

EFFECTO DE LA COSECHA DE CHOCLO SOBRE LA PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE DE MAIZ PARA ENSILAJE¹

Effect of preharvesting corn on the cobs, at the milky stage, on yield and quality of silage

Patricio Soto O.² y Ernesto Jahn B.²

SUMMARY

This effect on total dry matter (DM) accumulation, crude protein (CP), crude fiber (CF) and distribution of soluble carbohydrates (SCH) was studied. Treatments were a) no preharvest; b) preharvesting 20.000 units/ha; c) preharvesting 40.000 units/ha; d) preharvesting 60.000 units/ha; e) preharvesting all the units. All treatments were cut for silage when maize reached the dough stage. A randomized complete block design with four replicates was used. Production parameters were adjusted by covariance, according to plant population (plants/ha).

DM harvested as corn on the cobs increased linearly ($P \leq 0.05$) with number of units harvested. DM contribution of ears at ensiling, decreased linearly ($P \leq 0.05$) with the increase of units preharvested, but total production (silage + corn on the cobs) was not affected by treatments. SCH content of stalks increased linearly ($P \leq 0.05$) with number of units harvested, suggesting that photosynthesis products accumulated in the stalks, when corn on the cobs were preharvested. CP and CF contents were not affected by treatments.

Economic analysis showed a 34.30% reduction in the cost per kg silage DM, when 20.000 corn on the cobs were preharvested and sold at the milky stage.

INTRODUCCION

En la zona centro sur del país, en los últimos años, ha aumentado considerablemente el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje, por su alto rendimiento de m.s./ha y dado que constituye un alimento altamente energético para la alimentación invernal de vacas lecheras.

La acumulación de m.s. en la planta de maíz se realiza rápidamente después de la floración, alcanzando su máximo rendimiento cuando la planta llega a la madurez fisiológica (Daynard y Hunter, 1975). A partir del estado de grano lechoso, hay un aumento en la acumulación de m.s., principalmente por un incremento en el peso de las mazorcas, particularmente

grano, alcanzando hasta un 360/o de aumento en la acumulación total de m.s./ha, al pasar del estado de grano lechoso al de grano duro (Soto y Jahn, 1983).

Hay numerosas evidencias de que la disminución en el aporte de las cañas de maíz en la acumulación de m.s. total al ensilaje, se debe a una traslocación de productos de la fotosíntesis, carbohidratos solubles que pasan desde el tallo a la mazorca, en donde se depositan como almidón (Genter, Jones y Carter, 1970; Phipps y Weller, 1979; Weaver y otros, 1978).

La alta inversión en el cultivo y en la preparación del ensilaje, ha llevado a muchos agricultores a obtener un ingreso adicional a través de la cosecha parcial y venta de mazorcas, al estado de grano lechoso, para disminuir los costos de producción del forraje.

Con el objeto de analizar el efecto de la extracción de diferentes cantidades de mazorcas, se planeó este estudio, para determinar las diferencias en la acumula-

¹ Recepción de originales: 2 de julio de 1986.

² Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

ción de m.s., en el contenido de proteína y fibra cruda y en la distribución de los carbohidratos solubles totales en el material a ensilar y definir las ventajas económicas de esta práctica.

MATERIALES Y METODOS

En una siembra comercial de maíz para ensilaje, realizada en el Campo Experimental de Quilamapu (INIA-Chillán), se seleccionó una superficie de 28 x 26 m. El híbrido usado fue P 3369–A, semitardío, sembrado a principios de noviembre de 1982, con una fertilización de 120 kg de P₂O₅/ha y de 200 kg de N/ha. La siembra se hizo a 70 cm entre hileras y se realizó control de malezas con aplicación de herbicidas y en forma mecánica. Se usó máquina sembradora de cuatro tarros; por lo tanto, para obviar diferencias en distancias de siembra, se usó parcelas de cuatro hileras, evaluándose solamente las dos hileras centrales. El largo de cada parcela fue de 12 m, con un metro de borde en ambos extremos, resultando 14 m² de superficie de cosecha. La población promedio fue de 51.170 plantas de maíz/ha.

Se usó un diseño en bloques al azar, con cuatro repeticiones, en que se comparó los siguientes tratamientos: a) sin cosecha de choclos; b) extracción de 20.000 choclos/ha; c) extracción de 40.000 choclos/ha; d) extracción de 60.000 choclos/ha; y e) extracción del total de los choclos.

La cosecha de choclos se realizó durante los días 3, 4, 7 y 15 de marzo de 1983, al estado 9.1 (grano lechoso), de la escala de crecimiento del maíz (James, 1971), correspondiendo un período de 114 a 126 días desde la siembra. En cada oportunidad se recolectó el equivalente a 20.000 mazorcas/ha, hasta completar la cantidad correspondiente a cada tratamiento, extrayéndose aquéllas de mayor tamaño; se contó el número de plantas del total de la superficie de cosecha y se

determinó el peso fresco total extraído. En el caso del tratamiento que consideró cosecha total, se completó la extracción el día 15 de marzo. De cada tratamiento, repetición y fecha de cosecha, se tomaron 10 mazorcas al azar, las que se molieron en molino de martillo y se sometieron a secado a 70° C por 48 hr, para determinar su contenido de m.s.

El material a ensilar se cosechó entre el 31 de marzo y el 5 de abril, correspondiente al estado 9.3 (grano pastoso). Se pesó el total del material cosechado y se obtuvo 10 plantas al azar, para determinar su contenido de m.s., en el forraje destinado a ensilaje. Al mismo tiempo, en otras 10 plantas se separó mazorcas de tallos y hojas y, también, se determinó su contenido de m.s. En submuestras del material secado, se determinó el contenido de fibra cruda (FC) y proteína cruda (PC) (AOAC, 1970), como también el contenido de carbohidratos solubles totales (CHST), medidos en equivalentes de glucosa (Vittori, 1977).

Los resultados se ajustaron por covariancia a la población, usando como covariable el número de plantas/ha y como variable respuesta, los valores de producción, evaluados en ton de m.s./ha (choclos, ensilaje, cañas y mazorcas, y el total acumulado). Posteriormente, con valores corregidos por covariancia, se ajustaron curvas de regresión lineal o cuadráticas, relacionando la respuesta con las cantidades de mazorcas extraídas. Igualmente, se calcularon regresiones entre los porcentajes de FC, PC y CHST del total y cada uno de los componentes, con las diferentes cantidades de mazorcas cosechadas.

Se calculó el costo de establecimiento, manejo y de cosecha de la hectárea de maíz y se valorizó la cosecha de choclos, asignándole un valor diferente según su tamaño y calidad y de acuerdo a los precios existentes en el mercado de Chillán. Con estos valores, se calculó el costo por kg de m.s. ensilada.

CUADRO 1. Producción total y de los componentes del maíz para ensilaje, al extraer diferentes cantidades de mazorcas al estado de grano lechoso

TABLE 1. Total and components production of maize silage, harvesting different amounts of corn on the cobs

Extracción de choclos/ha Nº	Ensilaje			Totales	
	Peso	Mazorcas	Cañas + hojas ton m.s./ha	Mazorcas	Acumulado
0	—	12,7	11,2	12,7	23,9
20.000	2,2	8,8	10,2	11,0	21,4
40.000	4,1	6,5	12,6	10,6	22,2
60.000	5,3	3,9	13,9	9,2	23,2
98.393	8,7	—	13,8	8,7	22,3

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en rendimiento de m.s./ha. La cantidad de m.s. cosechada como choclo aumentó significativamente ($P \leq 0,05$) con la mayor extracción (Figura 1), ocurriendo lo inverso en el aporte de mazorcas al momento de ensilar (Figura 2).

El aporte total de mazorcas, sumadas ambas cosechas, se presenta en la Figura 3, observándose una disminución del aporte de las mazorcas al aumentar la cosecha de choclos al estado de grano lechoso. Esto indica que las mazorcas cosechadas temprano fueron de un peso promedio más bajo.

El rendimiento de las cañas al momento de ensilar, no varió significativamente con la extracción de choclos, aun cuando al considerar sólo los tratamientos con extracción, se observó una tendencia a mayor acumulación de m.s. en las cañas (Cuadro 1). Si se considera que la producción total acumulada no disminuye con la mayor extracción de choclos, puesto que hay un rendimiento similar de m.s. (Cuadro 1), significa que la fotosíntesis no se ve afectada y, por lo tanto, el depósito de los fotosintatos se realizaría, en parte, en las cañas, al carecer la planta del suficiente número de mazorcas. Lo anterior se confirma al analizar el contenido de CHST, expresados en equivalentes de glucosa (meq/100 mg de m.s.), que al momento de la cosecha final, no varió para el caso de las mazorcas, pero tuvo un aumento lineal en las cañas, a medida que se extrajo mayor cantidad de choclos (Figura 4).

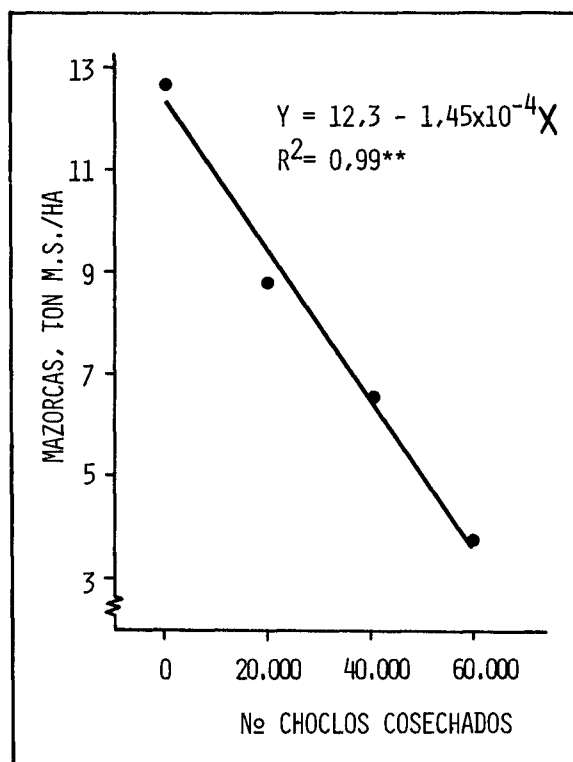


FIGURA 2. Aporte de las mazorcas a la cosecha de ensilaje.
FIGURE 2. Contribution of the ears to the silage harvest.

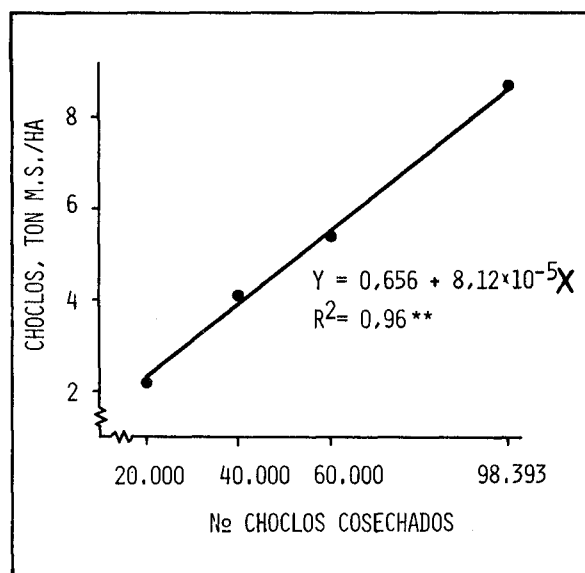


FIGURA 1. Cantidad de materia seca cosechada según cantidad de choclos extraídos.
FIGURE 1. Amount of dry matter harvested according to number of corn on the cobs extracted.

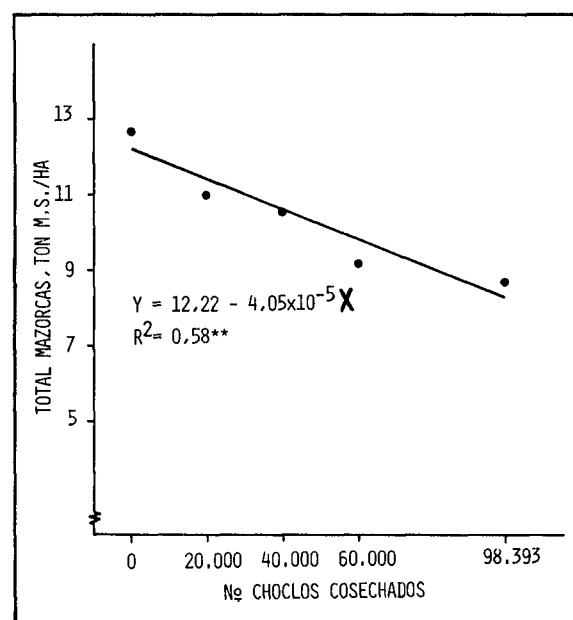


FIGURA 3. Aporte total de mazorcas (choclos + ensilaje), según las cantidades de choclos extraídos.
FIGURE 3. Total contribution of the ears (preharvest + silage), according to the amount of cobs preharvested.

El contenido de PC (‰) no varió en los componentes ni en la planta completa, con la extracción de las diferentes cantidades de choclos (Cuadro 2).

El contenido de FC (‰) en mazorcas, no varió significativamente con la extracción de choclos (Cuadro 2), ocurriendo algo similar en el caso de las cañas, aunque hubo una tendencia a disminuir su aporte, a medida que se aumenta la cosecha de choclos. Sin embargo, la diferente participación de ambos componentes hacen variar significativamente y en forma lineal el contenido de FC en la planta completa, al momento de ensilar (Figura 5).

En el análisis económico de este estudio, se compara el costo del kilo de m.s. del ensilaje obtenido en los tratamientos sin cosecha y con cosecha de 20.000 choclos/ha. El costo de una hectárea de maíz, considerando el cultivo y la labor de ensilaje, es de \$112.010, sin considerar el interés al capital de explotación (Iván Franco P., Est. Exp. Quilamapu–INIA, 1986, comunicación personal). El menor rendimiento en ensilaje del segundo tratamiento, significa a la vez un menor costo en la faena de cosecha, difícil de cuantificar, puesto que no es proporcional a la disminución de rendimiento; en este caso, se ha considerado en un 100/o (Cuadro 3). Además, la entrada obtenida por concepto de venta de choclos, fue reducida del costo total.

El costo/kg de m.s. ensilada, con cosecha de 20.000 choclos/ha, experimentó una disminución de un 34,30/o, para las condiciones en que se realizó el trabajo y valores del mercado de la ciudad de Chillán.

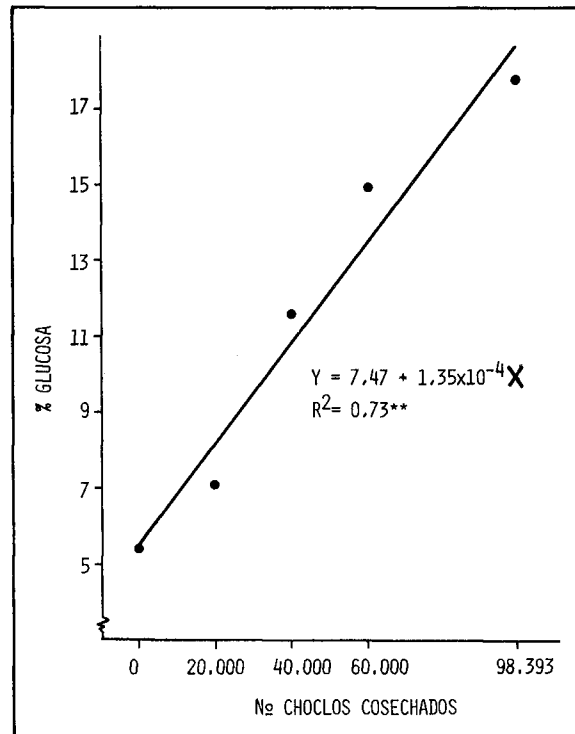


FIGURA 4. Carbohidratos solubles totales (‰ glucosa) en las cañas, al momento de ensilar según choclos extraídos.

FIGURE 4. Total soluble carbohydrates (‰ glucose) in the stalks, at silage harvesting, according to corn on the cobs preharvested.

CUADRO 2. Contenido de proteína cruda y de fibra cruda (‰) del maíz y de sus componentes, al momento de ensilar

TABLE 2. Crude protein and fiber (‰) of maize and its components, at the time of making silage

Extracción choclos/ha	Proteína cruda			Fibra cruda		
	Cañas + hojas	Mazorca	Planta completa	Cañas + hojas	Mazorcas	Planta completa
0	5,6	6,6	6,0	28,4	11,2	19,3
20.000	5,5	6,9	6,2	29,8	12,1	21,6
40.000	5,4	6,4	5,7	27,4	12,4	22,1
60.000	4,4	6,5	4,8	25,8	11,1	22,8
98.393	5,3	—	5,3	25,4	—	25,4

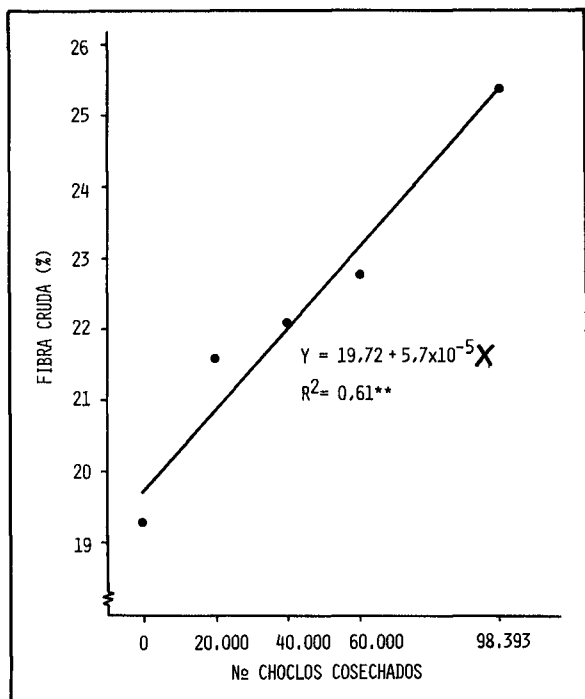


FIGURA 5. Fibra cruda (O/o) del material a ensilar, según los choclos extraídos.

FIGURE 5. Crude fiber (O/o) content of silage material, according to corn on the cobs preharvested.

CUADRO 3. Costos (precios junio 1986) por kilo de m.s. del ensilaje sin cosecha y con cosecha de 20.000 choclos

TABLE 3. Costs (June 1986 prices) per kilogram D.M. of silage, with all the ears and removing 20.000 corn on the cobs

A. EN TRATAMIENTO SIN COSECHA DE CHOCLOS	
Costo del cultivo	: \$83.630
Costo cosecha ensilaje	: <u>\$28.380</u>
Total	: 112.010*
Rendimiento al ensilar	: 23,9 ton m.s./ha
Costo/kg m.s.	: 112.010/23,9 ton = \$4,69
B. EN TRATAMIENTO CON COSECHA DE 20.000 CHOCLOS/HA	
Rendimiento al ensilar	: 19,2 ton m.s./ha (21,4–2,2 ton m.s. como choclo)
Costo cosecha del ensilaje	: \$25.542 (descontado 10% por menor rendimiento)
Costo total	: \$83.630 + 25.542 = \$109.172
Venta de 20.000 choclos	: \$50.000 (\$3/choclo, descontado costo de cosecha)
Costo del ensilaje	: 109.172 – 50.000 = \$59.172
Costo/kg m.s.	: \$59.172/19,2 ton = \$3,08

*Iván Franco P., E.E. Quilamapu (INIA), comunicación personal.

RESUMEN

En el Campo Experimental de Quilmapu (INIA—Chillán), en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, se compararon los siguientes tratamientos: a) sin cosecha de choclos; b) extracción de 20.000 choclos/ha; c) extracción de 40.000 choclos/ha; d) extracción de 60.000 choclos/ha; y e) extracción total de choclos/ha. Se usó el híbrido semitardío P 3369—A, sembrado a 0,7 m entre hileras, usándose parcelas de cuatro hileras x 12 m; la superficie de cosecha fue de 14 m². Las variables de producción obtenidas, se ajustaron por covariancia a la población (Nº plantas/ha).

La m.s. cosechada como choclo aumentó en forma lineal ($P \leq 0,05$), con la cantidad de unidades extraf-

das. Al ensilar, el aporte de m.s. por mazorcas disminuyó en forma lineal; sin embargo, la producción total de ambas cosechas no se vio afectada por la extracción de choclos. El porcentaje de carbohidratos solubles totales en las cañas, aumentó en forma lineal con la mayor extracción de choclos, lo cual indicaría que el producto de la fotosíntesis se acumula en las cañas, al haber retirado los choclos. No hubo variación en el contenido de proteína cruda y fibra cruda.

El análisis económico del estudio reflejó una disminución en un 34,30/o del costo del kg de m.s. ensilado, al considerar el tratamiento con cosecha de 20.000 choclos/ha.

LITERATURA CITADA

- AOAC—Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official Methods of Analysis. 1th ed. Washington, D.C. 526 p.
- DAYNARD, T.B. and HUNTER, R.B. 1975. Relationships among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter and quality of whole-plant corn silage. Canadian J. Plant Sci. 55: 77—84.
- GENTER, C.E.; JONES, G.D.; and CARTER, M.T. 1970. Dry matter accumulation and depletion in leaves, stems, and ears of maturing maize. Agronomy J. 62: 535—537.
- JAMES, C. 1971. A manual of assesment keys for plant diseases. Canadian Development Agency: Pub. N° 1458.
- PHIPPS, R.H. and WELLER, R.F. 1979. The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 1. The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. J. Agric. Sci. 92: 471—483.
- SOTO O., P. y JAHN B., E. 1983. Epoca de cosecha y acumulación de materia seca en maíz y para ensilaje. Agricultura Técnica (Chile) 43 (2): 133—138.
- VITTORI, V. 1977. Método di analisi per la determinazione dei carboidrati solubili e di riserva presenti nelle sostanze vegetali. Italia Agrícola 114 (7—8): 66—70.
- WEAVER, D.F., COPPOCK, C.E.; LAKE, G.B.; and EVERETH, R.W. 1978. Effects of maturation on composition and *in vitro* dry matter digestibility of corn plant parts. J. Dairy Sci. 61: 1782—1788.