

中国红树科 7 种红树植物遗传多样性分析

周涵韬 林 鹏

0 Ê v Đ 3 S Đ Đ ý 0 Ê

摘要 [£ Ž a£ Z i al Na~ T! al i aZ ô aU ô Z ô © Õ£ Ž S ± p¹ ‹ • ¨ ¿
É¥ E ¢ B Ú a¢ q Ú aĚ › œ¥ y F b Y V ñ Ê ¥ ñ µ r
„ p É› s) Õ£ Ž ± p W¥ T ø 1" b ñ µ r „ p " 9 H
{ Ĩ ŷ Ÿ H{ H] 9 " 9 H{ ¥ b æ" . " E ¢ ñ s Ě
• W¥ L . B Á „ L . Ö i " E É› Ě s b ñ s Ě • s¹ a ñ
v F Ü(L . Ö¹ b | ¢ ¥ ñ s Ě • ¥ s 0 s Ě" d m Đ . d ¥ s Ě
É› 1 ? C² T M~ b] H ¢ B ñ ¥ µ s Ě V T¹ u s Z ô „ U ô Z
ô ¥ s 0 S : b

关键词 £ Ž S L . " Ÿ
中图分类号 文献标识码 文章编号 ! ! !

£ Ž ^ 3 É ¿ £ { ađ £ { d Z Œ ø ¥ Z – Š g Ö W{ ¥ ÷ 3 ! ' ± p • ‹ b ñ
»¹ Z Á 3 ŷ Ü™] „ h a¹ - Á ì â ê ™ S © aê Ä Đ] Í © Z ë ? è × 1 ¥
T ¨ b] H ñ ^ £ { Š g Z – 3 ŷ " d × 1 ¥ » B Ÿ 3 Á D ∈ ¹ ! ì 4 ò Ő Á
Ö ñ Ÿ " ~ ¶ ¥ î ± p æ 3 p¹ ÷ b á S £ Ž ± p L = s f Ĩ £ Ž S £ Ž ± p
s f K¹ < W 2 ž Z 2 aũ – a < ê a < Ā I N ! ý „ Ő X s f ž „ ~ ¾¹ K®
(Ñ i O V Ú Ő ž ® Ő { (µ s f b s f¹ u 3 â M Ä v ± é ¥ ™ ŷ 9
Ő " b " - S = " £ Ž ± p 7 Z v ¥ 3 p Đ ù î ý T î T " Ĩ 3 ŷ Đ a 3
ø Đ a 3 p Ä Đ © 5 x" # 7 s 0 3 p Đ ¥ ù î ý T ž) ¿ „ " b £ Ž ± p ¥ s
Ě ö 1 Y V ™ ŷ 1 % Đ 4 ³ © É› ù î £ Ž ± p t Ő a M Ő ¥ s Ě 1 " - , '
ç b 1 M y ë [Ÿ Ũ " 9 ŷ Ÿ / Œ X < W ¨ ¿ Ő É' ÷ s
Ő Ő k ç" # L . õ í m ö ¥ y" # y ç Ê" # © 5 × b' Ó Y V Z 2 ê P Ő £ Ž
1 – ¹ u = Ő £ Ž ± p ¥ ù î s 0 £ Ü) £ Ž S ,] Ő ‹
- W ¥ L . 1 " b V 7¹ É B „ 7 ? „ æ" á S £ Ž ' ÷ u / \$ b

1 材料和方法

1.1 红树植物样品 L " 7 Ő £ Ž S £ Ž ± p > = " Ő¹ £ Ž ~ ~ ~ ~ ~ 1 1 ¿ / f i h h a

£ Z j Ĭ žžfž Ĭ a l N ! 1 " # \$ Ĭ 1 / 1 " # \$ Ĭ a ~ T ! % \$ ~ Ĭ Ž Ĭ Ĭ & Ĭ Ĭ a ! j Ĭ ' ~ f Ĭ & f Ĭ \$ Ĭ 1
& ž (" ~ ~ ~ ~ 1 a Z ô ' Ĭ Ž) 1 " & f Ĭ Ĭ a U ô Z ô ' Ĭ Ž) 1 " & f Ĭ Ĭ / 0 Ĭ ~ ž " / ~ Ĭ \$ Ĭ Ĭ (• 1
Z Z ê P Œ £ Ž 1 – 1 u = • " H W 1 M ° b
1.2 试剂 Œ † ½ a † , Œ 3 4 a s 0 0 15 1 a © (1 1 * 6 7 0
3 Á Œ Ĭ " „ p V 1 8 † 9 3 # (0 9 7 * 9 3 Á Œ Ĭ ñ k 4 (1 S Á s B
k 4 b

1.3 仪器 N : 3 ~ , “ s ; ; 9 ~ È £ N & !
3 * ; 1 ~ b ` < Ĭ ^ " d) 3 (b

1.4 DNA 的提取及检测 £ Ž ± p 9 y F ¥ 4 | • " ž É ¥ < + < 16 < . +
0 6 6 * 9 - 6 > * 6 3 E B š Ø J Ä Ĭ E b ë | . 7 £ Ž ± p > = F A < ù Ĭ
x F Æ ç £ Ä ° ¥ 4 Ĭ A ß ! Ÿ Y ? . 6 * † ' 0
+ 6 6 * † ' : 6 6 * † ' 1 4 ! \$ + 8 \$. ° š Ñ = b F Æ © 8 ¥
o _ : s û ? : 4 b ž 1 7 6 9 Œ • 6 9 | b A F Æ ? 8 s d ?
Ä ž ! ° b Q Ĭ 6 9 b ž 1 7 6 9 Œ • 6 9 b b A æ Ĭ " ¥ õ
Ú ! Q € õ Ú è Ä ª F Æ µ ' : Ĭ A . 3 b F Æ 0 4 Ä Œ Ĭ 1 9 7 ?
6 ' Ä ž ° š Ñ £ ä 6 9 b F Æ © 8 p : o _ : s û ? : : 4 Q ž
1 7 6 9 Œ • 6 9 b | b A F Æ ? 8 6 * † ' 0 + „ 8 ¥ í £ Y ?
Ä ž ! ° b Q Ĭ 6 9 b ž 1 7 6 9 Œ • 6 9 b A æ Ĭ " ¥ õ Ú !
Q b € õ Ú è Ä ª F Æ µ ' : Ĭ A . 3 b

1.5 DNA 纯度 a 浓度的测定和电泳检测 | . A d ª [: Ĭ A 1 b â v
© 96 # 96 o É ¥ , “ Ĭ 9 Ø ¥ Ĭ ª q Ĭ ‘ B b " ×
: ¥ Á ¥ j « ` < È £ _ © ‘ Y s 0 ¥ v Ĭ # y F ^ Ž † 3 b | ~
† H q ¥ " Œ d Ä 9 7 ? µ " ž s b

1.6 RAPD 反应 † ½ ý T Q (8 " 0 2 † ½ . „ p µ 6 * † '
µ ' 3 4 6 6 * † ' . µ ' 7 + 6 6 * † ' . µ ' ð 9 7 F Ñ B £ Ä
µ ' Q < 8 " " µ ' F š 2 - Ä b Œ ! Ä 1 ° M Ÿ 6 9 ° - Ÿ
6 9 ° ü % 6 9 ñ Œ ! - ª ° ü % 6 9 ª Ä ž ° b Q Ĭ b

1.7 电泳及观察 | " 9 Á p " × : ¥ Á ¥ . ¥ j « ` < Ĭ È £ s
Œ b : ° ª F Æ < Ĭ Œ Ĭ Ÿ 1 . 6 7 ? ' b) ? © ¥ š â / È £ . = b È £ 2 •
ª , “ _ © N 4 3 : c " 9 Á p ¥ £ { Ĭ ` < Ĭ ^ " d Ĭ Ĭ Ĭ m ` b

1.8 数据的统计与分析 ž j « ` <] B Ê Ä { ¥ µ í É > d 9 µ { ¥ :
1 ' ' “ Đ { í { ¥ : 1 ' ' b æ " E Ĭ ª " É > È s b

2 结果与分析

2.1 DNA 提取

4 | ¥ Œ £ Ž ± p . A ¥ , “ Ĭ „ ' n V j « ` < È £ _
© 2 T n m b

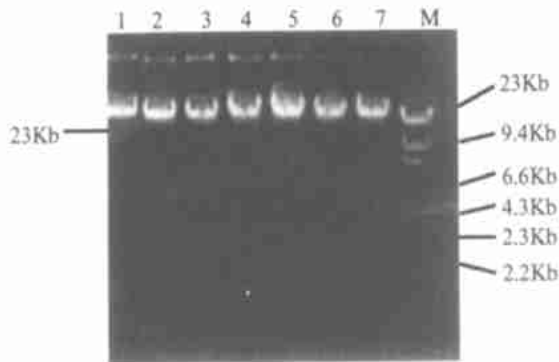
® V 2 T V n Œ £ Ž ± p , “ _ © ¥ ? 1 ' . — . - W B

表 1 7 种红树科红树植物 DNA 提取结果

0> = 14 +4 *A= B<D@*9 *A <B0 *A6 097†/ 4 9 =C8=*10@0

Ö	?	¤ q µ7?7D
£ Ž		
£ Z i		
~ T!		
I N		
! i		
Z ô		
U ô Z ô		

z b ® m V © ¥ Ě v l (B É ¹ E>b î ¤ ¥ V T ¹
Q< ¥ ð b



m £ Ž ± p Ě £ m ö
— GQ¹ ! i Z ô U ô Z ô I N £ Ž £ Z i ~ T!
¹ λ : @ & \$ 93 III s 0 S :
D7 9*6 @ +@†8=*144*A <B0 *A6 097†/ 4 9 C8=*10@0
— 01 48 @ 49-6> 14 ' ~ fi&fi\$¹ &ž(" ~ ~ ~ ~ ¹ * l' l ŽS)¹ "&fi h¹ l' l Žl +¹ l ~ ~ Ž"/ ~ \$ h fi *
l ! ¹ "#Sfi¹ /¹ "#Sfi¹ l ~ ~ ~ ~ ¹ 1, /fi h h * l l Žžff Ž¹ l %S ~ ~ Ž L¹ l fi *
λ : @ I ? \$ 93 III

2.2 RAPD 扩增结果

[Ö£ Ž ± p ¹ (Y V X ñ Ê ¥ ñ µ r „ p É) s ¤
Ö ± p W ¥ T ø ¹ " b " 9 ¥ Ě £ m ö n m b ® m V © ò „ p • Ä Ö £ Ž
± p ĩ " 9 ¥ H { " ¹ — H " 9 Ě ¥ v l . — . E> - Wb ñ µ r „ p
" 9 ¥ H { x - Ÿ z x - Q [{ ~ b L ž d 9 s b] H { ~ É >
d 9 V b ® V V © f ñ µ r „ p " 9 H { Ü (Ä ñ „ p f
Ö £ Ž ± p ĩ " 9 . H { b Ÿ Ÿ H { Ü (Ä ñ „ p µ . b Ÿ Ÿ H
{] 9 " 9 H { ¥ . b

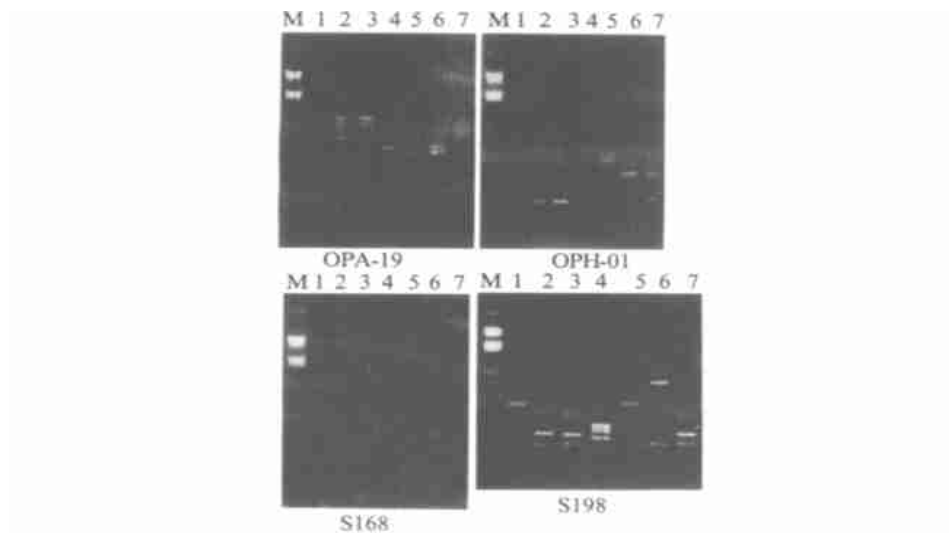
[illegible]

表 2 15个有效引物在 7 种红树植物中 PCR 扩增

[illegible]

*

2.3 遗传一致度及遗传距离聚类分析

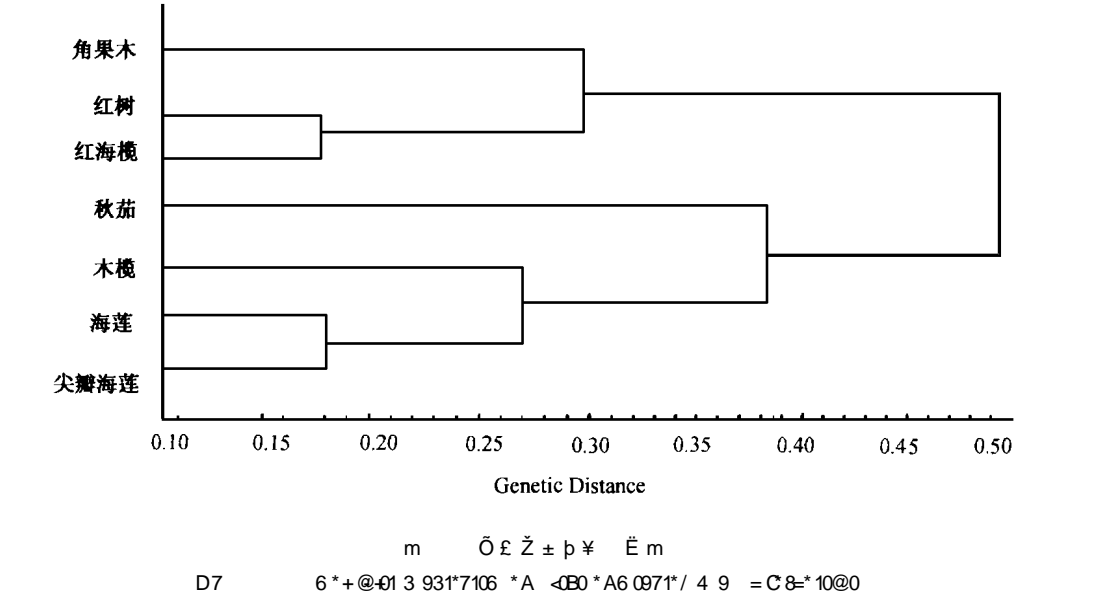
æ" . " E" # ¤ Ö £ Ž ± p W ¥ L . B Á „ L . Ö V b i " E Ö £ Ž ± p W ¥ T ø 1 " É › Ě s m b ñ Ō s 1 a ñ v F Ü (L . Ö 1 . L . Ö K v ¥ 1 ~ T ! „ U õ Z ô - W . F . b £ Ž a £ Z i # ~ T !) ¿ F b £ Ž a £ Z i L . Ö 1 . b V ü £ Ž Ð £ Z i s 0 £ Ü) ¿] B < b f Ð ñ Ì i 4 s Ě < ¿ £ Ž < M B Á b ~ T ! Ð £ Ž ¥ L . Ö 1 . Ð £ Z i ¥ L . Ö 1 . Ü (1 . G . Ě m £ Ž a £ Z i) ¿] B ð F 7 ~ T ! † Ÿ) ¿ 6 B ð F b V ü ~ T ! ~ T ! < Ð £ Ž a £ Z i £ Ž < 1 S = < W 1 " f Ð i 4 s Ě ² T B Á b I Na! i aZ ô aU õ Z ô]) ¿ F b F s 1 ñ ð F I N) ¿ B ñ ð F ñ Ð ! i aZ ô aU õ Z ô W ¥ Ü (L . Ö 1 . K v 1 . 1 < W 1 " b

表3 红树科7种红树植物的遗传距离 / Ø~ 及遗传一致度 Ø~

▷ (6 -Ø1< 6 04<093 7 9 <@3 4Ø9@ *A <Ø0 *A6 0971* / 4 9 =C8=*10@0 >04 3 *9 ' 4 4<6 0< *A46 -Ø1< 093 7 9 <@3 4Ø9@

£ Z i	£ Ž	~ T !	I N	! i	Z ô	U õ Z ô
~~~~~	~~~~~1	%\$~"Ž	,1"#Sfl1	'~fi&fi\$~1	'~fi&fi\$~1	'~fi&fi\$~1 ŽI+1~1
1 ŽIzflŽ	1_ /fi fl h	h &1 fl	/1"#Sfl	&ž( "~~~~1	ŽS)1 "&fi fl	~~ž"/~_ \$h fl

£ Z i  
£ Ž  
~ T !  
I N  
! i  
Z ô  
U õ Z ô



„ s ? C Z ô a U ö Z ô ) ¿ ] B l F = U ö Z ô Ð Z ô ¥ L . Ö¹ ¨ Í  
 Ö = Ö • W1 " 7 U ö Z ô Ð ! ; L . Ö¹ = €¹ , ] Ö b

### 3 讨论

#### 3.1 红树植物的遗传多样性

L . „ Ms ^ 3 p É Ä ? Z ¥ \$ Ms¹ É Ä 4 ö Y V L . i „ Æ t  
 Ms b T¹ B ñ ÿ ë ¥ S £ Ž S £ Ž ± p µ B t ] ¥ + Ä è Ä ! < 8 » µ ÿ  
 + ¥ 0 , d N “ ñ 5 s 0 Ĭ ô R i ) ð ~ ¥ ñ s 0 É 8 0 = ± p Ĭ ° µ  
 ñ S 6 “ ñ S ^ . 1 + 0 @ 0 „ : 1 < 1 * B 0 @ 0 ¥ ± p ñ 5 s 0 µ ) ð ~ ¥ ‘  
 â É Æ # b œ ¿ 3 ÿ ì â µ s v £ Ž S £ Ž ± p - W ¥ ™ ÿ ³ é² µ s 9  
 v b f Ð ' ù î V s 0 £ Ü î ¨ ¥² , B Á b î ù î ¥ Ö £ Ž S £ Ž ± p ÿ  
 Ê Ä q¹ . ù Ú ¿ Ö W ¥ Ü ( £ Ü . - Ð - ž / „ Š ~ ž / “ ¥ .  
 . “ ñ “ ñ ( ¥ . / 1 “ ñ “ ñ ¥ 9 Ú , b Ú ¥ ÿ Ê Ä q Q < ± p ' &  
 ¥ L . “ Ÿ ~ ¶ b ± p ¥ L . Ms V [ Q ~ ì â ¥ a < ? Ĭ b v ¥ ù î V  
 ü < W s f ¥ p Ö c ¥ L . Ms b  
 ® Ë s ¥² T A î ù î ¥ Ö £ Ž ± p ¥ T ø 1 “ Ð j 4 s Ë 1 “ B Á b Ä  
 ~ T ! ¹ ~ T ! < £ Ž „ £ Z j < £ Ž < Ë m Ĭ £ Ž „ £ Z j ¹ ] B ð F £ Ž a  
 £ Z j L . Ö¹ . ¹ < = Ö W1 “ b 7 ~ T ! Ð £ Ž < ¥ Ü ( L . Ö¹ . ¹  
 S = < W1 “ b [ ² T £ L / œ “ ¿ £ Ž ± p L . “ Ÿ ù î ¥ ‘ Ÿ b

#### 3.2 木榄属3种红树植物的遗传变异

V Ĭ ! j < Ö £ Ž ± p ¥ ™ ÿ Ð µ s b V Ĭ V [ A ! j a Z ô a U ö  
 Z ô ™ ÿ Ð ¥ µ s Ĭ ö 1 “ Ĭ ½ ¥ / i O Z ô Ð U ö Z ô ¥ µ s ÷ ^ ±  
 l b f Ö £ Ž ± p É > 7 “ Ĭ ³ „ • “ H a a ö | ñ Ĭ j + Y ^ í ½ „ T  
 L ¥ H ù b ± p j 4 s Ë f Ö £ Ž ± p 9 i “ B t š , b ö 1 ¥ 4 Ä µ  
 Ö ® ¿ U ö Z ô Ð Z ô ¥ ™ ÿ Ð µ s Ĭ a¹ U ö Z ô ^ Z ô ¥ M Ö U ö Z ô  
 µ t 3 ÿ Ð a 3 Ø Ð © ¥ + Ÿ Ð ! j µ “ B ç ñ ¥ M » Ÿ a¹ U ö Z ô ^ ! j Ð  
 Z ô ¥ 1 – œ Ö b

Y È £ L Ö W1 “ M Ö œ Ö ö 1 G L ™ ÿ Ð a Q 3 Ä † p a ™ ä 8 a¹ Ø s f  
 „ L œ © Z E œ f t Z E û µ K Ÿ b M 1 - / s 0 S : / œ ^ B Ö µ r ¥ s  
 m b ¿ © ... B ñ È • Ÿ a ¹¹ c µ ñ y Ê Ä ¹¹ , c ¾ Ê Ä , i ™ ÿ  
 Ÿ Ĭ 4 [ ‘ ¥ Ĭ W Ÿ b

' ù î ¥² T V ü ① È £ m ö m U ö Z ô Ð Z ô ¥ . Ö m ö ¹ M » 7 Ð  
 ! j ¥ • Ö m ö µ s v b ② Ë m m U ö Z ô Ð Z ô ¿ ] B ð F 7 ! j )  
 ¿ 6 B ð F b ③ L . Ö Ä s V ! j a Z ô a U ö Z ô ) ¿ ] B ð F Ü ( L .  
 Ö¹ ¹ < = Ö W1 “ b U ö Z ô Ð Z ô ¥ L . Ö¹ ¨ Í Ö = Ö • W1 “  
 7 U ö Z ô Ð ! j L . Ö¹ = €¹ , ] Ö b ® N a¹ | U ö Z ô ) Ø¹ Z ô  
 ¥ M Ö ¹ † a b f B² , Ð µ ¥ ù î ë H Ü “ # © Ê ½ ù î ¥² , B Á b

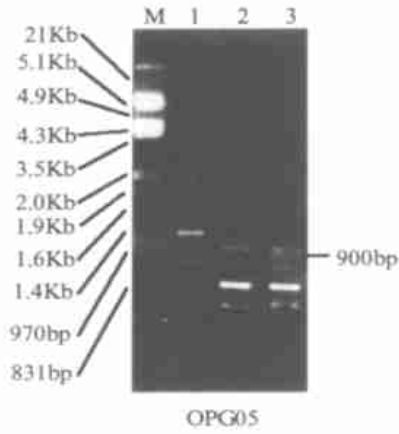
] H s 0 S : / œ 9 ? µ r Ĭ | T ø 1 “ ¨ Í ¥ U ö Z ô „ Z ô u s 7 Ÿ b

Âm ñµr„p !j< Õ£Ž±p”9¥· Ömöİ µt„p Zô„  
 UõZô-W”9¥² TÀµµs µt„p Ù-i "µs Æµs Ë "9¹  
 ‘ Â UõZô”9¥· Ömöİ C ñ Ë v|ÿ¹ >8  
 ¹ — b¾ Ë Zôİ Àµ Cbî æ¥µs Ë VT¹ usZô  
 „ UõZô¥s 0S: b

表4 木榄属3种红树植物的形态学差异  
 ⑤ *18=*#7 @+/010<*9 *A <B0*A6 097*/ 4 9 ' ~fi&fi\$¹

[ " &6	Z ô ' l Ž) 1 "&fiñ	U õ Z ô ' l Ž) 1 "&fiñ l +1~l ~Z"/~„ \$lñ	! j ' l &Z( "~~~~¹
½l Ë	— » Y È »		— » Y È »
½l ?l 5	² TH É ç l 5		² TH ç l 5
½l 5	µ: í		Ü Á
½õ	Hø \$ Y °		† \$ á ° † k ê
½õ Ë	Ë ä O ° — H g H		ä ì O ° — H g H ü A Ñ ½õ ä
O ° H ½0 , —		H —	

YV' L V[ A S: / Æ? ¹ Z4¹ Q< £ Ž±p ¥ L. " ÿ  
 # M° 1 " ñ< " ç £ Ž±p ¥ s 0 s Ë ù î ^ ML V > ¥ b / Æ ç £ Ž  
 ' ÷ ¥ k ç s Ë # L. " ÿ ß N ^ B Ö µ r ¥ m b y N / Æ² † . d ¥ '



m ! j < Õ£Ž±p ± p · Ömö  
 — GQ¹ ! j Z ô U õ Z ô ¹ λ : @ I ?\$ 93 III s 0 S:  
 D7 9*6 @ A97 1819<4 *A <B0 *A6 097*/ 4 9 ' ~fi&fi\$¹  
 — 01 <B0 9-6> 14 ' l &Z( "~~~~¹* l ' l Ž) 1 "&fiñ * l ' l Ž) 1 "&fiñ +1~l ~Z"/~„ \$lñ *  
 λ : @ I ?\$ 93 III

÷ k ç Z E A | É B „ \ É £ Ž ' ÷ ¥ † Ø 7 ? a ¹ „ 5 Ø b

06

4

il l

06 +

@9<09 5

Sh fl 093

04

*18=+

34 07- 4=

093 @94