

Propuesta para clasificación de coeficiente de variación en experimentos de mejoramiento genético de café

Gustavo Alvares Velásquez¹; Lucas Rodrigues Rosado²; Matheus Henrique Silveira Mendes²; César Elias Botelho³; Gladyston Rodrigues Carvalho³; Flávia Maria Avelar Gonçalves⁴

Gustavo Alvares Velásquez

Tela Honduras C.A.

Introducción

- ▶ El café: ciclo reproductivo largo, bienalidad, diferencias en la madurez y la longevidad productiva (Sera, 2001; Oliveira *et al.*, 2011).
- ▶ Las conducciones de los experimentos deben realizarse dentro de un rigor experimental.



Introducción

- ▶ Calidad de los resultados experimentales.
- ▶ Precisión de los experimentos (Anderson et al., 2011).
- ▶ El coeficiente de variación experimental (CVe) es una medida de dispersión empleada para estimar la precisión de los experimentos

$$CVe\% = \frac{s}{\bar{x}} * 100,$$

- ▶ Cuanto menor sea la estimación del CVe, mayor será la precisión del experimento (Cagnetutti e Storck 2007).



Introducción

- ▶ Experimentos con baja precisión (Judice *et al.*, 2002) pueden inducir la obtención de conclusiones incorrectas:
- ▶ Aumentando la probabilidad de ocurrencia del erro tipo II,
 - Indicando que no hay diferencia significativa entre tratamientos cuando en realidad existen diferencias entre ellos.
- ▶ Se debe resaltar que la existencia de un C_{Ve} que estime la precisión experimental es de fundamental importancia (Scapim *et al.*, 1995).



Introducción

□ Clasificación de los CVE (Pimentel Gomes, 1990):

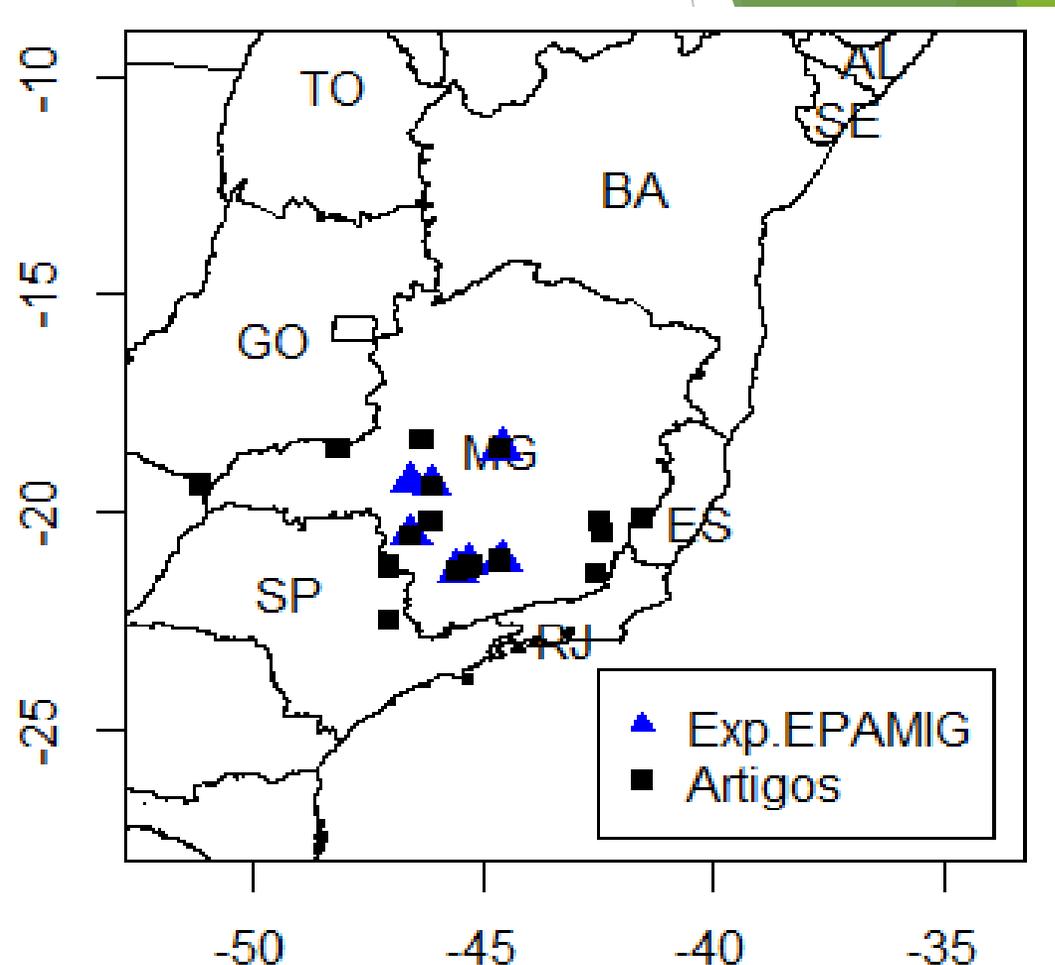
- Bajo = Inferior a 10%,
 - Médio = Entre 10 e 20%,
 - Alto = Entre 20 e 30%,
 - Muy alto = Superior a 30%
- ▶ Algunos trabajos ya se llevaron a cabo para obtener intervalos de clasificación del CVE como:
- Maiz (Scapim et al., 1995)
 - Arroz (Costa et al., 2002)
 - Espécies forestales (Garcia, 1995)
 - Soja (Carvalho et al., 2003) entre outros.
- ▶ En el caso del **café todavía no** se ha propuesto una clasificación de los CVE que considere las particularidades de la cultivo.

Objetivo

- ▶ El objetivo de este trabajo es presentar una clasificación de coeficiente de variación para productividad de granos del café, a fin de orientar a los investigadores en la evaluación de la precisión de los experimentos con café (*Coffea arabica*).

Materiales y métodos

- ▶ Se utilizaron datos de 62 artículos publicados en revistas entre **1993 e 2017**.
 - En el cultivo de café (*Coffea arabica*).
 - Referente a los CVe de productividad de los granos.
- ▶ Se utilizaron datos de **24 experimentos**.
 - En el programa de mejoramiento genético de café, liderados por (**EPAMIG**), en el Estado de MG, entre los años de **1999 hasta 2016**.



Materiales y métodos

- Los experimentos utilizados se refieren a la competencia de progenies y cultivares en diferentes generaciones,
 - Evaluadas de cuatro a ocho cosechas
 - Utilizando el delineamiento de bloques al azar, con tres a cuatro repeticiones.
 - Los datos de productividad se agruparon considerando la **cosecha por año (CA)**, el **bienio** y la **media general** de todas las cosechas en un experimento (MC).
- ▶ Análisis de varianza individual para estas estrategias.

Materiales y métodos

- ▶ Las estimaciones de los CVE se obtuvieron de acuerdo con los modelos estadísticos, utilizando la fórmula : $\text{CVE}\% = \frac{S}{\bar{X}} * 100$,
- ▶ Para análisis estadísticos se utilizó el software **R Core Team (2017)**, realizando un análisis de varianza para el conjunto de datos de los experimentos de EPAMIG.
- ▶ También prueba de normalidad de los CVE's en todos los experimentos por la prueba de Shapiro-Wilk y estadísticas descriptivas, tales como :
 - ▶ Media geral (\bar{X})
 - ▶ Máximo y mínimo
 - ▶ Coeficientes de **assimetria** y **curtose**
 - ▶ CVE, tablas de frecuencia simples y acumuladas.

Materiales y métodos

- ▶ El método propuesto por **García (1989)** es inconsistente cuando los datos no siguen la distribución normal.
- ▶ Cuando los C_{Ve} obtenidos no cumplen este requisito, **Costa et al., (2002)** presentaron una alternativa para la construcción de los intervalos.

Materiales y métodos

- ▶ El método de García (1989) se basa en la **media** (\bar{X}) de los CVE's y en la **desviación estándar** (s), suponiendo la **normalidad** de los datos, para la construcción de intervalos de CVE de la siguiente forma :
- Bajo = $CVe \leq (\bar{X} - 1S)$
- Medio = $(\bar{X} - 1S) < CVe \leq (\bar{X} + 1S)$
- Alto = $(\bar{X} + 1S) < CVe \leq (\bar{X} + 2S)$
- Muy Alto = $CVe > (\bar{X} + 2S)$

Materiales y métodos

- ▶ El método de Costa et al., (2002) para definir las bandas de clasificación de CVe se basó en el uso de la **mediana** (Md) y **Pseudo-sigma** (PS) son más eficientes que la media y la desviación de patrón.
- ▶ Las franjas de clasificación se establecieron de la siguiente forma :
- ▶ Bajo = $CVe \leq (Md - 1PS)$
- ▶ Medio = $(Md - 1PS) < CVe \leq (Md + 1PS)$
- ▶ Alto = $(Md + 1PS) < CVe \leq (Md + 2PS)$
- ▶ Muy Alto = $CVe > (Md + 2PS)$

Materiales y métodos

- ▶ **Mediana (Md) e Pseudo-sigma (PS).**
- En que: $Md = (Q1 + Q3)/2$ es la mediana de los coeficientes de variación, Q1 y Q3 son el primer y tercer cuartil, los cuales **delimitan el 25%** de cada extremo de la distribución;
- PS es el **pseudo-sigma** ($PS = IQR/1,35$) siendo IQR la amplitud intercuartílica ($IQR = Q3 - Q1$), medida resistente que indica cuánto los datos están distanciados de la mediana.
- El valor **1,35** corresponde a la distancia entre **Q1 y Q3** en la distribución normal..
- Según Costa et al., (2002), o **pseudo-sigma** sería la desviación estándar que una distribución normal.

Resultados y Discusión

- ▶ Se observó que los valores de CVe no siguieron una distribución normal de acuerdo con la **prueba de Shapiro-Wilk** al nivel del 5% de significancia, con excepción de la media de cosecha para cada experimento.

Tabela 1. Número de CVe's (N), média, mínimo, máximo, teste de normalidade e forma da distribuição dos coeficientes de variação da variável de produtividade de grãos.

Variável*	N	Média	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose	Shapiro-Wilk
AP	95	26,80	11,68	61,45	1,00	0,38	$5,27 \cdot 10^{-6}$
CA	118	43,90	14,55	97,89	0,93	0,61	$1,54 \cdot 10^{-5}$
Biênio	74	30,20	14,01	64,68	0,79	0,25	$3,42 \cdot 10^{-3}$
MC	24	21,00	10,87	33,35	0,66	-0,33	0,105

*AP-Artigos publicados; CA - Colheita por ano; MC – Média de colheitas.

Resultados y Discusión

- ▶ Este hecho también puede ser observado por el análisis de los histogramas (Figura 2)

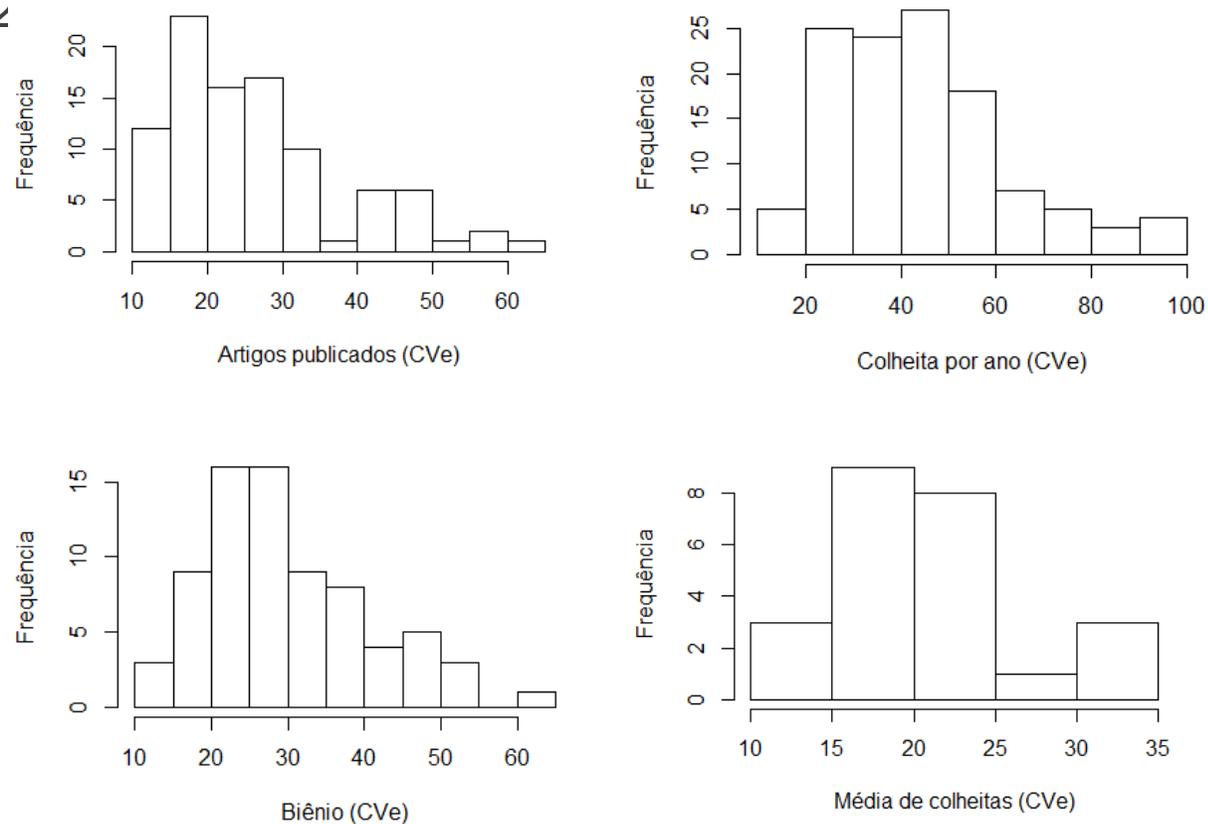


Figura 2. Histogramas dos coeficientes de variação dos artigos publicados, colheitas individuais, biênios e médias de colheitas dos experimentos na EPAMIG.

Resultados y Discusión

- Para la clasificación de los CVe para la productividad de granos, considerando los 62 artículos publicados.

Tabela 2. Comparação dos resultados pelos métodos de Costa *et al.*, (2002) e Pimentel Gomes (1990) para classificação dos coeficientes de variação para a produtividade de grãos obtidos na análise dos 62 artigos.

Variável*	Md	PS	Classificação			
			Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
AP	23,81	9,81	$CVe \leq 14,00$	$14,0 < CVe \leq 33,62$	$33,62 < CVe \leq 43,43$	$CVe > 43,43$
Pimentel Gomes (1990)			$CVe \leq 10$	$10 < CVe \leq 20$	$20 < CVe \leq 30$	$CVe > 30$

*AP-Artigos publicados.

Las franjas de clasificación del CVe, fueron relativamente menores que los resultados encontrados.

Por eso ocurre esa diferencia en las clasificaciones de los CV's.

Resultados y Discusión

Tabela 3. Método, mediana (Md), Pseudo-digma (PS), média (\bar{X}), desvio-padrão (s), e classificação dos coeficientes de variação das variáveis de produção colheitas por ano, biênio e média de colheitas de experimento.

Variável*	Md	PS	Classificação			
			Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Costa et al., (2002)						
CA	41,90	16,30	$CVe \leq 25,60$	$25,60 < CVe \leq 58,20$	$58,20 < CVe \leq 74,50$	$CV > 74,50$
Biênio	28,63	10,14	$CVe \leq 18,50$	$18,50 < CVe \leq 38,77$	$38,77 < CVe \leq 48,90$	$CV > 48,90$
MC	19,53	6,55	$CVe \leq 12,98$	$12,98 < CVe \leq 26,08$	$26,08 < CVe \leq 32,63$	$CV > 32,63$
Garcia (1989)						
	\bar{X}	s				
MC	21,00	5,89	$CVe \leq 15,11$	$15,11 < CVe \leq 26,89$	$26,89 < CVe \leq 32,78$	$CV > 32,78$
Pimentel Gomes (1990)						
	-	-	$CVe \leq 10$	$10 < CVe \leq 20$	$20 < CVe \leq 30$	$CVe > 30$

*AP-Artigos publicados; CA - Colheita por ano; MC – Média de colheitas.

(Bonomo et al., 2004; Sera, 1980; Mendes, 1994; Fonseca, 1999).

Resultados de Silva et al., (2011) en frutos de pimentas, Ferreira et al., (2016) en melon, Mora y Arriagada, (2016) en *Eucalyptus* y por Amaral et al., (1997) en frutos de citricos.

Resultados y Discusión

- ▶ Es necesario la clasificación específica de los CVE referentes a la productividad de granos de café.
- ▶ Cada agrupación presentó valores de CVE diferentes, lo que resalta la necesidad de un enfoque distinto de esa medida de variación, conforme la **naturaleza de los datos**.
- ▶ Los resultados obtenidos en este estudio pueden ser utilizados como referencia para verificar, si están o no, dentro de un rango de clasificación del CVE.
- ▶ Pueden ser utilizados en el área de mejoramiento del café en la selección de progenies y cultivares,
- ▶ La clasificación es una herramienta útil para orientar a los investigadores interesados en estimar la precisión de sus experimentos.

Conclusiones

- ▶ Los intervalos de clasificación de los CVE encontrados para la productividad de café pueden ser utilizados como referencia para determinar la precisión experimental en el área de mejoramiento de café.

Muchas gracias!!

galvaresv@gmail.com

gustavo.velasquez@unah.edu.hn