

navischen Herkünfte waren auf der nördlichsten Fläche Michigans relativ kurznadelig; auf der südlichsten besaßen sie aber relativ lange Nadeln. Alle spanischen Herkünfte hatten auf der nördlichsten Fläche relativ längere Nadeln.

Die kombinierte mittlere Nadellänge aller Herkünfte unterschied sich scharf je nach Standort und Jahr. 1963 nahm die mittlere Nadellänge im Kellogg-Forst um 25% ab, während sie in Houghton 10% anstieg. Es wird angenommen, daß diese Interaktion von Jahr X Pflanzung das Ergebnis eines Spätfrostes vom Mai 1963 gewesen war.

Die spanischen, griechisch-türkischen und die südfranzösischen Herkünfte waren am dunkelsten grün, Herkünfte vom Ural und von Skandinavien waren in allen Pflanzungen am meisten gelb. Die Skandinavier zeigten in Higgins Lake mehr Gelbfärbung als in anderen Pflanzungen, waren aber noch nicht so gelb wie die Ural-Herkünfte.

Der Varianzanteil an der Interaktion Herkunft X Pflanzung war gering, verglichen mit der Herkunftsdimension-

te. Die größte gefundene Interaktionskomponente war zu etwa $\frac{1}{4}$ der Anteil der Samenherkunft bei der Nadellänge und zu etwa $\frac{1}{12}$ der Anteil der Herkunft bei der Farbe.

Die Auswirkung solcher Interaktionen auf ein Selektionsprogramm zur Nutzung der Nadellänge und Farbe wurde diskutiert.

Literature cited

- COCHRAN, WILLIAM G., and COX, GERTRUDE M.: Experimental designs. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, 1957, 611 pp. — KING, JAMES P.: Seed source \times environment interactions in Scotch pine. Thesis for degree of Ph. D., Mich. State Univ., East Lansing, 1964. (Unpublished.) — KING, JAMES P.: Seed source \times environment interactions. I. Height growth. *Silvae Genetica* 14, 105—115 (1913). — LANGLET, OLOF: Studier över tallens fysiologiska variabilitet och des samband med klimatet. Meddel. Stat. Skogsforsöksanstalt 29, 29—470 (1936). — WAKELEY, PHILIP C.: Results of the southwide pine seed source study through 1960—1961. South Conf. Forest Tree Impr. Proc. 6: 10—24 (1961). — WRIGHT, JONATHAN W., and BALDWIN, HENRY J.: The 1938 International Union Scotch pine provenance test in New Hampshire. *Silvae Genetica* 6: 2—44 (1957). — WRIGHT, JONATHAN W., and BULL, W. IRA: Geographic variation in Scotch pine. *Silvae Genetica* 12: 1—25 (1963).

Über die Vegetativvermehrung von *Bombacopsis quinata* (Jaq.) Dugant¹⁾

Von G. H. MELCHIOR²⁾

(Eingegangen am 15. 1. 1965)

1. Vorkommen und Bedeutung

Die baumförmigen Bombacaceen sind eine in den Tropen beheimatete Pflanzenfamilie zu der u. a. auch die Gattung *Bombacopsis* zählt (ARISTIGUETA 1954). Sie enthält einige bekanntere Arten, die alle gradschäftige, hohe Bäume sind und beträchtlichen Durchmesser erreichen. Ihr Vorkommen ist auf das nördliche Südamerika und Zentralamerika bis Honduras beschränkt (HUECK 1961).

Bombacopsis quinata, eine dieser Arten (s. LAMPRECHT und HUECK 1959, HUECK 1961), wächst auch in den Regengrünen Wäldern der heißen Zone Venezuelas (Höhenlage bis 500 m). Dieser Passatwald stellt eine Parallele zu dem Monsunwald Indiens dar und ist durch den Wechsel von Trocken- und Regenzeit außerdem durch gleichmäßig hohe Temperaturen während des ganzen Jahres gekennzeichnet (Abb. 1, HUECK 1961, LAMPRECHT 1961, VEILLON 1964).

Vier große Waldgebiete dieses Typs sind in Venezuela zu unterscheiden: Der Passatwald in den westlichen Hoch-

¹⁾ Der experimentelle Teil der Arbeit wurde in der Zeit zwischen September 1961—1963 während der Zugehörigkeit des Autors zum Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes, Merida, Venezuela, durchgeführt und wird ausführlich in „Revista Forestal Venezolana“ publiziert werden. — Allen Mitarbeitern am Institut, ohne deren kameradschaftliche Hilfe die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen wäre, danke ich herzlich. Hervorheben möchte ich besonders die vielfältigen Anregungen und freundschaftliche Unterstützung durch den damaligen Direktor des Instituts, Herrn Dr. Ing. For. H. LAMPRECHT und die Herren Ing. For. H. FINOL U., G. H. RAETS und Dr. H.-J. TILLMANNS (Instituto Forestal Latino Americano); zu Dank verbunden bin ich außerdem dem Dekan der Fakultät, Herrn Ing. For. C. LISCANO, für die stete Förderung und sein reelles Interesse am Fortgang der Untersuchungen. Nicht zuletzt wird die wertvolle technische Hilfe von Herrn J. R. GUTIERREZ dankbar anerkannt und die Mithilfe aller derer, die nicht namentlich aufgeführt wurden. — Herrn Prof. Dr. D. v. DENFFER danke ich bestens für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

²⁾ Jetzige Anschrift: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, 207 Schmalenbeck, Siekerlandstraße 2.

Llanos³⁾ Venezuelas stellt das wirtschaftlich wichtigste dar (Abb. 2, Ziffer 1). Es ist vom Gebiet des östlichen Tropophilwaldes in der venezolanischen Guayana (Abb. 2, Ziffer 2) und vom nördlichen, südlich des Karibischen Meeres (Abb. 2, Ziffer 3) durch weite Savannen sowie von den Regengrünen Wäldern um den Maracaibosee (Abb. 2, Ziffer 4) durch die Anden getrennt (HUECK 1960, LAMPRECHT 1964, MAC 1961).

Im trockenen Typ des Regengrünen Waldes (mittl. Jahresniederschlag: 1361 mm; mittl. jährl. Anzahl von Trockenmonaten: 4) findet *Bombacopsis* seine größte Verbreitung; aufgrund einer großen ökologischen Amplitude ist die Art aber auch im „sehr trockenen Tropophilwald“. doch in weit geringerem Maße anzutreffen (mittl. Jahresniederschlag: 726 mm; mittl. jährl. Anzahl von Trockenmonaten: 7; VEILLON 1964, s. auch HOLDridge).

Die nachstehenden Versuche wurden in dem der Anden-Universität in Mérida (gehörenden Waldgebiet „El Caimatal“) durchgeführt, das ökologisch als Regengrüner Trockenwald zu klassifizieren ist (in wenig intensiver Form in den Jahren 1940 und 1951 exploriert; s. PETIT 1963). Es liegt 170 m ü. NN am Mittellauf des von NW nach SO von den Anden abströmenden Flusses Yuca in den westlichen, Hoch-Llanos auf wenig durchlüftetem, alluvialem, sandigem bis lehmigem Ton im Übergang zum Laterit (CASTILLO 1962). Der jährliche Niederschlag beträgt zwischen 1500 und 1600 mm (VILA 1963) und die Jahresmitteltemperatur 26—27° C (CASTILLO 1962).

Die Wälder dieser Region erreichen O'berhöhen von ungefähr 30 m und setzen sich aus rund 60 verschiedenen Baumarten aller Stärkeklassen zusammen (HUECK 1961, LAMPRECHT 1961, 1964, VEILLON 1964). Aber nur wenige Arten dominieren nach Volumen und Stammzahl, unter ih-

³⁾ Als westliche Llanos bezeichnet man die ausgedehnten Ebenen zwischen Andenfluß und Orinoko. Sie werden in die Llanos Altos (Hoch-Llanos) zwischen 200—400 m ü. NN und die Llanos Bajos (Tief-Llanos) zwischen 100—0 m ü. NN unterteilt.

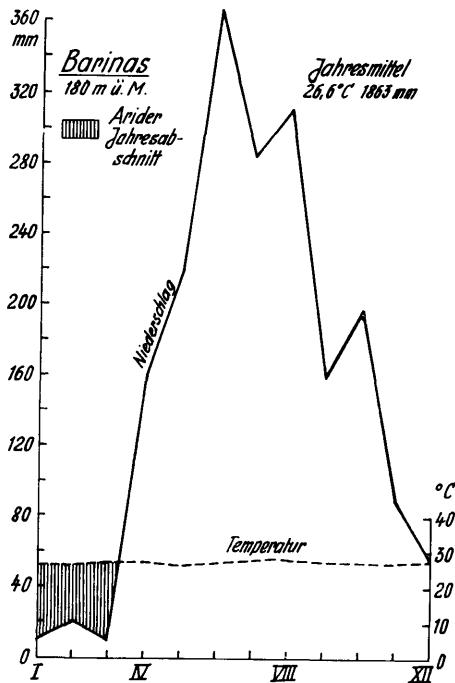


Abb. 1. — Verteilung des Niederschlags und der Temperatur im Verlaufe eines Jahres im Tropophilwald der westlichen Hoch-Llanos Venezuelas (nach GONZALEZ 1948).

nen gewöhnlich *Bombacopsis q.* (VEILLON 1964⁴⁾). Da die Art auch überall in Venezuela einen Markt findet, gehört sie mit zu den fünf wirtschaftlich wichtigsten (MAC 1964 a, b, c). Sie wird deshalb auch besonders stark exploitiert (PETRECKS 1964, VEILLON 1955; über Verwendung und Holzeigenschaften s. VAN DER SLOOT u. MARTINEZ E. 1959, ANON. 1963). Es ist deshalb verständlich, wenn besondere Anstrengungen gemacht werden, *Bombacopsis q.* natürlich zu verjüngen und in exploitierten Sekundärwäldern wieder anzureichern.

2. Aussichten für die generative und vegetative Vermehrung von *Bombacopsis q.*

21. Natürliche Verjüngung

Erhebungen im Waldgebiet „Caimital“ ergaben für *Bombacopsis* eine unregelmäßige, nicht normale Verteilung der Durchmesserklassen, wie sie auch andere tropische Baumarten aufweisen (LAMPRECHT 1956, 1962). Das besagt nicht allzuviel, wenn man berücksichtigt, daß junge Stämme in die mittleren und starken Klassen eingewachsen sein können (LAMPRECHT 1961). Doch ist auch die natürliche Verjüngung im Wald „El Caimital“ für *Bombacopsis* gleich Null (PETIT 1963). Als Ursachen für ihr Fehlen werden eine beträchtliche Laubfallschicht während der Trockenperiode z. Z. des Samenfalls, welche den innigen Kontakt der leichten Samen mit dem Mutterboden verhindert, sowie hohes Lichtbedürfnis gerade der wirtschaftlich wichtigeren Arten während des Jugendwachstums angeführt (FINOL U. 1963, PETIT 1963). An waldbaulichen Maßnahmen wird deshalb vorgeschlagen, das Unterholz durch Einschlag und

⁴⁾ Über das enorme Höhenwachstum dieser Art in der „sehr feuchten subtropischen Region“ in Costa Rica berichtet Budowski 1960, daß herrschende und mitherrschende Stämme nach 13 Jahren bei einem BHD von 10 cm Höhen von 50 m erreichen; außerdem konnten in der Beobachtungsperiode keinerlei Pflanzenausfälle festgestellt werden.

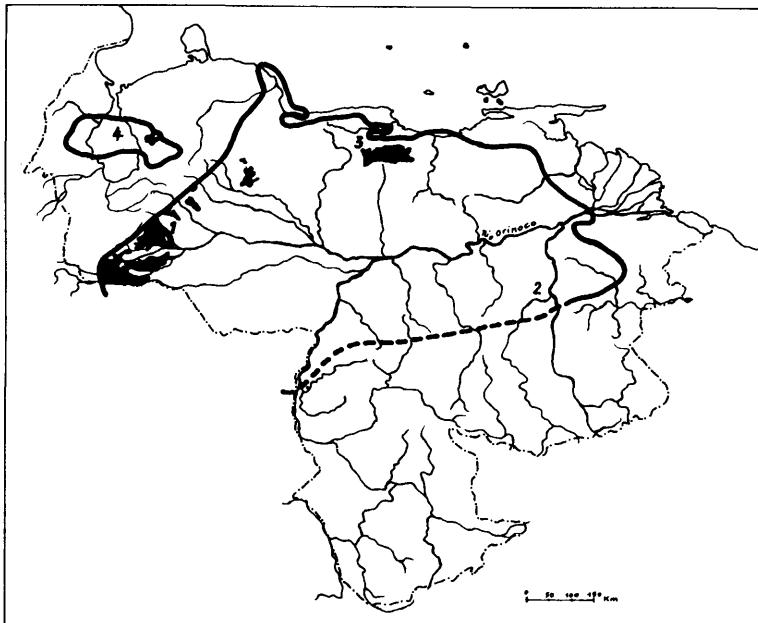


Abb. 2. — Verbreitung der Passatwälder (Teilgebiete 1–4) und von *Bombacopsis quinata* in Venezuela. Gebiete größter Konzentration von *Bombacopsis* sind schwarz gezeichnet (nach MAC 1963, abgeändert).

Brand so zu lichten, daß der Boden kurz vor dem Fallen der Samen, d. h. je nach Art Anfang bis Mitte der Regenzeit, offen ist. Bei einigen Arten ist diese Methode wirksam, positive Resultate für *Bombacopsis* sind bis jetzt nicht bekannt geworden (FINOL U. 1963).

22. Künstliche Verjüngung

Auch die Anreicherung von *Bombacopsis* in Sekundärwäldern durch in Forstgärten erzeugte Sämlinge ist ein bis jetzt nicht gelöstes Problem, obwohl Keimversuche unter den natürlichen Klimabedingungen im Wald „El Caimital“ ein hohes Keimprozent ergaben, das erst nach 12 Monaten auf 20% absank, sofern die Samen in Mérida (19° C Jahresmittel), doch ohne besondere Maßnahmen aufbewahrt wurden waren (MELCHIOR, n. p.). Größere Schwierigkeiten bereitet ausschließlich die Samenbeschaffung: die Stämme sind schwer besteigbar, weil sie oft starke Brettwurzeln haben, die vom Stammfuß bis in die Krone hochziehen (Abb. 3). Die Borke hat vom Fuß bis zu den dünnsten Zweigen Stacheln oder Stachelleisten (Abb. 7). Außerdem laden die Äste bei dieser Lichtholzart sehr weit aus. Schließlich können die Samen nur in den noch geschlossenen Kapseln geerntet werden, weil sie nach Öffnen der Kapseln ausfliegen. Oft sind sie auch vom unbekannten Insekten vor dem Ausfallen leergessen, oder so geschädigt, daß sie nicht keimen (LAMPRECHT und HUECK 1959). Zwangsläufig ergibt sich aufgrund dieser Tatsachen die Frage nach der Möglichkeit, die Art vegetativ zu vermehren, sei es zum Direktanbau, sei es um besser beerntbare Samenplantagen anzulegen, ganz abgesehen von der Notwendigkeit, in beiden Fällen Klonprüfungen durchführen zu müssen.

23. Vegetativvermehrung der Bombacaceen

In der Literatur fanden sich nur spärliche Hinweise über die Vegetativvermehrung anderer Arten der Bombacaceen: *Ceiba pentandra* läßt sich leicht durch Stecklinge und durch Luftableger bewurzeln (RAO 1959); eine erfolgreiche Pfropfung ist ebenfalls möglich (HAIGH 1941). Auch Zweigstecklinge von *Salmalia malabarica* wachsen leicht an und Wur-



Abb. 3. — Stamm von *Bombacopsis quinata* mit Brettwurzeln, die bis in die Krone reichen. Gesamthöhe 30 m; astfreier Stamm ca. 15 m; BhD 2,0 m (Aufn. FINOL U.).

zelteile bilden wieder Sprosse aus (CHAMPION et al. 1932); gelungene Ppropfversuche mit dieser Art beschrieben KEDHARNATH et al. (1963).

Über *Bombacopsis* selbst scheinen keine Untersuchungen zu existieren. Eigene Beobachtungen und Befragung der

Llaneros ergaben jedoch gute Aussichten, *Bombacopsis* im wechselfeuchten Klima am natürlichen Standort bewurzeln zu können. Folgende Gründe sprachen dafür: — (a) an älteren in den vergangenen Vegetationsperioden gefällten Stämmen konnten auch an starken Exemplaren vertrocknete Wasserreiser gefunden werden. — (b) Wurzelstücke und kurz vor der Regenperiode gefällte Bäume trieben während der Regenzeit bis 2 m lange Wasserreiser; gesteckte und feuchtgehaltene Zweige von Daumenstärke eines in der Trockenzeit gefällten Baumes trieben auch unter den kühleren Bedingungen von Mérida aus, wenn sie genügend feuchtgehalten und schattiert worden waren. — (c) In manchen Gegenden der Llanos werden *Bombacopsis*-äste als lebende Pfosten für die Errichtung von Zäunen benutzt.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß bei *Bombacopsis* ein bemerkenswertes Austriebsvermögen mit guter Bewurzelungsfähigkeit kombiniert zu sein scheint.

3. Einfluß der Beschaffenheit und Behandlung der Stecklinge auf ihre Bewurzelungsfähigkeit

31. Methode

Ein Stamm mit 27 cm BHD wurde gegen Ende der Regenzeit (16. 4. 1963) gefällt und restlos zu Steckmaterial verarbeitet. Alles weitere Wissenswerte über die Stecklinge und ihre Behandlung ist in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Zum erstenmal während dieser Versuchsserie (s. Tab. 2) wurden auch Stecklinge ins Freiland mit teilweise 1–3 m hohem Bodenbewuchs und einzelnen Bäumen ausgebracht. Dazu wurde mit Haumessern eine ungefähr 1 m breite Schneise geöffnet, in die in 2 m Abstand die Setzknüppel und -Rollen eingegraben wurden. Die an anderen Zeitpunkten ausgepflanzten Stecklinge von geringeren Dimensionen befanden sich in Beeten für die Anzucht anderer Arten (s. Tab. 1, Gruppe A).

32. Ergebnisse

321. Austrieb: — Nach einem Monat waren 80% der Stecklinge von Gruppe A, 70% von Gruppe B und 58% von Gruppe C ausgetrieben (sämtliche Stadien bis zur Blattentfaltung); nach vier Monaten ergaben sich die in Tabelle 1 angegebenen Prozentsätze, die sich nun zu Gunsten der

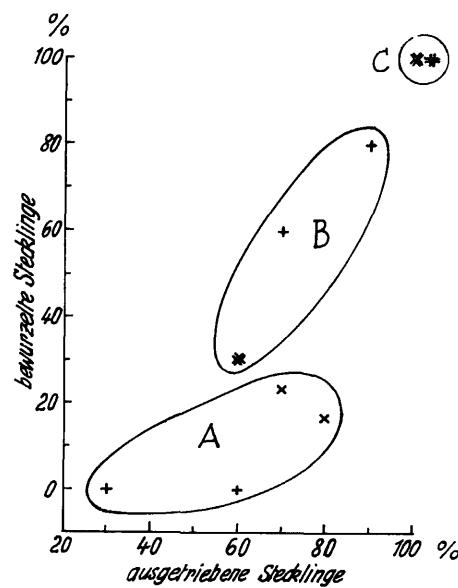


Abb. 4. — Bewurzelung von *Bombacopsis quinata*-Stecklingen in Abhängigkeit vom Austreiben („×“ = behandelte und „+“ = unbehandelte Stecklinge; A, B, C = Stecklingsgruppen nach Tab. 1).

Tabelle 1. — Methode und Ergebnisse der Vegetativvermehrung bei *Bombacopsis quinata*.
(Einzelheiten s. Abschn. 3.)

Gruppe	A								B				C													
Herkunft der Stecklinge	Zweige der Krone								Äste der Krone				Äste und Stammrollen													
Durchmesser in cm	1,4 — 3,5 30 — 60 80								2,0 — 10,0 50 — 80 40				10,0 — 27,0 80 — 140 12													
Ort d. Versuches	Beet im Forstgarten								Freiland																	
Substrat	1 Teil Flußsand : 1 Teil toniger Lehm								toniger Lehm																	
Behandlung	mit				ohne				mit		ohne		mit		ohne											
	Seitenzweige(n)								Baumwachs																	
	Indol-3-buttersäure (%)								Stecktiefe: Teil des Stecklings im Boden																	
	0	0,5	1,0	2,0	0	0,5	1,0	2,0	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$										
Ergebnisse:																										
beblätterte bewurzelte lebende, nicht bewurzelte*)	Steckl. in % der gesteckt. am 19. 8.				30	90	70	80	60	70	70	70	60	60	70	90										
	0 30 10 10				0	20	40	10	30	30	60	80	100	100	100	100										
	60 70 70 70				60	60	40	70	30	30	10	10	0	0	0	0										

*) Beblätterte und unbeblätterte Stecklinge.

Tabelle 2. — Einfluß der Jahresabschnitte auf die Bewurzelung von *Bombacopsis quinata*.
(Einzelheiten s. Abschn. 4.)

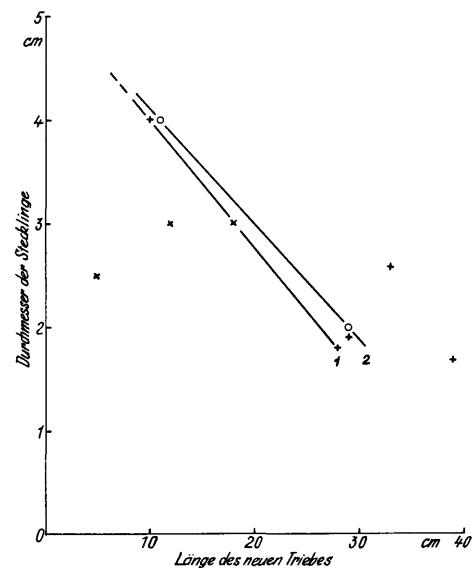
Jahresabschnitt:	Regenzeit	Trockenzeit	Trockenzeit	Regenzeit
Stammdurchmesser in cm	25	120	27	35
Zeitpunkt des Steckens	20. Oktober 1961	17. Januar 1962	16. April 1963	11. Mai 1962
Belaubung der Bäume	belaubt	unbelaubt	unbelaubt	teilweise belaubt (austreibend)
Anzahl der Stecklinge	193	1483	132	900
Bewurzelungsprozent	0	0	33,3	0

stärkeren Stecklinge verschoben hatten. — Austreiben und Bewurzelung, besonders bei unbehandelten Stecklingen, weisen auf eine Korrelation, die um so straffer zu sein scheint, je größer das Volumen der Stecklinge wird. In Gruppe C könnte Austreiben sogar mit Bewurzelung gleichgesetzt werden (Abb. 4), wenn die geringe Anzahl an Stecklingen nicht zur Vorsicht mahnte.

322. Länge des neuen Triebes und Bewurzelung: — Die Länge des neuen Triebes in Abhängigkeit vom Durchmesser des Stecklings ergab für Stecklinge der Gruppe A ein brauchbares Merkmal, um die Bewurzelung festzustellen. Stecklinge dieser Gruppe waren nur dann bewurzelt, wenn sie neue Sprosse von mindestens 28 cm Länge gebildet hatten. Sie hätten allein durch ihre Sproßlänge identifiziert werden können. — Um nicht alle gesteckten Stammrollen und Astteile ausgraben zu müssen, wurde auch für die Gruppen B und C angenommen, daß die Trieblänge ein Kriterium für die Bewurzelung sei. Es wurde also bei allen Stecklingen die Trieblänge gemessen, anstatt die Bewurzelung zu bonitieren. Nur die Stecklinge mit dem kürzesten neuen Trieb wurden ausgegraben und auf ihre Bewurzelung untersucht.

Die Länge des neuen Triebes, bei der gerade noch von einem Steckling bestimmten Durchmessers Wurzeln gebildet worden waren, wurde in ein Koordinatensystem eingetragen (Abb. 5). Die Probenahme ergab bei 1,8 cm starken Stecklingen nach Wuchsstoffbehandlung Bewurzelung, wenn der Trieb mindestens 28 cm lang war („+“, Gruppe A), bei einem 4 cm starken aber bereits bei 10 cm langem Sproß („+“), während bei einem 3 cm starken Steckling („x“) mit einem Trieb von 18 cm Länge nur Callus ge-

bildet worden war. Stecklinge von bestimmtem Durchmesser konnten also als bewurzelt bezeichnet werden, wenn ihre neuen Triebe eine empirisch gefundene Mindestlänge erreicht hatten. Sie ist etwa durch die Gerade 1 gegeben. Um sicher zu gehen, daß nur Stecklinge als bewurzelt erfaßt wurden, die es auch wirklich



waren, wurden dieser Mindesttrieblänge 10 cm als Sicherheitsfaktor zugegeben (Gerade 2). Alle Stecklinge mit größeren Sproßlängen als den durch Gerade 2 begrenzten Werten wurden als bewurzelt bezeichnet, außerdem die in den Probenahmen als bewurzelt gefundenen Stecklinge mit kürzeren Trieben.

Für die Gruppen B und C ergaben sich auf diese Weise die in *Tabelle 1* wiedergegebenen Resultate.

323. Innere Faktoren und Bewurzelungsfähigkeit: — Ein Vergleich der unbehandelten Stecklinge aller Gruppen macht deutlich, daß die Bewurzelungsfähigkeit mit dem Volumen des Stecklings ansteigt. Dabei besitzen ohne Zweifel neben Faktoren wie Reservestoff- und Wassergehalt andere, wie die Menge endogener Wuchs- und Hemmstoffe oder deren Vorstufen, bei dem komplexen Vorgang der Wurzelbildung eine nicht mindere Bedeutung, sie sind aber aufgrund der Versuchsanordnung nicht voneinander und von ersteren zu trennen.

Hinweise für die Bedeutung von Wuchsstoffen auch für die Bewurzelung von *Bombacopsis* finden sich in der Versuchsgruppe A, in der nur an Stecklingen, die mit β -Indolylbuttersäure behandelt worden waren, Wurzelbildung beobachtet werden konnte. Stecklinge aus Zweigen der Krone fehlt anscheinend die Fähigkeit, in der kritischen Periode genügend oder schnell genug Wuchshormone zu bilden. Äste der Krone oder Stammrollen (Gruppen B, C) besitzen sie offenbar in ausreichendem Maße. Sie bewurzeln sich ohne Wuchsstoffbehandlung. Auch der Verlust austreibender Knospen durch klimatische Einflüsse und nachfolgender Abgang der Stecklinge weisen auf die Mitwirkung von Wuchsstoffen hin (s. 411).

Auch cyclophysische Einflüsse auf die Bewurzelungsfähigkeit können nicht ausgeschlossen werden, wenn wir der Vorstellung PASSECKERS (1954) folgen und nicht nur den schlafenden Knospen, sondern auch dem Kambium des unteren Stammabschnitts ein geringeres physiologisches Alter unterstellen als dem Apikalmeristem. Doch ist hier eine Trennung vom Einfluß der Reservestoffe und des Wasser gehaltes nicht möglich.

Der Einfluß der Topophysis wird deutlich im Habitus der neuen Triebe. Während Stecklinge aus der äußersten Krone (Gruppe A) einen mehr oder weniger plagiotropen Hauptsporn mit unregelmäßiger Verzweigung aufweisen, waren Stecklinge aus Ästen und besonders aus Stammabschnitten durch orthotrope Achsen und radiäre Verzweigung gekennzeichnet (Gruppen B, C; s. Abb. 7).

324. Einfluß der Stecktiefe und des Verschlusses der apikalen Schnittfläche mit Baumwachs: — Die Stecktiefe scheint bei diesem Klon für die Bewurzelung ebensowenig von Bedeutung gewesen zu sein, wie das Verschließen der apikalen Stecklingsenden mit Baumwachs (s. Tab. 1). Die Unterschiede der Gruppe B sind im F-Test nicht signifikant. Sie müssen deshalb auf Unterschiede im Boden und Mikroklima zurückgeführt werden.

325. Weitere Beobachtungen: — Die letzte Zeile (Tab. 1) gibt die Anzahl der lebenden nicht bewurzelten Stecklinge wieder, ob sie ausgetrieben waren oder nicht. Allen war gemeinsam, daß das basale Drittel des Steckholzes zerstört war. Bei bewurzelten Stecklingen war dies höchstens bis etwa zu einem Fünftel der Länge der Fall. Am Übergang zum gesunden Gewebe hatte sich bei einigen, ausschließlich aber ausgetriebenen (aber auch in den Kontrollen) aus dem Kambium ein Callusring gebildet, dem bei bewurzelten Stecklingen die Wurzeln entsprangen (Abb. 6). Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, daß sich bis Ende der Regenzeit im November noch einige Stecklinge mehr bewurzelt haben.

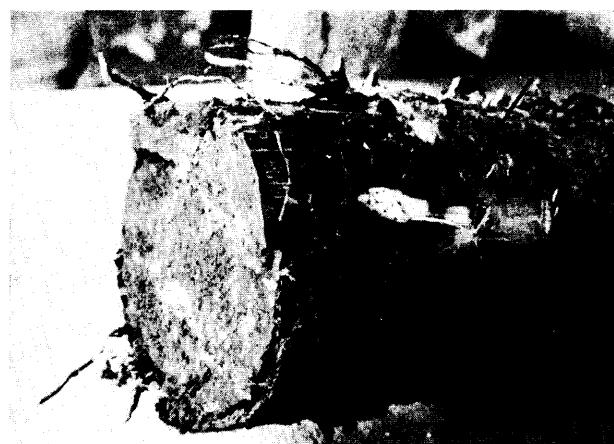


Abb. 6. — Bewurzelte *Bombacopsis quinata*-Stammrolle von 24 cm Durchmesser 4 Monate nach dem Stecken. Die Wurzeln entspringen einem Callusring (s. Pfeil) am Übergang vom lebenden zum toten Gewebe und wachsen zwischen dem Holzkern und der noch nicht zersetzenen, festen Rinde senkrecht abwärts.

4. Einfluß der jährlichen Variation auf die Vermehrung

41. Klimatische Einflüsse

Es war von vornherein abzusehen, daß der Wechsel von Trocken- und Regenzeit für die Bewurzelung der Steckholzer und das Überleben bewurzelter Stecklinge von besonderer Bedeutung sein würde. In *Tabelle 2* sind die diesbezüglichen Ergebnisse zusammengefaßt. Gesteckt wurde gegen Ende der Regenzeit (20. 10.), während der Trockenzeit (17. 1.), gegen Ende der Trockenzeit (16. 4.) und zu Beginn der Regenzeit (11. 5.). Mit Ausnahme des Zeitpunktes „Ende der Trockenzeit“ wurden nur Stecklinge von einem Durchmesser bis höchstens 6 und Längen von 8 bis 40 cm verwandt.

4.11 Einfluß des Stecktermins: — Für die Mißerfolge zu Beginn und während der Trockenzeit (20. 10., 17. 1.) dürften die Umweltbedingungen eine ausschlaggebende Rolle gespielt haben. Ohne Bedeutung bleibt dabei die fast konstant hohe Temperatur und das Angebot an Bodenwasser, das auch in der Trockenzeit in dem in Flußnähe befindlichen Forstgarten zur Genüge zur Verfügung stand. Als Beweis mag angeführt werden, daß sich der im Boden befindliche Stecklingsteil oft schon nach einem Monat zerstellt hatte. Auf der relativ großen, offenen Fläche des Pflanzgartens dürfte jedoch die verminderte Wasseraufnahme der Stecklinge mit der ständig hohen Transpiration in der kritischen Zeit nicht Schritt gehalten haben, denn ein Teil der Stecklinge trieb nach 14 Tagen bis 4 Wochen aus, aber alle neuen Sprosse vertrockneten, obwohl schattiert und gegossen worden war.

Auch an Stecklingen mit bereits aufbrechenden Knospen und entfalteten Blättern (Versuch vom 11. 5.) konnte keine Wurzelbildung beobachtet werden. Trotz der zu Beginn der Regenzeit zunehmenden Luftfeuchtigkeit⁵⁾ waren die aufbrechenden Knospen und jungen Blätter schon zum Zeit-

⁵⁾ In Ermangelung von Daten über diesen Zeitabschnitt seien ähnlich liegende vom Ende der Regenzeit aus einem benachbarten Ort angeführt (SANCHEZ, J. 1964):

Uhrzeit	Temperatur in Grad C	Luftfeuchte in %
0	22	90
6	25	85
13	36	40
18	25	85

punkt der ersten Kontrolle — 6 Wochen nach dem Stecken — vertrocknet. Es trieben auch keine schlafenden Augen mehr aus; bis Ende August waren die Stecklinge vielmehr abgestorben.

Als Grund für diesen Fehlschlag darf darauf verwiesen werden, daß die Transpiration von Stecklingsmaterial einen Tag nach dem Pflanzen ein Maximum erreicht (SATOO *et al.* 1953). Ihre Wirkung wird durch das Austreiben der *Bombacopsis*-Stecklinge in diesem Zeitpunkt und die damit verbundene Vergrößerung der transpirierenden Oberfläche noch verstärkt. Austreibende oder gar beblätterte Stecklinge bei täglich stark wechselnder Luftfeuchte (s. auch VEILLON 1964) auszubringen, dürfte deshalb einem Entfernen der Blätter und Knospen gleichzusetzen sein. Der stimulierende Effekt von schwelenden Knospen auf die Wurzelbildung und ihre Verminderung bzw. ihr Ausbleiben, wenn austreibende Knospen fehlen oder entfernt worden sind (VAN DER LEK 1925, 1934, WAREING *et al.* 1963), bleibt folglich aus.

Als begrenzender Faktor, der bei diesen Stecklingen minderen Durchmessers sekundär von Einfluß sein könnte, muß auch der geringe Reservestoffgehalt in Erwägung gezogen werden.

Neben den Milieubedingungen — steigende Luft- und Bodenfeuchte — dürften vor allem physiologische Faktoren das Gelingen des Experiments zu „Beginn der Regenzeit“ verursacht haben. Da an *Bombacopsis* selbst keine Untersuchungen durchgeführt worden sind, sei wiederum auf die Untersuchungen von SATOO *et al.* (1953) hingewiesen.

Zu diesem Stecktermin fällt der Zeitpunkt der maximalen Transpiration der Stecklinge ebenfalls in eine Periode zunehmender Luft- und Bodenfeuchtigkeit aber außerdem auch mit einem Entwicklungszustand des Stecklings zusammen, der sich in Hinsicht auf die transpirierende Oberfläche in nichts vom Ruhezustand während der Trockenzeit unterscheidet. Das Austreiben erfolgt erst, nachdem die erhöhte Transpiration der Stecklinge kurze Zeit nach dem Pflanzen abgeklungen ist, und dürfte deshalb ihren Wasserhaushalt nicht zusätzlich belastet haben.

42. Einfluß innerer Faktoren (s. auch 323)

421. *Endogene Rhythmisik*: — In diesem Zusammenhang verdient auch ein anderer Punkt Beachtung: Tropenpflanzen in wechselfeuchten Klimaten weisen eine endogene Rhythmisik auf, die durch den Wechsel von Trocken- und Regenzeit reguliert wird. Sie ist durch geringere Treibmöglichkeit während der Ruheperiode und dem Austreiben bereits vor dem Beginn der Regenzeit charakterisiert (BÜNNING 1953). Die zuerst genannten Stecktermine (Tab. 2) liegen demnach an den Beginn der Ruhezeit bzw. in die Mitte der Wachstumsruhe, die nicht so tief zu sein scheint, wie es von holzigen Gewächsen der gemäßigten Zone bekannt ist (s. z. B. MARCET 1956), deren endogener Charakter aber angenommen werden darf, weil das Austreiben von *Bombacopsis* im Bestand regelmäßig bereits vor dem Beginn der eigentlichen Regenperiode erfolgt.

Auch bei dem Mitte April 1963 (1 bis 2 Wochen vor Beginn der Regenzeit) begonnenen Versuch konnte nur ein einziger Baum gefunden werden, der noch nicht ausgetrieben war. In nächster Nähe dieses Exemplares befanden sich drei weitere in verschiedenen Stadien des Austreibens bis zur vollen Blattentfaltung.

422. *Cyclophysis*: — Unterstellt man, daß (mit allen bei tropischen Baumarten notwendigen Vorbehalten, s. LAMPRECHT 1961) der Durchmesser als relatives Maß für das Alter gelten kann, so dürften die beiden in der Trockenzeit begon-

nenen Versuche mit physiologisch verschieden altem Material durchgeführt worden sein, ein Faktor, der jedoch aufgrund des Abgangs der Stecklinge nicht zur Auswirkung kommen konnte.

423. *Klone*: — Die Versuchsanordnung erlaubt über das Verhalten verschiedener Klone keine Aussage.

5. Schlußfolgerungen

Die eingangs aufgeworfene Frage nach der Möglichkeit der Vegetativvermehrung der generativ schwer vermehrbarer Baumart *Bombacopsis quinata* für waldbauliche Zwecke darf aufgrund dieser Ergebnisse grundsätzlich positiv beantwortet werden, wenn dazu Steckmaterial von jungen Bäumen verwendet wird. Auch wenn diese Folgerung auf Versuchen mit nur einem Klon beruht, so kann die in den westlichen Hoch-Llanos Venezuelas geübte Methode der Verwendung von *Bombacopsis* zu lebendem Zaunmaterial zur Bestätigung dieser Möglichkeit auch für andere Klone herangezogen werden. Auch die Tatsache, daß die meisten Stecklinge 23 Monate nach dem Pflanztermin ohne Wartung noch vorhanden und gesund sind und überdies einen beachtlichen Sproßzuwachs aufweisen (Abb. 7), macht die Vegetativvermehrung dieser Art für die forstliche Praxis in Venezuela aussichtsreich. Der nächste Schritt bestünde in Klonprüfungen (Wertprüfungen), ähnlich denen an Schwarz- und Graupappeln (HATTEMER *et al.* 1964, 1965, LANGNER 1962, 1963). Für das Gelingen solcher Projekte ist aber eine stetige Überwachung ebenso wichtig, wie die Fortführung der begonnenen Experimente.

Sie konnten natürlich nur erste Hinweise geben, die vielleicht zu weiteren Versuchen anregen; so wissen wir beispielsweise über die Bewurzelungsfähigkeit älterer Stämme nichts, weil zu lebendem Zaunmaterial nur leicht zu



Abb. 7. — Bewurzelte *Bombacopsis quinata*-Stammrolle 24 Monate nach dem Stecktermin. Die Länge des neuen Triebes beträgt ca. 2 m (Aufn. FINOL U.).

fällende, also dünne und damit relativ junge Bäume verarbeitet werden. Ob die vegetative Vermehrung solch älterer, bereits fruchtender Bäume zur Errichtung von Samenplantagen eine Rolle spielen wird, hängt ebenfalls nicht allein von der Klärung der Grundlagenfragen ab, sondern vor allem auch der Kontinuität solcher Untersuchungen.

Zusammenfassung

Bombacopsis quinata-Stecklinge von 2–27 cm Durchmesser und 50–140 cm Länge aus der Kronen- und Stammregion eines jungen Baumes konnten unter den Freilandbedingungen des Passatwaldes der westlichen Hoch-Llanos in Venezuela zu 30–100% ohne zusätzliche Behandlung vegetativ vermehrt werden, wenn sie vor dem Austreiben und vor Beginn der Regenzeit (Mitte April) gesteckt wurden waren. – Stecklinge bis 3,5 cm Durchmesser und 30–60 cm Länge aus der Krone des gleichen Baumes bewurzelten sich in einer Mischung von Erde (1T) und Sand (1T) zu einem Prozentsatz von 10–40% nur dann, wenn Indol-3-buttersäure appliziert worden war und zum genannten Stecktermin.

Résumé

Titre de l'article: *Multiplication végétative de Bombacopsis quinata*.

Dans les régions occidentales occupées au Vénézuéla par la forêt tropicale à feuilles caduques, on peut multiplier par boutures sur le terrain *Bombacopsis quinata*. Les boutures doivent mesurer 2 à 27 cm de diamètre et 50 à 140 cm de long; elles sont prélevées à partir de la tige et de la flèche d'un jeune arbre et on obtient un pourcentage d'enracinement de 30 à 100% lorsque la plantation a lieu avant le débourrage et avant le début de la saison des pluies, vers la mi-avril. Aucun traitement particulier n'est nécessaire. Mais des boutures prélevées sur la cime du même arbre, mesurant seulement jusqu'à 3,5 cm de diamètre et 30 à 60 cm de long s'enracinent à 10 à 40% pendant la même période, mais avec une application d'acide 3-indole-butyrique dans un mélange comprenant une partie de terre et une partie de sable.

Summary

Title of the paper: *Vegetative propagation of Bombacopsis quinata*.

In the Tropical Broadleaf Deciduous Forest of the western Upper Llanos in Venezuela cuttings of *Bombacopsis quinata* could be vegetatively propagated under field conditions. Cuttings measuring 2–27 cm. in diameter and 50–140 cm. in length from stem and crown of a young tree showed a rooting percentage of 30–100 when planted before flushing and before the start of the rainy season, about mid-April. No treatment was required. But cuttings from the crown of the same tree measuring up to 3.5 cm. in diameter and 30–60 cm. in length rooted from 10–40 percent, during the same period, only with application of 3-indolebutyric acid in a mixture of 1 part of soil with addition of 1 part of sand.

Literatur

ANON.: Resultados del estudio de 47 maderas de la Guayana Venezolana. MAC-ULA. Fac. Cienc. For., Laboratorio Nacional de

Productos Forestales. Mérida, Venezuela, 1963. — ARISTIGUETA, L.: Clave y descripción de la familia de los árboles de Venezuela. MAC, Inst. Bot. Caracas, 1954. — BUDOWSKI, G.; in: Datos de crecimiento de plantaciones forestales en Mexico, Indias Occidentales y Centro y Sur America. Carrub. For. 21 (suppl.), 7–7, Dez. 1960. — BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. 3. Aufl. Berlin—Göttingen—Heidelberg 1953. — CASTILLO, J. B.: Estudio detallado de suelos del bosque experimental El Caimital. Univ. de Los Andes, Fac. Cien. For., Inst. Geografía y Conservación de Recursos Naturales, 26 pp. (1962); zit. n. PETIT (1963). — FINOL U., H.: Ensayos preliminares para lograr establecimiento de la regeneración natural de unas especies comerciales en el bosque „El Caimital“. In: El Instituto de Silvicultura y sus actividades de investigación, pp. 118–124, ULA 1963. — GONZALEZ, E.: Datos detallados de climatología de Venezuela. Caracas 1948; zit. n. HUECK (1961). — HAIGH, J. C.: The vegetative reproduction of Kabok. Trop. Agricult. 96, 164 (1941); zit. in: For Abstr. 3, 289 (1941–42). — HATTEMER, H. H., HINKELMANN, K., und MASCHNING, E.: Erste Ergebnisse einer Feldversuchsserie mit Schwarzpappelhybriden. Züchter 34, 257–260 (1964). — HATTEMER, H. H., und LANGNER, W.: Mitteilung über ein Prüfprogramm für Pappelklone. Forstpflanzen-Forstsamen, Nr. 1, 5–7 (1965). — HOLDRIDGE, L. R.: Curso de ecología vegetal. IICA Turrialba, Costa Rica.; zit. in: MAC 1963, VEILLON (1964). — HUECK, K.: Mapa de vegetación de la República de Venezuela. Bol. IFLA, No. 7 (1960). — HUECK, K.: Die Wälder Venezuelas. Forstw. Forschung, Beih. z. Forstwiss. Cbl., Heft 14, Hamburg u. Berlin 1961. — KEDHARNATH, S., and VENKATESH, C. S.: Grafting as an aid in the breeding of teak *Tectona grandis* L. f.) and semal (*Salmalia malabarica* SCHOTT et ENDL.). FAO-Forgen. 63, vol. II, 5/6, Stockholm 1963. — LAMPRECHT, H.: Unos apuntes sobre el principio del rendimiento sostenido en la ley forestal y de aguas venezolana. Bol. no. 10, ULA, Fac. Cien. For., pp. 9–34 (1956). — LAMPRECHT, H.: Tropenwälder und tropische Waldwirtschaft. Beih. z. Z. Schweiz. Forstver., Nr. 32, 1961. — LAMPRECHT, H.: La silvicultura tropical actual. Sistemas de manejo silvicultural en los bosques tropicales naturales (resumen). Mérida, Venezuela 1962 (n. p.). — LAMPRECHT, H.: Europäischer Waldbau und Waldbau in den Tropen. Forst- u. Holzwirt 19, 433–436 (1964). — LAMPRECHT, H., y HUECK, K.: Estudios morfológicos y ecológicos sobre la germinación y el desarrollo en la primera juventud de unas especies forestales en Venezuela. Bol. no. 3, IFLA, pp. 1–21 (1959). — LANGNER, W.: Ergebnisse züchterischer Arbeiten mit Schwarzpappeln. Holz-Zentralbl. 88, 2509–2511 (1962). — LANGNER, W.: Über Schutz, Zulassung und Anerkennung neuer Pappelsorten. Holz-Zentralbl. 89, 1419–1420 (1963). — MAC: Atlas Forestal de Venezuela. Caracas 1961. — MAC: Recopilación nacional. Bol. For. no. 3, p. 30 (1963 a); no. 5, p. 50 (1963 b); no. 6, p. 73–74 (1963 c). — MARCET, E.: Die Phänologie als Bestimmungsmerkmal bei Pappelsorten. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 66 (1956). — PASSECKER, F.: Die Entwicklungsphasen der Gehölzpflanzen und ihre praktische Bedeutung. Veröff. Kärtner Landesinst. angew. Pflanzensoziol., Klagenfurt, 1, 88–102 (1954). — PETIT, P. M.: Resultados preliminares de unos estudios sobre la regeneración natural espontánea en el bosque „El Caimital“. In: El Instituto de Silvicultura y sus actividades de investigación, ULA, 1963, pp. 106–117. — PETRICEKS, J.: Mercadeo de madera aserrada y sus precios en los principales mercados de Venezuela. Rev. For. Venez. 5, 97–121 (1962). — RAO, H. S.: Vegetative propagation and forest tree improvement. Indian Forester 79, 176–183 (1953). — SATOO, S., and HUKUHARA, N. K.: Water relations of cuttings shortly after planting. Bull. Tokyo Univ. For. 45, 89–101 (1953). — SÁNCHEZ, J. R.: Investigación preliminar sobre biología, ecología y control de *Hypsipila grandella* ZELLER. Bol. no. 16, IFLA, pp. 54–77 (1964). — VAN DER LEK: DISS. Utrecht 1925; Meded. Landb. hogesch. Wageningen 38 (2), 1 (1934); zit. n. SÖDING: Die Wuchsstofflehre. Stuttgart 1952, p. 163. — VAN DER SLOEN, H. J., y MARTINEZ, E. P.: Descripción y propiedades de alyunas maderas venezolanas. Bol. inf. div., IFLA, 1959. — VEILLON, J. P.: Geografía, composición, importancia y costo de las explotaciones maderas en el estado Barinas, Venezuela. Bol. no. 9, ULA, Fac. Cien. For., pp. 71–124 (1955). — VEILLON, J. P.: Relación de ciertas características de la masa forestal de los bosques de unas zonas bajas de Venezuela con el factor climático: Humedad pluvial. Rev. For. Venez. 5 (6–7), 35–95 (1962). — VILA, M.-A.: Aspectos geográficos del Estado Barinas. Caracas (C. V. F.) 1963. — WAREING, P. F., and SMITH, N. G.: Physiological studies on the rooting of cuttings. Rep. For. Res. 1962/63; For. Com., London 1962/63; zit. n. WAREING: FAO/Forgen. 63-5/0, pp. 1–11 (1963). — Abkürzungen: MAC = Ministerio de Agricultura y Cria, Caracas. — ULA = Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. — IFLA = Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación, Mérida, Venezuela.