis, 1962). Poco más del 70 % de las precipitaciones anuales se concentran en la estación cálida. La temperatura media anual es igual a 15,6 °C, y 7,6 °C para el mes más frío (julio). El período libre de heladas es de 185 días.

El suelo (Ustipsamente típico) presenta un perfil poco evolucionado, del tipo A-AC-CCa, de escurrimiento medio y alta permeabilidad. Textura arenofranca muy fina en todo el perfil. Reacción ligera a moderadamente alcalina. Con un contenido de materia orgánica de 0,84 y 0,38 % a profundidades de 10 y 50 cm, respectivamente (Peña Zubiato, 1984, cit. por Veneciano, 1991).

Los materiales participantes fueron:

- "Don Víctor INTA", cultivar del tipo de avena blanca, de porte vegetativo juvenil semierecto. Caracterizado como de muy buen rebrote. Resistente a roya amarilla (INTA, 1984; Dreussi, 1990). (En adelante cultivar A).

- "82/2866 Sv.", seleccionada a partir de material proveniente de la ex U.R.S.S.. Caracterizada como muy precoz y de porte vegetativo erecto (INTA, 1984). (En adelante cultivar B).

- "Suregrain", cultivar de tipo blanco, introducido al país en 1960 desde Estados Unidos, donde fue desarrollada comercialmente en 1949. Con hábito de crecimiento juvenil intermedio (semirastrero) y macollaje abundante. Caracterizada como de buen comportamiento frente a roya de la hoja (*P. coronata*), aunque susceptible a roya de la caña (*P. graminis*), (Carbajo, 1977). (En adelante cultivar C).

- "Millauquén INTA", cultivar de avena amarilla (antes *A. byzantina* K. Koch) (Terrell et al., 1986) obtenido a partir de materiales provenientes de Texas, EEUU. De porte semirastrero y abundantes macollos, con hojas angostas de color verde oscuro. Caracterizado como muy resistente a heladas y de excelente comportamiento bajo condiciones de sequía, y asimismo de buen comportamiento frente a royas (Tomaso, 1987). (En adelante cultivar D).

- "Bra. 74/76864", material oriundo de EEUU, correspondiente al tipo de avena blanca, caracterizado como de excelente capacidad de rebrote y elevada resistencia al frío (INTA, 1984). (En adelante cultivar E).

- "Moregrain", cultivar obtenido a partir del cruzamiento de los materiales Suregrain y Coker 56-38. Planta de hábito juvenil semirastrero y alta capacidad de macollaje. Caracterizada como de buen comportamiento frente a heladas, y susceptible al pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*) y a las royas de tallo y hoja (Tomaso, 1978). (En adelante cultivar F).

Se utilizó semilla provista por la Coordinación de ensayos comparativos regionales de rendimiento de cereales forrajeros de invierno (INTA). La siembra, concretada el día 2 de marzo, se efectuó en forma manual, a chorrillo, en líneas distanciadas a 0,2 m, sobre un terreno mantenido en barbecho durante los meses de verano y roturado en forma convencional en la segunda quincena de febrero: labor con arado-rastra y refinamiento con rastra de dientes. El suelo se niveló manualmente. Se empleó una cantidad de semilla equivalente a 40 kg/ha, habiéndose considerado para ello el peso de mil granos y el poder germinativo de cada una de las partidas.

Se adoptó el método de cortes propuesto por Anslow y Green (1967), con las modificaciones sugeridas por Corral y Fenlon (1978). Se establecieron cinco series, desfasándose semanalmente las defoliaciones entre series, lo cual implica una frecuencia de 35 días entre cortes sucesivos para una misma unidad experimental. Las parcelas, de (2,0 x 1,5 m=) 3,0 m² cada una, se distribuyeron al azar en tres bloques (repeticiones), sobre las que se muestreó una superficie de

1,0 m² (descartándose el material de las líneas extremas y las cabeceras, que fueron cortadas de igual modo). Los cortes, realizados con tijeras, se iniciaron cuando la altura modal de las plantas alcanzó 15,0 cm, extendiéndose hasta que el cultivo no manifestó ya un crecimiento apreciable. La altura del remanente fue de 7,0 cm. Previa determinación del peso fresco, las muestras recolectadas se secaron en estufa (a 62° C durante 48 horas).

Se efectuó análisis de varianza para cada una de las fechas de defoliación, como así también para los valores acumulados de materia seca. En el primer caso los resultados se reflejaron en un cuadro, haciendo uso de la siguiente notación:

X/Y : + / 0 / - , donde

X e Y designan a los cultivares cuyas Tp se contrastan,

+ significa X > Y (P < 0,05),

- significa Y > X " " ,

0 significa sin difs. " " .

En los casos en que existieron diferencias significativas entre cultivares se las analizó con el test de Tukey de comparación de medias. Los valores de crecimiento se ajustaron matemáticamente mediante funciones polinomiales, cuyo uso fue descripto por Cangiano (1981)..

RESULTADOS Y DISCUSION

I- Adversidades climático-biológicas.

El potencial productivo y la distribución estacional de la materia seca generada son propiedades intrínsecas de cada cultivar, pero que en gran medida están condicionadas por las características ambientales de la estación de crecimiento, particularmente en regiones que manifiestan variaciones muy amplias entre años. Esto sugiere la necesidad de incluir en trabajos de esta índole una descripción somera de los factores climáticos imperantes en el período de evaluación. En el Cuadro n° 1 se reseñan algunos indicadores que ayudan a caracterizar las condiciones climáticas bajo las cuales desarrollaron las variedades cultivadas ensayadas: puede señalarse que la magnitud y la distribución de las precipitaciones acaecidas con posterioridad a la fecha de siembra impusieron una restricción evidente al crecimiento de las plantas. Ello parece reforzar la relevancia que adquieren prácticas tales como el barbecho y la siembra en época propicia ("siembra temprana"): en la región templada semiárida el crecimiento de los

cereales forrajeros de invierno descansa prioritariamente en la humedad edáfica acumulada en el período estival.

El aporte limitado de humedad, sumado a la frecuencia e intensidad de las heladas ocurridas, provocaron un abrupto acortamiento de la estación de crecimiento, en especial para los cultivares A y B, que ya en la primera mitad de mayo mostraban daños apreciables en su follaje. La precocidad de ambos cultivares -que en la segunda semana de mayo alcanzaron la fase de plena elongación- contribuyó igualmente a la manifestación de una pobre capacidad de rebrote.

Resultó destacable el comportamiento de la variedad cultivada D, que durante el mes de mayo evidenció un excelente aspecto, con muy buena cobertura del suelo y follaje de color verde intenso, sin manifestación de daños por heladas. En tal sentido, también resaltó el cultivar E.

En relación a la incidencia de adversidades biológicas, corresponde señalar el ataque generalizado de roya apreciado a partir de mediados de abril, y que afectó con mayor intensidad a los cultivares B y A.

En la primera semana de mayo hubo presencia de pulgones en la totalidad de los participantes. Sin embargo, ésta fue momentánea, por lo que no se necesitó recurrir al control químico.

II- Tasas de producción y distribución de la materia seca.

Los cortes se iniciaron 37 días después de la emergencia (verificada el 7 de marzo) en los dos cultivares que manifestaron mayor precocidad (A y B), y siete días más tarde en los cuatro restantes. Cada serie se defolió en dos ó tres oportunidades, según el caso, extendiéndose las mediciones hasta la segunda quincena de junio (para A y B) y un mes más tarde para las demás variedades.

En la Figura n° 1 se presentan las curvas de crecimiento de los seis materiales evaluados, pudiendo apreciarse la existencia de comportamientos bien diferenciados entre ellos: el cultivar B confirmó su precocidad, alcanzando ya a los dos meses de la siembra tasas de producción (en adelante T_p) de más de 20 kg MS/ha/día. El aspecto del cultivo en su fase inicial era excelente, seguramente favorecido por el porte erecto de las plantas, que manifestaron tendencia a elongar con suma rapidez. Sin embargo, tal nivel de crecimiento se mantuvo sólo hasta mediados de mayo, declinando rápidamente desde entonces, hasta cesar la producción en la segunda mitad de junio.

El cultivar A mantuvo T_p por encima de 20 kg MS/ha/día hasta comienzos de junio, y por un lapso algo más prolongado las variedades cultivadas C y F, que cesaron su crecimiento en la primera quincena de julio.

El cultivar E manifestó una marcada tolerancia al frío y un extendido período con valores de Tp superiores a 20 kg MS/ha/día.

La variedad cultivada D, además de mantener tasas altas por un lapso análogo al del cultivar E, fue la que alcanzó el valor máximo de Tp (28,54 kg MS/ha/día a comienzos de junio).

En el Cuadro n° 2 se muestran los resultados correspondientes al análisis de varianza realizado para cada una de las quince fechas. Como puede apreciarse, en todas las fechas se detectaron diferencias significativas al nivel del 5 %.

El crecimiento de los distintos cultivares fue descripto por las ecuaciones que se señalan en el Cuadro n° 3.

III- Valores acumulados de producción.

Los valores de producción oscilaron entre 1.431,5 y 2.164,0 kg MS/ha (Cuadro n° 4), sobresaliendo la variedad cultivada D, ya mencionada en los apartados anteriores a consecuencia del comportamiento evidenciado. Con características y rendimiento similares resultó el cultivar E: apréciese (Cuadro n° 5) la similitud en la distribución mensual de la materia seca acumulada entre estos cultivares, como así también la variedad cultivada F. Estos tres cultivares brindaron alrededor de un 30 % de su rendimiento al final de la estación de crecimiento (junio-julio), en claro contraste con el cultivar B, que aportó un 50 % de su producción en el período marzo-abril.

En la región, a menudo las condiciones ambientales de otoño favorecen la rápida entrada de los cultivares precoces a la fase de elongación. La defoliación de las plantas en tal estado, a lo que se suma una estación invernal extremadamente seca y fría, determina para estos cultivares un acortamiento pronunciado de la estación de crecimiento. Las variedades de ciclo más prolongado, en consecuencia, aparecen como más apropiadas para nuestro ambiente. No obstante ello, los materiales que habitualmente circulan comercialmente son del tipo precoz (más frecuentemente multiplicaciones de la variedad A).

CONCLUSIONES

El período de crecimiento se extendió hasta mediados de junio para los cultivares precoces ("Don Víctor INTA" y "82/2866 Sv.") y un mes más tarde para los restantes materiales. La brevedad de la estación de crecimiento puede atribuirse a las condiciones ambientales, caracterizadas por la escasez de lluvias y la frecuencia e intensidad de las heladas.

El cultivar "Millauquén INTA" sobresalió por su capacidad de cobertura del suelo y por ser el menos afectado por las condiciones ambientales imperantes. En ese aspecto, parecido comportamiento le cupo al cultivar "Bra. 74/76864".

La totalidad de los participantes fue afectada desde mediados de abril por roya, aunque con mayor intensidad los cultivares "Don Víctor INTA" y "82/2866 Sv.".

En todas las fechas se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las Tp de los cultivares evaluados.

El valor máximo de Tp registrado (28,54 kg MS/ha/día) correspondió al cultivar "Millauquén INTA", a comienzos de junio.

Los valores acumulados de producción oscilaron entre 1.431,5 ("82/2866 Sv.") y 2.164,0 kg MS/ha ("Millauquén INTA"), habiéndose detectado diferencias significativas ($P < 0,05$) de la var. "Millauquén INTA" respecto a los cultivares "Suregrain" y "82/2866 Sv.".

Los cultivares "Millauquén INTA", "Bra. 74/76864" y "Moregrain" evidenciaron una distribución más uniforme de la materia seca producida, contrastando con el cultivar "82/2866 Sv.", que aportó un 50 % de rendimiento en el bimestre marzo-abril.

AGRADECIMIENTO

A los Ing. Jorge Casagrande y Marcelo Marchissio, por la valiosa colaboración prestada.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ANSLOW, R.C. y GREEN, J.O., 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *J.Agric.Sci.Cam.* 68: 109-122.
- CANGIANO, C.A., 1981. Crecimiento estacional de la grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth). *Prod. Animal* 8: 245-253.
- CARBAJO, H.L., 1977. Avena Suregrain. Hoja Inf. n° 22- EEA. Bordenave (INTA): 4 pp.
- CORRAL, A.J. y FENLON, J.S., 1978. A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *J.Agric.Sci.Cam.* 91: 61-67.
- DIRECCION GENERAL DE PLANEAMIENTO ESTAD. Y CENSOS, 1992. Censo nacional agropecuario 1988. Prov. de San Luis. Subsecret. de Estado de Planeamiento: 56 pp.
- DREUSSI, L.W., 1990. Características de algunos cultivares obtenidos en la Est. Experimental de Anguil (L.F.). Boletín de Divulgación Técnica n° 44. EEA Anguil (La Pampa)-INTA: 9 pp.

- HERNANDEZ, O.A. y LEMES, J., 1978. Rendimiento de cereales forrajeros invernales utilizados bajo distintas frecuencias de defoliación. *Prod. Animal* Vol. 6: 312-316.
- INTA, 1984. Informe Técnico n° 42- Ensayos Reg. Pasto-Grano. EEA. Bordenave: 11.
- PAPADAKIS, J., 1962. Avances recientes en el estudio hídrico de los climas. Public. n° 81. Inst. de Suelos y Agrotecnia, INTA: 62 pp.
- TERRELL, E.E.; HILL, S.R.; WIERSENA, J.H. y RICE, W.E., 1986. A checklist of names for 3,000 vascular plants of economic importance. *Agric. Res. Service. USDA*: 24.
- TOMASO, J.C., 1978. Nueva variedad de avena. Hoja Inf. n° 30. EEA Bordenave (INTA): 3.
- , 1987. Nueva variedad de avena. Boletín Inf. n° 88. EEA. Bordenave (INTA): 1-5.
- VENECIANO, J.H., 1991. Informe descriptivo corresp. a la evaluación preliminar de materiales introducidos en la E.E.A. S. Luis-INTA durante el período 1987-91. Inf. Interno n° 1:19-20.

CUADRO N° 1: Parámetros climáticos correspondientes al año 1988

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Temperatura media mensual (° C)	21,4	16,3	9,4	8,3	6
Temp. mínima absoluta (0° C), a 5 cm.	-	-5,5	-13,4	-10,6	-14,6
N° días c/temp.inf.a 0°C (reg.a 5 cm.)	0	3	20	27	24
Precipitaciones totales (mm.)	99,3	24,3	10	0,7	1
N° de días con lluvias	8	6	3	1	1

CUADRO N° 2: Análisis comparativo de las Tp para c/ fecha de evaluación.

DIAS POST EMERG.	A/B	A/C	A/D	A/E	A/F	B/C	B/D	B/E	B/F	C/D	C/E	C/F	D/E	D/F	E/F
37	0														
44	-	+	0	0	+	+	0	+	+	-	-	-	+	+	0
51	0	+	0	0	+	+	0	+	+	-	-	0	0	+	0
58	-	+	0	0	+	+	0	+	+	-	-	0	0	+	+
65	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
72	+	0	0	0	+	0	-	0	0	0	0	0	0	+	0
79	+	0	0	0	+	-	-	-	-	0	0	0	0	+	0
86	+	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0	+	+	+
93	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	+	+
100	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
107	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
114		+	-	-	-					-	-	-	-	0	+
121										-	-	-	0	0	0
128										-	-	-	+	+	+
135													+	+	0

Las desigualdades implican diferencias significativas ($P < 0,05$).

CUADRO N° 3: Ecuaciones descriptivas del crecimiento para seis cultivares de avena.

Cultivares	Ecuaciones	R
A- Don Víctor INTA	$Y = -45,3053 + 1,8393 x - 0,0122 x^2$	0,98
B- 82/2866 Sv.	$Y = -110,0198 + 5,4588 x - 0,0714 x^2 + 2,846 \cdot 10^{-4} x^3$	0,92
C- Suregrain	$Y = -40,5855 + 1,7364 x - 0,012 x^2$	0,93
D- Millauquén INTA	$Y = -25,1466 + 1,3758 x - 0,0094 x^2$	0,94
E- Bra.74/76864	$Y = -32,7099 + 1,5169 x - 0,01 x^2$	0,97
F- Moregrain	$Y = -26,9441 + 1,2623 x - 0,0084 x^2$	0,97
Y= Tp (Kg.MS/Ha./día), x = n° de días post-emergencia.		

CUADRO N° 4: Rendimiento de materia seca correspondiente a seis cultivares de avena.

CULTIVARES	Kg./MS/Ha
D. Millauquén INTA	2.164,0 a
E. Bra 74/76864	1.954,5 ab
F. Moregrain	1.638,4 ab
A. Don Victor INTA	1.611,8 ab
C. Suregrain	1.464,8 b
B. 82/2866 Sv	1.431,5 b

Cantidades seguidas por distintas letras difieren sign. (P<0,05).

CUADRO N° 5 Distribución porcentual de la materia seca producida.

CULTIVARES	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
A- Don Víctor INTA	10,3	20,6	45,6	23,4	0
B- 82/2866 Sv.	18,3	29,8	40,2	11,7	0
C- Suregrain	9,5	16,9	47,2	25,6	0,8
D- Millauquén INTA	14,5	20,1	35,6	26,2	3,6
E- Bra.74/76864	11,3	17,6	36,4	31,3	3,4
F- Moregrain	12	18	36,8	29,7	3,4

Figura N 1: Curvas de crecimiento correspondientes a seis cultivares de avena.

