

EVALUACION DE GENOTIPOS DE FRIJOL EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA EN EL ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

BEAN GENOTYPES EVALUATION IN TWO GROWING SEASONS IN MATO GROSSO STATE, BRAZIL

Yuri Demidoff¹, Leonarda Grillo Neves², Marco Antonio Aparecido Barelli², Zulema Netto Figueiredo², Petterson Baptista da Luz², Severino de Paiva Sobrinho²

¹ Disciente del curso de Agronomía; ² Profesor del Departamento de Agronomía, Universidad do Estado de Mato Grosso, Av. São João, s/n, Cavalhada, Cáceres - MT, CEP 78200-000 (UNEMAT), Brasil. Autor para correspondencia: zulemane@hotmail.com.

RESUMEN

El frijol común se cultiva en tres períodos, prácticamente en todo el territorio brasileño. Por tanto, está sujeto a las más diferentes condiciones ambientales, por lo que se espera una gran interacción genotipos x ambiente. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar las características productivas de diferentes genotipos de frijol común en dos épocas de siembra. La investigación fue conducida en el centro experimental de la Empresa de Investigación y Extensión Rural del estado, en Cáceres, Mato Grosso, Brasil. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con tres repeticiones. La siembra se realizó en dos épocas, de marzo a junio que es el período de lluvias, y de julio hasta octubre que es el período del sequía en el Estado/Provincia de Mato Grosso. En los experimentos se evaluaron 17 genotipos de frijol, de diferentes grupos. Se evaluaron cinco características agronómicas relacionadas con la producción. El análisis de los datos se realizó utilizando análisis conjunto y una de las fuentes de variación fue la interacción genotipos x ambiente. Las estimaciones de los parámetros genéticos muestran que la interacción genotipo x ambiente influyó directamente en las variables sobre los períodos analizados. Hubo mayor productividad en la época 2, en comparación a la época 1. Los genotipos BRS ESPLENDOR, VC6, BRS CAMPEIRO, JALO PRECOCE, BRS PITANGA, BRS MG MAGESTOS, BRS PONTAL, BRS ESTILO, BRS HORIZONTE, BRS 7762 SUPREMO, y BRS VALENTE se destacaron, presentando mayores rendimientos, en ambas estaciones, en la municipalidad de Cáceres, Mato Grosso State, Brazil.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., características cuantitativas, interacción genotipo x ambiente.

ABSTRACT

The common bean is grown in three seasons in almost all Brazilian territory. Therefore, it is produced under very different environmental conditions and, consequently, a high genotype x environment interaction is expected. The aim of this study was to evaluate the production characteristics of different genotypes of common bean in two growing seasons. The study was conducted in the experimental center of the Company for Research and Rural Extension in Cáceres, state of Mato Grosso, Brazil. The experimental design was a randomized block design with three replications. Seeding was done in two different seasons: March to June, considered as the rainy season, and July to October, considered as the dry season in the state/province of Mato Grosso, Brazil. A number of 17 genotypes were evaluated from different groups. Five quantitative characteristics

related to agricultural production were evaluated. Data were analyzed by using conjoint analysis and one of the sources of variability was the interaction between genotype and environment. Estimates of genetic parameters show that the genotype environment had a direct influence on the variables on the studied periods. A higher yield was observed in season 2, when compared to season 1. The genotypes BRS ESPLENDOR, VC6, BRS CAMPEIRO, JALO PRECOCE, BRS PITANGA, BRS MG MAGESTOS, BRS PONTAL, BRS ESTILO, BRS HORIZONTE, BRS 7762 SUPREMO, and BRS VALENTE had the highest yield in both seasons, in Cáceres, State of Mato Grosso, Brazil.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., quantitative characteristics, genotype × environment interaction.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un alimento tradicional del Brasil, es una buena opción económica para el modelo de agricultura familiar, y es una fuente de proteína vegetal de bajo costo. La gran variabilidad genética presente en el germoplasma de los frijoles comunes en uso por la agricultura familiar en Brasil ha sido plenamente reconocida. Esta variabilidad, existente en poblaciones de frijol bajo cultivo en pequeñas estancias, es una de las estrategias eficientes de los pequeños agricultores, pues ellos seleccionan los materiales adaptados a sus condiciones agroecológicas y socioeconómicas, que son diferentes de las encontradas en los cultivos empresariales (Cordeiro y Marcatto, 1994). Los frijoles comunes se siembran en tres épocas, prácticamente en todo el territorio brasileño, y en las mas diferentes condiciones ambientales (Melo et al., 2007).

Obtener antecedentes de los parámetros genéticos ayuda a la toma de decisiones en los programas de mejoramiento genético. En el caso de los caracteres cuantitativos, se pueden obtener utilizando componentes de la media o de la variancia (Cruz et al., 2004). Los componentes de la variancia tienen la ventaja que los efectos genéticos no se anulan, como puede ocurrir con las medias, y posibilitan estimar la heredabilidad y la ganancia esperada con la selección.

La obtención de las estimaciones de los parámetros genéticos es fundamental porque permite identificar la naturaleza de la acción de los genes envueltos en control de caracteres cuantitativos, y evaluar la eficiencia de diferentes estrategias del mejoramiento para la obtención de ganancia genética y mantención de una base genética adecuada (Cruz et al., 2004).

La alteración en el desempeño relativo de los genotipos en virtud de la diferencia del ambiente se denomina interacción genotipo × ambiente (Borém, 1997). Considerando caracteres como la productividad del cultivo, el fenotipo (P) es la expresión de la constitución genética del genotipo (G), del efecto del ambiente (E), y de la interacción de los genotipos con ambientes (G × E), el que

está relacionado con el cultivo del frijol en ambientes diferenciados (Coimbra et al., 1999).

En condiciones de grandes variaciones ambientales, la interacción genotipos × ambientes es muy acentuada (Allard y Bradshaw, 1964), y es la respuesta diferencial de los genotipos en diferentes ambientes. Esto se ha comprobado en varias investigaciones conducidas con frijol en Brasil (Ramalho et al., 1998; Melo et al., 2007). El objetivo de este estudio fue evaluar en dos épocas de siembra diferentes genotipos de frijol en el departamento de Cáceres, estado de Mato Grosso, Brasil.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en el Centro de Pesquisa y Extensão de la Empresa Matogrossense de Pesquisa y Extensão Rural (EMPAER), en Cáceres (16°13' lat. S, 57°40' long. O, y 118 msnm). El lugar presenta condiciones climáticas caracterizadas como caliente y húmeda, con regímenes de lluvia de noviembre a marzo y regímenes de seca de mayo a septiembre (SEPLAN, 2007). El suelo es clasificado como Argissolo Rojo Amarillo Eutrófico Chernossolico (EMBRAPA, 2006).

El diseño estadístico usado fue de bloques al azar, con tres repeticiones, con parcelas de cuatro líneas de 4 m de ancho, con espacio de 0,5 metros entre líneas. El área útil por parcela fueron las dos líneas centrales ya que se descartaron los bordes. La siembra se realizó en dos épocas: de marzo a junio con un periodo considerado lluvioso, y de julio hasta octubre periodo de sequía en el estado de Mato Grosso.

Se evaluaron 17 genotipos de frijol, de diferentes grupos; estos materiales son del programa de mejoramiento del Centro Nacional de Pesquisa de Arroz y Frijol de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (CNPAP/EMBRAPA). Estos materiales están en evaluación y serán lanzados como cultivares (Tabla 1). Para la siembra del experimento se realizó una preparación del terreno con sistema convencional de labranza del suelo y siembra manual, con una densidad de 12 plantas m⁻¹ y fertilización de 20, 90 y 48 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, de acuerdo

con análisis del suelo y recomendaciones para el cultivo. Todas las semillas fueran tratadas con fungicidas (carboxina + tiram). Para el control de

plantas invasoras se realizó control manual de acuerdo a los períodos de las infestaciones con malezas.

Tabla 1. Orden, genotipo, grupo comercial y hábito de crecimiento de los genotipos de frijol evaluados en el Centro de Pesquisa e Extensão de la Empresa Mato-grossense de Pesquisa e Extensão Rurales (EMPAER), Departamento de Cáceres-MT, en dos períodos, 2009.

Table 1. Order, genotype, commercial group and growth behavior of bean genotypes, analyzed in the Research and Extension Center of the Company for Research and Rural Extension (EMPAER) in Cáceres, State of Mato Grosso, in two seasons, 2009.

Orden	Genotipo	Grupo	Hábito de crecimiento
1	BRS 7762 SUPREMO	Preto	Indeterminado
2	JALO PRECOCE	Manteigão/Jalo	Indeterminado
3	BRS ESPLENDOR	Preto	Indeterminado
4	PÉROLA	Carioca	Indeterminado
5	BRS PITANGA	Roxinho	Indeterminado
6	BRS VALENTE	Preto	Determinado
7	VC6	Carioca	Indeterminado
8	BRS PONTAL	Carioca	Indeterminado
9	BRS MG MAGESTOSO	Carioca	Indeterminado
10	BRS HORIZONTE	Carioca	Indeterminado
11	BRS CAMPEIRO	Preto	Determinado
12	BRS TIMBÓ	Roxo	Indeterminado
13	BRS GRAFITE	Preto	Indeterminado
14	BRS VEREDA	Rosinha	Indeterminado
15	BRS REQUINTE	Carioca	Indeterminado
16	BRS ESTILO	Carioca	Determinado
17	BRS 9435 COMETA	Carioca	Determinado

La siembra realizada en la época 1 (marzo de 2009) recibió un volumen de lluvia de 332,8 mm; humedad relativa del aire media fue 78,75%, con temperaturas medias de 25,5°C. En la época 2 la siembra se realizó en julio de 2009, la cantidad de agua de lluvia fue menor (167,8 mm), la humedad relativa del aire media de 69,3% y temperatura media de 24,4°C. En ambas épocas se utilizó riego por aspersión para suplir el déficit hídrico del cultivo.

Se evaluaron cinco características cuantitativas morfo-agronómicas relacionados con la producción: número total de vainas por planta (NTVP), obtenida contando el total de vainas producidas por la planta; número total de semillas por planta (NTSP); número medio de semillas por vainas (NMSV), obtenido por el cociente entre el número total de semillas y el número total de vainas producidas por planta; peso medio de 100 semillas (P100), obtenido pesando una muestra de 100 semillas de cada tratamiento; y rendimiento estimado por hectárea (REND), calculado a partir del peso total de las semillas del área útil (4 m²) siendo transformado para el área total de una hectárea.

Para la evaluación de los datos se utilizó el aná-

lisis conjunto, en que una de las fuentes de variación fue la interacción genotipo x ambiente, permitiendo así la comparación entre los factores, sin diferencia del ensayo que procede. Los datos colectados para cada característica fueran sometidos al análisis de variancia, considerando la interacción genotipo x ambiente, y la comparación de las medias usando el test de Tukey al 5% de probabilidad, considerando el efecto del genotipo como fijo y el ambiente como aleatorio, siendo la naturaleza del modelo mixto, según lo propuesto por Cruz (2005).

El modelo matemático usado fue: $Y_{ijk} = \mu + B/E_{jk} + G_i + E_j + GE_{ij} + ijk$, donde Y_{ijk} : valor observado del i -ésimo genotipo, en el j -ésimo ambiente y k -ésimo block; μ : media general de los ensayos; B/E_{jk} : efecto aleatorio del k -ésimo block, dentro del j -ésimo ambiente; G_i : efecto del i -ésimo genotipo; E_j : efecto del j -ésimo ambiente; GE_{ij} : efecto de la interacción del i -ésimo genotipo con el j -ésimo ambiente; y ijk : error aleatorio asociado a Y_{ijk} .

Se obtuvieron las estimaciones de los parámetros genéticos: coeficiente de variación genotípica, variabilidad genotípica, y coeficiente de determinación genotípica, con el objetivo de evaluar la variación total de cada genotipo expli-

cado por el modelo usado, de acuerdo a la metodología descrita por Cruz et al. (2004). Los parámetros fueron estimados a partir del programa estadístico computacional GENES versión 2009 (Cruz, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de variancia (Tabla 2) presentó diferencias significativas para todas las variables es-

tudiadas, con relación a la interacción genotipo × ambiente. La interacción significativa muestra que los genotipos tienen comportamiento diferenciado en los diferentes ambientes. Las interacciones G × A significativas indican variabilidad entre las épocas de siembra, siendo un factor importante para analizar la eficiencia de los genotipos, e indica el diferencial de respuesta a las variaciones ambientales de épocas, lo que coincide con los resultados de Melo et al. (2007).

Tabla 2. Análisis de variancia en conjunto entre las épocas de cultivo, para cinco variables en 17 genotipos. Ensayos conducidos en el Centro de Pesquisa y Extensión de la Empresa Mato-grossense de Pesquisa y Extensión Rural (EMPAER), en Cáceres - MT, en dos épocas, 2009.

Table 2. Analysis of variance in group between two growing seasons, for five variables in 17 genotypes. Experiments conducted in the Research and Extension Center of the Company for Research and Rural Extension (EMPAER), in Cáceres, State of Mato Grosso, in two seasons, 2009.

Fuente Variac.	G.L.	NTVP	NTSP	NMSV	P100	REND
		N°	N°	N°	g	kg ha ⁻¹
Genotipo (G)	16	93,41 ^{ns}	1416,10 ^{ns}	1,17 ^{ns}	77,18 ^{ns}	455339,18 ^{ns}
Época (E)	1	835,92*	6380,04*	88,23*	140,98*	68897247,04*
G × E	16	96,93*	860,55*	0,67*	54,05*	338541,82*
Residuo	64	7,27	181,34	0,03	2,86	65888,10
Total		1014367,07	54722,58	120,14	2431,56	86214609,35
Media		19,54	76,32	4,09	21,22	1732,19
CV(%)		13,80	17,64	4,45	7,97	14,81

G.L.: grados de libertad; NTVP: Número total de vainas planta; NTSP: número total de semillas por planta; NMSV: número medio de semillas por vainas; P100: peso de 100 semillas; y REND: rendimiento; ^{ns}: No significativo; *: Significativo al nivel de 5% de probabilidad.

Se estimaron los siguientes coeficientes de variación para las cinco variables dentro de las épocas analizadas en conjunto para los 17 genotipos: NTVP (13,80%), NTSP (17,64%), NMSV (4,45%), P100 (7,97%) y REND (14,81%) (Tabla 2). Esos valores se parecen a los obtenidos por otros autores (Rodríguez et al., 1998; Coimbra et al., 1999; Melo et al., 2007; y Pereira et al., 2009.), que observaron valores que variaron entre 7 y 18%. Los resultados no presentaron diferencias significativas, lo que indica necesidad de estudios con relación a la estabilidad y adaptabilidad genotípica de los 17 genotipos, ya que hay baja interacción genotipo y ambiente en el grupo de genotipos estudiados.

Los resultados relacionados con los parámetros genéticos se presentan en la Tabla 3. Usando la comparación de medias de las características en cada período, se observa que el REND en el período 2 fue significativamente

mayor que en el período 1 (2554 versus 910 kg ha⁻¹). Ese resultado puede ser la influencia directa del exceso de lluvias que ocurren en el período 1, lo que coincide con lo informado por otros autores, en que el estrés hídrico tiene influencia directa sobre la producción. Así, el período de cultivo influencia directamente los genotipos.

Los coeficientes de determinación genotípica (H²) revelaron poca influencia del ambiente sobre los genotipos de frijol estudiados (Tabla 3). Falconer y Mackay (1996) comentan que el carácter del rendimiento de granos es gobernado por varios genes de pequeño efecto sobre el fenotipo, clasificándolo como un carácter cuantitativo y de alta influencia ambiental. Entretanto, en todas las variables estudiadas en este trabajo relacionadas con producción y rendimiento se observaron valores altos del coeficiente de determinación genotípica, con excepción de la variable NTVP (Tabla 3).

Tabla 3. Medias y resultados de los análisis individuales de las épocas 1 y 2 y de los parámetros genéticos: media de las características en cada época, coeficiente de variancia genotípica (CV_C), variabilidad genotípica (VAR.GEN), y coeficiente de determinación genotípico (H^2), obtenidos en los ensayos conducidos en el Centro de Pesquisa y Extensão de la Empresa Mato-grossense de Pesquisa e Extensão Rural (EMPAER), en Cáceres - MT, en el departamento de Cáceres, estado de Mato Grosso en dos épocas, 2009.

Table 3. Means and results of individual analyzes of the seasons 1 and 2 and genetic parameters: mean of the characteristics in every season, variance coefficient of genotype determination, obtained through research conducted in the Research and Extension Center of Company for Research and Rural Extension (EMPAER), Cáceres, State of Mato Grosso, in two seasons, 2009.

EPOCA	NTVP	NTSP	NMSV	P100	REND
	N°	N°	N°	g	kg ha ⁻¹
MEDIA					
1	22,40a	68,41a	3,16b	22,39a	910,33 b
2	16,68b	84,22a	5,02a	20,04a	2554,06 a
CV_C (%)					
1	5,77	4,78	3,36	7,84	16,31
2	21,51	22,27	4,67	8,10	12,96
VAR.GEN					
1	49,90	359,43	0,32	15,61	103416,18
2	8,68	278,55	0,27	26,22	117285,42
H^2					
1	0,98	0,99	0,98	0,93	0,93
2	0,66	0,70	0,93	0,96	0,76

Época 1: marzo de 2009; Época 2: julio de 2009; NTVP: Número total de vainas planta; NTSP: número total de semillas por planta; NMSV: número medio de semillas por vainas; P100: peso de 100 semillas; y REND: rendimiento.

Las letras indican significancia según el test de Tukey a 5% de probabilidad.

Cruz (2005) afirma que para el modelo mixto de genotipo fijo y ambiente aleatorio, las estimaciones son las mismas para el coeficiente de determinación (H^2) y heredabilidad (h^2), respectivamente, facilitando así la discusión entre los valores obtenidos por este estudio. Los valores estimados para el parámetro genético, coeficiente de determinación, demostraron que para el período 1 la variación fue aproximadamente 93 a 99%, y en el período 2 fue entre 66 y 96%, para las diferentes variables analizadas. Se encontraron valores relativamente altos para el coeficiente de determinación genotípica (H^2), principalmente en relación al período 1, valores que fueron similares a los obtenidos por otros autores (Pternelli et al., 1994; Lana, 1996; Ferrão, 1997; Coimbra et al, 1999; Coelho et al., 2002) en estudios de parámetros genéticos en cultivares de frijol común.

De acuerdo a la Tabla 4, el mayor rendimiento lo presentó BRS ESPLENDOR, pero es estadísticamente igual a VC6, BRS CAMPEIRO, JALO PRECOCE, BRS PITANGA, BRS MG

MAGESTOS, BRS PONTAL, BRS ESTILO, BRS HORIZONTE, BRS 7762 SUPREMO, y BRS VALENTE.

Resultados encontrados por Pereira et al. (2009) destacan el genotipo PEROLA como mas productivo en diferentes períodos y regiones de producción, pero en este estudio, cuando se comparan períodos en conjunto, el genotipo PEROLA no se destaca, mostrando ser más sensible a los ambientes evaluados en el presente trabajo.

El genotipo BRS REQUINTE presentó una productividad inferior al genotipo BRS ESPENDOR, que demostró ser el más productivo (1306 kg ha⁻¹ versus 2307 kg ha⁻¹) (Tabla 4). Entretanto para efecto de recomendación, Faria et al. (2004) afirmaron que este genotipo presenta oscurecimiento reducido del tegumento del grano durante el almacenamiento, asociado a buena calidad culinaria con tiempo de cocción reducido, siendo uno de los pocos cultivares del frijol que pueden ser almacenados, sin sufrir depreciación de su valor comercial, pues no presenta oscurecimiento de los granos en los cinco primeros meses de almacenamiento.

Tabla 4. Rendimientos de los 17 genotipos analizados en conjunto para las dos épocas de cultivo, conducidos en la Empresa Mato-grossense de Pesquisa y Extensão Rural (EMPAER), no municipio de Cáceres-MT.

Table 4. Yields of the 17 genotype in conjoint analysis for the two seasons, conducted in the Research and Extension Center of the Company for Research and Rural Extension (EMPAER), Cáceres, State of Mato Grosso.

GENOTIPOS	NTVP	NTSP	NMSV	P100	REND
	N°	N°	N°	g	kg ha ⁻¹
V6	19,28 bcd	74,66 abc	4,23 cde	20,92 cde	1975,40 ab
BRS CAMPEIRO	13,16 d	44,48 c	3,54 gh	32,02 a	2058,06 ab
JALO PRECOCE	18,66 bcd	87,03 ab	4,67 abc	26,41 b	1741,21 ab
BRS PITANGA	25,76 ab	94,11 a	4,08 defg	18,54 de	1630,17 ab
BRS MG MAGESTOS	18,85 bcd	65,30 abc	3,64 fgh	19,39 cde	2060,82 ab
BRS VEREDA	20,21 bcd	89,28 ab	4,34 bcde	19,35 cde	1531,90 b
BRS ESPLENDOR	21,91 bc	93,58 ab	4,46 abcd	20,89 cde	2307,44 a
BRS PONTAL	19,11 cd	92,58 ab	4,94 a	20,06 cde	1799,06 ab
BRS ESTILO	20,85 bcd	79,20 abc	4,94 a	21,82 bcd	1997,13 ab
PÉROLA	17,36 cd	59,85 abc	3,93 defgh	24,08 bc	1525,00 b
BRS GRAFITE	13,35 d	54,08 bc	3,89 efgh	21,54 bcde	1491,16 b
BRS HORIZONTE	18,80 bcd	66,08 abc	3,51 h	19,61 cde	1679,21 ab
BRS 9435 COMETA	18,11 bcd	63,71 abc	3,81 efgh	21,39 cde	1371,88 b
BRS 7762 SUPREMO	17,41 cd	81,18 abc	4,77 ab	17,52 de	1717,37 ab
BRS REQUINTE	19,93 bcd	85,13 ab	4,33 bcde	16,81 e	1305,75 b
BRS VALENTE	19,41 bcd	72,80 abc	3,68 fgh	20,43 cde	1781,49 ab
BRS TIMBÓ	30,03 a	94,35 a	3,64 fgh	19,92 cde	1474,19 b

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre si según test de Tukey a 5% de probabilidad. NTVP: Número total de vainas planta; NTSP: número total de semillas por planta; NMSV: número medio de semillas por vainas; P100: peso de 100 semillas; y REND: rendimiento.

El genotipo BRS CAMPEIRO alcanzó buenos resultados en rendimiento, mostrando ser favorable al cultivo en diferentes periodos; resultados encontrados por Melo et al. (2007) indican que este genotipo es más adecuado a las condiciones de alta y baja tecnología, con poca influencia del ambiente. Se observó además que los genotipos BRS VEREDA, PEROLA, BRS GRAFITE, BRS 9435 COMETA, BRS REQUINTE y BRS TIMBO obtuvieron el menor desempeño en REND, para la media de ambos periodos de siembra. Los genotipos que tienen NTVP y NTSP elevado no siempre están en el grupo de los más productivos. Por ejemplo el genotipo BRS TIMBO obtuvo un valor alto en esta variable pero no está en el grupo de los genotipos mas productivos.

CONCLUSIONES

El genotipo BRS ESPLENDOR presentó el mayor rendimiento, pero fue estadísticamente igual a VC6, BRS CAMPEIRO, JALO PRECOCE, BRS PITANGA, BRS MG MAGESTOS, BRS PONTAL, BRS ESTILO, BRS HORIZONTE, BRS 7762 SUPREMO, y BRS VALENTE.

BIBLIOGRAFIA

- Allard, R.W., and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding. *Crop Science* 4(7):503-508.
- Borém, A. 1997. Melhoramento de plantas. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Brasil.
- Coelho, D.F., A.A. Cardoso, C.D. Cruz, G.A.A. Araújo, M.R. Furtado, e C.L.F. Amaral. 2002. Herdabilidade e correlações da produção do feijão e dos seus componentes primários, nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão-outono. *Ciência Rural*, Santa Maria 32(6):211-216.
- Coimbra, J.L.M., A.F. Guidolin, F.I.F. Carvalho, S.M.M. Coimbra, e S. Hemp. 1999. Reflexos da interação genótipo x ambiente e suas implicações nos ganhos de seleção em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria 29(3):433-439.
- Cordeiro, A., e C. Marcato. 1994. Milho: a volta das variedades crioulas. In A. Gaifani, e A. Cordeiro (eds.). *Cultivando a diversidade: re-*

- curiosos genéticos e segurança alimentar. Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, Rio de Janeiro, Brasil.
- Cruz, C.D. 2005. Princípios de genética quantitativa. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Brasil.
- Cruz, C.D. 2006. Programa Genes: estatística experimental e matrizes. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Brasil.
- Cruz, C.D., A.J. Regazzi, e P.C.S. Carneiro. 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3a. ed. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Brasil.
- EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de Solos. 2a. ed. Embrapa-CNPq, Brasília, Brasil.
- Falconer, D.S., and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th.ed. Longman Group Limited, Edinburgh, UK.
- Faria, L.C., J.G.C. Costa, C.A. Rava, M.J. Del Peloso, L.C. Melo, G.E.S. Carneiro, D.M. Soares, J.L.C. Diaz, A.F.B. Abreu, J.C. Faria, A. Sartorata, H.T. Silva, P.Z. Bassinelo, and F.J.P. Zimmermann. 2004. BRS Requite: new common bean carioca cultivar with the delayed grain darkness. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa 4(3):366-368.
- Ferrão, M.A.G. 1997. Tolerância do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ao frio: análise dialéctica, divergência genética e correlação entre caracteres. Tese Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil.
- Lana, A.M.Q. 1996. Avaliação de linhagens de feijão obtidas pelo método de melhoramento Single Seed Descendent (SSD) nos sistemas de plantio em monocultivo e consórcio com o milho. 125 p. Tese Doutorado em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil.
- Melo, L.C., P.G.S. Melo, L.C. Faria, J.L.C. Diaz, M.J.D. Peloso, C.A. Rava, e J.G.C. Costa. 2007. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijão-comum na Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42(5):715-723.
- Pereira, H.S., L.C. Faria de, M.J.D. Peloso, J.G.C. Costa Da, C.A. Rava, e A. Wendland. 2009. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44(1):29-37.
- Peternelli, L.A., A.A. Cardoso, e C.D. Cruz. 1994. Herdabilidades e correlações do rendimento do feijão e seus componentes primários no monocultivo e no consórcio. *Revista Ceres* 41(4):306-316
- Ramalho, M.A.P., A.F.B. Abreu, e P.S.J. Santos. 1998. Interações genótipos x épocas de semeadura, anos e locais na avaliação de cultivares de feijão nas Regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras 22(2):176-181.
- Rodriguez, R., N.L. Leal, e M.G. Pereira. 1998. Análise dialéctica de seis características agronômicas em *Phaseolus vulgaris* L. *Bragantia*, Campinas 57(2):257-262.
- SEPLAN. 2007. Mato Grosso: solos e paisagens. SEPLAN/UNESCO, Cuiabá - MT, Brasil.