

! " #\$%&%' #(')\$*+)(#, \$-**
+)%')\$&, . * / \$0, " ,) 1"-2*31' 4-** "#*5\$' %", "&*6() . 17\$-*
89: ; <8989*

!

E

=,--1"**+')'\$7\$")>!/#\$!%&' ()*\$!+, -*\$., +!/), 0!1!, &1. +2' &31,)(\$!-. *\$&4&1*-1,\$!\$5%\$&)\$. 6\$!
,0&' -40!, 0\$!, &1. +,),)' . !2&' 3!0)40!+60' '7!, '!, 0\$!-.)(\$&+), 89!). , \$4&1, \$*!: \$. \$. &17!; *-61,)'. !1. *!

!

c

!

F

!

+)%')\$&,\$-HI ' .),. -*	=\$' - (%\$ 7 \$")H=\$)%,. -*	J'),1''' 4\$HK177 \$")-*	I , 7 \$4,"\$*
		-+!, ' !+\$!O' /!G! 2!G! +, - *\$. , +!*' !, 0)+@	

H,-*\$.,+!/)!!=\$!1=7\$!
 , !1&,)6-71,\$!,0\$!
 (17-\$!' 2!,0\$)&!6' !!\$4\$!
 \$4&\$\$

!

]

+)%')\$&,\$-HI ' .),.-*	=\$' - (%\$7\$")H=\$)%..*	J'),1'''4\$HK177\$")-*	I,7\$4,"\$*
	!Q-+). \$++!H6O'71&+!	17' /!-+!, '!+\$#!0' /! /)\!7). 4!G!' 2!G! +, - *\$. , +!1&\$!, ' ! \$. 414\$!/, O!' , 0\$&+! /0' !1&\$!*22\$&\$.,! 2&' 3!, 0\$3@	!V18!CDCD!eRO\$6<!/ /, Ol a\$++!J\$(\$&. 1! 1= ' - , !1(1)71=)7), 8! ' 2! *1, 1f!

H,-*\$..,+!/)7!+\$#!,0\$!
(17-\$!). !\$5%1..*). 4!
,0\$)&!+%O\$&\$! ' 2!
) . 27-\$.. 6\$!1..*!6) ()6!
\$. 414\$3\$. , *

+)%')\$&,\$-HI ' .),.-*	=\$' -(%\$7\$")H=\$)%,./*	J'),1'''4\$HK177\$")-*	I,7\$4,"\$*
\$(\$7' %%!1,!0\$! G.)(\$&+),8*		,0\$)&-.*\$&4&1*-1,\$! \$5%\$&\$6\$!1,!0\$!G@	

!

31' 4*N>R' 771=' &1,\$!/),0!1. *!\$1&. !2&' 3!' ,0\$&!). !,0\$!6' 33-.),)\$+!). !/0)60!,0\$8!)(\$!1. *!/' &<

+)%')\$&,\$-HI ' .),.-*	=\$' -(%\$7\$")H=\$)%,./*	J'),1'''4\$HK177\$")-*	I,7\$4,"\$*
H,-*\$.,+!/)7!	L1&,6)%1,)'.!.!	B1,1!2&' 3!,0\$!31.8!	
-.*\$&+,1.*!,0\$!(17-\$!	613%-+!6' 33),,\$\$+!	%716\$+!). !/0)60!	
' 2!7\$1&.). 4!,01,! 1.*!+,-*\$.,!	+,-*\$.,+\$!. 414\$!		
' 66-&+!'-,+)*\$!1.*! ' &41.) 1,)'. +?lgX;!	' -,+)*\$!,0\$!		
17'. 4+)*\$!,0\$! 7\$1*+\$&0)%?!!	671++&' 3!/)7!		
671++&' 3* !	gPL!1. 178+)+!). !R)(),1+!!		

! "D

31' 4*8>*/\$P\$41R*7\$' " , " &0(4*R\$#' &1&E*01%*)Q\$*R1R(4'),1**10*0,%-) *E\$' %*-)(#\$")-C*

*

H,&1,\$4)\$+0J16,)6+! | P. *)61, ' &+0\\$\\$,&)6+! | X1,) ' . 17\$! | J)3\\$7). \$!

B\$(7' %!1!R1. (1+!

671++!2' &!216-7,8!

/0' !,\$160!

T\$1&.). 4!

R' 33-.))\$+!+' !

,01,!/\$!61. !7\$1&. !

2&' 3!' . \$!1. ' ,0\$&!

1. *!+0' /61+\$!

!			
+)%')\$&,\$-H ' .),. -*	B" #,. ')1%-H=\$)%,. -*	J'),1" " 4\$*	I , 7 \$4," \$"
1. *!6' .. \$6,)'. +! +-6O!1+!) . ,&' +%\$6,)'. ?! *)&\$6,)'. 17! 7\$1&.). 4?!1. *!+\$72E 1-,0' &+0)%@ !	W++' 6)1,' &!, ' !31%! 6' -&+\$! 1++)4. 3\$. ,+!' . , ' ! ' =>\$6,)(\$+9! 1++\$++3\$. ,!' 2! +, -*\$.. ,!/ ' &<! ,0&' -4O!T\$1&.). 4! S-,6' 3\$+! X\$()\$/&!!	' %%' &,-.),)\$.+!2' &! &\$27\$6,)'. . !	' -,6' 3\$+\$(\$&8!, /' !8\$1&!). ! ,0\$!+-33\$&@
R' .. \$6,!+,-*\$.. ,+! , '!*\$%\$78!. \$414\$*! 7\$1&.). 4! \$5%\$&\$. 6\$+!,01,! +\$&(\$!, ' !1. 60' &! +, -*\$.. ,+!, ' ! 613%-+!1. *! 6' 33-.),8@ !	L\$&' *)6!&\$()\$/!' 2! +8771=!	G+\$!,0\$!T\$1&.). 4! S-,6'\$B\$5(435587.'	

"C

!

!

*

*

!

"F

!
+)%')\$&,\$-HI' .),. - * | = \$' - (%%7\$")H= \$)%).. * | J'),1''' 4\$HK177\$")- * | I,7\$4,"\$*
B\$(%7' %!1!\D!3). -, \$! R&\$1,\$!
/' &<+0' %!' . !
K). 67-+)(%!L&16,)6\$+!). !
,0\$!R71++&' ' 3M@

!). !,0\$!/' &<+0' %!). , ' ! ,0\$!671++&' ' 3!	/' &<+0' %!1=' - ,!)2! ,0\$8!)3%7\$3\$. ,! 1. 8,0). 4!. , ' !,0\$)&! 671++\$+@!JO\$!4' 17!/)7!/ =!, ' !01(\$!"C]!)3%7\$3\$. ,!+ ' 3\$,0). 4!).. , ' !,0\$)&!671++\$+@	,0\$)&!671++&' ' 3!/)7!/ \$7\$(1,\$!,0\$)&!1*4\$! , ' !1+\$6'. *!7\$(7@!!	
--	---	---	--

* 31' 4*L>/1. (7\$")*Q\$*. (%\$")*-') (-*10*\$4\$.)%1", . *4\$' %", " &R1%)014,1-*' 71" &*(" #\$\$&%' #(')\$-*')*Q\$*! C*

+)%')\$&,\$-H1 ' .),. -*	='\$ - (%\$ 7\$")H=\$)%,. *	J'),1 '' 4\$HK177\$")-*	I,7\$4,"\$*
H-&(\$8!216-7,8061&\$\$& +\$&()6\$+!1. *!&- . ! &\$%' &, +!,0&' -40! L1,0=&), \$!1. *!W*' = \$!	R&\$1, \$!1!=1+\$7). \$! 3\$,&6! 2!0' /!31. 8! +, - *\$. , +!1&\$!-+). 4!TL! 1. *!2' &!/01,! %-&%' +\$+!	Q\$2' &\$!/\$!61. ! 1&,)6-71,\$!4&' /,0! 4' 17!/\$!. \$\$*!, ' !)*\$.,)28!, 0\$!6-&&\$., ! +, 1, -+@!	U17!CD"\!
W&,)6-71,\$!A-17),8! 6&), \$&)1!2' &!TL!	P. *-6,)(\$!1. 178+) +! 2! \$5)+, 4!TL!	# \$d*!)<\$!, ' !\$5%1. *! ' -&!/=\$=+), \$!1. *! +-%%' &, !' 22\$&). 4+!, ' !). 67- *\$!\$7\$3\$. , +! 2! A-17),8!	H%&). 4!CDCD!

!

"Z



A

(. . ,)

A

(. . , . , . , .)

H

A

|

D

"^

!

,

D &I

G

G

,

,

,

&



,

#

D &I

-

-

-

A

-

-

&

C A

(

)

A

E I

B

C

EA

B

G I

A

A

C (AAC)

A

B

C

A (CAC)

D

C (GA)

"Y

2+!+(#, !&3!+3". "
C

:

- ! "#\$%\$&\$ '\$%()*

\$+ , -\$. \$\$/O\\$1)

()
()

\$%&"2.3&321-/
4% '5-!"6"/
/
763\$!\$%6/)81&"+"%&

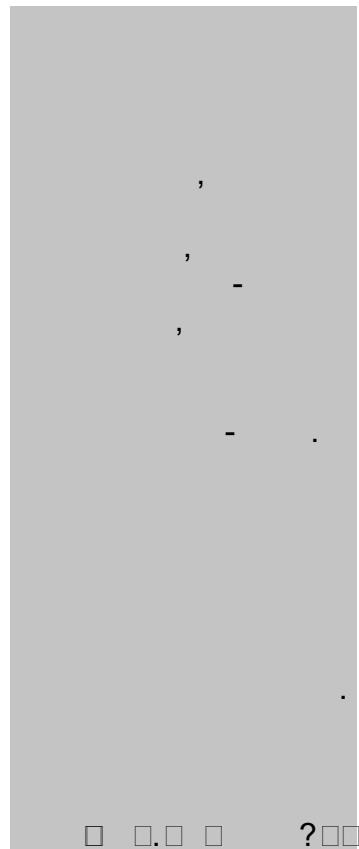
- \$.2"1)"/89/
1, , -\$. 1%&/, ''-)

!

"\

!

C"



□ □.□ □ ?□□[

!

CC



- |

#

/ F

C (F C)

&

,

,

The figure is a phylogenetic tree diagram. The tree is rooted at the bottom left and branches upwards and to the right. Nodes are labeled with letters: C, CF, -C, and !. Sample names are placed near their respective tips. A large gray shaded area covers the left side of the tree, from the root to the first major branch. The labels are as follows: C (top left), CF (top right), ! (far top center), -C (bottom left), -C (bottom center), and ! (bottom right).

!

C

&

- E

| E, IDI
(E .

-I

, ADA,

, &
,

-A

-GI 999 922□

!
 ! 3+*A1%)014,1>/\$\$R4E*0" &' &\$#*5\$' %",,"&*
 !
 BC*D\$E*/\$0,",),1"-*
 J0\$!W3\$&)61. !W++' 61,)'. !' 2!R' 7\$4\$+!1. *!G.)(\$&+),)\$+!eWWRGf!O1+\$6\$. ,78!%-=7)+0\$*!,0\$!
 2' 71' /). 4!7)+,!' 2!g)40!P3%16,!L&16,)6\$+!egPL+fN!

!
 "@ U)&+,E8\$1&H\$3). 1&+!1. *!; 5%\$&\$. 6\$+!
 C@ R' 33'. IP. ,\$7\$6,-17; 5%\$&\$. 6\$+!
 F@ T\$1&.). 4!R' 33-.),)\$+!
 `@ #&,), 4E). ,\$. +)(\$!R' -&+\$+!
]@ R' 71=' &1,)(\$!W++)4. 3\$. ,+!1. *!L&' >\$6,+!
 Z@ G. *\$&4&1*-1,\$!X\$+\$1&60!
 ^@ B)(\$&+),8!1. *!: 7' =17!T\$1&.). 4!
 \@ P. ,\$. +0)%+!
 "D@!R1%+, ' . \$!R' -&+\$+!1. *!L&' >\$6,+!!!!!!

!
 W,! ,0\$!G.)(\$&+),8!' 2!G,10?!)40!)3%16,!%&16,)6\$+!2!7!). , ' !,0&\$!-)4!= -6<\$,+!e"!f!T\$1&.). 4!
 R' 33-.),)\$+!eCf!Q160\$' &!B\$4&\$!&A-) &\$3\$. ,+!). 67-*). 4!,0\$IP. ,\$. 1,)' . 17!X\$A-) &\$3\$. ,?!,0\$!
 B)(\$&+),8!X\$A-) &\$3\$. ,?!. *!,0\$!G%\$!&B()+' . !#&,), 4!X\$A-) &\$3\$. ,!e' &R# f9!1. *!! "#\$%&& ' ()\$
 *+, -, &. \$/&-0+1+, \$*2' &01&+3&4?!/0)60!). 67-*\$. ,\$. +0)%+?!R' 33-.),8!Q1+\$*!T\$1&.). 4?!T\$1&.). 4!
 W=&' 1*?!,0\$!VGH; !L&' >\$6,?!G. *\$&4&1*-1,\$!X\$+\$1&60!1. *!R1%+, ' . \$!L&' >\$6,+@!

!
 B\$\$%78!; . 414\$*!T\$1&.). 4!,5%\$&\$. 6\$+n!

H

C^

!

!

BBC*F,-,1**

S-&!()+' . !2' &!B\$\$%8!; . 414\$*!T\$1&.) . 4!; 5%\$&\$. 6\$+!1,! ,0\$!G.)(\$&+),8!' 2!G,10!) +!,0\$!+13\$!1+!,0\$!
L&\$+)*\$..,)17!L&' 3)+\$!OP\$%E*("#\$%&%' #'(')\$*-)(#"\$")*T,44*Q' P\$*')*4\$' -)*1"\$*#\$R4E\$" &' &\$#*
4\$'%" , " &*\$WR\$%, \$". \$C**

*

BBBC*31' 4-* "#*G--\$-- 7\$")*A4" "!

!

31' 4*: >*G--\$--*TQ\$%\$*T\$** %\$*

+)%')\$&,\$-H ' .),. -*	= \$' - (%\$ 7\$")H=\$)%,. * J'),1''' 4\$HK177\$")-* I,7\$4,"\$*
6R), 7,X\$*%\$-1(%.\$-*	; +, 1=7)+0!4&\$1,\$&
' "#*. 144' U1%'),1**	6' 33-.),8!1. *!
' 71" &*R%1&%' 7-*	6' 71=' &1,)'. !13'. 4!
100\$%, " &*/050-*	31' &!%& ()*\$&+! 2!

! CY
31' 4*8>/\$P\$41R**-E-) \$7'),..** RR%1' .Q*)1** --\$--, " &*)Q\$*-)(#\$\$")*4\$' %", " &*)Q')*1.. (%-*, " *)Q\$*

! C\

| +)%')\$&,\$-HI ' .),. -* | =\$' - (%\$7\$")H=\$)%..*| J'),1'''4\$HK177\$")-*| I,7\$4,"\$*

1(1)71=7\$!%716\$+!. ' ,!

6-&&\$.. ,78!=\$. 4!2)77\$ *@

B\$(7' %!3' &\$!

\$5,\$. +)(\$!&\$%' &,), 4!

=8!+, - * \$.. ,+! 2!,0\$)&

%' +,)(\$!\$5\$\$&)\$. 6\$+!

). !,0\$+\$!%&' 4&13+O

3' &\$!%\$\$&E, ' E%\$\$\$&