



## Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: [www.riit.com.mx](http://www.riit.com.mx)

### **Rendimiento de híbridos de maíz en dos niveles de fertilización en la región de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.**

### **Productivity of maize hybrids at two levels of fertilization in the region of Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil.**

Martinez-Gutiérrez, A.<sup>1</sup>, Vilela-de Resende, A.<sup>2</sup>, Machado-Silva, C.G.<sup>1</sup>, de Paula-Simão, E.<sup>1</sup>, Costa-Ferreira, J.P.<sup>3</sup>, Prates-Conceição, O.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação PGCA, Universidade Federal de São João Del Rei UFSJ, Sete Lagoas - MG, Brasil.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, EMBRAPA, Sete Lagoas – MG, Brasil.

<sup>3</sup> Ingeniería en Agronomía de la UFSJ, Sete Lagoas – MG, Brasil.

Autor para correspondencia email: [aaron\\_0715@hotmail.com](mailto:aaron_0715@hotmail.com)

**Innovación tecnológica:** Rendimiento de maíz producido con alta disponibilidad de nutrientes, para subsidiar las recomendaciones de fertilización a los productores.

Recibido: 14 enero 2016.

Aceptado: 14 julio 2016.

### **Resumen**

El objetivo de este estudio fue evaluar el vigor y la productividad de híbridos modernos cultivados en suelo del cerrado brasileño, en dos ambientes diferenciados por niveles de fertilización. El experimento se realizó en 2014/2015, en la empresa Embrapa Milho e Sorgo, en Sete Lagoas- Minas Gerais, Brasil. Los dos ambientes se diferenciaron en las prácticas de manejo agronómico en relación con los niveles de fertilización mineral en el suelo, tratamiento de semillas y fertilizantes foliares. Se compararon seis híbridos experimentales y un comercial de Embrapa, además de cuatro híbridos comerciales de empresas privadas. Para cada ambiente, se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: el diámetro de tallo, el peso de 100 granos y el rendimiento de grano. Se realizó análisis de varianza con el fin de verificar la existencia de interacción entre híbridos x ambientes. No hubo interacción significativa entre híbridos y ambientes. En el ambiente de alto nivel tecnológico en fertilización los híbridos incrementaron el diámetro del tallo, peso de 100 granos y el rendimiento de grano. Entre los híbridos, el rendimiento tuvo diferencias significativas, y varió de 8824 a 12640 kg ha<sup>-1</sup>, siendo más productivo el híbrido DKB 310 PRO 2. Dos híbridos simples

experimentales de Embrapa, 1L 1467 y 1K 1251, alcanzaron el mismo potencial productivo que los híbridos comerciales DKB 390 y AG 8088 PROX de empresas privadas. Existió diferencia en diámetro de tallo, peso de 100 granos y rendimiento entre los híbridos evaluados. Sin embargo, esas diferencias no dependieron de la interacción con los ambientes.

**Palabras claves:** Nutrientes, Fertilizantes. Ambientes, Niveles tecnológicos.

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the vigour and productivity of modern hybrids in the Brazilian Cerrado soil, environments consist of two fertilizer investment levels. The experiment was carried out in 2014/2015 at Embrapa Maize and Sorghum, in Sete Lagoas, Brazil. The two environments differed in relation to levels of mineral fertilizer in the soil, use of products for seed treatment and foliar. Six experimental hybrids and one commercial hybrid from Embrapa were compared, besides four commercial hybrids of the Private Sector. The experimental design was of completely randomized blocks with four replicates. The variables evaluated were: stem diameter, weight of 100 grains and grain yield. Was realized variance analysis in order to verify the existence of interaction between hybrids and technological investment environments in fertilization. There was no significant interaction between hybrids and environments. The average productivity among corn hybrids presented significant differences and varied 12640-8824 kg ha<sup>-1</sup> being the most productive hybrid DKB 310 PRO2. Two simple experimental hybrids Embrapa, 1L 1467 and 1K 1251, reached the same productive potential commercial hybrids DKB 390 and AG 8088 PROX. There was difference in stem diameter, weighing 100 grains and yield between hybrids evaluated. However, these differences did not depend on interaction with environments.

**Keywords:** nutrients, Fertilizers, Environments, technological levels.

## 1. Introducción

El maíz es el cereal de mayor volumen de producción en el mundo. En Brasil, tiene gran importancia económica debido a sus múltiples formas de uso, en la alimentación humana, animal, y sobre todo en la generación de diversos productos en la industria, siendo este uno de los cultivos más destacados en el sector agrícola del país.

El cultivo de maíz en Brasil posee alto potencial productivo, alcanzado rendimientos de hasta 18.000 kg ha<sup>-1</sup> en los concursos de productividad organizadas por empresas relacionadas con la producción de maíz (Coelho *et al.*, 2003; Cruz *et al.*, 2009).

Sin embargo, la productividad en Brasil es diferente en las diversas regiones del país, con un rendimiento promedio nacional de 5.382 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2015), esto se debe a circunstancias diversas, como las condiciones climáticas desfavorables, prácticas de manejo inadecuadas y bajo uso de insumos como los fertilizantes agrícolas.

En los últimos años, el promedio de rendimiento de maíz en Brasil ha incrementado de manera significativo, sin embargo, todavía se encuentra por debajo de su potencial, siendo limitado por factores físicos y químicos del suelo (Santos *et al.*, 2005). Por esta razón, existe la necesidad de mejorar la calidad del suelo, la cual está relacionada con el manejo adecuado, que

incluye, entre otras prácticas conservacionistas, como por ejemplo, rotación de cultivos, cultivos asociados, siembra directa y manejo de la fertilidad de suelos, realizando aplicaciones de enmiendas y fertilizantes agrícolas de manera racional (Coelho *et al.*, 2002). Estos dos últimos repercuten directamente al aumento de la productividad del maíz.

El potencial productivo del maíz se puede definir como la producción alcanzada cuando se cultiva en ambientes sin limitaciones de agua y nutrientes, aunado al buen manejo fitosanitario, como manejo integrado de plagas, control de enfermedades y plantas dañinas (Argenta *et al.*, 2003). Existen otros factores que contribuyen directamente para producción de granos: la cantidad de radiación incidente, la eficiencia en la captación de ésta, eficiencia de conversión de la radiación en biomasa vegetal y eficiencia de la partición de asimilados (Andrade, 1995).

La determinación de la productividad en los diferentes ambientes tecnológicos, es una herramienta importante para la toma de decisiones en el manejo y en la mejora, además permite la identificación de los factores limitantes dentro del sistema de producción. A partir del conocimiento y la investigación de estos factores limitantes, pueden ser planteadas estrategias para superarlos o minimizarlos a través del manejo adecuado de las condiciones ambientales o por medio de la selección y mejoramiento genético (Argenta *et al.*, 2003).

El uso de sistemas de manejo con un mayor nivel tecnológico, que se caracteriza por el uso de la irrigación, el aumento de la aplicación de fertilizantes, el aumento de la densidad de plantas, arreglos topológicos, un adecuado control de plagas, malezas y

enfermedades, proporciona respuestas positivas en la producción de granos de maíz (Sangoi *et al.*, 2006). Estos factores permiten un uso óptimo de los recursos de cada ambiente de producción, para garantizar altas productividades y buena rentabilidad (Argenta *et al.*, 2003). Dentro de las tecnologías que elevan índices de producción de maíz, aún se tiene la adopción de híbridos modificados genéticamente, producto del continuo esfuerzo de mejoramiento genético que busca, entre otros aspectos, seleccionar híbridos con estabilidad de producción en ambientes con diferentes grados de estrés relacionados con fertilidad de suelos. El uso racional de los nutrimentos en los cultivos proporciona una mayor productividad y rentabilidad al productor.

Por tanto, el estudio sobre las respuestas productiva, en diferentes niveles tecnológicos permite observar las mejores formas de manejo para optimizar la expresión del potencial productivo de nuevos cultivares modernos. También auxilia en el posicionamiento en relación a las mejores opciones para productores con diferentes perfiles tecnológicos. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el desempeño agronómico de 11 híbridos de maíz modernos, en ambientes diferenciados por dos niveles tecnológicos en fertilización.

## 2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el ciclo agrícola 2014/2015, en el área experimental de la empresa, EMBRAPA Maíz y Sorgo, situada a 19° 28' 30" de Latitud S, 44 ° 15' 08" de Longitud W, a una altitud de 732 msnm en Sete Lagoas- MG, Brasil. El clima, según Koppen, es Aw, que es típica sabana, con invierno seco y la temperatura media del aire

del mes más frío está por encima de los 18 °C. El área experimental se caracteriza por suelos Oxisol distrófico muy arcilloso por sus términos en inglés (Clayey Oxisol) (EMBRAPA, 2013). El experimento se llevó a cabo con riego complementario, en siembra directa, con rotación de cultivos, maíz/frijol en el año agrícola 2013/2014.

En este estudio, fue evaluado el desempeño agronómico de 11 híbridos de maíz en dos ambientes diferenciados, considerando nivel alto y medio en fertilización sobre el cultivo.

Un mes antes de sembrar, en el ambiente de alto nivel tecnológico, fueron aplicados manualmente al voleo cantidades equivalentes a 2 t ha<sup>-1</sup> de cal dolomítica, 1 t ha<sup>-1</sup> de yeso y 200 kg ha<sup>-1</sup> de formulado 3:1 de cloruro de potasio y micronutrientes (FTE BR 12), con el fin de proporcionar condiciones diferentes de fertilidad de suelos en este ambiente. Las condiciones de fertilidad de suelo en los dos ambientes, durante la fase inicial del cultivo (estadio V4) se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Condiciones de fertilidad de suelos en los dos ambientes, diferenciando por nivel tecnológico alto y medio en fertilización, en profundidades de 0-20 y 20-40 cm, en la región de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, ciclo agrícola 2014/2015.

Análisis	Ambiente			
	Alto	Medio	Alto	Medio
	Prof. 0 - 20		Prof. 20 - 40	
M.O (dag kg <sup>-1</sup> )	4.5	4.4	3.5	3.7
pH en agua	6	6.2	5.7	6.1
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> m <sup>-3</sup> )	0	0	0	0
H+Al (cmol <sub>c</sub> cm <sup>-3</sup> )	5.3	4.8	5.8	4.9
P Mechlich <sup>-1</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	5,4	11,3	7,3	4,2
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	49.2	27.0	66.7	12.2
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6.2	7.6	4.7	6.1
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1.4	1.4	0.9	1.0
S.B (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7.7	9.0	5.8	7.1
CIC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	13.0	13.9	11.6	12.1
Saturación por Base (%)	53.1	64.9	49.5	59.0
Saturación por Al (%)	0.2	0.1	1.3	0.3
B(mg dm <sup>-3</sup> )	0.6	0.4	0.6	0.4
Cu(mg dm <sup>-3</sup> )	1.0	0.9	1.1	1.0
Fe(mg dm <sup>-3</sup> )	3.1	25.3	30.1	31.3
Mn(mg dm <sup>3</sup> )	28.7	38.9	36.4	30.9
Zn(mg dm <sup>-3</sup> )	2.4	5.4	4.8	4.0

Para cada ambiente, el diseño experimental fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela constaba de cuatro líneas de seis metros de longitud, de distancia entre línea de 0.5 m, buscando una densidad de población de 70.000 plantas por hectárea. Como área útil fueron considerados

las dos líneas centrales, dejando un metro en los extremos como bordes no utilizables.

Se compararon seis híbridos experimentales y un comercial de Embrapa, además de 4 híbridos comerciales de empresas privadas (Tabla 2). Las semillas fueron tratadas antes de la siembra con Cropstar® insecticida (350

mL por 100 kg de semillas). En el ambiente con alto nivel tecnológico, las semillas fueron tratadas también con una solución de nutrientes y enraizado Biozyme® (600 mL por 100 kg semillas).

La siembra se hizo de manera mecanizada, con sembradora de cero labranza. La siembra se realizó el 17 de diciembre de 2014. Como fertilización base fue aplicado 340 y 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK de la fórmula (08-28-16) + 0.3% B en ambiente medio y alto nivel tecnológico, respectivamente.

**Tabla 2.** Híbridos evaluados en la región de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, ciclo agrícola 2014/2015.

Híbrido	Transgénico	Características	Empresa
1 I873	No	Híbrido simple experimental	Embrapa
1K 1251	No	Híbrido simple experimental	Embrapa
1K 1294	No	Híbrido simple experimental	Embrapa
1K 1306	No	Híbrido simple experimental	Embrapa
1L 1411	No	Híbrido simple experimental	Embrapa
1L 1467	No	Híbrido simple experimental	Embrapa
BRS 1040	No	Híbrido simple comercial	Embrapa
AG 8088 PROX	Si	Híbrido simple comercial	Monsanto
DKB 310 PRO 2	Si	Híbrido simple comercial	Monsanto
DKB 390 PRO	Si	Híbrido simple comercial	Monsanto
P30 F53	Si	Híbrido simple comercial	Pioneer

Fueron realizadas tres fertilizaciones en cobertura de manera manual, siendo para el ambiente de medio nivel tecnológico se aplicó por única ocasión, cuando las plantas presentaban cuatro hojas verdaderas (etapa V4) con 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, con urea. En el ambiente alto nivel tecnológico fueron las tres aplicaciones fraccionadas (1<sup>a</sup>: 90 kg ha<sup>-1</sup> de N en V4, usando urea; 2<sup>a</sup>: 70 kg ha<sup>-1</sup> de N + 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O en etapa V5, con formulado de NPK 20-00-20; 3<sup>a</sup>: 40 kg ha<sup>-1</sup> de N + 44 kg ha<sup>-1</sup> de S en el estadio (V7), con sulfato de amonio), además de una aplicación foliar con una mezcla de fertilizantes Biozyme® (2 L ha<sup>-1</sup>), MAP (2.5 kg ha<sup>-1</sup>) y nitrato de calcio (1.5 kg ha<sup>-1</sup>).

Se efectuó un control de malezas en los dos ambientes, en la etapa V4 (cuatro hojas expandidas por completo) aplicando herbicidas Soberan ((tembotriona, 240 mL ha<sup>-1</sup>) + atrazina (atrazina, 3 L ha<sup>-1</sup>)). Se

realizaron dos aplicaciones de insecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) con los productos, Match (lufenuron, 300 mL ha<sup>-1</sup>) y Belt (flubendiamida, 150 mL ha<sup>-1</sup>), con pulverización dirigida a las plantas infectadas.

Una vez alcanzada la madurez fisiológica, fue evaluada el diámetro de tallo a la altura de la inserción de la primera mazorca, en siete plantas con competencia completa, en el área útil de las parcelas.

Posteriormente, se cosecharon las mazorcas que fueron desgranados para determinación de peso de 100 granos, y para cálculo de rendimiento fue de acuerdo a la siguiente expresión, ajustando al patrón del 13% de humedad estándar:

$$P_{13\%} = [RG (100-H)/87]$$

Dónde:

RG<sub>13%</sub>=Productividad de granos (kg ha<sup>-1</sup>)  
corregida para humedad patrón del 13%;

PG = Peso de granos (kg ha<sup>-1</sup>) sin corrección  
de humedad

H= Humedad de granos (%), medida en cada  
parcela.

Los datos obtenidos fueron analizados  
mediante un análisis de varianza con el fin  
de verificar la existencia de interacción entre  
los híbridos y ambientes. Se utilizó la prueba  
de media de Scott-Knott, con 5% de

probabilidad para comparar los tratamientos,  
siendo asistido con el programa estadístico  
SISVAR (Ferreira, 2011).

### 3. Resultados y discusión

De acuerdo a los resultados del análisis de  
varianza conjunta, indica que no se  
encontraron interacción entre los híbridos y  
los ambientes para rendimiento de grano. No  
obstante, fueron observados diferencias  
significativas aislados entre estos factores  
(Tabla 3).

**Tabla 3.** Resumen de análisis de varianza conjunta para diámetro de tallos (DT, mm) , peso de 100 granos (P100, g) y rendimiento de grano (RG, kg ha<sup>-1</sup>), de híbridos de maíz en dos ambientes diferenciados por niveles tecnológicos en fertilización, en la región de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, ciclo agrícola 2014/2015.

FV	Cuadrados Medios			
	GL	DT	P100	RG
Ambiente- A	1	0.51 *	23,0 *	8971501.4 *
Repetición (A)	8	0.02 *	4,0 *	1202100.2 n.s
Híbridos-H	10	0.09 *	4,5 *	12109950.3 *
AxH	10	0.08 n.s	5,0 n.s	1244543.8 n.s
Residuo	80	0.008	5,0	1588551.6
<b>Total</b>			109	
<b>CV (%)=</b>		5.06	7.40	12.18

\*Significativo a 5% de probabilidad. <sup>n.s</sup> No significativo a 5% de probabilidad. <sup>CV</sup> Coeficiente de variación.

En promedio de los once híbridos, el  
diámetro de tallo fue mayor en el ambiente  
de alto nivel en fertilización (Tabla 4),  
demostrando la importancia de la  
disponibilidad de nutrientes en el suelo en  
relación con el vigor vegetativo de las  
plantas de maíz. El tallo con mayor diámetro  
es deseable para las plantas, proporcionando  
bajos índices de quiebra y acame, problemas  
que dificulta durante la cosecha mecanizada,  
que puede comprometer la productividad  
final.

De acuerdo con Fancelli y Dourado-Neto  
(2000), el tallo actúa como una estructura de

almacenamiento de sólidos solubles que  
posteriormente es utilizado en la formación  
del grano.

Entre los genotipos, el diámetro del tallo  
varió significativamente, siendo el mayor  
observado en el híbrido 1L 1411 y el  
diámetro menor en el híbrido DKB 310 PRO  
2. Sin embargo, con relación al rendimiento  
de estos dos híbridos, se observa que no hay  
una relación clara entre el DT y RG.

Los promedios de peso de 100 granos en los  
dos ambientes variaron entre 26.5 y 34.2  
gramos (Tabla 4). Estos valores fueron

superiores a los obtenidos por Carvalho *et al.* (2004) y Rodrigues *et al.* (2012) en estudios relacionados con la nutrición de maíz, y

fueron consistentes con los híbridos de alta productividad evaluados en este estudio.

**Tabla 4.** Diámetro de tallo ( mm ) , peso de 100 granos (g) y rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>), de híbridos de maíz en dos ambientes diferenciados por niveles tecnológicos en fertilización, en la región de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, ciclo agrícola 2014/2015.

Híbrido	Diámetro de tallo			Peso de 100 granos			Rendimiento de grano		
	Ambientes		Promedio	Ambientes		Promedio	Ambientes		Promedio
	Alto	Medio		Alto	Medio		Alto	Medio	
<b>1 I873</b>	17.8	16.8	17.3 b	32.9	31.3	32.1 b	9,716	8,581	9,149 d
<b>1K 1251</b>	19.0	17.0	17.8 b	33.1	32.9	33.0 a	11,820	10,234	11,027 b
<b>1K 1294</b>	17.4	15.8	16.6 c	29.2	26.7	28.0 c	10,788	9,723	10,255 c
<b>1K 1306</b>	17.4	16.0	16.6 c	33.3	29.9	31.6 b	10,097	8,761	9,429 d
<b>1L 1411</b>	19.6	18.0	18.8 a	29.3	25.3	27.3 c	10,230	10,304	10,267 c
<b>1L 1467</b>	18.4	16.4	17.4 b	26.8	26.5	26.7 c	10,880	11,093	10,987 b
<b>BRS 1040</b>	18.2	16.0	17.1 b	34.2	30.5	32.3 b	8,553	9,095	8,824 d
<b>AG 8088 PROX</b>	17.8	17.6	17.7 b	29.2	29.0	29.1 c	11,179	10,937	11,058 b
<b>DKB 310 PRO 2</b>	15.4	14.6	15.0 d	35.8	32.6	34.2 a	13,082	12,198	12,640 a
<b>DKB 390 PRO</b>	17.6	16.0	16.8 c	31.7	29.6	30.6 b	10,741	10,689	10,715 b
<b>P30 F53</b>	18.3	17.0	17.6 b	27.4	25.6	26.5 c	9,899	9,088	9,494 d
<b>Media de ambientes</b>	17.8 A	16.5 B	17.1	31.1 A	29.0 B	30.1	10,635A	10,064 B	10,349
<b>CV (%)</b>	12.18			7.40			5.06		

Medias con la misma letra minúscula en la columna no difieren por la prueba de F al 5% de probabilidad. Medias con la misma letra mayúscula en la línea no difieren por la prueba de F al 5% de probabilidad.

En el ambiente alto nivel tecnológico, proporciona las condiciones para una mejor expresión del potencial genético de los híbridos.

Al comparar el rendimiento de los híbridos en el mismo sitio experimental, en el ciclo agrícola 2012/2013, Padilha *et al.* (2015) observaron que la aplicación de nutrientes adicionales y diferentes prácticas culturales en ambiente de alto nivel tecnológico incrementa el peso de 100 granos.

Padilha *et al.* (2015) obtuvieron valores medios de 34.5 g y 31.7 g de peso 100 de granos en ambientes alto y medio tecnológico, respectivamente, valores ligeramente superiores a los medidos en este estudio.

Los híbridos DKB 310 PRO 2 y 1K 1.251 presentaron mayor peso de 100 granos en la

media de los dos ambientes, mostrando una relación directa de esta variable con el rendimiento del grano (Tabla 4). Estos resultados confirman la hipótesis de que el peso del grano de maíz es una característica influenciada principalmente por el genotipo, por la disponibilidad de nutrientes en el suelo y por las condiciones climáticas en el periodo de llenado de grano (Ohland *et al.*, 2005).

Aunque en términos absolutos, el rendimiento varió de 8553-13082 kg ha<sup>-1</sup> conforme a combinación de híbrido y ambiente, las respuestas observadas en promedio de los dos ambientes corresponden a valores relativamente próximos a la mayoría de los híbridos (Tabla 4). Se observaron diferencias significativas, permitiendo agrupar los híbridos con rendimientos semejantes, observando cuatro híbridos con rendimiento promedio de 8,824

hasta 9,494 kg ha<sup>-1</sup>, dos híbridos con rendimientos de 10,255 y 10,267 kg ha<sup>-1</sup>, y cuatro híbridos con rendimientos 10,715 a 11,058 kg ha<sup>-1</sup> y por último, el híbrido comercial DKB 310 PRO 2 con rendimiento de 12,640 kg ha<sup>-1</sup>. Dos híbridos simples experimentales de Embrapa, 1L 1467 y 1K 1251, propiciaron el mismo potencial productivo con los híbridos comerciales DKB 390 y AG 8088 PROX, de empresas privadas.

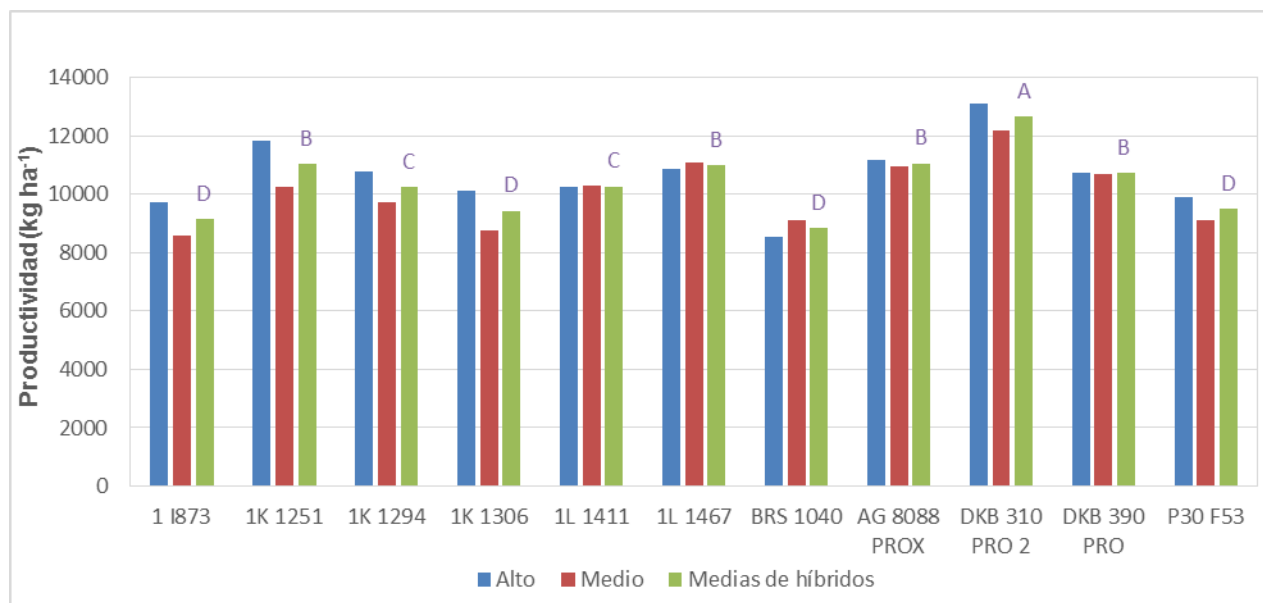
Las diferencias significativas entre los dos ambientes indican que el alto nivel tecnológico en fertilizantes y la aplicación de enmiendas, incluyendo el suministro de nutrientes más bio-estimulantes en el tratamiento de semillas, además de la fertilización foliar, generalmente permite obtener alto rendimiento de grano.

En el ambiente de alto nivel tecnológico se obtuvo un incremento promedio del 5.6% en el rendimiento de grano (Tabla 4). Por lo tanto, la aplicación de cal y yeso (principales enmiendas), además del aporte extra de N, P, K, S y micronutrientes en el ambiente de alto nivel tecnológico contribuyeron para lograr altas productividades de los híbridos. Sin embargo, un análisis económico en relación con el cultivo del ciclo 2014/2015, no refleja

ventaja en la aplicación adicional de fertilizantes y enmiendas. No obstante, es necesario, que el análisis económico sea realizado a largo plazo, además de mantener la continuidad del experimento en los próximos ciclos agrícolas, considerando adecuadamente los efectos residuales en las prácticas de manejo de la fertilidad del suelo implementadas en el área.

Como se observa en la Tabla 4 y la Figura 1, es necesario tener en cuenta que las respuestas a los niveles tecnológicos en el cultivo puede ser variable según el genotipo. El rendimiento del grano sobre el ambiente de alto nivel tecnológico en fertilización tienden a ser más productivos, según ha confirmado Mendes *et al.* (2004). Por otra parte, es conveniente identificar la adaptabilidad y la estabilidad de los genotipos con un comportamiento predecible en diferentes ambientes, y reducir al mínimo los errores de evaluación y recomendación de cultivares (Oliveira *et al.*, 2006). Los resultados obtenidos en el ciclo 2014/2015 no presentaron interacción entre híbridos y ambientes, sin embargo, se observaron híbridos que fueron muy productivos en ambos ambientes.





**Figura 1.** Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>) de híbridos de maíz en dos ambientes diferenciados por niveles tecnológicos en fertilización, en la región de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, ciclo agrícola 2014/2015.

#### 4. Conclusiones

El cultivo en ambiente de alto nivel tecnológico en fertilización incrementa el diámetro del tallo, el peso de 100 granos y el rendimiento de granos de los híbridos.

Existe diferencia en diámetro de tallo, peso de 100 granos y rendimiento entre los híbridos evaluados. Sin embargo, esas diferencias no dependieron de la interacción con los ambientes.

El híbrido comercial DKB 310 PRO 2 fue el de mayor rendimiento de grano, considerando el promedio de los dos ambientes, seguidos por los híbridos AG 8088 PROX, 1K 1251, 1L 1467, y DKB 390 PRO, respectivamente.

#### 5. Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT por el apoyo económico.

Tecnológico Nacional de México (TecNM),

por el apoyo brindado.

La empresa EMBRAPA MILHO E SORGO, y a la Universidad Federal de São João Del Rei (UFSJ) por las facilidades que han otorgado para la realización de este trabajo.

#### 6. Referencias

1. Andrade, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. *Field Crops Research*, 1995; (41): 1-12.
2. Argenta G.; Sangoi, L.; Silva, P. R. F. da; Rampazzo, C.; Gracietti, L. C. Strieder, M. L. Forsthofer, E. L.; Suhre, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. *Ciência Agrária*, Curitiba, 2003; (4) 27–34.
3. Carvalho, M. A. C.; Soratto, R. P.; Athayde, M. L. F.; Arf, O.; Eustáquio

- de Sá, M. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 2004; 39 (1) 47-53 pp.
4. Coelho, A. M.; Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A. Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo? *Informações Agronômicas*, Piracicaba. 2003;103. Encarte técnico.
  5. Coelho, A. M.; França, G. E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. *Informações Agronômicas*, 71. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba. 1995; 2:1-9.
  6. Coelho, A. M.; Waquil, J.M., Karam, D. Seja Doutor do Seu Sorgo. Potafos - Arquivo Agrônomo N° 14. Encarte das Informações Agronômicas, 2002; 100:1-24.
  7. CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) Acompanhamento de safras brasileiras. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf)>. Acessado em: novembro. 2015.
  8. Cruz, J. C.; Garcia, J. C.; Pereira Filho, I. A. Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades. *Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica 124*. Sete Lagoas – MG, 2009, 15 p.
  9. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3, ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 2013. 353 p.
  10. Fancelli, A. L.; Dourado-Neto, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000.360 p
  11. Ferreira, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2011; 35(6): 1039–1042.
  12. Mendes, M. C.; Pinho, R. G. V.; Brito A. H.; Fiorini, F. V. A.; Borges, I. D. Comportamento de híbridos de milho considerando dois níveis de investimento em Lavras-MG. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 25., 2004, Cuiabá, MT. Resumos. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004: 273 pp.
  13. Oliveira, E. J.; Godoy, I. J.; Moraes, A. R.; Martins, A. L. M.; Pereira, J. C.; Bortoletto, N.; KASAI, F. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de amendoim de porte rasteiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 2006; 41(8): 1253- 1260.
  14. Ohland, R. A. A.; Souza, L. C. F.; Machetti, M. E.; Gonçalves, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2005; 29(3): 538-544.
  15. Padilha F.A.; Resende, A.V.; Moreira, S. G.; Guimarães, L. J. M.; Guimarães, P. E. O.; Oliveira, A.C. Produtividade de híbridos de milho sob dois níveis de tecnologia na

região central de minas gerais.,  
Revista Brasileira de Milho e Sorgo,  
Sete Lagoas, 2015;14(2): 207-218

16. Rodrigues T. R. D.; Broetto L.;  
Oliveira, P. S. R. & Rubio F.  
Desenvolvimento da cultura do milho  
submetida a fertilizantes orgânicos e  
minerais. Bioscience Journal, 2012;  
28: 509-514.
17. Sangoi, L.; Ernani, P. R.; Silva, P. R.  
F.; Horn, D.; Schmitt, A.;  
Schweitzer, C. Desempenho  
agronômico de cultivares de milho  
em quatro sistemas de manejo.  
Revista Brasileira de Milho e Sorgo,  
Sete Lagoas, 2006; 5( 2):218–231.
18. Santos, G. A.; Junior, M. S. D.;  
Guimarães, P. T. G.; Neto, A. E. F.  
Diferentes graus de compactação e  
fornecimento de fósforo  
influenciando no crescimento de  
plantas de milho (*Zeamays*L.)  
cultivadas em solos distintos.  
Ciências Agrotécnica, Lavras, 2005;  
29: 740–752.