

Rendimientos de híbridos de sorgo granífero en diferentes ambientes agroecológicos - campaña 2008/2009

Paraná, martes 07 de julio de 2009

Díaz M. G.
Kuttel W.
López R.
De Battista J.J.*
Figuerola E. **

* FCA-UNEP

** INTA EEA Concepción del Uruguay

*** INTA EEA Mercedes Corrientes

Introducción

La superficie sembrada con sorgo en los últimos 10 años en Entre Ríos se incrementó en un 127% y en la campaña 2008/2009 fue de 103.575 hectáreas, un 6,6% superior a la campaña anterior.

Las perspectivas climáticas desfavorables para la cosecha gruesa en esta campaña determinaron una mayor intención de siembra del cultivo dado su carácter de mayor tolerancia a estrés hídrico.

En el mercado existe una gran diversidad de híbridos de sorgo granífero, los cuales se diferencian por la duración del ciclo y por la presencia o no de taninos condensados en el grano.

Con el fin de disponer información regional actualizada del rendimiento y la adaptación del cultivo a diferentes ambientes se realizó una red de evaluación de diferentes híbridos de sorgo granífero en dos localidades de Entre Ríos, EEA Paraná y EEA Concepción del Uruguay y en una localidad de Corrientes, INTA Mercedes.

Materiales y Métodos

Diseño experimental



Foto 1. Evaluación de cultivares de sorgo granífero. INTA EEA Paraná - Campaña 2008/09.

Se evaluaron en total 55 cultivares de sorgo granífero (Tabla 1) en un diseño Alfa Lattice con 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida en Paraná y C. del Uruguay por parcelas de 4 surcos a 0,52 m y 6 m de largo y en Mercedes y por parcelas de 4 surcos a 0,35 m x 5 m de largo.

Tabla 1. Nombre comercial, empresa, ciclo, contenido de tanino del grano, peso de mil semillas (g) y poder germinativo (%) de híbridos de sorgo evaluados en la campaña 2008/09.

Cultivar	Empresa	Tipo	Ciclo	Tanino	P 1000 semillas	PG
S 5050	SPS	Granífero	Corto	Sin Tanino	28,99	97
9322	SPS	Granífero	Inter-corto	Sin Tanino	35,6	91
7070	SPS	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	31,76	98
Energía	KWS	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	32,39	98
KSG41	KWS	Doble Propósito	Largo	Alto Tanino	15,73	89
BZ 428	Zaccardi	Granífero	Intermedio	Medio Tanino	16,53	88
NK 255T	Syngenta	Doble Propósito	Intermedio	Alto Tanino	33,02	93
Telen	Syngenta	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	31,09	85
Telen con cruiser	Syngenta	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	31,69	81
NK 240	Syngenta	Granífero	Intermedio	Bajo Tanino	36,44	89
VDH 422	Advanta	Doble Propósito	Largo	Alto Tanino	27,19	100
VDH 205	Advanta	Granífero	Intermedio	Bajo Tanino	39,08	94
VDH 314	Advanta	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	28,56	91
VDH 306	Advanta	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	36,44	92
VDH 206	Advanta	Granífero	Inter-corto	Alto Tanino	33,24	97
VDH 305	Advanta	Granífero	Intermedio	Bajo Tanino	32,67	98
MS 108	Dow Agrosiences	Granífero	Largo	Alto Tanino	32,36	100
MS 110	Dow Agrosiences	Granífero	Intermedio	Bajo Tanino	30,36	97
MS 109	Dow Agrosiences	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	35,34	94
402035	Dow Agrosiences	Granífero	Inter-largo	Bajo Tanino	38,14	97
AD-73 STA	Agr del Sur	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	34,55	98
AD-80 STA	Agr del Sur	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	22,27	96
AD-72 SA	Agr del Sur	Granífero	Intermedio	Sin Tanino	26,92	50
TS 281	La Tijereta	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	28,01	92
TOB 51	Tobin	Granífero	Inter-largo	Sin Tanino	26,27	98
Tob 60T	Tobin	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	32,84	90
TOB 52T	Tobin	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	32,62	96
TOB 70DP	Tobin	Doble Propósito	Inter-corto	Alto Tanino	29,51	96
PAN 8006T	Pannar	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	28,13	80
FN 7600 Plus	Ferías de Norte	Granífero	Largo	Alto Tanino	29,12	96
FN 7400	Ferías de Norte	Granífero	Intermedio	Bajo Tanino	26,54	94
DK 51	Monsanto	Granífero	Intermedio	Bajo Tanino	27,04	94
DK 52	Monsanto	Granífero	Intermedio	Bajo Tanino	31,48	90
DK 61T	Monsanto	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	23,96	95
DK 68T	Monsanto	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	25,99	94
Mocovi	Producers	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	27,78	91
ACA Exp 127	ACA	Granífero	Inter-largo	Sin Tanino	38,26	85
ACA 562	ACA	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	24,61	95
ACA Exp 128	ACA	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	28,62	91
ACA 561	ACA	Granífero	Inter-largo	Alto Tanino	21,74	90
ACA 544	ACA	Granífero	Corto	Alto Tanino	30,4	98
Guayaco	Tecnosorgo	Granífero	Intermedio	Medio Tanino	30,71	84
Itin	Tecnosorgo	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	30,3	79
Gen 311-T	Genesis Seeds	Granífero	Inter-corto	Alto Tanino	28,71	91
Gen 315-SL-T	Genesis Seeds	Granífero	Inter-corto	Alto Tanino	29,06	95
Leon	Caverzasi Ortin y Cia SRL	Granífero	Inter-corto	Medio Tanino	18,83	97
Reyuno	Caverzasi Ortin y Cia SRL	Granífero	Inter-corto	Alto Tanino	24,39	100

Maximo	El Sorgal	Granífero	Intermedio	Medio Tanino	32	92
Fronterizo	El Sorgal	Granífero	Intermedio	Alto Tanino	35,5	95

Manejo del cultivo

En la **EEA Paraná** la mayor parte de los genotipos se sembraron el 24 de octubre de 2008, en siembra directa sobre rastrojo de trigo, en suelo Argiudol ácuico serie Tezanos Pinto. Los cultivares Lider 140, Esperanza, Lider 150, Lider 111, QC 502 y QC 501 se sembraron el 13/11/2008 debido al retraso en la llegada de su semilla.

Para el control de malezas se realizó un barbecho químico con 2,5 l pc ha⁻¹ de glifosato 62% y antes de la siembra se aplicó una mezcla de 3 l pc ha⁻¹ glifosato 48%, 3,4 l pc ha⁻¹ de atrazina 50% y 1.1 l pc ha⁻¹ de metolaclo 96%. Las semillas se trataron en las tres localidades con el antidoto Concep (fluxofenim 96%) y con el insecticida Force (teflutrina 19,5%) a razón de 40 cc y 200 cc/100 kg de semilla, respectivamente.

Se fertilizó con 60 kg ha⁻¹ de PDA (18-46-0) en la línea de siembra y 300 kg ha⁻¹ de urea (46-0-0) aplicados en forma manual al costado de la línea en el estado de 6 hojas expandidas. Alrededor de V6 se realizaron 2 aplicaciones de clorpirifos 48% en dosis de 1 l pc ha⁻¹ para el control de oruga militar tardía (*Spodoptera frugiperda*).

En la **EEA C. del Uruguay** la siembra se realizó el día 6 de noviembre de 2008, en directa sobre rastrojo de soja, en un suelo Argiudol vértico serie Arroyo Genacito.

Para el control de malezas se realizó un barbecho químico con 3,0 l pc ha⁻¹ de glifosato + 0,12 l pc ha⁻¹ de dicamba. Inmediatamente luego de la siembra se aplicó una mezcla de 3 l pc/ha de glifosato 48% y 2 kg pc ha⁻¹ de atrazina 90%.

En el estado de 4 hojas expandidas se fertilizó con 220 kg ha⁻¹ de urea (46-0-0) aplicados en forma manual al costado de la línea. En V6 se realizó la aplicación de 1 l pc ha⁻¹ de clorpirifos 48% + 0,100 l pc ha⁻¹ de cipermetrina 25% para el control de oruga militar tardía (*Spodoptera frugiperda*).

En la **EEA Mercedes** se sembró el 25 de noviembre de 2008, en siembra directa sobre rastrojo de 4 años de raigrás anual. La fertilización de base fue de 150 kg ha⁻¹ de un fertilizante compuesto de N, P y K de grado 5-30-15 y una aplicación de urea en cobertura de 100 kg ha⁻¹ en macollaje. Alrededor de V6 se realizaron 2 aplicaciones de clorpirifos 48% en dosis de 1 l pc ha⁻¹ para el control de oruga militar tardía (*Spodoptera frugiperda*).

Variables evaluadas

Se registró la fecha de floración de cada parcela, considerando el 50% de panojas florecidas en su tercio medio.

Se determinó el rendimiento en grano y se expresa el rendimiento corregido a humedad de cosecha (15%) a partir de la trilla de una muestra de 4 m lineales de cada parcela.

En cada sitio se extrajeron muestras de suelo previo a la siembra para el análisis de fertilidad inicial (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización de la fertilidad de suelo por localidad en pre-siembra. Campaña 2008/09.

Localidad		Paraná	C del Uruguay	Mercedes
Suelo		Argiudol acuico	Argiudol vértico	Argiudol vértico
Análisis de suelo a la siembra (0-20 cm)	Nitratos (ppm)	88,2	-----	108
	Fósforo extractable (ppm)	75,3	18,6	10,7
	pH	6,2	6,5	5,3
	Materia orgánica (%)	3,56	3,46	2,9
	Nitrógeno total (%)	0,161	0,205	0,146

Resultados

EEA Paraná

Desde la siembra (24/10/08) hasta la cosecha del último cultivar (20/03/09) se registraron 642 mm de precipitación (Figura 1) los que se distribuyeron de la siguiente manera:

- Siembra hasta inicio de período crítico R1-20 días, 155 mm.
- Período crítico del cultivo $R1 \pm 20$ días (considerando como fecha de floración la media ponderada de las mismas, 11/01/2009), 94,4 mm.
- Fin de período crítico R1+20 días hasta la cosecha, 392,7 mm.

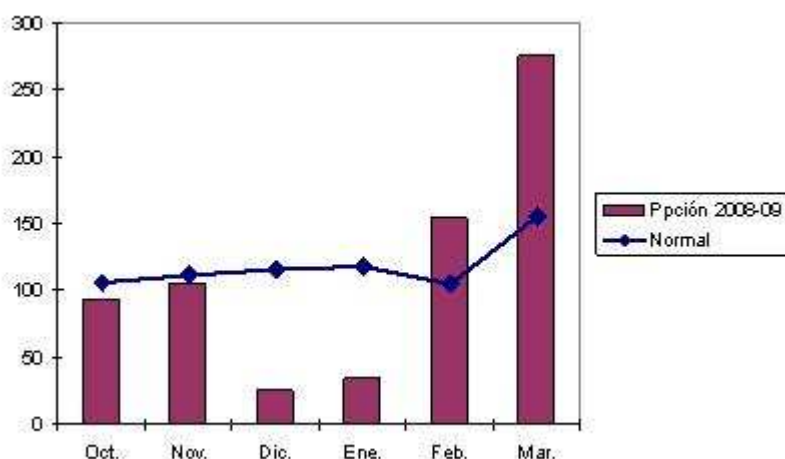


Figura 1. Precipitación ocurrida en Paraná durante el ciclo del cultivo y normal para ese período.

EEA Mercedes

El ciclo de producción se caracterizó por una sequía muy importante durante todo el ciclo del cultivo, por lo que se hicieron 3 riegos complementarios de aproximadamente 20 mm cada uno, durante los meses de diciembre y enero.

Desde la siembra (25/11/08) hasta la cosecha del último cultivar (08/04/09) se registraron 333,6 mm de precipitación (Figura 2), los que se distribuyeron de la siguiente manera:

- Siembra hasta inicio de período crítico R1-20 días, 69,5 mm.
- Período crítico del cultivo $R1 \pm 20$ días (considerando como fecha de floración la media ponderada de las mismas, 10/02/2009), 136 mm.
- Fin de período crítico R1+20 días hasta la cosecha, 128,1 mm.

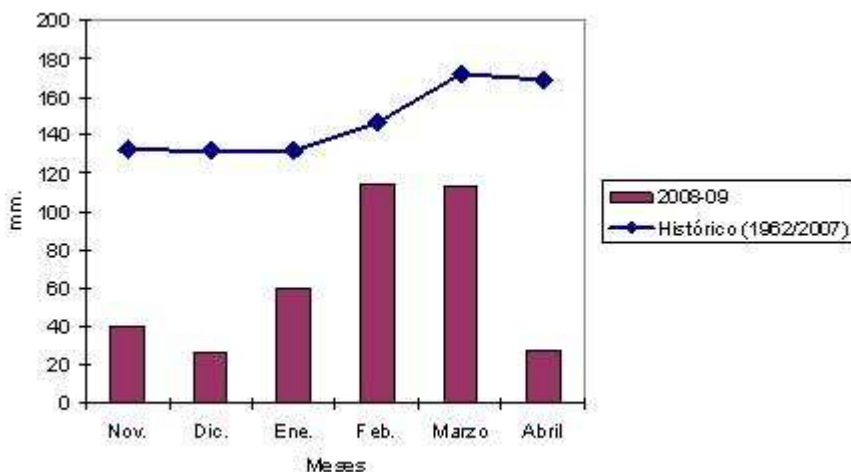


Figura 2. Precipitación ocurrida en Mercedes durante el ciclo de los cultivos y normal para ese período.

EEA C. del Uruguay

Desde la siembra (6-11-08) hasta la madurez del último cultivar (10/04/09) se registraron 515,5 mm de precipitación (Figura 3), los que se distribuyeron de la siguiente manera:

- Siembra hasta inicio de período crítico R1-20 días, 145 mm.
- Período crítico del cultivo R1 ± 20 días (considerando como fecha de floración la media ponderada de las mismas 07/02/2009), 134 mm.
- Fin de período crítico R1+20 días hasta la madurez, 236,5 mm.

El cultivo se inició con buena disponibilidad hídrica, pero los meses de diciembre y enero presentaron un marcado déficit hídrico lo que restringió el crecimiento (Figura 3). Esta situación mejoró a partir de febrero por lo que los cultivares de ciclo más largo se vieron menos afectados.

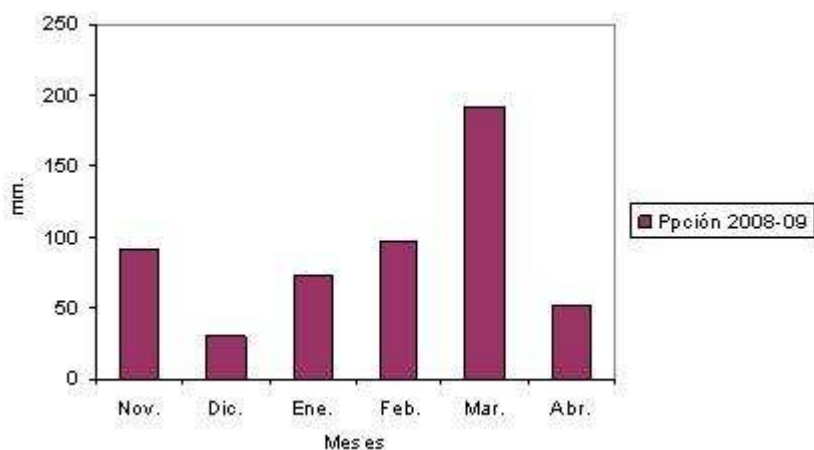


Figura 3. Precipitación ocurrida en Concepción del Uruguay durante el ciclo del cultivo.

La floración de los materiales se registró entre el **02 y 23 de enero en la EEA Paraná**, entre el **03 y el 17 de febrero en la EEA Mercedes** y entre **20 de enero y el 19 de febrero en C. del Uruguay**.

Se detectó interacción significativa híbrido * localidad ($p < 0.001$) para la variable rendimiento de grano, por lo que se realizó un análisis individual por localidad del comportamiento de los híbridos. Los cultivares se diferenciaron ($p < 0,01$) en el rendimiento de grano en las tres localidades.

Las diferencias mínimas significativas fueron 1465 kg ha^{-1} , 963 kg ha^{-1} y 612 kg ha^{-1} para Paraná, Concepción del Uruguay y Mercedes, respectivamente. En la Tabla 3 se muestra el rendimiento de los tres sitios experimentales, ordenados en forma descendente en la EEA Paraná.

En la EEA Paraná el rendimiento promedio en grano fue de 7843 kg ha^{-1} y varió entre 5830 kg ha^{-1} (BZ 428) y 10610 kg ha^{-1} (DK 68T). Los híbridos DK 68, TOB 60T, NK 240 y VDH 305 se diferenciaron del resto por lograr los máximos rendimientos. El 37,5%, el 42,8% y el 76,9% de los híbridos de ciclo corto, intermedio y largo, respectivamente, superaron el rendimiento promedio. Esto significa que los híbridos de ciclo intermedio y largo son los que en general mejor se comportaron en esta campaña lo cual se puede explicar, además de la radiación interceptada acumulada (datos no mostrados), por una mayor disponibilidad hídrica durante el período crítico ya que en ese período para los ciclos corto se registraron $26,8 \text{ mm}$ de precipitación, para los intermedio 43 mm y para los largos 126 mm .

En la EEA C. del Uruguay el rendimiento promedio en grano fue de 5763 kg ha^{-1} y varió entre 3120 kg ha^{-1} (ACA 544) y 8408 kg ha^{-1} (DK 68T). El híbrido DK 68T se diferenció del resto de los materiales por su mayor rendimiento.

En la EEA Mercedes el rendimiento promedio fue de 3246 kg ha^{-1} y varió entre 1575 kg ha^{-1} (Tob 51) y 5693 kg ha^{-1} (ACA Exp. 128). Los híbridos DK 68T y ACA Exp 128 presentaron el mejor comportamiento productivo y se diferenciaron significativamente del resto.

Tabla 3. Comportamiento productivo de cultivares de sorgo granífero evaluados en las EEA Paraná, Concepción del Uruguay y Mercedes - Campaña 2008/09.

N°	Híbrido	Empresa	Paraná				C. del Uruguay		Mercedes
			Floración	Em-FI (días)	PI ha ⁻¹ a cosecha	Rto (15%H) (kg ha ⁻¹)	PI ha ⁻¹ a cosecha	Rto (15%H) (kg ha ⁻¹)	Rto (15%H) (kg ha ⁻¹)
35	DK 68T	Monsanto	12-Ene	73	177885	10611	108571	8408	5689
26	TOB 60T	Tobin	15-Ene	76	158654	9689	118095	6944	2811
10	NK 240	Syngenta	13-Ene	74	189103	9579	132698	7010	1799
16	VDH 305	Advanta	15-Ene	76	157051	9427	114286	5538	2870
15	VDH 206	Advanta	14-Ene	75	163462	9094	109841	5321	3157
14	VDH 306	Advanta	11-Ene	72	161859	8924	124444	6155	2479
40	ACA 561	ACA	16-Ene	78	171474	8904	116190	7214	4485
44	Gen 311-T	Genesis Seeds	10-Ene	71	189103	8877	102222	5489	4856
30	FN 7600 Plus	Ferías del Norte	10-Ene	71	179487	8653	116000	6498	-
23	AD-72 SA	Agr. del Sur	09-Ene	70	145833	8547	-	-	-
12	VDH 205	Advanta	10-Ene	72	198718	8479	135238	5419	1866
24	TS 281	La Tijereta	11-Ene	73	187500	8428	97778	6220	3041
29	PAN 8006T	Pannar	08-Ene	70	171474	8308	93333	5898	2732
20	402035	Dow Agrosiences	16-Ene	77	174679	8245	123810	4725	2139
37	ACA Exp 127	ACA	14-Ene	75	149038	8203	141587	5740	3325
7	NK 255T	Syngenta	15-Ene	76	184295	8161	110476	6858	4068
4	Energía	KWS	03-Ene	64	168269	8111	114286	3724	2257
13	VDH 314	Advanta	14-Ene	75	171474	8071	111746	6087	2379
8	Telen	Syngenta	12-Ene	73	171474	8049	109206	6724	4128
1	5050	SPS	05-Ene	66	198718	7966	118095	3773	3436
36	Mocovi	ProduceM	07-Ene	68	185897	7948	109206	5188	3296
17	MS 108	Dow Agrosiences	13-Ene	75	171474	7929	131429	6266	2625
45	Gen 315-SL-T	Genesis Seeds	10-Ene	71	189103	7920	113016	5210	3289

25	TOB 51	Tobin	15-Ene	76	169872	7900	105397	4397	1575
34	DK 61T	Monsanto	11-Ene	72	177885	7844	112381	7081	4229
31	FN 7400	Ferías del Norte	08-Ene	69	179487	7776	132063	3265	-
19	MS 109	Dow Agrosciences	10-Ene	71	192308	7726	130159	6010	2641
47	Reyuno	Caversazi Ortin y Cia	12-Ene	73	169872	7703	98413	5487	3229
18	MS 110	Dow Agrosciences	12-Ene	73	173077	7659	121905	6596	4999
22	AD-80 STA	Agr. del Sur	11-Ene	72	176282	7653	103492	5810	3084
27	TOB 52T	Tobin	13-Ene	74	168269	7649	142857	5450	3949
5	KSG 41	KWS	14-Ene	75	169872	7621	85714	5757	4290
42	Guayaco	Tecnosorgo	10-Ene	71	161859	7585	119365	6057	-
28	TOB 70 DP	Tobin	13-Ene	74	201923	7381	118095	5505	3682
43	Itin	Tecnosorgo	08-Ene	69	168269	7294	106032	5229	-
33	DK 52	Monsanto	12-Ene	73	144231	7133	118730	6019	2604
9	Telen c/Cruiser	Syngenta	10-Ene	71	173077	7112	104127	7340	2328
32	DK 51	Monsanto	10-Ene	71	171474	7056	102222	4953	2590
49	Fronterizo	El Sorgal	10-Ene	71	189103	7015	137778	6062	5025
3	7070	SPS	09-Ene	70	168269	7004	118730	5683	2536
41	ACA 544	ACA	04-Ene	65	187500	6865	122540	3120	3051
46	Leon	Caversazi Ortin y Cia	10-Ene	71	161859	6852	90794	5473	4343
38	ACA 562	ACA	11-Ene	73	189103	6789	110476	7043	3111
2	9322	SPS	09-Ene	71	179487	6754	135873	4486	2542
21	AD-73 STA	Agr. del Sur	08-Ene	69	160256	6571	117460	4822	2318
39	ACA Exp 128	ACA	14-Ene	76	163462	6545	119365	7227	5693
48	Máximo	El Sorgal	08-Ene	69	155449	6496	114286	5275	2985
11	VDH 422	Advanta	21-Ene	83	174679	6369	119365	7225	2769
6	BZ 428	Zaccardi	11-Ene	72	168269	5830	107302	5192	2817
53	Lider 140 *	Don Atilio	24-Ene	67	181090	7678	137778	5842	2925
50	Esperanza *	Don Atilio	29-Ene	71	177885	6611	119365	5780	3172
55	QC 502 *	Quality Crops	28-Ene	71	163462	6149	-	-	-
54	QC 501 *	Quality Crops	28-Ene	72	160256	5488	-	-	-
51	Lider 150 *	Don Atilio	24-Ene	68	203526	5222	135238	5416	3265
52	Lider 111 *	Don Atilio	29-Ene	72	184295	5191	116190	5686	3313
Media			11-Ene	72	173698	7843	115319	5763	3246
Diferencia Mínima Significativa			-	-	-	1465	-	963	612
CV (%)			-	-	-	7,5	-	10,3	11,6

* En La EEA Paraná los materiales Lider 140, Esperanza, Lider 150, Lider 111, QC 502 y QC 501 no se incluyeron en el análisis estadístico (SAS) por tener una fecha de siembra (13/11/2008) diferente al resto, debido al interés de las respectivas empresas por participar una vez realizada la siembra del ensayo. **Los valores de rendimiento resaltados en negrita corresponden a aquellos cultivares de mayor rendimiento y que se diferencian del resto de los híbridos evaluados.**

Los híbridos DK 68T, ACA 561, NK 255T, Telen y DK 61T presentaron en las tres localidades rendimientos superiores al promedio de cada localidad.

Consideraciones finales

En una campaña caracterizada por limitaciones hídricas para el crecimiento del cultivo de sorgo, los híbridos de ciclo intermedio y largo se destacaron por su mejor comportamiento productivo. Es necesario continuar con la evaluación de cultivares en estos ambientes para poder hacer un análisis de la estabilidad de los materiales y contar con información necesaria para proceder a una correcta recomendación de los más adaptados a esos ambientes.

Agradecimientos

Al auxiliar de campo del grupo Ecofisiología Vegetal y Manejo de Cultivos de la EEA Paraná, Pablo Arener y a los demás auxiliares de las otras Experimentales participantes. A los Ings. Agr. Anabella Gallardo y Emanuel Blanzaco por colaborar en las actividades de campo y gabinete. Este trabajo fue financiado por las empresas participantes y por el Proyecto Regional Agrícola.



Foto 2. Jornada a campo maíz y sorgo granífero realizada en la EEA Paraná en marzo de 2009.