

新品系銀合歡在不同生育地之四年生長

潘富俊 施文君 陳逸銘

摘 要

不同海拔高度及不同pH值土壤之試驗地, 栽植4類具有生長潛力, 不同品系的銀合歡: K156(四倍體異葉銀合歡)、K743(異葉銀合歡×巨型銀合歡)、K636(耐木蠹之巨型銀合歡)、K340(銀合歡), 並以廣佈世界的商業品種K8作對照。四年生的高生長和直徑生長, 在不同的試區皆呈顯著的差異。在低海拔(60m)且土壤pH值5.6-6.2的屏東縣南州試區, K636之生長最佳; 低海拔(300m)但土壤pH值5.1-5.6之臺東縣電光試區, 則以K156、K743及K636生長最佳; 海拔600-750m, 土壤pH值5.1-6.0之臺東縣太麻里(I)及高雄縣麟平試區, 亦以K156、K743及K636生長最優, K746及K636次之; 高海拔(900m), 土壤呈酸性(pH值4.2-4.4)之太麻里(II)試區, 以K156最佳, K743次之。以上述生長資料視之, K156具抗酸性土壤及耐高冷基因, 是極有希望在本省推廣之造林樹種。在本省廣為栽植的K8(巨型銀合歡)在多數試區生長皆比其他品系差, 實宜以其他品系銀合歡代之。K636對銀合歡木蠹之侵害恢復力強, 低海拔以下及土壤pH值在5.5-6.2之地區, 可栽植K636。

關鍵詞: 銀合歡、異葉銀合歡、生長、耐酸性、抗寒性、適應性。

潘富俊、施文君、陳逸銘 1991. 新品系銀合歡在不同生育地之四年生長. 林業試驗所研究報告季刊, 6(1):27-33

Early Growth Performance of New *Leucaena* Varieties on Different Habitats

Fuh-Jiunn Pan, Wen-Chun Shih and I-Ming Chen

[Summary]

Four accessions of *leucaena* were introduced and planted on habitats of different elevations and with different soil pH values. The widely distributed commercial accession, K8, was taken as contrast. The 4 year data showed that 5 accessions under analysis were significantly different on each site. At Nan-Chou, 60m elevation and soil pH values 5.6-6.2, K636 performed better than others. At Dien-Guang, 300m elevation and soil of pH 5.1-5.6, K156, K743 and K636 observed to be the best. At areas such as Tai-Ma-Li (I) and San-Ping of 600-750m elevations with soil pH values more than 5.5, K156, K743 and K636 also had the best yield. However, Tai-Ma-Li (II) of 900m elevation and acid soil (pH4.2-4.4), K156 surpassed others. Basis on these data, K156 has potential for high yield and appears to be the acid soil and cool tolerant accession. Compare with other accessions, the performance of the com-

1990年11月送審
1991年1月通過

mercial K8 seems to be in the lowest rank in all locations observed. It is recommended that K636 be chosen for plantation in areas at low elevation (under 500m) with soil pH values 5.5-6.2 and K156 for other kinds of habitats.

Key words: *Leucaenas*, *Leucaena diversifolia*, growth trial, acid soil tolerance, cool tolerance, adaptation.

Fuh-Jiunn Pan, Wen-chun Shih and I-Ming Chen. 1991. Early Growth Performance of New *Leucaena* Varieties on Different Habitats. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 6(1):27-33.

一、緒 言

巨型銀合歡(*Leucaena leucocephala*, giant type)引進本省已有15年歷史，推廣栽植的面積曾達13,000頃(任偉安, 1986)，主要造林地區在東部(臺東及花蓮兩縣)及南部(屏東縣)。有些地區的銀合歡生長，每年可達20 m²/ha以上，優良生育地每年可生產35 m²/ha以上(胡大維, 1979)，但是許多推廣地區的巨型銀合歡造林生長似乎不甚良好(胡大維, 1979)。其原因是推廣此樹種之初，推廣及執行機構並未注意到銀合歡的生長特性，以為銀合歡在東部及南部任何地方都能生長繁茂。試驗卻顯示，巨型銀合歡在熱帶地區500m以下，土壤pH值5.5-7.0生長最佳(Brewbaker and Hutton, 1979)。海拔高度大於500m，氣候涼涼的地區，和土壤pH值高或低於5.5-7.0範圍的生育地，則生長受阻。所以氣溫和土壤理化性質，尤其是土壤酸度，成為限制銀合歡生長的兩大因子。這兩項因子即為本省巨型銀合歡推廣造林不甚成功的主要原因。

本省廣大地區，尤其是宜林宜農的邊際地，合乎巨型銀合歡生育要求的生育地並不多，大部分地區土壤pH值都偏低。因此，培育耐酸性土壤及抗寒性銀合歡，使之能適應本省多數造林地區，增加林木生產，已成為銀合歡主要的研究項目之一。施文君等(1986)曾觀察到高海拔(900m)酸性土壤(pH4.2-4.4)之生育地，五年生的異葉銀合歡(*Leucaena diversifolia*)之生長遠比巨型銀合歡(K28、K29等)良好，足證異葉銀合歡含有耐酸抗寒基因，可增加造林的潛力。唯此耐酸抗寒性銀合歡在不同海拔高度及土壤pH值組合生育地之生長量如何，尤其是適合巨型銀合歡生長之低地及微酸到中性土壤地區，異葉銀合歡是否能取代巨型銀合歡，尚有待證明。

本實驗設計不同環境組合的試驗地，即中性

土壤和低熱帶，酸性土壤和低熱帶，中性土壤和高涼地，酸性土壤和高涼地等組合，以新引進之不同銀合歡品系，包括四倍體異葉銀合歡，異葉銀合歡×銀合歡，新品系巨型銀合歡(K636及K340D)，並以在世界各地包括本省在內廣為栽植之巨型銀合歡K8作對照，觀察新引進銀合歡品系的生長表現，探討新品系銀合歡取代現有銀合歡的可能性。

二、材料與方法

(一)試區描述(見表1)

南州：本區終年炎熱，屬低海拔，土壤pH值5.6-6.2，為極適合巨型銀合歡生長的地區。地處屏東縣潮州鎮附近之南州，為南州糖場所屬廢地，原為河床地，多石礫，經過修整地形平坦，試驗前原為木瓜園。

電光：本區海拔高約300m，亦終年炎熱；土壤pH值5.1-5.6。氣溫適合巨型銀合歡生長，土壤卻稍偏酸，為銀合歡適生之下限。位於臺東縣關山鎮東側之海岸山脈西斜面，屬水澆餘紙廠的林場用地，試驗前即為銀合歡造林地。

扇平：海拔750m，已超出巨型銀合歡之適生範圍；土壤pH值5.5-5.8合於銀合歡生長的酸鹼度要求。試區屬本所六龜分所，位於扇平工作站，原為苗圃預定地，地形平坦。

太麻里I：海拔高約600m，為巨型銀合歡適生高度之上限，土壤pH值5.1-6.0。位於本所太麻里分所第一工作站，劃定該區前為泡桐造林地，東向，坡度約為15°左右。

太麻里II：海拔900m，土壤pH值4.2-4.4，均為極不適合巨型銀合歡生長的生育地條件。位於本所太麻里分所第二工作站。栽植前原為原始闊葉樹林，主要組成樹種為樟科及殼斗科植物，東向，坡度約為10°左右。

(二)材料：(見表2)

表 1 試區概況

Table 1. Description of trial locations.

Trial Location	Latitude & Longitude	Elev. (m)	Air Temp. (°C)	Soil pH	Rainfall (mm)	Aspect & Slope
Nan-Chou 屏東、南州	120°29'E 22°30'N	60	Av. 25.1 Max. 34.8 Min. 7.3	5.6-6.2	3192.6	flat, 0
Dien-Guang 台東、曾光	120°34'E 20°03'N	300	Av. 21.5 Max. 39.0 Min. 6.0	5.1-5.6	2045.6	east, 5
Shen-Ping 六龜、扇平	120°40'E 22°58'N	750	Av. 20.3 Max. 32.5 Min. 3.0	5.5-5.8	4385.6	flat, 0
Tai-Ma-Li (I) 台東、太麻里(I)	120°57'E 22°45'N	600	Av. 21.7 Max. 37.0 Min. 12.3	5.1-6.0	3206.0	east, 15
Tai-Ma-Li (II) 台東、太麻里(II)	120°56'E 22°47'N	900	Av. - Max. - Min. -	4.2-4.4	-	east, 10

* Data unavailable

表 2 本試驗各品系銀合歡類之原產地

Table 2. Original localities of the *Leucaena accessions* in analysis.

Accession	Species	Area of Origin
K8	<i>L. leucocephala</i>	Moyhua, Zacatecas, Mexico.
K156	<i>L. diversifolia</i> 4N	3Km north of Fortin des Flores (at 1250m), Veracruz, Mexico.
K340	<i>L. leucocephala</i>	Distributed in Hawaii, origin unknown.
K636	<i>L. leucocephala</i>	Saltillo, Coahuila, Mexico.
K743	<i>L. diversifolia</i> 4N × <i>L. leucocephala</i>	Hybrid progeny (K156×K8) made in Hawaii.

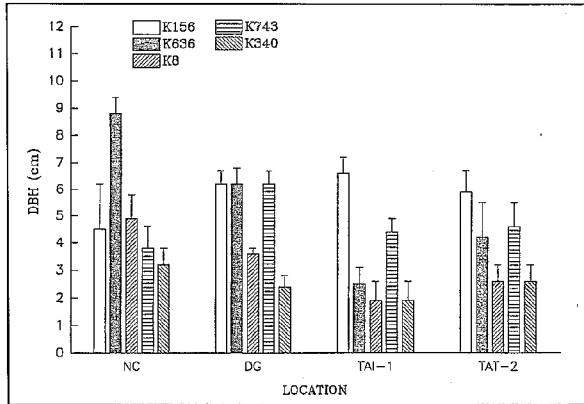
K156 原產於墨西哥東部 Veracruz 海拔 1250m 地區，為四倍體異葉銀合歡 (*Leucaena diversifolia*) 中生長最優良的種源之一 (Brewbaker, 1985, unpublished)。K743 則為夏威夷大學培育之四倍體異葉銀合歡 (K156) 和銀合歡 (K8) 的雜交種。K636 原產墨西哥之 Coahuila，在夏威夷大學農場生長甚為優良，為該大學所選出之開花及結實量稀少的巨型銀合歡，亦為耐銀合歡木蠹的品系 (Sorenson and Brewbaker, 1987)。K340 之原產地不詳，但在夏威夷地區生長良好，亦為夏威夷大學選出之巨型銀合歡。本試驗以目前造林最多之巨型銀合歡商品品系 K8 作對照。

(三) 試驗設計：

本試驗採用隨機區集設計，5 個地區，每地區 5 品系，各 6 個重複，每小區栽植 10 株，行株距 2 × 1m，每年量取樹高及胸高直徑。

三、結果

根據變方分析，所引進栽植不同品系銀合歡之間，樹高生長和胸徑生長約呈極顯著之差異 (表 3、表 4)。不同試區，由於生育地條件不同，銀合歡類之生長亦呈極顯著之差異，地區與品系 (變種) 間亦具顯著之交互效應。



NC-南州，DG-電光，
TAI-1-太麻里(I)，TAI-2-太麻里(II)。

圖1. 5種銀合歡品系在不同生育地之四年生平均胸高直徑。

Fig. 1. Mean DBH of 4-year-old leucaena varieties at 4 locations.

表3 4年生不同品系銀合歡在4個生育地樹高之變方分析

Table 3. ANOVA of 4-year-old tree height over 4 trial locations.

Source of Variation	df	SS	MS	F	Tabular F	
					5%	1%
Site	3	119.14	39.71	73.54**	3.10	4.94
Rep. w/in Site	20	10.73	0.54			
Var.	4	142.72	35.68	132.15**	2.48	3.56
Var. × Site	12	139.08	11.59	42.92**	1.88	2.41
Pooled Error	80	31.90	0.27			
Total	119	433.60				

表4 4年生不同品系銀合歡在4個生育地胸高直徑之變方分析

Table 4. ANOVA of 4-year-old DBH over 4 trial locations.

Source of Variation	df	SS	MS	F	Tabular F	
					5%	1%
Site	3	52.88	17.63	24.83**	3.10	4.94
Rep. w/in Site	20	14.19	0.71			
Var.	4	192.11	48.03	81.415**	2.48	3.56
Var. × Site	12	149.74	12.48	21.15**	1.88	2.41
Pooled Error	80	46.96	0.59			
Total	119	455.88				

不同生育地(試區)不同品系4年生銀合歡的累積高生長列在表5, 累積胸徑生長則為表6。一年生植株幾無胸徑, 故略之, 扁平地區則2年生之後試區被毀, 3、4年生資料缺如, 各品系4年生在各生育地之平均胸高直徑如圖1。

由上述試區資料得知: 在低海拔高溫且土壤pH值接近中性之試區屏東南州, 5個品系中, K636(巨型銀合歡)第一年生長雖不甚突出, 但第二年之後, 樹高及胸徑生長均遠勝於其他品系, 而K8為造林最廣、應用最多的巨型銀合歡, 生長僅比其餘三者生長略佳。K156(異葉銀合歡)之直徑生長和K8無差異, K340在本區生長最差。

在高溫低海拔, 但土壤pH值稍低於5.5之電光試區, 不同品系銀合歡的生長表現, 呈截然分級: 以K156、K743和K636高生長和胸徑生長均佳, 常見之K8和K340在本區生長極差。

海拔較高之太麻里(II)(600m)和六龜扁平(750m), 雖然兩試區之土壤pH值均適合銀合歡生長(pH5.1-6.0), 但氣溫之限制效應, 可使巨型銀合歡在兩地之生長表現顯示出來。兩地均以K156生長最優, K743次之, K636在太麻里(I)的表現比扁平者佳, 而巨型銀合歡之K8及K340殿後。

太麻里(II)試區位於本省東部海岸海拔900m處, 對銀合歡而言, 屬於海拔較高冷涼地區; 土壤pH值4.2-4.4, 亦屬於不利銀合歡生長之環境。銀合歡不同品系在本試區生長, 亦以K156最佳, K743次之, K636則又遜於前者, K340和K8之表現最劣。

四、討 論

K156(四倍體異葉銀合歡)除在土壤pH值5.6-6.2且氣候炎熱之低海拔試區一屏東之南州, 生長適於開花結果少之巨型銀合歡K636外, 在其他不同土壤條件及海拔高組合之生育地, 表現皆極特出。亦即初期之生長, 無論在高海拔、酸性土壤、高海拔、中性(弱酸性)土壤, 或低海拔、酸性土壤, K156都比其他品系為佳(圖1)。在低海拔、中性土壤之南州, K156和K8(巨型銀合歡)無甚差異。

巨型銀合歡K8之生長表現, 僅在南州試區生長略比K340和K743佳, 但遠不如K636, 在其餘4個試區之中, 均為5個品系中最差的, 尤其是高海拔、酸性土壤, 或兼具高涼及酸性土壤的生育地, 生長都極惡劣(圖1、表5、表6)。巨型銀合歡另一品系K340情形亦然。龍文君等(1986)之試驗

亦觀察到5年生之巨型銀合歡, 在高度(900m)及強酸性土壤(pH4.2-4.4)之生長遠遜於同年生之異葉銀合歡, 可見巨型銀合歡之生長, 受到海拔高度及土壤酸鹼度極大的影響, 兩者均為其生長的限制因子。

夏威夷大學新近選出之開花結果量均少的巨型銀合歡品系K636, 在低海拔、近中性土壤之南州、電光等試區生長最佳, 但在高地, 酸性土壤之生長卻受到限制, 可見K636亦不適合在這類地區栽植(圖1)。但低海拔地區, 土壤微酸性到中性(pH5.5-6.5)之生育地, 可考慮用此一品系造林。

K743為四倍體異葉銀合歡(K156)和巨型銀合歡(K8)之雜交後代, 其生長表現值得注意。在低海拔, 土壤近中性之南州試區, 其生長不如K636。但其他條件組合之生育地(電光、扁平、太麻里I)和K156、K636並駕齊驅, 為最佳品系, 遠優於另一親本K8。在太麻里(II)海拔較高冷涼且強酸性土壤的生育地, 生長表現介於兩親本之間。此雜交後代顯然具有和K156一樣的耐酸性土壤及耐冷涼氣候的基因, 此基因對不耐寒的基因而言, 可能為共顯性。此雜交後代回交親本之後, 其後代之表現值得深入研究。

綜合以上結果, K156在本省1000m以下之地區, 無論是中性或酸性土壤, 都可生長。其對土壤及氣溫的要求遠不如巨型銀合歡, 是極有發展潛力的樹種。

四倍體異葉銀合歡除可適應多數地區生育地的特性外, 尚具有耐銀合歡木蠹的能力(Pan, 1987; Sorensson and Brewbaker, 1987)。木蠹自1984年起侵害全世界銀合歡造林木(Brewbaker, 1986), 使銀合歡之造林及推廣工作受到極大的衝擊。異葉銀合歡既然生長力旺盛, 不具酸性土壤及寒冷氣溫, 且耐蟲性又比巨型銀合歡為大, 本省之銀合歡造林當可考慮試植此一樹種。

銀合歡在本省是栽植來作為纖維用材, 是極優良之製漿造紙原料。根據分析, 四倍體異葉銀合歡之纖維長度及比重等製漿性均不遜於巨型銀合歡(陳信榮, 1986, 未發表), 其他木材性質正在測試之中。

K156在不同條件生育地, 如高地, 酸土, 或高地上加上酸性土壤生長均比其他品系或種源佳, 表示此樹種同時具備抗寒及耐酸基因。但兩種基因是為否為連鎖(linkage), 則須觀察四倍體異葉銀合歡×銀合歡之F₂在不同生育地的表現, 兩種性狀如果不分離(segregation), 則可斷言其為連鎖, 此試驗亦正在設置之中。

表5 4年生不同品系銀合歡在不同生育地之累計樹高。(單位:m)

Table 5. Performance of 4-year-old tree height in different trial locations. (unit:m)

Accession (Variety)	Trial Location					
	Nan-Chou pH Elev.(m)	Dien-Guang 5.1-5.6 300	Shan-Ping 5.5-5.8 750	Tai-Ma-Li(I) 5.6-6.0 600	Tai-Ma-Li(II) 4.2-4.4 900	
K156	1st yr	2.0±0.3	1.9±0.4	1.3±0.6	1.3±0.4	1.3±0.4
	2nd yr	2.9±1.0	3.5±0.6	2.7±0.8	2.4±0.8	3.4±1.1
	3rd yr	3.9±1.1	5.6±0.8	-**	4.9±1.3	5.0±1.9
	4th yr	5.7±1.3c*	7.4±0.9a	-	6.0±1.4a	7.3±2.1a
K743	1st yr	2.2±0.4	1.8±0.4	1.3±0.6	1.1±0.4	1.0±0.3
	2nd yr	3.0±1.0	3.0±0.6	2.5±0.9	1.8±0.8	2.2±1.2
	3rd yr	4.3±1.2	5.1±1.2	-	2.6±1.1	3.6±1.6
	4th yr	5.2±1.1c	7.0±1.4a	-	4.7±1.2b	5.3±0.8b
K636	1st yr	2.2±0.3	1.7±0.4	1.1±0.3	1.0±0.3	0.8±0.3
	2nd yr	4.6±1.0	3.4±0.6	1.6±0.5	1.9±0.8	1.9±1.4
	3rd yr	7.0±1.0	5.5±0.8	-	3.1±1.0	2.8±0.9
	4th yr	10.5±0.9a	7.2±0.9a	-	4.5±1.1b	4.0±1.0c
K340	1st yr	1.9±0.2	1.3±0.3	0.9±0.7	0.9±0.4	0.8±0.3
	2nd yr	3.0±1.0	2.2±0.7	1.2±0.9	1.5±0.9	1.9±1.4
	3rd yr	4.2±1.2	3.3±0.8	-	2.3±0.9	2.0±0.7
	4th yr	4.4±1.2d	4.6±1.1c	-	3.2±1.0c	3.2±0.8d
K8	1st yr	2.0±0.3	1.5±0.3	0.8±0.4	0.8±0.3	0.6±0.3
	2nd yr	3.3±0.9	2.3±0.6	1.3±0.7	1.4±0.8	1.4±1.3
	3rd yr	5.3±0.9	4.0±0.6	-	1.8±0.9	1.6±0.8
	4th yr	6.3±0.9b	5.7±0.8b	-	3.1±1.1c	3.0±1.0d

* Duncan's multiple-range for different varieties in each location.

**Three-year data unavailable.

表6 4年生不同品系銀合歡在不同生育地之累積胸高直徑。(單位:cm)

Table 6. Performance of 4-year-old DBH growth in different trial locations. (unit:cm)

Accession (Variety)	Trial Location					
	Nan-Chou pH Elev.(m)	Dien-Guang 5.1-5.6 300	Shan-Ping 5.5-5.8 750	Tai-Ma-Li(I) 5.1-6.0 600	Tai-Ma-Li(II) 4.2-4.4 900	
K156	2nd yr	1.9±1.2	3.5±0.6	2.0±0.5	2.0±0.6	3.4±0.7
	3rd yr	3.2±2.1	4.6±1.1	-**	2.9±1.3	4.2±1.3
	4th yr	4.5±2.3b	6.2±1.3a	-	5.9±1.9a	6.6±1.7a
	K743	2nd yr	2.2±1.2	3.0±0.6	1.9±0.6	2.1±0.8
3rd yr		3.3±1.4	4.5±1.5	-	2.8±1.1	2.6±1.5
4th yr		3.8±1.6c	6.2±1.9a	-	4.6±1.7b	4.4±1.8b
K636		2nd yr	4.2±1.1	3.4±0.6	1.3±0.3	2.1±0.7
	3rd yr	6.7±1.6	4.6±1.0	-	2.6±1.4	1.7±1.0
	4th yr	8.8±1.8a	6.2±1.2a	-	4.2±1.6b	2.5±1.2c
	K340	2nd yr	1.9±1.1	2.2±0.7	0.9±0.2	1.2±0.6
3rd yr		2.8±1.1	3.3±0.8	-	1.8±1.1	1.2±0.5
4th yr		3.2±1.2c	3.4±0.8b	-	2.6±1.1c	1.9±0.7d
K8		2nd yr	2.6±1.1	2.3±0.6	0.8±0.1	1.1±0.1
	3rd yr	4.1±1.1	2.7±0.6	-	1.7±0.7	1.2±0.4
	4th yr	4.9±1.4b	3.6±0.9b	-	2.6±1.0c	1.9±0.7d

* Duncan's multiple-range for different varieties in each location.

**Three-year data unavailable.

五、結 論

1. 在本省及世界各地栽培最廣的巨型銀合歡K8, 在所有測試的生育地生長表現均差, 不宜再推廣栽植。

2. 巨型銀合歡新選出的品系K636, 在土壤pH值5.1-6.2, 海拔300m以下的生育地, 生長良好, 尤其在pH值5.6-6.2的低海拔地區, 生長尤佳。K636對銀合歡木蝨的耐性也遠比K8為佳, 故低海拔且土壤pH值6.0左右的地區, 宜栽植K636。

3. K156為異葉銀合歡, 在本省1000m以下地區, 無論是中性或酸性土壤都可生長。巨型銀合歡和異葉銀合歡的雜交種K743的各種育林性狀介於親本之間, 而抗酸耐寒性質則和親本異葉銀合歡相同, 在土壤pH值低於5之低海拔和海拔高於300m地區, 可栽植K156和K743。

4. 新品系銀合歡K340在各試區的生長表現和K8相同, 甚至低於K8, 亦不宜列為造林樹種。

引用文獻

任憶安 1986. 臺灣巨型銀合歡造林投資之經濟分析. 臺灣省林業試驗所研究報告第466號

胡大維 1979. 銀合歡與農業增產. 中華民國農學團體68年度聯合會特刊, pp.48-54.

施文菴、胡大維、潘富俊 1986. 耐瘠及抗酸性銀合歡種類五年生之生長比較. 臺灣省林業試驗所研究報告季刊1(1): 9-14.

Brewbaker, J.L. 1986. Psyllidae of Jumping plant lice: Notes on biology and control. *Leucaena Res. Rept.* 7(1):2-5.

Brewbaker, J.L. and E.M. Hutton. 1979. *Leucaena: versatile tropical tree legume*. In "New Agricultural Crops". Westview Press, Boulder, Colo. pp. 207-259.

Pan, F.J. 1987. Psyllid resistance of *Leucaena* species in Taiwan. Proceeding of a Workshop on Biological and Genetic Control Strategies for the *Leucaena* Psyllid. A Special Edition of "Leucaena Research Reports". Vol. 7(2): 35-38.

Sorenson, C. and J.L. Brewbaker. 1987. Psyllid resistance of *Leucaena* species and hybrids. Proceeding of a Workshop on the Biological and Genetic Control Strategies for the *Leucaena* Psyllid. A Special Edition of "Leucaena Research Reports". Vol. 7(2): 29-31.