

POSIBILIDADES DEL SORGO [*Sorghum bicolor*. (LINN) MOENCH] COMO RECURSO FORRAJERO SUPLEMENTARIO PARA EL SECANO COSTERO, COMUNA LA UNION, X REGION

POSSIBILITIES OF SORGHUM [*Sorghum bicolor*. (LINN) MOENCH] AS SUPPLEMENTAL FORAGE RESOURCE FOR THE COASTAL RANGELAND, LA UNION XTH REGION

ALFREDO OLIVARES E.¹, CARLOS YUNG L.² y DAVID CONTRERAS T.¹

Departamento de Producción Animal
Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias
y Forestales - Universidad de Chile
Casilla 1004 - Santiago

RESUMEN

En el secano costero de La Unión, X Región, que se caracteriza por presentar frecuentes crisis de disponibilidad de forraje en el período estival, se probaron 14 cultivos del género *Sorghum*. El trabajo incluyó sorgos híbridos e híbridos de sorgo × pasto sudan en un diseño estadístico de bloques completamente aleatorizados con cinco repeticiones.

Se trabajó en dos ensayos simultáneos. En uno se estudió el desarrollo fenológico del cultivo y en el otro se evaluó el rendimiento en tres cortes consecutivos fijados de acuerdo al déficit de disponibilidad de forrajes que presenta la pradera naturalizada.

En el estudio fenológico se observó que sólo ocho cultivos lograron germinar y ninguno de ellos completó su ciclo vital, alcanzando, los más precoces un estado intermedio entre floración y llenado de grano.

El mayor rendimiento promedio se obtuvo en el segundo corte con 1,7 ton/ha de materia seca. En rendimiento total hubo cultivares que superaron las 4 ton/ha de materia seca y las 20 ton/ha de forraje verde.

Los resultados logrados definen de algún modo el potencial del sorgo para la zona y sin considerar el aspecto económico, indican que su cultivo para forraje es factible, bajo condiciones de secano y con un régimen térmico inferior al requerido, aun cuando ningún cultivar alcanzó el grado de madurez de cosecha.

SUMMARY

In the coastal range of La Unión (Xth Region) which characterizes for heavy shortages of forage during summer, 14 cultivars of the *Sorghum* genus were tested. This work included hybrid sorghums and sorghum hybrids × sudan grass in a statistical design of completely randomized blocks with five replications.

Two trials were simultaneously performed. One studied the phenological development of the cultivar and the other one the output of three

¹Ing. Agr. M.S. Profesor Investigador Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile.

²Ing. Agr.

Recepción de originales: 28/5/1984.

Avances en Producción Animal 9 (1-2): 29-41, 1984.

successive cuttings fixed according to the deficit of forage availability presented by the naturalized pasture.

In the phenological test, emergence was observed in only eight hybrids and none of them completed the vegetative cycle, the earlier cultivars reaching a stage half-way between blooming and grain filling.

The highest mean yield was obtained in the second cutting with 1.7 ton/ha dry matter. In total yield, some cultivars exceeded the 4 ton/ha dry matter and the 20 ton/ha soiling.

Results define in some extent the sorghum potentiality for the area. Without considering the economic aspect and eventhough none of the cultivars reached harvest maturity, they prove the feasibility of growing sorghum for forage under range conditions and with a thermic system lower than the required.

INTRODUCCION

En la Región de los Lagos se encuentra el 35% de la masa bovina del país y se produce el 64% de la disponibilidad nacional de leche recepcionada en planta. No obstante, los parámetros productivos no están de acuerdo al potencial del suelo y clima, pues posee una carga promedio de 0,8 unidades animales por hectárea y una producción de sólo 1.500 litros al año (Pontificia Universidad Católica, 1981).

Entre los factores que determinan una baja productividad en la Región se destaca la marcada estacionalidad de la producción pratenense, especialmente en la pradera naturalizada (Goic y Matzner, 1977).

De acuerdo a Köeppen (1948), en la comuna de La Unión domina un clima templado húmedo con influencia mediterránea caracterizado por tener un verano seco con temperaturas inferiores a 25°C.

La precipitación anual alcanza a 1.250 mm, de los cuales sólo 125 mm corresponden al verano que normalmente presenta 1 a 2 meses secos (Almeyda, 1958). En general, se ha informado que el clima de La Unión presenta un régimen pluviométrico de marcada concentración invernal y con frecuentes sequías de 1 a 3 meses de duración en verano.

La sequía estival afecta seriamente el crecimiento de la pradera y el período libre de heladas no supera los 100 días; no obstante, restringe el crecimiento invernal, concentrándose la producción en primavera (Bernier, 1980). Los suelos de la costa de la X Región en su mayoría son de origen volcánico; por su coloración rojiza y textura franco-arcillosa, se les denomina rojos arcillosos (Bernier, 1980).

En general, presentan topografía de lomajes suaves con erosión moderada y permeabilidad lenta, lo que limita el almacenamiento de agua en el suelo. La deficiencia de fósforo

es generalizada, el contenido de materia orgánica fluctúa entre 6 y 8% y el pH baja hasta 4,5 (Bernier, 1980). El porcentaje de humedad aprovechable de estos suelos es cercano a 20% y el mayor déficit hídrico presentado en el cultivo de maíz y pradera se ha registrado en la comuna de La Unión (Barthou, 1964; Hofer, 1982).

Según Goic (1978), la zona de los suelos rojos arcillosos se caracteriza por presentar períodos críticos de producción en invierno y verano. La causa del problema estaría en las bajas temperaturas y la sequía, respectivamente, por lo que la producción de forraje se concentra fundamentalmente en primavera.

En un estudio de cinco de años sobre el crecimiento de la pradera naturalizada, se determinó que la tasa de crecimiento inferior se presenta en invierno; sin embargo, durante el período estival, en enero la tasa de crecimiento experimenta una gran disminución llegando a un punto mínimo en febrero cuando es similar al período invernal (Goic y Matzner, 1977).

Ante el problema presentado en la zona, se ha probado el maíz forrajero como opción de cultivo suplementario de verano, dado que su sistema profundizador de raíces hace que sea relativamente resistente a la falta de humedad del suelo. A pesar de ello, su crecimiento se detiene con períodos de sequía prolongados, llegando a presentar marchitamiento parcial (Teuber, 1978).

Otra opción podría ser el uso de variedades del género *Sorghum* las cuales presentan características morfológicas que les permite gran resistencia a la sequía, como: sistema radical fibroso, ramificado y profundizador; resistencia a la deshidratación por cubierta cerosa del follaje; enrollamiento de hojas y estomas pequeños y abundantes que se mantienen con

algún grado de apertura todo el día, sin que la planta se deshidrate (Jefferz, 1968).

Este género, por pertenecer al sistema fotosintético denominado C_4 , presenta una tasa de transpiración inferior respecto al CO_2 fijado y un punto de saturación de luz más elevado que las plantas C_3 , esto determina una mayor productividad de materia seca en zonas tropicales y subtropicales (Black, 1973). No obstante, hay que considerar que la temperatura óptima de crecimiento oscila entre 30 y 35°C.

Para el cultivo de sorgo en Chile se indica como límite sur la VII Región, no presentando limitaciones hacia el norte en cuanto a temperatura. En secano, el área de cultivo se extendería en la zona con 300 a 700 mm anuales de precipitación (Bustos, 1968).

Este mismo autor no recomienda el cultivo de sorgo en la IX y X regiones de Chile, pues las bajas temperaturas atrasarían o paralizarían su crecimiento. Sin embargo, en un estudio en la IX Región se logró un buen crecimiento y un rendimiento promedio de 15 ton/ha de forraje verde trabajando en condiciones de secano con variedades, en su mayoría, de grano (Eguiguren, 1954). Experiencias más recientes (Martínez *et al.*, 1983) indican como una buena posibilidad de producción de forraje al Sudax ST-6 para suelos arroceros en la VIII Región.

Martín *et al.* (1976) indican que el sorgo requiere días cortos y temperaturas sobre 26°C para lograr un desarrollo óptimo y temperaturas mínimas no inferior a 15,5°C.

En relación a las necesidades de agua, Fernández (1964), en un estudio de variedades de sorgo en el secano interior de la Región Metropolitana, establece que el sorgo es un cultivo de pocos requerimientos, debido a su bajo coeficiente de transpiración, y logró rendimientos que fluctuaron entre 340 y 1077 kg/ha de materia seca. De acuerdo a Martín *et al.* (1976), el sorgo tiene un coeficiente de transpiración de 271.

De acuerdo a los antecedentes presentados, se estudió la factibilidad del cultivo del sorgo en la comuna de La Unión. Los objetivos fueron describir su desarrollo fenológico, evaluar el rendimiento de 14 híbridos comerciales al estado de madurez de cosecha, en caso que dicho estado se logre y medir el rendimiento de estos mismos híbridos en tres cortes en fechas predeterminadas de acuerdo a las necesidades de forraje que normalmente se presentan en la zona.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el predio "El Fuerte", ubicado a 4 km al oeste de la ciudad de La Unión en la X Región de Chile. El suelo corresponde a la serie Cudico, maduro, con grado de intemperización avanzado con cinco horizontes bien definidos, de buen drenaje y textura superficial moderadamente fina. La textura de los dos primeros horizontes (0-27 cm y 28-58 cm) corresponde a franco-arcilloso y franco-arcillo-limoso, respectivamente, luego la textura se torna más pesada hasta llegar a arcillosa en el último (superior a 173 cm).

Los dos primeros horizontes presentan una capacidad de campo de 36,7 y 36,3%; un punto de marchitez permanente de 25,0 y 25,2% y un pH de 4,8 y 5,4, respectivamente.

El estudio comprendió dos ensayos. En el primero se determinó el desarrollo fenológico del sorgo, midiendo el número de días desde la siembra a los distintos estados vegetativos y, además, se midió el rendimiento al 15 de marzo fecha que se predeterminó como límite en el caso que el cultivo no alcanzara el estado óptimo de cosecha y considerando las necesidades de forraje habituales de la zona. En el segundo se evaluó el rendimiento del sorgo sometido a cortes el 20 de enero, 20 de febrero y 15 de marzo, período en el cual se presenta el mayor déficit de forraje en la época estival.

En ambos ensayos los tratamientos correspondieron a distintos híbridos comerciales, los que se sembraron con cinco repeticiones en un diseño de bloques completamente aleatorizados. Estos fueron: G 88-F, SX-17, ST-6, 988, 989, Haygrazer, FS-24, FS 1a, F-67, NK-362, Milmaker, 931, 947 y 956.

Cada unidad experimental constó de cinco surcos de 4 m de largo distanciados 0,8 m entre sí. La distancia entre parcelas fue de 1,5 m para evitar posibles problemas de sembramiento o tendaduras.

Se sembró el 2 de noviembre aplicando una fertilización de 120 unidades de nitrógeno y 100 unidades de fósforo por hectárea, de acuerdo a la información existente (Bustos, 1968; Owen y Moline, 1975). El control de maleza se hizo manualmente entre la tercera y la quinta semana del cultivo. Se raleó cuando tenía dos hojas verdaderas para obtener una densidad de 178.500 plantas por hectárea con una distancia sobre la hilera de 0,08 m y entre hileras de 0,08 m.

La evaluación de la experiencia se hizo considerando las siguientes variables:

- temperatura ambiental máxima y mínima, se midió diariamente desde un mes antes de la siembra hasta el día de la cosecha final, mediante termómetro de máxima y mínima;
- temperatura de suelo, se instaló un geotermómetro a 0,05 m de profundidad en una parcela escogida al azar, donde se controló diariamente durante un mes, a partir de la fecha de siembra, la temperatura a las 8; 12 y 16 horas;
- precipitación, se midió con un pluviómetro de tarro desde un mes antes de la siembra hasta el día de la cosecha, y
- humedad del suelo, se controló en los horizontes de 0-0,20; 0,20-0,40 y 0,40-0,60 m. mediante el método gravimétrico. Esta medición se hizo cada 15 días desde la fecha de siembra a la cosecha.

Luego de la etapa de dos hojas verdaderas se hizo el raleo de plantas para dejar 0,08 m entre plantas de cada hilera; el resto de las observaciones en cada etapa se hizo en las tres hileras centrales de las parcelas, descartando un metro en cada extremo para eliminar el posible efecto borde.

En cada parcela se marcaron 25 plantas elegidas al azar dentro del área de muestreo, identificándolas con plástico de color. En este material se fue observando las etapas fenológicas. Se consideró cumplida en cada etapa, cuando el 50% de las plantas marcadas la había alcanzado.

La determinación del desarrollo fenológico se hizo considerando las siguientes etapas:

- emergencia, desde la siembra hasta la emergencia de 25 plantas en dos metros de la hilera central de cada parcela;
- dos hojas verdaderas, en la misma hilera anterior, cuando se contabilizó más de 25 plantas con dos hojas;
- macolla, presencia de uno ó más tallos adventicios;
- emisión de panoja, cuando la inflorescencia comenzó a emerger a la vista;
- inflorescencia, cuando la planta llegó al estado de antesis;
- grano lechoso, es el momento cuando el grano presentaba una consistencia entre masa blanda y masa dura;
- altura, se midió cada 15 días a partir de un

- mes de la fecha de siembra en 25 plantas previamente marcadas, y
- rendimiento, en cada parcela se cortó las plantas a 0,05 m del suelo en las tres hileras centrales, descartando un metro en cada extremo.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Si se considera el período de cultivo, noviembre 1982 al 15 de marzo de 1983, se puede apreciar que la temperatura media ambiental fue inferior en aproximadamente un 25% a la registrada en un año normal (Figura 1, Cuadro 1). En el caso de la precipitación, considerando el período octubre - marzo, el déficit ascendió a un 29% (Figura 2). Este déficit hídrico fue máximo en diciembre y febrero, pues la evaporación medida en la Estación Experimental Remehue de INIA, Osorno, fue de 95 y 100 mm, respectivamente. En cambio, la precipitación alcanzó sólo a 5 y 6,5 mm, respectivamente.

Cuadro 1

TEMPERATURA AMBIENTAL Y PRECIPITACIONES REGISTRADAS EN EL SECANO COSTERO DE LA COMUNA LA UNION ENTRE OCTUBRE 1982 Y MARZO 1983

Quincena	TEMPERATURA (°C)			Precipitación (mm)
	Mínima	Máxima	Media	
1ra Octubre	3,7	12,9	8,3	23,5
2da Octubre	3,5	12,9	8,2	36,5
1ra Noviembre	3,7	14,2	8,9	17,5
2da Noviembre	6,3	16,3	11,3	16,5
1ra Diciembre	6,2	19,5	12,9	0,5
2da Diciembre	7,9	22,5	15,2	4,5
1ra Enero	9,6	25,0	17,3	1,5
2da Enero	9,9	25,8	17,9	35,0
1ra Febrero	8,0	22,8	15,4	3,0
2da Febrero	6,8	20,2	13,5	3,5
1ra Marzo	5,6	17,7	11,7	35,5
2da Marzo	6,4	18,6	12,5	27,0

Es interesante señalar que los datos de precipitación de los últimos 25 años en el predio revelan que sólo en dos temporadas primavera - verano se ha registrado un déficit de lluvia superior al año en estudio.

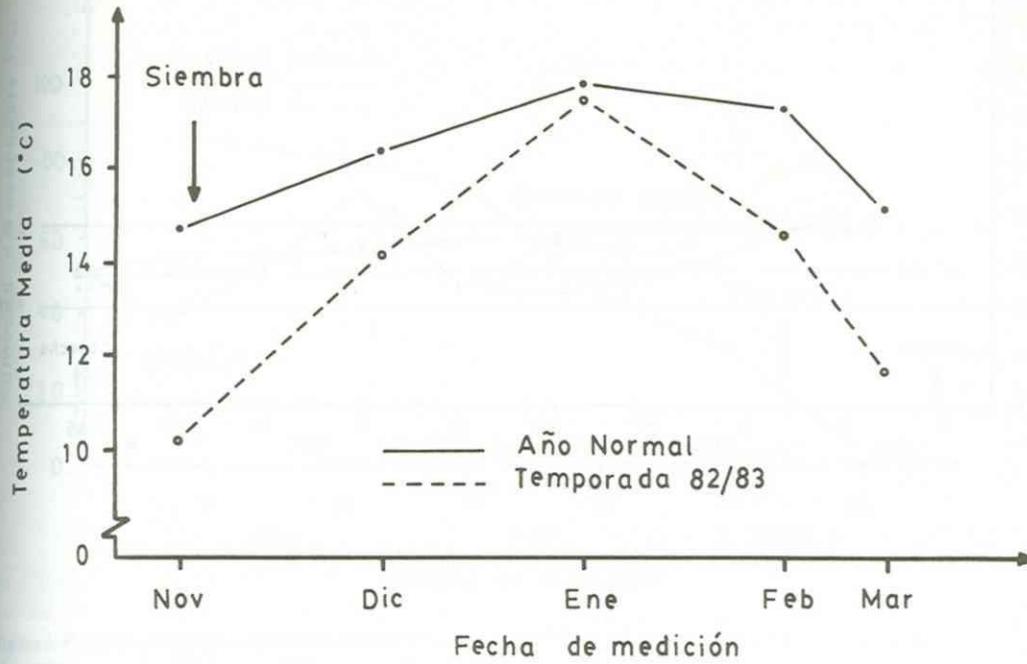


Figura 1. Temperatura media ambiental registrada entre noviembre de 1982 y marzo de 1983 y de un año normal en el seco costero de la comuna de La Unión.

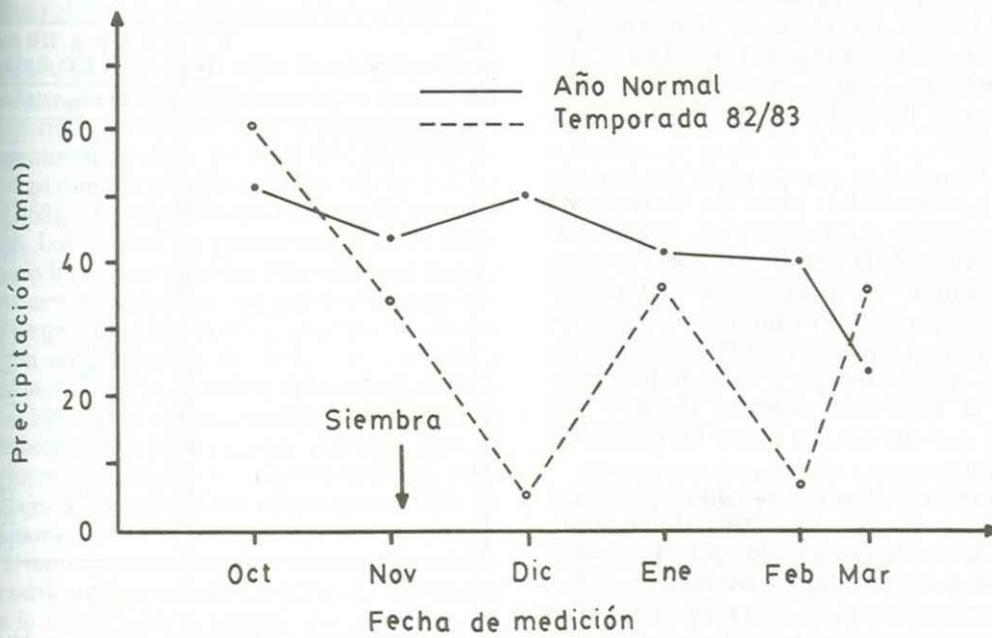


Figura 2. Precipitaciones registradas en el período octubre 1982-15 de marzo de 1983 y en un año normal en el seco costero de la comuna de La Unión.

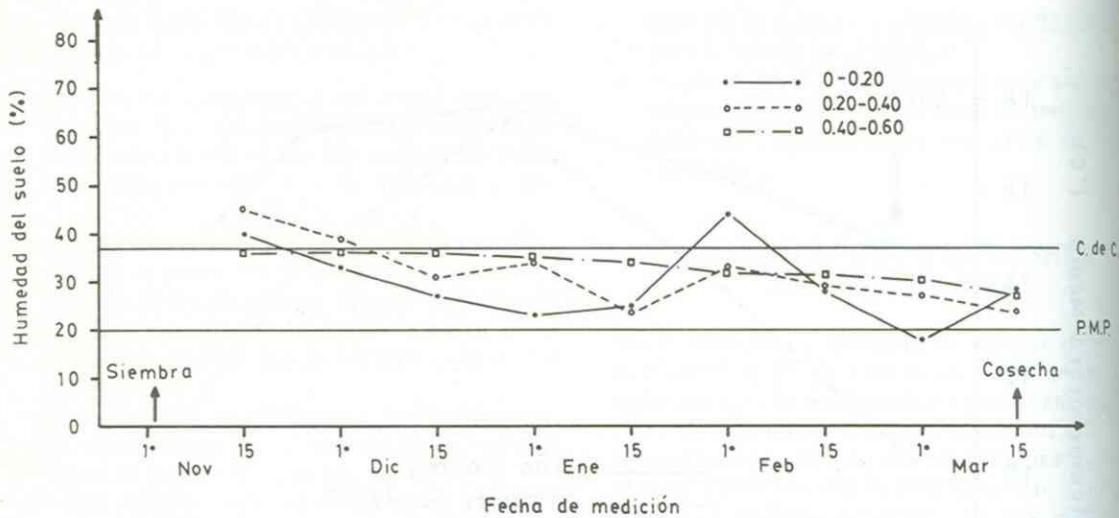


Figura 3. Contenido de humedad del suelo medida a tres profundidades en el cultivo de Sorgo.

La temperatura del suelo, importante principalmente para la germinación y emergencia, se registró entre el día de siembra y el de emergencia de todos los tratamientos (Cuadro 2). Se puede apreciar que, si bien es cierto que las temperaturas de suelo antes del mediodía siempre fueron inferiores al requerimiento mínimo de germinación en sorgo (17°C), desde el mediodía y en la tarde, se alcanzaron temperaturas de suelo que hacían posible la germinación.

En la Figura 3 se puede observar que, en general, la humedad de suelo fue decreciendo en el transcurso del cultivo; así, inmediatamente después de la siembra, el suelo presentó un contenido de humedad superior a capacidad de campo; posteriormente, este contenido se mantuvo dentro de los márgenes de humedad aprovechables, y al final del período, sólo el horizonte superior registró una humedad por debajo del punto de marchitez permanente.

Es interesante hacer notar que a pesar del déficit de precipitaciones registrado en el período, la humedad del suelo entre los 0,20 y 0,60 m, se mantuvo dentro de límites de humedad aprovechable; no obstante, desde enero hasta marzo esta humedad descendió de 85 a 32%. Si se considera un 50% de agua aprovechable como el momento en que debiera re-

Cuadro 2

TEMPERATURAS DEL SUELO REGISTRADAS ENTRE LA SIEMBRA Y EL PERIODO DE EMERGENCIA DE SORGOS EN EL SECANO COSTERO DE LA COMUNA DE LA UNION

Días post-siembra	TEMPERATURA DE SUELO (0,05 m)		
	8 horas	12 horas	16 horas
0 (Noviembre 2)	8	18	22
1	9	20	22
2	10	16	18
3	11	15	21
4	9	13	15
5	11	14	15
6	11	18	23
7	13	15	17
8	9	13	15
9	6	12	16
10	11	20	22
11	12	19	23
12	12	17	24
13	14	19	24
14	15	20	24
15	13	20	23
16	11	19	20
17	12	19	20

garse el cultivo (Alvarado, 1966), se puede deducir que desde el 15 de febrero al 15 de marzo el suelo presentó un déficit hídrico pa-

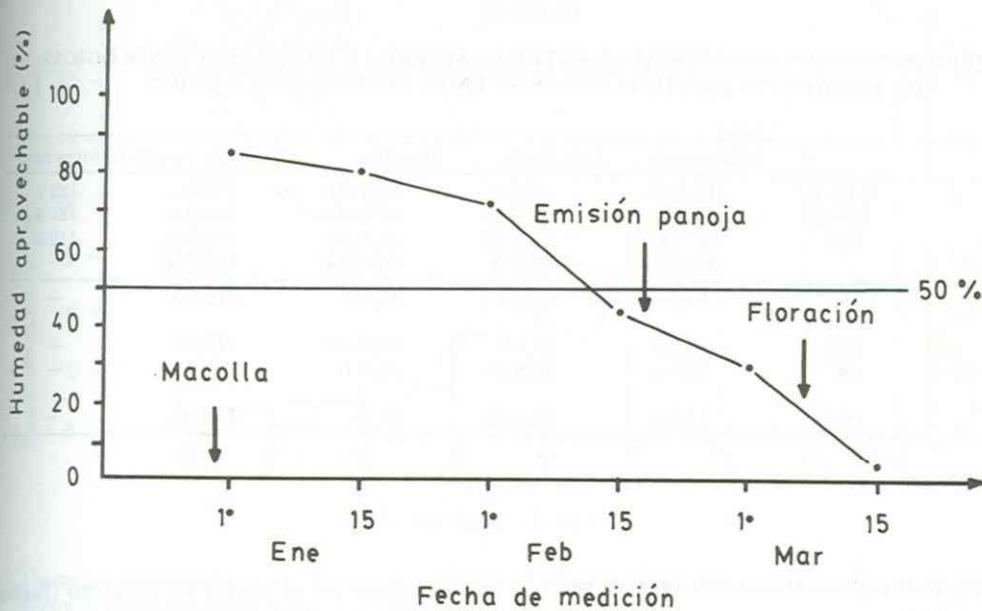


Figura 4. Promedio de humedad aprovechable del suelo entre 20 y 60 cm de profundidad y estados fenológicos observados entre enero y marzo de 1983 en el cultivo de sorgo.

ra el cultivo. Este déficit se acentuó durante los últimos 15 días, pues el suelo llegó a un nivel inferior al 30% de humedad aprovechable (Figura 4).

Si se analiza el desarrollo fenológico (Cuadro 3), se puede ver en primer lugar que de los 14 híbridos probados, sólo 8 emergieron en los primeros 15 días. De los 6 híbridos que no emergieron (SX-17; 989; FS-24; FS 1a; F-67 y NK-362), se comprobó que su semilla no germinó. Los análisis de germinación en el laboratorio indicaron que los híbridos que lograron emerger tenían en promedio un porcentaje de germinación de 85% y los que no emergieron un promedio de 76%. De acuerdo a Martin *et al.* (1976), existen diferencias de hasta un 50% entre el porcentaje de germinación de laboratorio y el de campo. Agregan que las mayores diferencias se manifiestan con porcentajes de germinación inferiores al 85% en el laboratorio.

El fenómeno se acentúa cuando la temperatura del suelo es inferior a 25°C. Es probable, por lo tanto, que la semilla que no germinó haya sido como resultado de su bajo porcentaje de germinación y también de la baja temperatura promedio del suelo.

De los híbridos que emergieron, el menos precoz resultó ser el ST-6. El período promedio de emergencia (15 días) estuvo dentro de lo esperado, si se considera la baja temperatura que se registró en el suelo. Al respecto, Caerols (1973), trabajando en la VI Región, logró emergencia en 4 días con temperaturas mínimas de suelo de 23°C. Esta temperatura es bastante superior a la obtenida en este ensayo.

La aparición de dos hojas verdaderas se presentó en promedio a los 21 días post-siembra (Cuadro 3). Durante esta fase fenológica (segunda quincena de noviembre), la temperatura ambiente fue baja para el cultivo (Cuadro 1, Figura 2), razón para la cual pudo retardarse el crecimiento.

El proceso de macolla comenzó, en promedio, a los 50 días post-siembra. El híbrido más precoz fue Milkmaker, con 47 días y mostró diferencias significativas sólo con los dos más tardíos, 947 y 956, ambos con 51 días (Cuadro 3). La macolla se inició en la segunda quincena de diciembre, cuando la temperatura media ambiente apenas superaba los 15°C (Cuadro 1). Esta es similar a la señalada por Martin *et al.*

Cuadro 3

PROMEDIOS DE DIAS TRANSCURRIDOS ENTRE LA SIEMBRA Y LAS ETAPAS FENOLOGICAS DE DIFERENTES HIBRIDOS DE SORGO EN LA COMUNA DE LA UNION

Híbrido		Emergencia	Dos Hojas	Macolla	Emisión Panoja	Inflorescencia
Sorgo	G-88 F	13,8 a*	19,2 a	49,2 abc	101,0 a	122 a
x	ST-6	17,4 b	21,6 b	49,6 abc	102,0 a	121 a
Pasto Sudan	988	16,0 ab	21,0 ab	48,4 abc	101,0 a	119 a
Haygrazer		15,0 a	20,2 b	50,0 abc	109,0 ab	—
Milkmaker		15,0 a	19,6 a	47,2 a	112,0 b	—
Sorgo						
Forrajero	931	15,2 a	21,6 b	49,8 abc	114,0 b	—
x	947	15,0 a	20,8 ab	51,0 bc	—	—
Sorgo						
Forrajero	956	15,6 a	20,2 ab	51,3 c	123,0 c	—

*En una columna letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

(1976) como la temperatura mínima de crecimiento en sorgo.

Durante la etapa de macolla se observó en un muestreo al azar que la mayor parte del sistema radical se encontraba en los primeros 0,20 m de suelo. Si se observa la Figura 3, se puede comprobar que en ese período la estrata de suelo de 0-0,20 m presentaba una humedad de 23%, cercano al punto de marchitez permanente, con lo que es probable que las plantas se vieran afectadas.

La emisión de panoja en promedio se presentó en siete de los híbridos a los 109 días post-siembra. El más tardío fue 956 con 123 días. El híbrido 947 no alcanzó a cumplir esta etapa antes del período de cosecha. Si se agrupan los híbridos, se puede comprobar que aquellos correspondientes a sorgo x pasto sudan fueron significativamente más precoces que los híbridos de sorgo. Sin embargo, todos se presentaron muy tardíos si se comparan con el cultivo hecho en la Región Metropolitana donde, en condiciones de riego, la emisión de panoja se registró entre los 44 y 69 días (Undurraga, 1971). Es probable que el déficit de temperatura haya influido en el mayor período vegetativo, pues en la Región Metropolitana se trabajó con una temperatura media de 19°C y, en cambio, en este estudio la temperatura media durante la mayor parte del período fue inferior a 15°C.

Durante este mismo período, la humedad aprovechable del suelo de los horizontes más profundos, donde se concentraban las raíces, fue inferior al 50%, etapa en la cual el consu-

mo de agua en el sorgo es máximo (Bustos, 1968; Martin *et al.*, 1976). Por lo tanto, es dable pensar que el cultivo estuvo sometido a un déficit que pudo afectarlo negativamente.

El estado de inflorescencia fue alcanzado sólo por tres de los híbridos más precoces, es decir los de sorgo x pasto sudan (Cuadro 3), que en promedio se demoraron 121 días para llegar a dicho estado.

Voigt y Baker (1967) determinaron en Arizona, EUA, que el híbrido Haygrazer presentaba floración en un rango de tiempo de 70 a 110 días. Este último a 1.700 msnm en clima frío con un período libre de heladas a 130 días. En este trabajo el híbrido presentó floración sólo en algunos individuos en dos repeticiones a los 127 días.

El requerimiento medio de temperatura para que el sorgo complete su ciclo es de 2.500°C (Rodrigo, 1968), y el foto-período óptimo para la inducción floral es de 10 a 11 horas luz. En el estudio se controló 1.833°C en el período de 133 días y la inducción floral se produjo en diciembre con 14 horas luz. Es probable, por lo tanto, que la falta de temperatura, 26,7% inferior al requerimiento y el foto-período hayan influido para que gran parte de los híbridos no alcanzara a completar su ciclo, sobre todo si se considera que si plantas de día corto son sometidas a día largo, pueden permanecer indefinidamente en estado vegetativo.

El crecimiento en altura no presentó diferencias entre los híbridos y la tasa de crecimiento diaria se mantuvo baja en los primeros

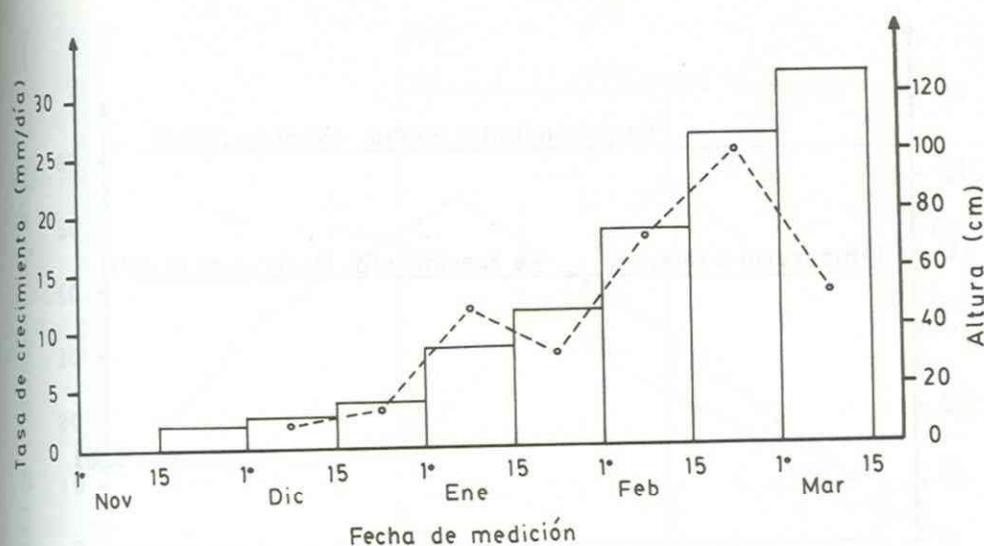


Figura 5. Crecimiento en altura (barras) y tasa de crecimiento diario (línea) en sorgos sembrado en el secano costero de la comuna de La Unión.

60 días de cultivo. A partir del período de macolla, ésta se incrementó para alcanzar su máximo durante la emisión de panoja. El mínimo correspondió a la tercera quincena con 2,09 mm/día y el valor más alto a la octava quincena con 27 mm/día (Figura 5).

Si se analiza el rendimiento de forraje cosechado el 15 de marzo, fecha límite fijada para la utilización (Cuadro 4), se puede apreciar que los híbridos Milkmaker y 931, a pesar de no haber concluido su ciclo, fueron los de mayor rendimiento de forraje. Expresado éste en materia seca, mantiene al primero como el mejor con 6 ton/ha. Los rendimientos logrados son comprobables e incluso superiores a los obtenidos por Bustos (1968) en el secano interior.

De acuerdo a su desarrollo fenológico, los híbridos se agruparon en precoces, aquellos que sobrepasaron el 50% de floración; intermedios, los que alcanzaron indicios de floración y tardíos, aquellos que no presentaron floración. Los intermedios presentaron rendimientos en materia seca significativamente superiores al resto con un promedio de 4,4 ton/ha; le siguieron los precoces con 3,5 ton/ha y los de menos rendimientos fueron los tardíos con 2,1 ton/ha.

Cuadro 4

RENDIMIENTO EN TON/HA DE MATERIA SECA Y VERDE DE SORGO COSECHADO A LOS 133 DIAS DE CULTIVO EN EL SECANO COSTERO DE LA COMUNA DE LA UNION

Híbrido	Materia Seca	Materia Verde	Estado Fenológico
G-88 F	3,2 bc	13,1 cd	post-flor
ST = 6	2,8 cd	11,6 cd	post-flor
988	4,5 b	16,8 bc	post-flor
Haygrazer	3,3 bc	12,3 cd	menos 50% flor
Milkmaker	6,1 a	23,1 a	menos 50% flor
931	3,9 bc	19,4 bc	menos 50% flor
947	1,5 d	8,3 d	pre-panoja
956	2,6 cd	11,6 cd	pre-panoja

Ningún híbrido alcanzó el estado de grano semiduro, etapa en que la planta presenta su mejor relación entre calidad y cantidad de forraje. Es probable que el factor déficit de calor acumulado, el cual ascendió a 667,3°C, si se compara con la necesidad media del cultivo (Figura 6), sea una de las razones fundamentales de tal circunstancia. No obstante, también habría que pensar en el factor hídrico,

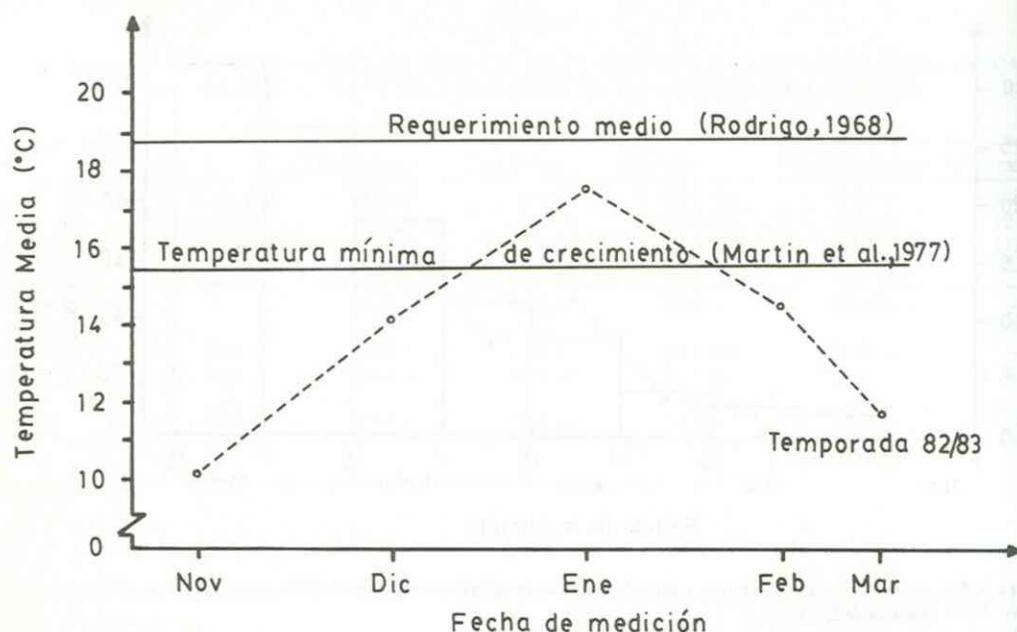


Figura 6. Curva térmica teórica para sorgos y la registrada en el período noviembre 1982 - marzo 1983 en el secano costero de la comuna de La Unión.

pues si se relacionan los distintos estados fenológicos con la curva de humedad aprovechable registrada (Figura 4), se observa que en los momentos de mayor necesidad hídrica del cultivo, como ocurre durante la etapa de emisión de panoja, la humedad aprovechable del suelo era inferior al 50%, y en la etapa de

floración de 29,6%. En cambio, en los primeros estados de desarrollo, cuando el consumo de agua es mínimo, la humedad aprovechable del suelo sobrepasa el 80%.

El Cuadro 5 presenta los resultados del ensayo de cortes efectuados, no de acuerdo a una norma de manejo determinada, sino basado

Cuadro 5

RENDIMIENTO DEL FORRAJE DE SORGO COSECHADO EN TRES CORTES
EN EL PERIODO ENERO A MARZO EN EL SECANO COSTERO DE
LA COMUNA DE LA UNION

Híbrido	1er Corte (20/I)		2do Corte (20/II)		3er Corte (15/III)		TOTAL	
	M. seca	M. verde	M. seca	M. verde	M. seca	M. verde	M. seca	M. verde
G. 88 F	0,92 bc*	4,17 bc	1,37 b	6,68 b	0,63 a	3,67 a	2,92 c	14,52 c
ST-6	0,95 bc	4,25 bc	1,70 ab	8,31 ab	0,81 a	5,34 a	3,46 b	17,90 bc
988	1,20 abc	5,07 abc	1,63 ab	7,47 ab	0,71 a	4,58 a	3,54 b	17,12 bc
Haygrazer	0,90 c	3,71 c	1,14 b	5,51 b	0,64 a	4,06 a	2,68 c	13,28 c
Milkmaker	0,92 c	4,14 bc	1,88 ab	8,69 ab	0,65 a	4,41 a	3,45 b	17,24 bc
931	1,48 a	6,48 a	2,55 a	11,30 a	0,72 a	5,17 a	4,75 a	22,95 a
947	1,41 ab	6,00 ab	1,82 ab	9,24 ab	0,81 a	5,83 a	4,04 ab	21,07 ab
956	1,12 abc	4,94 abc	1,79 ab	8,40 ab	0,64 a	4,15 a	3,55 b	17,49 b

*Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

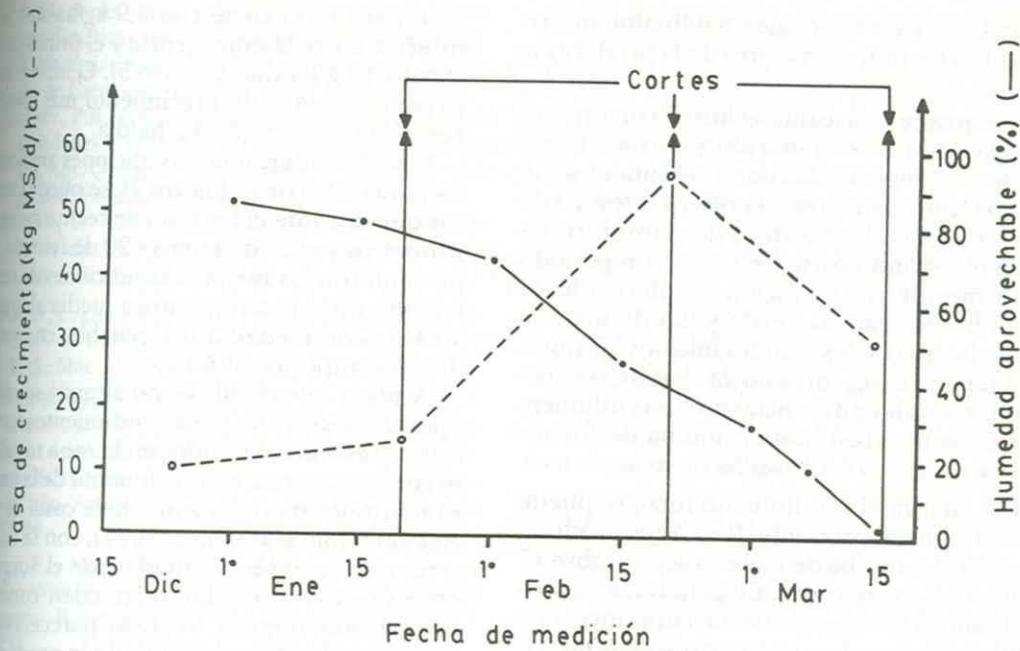


Figura 7. Tasa de crecimiento de sorgos cosechados en tres cortes y condiciones ambientales del periodo en el secano costero comuna de La Unión.

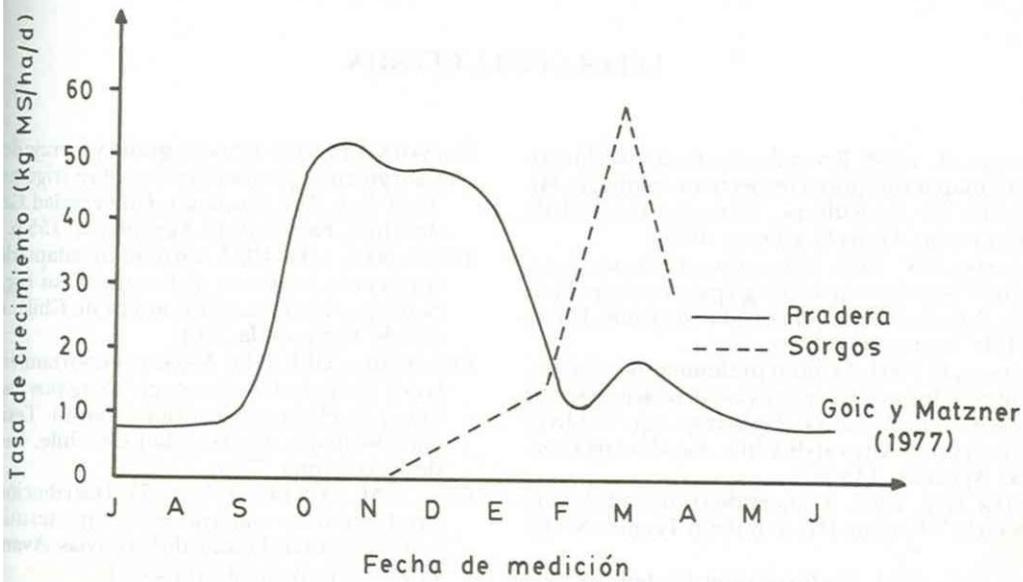


Figura 8. Tasa de crecimiento del sorgo durante el periodo octubre 1982 marzo 1983 en el secano costero de la comuna de La Unión. Comparada en la tasa de crecimiento de la pradera naturalizada.

en las fechas en las cuales habitualmente se presentan los déficit mayores de la pradera en la zona.

En el primer corte que se hizo 79 días posterior a la siembra, con una altura promedio de 0,34 m, se llegó a obtener rendimientos de hasta 6 ton/ha de materia verde y 1,4 ton/ha de materia seca en los híbridos de sorgo forrajero. En el segundo corte hecho con un período de un mes de recuperación, se obtuvo hasta 11 ton/ha de materia verde y 2,5 de materia seca, volviendo a destacar los mismos híbridos. En el tercer corte, con sólo 23 días de recuperación, no hubo diferencias en los rendimientos y éstos llegaron hasta 5 ton/ha de forraje verde y no alcanzó a 1 ton/ha de materia seca.

Si se analiza el rendimiento total, se puede observar que en promedio los sorgos produjeron sobre 3,5 ton/ha de materia seca y sobre 17 ton/ha de materia verde. En general, los híbridos de sorgo forrajeros fueron superiores que los híbridos de sorgo con pasto sudan, destacándose el híbrido 931 que alcanzó 4,75 y 22,9 ton/ha de materia seca y verde, respectivamente.

Para rendimiento total se obtuvo una tasa de crecimiento promedio de 26,71 kg/ha/día de materia seca. Este fue mayor entre el pri-

mer y segundo corte con 5,9 kg/ha/día y fue inferior entre la emergencia y el primer corte con 14,1 kg/ha/día (Cuadro 5). El híbrido que presentó la tasa de crecimiento más elevada fue el 931 con 82,33 kg/ha/día.

Si se consideran las condiciones ambientales para cada corte (Figura 7), se puede observar que durante el período de recuperación al primer corte (20 de enero - 20 de febrero), se presentaron las mejores condiciones de crecimiento, pues la temperatura media alcanzó a 16°C y la humedad aprovechable, en promedio, fue superior al 50%.

A pesar que el cultivo no alcanzó su estado óptimo de cosecha y los rendimientos fueron inferiores a los obtenidos en la zona regada, si se compara la tasa de crecimiento de la pradera naturalizada de la zona de la costa de la X Región (Goic y Matzner, 1977), con la tasa de crecimiento experimentada por el sorgo, se observa que estos últimos pueden constituir una opción (Figura 8). Esto parece posible, pues cuando el crecimiento de la pradera naturalizada se encuentra en su mejor época, el sorgo presenta su más baja tasa de crecimiento; pero precisamente en la época en que por la sequía estival la pradera baja significativamente su disponibilidad, el sorgo logra su mejor velocidad de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, A. 1958. Recopilación de datos climáticos y mapas sinópticos respectivos. Santiago, Ministerio de Agricultura. Dirección General de Producción Agrícola y Pesca. 195 p.
- ALVARADO, P.V. 1966. Determinación de uso, consumo y tasa de riego en sorgo para ensilaje. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 83 p.
- BARTHOU, P. 1964. Estudio preliminar de las constantes hídricas del suelo y sus correlaciones en la provincia de Valdivia. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 143 p.
- BERNIER, R.V. 1980. Avances de fertilidad de suelos en la X Región. INIA. Boletín Técnico N° 40. 26 p.
- BLACK, C.C. 1973. Photosynthetic Carbon fixation in relation to net CO₂ uptake. Annual Review of Plant physiology 24:253-286.
- BUSTOS, W.T. 1958. Cultivo del sorgo. El Campesino 99(9):54-71.
- CAEROLS, J.P. 1973. Choclo, grano y forraje de maíz y sorgo en segunda siembra sobre trigo precoz. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 155 p.
- EGUIGUREN, L.H. 1954. Estudio de adaptación de sorgo en la provincia de Cautín. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 83 p.
- FERNÁNDEZ, DEL P.M. 1964. Comportamiento de trece variedades de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers.) en el Secano interior (Maipú). Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 77 p.
- GOIC, L.M. y MATZNER, M. 1977. Distribución de la producción de materia seca y características de tres regiones de la zona de las lluvias. Avances en Producción Animal 2(1):23-31.
- GOIC, L.M. 1978. Mejoramiento de las praderas naturales en la Región de las lluvias. INIA. Boletín Técnico N° 17. 16 p.
- HOFER, C.M. 1982. Balance hídrico estival en remo-

- lacha, papas, maíz y pradera en cuatro zonas agroclimáticas de la X Región. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 54 p.
- JEFFEREY, P.B. 1968. Ensayos de rendimientos de variedades e híbridos de sorgo de grano. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 93 p.
- KÖEPPEN, W. 1948. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. México, Fondo de Cultura Económica. 478 p.
- MARTIN, J.; LEONARDO, W. y STAMP, D. 1976. Principles of field crop production. 3er. ed. New York, Mac Millan. 1.118 p.
- MARTÍNEZ, C.; FIGUEROA, R.M. y SOTO, O.P. 1983. Frecuencia e intensidad de utilización de un híbrido de sorgo x pasto sudan en suelos arroceros. En: IX Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Santiago - Chile. Resúmenes PF 20.
- OWEN, F. y MOLINE, J. 1975. El sorgo para forraje. En: Wall, J. y Ross, W. Producción de usos del sorgo. Buenos Aires, Hemisferio Sur pp 217-235.
- INTA. Estación Experimental de Manfredi. Informe Técnico N° 356 p.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. 1981. Rentabilidad de la producción de leche y carne en el sur de Chile. 1981. Panorama Económico de la Agricultura 18:2-8.
- RODRIGO, J.M. 1968. El cultivo del sorgo granero. Caracas, Venográfica. 132 p.
- SANTIBÁÑEZ, F.; CASTILLO H. y VERA, J. 1983. Evaluación de la radiación solar global y luminosidad en Chile II Proposición de fórmulas para estimar luminosidad instantánea y media. Agricultura Técnica 43(4):365-370.
- TEUBER, N. 1979. Recursos suplementarios de verano. INIA. Boletín Técnico N° 32. 10 p.
- UNDURRAGA, J.O. 1971. Comportamiento de 25 variedades e híbridos precoces de sorgo de grano (*Sorghum vulgare* Pers.) en segunda siembra después de un cereal. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 52 p.
- VOIGT, R. y BAKER, E. 1967. Arizona grain Sorghum, foraje sorghum and sudan grass performance 1965. U.S. Arizona University Report 234. 26 p.