



CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA DEL FRÍJOL CAUPÍ [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] BAJO SEQUÍA

*Cardona Villadiego*¹; *Carlos Peñate Pacheco*², *Carlos Cardona Ayala*³;
*Hermes Araméndiz tatis*⁴; *Miguel Espitia Camacho*⁵




64 Reunión Anual
PCCMCA
Honduras 2019


Tela , Atlantida, Honduras, 29 de abril al 3 de mayo de 2019




CONTENIDO

- 
- **Introducción**
 - **Objetivos**
 - **Materiales y métodos**
 - **Resultados y discusión**
 - **Conclusiones**

INTRODUCCIÓN

- 
- **Frijol caupí leguminosa más importante (Fabaceae), después de la soya y el frijol común.**
 - **Origen: sudeste de África.**
 - **Mayor producción: Níger, Nigeria, India, Brasil.**
 - **Introducción a América: colonización española.**
 - **Mas de 12.6 millones de ha en el mundo (FOSTAT, 2017).**
 - **Región Caribe de Colombia: aprox. 20.000 ha.**

IMPORTANCIA

- 
- **Aprovechamiento:** raíces, tallos verdes, hojas, vainas y granos. Fuente de ingresos.
 - **Restaura la fertilidad del suelo:** aporte de nitrógeno, abono verde.
 - **Rotación de cultivos y Excelente forraje.**
 - **Contenido de proteínas > 25%** granos y hojas. **Nutrición:** vitaminas, minerales, fibras.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Analizar el crecimiento y la distribución de biomasa de nueve genotipos de frijol caupí bajo sequía progresiva, en condiciones controladas.

Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento del caupí bajo sequía y riego.
- Evaluar la distribución de biomasa aérea y de raíces.



MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN:

- Invernadero: cubierta de polietileno, malla antiáfidos. Campus Universidad de Córdoba, Montería, Colombia (8° 48' N, 78 ° 53' W).
- Clasificación climatológica: bosque seco tropical, temperatura media 27,4 °C, precipitación 1346 mm/año, humedad relativa de 85%, brillo solar anual de 2108 horas = 5,8 h/d.



MATERIALES Y MÉTODOS



DISEÑO EXPERIMENTAL:

- Estructura de tratamientos: nueve (9) genotipos: LC-00616, LC-02916, LC-03616, LC-02116, LC-000516, LC-00916, LC-01416, LC-00216 y, como testigo comercial, Caupicor 50.
- Estructura de diseño: D.C.A., cuatro repeticiones. Riego (todo el ciclo) y sequía (a partir de 21 dds).
- Unidad experimental: cilíndricos de acetato transparente (120 cm de altura, 7,5cm de diámetro cubiertos por tubos de PVC. Distancia: 60 cm x 30 cm).



MATERIALES Y MÉTODOS



VARIABLES DE RESPUESTA:

➤ Crecimiento:

- Altura de planta, # hojas/planta.
- Longitud de raíces.

➤ Biomasa (B):

- B. Vegetativa aérea: hojas y tallos y total.
- B. Reproductiva: pedúnculos florales, flores, vainas, semillas y total.
- B. Raíces: 0-25, 25-50, 50-75, 75-100, 0-50, 0-75 y 0-100 cm y total.
- B. Aérea total, B. reproductiva total, B. total y Razón vástago/raíz.



MATERIALES Y MÉTODOS

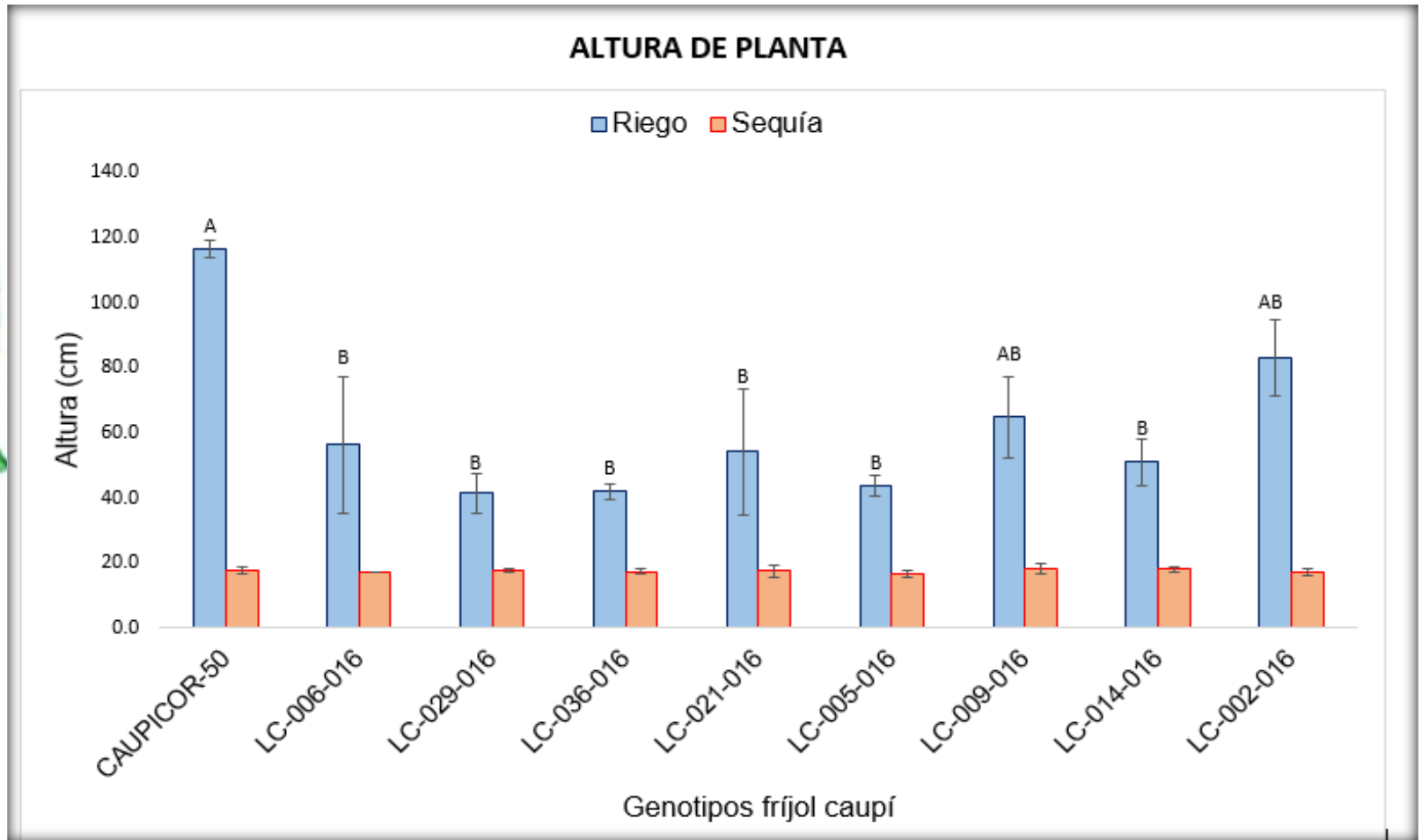


MÉTODOS ESTADÍSTICOS:

- Análisis de varianza.
- Prueba de comparación de medias: Tukey ($\alpha=0,05$).
- Prueba t : comparación de medias, según prueba F para varianzas homogéneas o heterogéneas.
- Análisis de componentes principales (ACP) y gráfico biplot.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



ALTURA DE PLANTA

TS (d)	CAS (%)	HA (%)	Altura-sequía (cm)	Altura-riego (cm)	Diferencia (cm) [#]
0	25,25	9,03	11,90 ± 1,48	12,26 ± 2,12	0,36 ^{ns}
2	23,77	7,55	13,35 ± 1,74	13,22 ± 2,25	-1,13 ^{ns}
8	20,80	4,58	14,39 ± 2,26	14,71 ± 3,14	0,32 ^{ns}
14	18,67	2,45	15,19 ± 2,21	19,01 ± 5,37	3,82 ^{**}
21	16,98	0,76	16,07 ± 1,94	32,81 ± 17,99	16,74^{**}
27	16,25	0,03	16,40 ± 1,74	52,19 ± 28,46	35,79 ^{**}
33	15,71	ND	17,06 ± 1,85	62,35 ± 33,14	45,29 ^{**}
39	15,27	ND	17,50 ± 1,94	62,85 ± 32,69	45,35 ^{**}

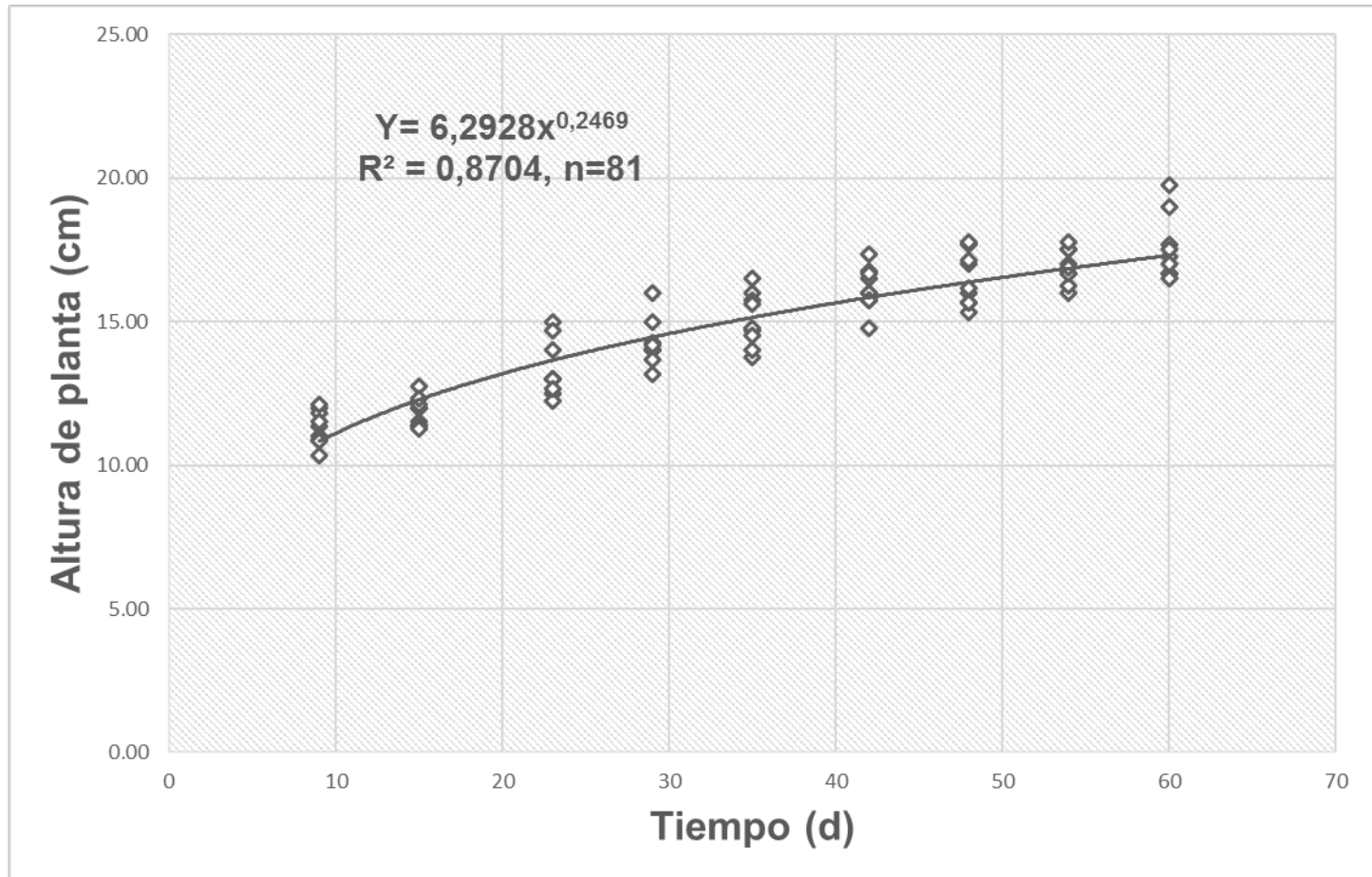
TS: tiempo de sequía; CAS: contenido de humedad del suelo; CAA: contenido de agua aprovechables. [#] significancia estadística (valor-P) del anova: ^{ns}= no significativo (P ≥ 0,05); ^{**} = (P < 0,001). ND= no determinada (agua retenida a presión negativa superior a -1,5 Mpa).

Altura final en sequía = 27,8% de la de riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



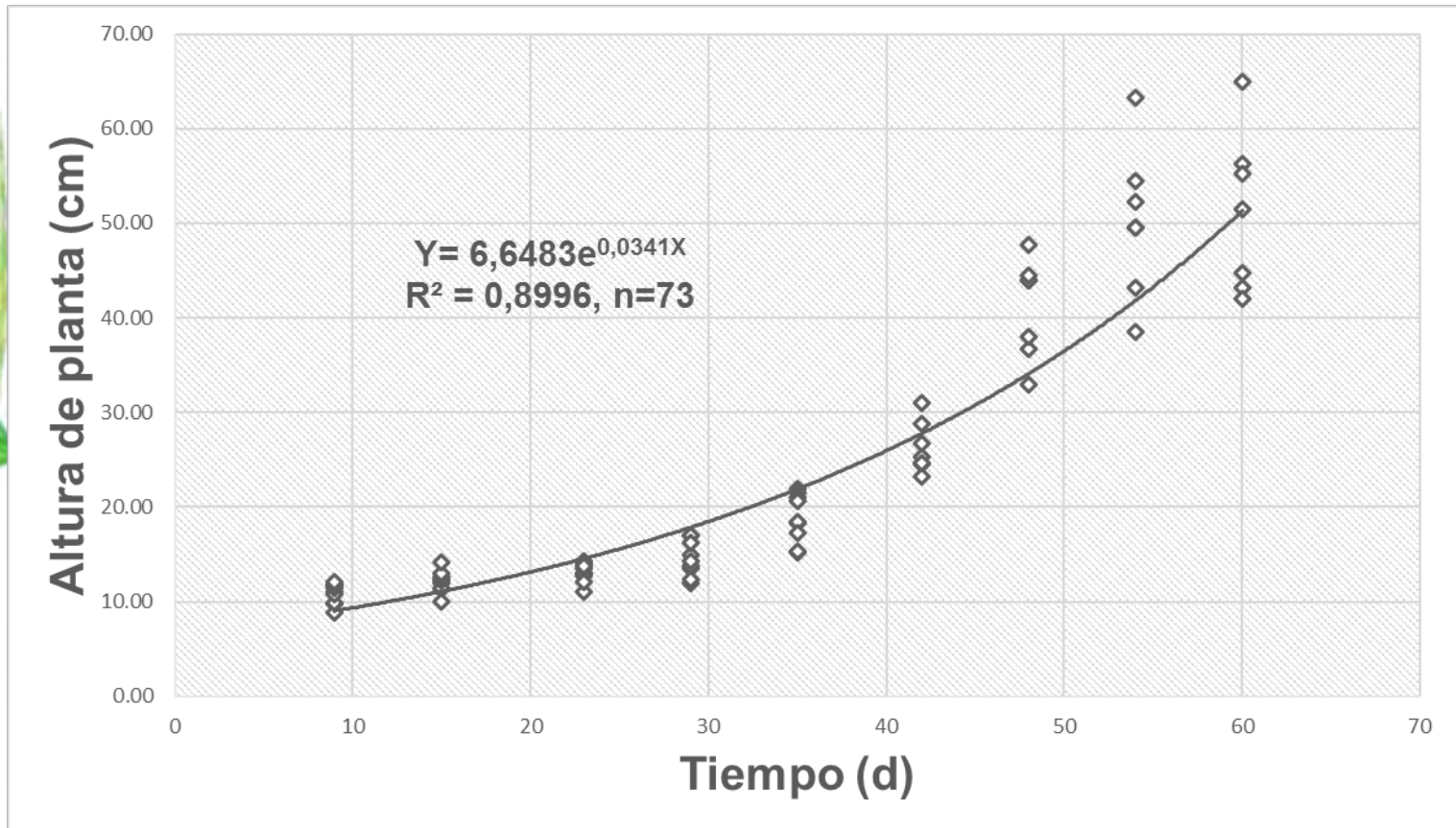
ALTURA DE PLANTA BAJO SEQUÍA A PARTIR DE 21 DDS



RESULTADOS Y DISCUSIÓN




ALTURA DE PLANTA BAJO RIEGO TODO EL CICLO



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



NÚMERO DE HOJAS/PLANTA



GENOTIPO	NÚMERO DE HOJAS			
	Sequía		Riego	
	Trifoliadas	Total hojas	Trifoliadas	Total hojas
Caupicor 50	4,25 ^{a*}	6,25 ^a	12,00 ^a	14,00 ^a
LC-00616	2,75 ^b	5,25 ^b	9,25 ^{bc}	11,25 ^c
LC-02916	4,75 ^a	6,75 ^a	8,50 ^c	10,75 ^c
LC-03616	4,25 ^a	6,25 ^a	8,25 ^c	10,25 ^c
LC-02116	4,25 ^a	6,25 ^a	8,50 ^c	10,75 ^c
LC-00516	4,00 ^a	6,00 ^{ab}	8,75 ^c	10,75 ^c
LC-00916	4,00 ^a	6,00 ^{ab}	9,25 ^{bc}	11,25 ^{bc}
LC-01416	4,00 ^a	6,25 ^a	9,00 ^{bc}	11,00 ^{bc}
LC-00216	4,75 ^a	6,75 ^a	10,25 ^{ab}	12,25 ^{ab}
Media	4,11 ± 0,68	6,19 ± 0,52	9,31 ± 1,36	11,36 ± 1, 32

*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

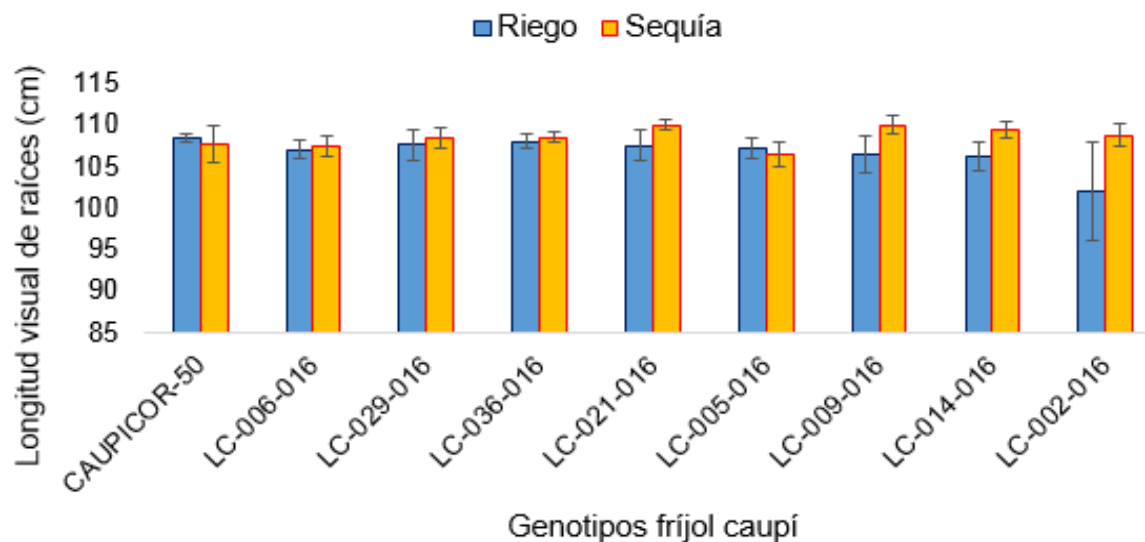
Hojas trifoliadas en sequía = 44,1% del de riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

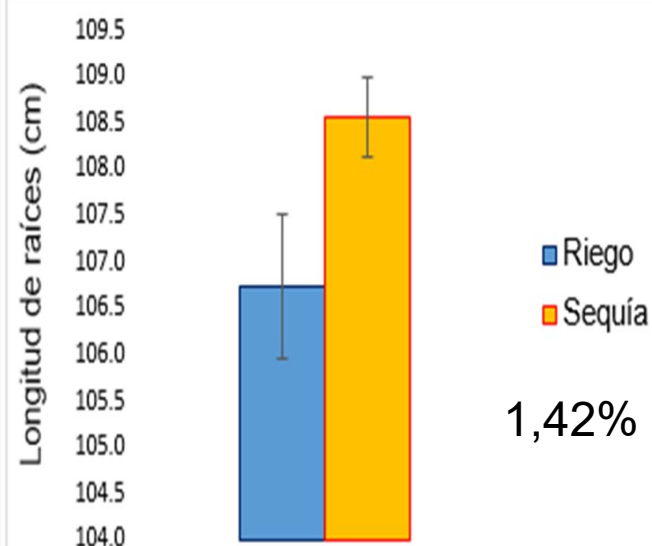
LONGITUD DE RAÍCES

TDS (d)	TS (d)	HS (%)	HA (%)	PAD (%)	Profundidad de raíz bajo sequía	Profundidad de raíz bajo riego	Diferencia (cm)
0	0	28,03	10,02	100,00	-	-	-
23	2	24,10	6,09	60,78	92,89 ± 18,14	84,94 ± 20,94	7,95 ns
29	8	21,65	3,64	36,33	102,68 ± 11,85	100,96 ± 14,50	1,72 ns
35	14	19,82	1,81	18,06	107,90 ± 4,32	104,89 ± 9,35	3,01 ns
42	21	18,21	0,20	2,00	107,90 ± 4,32	106,38 ± 5,20	1,52 ns

TDS= tiempo después de la siembra; TS=tiempo de sequía; HS=humedad del suelo; HA=humedad aprovechable; PAD= porcentaje de agua disponible. Humedad gravimétrica a $-0,33\text{MPa}=28,03$, a $-15\text{MPa}=18,01\%$, humedad aprovechable= $10,02\%$.



Barra=media + error estándar.

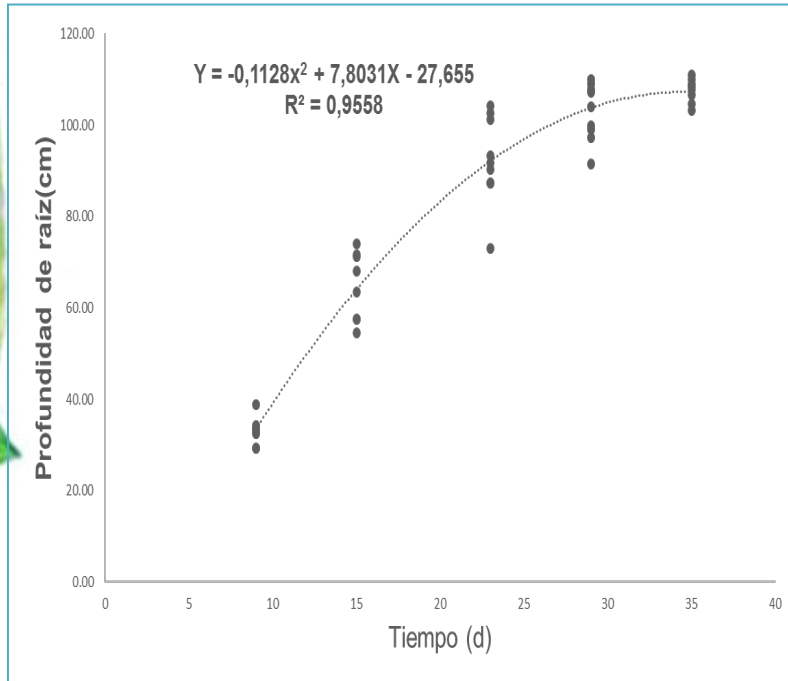


Barra = media + error estándar.

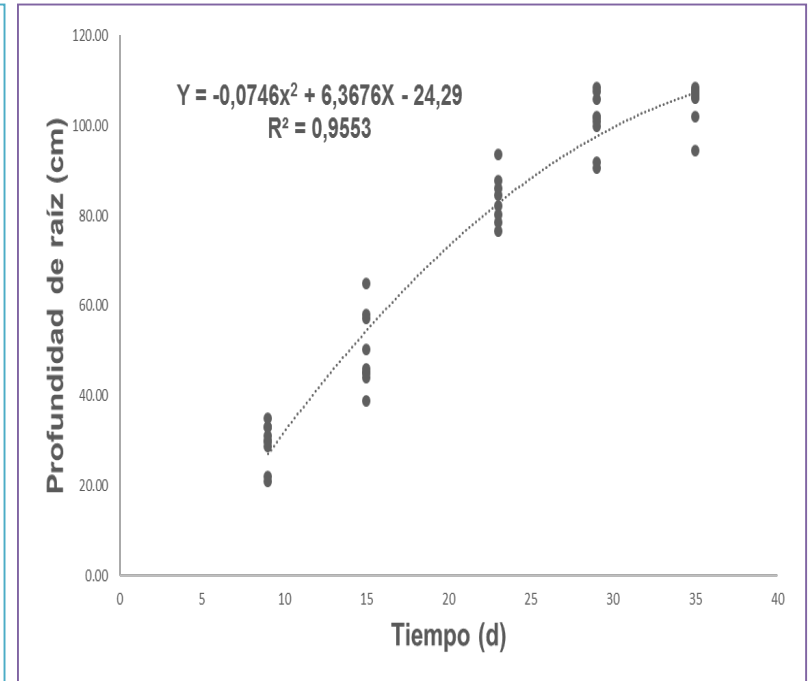
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



LONGITUD DE RAÍCES



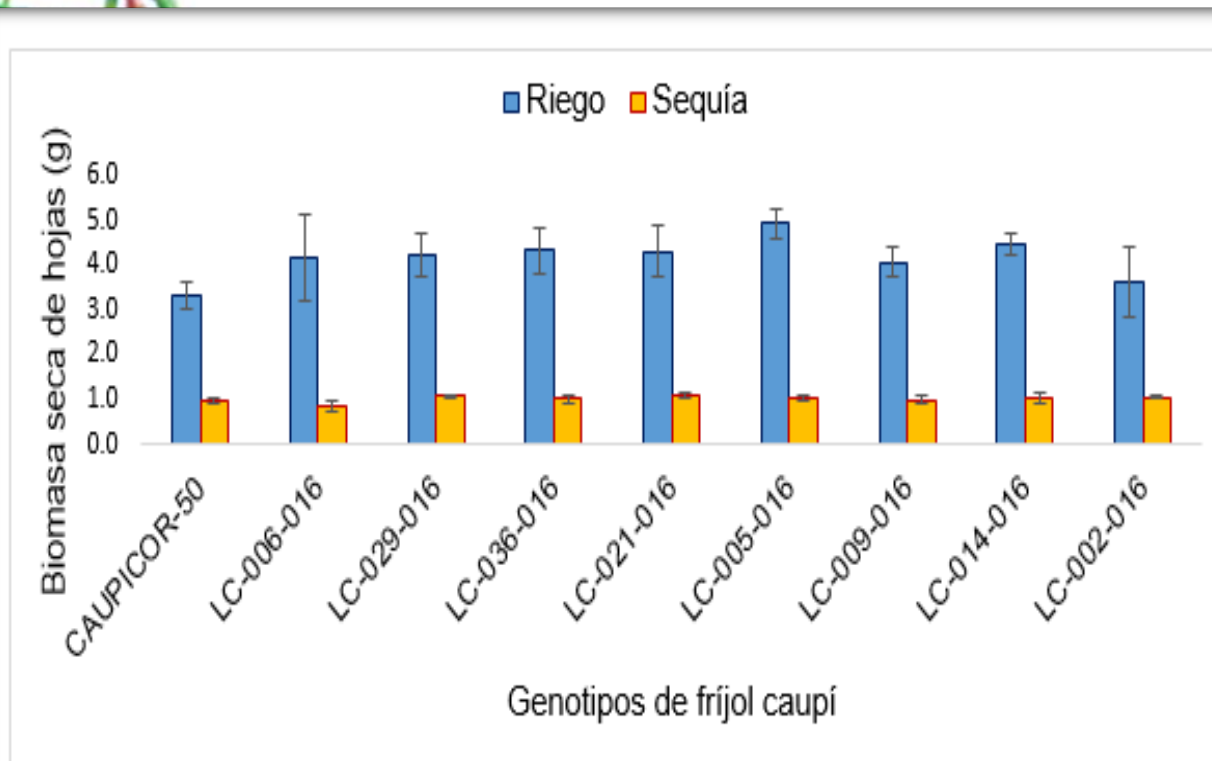
SEQUÍA



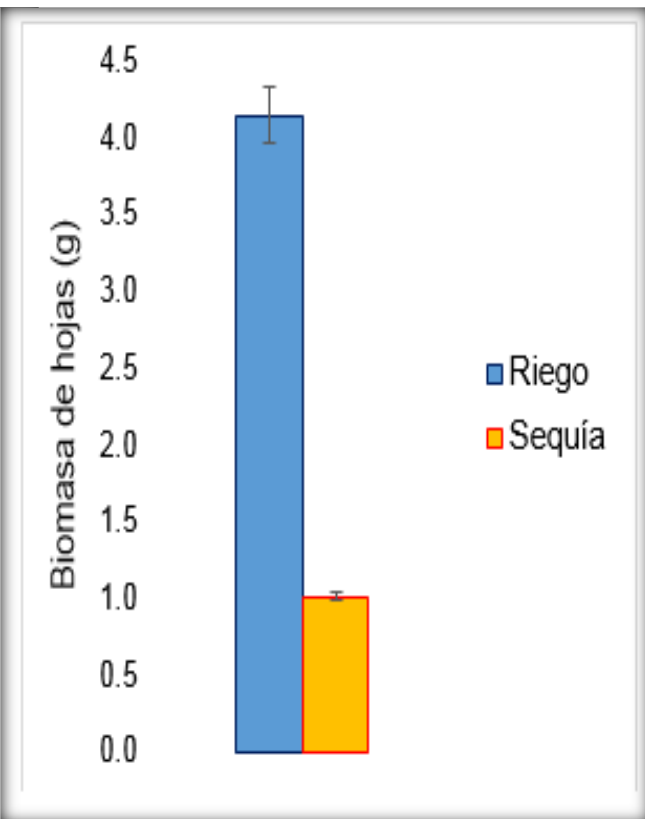
RIEGO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

BIOMASA DE HOJAS



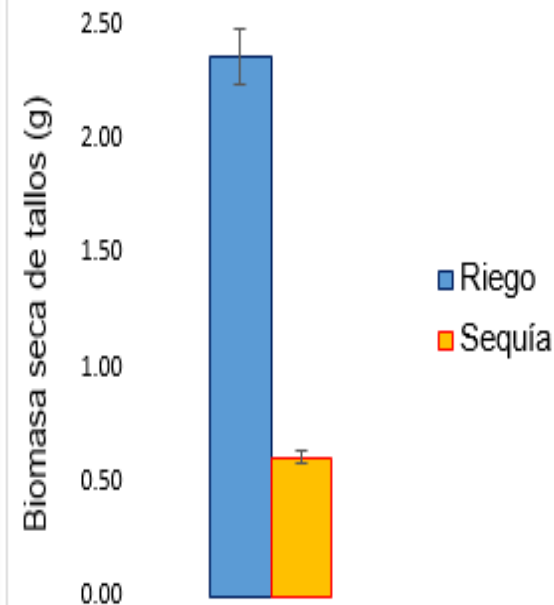
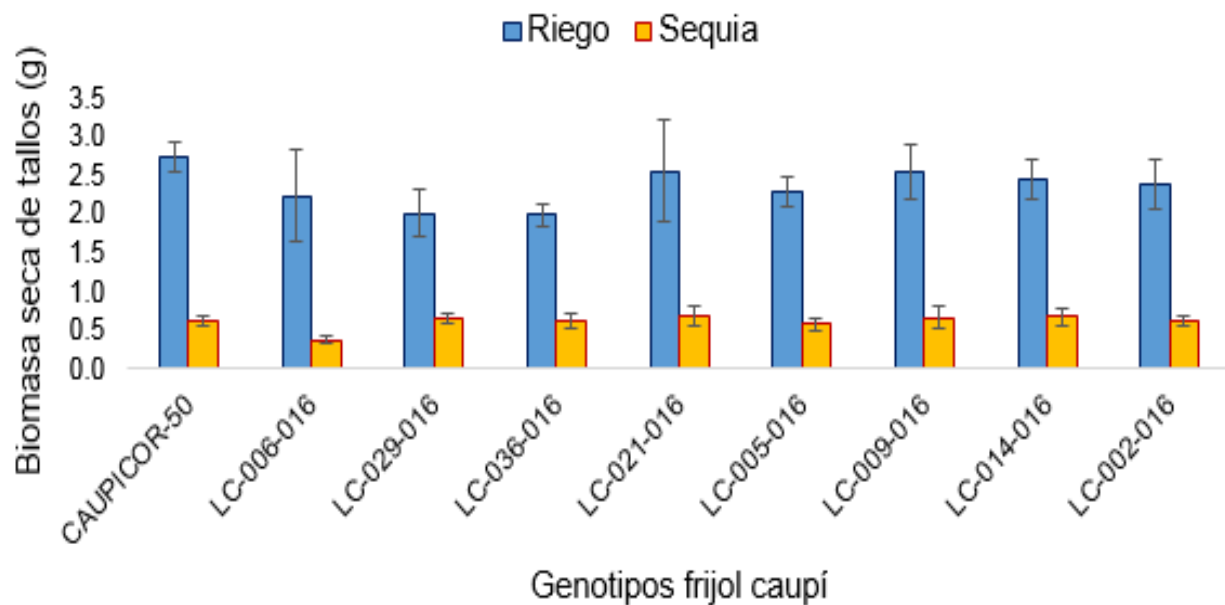
Barra=media + error estándar.



Biomasa hojas sequía = 24,3% de la de riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

BIOMASA DE TALLOS



Biomasa tallos sequía = 25,7% de la de riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Biomasa de vainas y semillas de frijol caupí, bajo sequía y riego.

GENOTIPOS	BIOMASA DE VAINAS (g)		BIOMASA DE SEMILLAS (g)	
	SEQUÍA	RIEGO	SEQUÍA	RIEGO
Caupicor 50	0,0100	5,5044 a	-	3,5347
LC-006-016	0,1789	3,5181 ab	-	2,1595
LC-002-016	-	4,4151 ab	-	3,0792
LC-009-016	-	2,0080 ab	-	1,4064
LC-014-016	-	2,5733 ab	-	1,8452
LC-005-016	-	1,5799 b	-	0,9096
LC-029-016	-	1,4899 b	-	0,8232
LC-036-016	-	2,0631 ab	-	1,4889
LC-021-016	-	0,9087 b	-	0,5110
Pr > F	-	0,0071	-	0,1333
Media	-	2,6734	-	1,7509
ES	-	0,2708	-	0,2588

Medias con la misma o mismas letras no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Pr>F: p-valor de la prueba F del análisis de varianza; ES: error estándar.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Biomasa aérea: vegetativa y reproductiva de frijol caupí bajo sequía y riego.

GENOTIPOS	BIOMASA VEGETATIVA (g)		BIOMASA REPRODUCTIVA (g)	
	Sequía	Riego	Sequía	Riego
Caupicor 50	1,5850	6,0351	0,0443	9,8532 a
LC-006-016	1,6684	6,4068	0,2002	7,2558 ab
LC-002-016	1,5976	5,9827	0,0024	8,9723 ab
LC-009-016	1,2493	6,6131	-	4,7048 ab
LC-014-016	1,6601	6,9042	0,0088	5,6877 ab
LC-005-016	1,7043	7,2201	-	8,9723 ab
LC-029-016	1,7669	6,2113	-	3,5062 ab
LC-036-016	1,7178	6,3039	-	4,8521 ab
LC-021-016	1,6227	6,8604	-	2,0124 b
Pr > F	0,5554	0,9800	-	0,0378
Media	1,6191	6,5042	-	5,6326
ES	0,0539	0,2902	-	0,5508

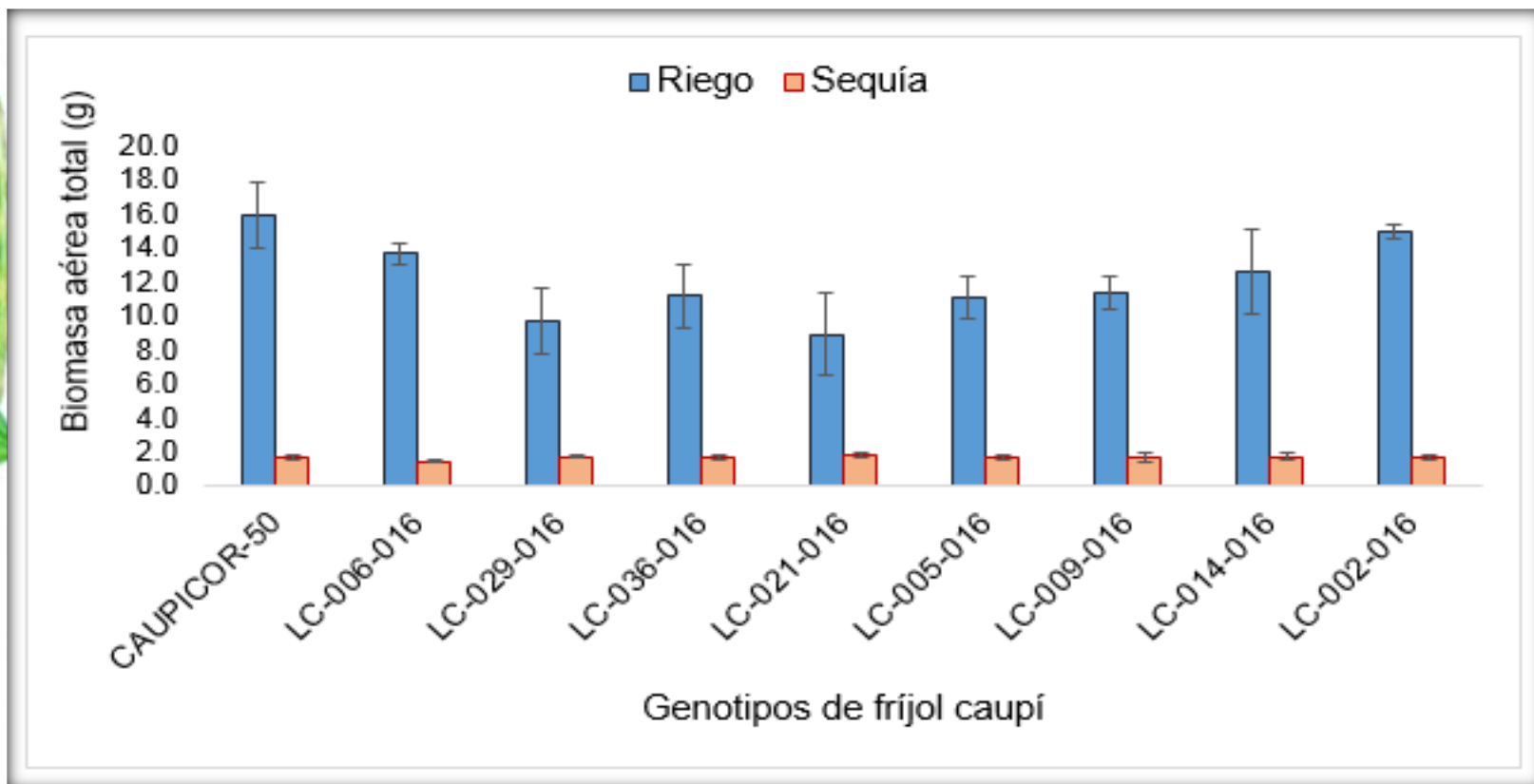
Medias con la misma o mismas letras no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Pr>F: p-valor de la prueba F del análisis de varianza; ES: error estándar.

Biomasa vegetativa aérea sequía = 24,9 % de la de riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Biomasa aérea total de frijol caupí bajo riego y sequía

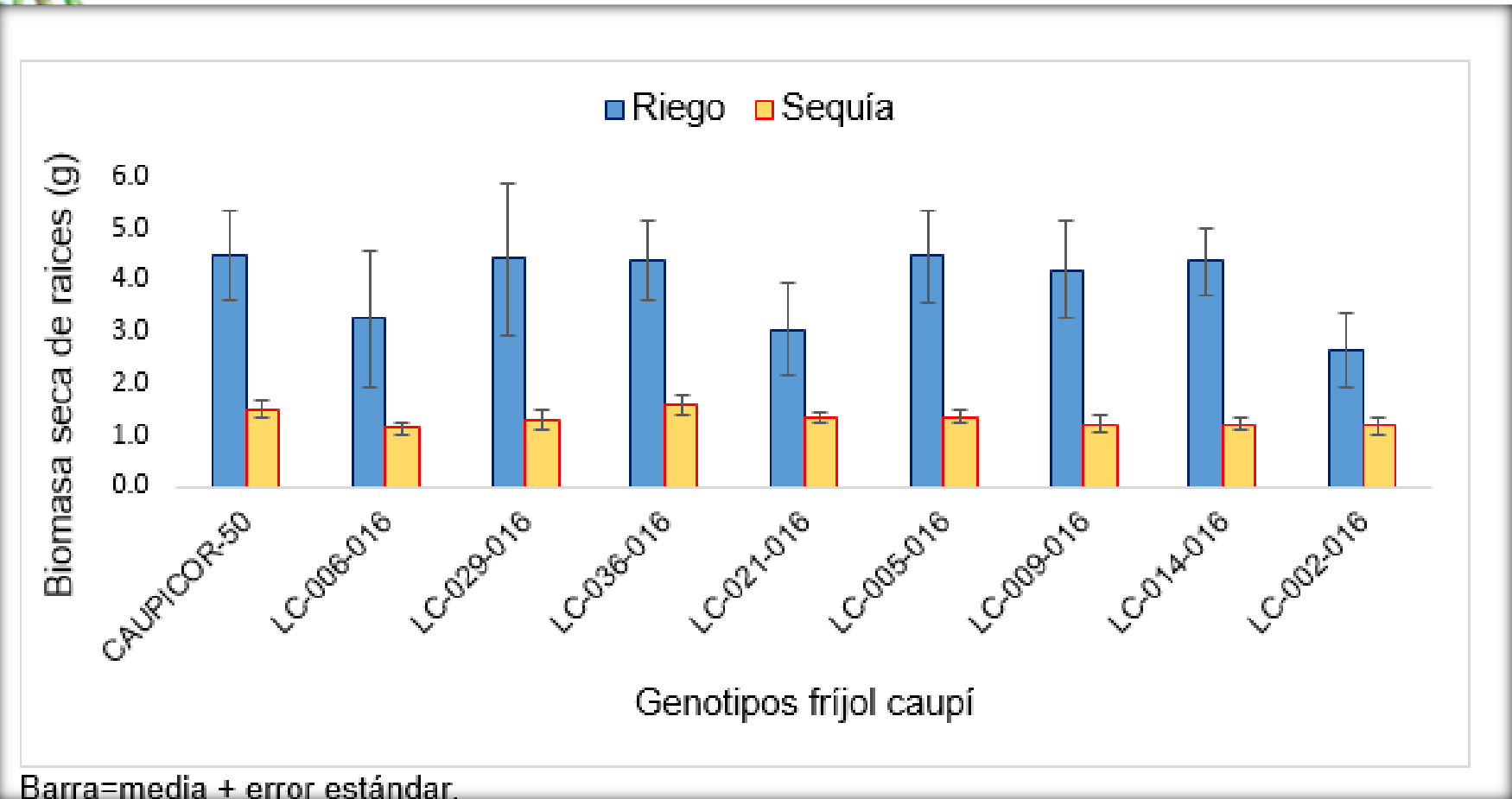


Biomasa vegetativa aérea sequía = 24,9 % de la de riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



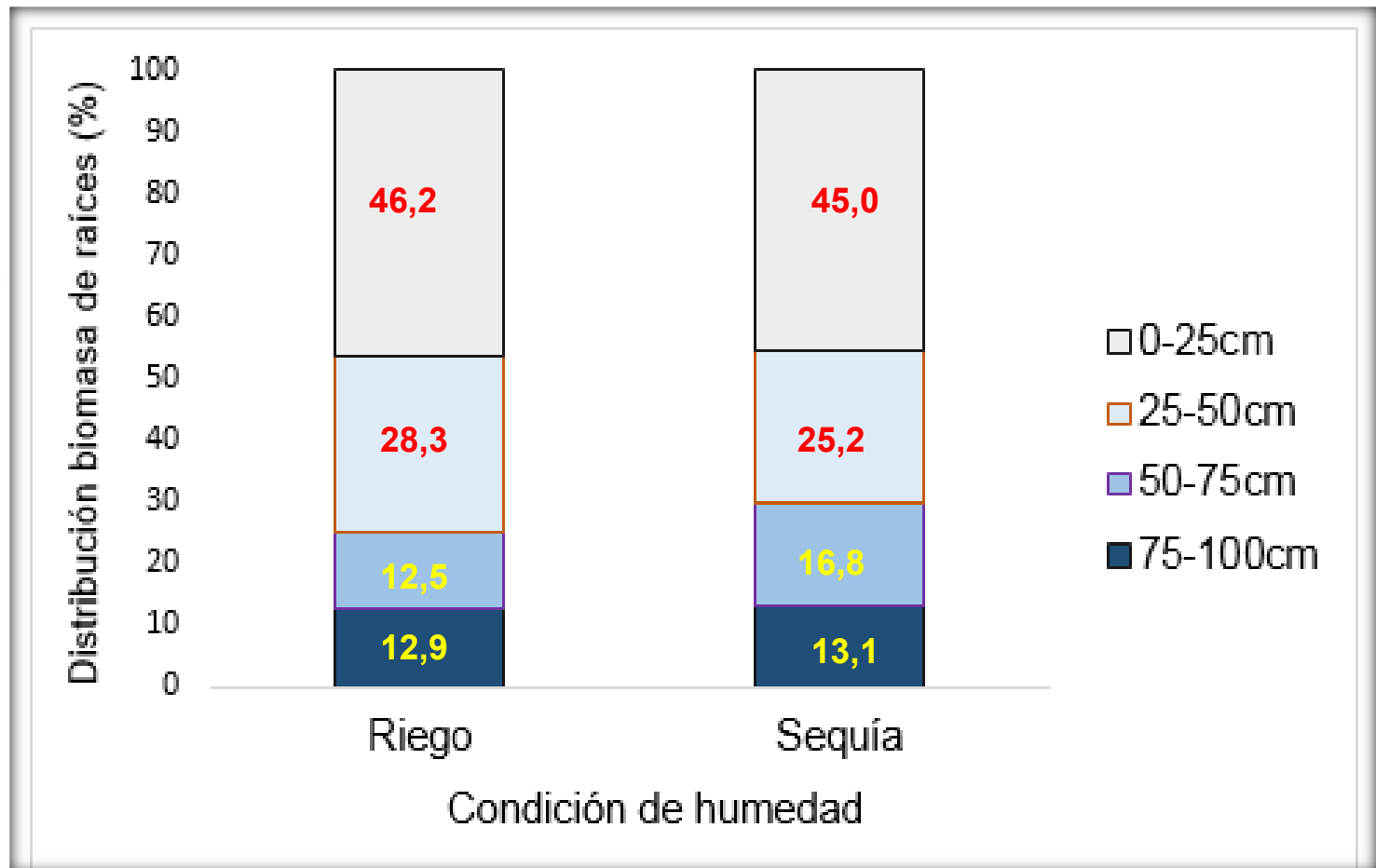
BIOMASA DE DE RAÍCES DE FRÍJOL CAUPÍ BAJO SEQUÍA Y RIEGO



Biomasa raíces sequía= 1/3 de la de riego

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

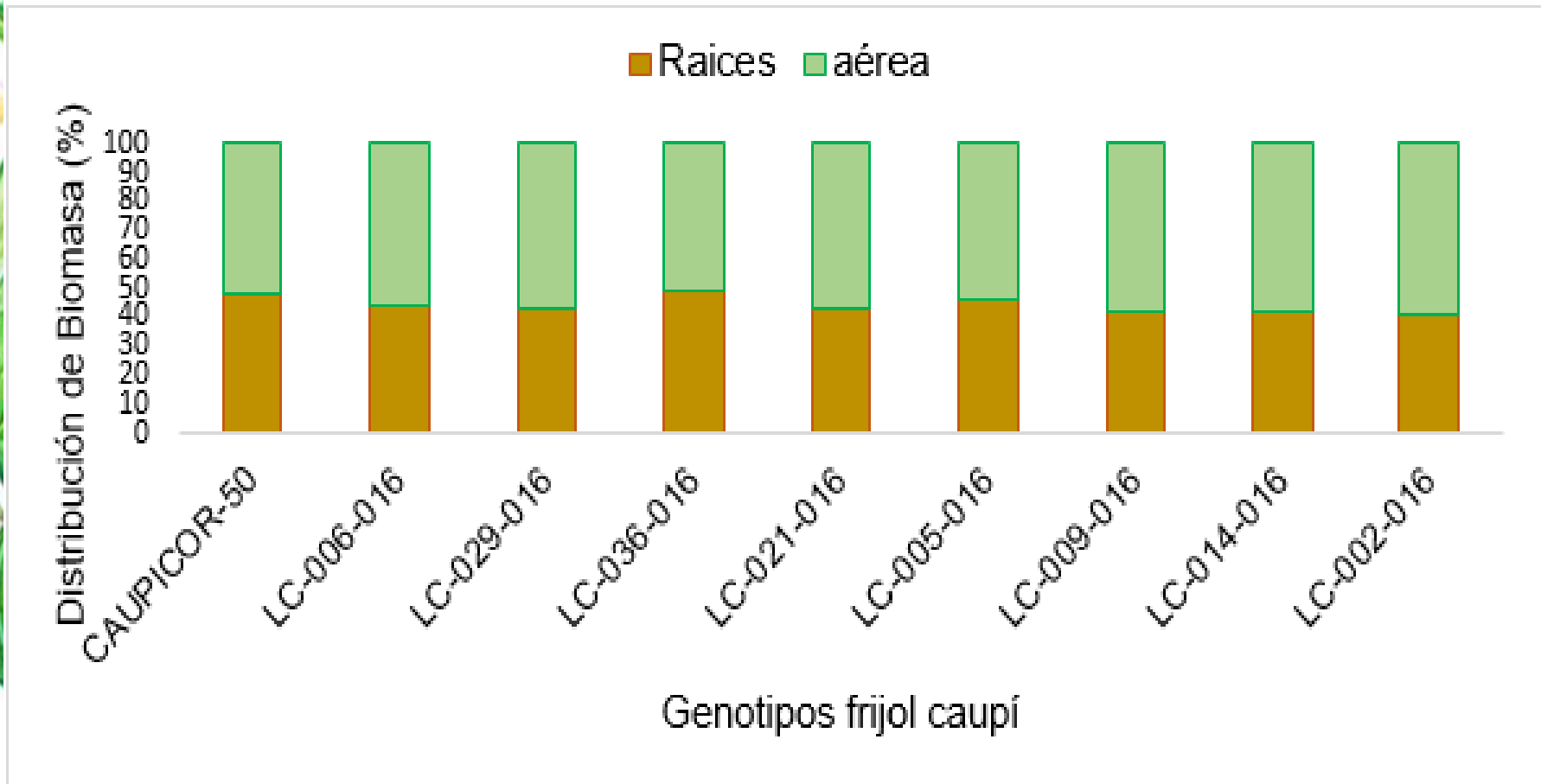
DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA DE RAÍCES



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Biomasa aérea y de raíces del frijol caupí en sequía

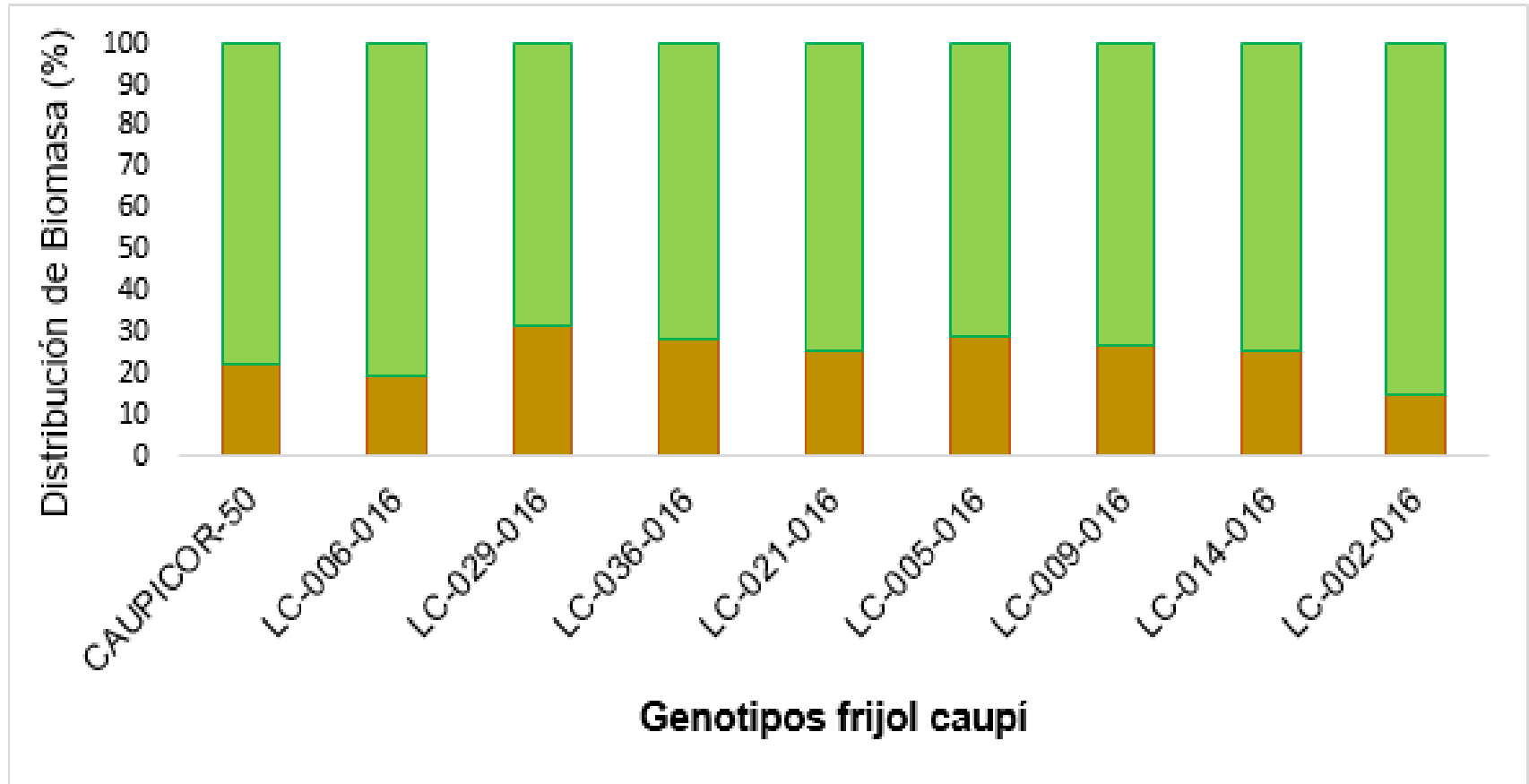


55,6 vs 44, 4%; $\approx 1,3:1$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Biomasa aérea y de raíces del frijol caupí bajo riego



75,9% vs 24,1%; $\approx 3,2:1$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



ACP

Relación entre las componentes principales (ACP) y los coeficientes de correlación de Pearson de las nueve variables (Var) usadas en el ACP.

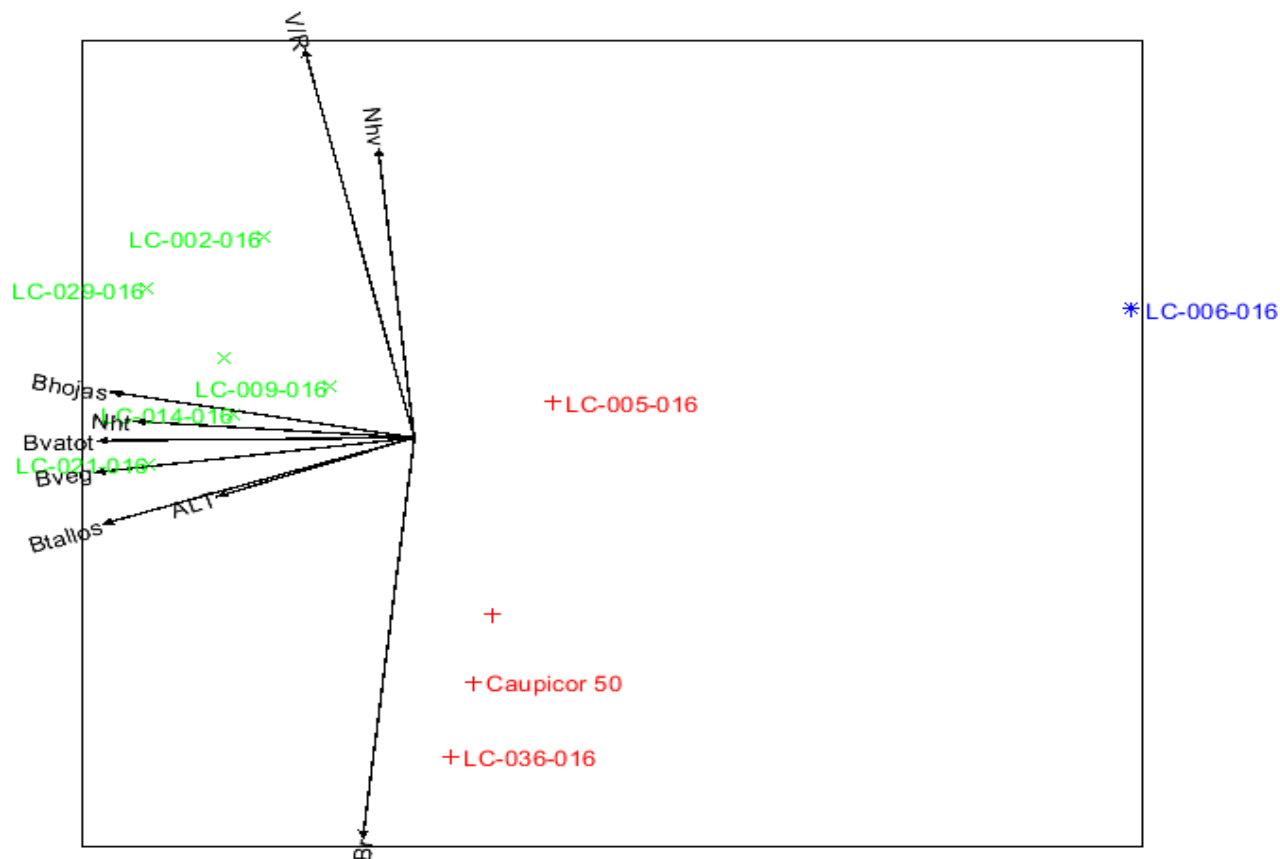
Var	CP1	CP2	CP3	Btallos	Bhojas	Bveg	Bvatot	Br	V/R	ALT	Nht
Btallos	0,43	-0,14	-0,07								
Bhojas	0,42	0,07	0,23	0,85***							
Bveg	0,44	-0,05	0,06	0,98***	0,95***						
Bvatot	0,44	-0,01	-0,04	0,94***	0,93***	0,97***					
Br	0,07	-0,63	0,31	0,29ns	0,14ns	0,24ns	0,13ns				
V/R	0,15	0,60	-0,26	0,17ns	0,32ns	0,34ns	0,34ns	-0,87**			
ALT	0,27	-0,09	-0,62	0,67*	0,32ns	0,55ns	0,60ns	-0,01ns	0,30ns		
Nht	0,39	0,03	0,21	0,76*	0,83**	0,82**	0,78*	0,21ns	0,28ns	0,36ns	
Nhv	0,05	0,45	0,59	-0,06ns	0,10ns	0,10ns	0,05ns	0,32ns	0,39ns	-0,44ns	0,26ns

La significancia estadística de cada coeficiente de correlación se interpreta como: *($P < 0,05$), **($P < 0,01$) y ***($P < 0,001$).

CP1: primera componente principal; CP2: segunda componente principal; CP3: tercera componente; Btallos: biomasa tallos; Bhojas: biomasa de hojas; Bveg: biomasa vegetativa; Bvatot: biomasa vegetativa aérea total; Br: biomasa de raíces; V/R: razón biomasa vegetativa-biomasa de raíces; ALT: altura de planta a los 21 días de sequía; Nht: número de hojas producidas; Nhv: número de hojas verdes.


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ACP-biplot



Proporción de autovalores: 0,55 (eje1) y 0,23 (eje 2)

CONCLUSIONES

- 
- Bajo sequía, la biomasa vegetativa disminuyó 76,3%, mientras que la reproductiva se expresó en cuatro de nueve genotipos: Caupicor 50, LC-014-016, LC-006-016 y LC-002-016 que formaron flores, pero sólo LC-006-016 y Caupicor 50 formaron vainas de muy bajo peso ($< 0,8$ g); el resto de los genotipos permaneció en fase vegetativa.
 - El aumento de la longitud de la raíz, por cada día transcurrido, fue mayor bajo condiciones de sequía, ante las mayores necesidades hídricas de las plantas por la desecación de las capas superiores del sustrato.
 - **El análisis de componentes principales mostró que las tres primeras explican el 94,37% de la variación total entre genotipos y permite distinguir tres grupos: los de mayor biomasa vegetativa aérea, los de mayor biomasa de raíz, y los de menor senescencia foliar.**
 - Los nueve genotipos evaluados sobrevivieron 38 días sin suministro de agua.



GRACIAS

