

UTILIZACION DE ENSILAJE DE AVENA COSECHADA EN DOS ESTADOS FENOLOGICOS Y RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION PROTEICA, EN VAQUILLAS DE LECHERIA¹

Utilization of silage made with oats harvested at two different stages of growth and response to protein supplementation, in dairy heifers

Juan Carlos Dumont L.², Francisco Lanuza A.², Hernán Felipe Elizalde V.², René Anrique G.³ y Selvin Ferrada N.²

SUMMARY

The use of oats' silage, from two different stages of growth (panicle heading and dough grain) was assessed, using 56 heifers, during 2 years. Fermentation parameters and the effect of protein supplementation on animal performance were studied. A chopper was used for harvesting at both stages. The material was stored in Canadian-type silos. Animals were individually penned during 110 days.

Since there were no differences between years, averages were used to compare the following parameters, for panicle heading and dough grain stage, respectively: dry matter availability, 10.0 and 13.5 ton/D.M./ha; dry matter content, 15.8 and 29.4%; total protein, 9.5 and 7.6%; *in vitro* digestibility, 56.8 and 47.4%; ammonia nitrogen of total N, 19.1 and 14.3%.

Dry matter intakes and weight gains were 2.5 and 3.0 kg/day and 0.25 and 0.43 kg/animal/day ($P \leq 0.05$), during the first year; during the second period, they were 2.1 and 3.0 ($P \leq 0.05$) and 0.08 and 0.41 ($P \leq 0.05$), respectively.

Silage intake and daily gains were affected by protein supplementation ($P \leq 0.05$), in both years: 0.48 and 0.25 kg/day, for panicle heading, with and without protein, and 0.66 and 0.43 kg/day, for dough grain stage, with and without protein supplementation.

It was concluded that direct cutting of oats for silage without additives, must be made at the dough grain stage. Protein supplementation is advisable for achieving good animal performances.

INTRODUCCION

En la Región de Los Lagos, anualmente se siembran sobre 10.000 ha de avena (*Avena sativa* L.) (INE, 1987), correspondiendo aproximadamente al 20% de la superficie sembrada en el país. Debido a que esta Región es predominantemente ganadera, los variados usos de este cultivo convergen principalmente en

apoyar la producción animal, ya sea como forraje verde en invierno, como grano destinado a la confección de concentrados, o como heno o ensilaje. Su uso como ensilaje está ampliamente difundido, debido a su capacidad de entregar un interesante volumen de forraje a un costo relativamente bajo y en corto tiempo. Este ensilaje es utilizado tanto en producción de leche como en producción de carne.

Si bien la cosecha en estados fenológicos tardíos presenta un alto volumen de producción de m.s., su concentración en nutrientes es baja. En estado de grano pastoso, es común encontrar valores de 7 a 8% de proteína total, junto con digestibilidades de 50 a 55%. Cuando el corte se realiza en estados tempranos (bota, inicio de panoja), el alto contenido de agua

¹ Recepción de originales: 29 de febrero de 1988.

Trabajo presentado a la XII Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Santiago, 1987.

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

³ Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

y un bajo contenido de carbohidratos, dan como resultado un ensilaje con elevado contenido de nitrógeno amoniacal, que está relacionado a problemas en el consumo (Thompson, 1986).

En general, se observa una gran disminución de la digestibilidad *in vitro*, desde el estado de bota al grano pastoso. Thurman y otros (1957), en EUA, determinaron la digestibilidad *in vitro* de ensilajes de avena, en diferentes estados fenológicos: en estado de bota, fue de 72,2% y en estado pastoso duro, de 59,6%, subiendo el porcentaje de m.s. de un 18% a un 30%, en el segundo caso. Dichos autores concluyen que la cosecha debiera realizarse entre estos dos estados; sin embargo, el ensilaje en estado de bota fue elaborado agregándole aditivos, que ellos recomiendan cuando el contenido de agua en el forraje es alto.

McCullough, Sisk y Sell (1957) ensilaron avena en estados de bota, prefloración, grano en leche y grano pastoso; concluyeron que, cuando se utiliza metabisulfito de sodio como preservativo, sólo el estado de bota resulta en una mayor producción de leche ($P \leq 0,05$). Cuando se usó maíz molido como aditivo, no hubo diferencias significativas en la producción.

En Chile, se han realizado algunas comparaciones de ensilaje de avena. Rivadeneira y Devilat (1965) utilizaron novillos de 375 kg de P.V. por un período de 36 días, con avena cosechada en dos estados de desarrollo; al estado de grano lechoso, obtuvieron un consumo de 6,8 y al de grano duro, de 8,2 kg de m.s. al día; en términos de ganancia de peso, ésta fue de 0,73 y 0,84 kg/día ($P \leq 0,05$), respectivamente.

El presente estudio tiene por objetivos evaluar el efecto de dos estados fenológicos a la cosecha de avena, sobre la calidad fermentativa y nutritiva del ensilaje y sobre el consumo y el aumento de peso, en vaquillas que lo reciben como ración base. Además, pretenden medir el efecto de la suplementación proteica, en ambos ensilajes.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a efecto en la Estación Experimental Remehue (INIA, Osorno), durante las temporadas 1984/85 y 1985/86. En ambos casos, se estableció el cultivo de avena Llaofén durante la primera quincena de septiembre y los ensilajes se confeccionaron en dos estados fenológicos; a) panoja emergida; y b) grano pastoso. La máquina usada fue una Chopper y el silo de tipo canadiense. El ensilaje se realizó sin premarchitamiento y sin aditivos, con un tiempo de llenado de dos días; posteriormente, fue sellado con plástico y sobre éste se colocó tierra. El tiempo de preservación de los ensilajes fue de alrededor de 120 días.

La evaluación se realizó durante 110 días, en cada temporada, con 28 vaquillas holando—europeas (7 para cada tratamiento), de 7 a 8 meses de edad y P.V. entre 145 y 190 kg.

Los tratamientos estuvieron definidos por los dos estados fenológicos a la cosecha, con dos niveles de proteína, en un arreglo factorial 2 x 2. Se formaron cuatro grupos, de siete vaquillas cada uno, las que fueron distribuidas en un diseño de bloques completos al azar, con siete repeticiones. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1. Los tratamientos T₂ y T₄ se hicieron isoproteicos. La composición de los concentrados se presentan en el Cuadro 2.

Las vaquillas permanecieron estabuladas en cubículos individuales, con agua a discreción. El ensilaje se proporcionó dos veces al día, mañana y tarde, esparciéndose el concentrado sobre el ensilaje en la ración de la mañana. En el ensilaje se determinó contenido de m.s., digestibilidad *in vitro* (Tilley y Terry, 1963), proteína total, nitrógeno amoniacal y pH (AOAC, 1975). En los animales se efectuó control de consumo individual, durante cinco días a la semana, y el peso vivo sin destare antes de racionar, cada 14 días.

CUADRO 1. Descripción de los tratamientos, en los ensayos con ensilaje de avena

TABLE 1. Treatments description, in the oats' silage trials

Tratamientos	Concentración de nutrientes de la ración (b.m.s.)		Nº de animales
	E.M. (Mcal/kg)	P.C. (º/o)	
T ₁ Ensilaje en panoja + concentrado	2,28	10,50	7
T ₂ Ensilaje en panoja + concentrado proteico	2,22	13,20	7
T ₃ Ensilaje en grano pastoso + concentrado	2,03	9,20	7
T ₄ Ensilaje en grano pastoso + concentrado proteico	1,97	13,30	7

CUADRO 2. Composición de los concentrados, en raciones basadas en ensilaje de avena, para vaquillas**TABLE 2. Concentrates components, in rations based on oats' silage, for heifers**

	T1	T2	T3	T4
Cebada	0,930	0,750	0,930	0,590
Harina de pescado	—	0,173	—	0,333
Sales minerales	0,077	0,007	0,077	0,077
Total (kg)	1,007	0,930	1,010	1,000

Como prueba de hipótesis específica, para determinar diferencias significativas entre los distintos tratamientos en cuanto a consumo diario y ganancia diaria promedios para el período, se utilizó análisis de covarianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis químico de los ensilajes y la digestibilidad del forraje, para la primera y segunda temporada, se presenta en el Cuadro 3. En ambas temporadas, el contenido de m.s. del ensilaje en grano pastoso fue casi el doble que el del ensilaje en panoja. Las mayores disponibilidades se encuentran en grano pastoso. Se observa un mayor nivel de producción de forraje en la segunda temporada. También, se observa que el contenido de proteína en ambos tipos de ensilajes es mayor, en la segunda temporada. Sin embargo, en grano pastoso hay una menor digestibilidad y proteína total, ya que a medida que avanza el estado fenológico del cultivo, aumenta la acumulación de materia seca, lo que es concomitante con el decrecimiento en proteína y el contenido de nutrientes digestibles totales (Rochat y Gervais, 1975; Kunelius y otros, 1974; Pritchard y otros, 1963; todos citados por Mason y Lachance, 1983).

Además, se observa un alto contenido de nitrógeno amoniacal, especialmente en el ensilaje con panoja emergida, lo que refleja un índice de alta degradabilidad de la proteína; en todos los casos, este factor estaría influyendo en un menor consumo (Thompson, 1986). Respecto a la relación existente entre el pH y el contenido de m.s., cabe señalar que en ambas temporadas el ensilaje en panoja tuvo un pH demasiado alto para el bajo contenido de m.s. y, en el caso del ensilaje en grano pastoso, el pH fue equilibrado con respecto al alto tenor de m.s.

Al medir la respuesta animal de estos dos tipos de ensilajes durante la primera temporada, se obtuvo el consumo, ganancia de peso promedio y efecto de la suplementación proteica que se presenta en el Cuadro 4. Se observa un menor consumo del ensilaje en estado de panoja, con respecto al de grano pastoso. En este caso, el ensilaje más digestible no fue el más consumido; este resultado es similar al obtenido por Derbyshire, Gordon y Humphery (1966). En parte, esto explicaría la menor ganancia de peso en el tratamiento en estado de panoja, que aun consumiendo 0,8 kg de cebada, no expresó un mejor comportamiento. La suplementación proteica produjo un aumento ($P \leq 0,05$) en los consumos de ensilaje y en las ganancias de P.V. Esta respuesta se explicaría por el bajo nivel de proteína de los ensilajes.

Los consumos, ganancia de peso promedio y el efecto de la suplementación proteica para la segunda temporada se presenta en el Cuadro 5. Se observa un menor consumo de ensilaje en panoja emergida respecto a la temporada anterior; esto es atribuible al alto nivel de nitrógeno amoniacal observado. Nuevamente, se observa un menor consumo de ensilaje en estado de panoja emergida, con respecto a grano pastoso. En relación a las ganancias de peso, se observa que con panoja emergida, los animales sólo mantuvieron su peso y que la ganancia de peso con grano pastoso fue mayor,

CUADRO 3. Disponibilidad de forraje y análisis químico de ensilajes de avena en dos estados fenológicos. (Primera y segunda temporada)**TABLE 3. Dry matter availability and oats' silage analysis at two stages of growth. (First and second period)**

	Ensilaje de avena			
	En panoja emergida		En grano pastoso	
	Temporadas			
	Primera	Segunda	Primera	Segunda
Disponibilidad (ton m.s./ha)	9,0	11,0	12,2	15,0
Materia seca (o/o)	15,3	16,3	27,8	31,0
Proteína, b.s.m. (o/o)	8,6	10,4	7,3	8,0
Digestibilidad <i>in vitro</i> (o/p)	57,6	56,0	46,8	48,0
pH	4,0	4,9	4,4	4,8
Nitrógeno amoniacal (o/o de N total)	17,6	20,6	12,2	16,5

CUADRO 2. Composición de los concentrados, en raciones basadas en ensilaje de avena, para vaquillas**TABLE 2. Concentrates components, in rations based on oats' silage, for heifers**

	T1	T2	T3	T4
Cebada	0,930	0,750	0,930	0,590
Harina de pescado	—	0,173	—	0,333
Sales minerales	0,077	0,007	0,077	0,077
Total (kg)	1,007	0,930	1,010	1,000

Como prueba de hipótesis específica, para determinar diferencias significativas entre los distintos tratamientos en cuanto a consumo diario y ganancia diaria promedios para el período, se utilizó análisis de covarianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis químico de los ensilajes y la digestibilidad del forraje, para la primera y segunda temporada, se presenta en el Cuadro 3. En ambas temporadas, el contenido de m.s. del ensilaje en grano pastoso fue casi el doble que el del ensilaje en panoja. Las mayores disponibilidades se encuentran en grano pastoso. Se observa un mayor nivel de producción de forraje en la segunda temporada. También, se observa que el contenido de proteína en ambos tipos de ensilajes es mayor, en la segunda temporada. Sin embargo, en grano pastoso hay una menor digestibilidad y proteína total, ya que a medida que avanza el estado fenológico del cultivo, aumenta la acumulación de materia seca, lo que es concomitante con el decrecimiento en proteína y el contenido de nutrientes digestibles totales (Rochat y Gervais, 1975; Kunelius y otros, 1974; Pritchard y otros, 1963; todos citados por Mason y Lachance, 1983).

Además, se observa un alto contenido de nitrógeno amoniacal, especialmente en el ensilaje con panoja emergida, lo que refleja un índice de alta degradabilidad de la proteína; en todos los casos, este factor estaría influyendo en un menor consumo (Thompson, 1986). Respecto a la relación existente entre el pH y el contenido de m.s., cabe señalar que en ambas temporadas el ensilaje en panoja tuvo un pH demasiado alto para el bajo contenido de m.s. y, en el caso del ensilaje en grano pastoso, el pH fue equilibrado con respecto al alto tenor de m.s.

Al medir la respuesta animal de estos dos tipos de ensilajes durante la primera temporada, se obtuvo el consumo, ganancia de peso promedio y efecto de la suplementación proteica que se presenta en el Cuadro 4. Se observa un menor consumo del ensilaje en estado de panoja, con respecto al de grano pastoso. En este caso, el ensilaje más digestible no fue el más consumido; este resultado es similar al obtenido por Derbyshire, Gordon y Humphery (1966). En parte, esto explicaría la menor ganancia de peso en el tratamiento en estado de panoja, que aun consumiendo 0,8 kg de cebada, no expresó un mejor comportamiento. La suplementación proteica produjo un aumento ($P \leq 0,05$) en los consumos de ensilaje y en las ganancias de P.V. Esta respuesta se explicaría por el bajo nivel de proteína de los ensilajes.

Los consumos, ganancia de peso promedio y el efecto de la suplementación proteica para la segunda temporada se presenta en el Cuadro 5. Se observa un menor consumo de ensilaje en panoja emergida respecto a la temporada anterior; esto es atribuible al alto nivel de nitrógeno amoniacal observado. Nuevamente, se observa un menor consumo de ensilaje en estado de panoja emergida, con respecto a grano pastoso. En relación a las ganancias de peso, se observa que con panoja emergida, los animales sólo mantuvieron su peso y que la ganancia de peso con grano pastoso fue mayor,

CUADRO 3. Disponibilidad de forraje y análisis químico de ensilajes de avena en dos estados fenológicos. (Primera y segunda temporada)**TABLE 3. Dry matter availability and oats' silage analysis at two stages of growth. (First and second period)**

	Ensilaje de avena			
	En panoja emergida		En grano pastoso	
	Temporadas			
	Primera	Segunda	Primera	Segunda
Disponibilidad (ton m.s./ha)	9,0	11,0	12,2	15,0
Materia seca (o/o)	15,3	16,3	27,8	31,0
Proteína, b.s.m. (o/o)	8,6	10,4	7,3	8,0
Digestibilidad <i>in vitro</i> (o/p)	57,6	56,0	46,8	48,0
pH	4,0	4,9	4,4	4,8
Nitrógeno amoniacal (o/o de N total)	17,6	20,6	12,2	16,5

CUADRO 4. Consumo, ganancia de peso y efecto de la suplementación proteica en vaquillas alimentadas con dos tipos de ensilajes de avena (Primera temporada)

TABLE 4. Intake, daily gains and protein supplementation response of dairy heifers fed with two kinds of oats' silage (First period)

	Ensilaje de avena			
	En panoja emergida		En grano pastoso	
	Sin proteína	Con proteína	Sin proteína	Con proteína
Consumo (kg m.s./animal/día)				
– Ensilaje	2,5 c	2,9 b	3,0 b	3,4 a
– Cebada	0,83	0,68	0,83	0,51
– Harina de pescado	–	0,17	–	0,34
– Sales minerales	0,08	0,08	0,08	0,08
– Consumo total	3,41	3,83	3,91	4,33
Ganancia de Peso				
– kg P.V./animal/día	0,25 c	0,48 b	0,43 b	0,66 a

Letras distintas en la fila indican diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$).

CUADRO 5. Consumo, ganancia de peso y efecto de la suplementación proteica en vaquillas alimentadas con dos tipos de ensilajes de avena (Segunda temporada)

TABLE 5. Intake, daily gains and protein supplementation response of dairy heifers fed with two kinds of oats' silage (Second period)

	Ensilaje de avena			
	En panoja emergida		En grano pastoso	
	Sin proteína	Con proteína	Sin proteína	Con proteína
Consumo (kg m.s./animal/día)				
– Ensilaje	2,10 d	2,50 c	3,00 b	3,30 a
– Cebada	0,83	0,75	0,93	0,59
– Harina de pescado	–	0,17	–	0,33
– Sales minerales	0,07	0,07	0,07	0,07
– Consumo total	3,00	3,49	4,00	4,29
Ganancia de Peso				
– kg P.V./animal/día	0,08 c	0,38 b	0,41 b	0,65 a

Letras distintas en la fila indican diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$).

siendo esta respuesta similar a la de la temporada anterior. Igualmente hubo efecto de la suplementación proteica como en la temporada anterior.

El aumento significativo de consumo y ganancias de peso por efecto de la suplementación proteica para ambos tipos de ensilajes, revela la gran limitante que tiene el ensilaje de avena. Pues, para obtener un buen comportamiento animal, es imprescindible recurrir a este tipo de suplementación.

Se concluye que, cuando la avena es cortada directamente y sin aditivos para ensilaje y éste es destinado a la categoría de animales en crecimiento, es recomendable realizar la labor en estado de grano pastoso. También, de los resultados se desprende que este tipo de ensilaje tiene una baja concentración de nutrientes, por lo que se hace necesario la suplementación con concentrados, observándose una clara respuesta al suplementar con proteína.

RESUMEN

Durante dos temporadas, se utilizaron 56 vaquillas para evaluar ensilajes de avena cosechados en dos estados fenológicos (panoja emergida y grano pastoso). Se estudió el efecto del estado fenológico a la cosecha y de la suplementación proteica sobre el comportamiento animal. Se cosechó a máquina, almacenándose el material en silos tipo canadiense. Los animales se estabularon individualmente, durante 110 días.

Entre ambas temporadas no hubo diferencias en consumo ni en ganancia de P.V.; con el promedio de las dos, se midieron las siguientes variables para panoja emergida y grano pastoso, respectivamente: disponibilidad, 10,0 y 13,5 ton m.s./ha; materia seca, 15,8 y 29,4%; proteína total, 9,5 y 7,6%; digestibilidad *in vitro*; 56,8 y 47,4%; nitrógeno amoniacal 19,1 y 14,3% del N total.

En la primera temporada, el consumo de ensilaje fue de 2,5 y 3,0 kg m.s./an./día ($P \leq 0,05$) y la ganancia de peso fue de 0,25 y 0,43 kg/an./día ($P \leq 0,05$). En la segunda temporada, el consumo de ensilaje fue de 2,1 y 3,3 kg m.s./an./día ($P \leq 0,05$) y la ganancia de peso de 0,08 y 0,41 kg/an./día ($P \leq 0,05$).

Hubo respuesta ($P \leq 0,05$) a la suplementación proteica, en consumo y ganancia de peso, en ambas temporadas.

Se concluyó que, cuando la avena se cosecha directamente para ensilaje sin aditivos, es recomendable realizar la labor en grano pastoso. Además, se hace necesario la suplementación proteica, para lograr un buen comportamiento animal.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis (12th Ed.). Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C.
- DERBYSHIRE, J.C., GORDON, CH., and HUMPHREY, J.L. 1966. Effect of ensiling treatments and stage of maturity on oat silages. J. Dairy Sci. 49: 716. Abstract.
- INE—Instituto Nacional de Estadísticas, Chile. 1987. Superficies sembradas, producción y rendimiento, según región y provincia 1986—1987.
- MASON, W. and LANCHANCE, L. 1983. Effects of initial harvest date on dry matter yield, *in vitro*, dry matter digestibility, and protein, in timothy, tall fescue, reed canarygrass and Kentucky bluegrass. Can. J. Plant. Sci. 63: 675—685.
- Mc CULLOUGH, M. E.; SISK, L. R. and SELL, O. E. 1957. Influence of stage of maturity and of ground snap corn or sodium metabisulfite as preservatives on the feeding value of oat silage. J. Dairy Sci. 41: 789—802.
- RIVADENEIRA, HERNAN y DEVILAT, JAIME. 1965. Efecto del contenido de humedad de la avena forrajera al ensilar sobre el consumo y ganancia de peso en novillos durante el invierno. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, E. E. La Platina, Area Producción Animal, Programa Carne. Informe Técnico 1965, Santiago, Chile. p.: 33—34*.
- THOMPSON, F. 1986. Realising the potential of silage in livestock diets. En: Development in silage. Chalcombe Publications, Great Britain, p.: 76—90.
- THURMAN, R.; STALLCUP, O.; STEPHENS, V. and JUSTUS, R. 1957. When to harvest oats for hay and silage. Arkansas Agricultural Experimental Station, Bulletin 586. 23 p.
- TILLEY, J.M. and TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal British Grassland Soc. 18: 104—111.