

RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE
GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays*) Y SORGO (*Sorghum* sp.), PARA
ENSILAJE EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE¹

Yield and nutritional characteristics of maize and sorghum genotypes, for
silage in central Chile

Claudio Wernli K.², Orlando Paratori B.² y Luis Barrales V.²

SUMMARY

Yield and nutritional characteristics of a total of 16 maize hybrids, one maize cultivar and 3 sorghum per sudan grass hybrids were evaluated at the Exp. Sta. La Platina, during three seasons. A randomized complete blocks design with 4 replicates was used, and the results were analysed through analysis of variance, and by hierarchical clustering, including: (a) dry matter (D.M.) yield/ha and ear percentage; (b) total fibre components; and (c) yield of digestible organic matter (O.M.) and of crude protein (C.P.)/ha.

The maize hybrids resulted in markedly higher D.M. productivities, qualitative characteristics, and nutrient yields/ha, than those of the sorghum per sudan grass hybrids. Sudan Cross 3 was of better quality within the sorghums. The maize variety Eureka and the hybrid for silage LH Rinconada produced less nutrients/ha in relation to the hybrids commonly used for grain and forage.

In general, the yield of digestible O.M. was associated directly with yield of C.P. in the three seasons. With the genotypes evaluated consecutively during the first two seasons, the higher yields of energy and protein were obtained with the maize hybrids G 4507, P 3183, and INIA 150, and these had also the greatest D.M. productivities and ear percentages, and a low fibre content. The comparison among the genotypes evaluated consecutively during the three seasons, clustered the hybrids G 4507, P 3183, and INIA 150 with the highest yields of nutrients/ha, and showed lower values for P 3147, PX 788 and, in the last place, Prays 620; the latter three had in common high fibre contents. The genetical stability in time was high for the three best hybrids indicated above, and conversely, P 3186 and INIA 160 showed variability between years. The hybrids commercially recommended for grain production were superior as silage crops than those promoted for silage or grain and silage.

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays*) adquiere cada vez mayor importancia en programas forrajeros de alta productividad para la zona central del país. Se caracteriza por su fácil ensilado (con fermentación favorable y bajas pérdidas), alto contenido energético y elevado rendimiento de energía por unidad de superficie.

Desde antiguo, se ha asociado un mayor contenido de grano con una mejor calidad nutritiva y rendimiento de forraje (Nevens, 1933). La mayoría de los países de la Comunidad Económica Europea evalúan las variedades e híbridos de maíz para ensilaje, según su

¹ Recepción de originales: 12 de noviembre de 1987.

Los autores agradecen la valiosa colaboración de los Sres. Hernán Olguín, Claudio Villegas y la Srta. Alejandra Atria en la realización del presente estudio; a los Sres. Mauricio Hiriart y Samuel Ramírez por su participación en los análisis químicos y nutricionales de laboratorio; y al Sr. Hugo Flores y la Srta. Patricia Scarpa quienes tuvieron a cargo la preparación y procesamiento estadístico de la información.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

producción de granos (Bunting, 1975). Estudios posteriores destacan la necesidad de considerar la planta completa de maíz, sugiriendo que la producción de grano *per se* no sería un criterio suficiente de selección para producción de forraje digestible (Bunting, 1975; Vattikonda y Hunter, 1983).

Investigaciones nacionales y extranjeras concuerdan en que los híbridos de sorgos x pasto sudan (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) son una importante alternativa en producción de forraje suplementario, siendo conveniente evaluarlos bajo condiciones de riego, debido a su alto rendimiento potencial de forraje (Pichard y otros, 1984; Pichard e Innochetti, 1986).

Considerando que algunos factores no controlables, tales como temperatura y luminosidad, afectan la cantidad y proporción de los constituyentes de la pared celular en la planta y su digestibilidad (Van Soest, 1983), se hace necesario evaluar comparativamente los genotipos bajo las condiciones ecológicas en que el cultivo de maíz para ensilaje se hace más justificable.

La presente investigación tuvo por objetivo comparar híbridos de maíz o sorgo y la variedad de maíz Eureka, a través de tres temporadas en la zona central de riego del país, considerando rendimiento de forraje, características nutricionales y productividad de nutrientes digestibles.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la Est. Exp. La Platina (INIA, Santiago, 33° 34' lat. S y 70° 38' long. W). Los ensayos se realizaron en tres temporadas sucesivas, cuyas características climáticas se indican en la Figura 1.

Suelo: El suelo correspondió a la serie Santiago, capacidad de uso III R, de características heterogéneas, particularmente en profundidad, lo cual limita su capacidad de retención de humedad y de nutrientes. Su profundidad varía entre muy delgada (20 cm) y media (70 cm), descansando sobre un sustrato de piedra con matriz arenosa; su textura varía de franco a franco-arenosa. El pH, contenido de m.o. y conductividad eléctrica, fueron: 7,9; 2,20/o; y 9,0 mmhos/cm. La fertilidad inicial fue en general baja, con contenidos de N, P y K de 15, 7 y 71 (1983/84), 7, 9 y 70 (1984/85) y 14, 8 y 70 (1985/86) ppm, respectivamente.

Híbridos y variedades: Totalizaron 21, correspondientes a los genotipos comerciales más usados durante esas temporadas en el país (Cuadro 1). La variedad Eureka y los híbridos LH Rinconada, PX 788 y Prays 620 son ofrecidos como apropiados para ensilaje, y los restantes híbridos, para producción de grano.

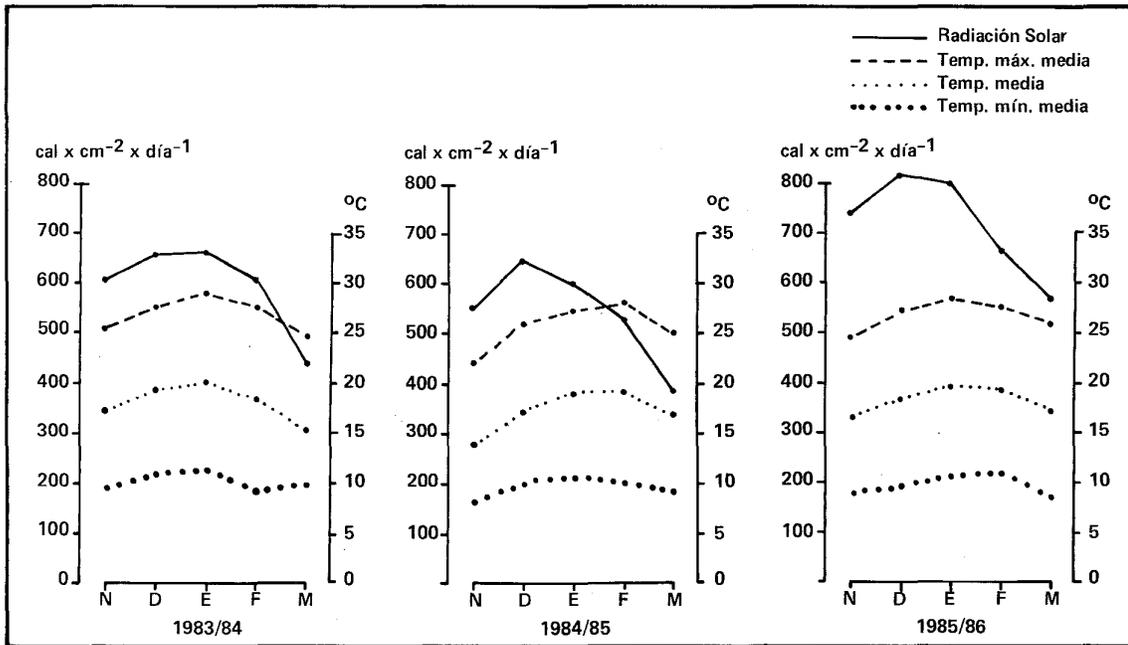


FIGURA 1. Radiación solar media diaria y temperaturas (máxima media, media y mínima media) mensual, en las tres temporadas del estudio.

FIGURE 1. Monthly mean daily solar radiation and temperatures (maximum average, mean, and minimum average) per month, in the three seasons of the study.

CUADRO 1. Genotipos de maíz y sorgo comparados. Precocidad y días a la cosecha en las tres temporadas de prueba**TABLE 1. Cultivars of maize and sorghum compared. Precocity and days to harvest in the three experimental seasons**

Genotipo	Precocidad	Días a la cosecha en las temporadas:		
		1983/84	1984/85	1985/86
Maíz:				
JX 187	Tardío	139	—	—
Eureka	Tardío	143	159	—
LH Rinconada	Tardío	146	159	—
T 129 S	Tardío	131	138	—
G 4519	Tardío	139	—	152
PX 788	Tardío	146	159	159
Prays 620	Tardío	146	159	159
INIA 150	Semi tardío	139	138	149
INIA 160	Tardío	131	138	152
P 3183	Tardío	146	138	159
P 3147	Tardío	146	159	159
P 3186	Tardío	146	138	152
G 4507 A	Semi tardío	131	138	149
PX 9573	Tardío	—	—	149
Cargill 8951	Tardío	—	—	159
8100	Tardío	—	—	149
XL 74 B	Tardío	—	—	159
Sorgos x Pasto Sudan:				
Sudax (2 cortes)	—	183	—	—
Sudax	—	—	159	—
Forax 21	—	—	159	—
Sudan Cross 3	—	—	159	159

Siembras: Se realizaron con fechas 03.11.83, 09.11.84 y 16.10.85, utilizando un sembrador manual, con 3 a 5 semillas por golpe, en parcelas de 10 m de largo y 4 hileras, con 70 cm entre hileras y 35,6 cm sobre hilera. Cuando las plantas alcanzaron aproximadamente 10 cm, se raleó a 2 plantas por punto de siembra (80.000 plantas/ha). A la siembra se fertilizó con 154 kg/ha N (urea) y 38 kg/ha P (superfosfato triple). Cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 60 cm se aplicó 368 kg/ha N (salitre sódico).

Además se aplicó como insecticida, tiofosfato de 0,0—dietil—0 en 2,5 kg/ha a la siembra, y como herbicida 2—cloro 4—etil—amino—6—isopropilamino—s—triazina en 1,5 lt/ha, post siembra.

Riego: El primer riego se realizó a los 30 a 35 días después de sembrar, para continuar con un riego periódico cada 8 días, dadas las condiciones de suelo delgado y su textura.

Las características del establecimiento y el manejo del cultivo antes descrito, fueron comunes para los tres años.

Diseño experimental: Correspondió a bloques al azar con 4 repeticiones (parcelas).

Cosecha: El maíz se cosechó, en todos los casos, cuando alcanzó el estado de grano duro—pastoso; los híbridos de sorgos, al estado de grano lechoso, no registrándose crecimiento para un segundo corte, excepto Sudax en la primera temporada de ensayo.

Mediciones: Se cosechó manualmente con hechona las dos hileras centrales de cada parcela, pesándose primero todo el material, y luego todas las mazorcas, separadamente. Las plantas y mazorcas de las 4 parcelas correspondientes a un mismo cultivar, fueron picadas juntas en una máquina cosechadora picadora de maíz en forma estacionaria. Se extrajo una muestra representativa, de aproximadamente 3 kg de materia verde, secándose en horno con ventilación forzada a 65° C durante 3 días. Las muestras se molieron, utilizando un molino Wiley con tamiz de 1 mm, y fueron sometidas a análisis de: cenizas y N total (AOAC, 1975), digestibilidad *in vitro* de la m.s. y m.o. (Tilley y Terry, 1963) y fibrosidad (componentes estructurales totales; Goering y Van Soest, 1970).

El rendimiento de materia orgánica digestible (m.o.d.) es interpretado en el presente trabajo como equivalente a rendimiento en energía digestible, fundamentado en la relación directa existente entre la digestibilidad de la energía bruta y la de la m.o. (Anrique, 1987), en concordancia con la relación entre ambas variables ($R^2 = 0,995$) deducida por el primer autor, a partir de 22 tratamientos de 4 experimentos con ovinos.

Análisis estadístico: El rendimiento de m.s./ha y el porcentaje de mazorcas base materia verde, fueron evaluados por análisis de variancia. Las variables de calidad carecen de inferencia estadística, dado que los análisis químicos se hicieron sobre una muestra común de las repeticiones.

Para estudiar el comportamiento de los híbridos, se procedió a efectuar un análisis de conglomerados jerarquizados en cuanto a su similitud fenotípica, en relación a: (i) como principal pauta de evaluación, el rendimiento de nutrientes/ha, representado por el rendimiento de m.o. digestible (m.o.d.) y rendimiento de proteína cruda (P.C.), con ponderación de 0,8 y 0,2, respectivamente (análisis anual y para los híbridos evaluados conjuntamente en las dos primeras temporadas y en las tres temporadas); el criterio de ponderación se basó en la propiedad fundamentalmente energética del ensilaje de maíz como recurso forrajero, la importancia de la energía y su costo, generalmente mayor en relación a la proteína, para cubrir los requerimientos nutricionales; (ii) rendimiento en forraje y grano, de acuerdo al rendimiento de m.s./ha y el porcentaje de mazorcas base materia verde (0/o maz.), otorgándosele mayor importancia al rendimiento de forraje total, con ponderación de 0,7 y 0,3 respectivamente (análisis para las dos primeras temporadas y las tres temporadas), y (iii) fibrosidad global, representada por el contenido de paredes celulares total (F.D.N.), fibra detergente ácido (F.D.A.), hemicelulosa (HCEL.) lignina (LIG.) y sílice (SIL.) base m.s., con igual ponderación cada uno (análisis para las dos primeras temporadas y las tres temporadas). Los resultados de los análisis de clasificación por año y por conjunto de años no son comparables, ya que dependen en forma importante de los genotipos considerados en cada oportunidad, que no fueron siempre los mismos.

El procedimiento estadístico para definir grupos fue el de Ward's (SAS, 1982). El criterio para determinar el nivel de conglomerado al cual interpretar el análisis fue aquél en que las variaciones (suma de cuadrados) entre grupos correspondió aproximadamente al 95% de la variación total entre las observaciones. El análisis fue aplicado a las mediciones estandarizadas, para obviar problemas de conmesurabilidad de ellas.

RESULTADOS

Temporada 1983/84

Rendimiento de materia seca y porcentaje de mazorcas: El híbrido LH Rinconada y la variedad de polinización libre Eureka (ambos para ensilaje), no difirieron significativamente de la mayoría de los híbridos de maíz y registraron rendimientos en m.s. menores ($P \leq 0,05$) que los híbridos P 3183 y P 3186, ubicados en primer lugar (Cuadro 2). Sudax (sorgo x pasto sudán) registró bajos rendimientos en sus 2 cortes, diferenciando ($P \leq 0,10$) de los maíces en estudio.

El porcentaje de mazorcas fue significativamente inferior en la variedad Eureka, observándose los más altos (sobre 40%/o) en los híbridos JX 187, G 4519, P 3147, INIA 160 y P 3183.

Digestibilidad *in vitro*: Se observó cifras sobre 66% para el valor D (contenido de m.o.d. en la m.s.), en los híbridos de maíz INIA 150, P 3183 y JX 187, siendo los valores más bajos (< 60%/o), para la variedad Eureka y el híbrido Sudax (Cuadro 3).

Contenido en proteína cruda: En los maíces fue bajo, no observándose mayores diferencias entre ellos; destacó el mayor tenor proteico de Sudax.

Fibrosidad: Hubo diferencias entre los genotipos para los distintos componentes y se observó una relación inversa ($P \leq 0,05$) entre cada uno de los componentes estructurales (con excepción de hemicelulosa) y digestibilidad *in vitro*. Llamaron la atención los altos niveles de lignina, celulosa y sílice (FDA) del maíz Eureka y de Sudax.

Rendimiento de nutrientes digestibles y proteína cruda (P.C.): En rendimiento de m.o.d. y m.s.d., se destacó P 3183 (Cuadro 4). LH Rinconada, Eureka y Sudax mostraron bajos rendimientos, no superando 12,1 ton de m.o.d./ha.

Los rendimientos en P.C. revelaron algunas diferencias entre los genotipos: en orden decreciente, los más altos fueron para Sudax, JX 187, P 3183, PX 788 y T 129S, y los menores para Eureka y LH Rinconada.

El análisis de conglomerados jerarquizados según rendimiento de m.o.d. y P.C., resultó en cuatro categorías de agrupamiento (Figura 2): la primera (conglomerados 2 y 4), caracterizada por altos rendimientos en energía y valores medios en proteína, destacándose el híbrido P 3183 por su mayor aporte en m.o.d.; la segunda (conglomerado 1) incluyó al 43% de los genotipos estudiados; la tercera (conglomerado 3), caracterizada por un bajo rendimiento de nutrientes; y

la última (conglomerado 5), caracterizada por bajo rendimiento en energía, pero alto en proteína.

CUADRO 2. Rendimientos de materia seca (m.s.) y porcentaje de mazorcas de los genotipos comparados en las tres temporadas, ordenados según rendimiento decreciente de la m.s.

TABLE 2. Yields of dry matter (D.M.) and ear percentage of the cultivars compared in the three seasons, ranked according to decreasing yield of D.M.

Cultivar	% Mazorcas (base m.v.) ¹	Contenido de m.s. (%o)	Rendimiento m.s. (ton/ha) ¹
TEMPORADA 1983/84			
P 3186	38,8 abcd	34,5	26,4 a
P 3183	41,1 ab	36,0	26,0 a
PX 788	33,3 f	31,0	25,5 ab
G 4507 A	39,7 abc	30,2	24,4 ab
T 129 S	38,4 bcde	29,6	24,1 ab
G 4519	42,3 ab	31,0	24,0 ab
INIA 160	41,7 ab	31,0	23,8 ab
Prays 620	35,0 ef	33,3	23,6 ab
P 3147	41,8 ab	30,9	23,5 ab
JX 187	42,6 a	32,1	23,1 ab
INIA 150	36,5 cde	28,2	22,9 ab
Sudax (2 cortes) ²	—	23,3 ³	20,4 ab ⁴
Eureka	24,5 g	24,8	19,5 b
LH Rinconada	35,7 def	30,9	19,3 b
TEMPORADA 1984/85			
INIA 150	36,4 bcd	27,7	24,1 a
G 4507 A	41,8 a	28,8	23,1 a
INIA 160	39,1 ab	27,8	22,8 a
P 3147	37,3 abc	27,0	22,7 a
P 3183	37,9 abc	25,5	22,3 a
P 3186	35,8 bcd	25,5	21,8 ab
T 129 S	37,8 abc	26,0	21,6 ab
PX 788	33,2 cde	24,5	21,1 ab
Prays 620	32,0 de	27,3	20,7 ab
LH Rinconada	31,2 e	27,8	20,3 ab
Sudan Cross 3	—	31,5	20,1 ab
Eureka	25,0 f	23,8	18,1 b
Forax 21	—	29,0	17,7 b
Sudax	—	26,5	11,4 c
TEMPORADA 1985/86			
P 3183	45,5 ab	37,0	23,7 a
INIA 150	43,1 bcd	35,1	23,3 a
XL 74 B	46,9 ab	39,5	23,2 a
PX 9573	45,1 ab	36,3	23,1 a
G 4507 A	44,8 ab	35,8	22,5 ab
P 3186	40,1 cde	30,6	21,9 ab
8100	45,1 ab	35,7	21,9 ab
PX 788	38,7 e	32,3	21,4 abc
Cargill 8951	43,6 abc	38,5	21,3 abc
Sudan Cross 3	—	36,8	20,9 abc
Prays 620	38,9 de	37,1	20,7 abc
G 4519	46,2 ab	33,6	20,6 abc
INIA 160	48,0 a	32,2	19,6 bc
P 3147	47,9 a	34,8	18,2 c

¹ Letras distintas en cada columna en una misma temporada, indican diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$).

² 16,2 y 4,3 ton/ha de m.s. para primer y segundo cortes, respectivamente.

³ Promedio ponderado por rendimiento de materia seca de ambos cortes.

⁴ Diferente de P 3186 y P 3183 al nivel de $P \leq 0,10$.

CUADRO 3. Digestibilidad *in vitro* y composición química (base m.s.) de los genotipos comparados en las tres temporadas, ordenados según valor "D" decreciente

TABLE 3. *In vitro* digestibility and chemical composition (D.M. basis) of the cultivars compared in the three seasons, ranked according to decreasing "D" values

Genotipo	Valor "D" ¹ (%)	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)		Fibrosidad (%)					Cenizas (%)	Proteína cruda (%)	
		m. o.	m. s.	FDN	FDA	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina			Sílíce
TEMPORADA 1983/84											
INIA 150	68,1	72,1	73,3	50,4	31,4	23,8	19,0	5,4	1,4	5,5	5,5
P 3183	68,1	71,5	73,1	58,0	27,7	21,0	30,3	4,6	1,2	4,7	5,8
T 129 S	67,1	71,0	72,4	48,9	27,3	20,5	21,6	4,4	1,6	5,5	6,1
JX 187	66,2	70,0	71,0	52,7	29,4	22,2	23,3	4,7	1,8	5,5	6,6
PX 788	65,4	70,0	71,3	61,0	32,2	24,8	28,8	2,6	2,9	6,6	5,8
G 4507 A	64,9	69,0	70,3	60,8	29,5	22,4	31,3	4,5	1,8	5,9	5,9
Prays 620	64,6	68,7	69,3	64,9	32,2	24,3	32,7	3,5	2,7	6,0	5,4
P 3147	64,0	67,9	70,6	58,9	32,9	24,6	26,0	5,5	2,0	5,8	5,6
INIA 160	64,0	67,9	69,6	55,0	32,4	24,2	22,6	5,0	0,1	5,8	6,3
P 3186	63,7	67,1	68,3	58,7	30,5	22,6	28,2	5,6	1,5	5,0	4,9
LH Rinconada	63,0	67,7	68,5	62,1	33,5	25,4	28,6	4,7	2,7	7,0	5,9
G 4519	62,3	66,0	67,0	62,6	32,7	25,1	29,9	4,8	1,9	5,6	6,0
Sudax ²	59,0	64,4	65,8	63,1	39,7	29,3	23,4	6,4	3,2	8,5	8,0
Eureka	57,6	61,8	63,5	61,4	39,7	29,5	21,7	6,6	2,8	6,8	4,9
TEMPORADA 1984/85											
T 129 S	70,3	73,1	74,5	45,2	25,6	19,9	19,6	4,0	1,2	3,8	6,1
G 4507 A	69,9	73,2	73,9	49,0	30,0	22,5	19,0	5,6	1,5	4,5	6,0
INIA 160	68,5	71,5	72,9	44,9	28,2	21,0	16,7	5,4	1,5	4,2	6,1
INIA 150	67,8	71,5	72,7	41,4	26,6	19,9	14,8	5,6	1,1	5,2	6,6
P 3183	67,2	70,4	72,0	48,7	28,9	22,3	19,8	5,1	1,4	4,5	6,0
P 3147	66,9	71,5	72,9	54,1	31,2	23,3	22,9	5,1	2,8	6,4	6,2
P 3186	64,9	67,8	69,9	50,2	33,1	24,9	17,1	6,5	1,2	4,2	5,5
LH Rinconada	63,4	67,2	69,3	55,4	33,5	24,3	21,9	6,3	2,8	5,6	6,1
PX 788	61,8	65,8	69,3	56,7	31,9	23,9	24,8	5,8	2,0	6,1	6,9
Prays 620	61,5	65,6	69,0	58,9	34,8	26,6	24,1	5,8	2,5	6,2	5,9
Forax 21	57,6	61,7	63,6	54,7	35,0	24,0	19,7	7,5	2,9	6,7	6,6
Eureka	56,9	60,3	62,7	60,3	37,6	28,8	22,7	6,5	2,0	5,6	6,2
Sudax	53,8	58,7	61,5	59,3	37,7	27,3	21,6	6,8	3,4	8,3	8,1
Sudan Cross 3	52,0	57,7	57,2	60,4	39,3	28,0	21,1	8,1	3,0	6,3	6,1
TEMPORADA 1985/86											
INIA 160	71,7	74,5	74,0	42,7	24,1	18,5	18,6	3,7	1,8	3,7	5,2
G 4507 A	71,2	73,9	74,0	41,3	23,6	17,9	17,7	3,8	1,9	3,7	5,9
INIA 150	69,3	72,0	71,3	42,5	23,5	18,4	19,0	3,5	0,8	3,7	5,9
8100	68,7	70,9	70,4	41,2	22,4	17,7	18,8	3,4	1,0	3,1	5,5
G 4519	68,5	71,4	70,9	48,0	26,6	21,3	21,4	3,3	1,7	4,1	5,5
P 3186	68,3	71,4	71,0	49,4	26,8	21,4	22,6	3,3	2,0	4,3	5,5
Sudan Cross 3	67,9	71,0	71,0	59,5	36,1	27,6	23,4	5,3	1,3	4,3	4,8
PX 9573	65,4	67,8	66,9	43,6	24,2	18,9	19,4	2,9	2,0	3,5	5,3
XL 74 B	65,4	68,2	67,6	53,8	27,7	21,7	26,1	3,9	1,1	4,1	5,0
P 3147	64,5	68,3	67,4	57,3	29,8	22,9	27,5	3,5	3,6	5,5	5,7
P 3183	64,5	67,5	67,0	51,3	28,1	20,9	23,2	4,3	2,5	4,5	5,8
Cargill 8951	61,0	63,8	63,3	54,5	29,4	22,8	25,1	3,9	2,4	4,4	5,2
Prays 620	58,9	62,1	62,0	59,7	33,7	25,9	26,0	4,7	3,0	5,2	5,7
PX 788	58,7	62,0	62,0	58,0	32,1	25,6	25,9	4,3	2,3	5,4	5,9

¹ Contenido de materia orgánica digestible en la m.s.

² Promedio ponderado por rendimiento de m.s. de dos cortes.

Temporada 1984/85

Rendimiento de materia seca y porcentaje de mazorcas: Las diferencias de rendimiento de m.s. dentro de los híbridos de maíz, o entre éstos y Sudan Cross 3, no fueron significativas (Cuadro 2). Los rendimientos más bajos pertenecieron a Eureka, Forax 21 y Sudax, significativamente inferiores a los cinco híbridos de maíz con los más altos rendimientos.

El porcentaje de mazorcas fluctuó entre 31 y 42% en los híbridos de maíz; Eureka se destacó ($P \leq 0,05$) por un bajo aporte de mazorcas, siendo también significativamente bajos los de LH Rinconada, Prays 620 y PX 788.

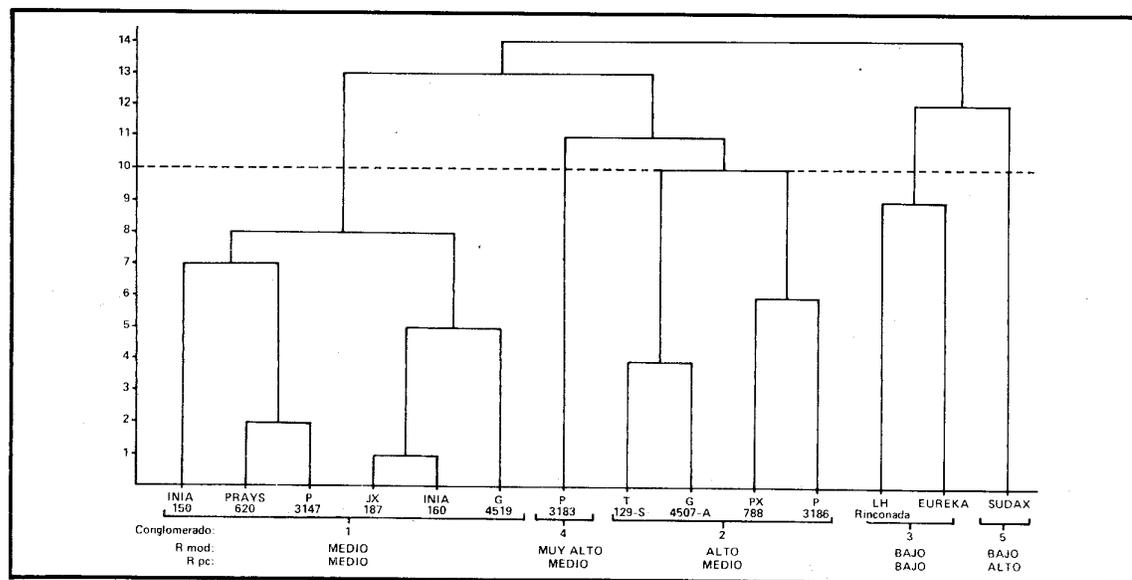


FIGURA 2. Dendrograma de los cultivares de maíz y sorgo, de acuerdo al rendimiento en materia orgánica digestible (x 0,8) y proteína cruda (x 0,2). Temporada 1983/84.

FIGURE 2. Dendrogram with the corn and sorghum cv., according to digestible organic matter (x 0.8) and crude protein (x 0.2). 1983/84 season.

Digestibilidad *in vitro*: T 129S, G 4507A, INIA 160, INIA 150, P 3183 y P 3147 presentaron los índices más altos de digestibilidad (> 70%) ; con valores menores a 60%, resultaron Forax 21, Eureka, Sudax y Sudan Cross 3 (Cuadro 3).

Contenido en proteína cruda: En esta segunda temporada, estos contenidos también resultaron bajos y similares (Cuadro 3), destacándose Sudax, con un 8,1%.

Rendimiento de nutrientes digestibles y proteína cruda: La m.o.d. fluctuó entre valores muy bajos (Sudax) y altos (INIA 150 y G 4507A; Cuadro 4). Los rendimientos de proteína cruda fueron parecidos entre genotipos, observándose cierta coincidencia entre mayor rendimiento de m.o.d. y mayor rendimiento de P.C.

El análisis de conglomerados jerarquizados según rendimiento de m.o.d. y de P.C., agrupó una primera categoría (conglomerado 1) caracterizada por rendimiento alto y medio en energía y proteína, respectivamente (Figura 3); la segunda (conglomerado 2) fue de rendimiento medio en energía y bajo en proteína. La última (conglomerados 3 y 4) se caracterizó por bajo rendimiento de nutrientes, destacándose entre éstos el híbrido Sudax.

CUADRO 4. Rendimiento de m.s. y de m.o. digestibles y de P.C. (base m.s.) de los genotipos comparados en tres temporadas, ordenados según rendimiento de m.o.d. decreciente

TABLE 4. Yield of digestible dry matter (m.s.d.) and organic matter (m.o.d.) and of crude protein (P.C.) (D.M. basis) of the cultivars compared in the three seasons, ranked according to decreasing yield of digestible organic matter

Genotipo	Rendimientos (ton/ha)		
	m.o.d.	m.s.d.	P.C.
TEMPORADA 1983/84			
P 3183	17,7	19,0	1,51
P 3186	16,8	18,0	1,29
PX 788	16,7	18,2	1,48
T 129 S	16,2	17,4	1,47
G 4507 A	15,8	17,2	1,44
INIA 150	15,6	16,8	1,26
JX 187	15,3	16,4	1,53
Prays 620	15,2	16,3	1,27
INIA 160	15,2	16,6	1,50
P 3147	15,0	16,6	1,31
G 4519	15,0	16,1	1,44
LH Rinconada	12,1	13,2	1,14
Sudax (2 cortes)	12,0	13,4	1,63
Eureka	11,3	12,4	0,96

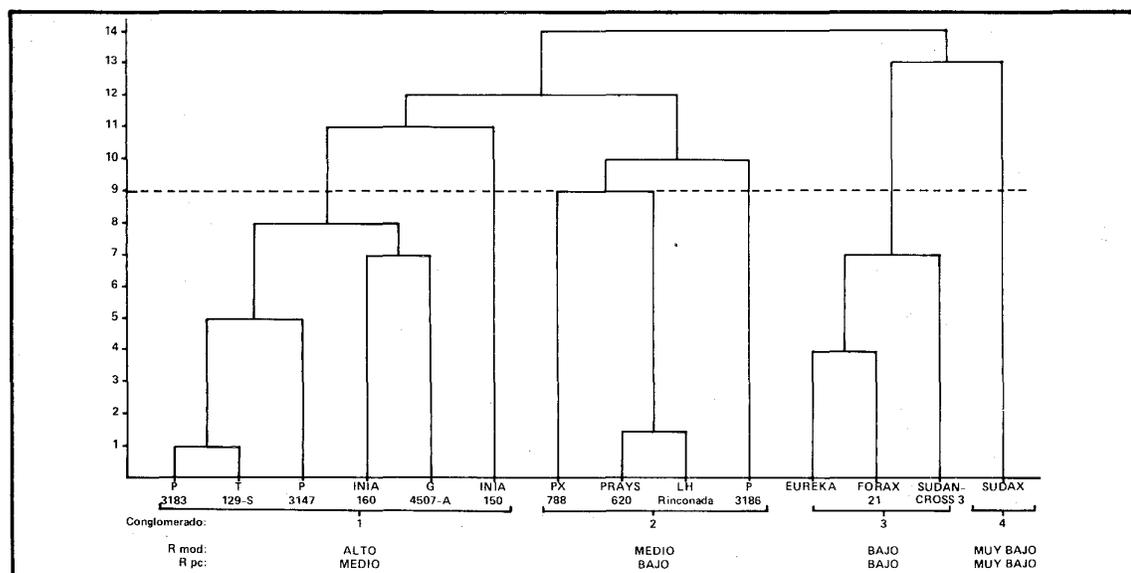


FIGURA 3. Dendrograma de los cultivares de maíz y sorgo, de acuerdo a rendimiento en materia orgánica digestible (x 0,8) y proteína cruda (x 0,2). Temporada 1984/85.

FIGURE 3. Dendrogram with the corn and sorghum cv., according to digestible organic matter (x 0.8) and crude protein (x 0.2). 1984/85 season.

Continuación Cuadro 4. Rendimiento de m.s. y de

Genotipo	Rendimientos (ton/ha)		
	m.o.d.	m.s.d.	P.C.
TEMPORADA 1984/85			
INIA 150	16,4	17,6	1,60
G 4507 A	16,2	17,1	1,39
INIA 160	15,6	16,6	1,39
P 3147	15,2	16,5	1,41
T 129 S	15,2	16,1	1,32
P 3183	15,0	16,1	1,34
P 3186	14,2	15,2	1,20
PX 788	13,1	14,7	1,46
LH Rinconada	12,9	14,1	1,24
Prays 620	12,7	14,3	1,22
Sudan Cross 3	10,5	11,5	1,23
Eureka	10,3	11,3	1,12
Forax 21	10,2	11,3	1,17
Sudax	6,1	7,0	0,92
TEMPORADA 1985/86			
INIA 150	16,1	16,6	1,37
G 4507 A	16,0	16,7	1,33
P 3183	15,3	15,9	1,37
XL 74 B	15,1	15,7	1,16
PX 9573	15,1	15,4	1,22
8100	15,0	15,4	1,20
P 3186	15,0	15,6	1,21
Sudan Cross 3	14,2	14,8	1,00
G 4519	14,1	14,6	1,09
INIA 160	14,1	14,5	1,02
Cargill 8951	13,0	13,5	1,11
PX 788	12,6	13,3	1,27
Prays 620	12,2	12,8	1,18
P 3147	11,7	12,3	1,04

Temporada 1985/86

Rendimiento de materia seca y porcentaje de mazorcas: El rango de rendimiento de m.s. en esta tercera temporada fue más estrecho, siendo P 3147 significativamente menor que P 3183, INIA 150, XL 74B y PX 9573, que tuvieron rendimientos muy parecidos, y que G 4507A, P 3186 y 8100, con rendimientos algo más bajos.

La proporción de mazorcas fue semejante entre la mayoría de los cultivares, encontrándose que los mayores porcentajes (INIA 160 y P 3147) difirieron significativamente con aquellos que registraron los híbridos PX 788, Prays 620, P 3186 e INIA 150 (Cuadro 2).

Digestibilidad *in vitro*: Los valores D más altos se registraron con INIA 160 y G 4507A (> 71%), y los más bajos (< 59%) lo presentaron Prays 620 y PX 788 (Cuadro 3).

Contenido de proteína cruda: En esta tercera temporada se repiten los bajos contenidos de P.C., sin existir mayores diferencias entre los genotipos (Cuadro 3).

Fibrosidad: Se observó una relación inversa entre los componentes estructurales y digestibilidad *in vitro*, con la única excepción de la lignina, cuya relación aunque inversa, no fue significativa ($P \geq 0,05$).

Rendimiento de nutrientes digestibles y proteína cruda: Los rendimientos de m.o.d. de los mejores híbridos de maíz (INIA 150 y G 4507A) contrastaron con los de los híbridos Cargill 8951, PX 788, Prays 620 y P 3147 (Cuadro 4). Cabe destacar a XL 74B, PX 9573

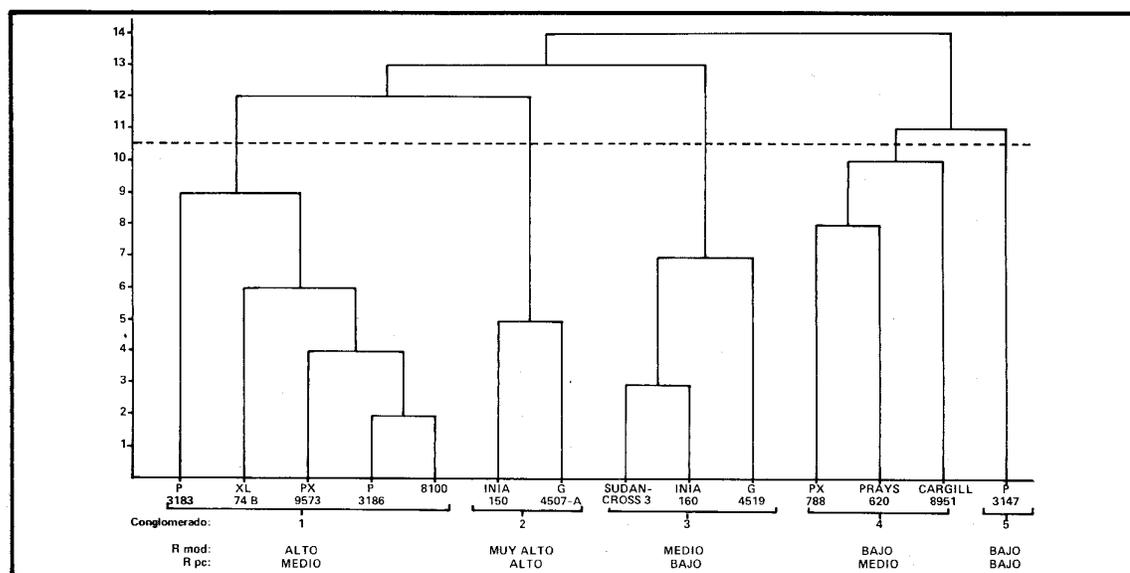


FIGURA 4. Dendrograma de los cultivares de maíz y sorgo, de acuerdo a rendimiento en materia orgánica digestible ($\times 0,8$) y proteína cruda ($\times 0,2$). Temporada 1985/86.

FIGURE 4. Dendrogram with the corn and sorghum cv., according to digestible organic matter ($\times 0.8$) and crude protein ($\times 0.2$). 1985/86 season.

y 8100 como híbridos promisorios, que no habiendo sido evaluados en las primeras dos temporadas, rindieron satisfactoriamente en 1985/86.

Los rendimientos de P.C. más altos se observaron en INIA 150, P 3183, G 4507A y PX 788.

El análisis de conglomerados jerarquizados, según rendimiento de m.o.d. y P.C., dio lugar a cuatro categorías de agrupamiento (Figura 4). La primera (conglomerados 1 y 2) incluyó el 50% de los genotipos, destacándose con los mayores rendimientos de nutrientes los híbridos de maíz G 4507 e INIA 150. La segunda (conglomerado 3), caracterizada por genotipos con rendimientos medios y bajos en m.o.d. y P.C., respectivamente. La tercera (conglomerado 4) presentó características opuestas a la anterior; y la cuarta incluyó un solo genotipo (P 3147), con bajo rendimiento de ambos nutrientes.

Temporadas 1983/84 y 1984/85: Análisis de conglomerados jerarquizados para los híbridos ensayados consecutivamente en ambas temporadas

Rendimiento de forraje y proporción de mazorcas: El agrupamiento de acuerdo a estas variables, derivó en una primera categoría (conglomerados 1 y 2) constituida por 7 genotipos de maíz con rendimientos altos y medios en m.s. y porcentajes de mazorcas medio-altos (Figura 5). La categoría dos (conglomerado 3) incluyó a dos híbridos, con un rendimiento medio en materia seca y bajo porcentaje de mazorcas. La tercera (conglomerados 4 y 5, representados por Eureka

y LH Rinconada) se caracterizó por valores bajos para rendimiento en forraje y porcentaje de mazorcas.

Fibrosidad del forraje: De acuerdo a la proporción de los componentes estructurales presentes en el forraje, los híbridos se agruparon en cuatro categorías (Figura 6). La primera comprendió a los conglomerados 5 y 7, integrando híbridos con baja fibrosidad. La segunda categoría agrupó a los híbridos de un contenido general medio en fibra total: los del conglomerado 1 presentaron valores bajos para FDA, lignina y sílice, mientras que el conglomerado 6 se caracterizó por un alto contenido en lignina. Los conglomerados 2 y 3 constituyeron la tercera categoría, que se caracterizó por valores medios a altos en todos los componentes estructurales, salvo el conglomerado 3, que presentó híbridos con un bajo contenido en lignina. La cuarta categoría incluyó a Eureka y Sudax, caracterizados por elevados contenidos de todas las fracciones de la pared celular, con excepción de hemicelulosa.

Rendimiento de energía y proteína por hectárea: De acuerdo a rendimiento de m.o.d. y P.C., con alta ponderación de la primera, 8 genotipos de maíz se constituyeron en una primera categoría (conglomerados 1 y 2), con valores medios a altos en ambas variables (Figura 7). Una segunda categoría consistió del conglomerado 3. La variedad Eureka, con bajos rendimientos en nutrientes, conformó la siguiente categoría, y la última (Sudax) se caracterizó por un muy bajo rendimiento en energía, aunque medio en proteína.

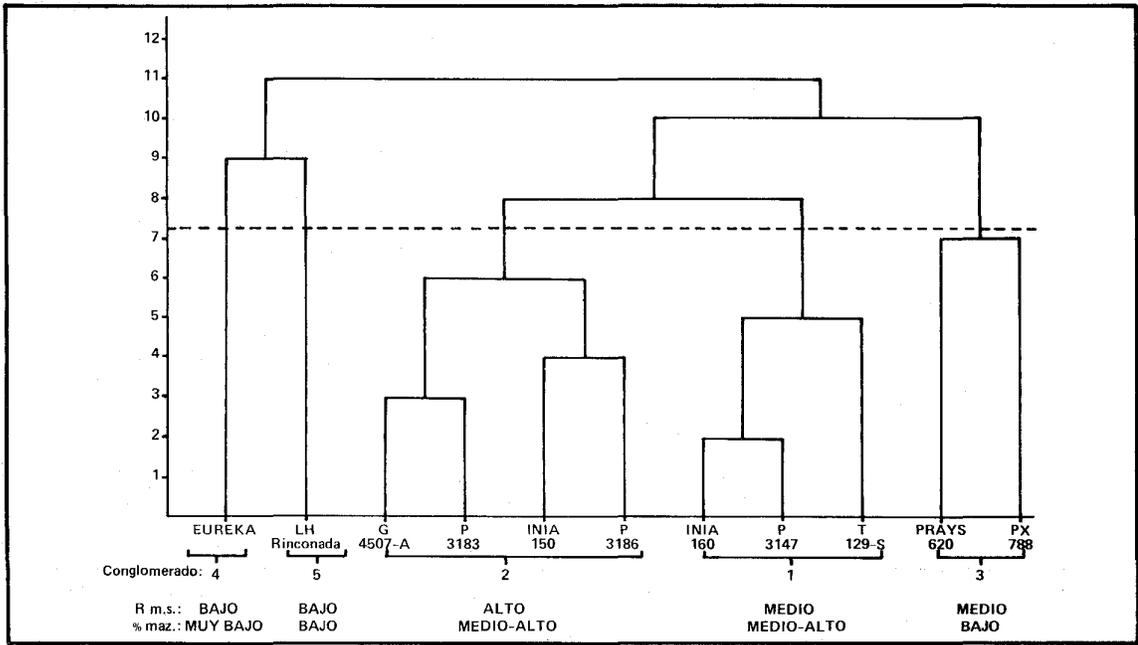


FIGURA 5. Dendrograma de los cultivares de maíz, de acuerdo a rendimiento en materia seca (x 0,7) y porcentaje de mazorcas (x 0,3). Promedio para las dos primeras temporadas.

FIGURE 5. Dendrogram with the corn cv., according to dry matter yield (x 0.7) and percentage of ears (x 0.3). Averages for the two first seasons.

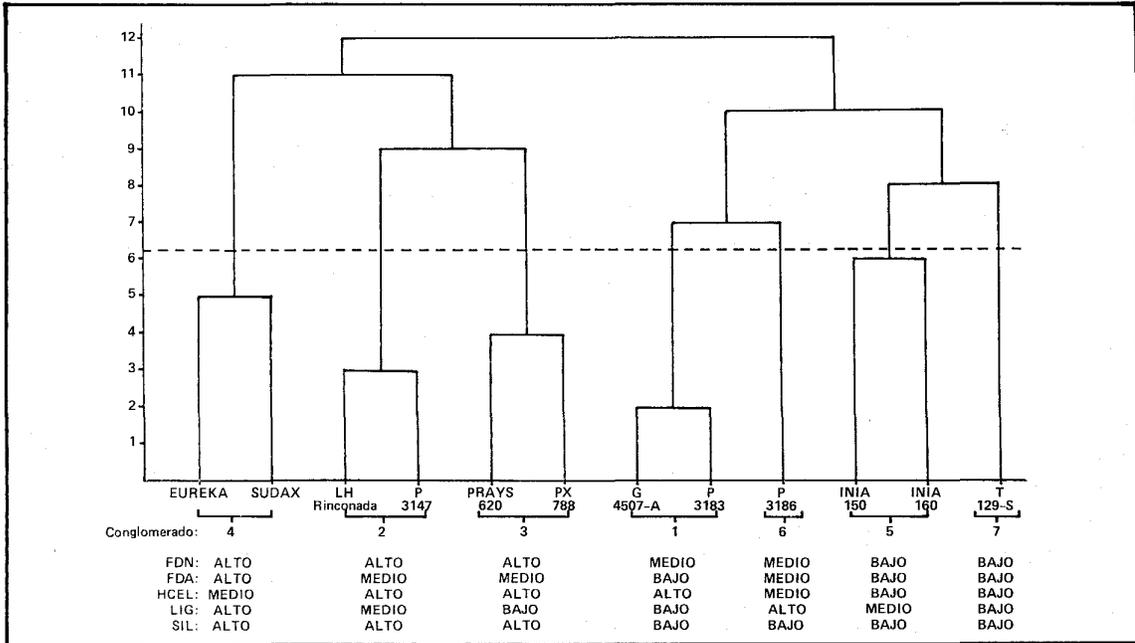


FIGURA 6. Dendrograma de los cultivares de maíz y sorgo, de acuerdo al contenido de cinco componentes de fibra (igual ponderación a cada uno). Promedio para las dos primeras temporadas.

FIGURE 6. Dendrogram with the corn and sorghum cv., according to the content of the five fibre components (same weighting to each one). Average for the two first seasons.

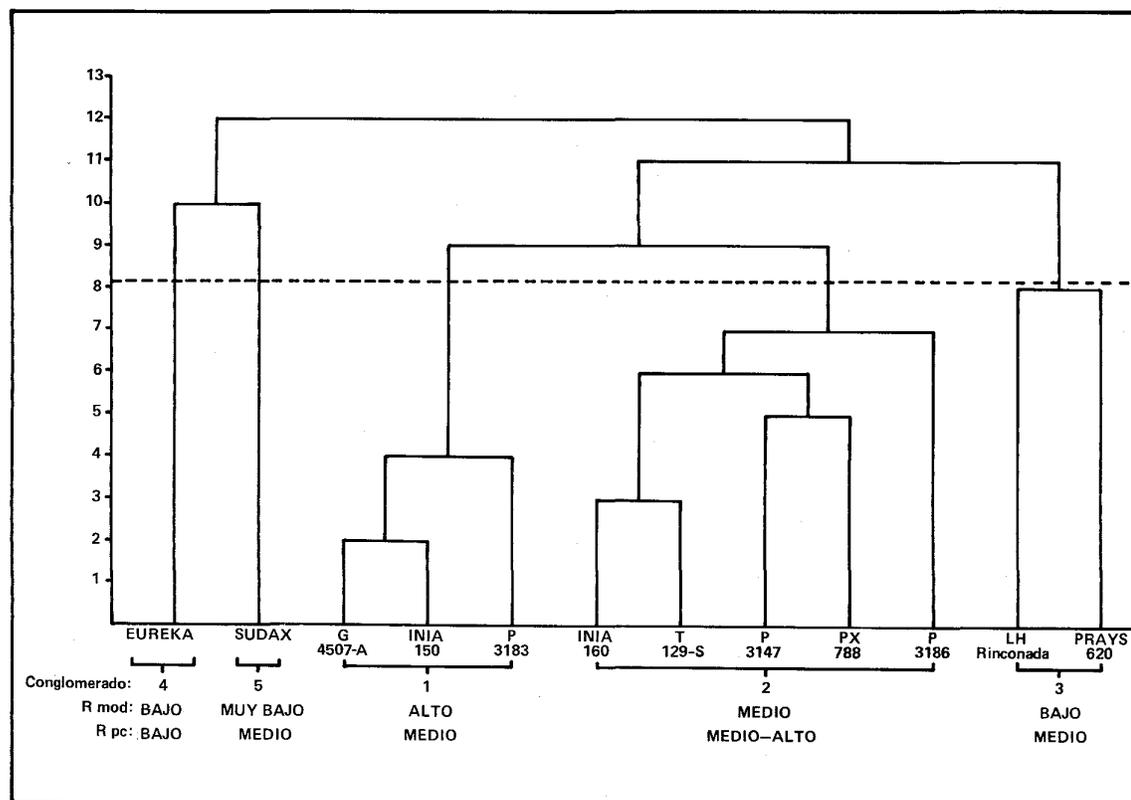


FIGURA 7. Dendrograma de híbridos de maíz y sorgo, de acuerdo a rendimiento en materia orgánica digestible (x 0,8) y proteína cruda (x 0,2). Promedio para las dos primeras temporadas.

FIGURE 7. Dendrogram with the corn and sorghum hybrids, according to digestible organic matter (x 0.8) and crude protein (x 0.2). Average for the two first seasons.

Temporadas 1983/84, 1984/85 y 1985/86: Análisis de conglomerados jerarquizados para los híbridos ensayados consecutivamente en las tres temporadas

Rendimiento de forraje y proporción de mazorcas: El análisis sobre los ocho híbridos estudiados en las tres temporadas, clasificó tres categorías de acuerdo a estas variables. Los cultivares INIA 150, G 4507A, P 3186 y P 3183, conformaron una categoría caracterizada por rendimientos altos en m.s. y medios para contenido de mazorcas (Figura 8). INIA 160 y P 3147 constituyeron un conglomerado definido con bajo rendimiento en m.s./ha, pero alto en porcentaje de mazorcas. Finalmente, los híbridos Prays 620 y PX 788 se caracterizaron por bajos rendimientos en forraje y proporción de mazorcas.

Fibrosidad: Los híbridos INIA 150 e INIA 160 fueron agrupados en un conglomerado caracterizado

por bajos contenidos en fibra total, aunque altos en lignina (Figura 9). La categoría dos (conglomerados 3 y 6) incorporó genotipos con valores medios en fibra total. La categoría tres (conglomerados 2 y 5) se caracterizó por híbridos con altos valores en fibra total, FDA, hemicelulosa y sílice.

Rendimiento en energía y proteína por hectárea: Los ocho híbridos evaluados en las tres temporadas clasificaron en tres categorías. La primera la integraron dos conglomerados; el primero de ellos (G 4507A, P 3183 e INIA 150) se destacó por altos rendimientos de energía y proteína; el segundo (INIA 160 y P 3186) registró rendimientos medios de nutrientes (Figura 10). La segunda categoría agrupó a los híbridos P 3147 y PX 788, caracterizados por un bajo rendimiento de energía y rendimiento medio en P.C./ha. Finalmente, el híbrido Prays 620 presentó un bajo rendimiento en ambos nutrientes.

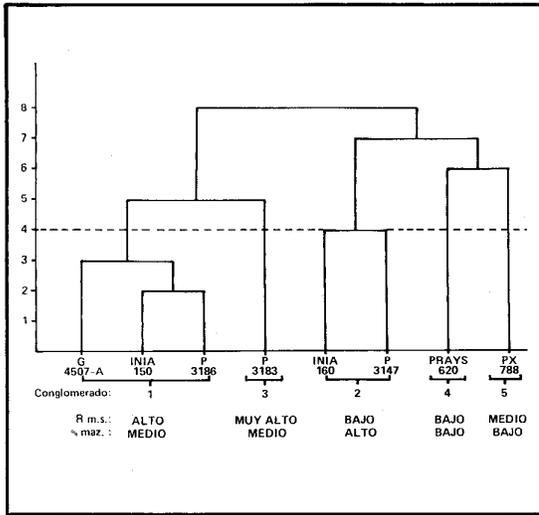


FIGURA 8. Dendrograma de los cultivares de maíz, de acuerdo a rendimiento de materia seca (x 0,7) y porcentaje de mazorcas (x 0,3). Promedio para las tres temporadas.

FIGURE 8. Dendrogram with the corn cv., according to dry matter yield (x 0.7) and percentage of ears (x 0.3). Average for the three seasons.

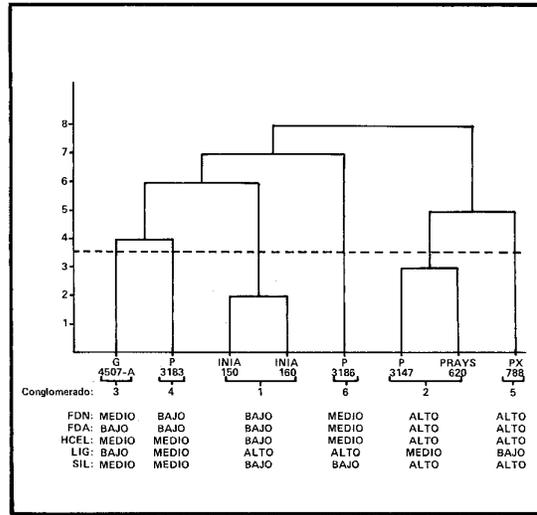


FIGURA 9. Dendrograma de los cultivares de maíz, de acuerdo al contenido de cinco componentes de fibra (igual ponderación a cada uno). Promedio de las tres temporadas.

FIGURE 9. Dendrogram with the corn cv., according to the content of the five fibre components (same weighting to each one). Average for the three seasons.

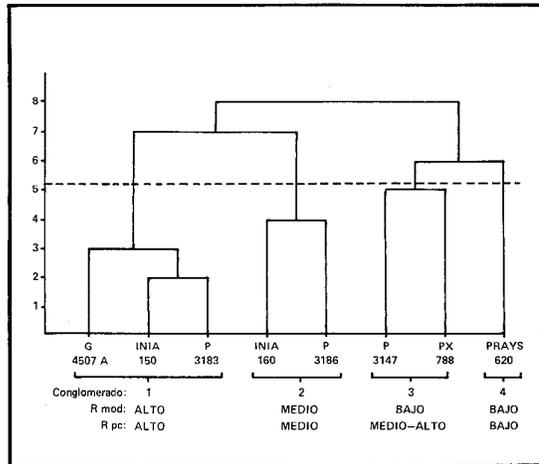


FIGURA 10. Dendrograma de híbridos de maíz de acuerdo a rendimiento de materia orgánica digerible (x 0,8) y proteína cruda (x 0,2). Promedio para las tres temporadas.

FIGURE 10. Dendrogram with the corn hybrids, according to digestible organic matter (x 0.8) and crude protein (x 0.2). Average for the three seasons.

DISCUSION

Aunque la relación entre muchas de las variables cuantitativas medidas para los genotipos de maíz y sorgo no han sido analizadas estadísticamente en el

presente trabajo, de los cuadros expuestos pueden derivarse algunas asociaciones. Así, por ejemplo, el rendimiento en m.s./ha se aprecia directamente relacionado con el rendimiento de m.o.d. y, en alguna medida, con el rendimiento de P.C./ha. La proporción de mazorcas en la planta (base materia verde), por otra parte, no parece contribuir a explicar los rendimientos de m.s. de los híbridos de maíz. También, el contenido de m.s. del forraje frecuentemente no guarda relación con el rendimiento de materia verde, lo que permite deducir que la productividad de forraje verde/ha no sería un índice adecuado de rendimiento de m.s. y de nutrientes/ha, para maíces y sorgos forrajeros.

En términos de rendimiento de m.o.d. (o energía) y P.C./ha, cabe hacer notar que estas dos variables se encontraron generalmente asociadas, observándose que los genotipos de mayor rendimiento en energía también registraron los mayores rendimientos en P.C./ha, en cada una de las temporadas (Cuadro 4).

Del análisis conjunto de los híbridos de maíz evaluados en las tres temporadas del estudio, se observa que entre los de mayor rendimiento en nutrientes/ha (INIA 150, P 3183 y G 4507A), INIA 150 presentó valores bajos para todos los componentes de fibrosidad, con la excepción de lignina. Similar fue lo observado con los otros dos híbridos, pero P 3183 y G 4507A presentaron valores medio y bajo en lignina,

respectivamente. El híbrido INIA 160 se caracterizó por un bajo contenido en fibra y sus componentes, pero su rendimiento en m.s. y nutrientes/ha no alcanzó a los tres híbridos antes mencionados. Los demás genotipos (P 3147, Prays 620 y PX 788) presentaron características inferiores como maíces forrajeros, expresadas en bajos rendimientos de m.s./ha, elevada fibrosidad y menores rendimientos en energía y proteína/ha. Este análisis sobre los promedios observados en tres años, permite una mejor estimación del comportamiento genotípico de los híbridos, al disminuir la distorsión provocada por el efecto ambiental del año.

La comparación entre los resultados del análisis de clasificación basado sobre el promedio de los tres años con los por año, proporciona información cualitativa acerca de la estabilidad de los genotipos. En un resumen de los resultados de clasificación tanto por año como para el promedio de ellos (Cuadro 5), se observa que los tres genotipos con un alto rendimiento en energía y proteína en base a la información de tres años (INIA 150, G 4507A y P 3183) también

graron competir ventajosamente con el maíz como cultivos forrajeros para corte en suelos regados, aunque es necesario investigar dicha comparación bajo condiciones de escasa disponibilidad de agua o semi-riego. Además, será interesante evaluar comparativamente maíces y sorgos híbridos en suelos con limitantes, así como también desde el punto de vista económico. Entre los híbridos de sorgo x pasto sudán estudiados, cabe destacar que Sudax registró elevados contenidos de P.C. en ambas temporadas en que se evaluó, lo que contribuyó a mejorar su rendimiento de P.C./ha. Por otra parte, Sudan Cross 3 reveló una marcada inestabilidad genética, ya que con valores similares de rendimiento de m.s./ha en la segunda y tercera temporadas (Cuadro 2), la digestibilidad *in vitro* y el rendimiento en energía fueron notoriamente más altos en la última temporada, en comparación con la anterior.

La variedad de polinización libre Eureka se caracteriza por un notorio desarrollo de la planta, que supera en más de 30% la altura que alcanzan los híbridos

CUADRO 5. Resumen de las clasificaciones por año y promedio de tres años, de los híbridos de maíz, según rendimiento de m.o. digestible (x 0,8) y P.C. (x 0,2)

TABLE 5. Summary of the classifications per year and average over the three years, for the maize hybrids, according to yield of digestible organic matter (x 0.8) and of crude protein (x 0.2)

Híbrido	Temporadas						Promedio tres temporadas	
	1983/84		1984/85		1985/86		m.o.d.	P.C.
	m.o.d.	P.C.	m.o.d.	P.C.	m.o.d.	P.C.		
Prays 620	b*	m	b	b	b	m	b	b
P 3147	b	m	m	m	b	b	b	m
PX 788	a*	m	b	m	b	m	b	m
P 3186	a	m	b	b	a	m	m	m
INIA 150	m*	m	a	a	a	m	a	a
G 4507 A	m	m	a	m	a	m	a	a
INIA 160	b	a	a	m	m	b	m	m
P 3183	a	a	m	m	a	m	a	a

*b: rendimiento bajo; a: rendimiento alto; m: rendimiento medio.

presentaron una buena estabilidad, ya que su clasificación anual en rendimiento de ambos nutrientes estuvo entre valores altos y medios. Por el contrario, P 3186 e INIA 160, calificados como de rendimientos medios, fueron clasificados en conglomerados caracterizados por rendimientos altos, medios o bajos, dependiendo del año, indicando esto una mayor susceptibilidad de estos genotipos a la influencia del ambiente.

La investigación permitió comprobar que, bajo condiciones de riego, el rendimiento de forraje, sus características nutricionales y el rendimiento en energía/ha es notoriamente inferior para los híbridos de sorgo x pasto sudán, en comparación con los híbridos de maíz para grano y ensilaje (Cuadro 6). De ello se deduce que los híbridos de sorgo x pasto sudán no lo

de maíz para grano y ensilaje, siendo ésta una de las razones por las que aún es preferida por algunos agricultores. Habiéndose constituido en el mejor genotipo para ensilaje durante la década de 1960, los resultados del presente estudio la descartan como opción de cultivo forrajero, al ser superada ampliamente por los híbridos de maíz de grano, en calidad y rendimiento de forraje y de nutrientes por unidad de superficie. Similar es el caso del híbrido LH Rinconada, genéticamente seleccionado especialmente para el ensilaje, que registró propiedades inferiores a los nuevos híbridos para grano.

Es interesante hacer notar que, en el análisis de las tres temporadas en conjunto y de acuerdo al principal criterio de valoración adoptado (productividad en

CUADRO 6. Rendimientos promedios en m.o. digestible y P.C. (ton m.s./ha) de la variedad Eureka y los sorgos y maíces híbridos recomendados para grano o ensilaje

TABLE 6. Mean yields of digestible organic matter (m.o.d.) and crude protein (P.C.) (ton/ha), for the variety Eureka and sorghum and maize hybrids recommended for grain or silage

	Temporadas									Promedio tres temporadas		
	1983/84			1984/85			1985/86					
	n	m.o.d.	P.C.	n	m.o.d.	P.C.	n	m.o.d.	P.C.	n	m.o.d.	P.C.
Variedad Eureka	1	11,3	0,957	1	10,3	1,122	—	—	—	1	10,8	1,04
Híbridos sorgo x sudán	1	12,0	1,634	3	8,9	1,108	1	14,2	1,004	5	11,7	1,25
Híbridos maíz para ensilaje	3	14,7	1,296	3	12,9	1,309	2	12,2	1,223	8	13,3	1,28
Híbridos maíz para grano	10	15,5	1,417	8	15,4	1,376	11	14,6	1,192	29	15,2	1,33
Promedio/Temporada	15	13,4	1,326	15	11,9	1,229	14	13,7	1,140			

energía y proteína por hectárea), los únicos dos híbridos de maíz catalogados como "semitardíos" usados en el presente estudio (Cuadro 1), se ubicaron entre los tres mejores. Por otra parte, los genotipos promocionados en el mercado como híbridos para producción de grano superaron a aquellos recomendados para ensilaje (Cuadro 6). Los resultados indicaron que los mejores híbridos (INIA 150, P 3183 y G 4507A) corresponden a genotipos graníferos, en tanto que los de inferiores rendimientos en nutrientes son recomendados como híbridos para ensilaje (Prays 620 y PX

788) o para grano y ensilaje (P 3147). Las razones de ello no están claras; es probable que las variables de evaluación de genotipos para forraje comprendan el desarrollo de la planta, su rendimiento en materia verde o de m.s. Sin embargo, un programa de evaluación que comprenda las características cualitativas y el rendimiento/ha de nutrientes utilizables por el animal, junto con el conocimiento de su interacción genético-ambiental, permitiría definir los genotipos más valiosos para cubrir las necesidades de ensilaje en los sistemas de producción de leche y carne bajo riego.

RESUMEN

En la Est. Exp. La Platina (INIA), Santiago, se evaluó la productividad y características nutricionales de 16 híbridos y una variedad de maíz y de 3 híbridos sorgo x pasto sudán, en las temporadas 1983/84, 1984/85 y 1985/86. Se usó un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, y los resultados fueron analizados por ANDEVA y a través de conglomerados jerarquizados, incluyendo: (a) rendimiento de m.s./ha y porcentaje de mazorcas; (b) fibrosidad total; y (c) rendimiento de m.o. digestible (m.o.d.) y de proteína cruda (P.C.)/ha.

Los híbridos de maíz revelaron rendimientos de m.s., índices de calidad y rendimientos de nutrientes/ha notoriamente superiores a los híbridos de sorgo x sudán, destacándose las cualidades superiores de Sudan Cross 3 entre estos últimos. Entre los genotipos de maíz, la variedad Eureka y el híbrido para ensilaje LH Rinconada revelaron menor productividad de nutrientes/ha en relación a los híbridos más usados para grano y forraje.

En las tres temporadas se observó que el rendimiento de m.o.d. estuvo generalmente asociado directamen-

te con el rendimiento en P.C. Con los genotipos evaluados consecutivamente durante las dos primeras temporadas, los mayores rendimientos de energía y proteína correspondieron a los híbridos de maíz G 4507A, P 3183 e INIA 150, registrando además los mayores rendimientos de m.s. y porcentaje de mazorca y un bajo contenido en fibra. La comparación entre los genotipos evaluados consecutivamente durante las tres temporadas, agrupó a los híbridos G 4507A, P 3183 e INIA 150 con los mayores rendimientos de nutrientes/ha, siendo inferiores P 3147, PX 788 y, en último lugar Prays 620; los tres últimos tuvieron en común elevados contenidos de componentes fibrosos. La estabilidad genética en el tiempo fue alta para los tres híbridos de mayor rendimiento, en cambio P 3186 e INIA 160 registraron variaciones entre años.

Los híbridos de maíz comercialmente recomendados para grano fueron superiores para producción de ensilaje que aquellos promocionados para ensilaje, o para grano y ensilaje.

LITERATURA CITADA

- ANRIQUE, RENE. 1987. Predicción del valor energético de ensilajes y henos. En: Conservación de forrajes. (Edit) L. Latrielle y O. Balocchi. Instituto Prod. Animal, Fac. Ciencias Agrarias, Univ. Austral de Chile. p.: 241-250.
- AOAC—Association of Official Agriculture Chemists. 1975. Official methods of analysis. II Ed. Washington D.C. 1015 p.
- BUNTING, E.S. 1975. The question of grain content and forage quality in maize: comparisons between isogenic fertile and sterile plants. J. Agric. Sci. (Camb.) 85: 455-463.
- GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications) USDA, ARS, Agri. Handbook 379.
- NEVENS, W.B. 1933. Types and varieties of corn for silage. Univ. of Illinois Agric. Exp. Sta. Bull. 391.
- PICHARD, GASTON; INNOCENTI, ENNIO; ORTEGA JORGE; PHILIPPI, ISABEL y SANCHEZ, FELIPE. 1984. Producción y utilización de forrajes en Chile. Informe final 1978-84, para Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, OTTAWA, Canadá. Depto. de Zootecnia. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. 154 p.
- PICHARD, GASTON e INNOCENTI, ENNIO. 1986. Sorgo forrajero. El Campesino. V. 12: 41-46.
- SAS—CARY, North Carolina University. 1982. Cluster. En: SAS user's guide: statistics. Statistical Analysis System Institute INC. Cary, W.C., USA. Cap. 29, p. 423.
- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18: 119-128.
- VAN SOEST, PETER. 1983. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2d. Edición. O. and B. Books Inc., Corvallis, USA.
- VATTIKONDA, M.R. and HUNTER, R.B. 1983. Comparison of grain yield and wholeplant silage production of recommended corn hybrids. Can. J. Plant. Sci. 63: 601-609.