

# Influencia de la interacción genotipos por ambientes en el mejoramiento del café

*Gustavo Alvares Velásquez<sup>1</sup>; Regis de Castro Carvalho<sup>2</sup>; Juliana Andrade Dias<sup>2</sup>; César Elias Botelho<sup>3</sup>; Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>3</sup>; Flávia Maria Avelar Gonçalves<sup>4</sup>*

Gustavo Alvares Velásquez

Tela, Honduras C.A. 2019.

# Introducción

## ➤ **Distribución de la producción en la cosecha 2018, en las principales especies de café:**

### **En el mundo**

- *Coffea arabica*: 61,18%.
- *Coffea canephora*: 38,19% (ICO, 2018).

### **En el Brasil**

- *C. arabica*: 76,70% (45,9 millones de quintales).
- *C. canephora*: 23,30% (13,9 millones de quintales) (CONAB, 2018).

### **Minas Gerais**

- *Arabica*: 31,5 millones de quintales.
- *Conilon*: 335,8 mil quintales.

# Introducción

## ➤ **El cultivo del café, presenta aspectos biológicos peculiares:**

- Ciclo productivo largo.
- Bienalidad de la producción (SERA, 1980; CARVALHO, 1989; MENDES, 1994).

Estas características llevan a:

- Necesidad de evaluar los genotipos en varias cosechas, ampliándose el período de evaluación.
- Siendo necesario la precisión en los métodos de selección (RESENDE et al., 2001).

# Objetivos

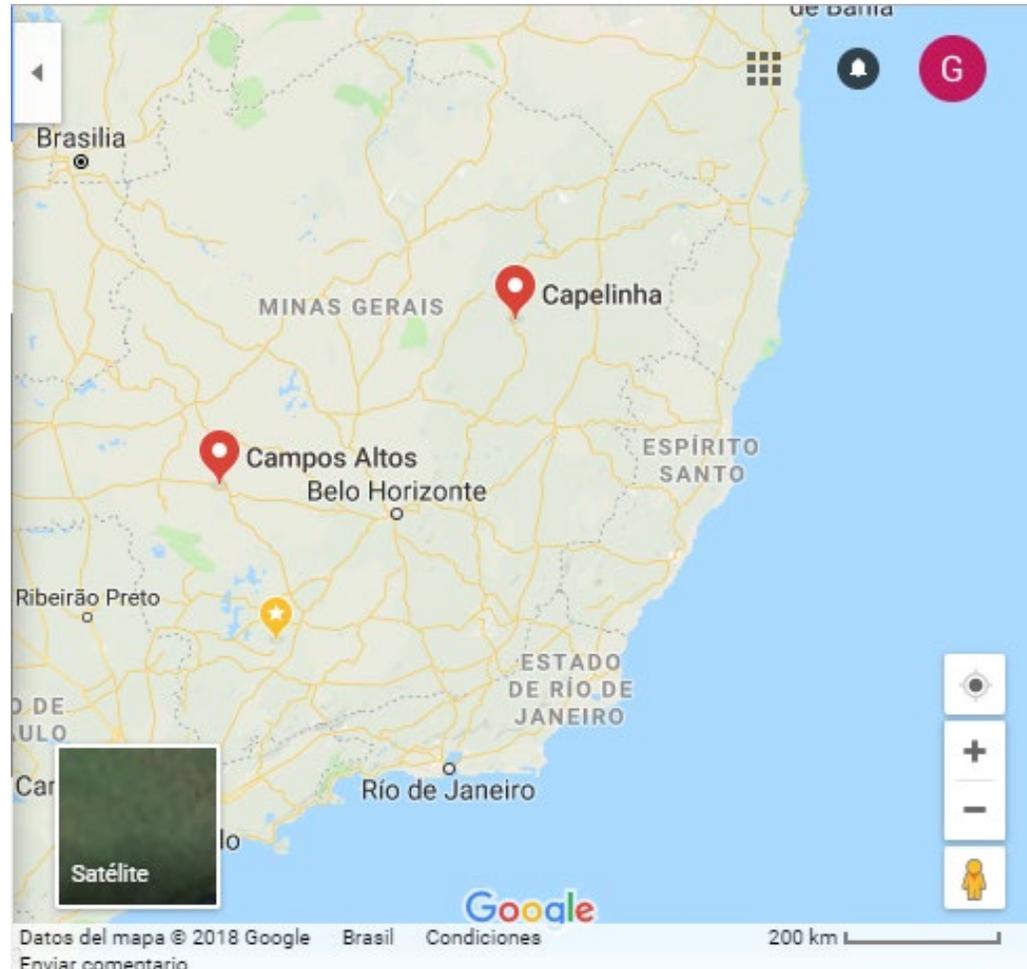
- Verificar si es posible reducir el número de cosechas para la selección de genotipos de *Coffea arabica*, cuando se utiliza el abordaje de modelos mixtos.
- Evaluar la influencia de la interacción genotipos por ambientes en la selección de genotipos en diferentes grupos de cultivares de café en ambientes-test.

# Materiales y métodos

❖ En la realización de este trabajo se utilizaron los datos de **tres experimentos** de café (*Coffea arabica*) conducidos por EPAMIG.

❖ Los datos fueron recolectados

- **Campos Altos-MG.**
- **Capelinha-MG.**

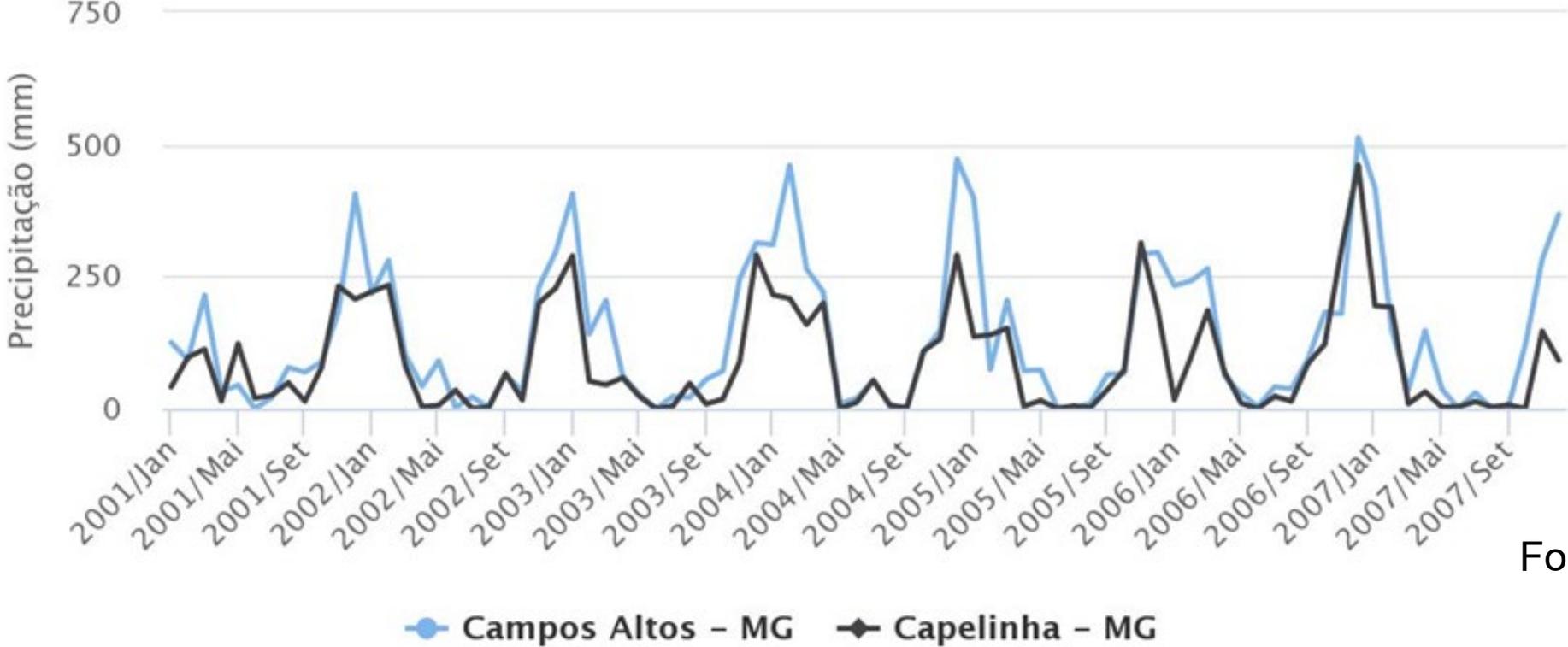


# Materiales y métodos

## ❖ Características y variables climáticas de los locales de los experimentos

<b>Características</b>	<b>Campos Altos</b>	<b>Capelinha</b>
Tipo do solo	Latossolo Vermelho- Amarelo	Latossolo Vermelho- Amarelo húmico
Textura	Argilosa	Argilosa
Relevo	Plano	Ondulado
Altitude	1230 m	820 m
Latitude	19° 41' 46" S	21°40'S
Longitude	46° 10' 17" O	45°55'00"W
Temperatura média anual	17,6 °C	21,3 °C
Precipitação média anual	1.830 mm	1.450 mm

# Materiales y métodos



Fonte: Agritempo

Figura 1 – Precipitación mensual de 2001 até 2007 en Campos Altos-MG y Capelinha-MG.

# Materiales y métodos

## ❖ **Genotipos evaluados:**

- **Icatu:** 11 genotipos y 4 testigos.
- **Catuaí:** 15 genotipos y 5 testigos.
- **Mundo Novo:** 34 genotipos y 1 testigo.

❖ Fueron evaluadas seis cosechas en cada local.

❖ En las cosechas 2001/2002 a 2006/2007.

# Materiales y métodos

## ❖ Características de los genotipos:

### ➤ Icatu

- Porte alto;
- Color del fruto rojo o amarillo;
- Moderadamente resistente a la roya;



# Materiales y métodos

- ❖ El delineamiento experimental utilizado fue el de bloques completos al azar.
  - ✓ Con cuatro repeticiones.
  - ✓ Parcela de 6 plantas.
  - ✓ Espaciamiento de 3,5 m entre calle x 0,80 m entre plantas.

# Materiales y métodos

1. Se realizaron los análisis individuales para cada cosecha en cada local.
2. Se realizó el análisis en el esquema de parcelas subdivididas en el tiempo para cada local.
3. Se realizó el análisis conjunto de locales, en el esquema de parcelas subdivididas en el tiempo.

*Se utilizaron combinaciones de tres, cuatro, cinco, bienios, años de cosecha alta (cosechas 2, 4 y 6) y años de cosechas bajas (cosechas 1, 3 y 5).*

# Materiales y métodos

## ❖ Índice de coincidencia y ganancia de selección

✓ Se estimó la coincidencia de los genotipos seleccionados, con 10%, 20% y 30% de intensidad de selección, utilizando la siguiente expresión de Hamblin y Zimmerman (1986):

$$✓ IC\% = \frac{A-C}{B-C} \times 100$$

✓ **A**: el número de genotipos coincidentes entre los mejores seleccionados en la comparación dos a dos.

✓ **B**: número de genotipos seleccionados.

✓ **C**: cuantifica el número de genotipos coincidentes debido al azar.

# Materiales y métodos

## ❖ Ganancia de selección

✓ Con las siguientes intensidades de selección: 10%, 20% e 30%.

Se utilizó la siguiente expresión :

$$✓ GS(\%) = \frac{m_s - m_o}{m_o} \times 100$$

✓ ***ms***: es la media seleccionada de los mejores genotipos en las diferentes combinaciones.

✓ ***mo***: es la media original de los genotipos en la generación.

# Materiales y métodos

❖ **Herdabilidad** en la media de los genotipos por cosecha.

$$\checkmark h^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \frac{\sigma_e^2}{j}}$$

❖ **Herdabilidad** en la media de los genotipos en la análisis subdividida en el tiempo por local.

$$\checkmark h^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \frac{\sigma_{pc}^2}{q} + \frac{\sigma_{pb}^2}{j} + \frac{\sigma_e^2}{qj}}$$

✓  $j$ : número de repeticiones;

✓  $q$ : número de cosechas.

❖ **Precisión** en la media de los genotipos por cosecha:

$$\checkmark r_{gg} = \sqrt{h^2}$$

✓ **Correlaciones de Spearman** entre la media las cosechas combinadas y el total de seis cosechas, tanto por local y conjunta de locales.

# Materiales y métodos

- Análisis estadístico
- ✓ Todos los análisis se realizaron utilizando el software R en el paquete Asreml (R Core Team, 2017; Butler et al. 2007).

# Resultados y discusión

## 1. Genótipos de Icatu

Tabela 3. Média de produtividade de grãos (sc/ha), coeficiente de variação experimental (CVe), variância genética ( $\sigma_g^2$ ), variância do erro ( $\sigma_e^2$ ), herdabilidade ( $h^2$ ) e acurácia seletiva ( $r_{gg}$ ) das colheitas anuais do experimento de genótipos de Icatu em Campos Altos-MG e Capelinha-MG.

Parâmetros	Colheitas						
	Campos Altos						
	1	2	3	4	5	6	
Média (Sc/ha)	9,98	49,44	3,68	82,56	4,93	86,38	
CVe (%)	46,49	24,57	43,60	24,93	65,92	36,15	
$\sigma_g^2$	5,35 <sup>ns</sup>	64,91*	4,09*	27,29 <sup>ns</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	41,17 <sup>ns</sup>	
$\sigma_e^2$	21,54	147,54	2,57	423,53	10,54	242,26	
$h^2$ (%)	49,83	63,76	86,42	20,49	47,63	58,85	
$r_{gg}$	0,71	0,80	0,93	0,45	0,69	0,77	
Parâmetros	Capelinha						
	Média (sc/ha)	15,59	19,86	30,87	26,56	28,73	86,4
	CVe (%)	42,31	43,87	46,76	69,80	53,52	38,62
	$\sigma_g^2$	29,22*	21,08 <sup>ns</sup>	202,43*	40,15 <sup>ns</sup>	199,71*	195,95 <sup>ns</sup>
	$\sigma_e^2$	43,51	75,93	208,31	343,77	180,35	1113,10
	$h^2$ (%)	72,87	52,62	79,54	31,84	81,58	41,32
	$r_{gg}$	0,85	0,73	0,89	0,56	0,90	0,64

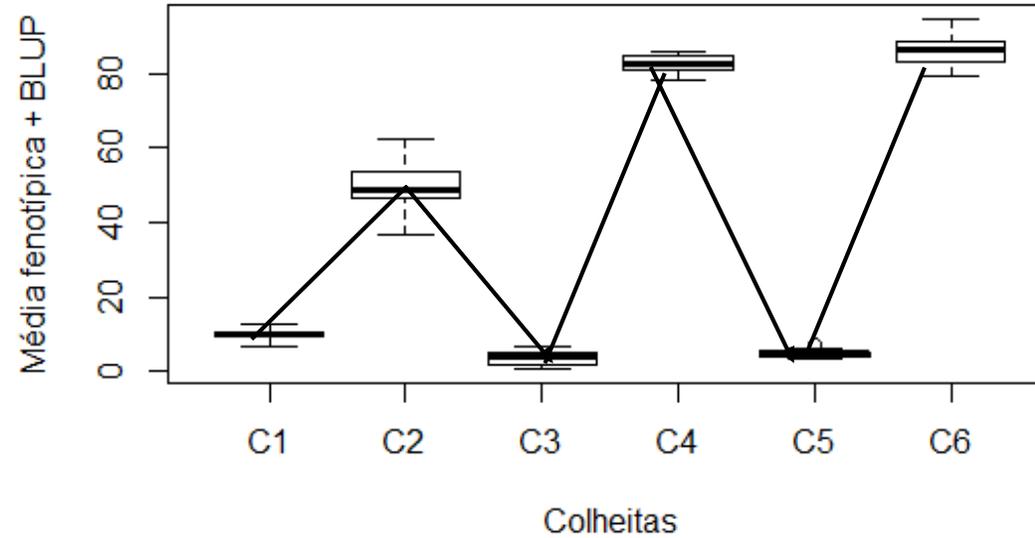
(SERA, 1980; MENDES, 1994; FONSECA, 1999; BONOMO et al., 2004).

Variam de **37 a 57%**, conforme Srinivasan et al. (1979), de **61 a 93%** (FAZUOLI et al., 2000) e de **71 a 80%** (BONOMO et al., 2004).

<sup>ns</sup>: não significativo; \*, : significativo 5% pelo teste de razão de máxima verossimilhança (LRT).

# Resultados y discusión

Campos Altos



(SERA, 1980; CARVALHO, 1989; MENDES, 1994).

Capelinha

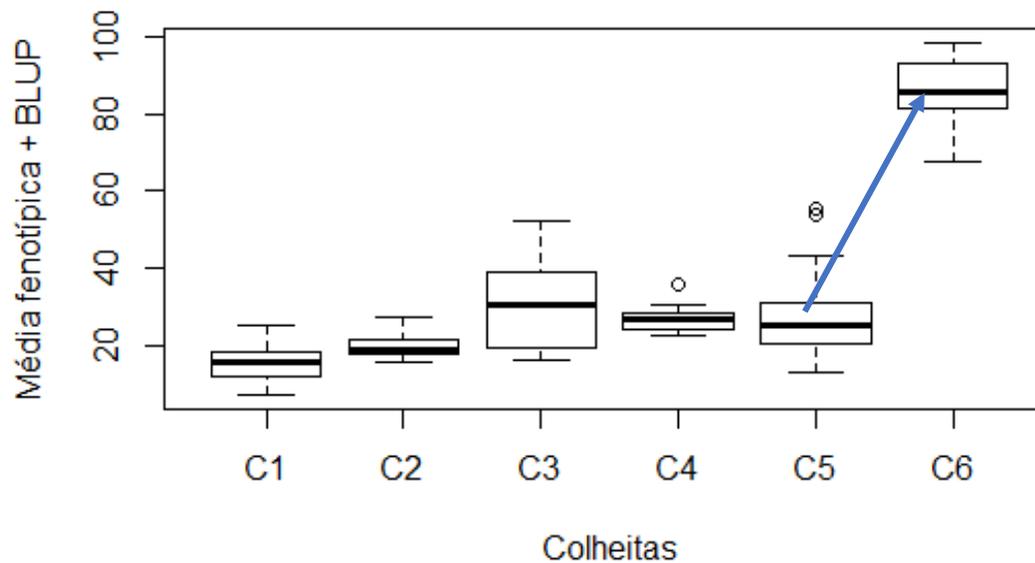


Figura 2 - Box-plot da média fenotípica + BLUP das colheitas anuais dos experimentos de genótipos de Icatu.

# Resultados y discusión

Tabela 4. Componentes de variância da análise em parcelas subdividida no tempo das colheitas por local, para produtividade de grãos (sc/ha).

<b>Componentes de variância</b>	<b>Campos Altos</b>	<b>Capelinha</b>
Genótipos	2,10 <sup>ns</sup>	43,20*
Genótipos x Blocos	20,68*	19,24 <sup>ns</sup>
Genótipos x Colheitas	22,09*	71,55*
Resíduo	120,65	308,26
h <sup>2</sup> (%)	13,17	59,36

<sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5% pelo teste de razão de máxima verossimilhança (LRT).

Segun Bonomo et al., (2004), es probablemente en función de las diferentes expresiones a lo largo del crecimiento y el desarrollo, además de las condiciones ambientales presentadas en los años de cosecha.

Ratifican la importancia de evaluar las magnitudes de las interacciones de genotipos por cosechas, como fue constatado por Vencovsky y Barriga (1992).

# Resultados y discusión

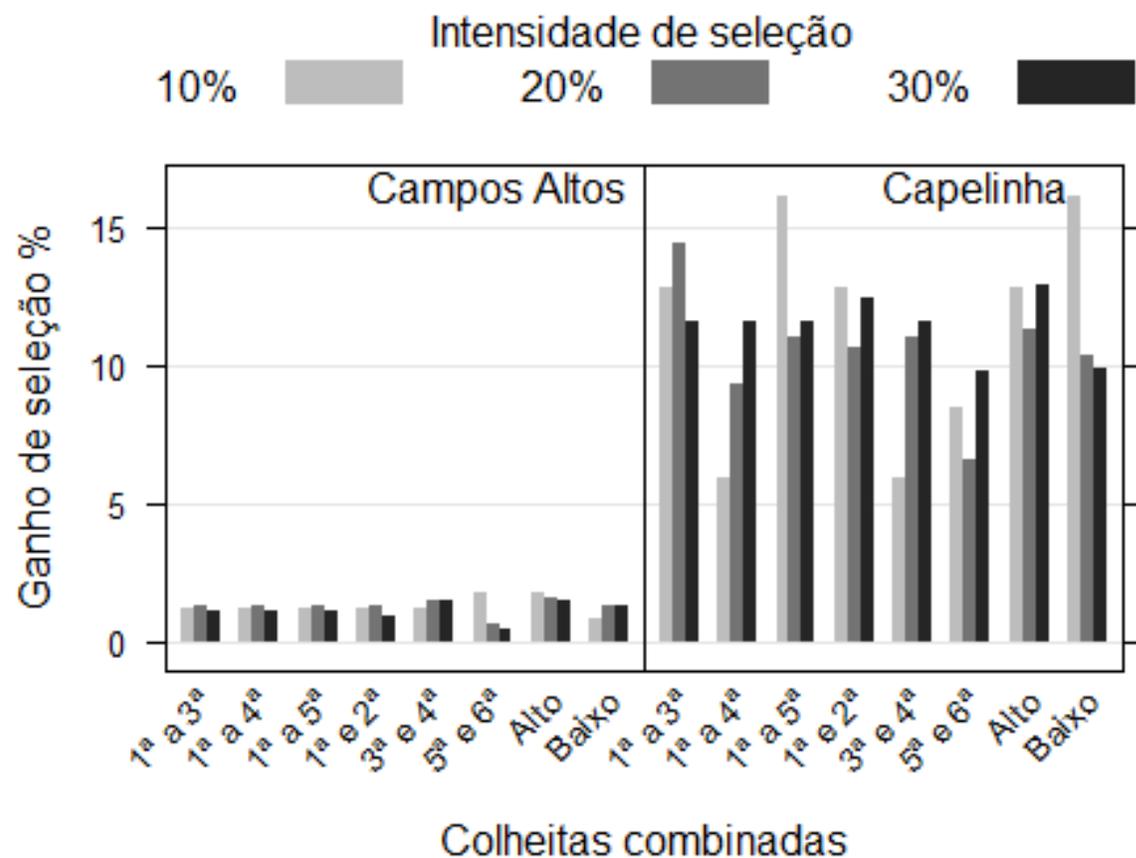


Tabela 5. Índice de coincidência da seleção de genótipos na média de colheitas combinadas de cada local comparado com a média de seis colheitas por local, com intensidade de seleção de 10, 20 e 30%.

Colheitas combinadas	Campos Altos			Capelinha		
	10%	20%	30%	10%	20%	30%
1ª a 3ª	0	50	50	0	100	50
1ª a 4ª	0	50	50	0	50	50
1ª a 5ª	0	50	50	100	50	50
Biênio 1ª e 2ª	0	50	50	0	50	50
Biênio 3ª e 4ª	0	0	100	0	50	50
Biênio 5ª e 6ª	100	0	0	0	0	0
Alta	100	100	100	0	50	100
Baixa	0	50	50	100	50	0

Gráfico 1 - Ganhos realizados na seleção de genótipos na média de colheitas combinadas de cada local comparado com a média das seis colheitas em cada local, com intensidade de seleção de 10, 20 e 30%.

Es posible hacer la selección considerando años de alta productividad como fue constatado por Andrade et al., (2015).

# Resultados y discusión

Tabela 6. Componentes de variância da análise conjunta de colheitas e locais.

<b>Componentes de variância</b>	
Genótipos	7,5564 <sup>ns</sup>
Genótipos x Ambientes	15,0963 <sup>ns</sup>
Genótipos x Colheitas	0,0001 <sup>ns</sup>
Genótipos x Ambientes x Colheitas	46,8246*
Resíduo	214,4546

<sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5% pelo teste de razão de máxima verossimilhança (LRT).

Se muestra una interacción, que puede ser de tipo simple o complejo, dificultando la recomendación uniforme para todos los locales de nuevos cultivares (PELÚZIO et al., 2008; PINTO et al., 2012).

# Resultados y discusión

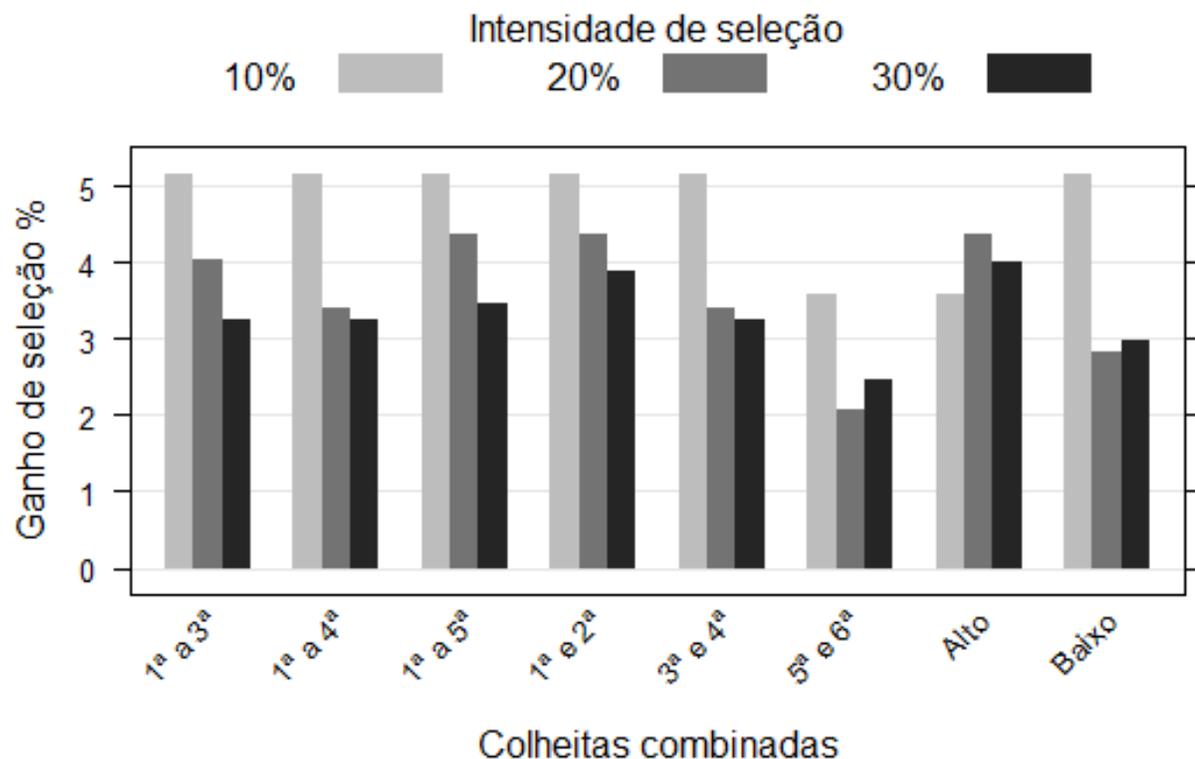


Gráfico 3 - Ganhos realizados na seleção de genótipos na média de colheitas combinadas dos locais comparado com a média geral de locais, com intensidade de seleção de 10, 20 e 30%.

Tabela 8. Seleção na média de colheitas combinadas de locais com ganho e coincidência na média geral de locais.

Colheitas combinadas	10%	20%	30%
1ª a 3ª	100	50	0
1ª a 4ª	100	50	0
1ª a 5ª	100	100	50
1ª e 2ª	100	100	50
3ª e 4ª	100	50	0
5ª e 6ª	0	50	50
Alta	0	100	100
Baixa	0	50	50

**Deriva genética**, es decir, pérdida de alelos favorables o fijación de alelos desfavorables (KAGEYAMA et al., 1998).

# Resultados y discusión

Tabela 9. Correlações de Spearman entre os valores genéticos preditos (BLUP) obtido das médias BLUP dos experimentos de genótipos Icatu em Campos Altos-MG (acima da diagonal) e Capelinha-MG (abaixo da diagonal).

<b>Colheitas combinadas</b>	<b>1<sup>a</sup> a 2<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup></b>
<b>1<sup>a</sup> a 2<sup>a</sup></b>	1	0,99*	0,87*	0,87*	0,84*
<b>1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup></b>	0,71*	1	0,89*	0,89*	0,85*
<b>1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup></b>	0,66*	0,96*	1	0,99*	0,90*
<b>1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup></b>	0,75*	0,93*	0,93*	1	0,90*
<b>1<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup></b>	0,89*	0,83*	0,75*	0,85*	1

\* Significativo a 5% pelo teste de Bootstrap baseado em 5000 iterações.

Tabela 10. Correlações de Spearman entre os valores genéticos preditos (BLUP) obtido da média BLUP da análise conjunta de locais.

<b>Colheitas combinadas</b>	<b>1<sup>a</sup> a 2<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup></b>	<b>1<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup></b>
<b>1<sup>a</sup> a 2<sup>a</sup></b>	1	0,85*	0,85*	0,93*	0,93*
<b>1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup></b>		1	0,92*	0,85*	0,85*
<b>1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup></b>			1	0,91*	0,88*
<b>1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup></b>				1	0,97*
<b>1<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup></b>					1

Como fue constatado por Fazuoli et al., (2000) e Bonomo et al., (2004).

\* Significativo a 5% pelo teste de Bootstrap baseado em 5000 iterações.

# Conclusiones

La presencia de interacción genotipos x ambientes evidencia baja o no coincidencia de los genotipos, en los diferentes ambientes, dificultando la recomendación y lanzamiento de nuevas cultivares para las regiones cafeteras en Minas Gerais.

No es posible realizar la selección anticipada, antes de la cuarta cosecha, para los genotipos de los grupos de Icatu.



**UNAH-CURLA**  
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO  
DEL LITORAL ATLÁNTICO



**OEA**  
Más derechos para más gente



***Muchas gracias!***  
***galvaresv@gmail.com***  
***gustavo.velasquez@unah.edu.hn***