

**Systematische Untersuchungen  
an den peruanischen Vertretern der Gattungen  
*Pectocarya* D.C. ex Meisn., *Amsinckia* Lehm., *Plagiobothrys*  
Fisch. & C.A.Mey. und *Cryptantha* Lehm. ex G.Don  
(Boraginaceae)**

Diplomarbeit im Fach Biologie  
vorgelegt von Christian Schwarzer

Betreuer: Prof. Dr. Hartmut H. Hilger

Institut für Biologie  
Systematische Botanik und Pflanzengeographie  
Freie Universität Berlin

Berlin, den 11.1.2007

Berlin, den 11.1.2007

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorliegende Diplomarbeit von mir selbständig und nur unter Zuhilfenahme der angegebenen Mittel angefertigt wurde.

Christian Schwarzer

## Inhalt

<b>1. Einleitung</b> .....	3
1.1. Historischer Überblick und Charakterisierung der untersuchten Gattungen .....	5
1.1.1. <i>Pectocarya</i> D.C. ex Meisn. ....	5
1.1.2. <i>Amsinckia</i> Lehm. ....	8
1.1.3. <i>Plagiobothrys</i> Fisch. & C.A. Mey. ....	9
1.1.4. <i>Cryptantha</i> Lehm. ex G. Don.....	11
1.2. Phylogenie.....	14
1.3. Thema dieser Arbeit .....	15
<b>2. Material &amp; Methoden</b> .....	16
2.1. Morphologische Untersuchungen.....	17
2.1.1. Kultivierung von Pflanzen .....	17
2.1.2. Dokumentation makroskopischer Merkmale .....	17
2.1.3. Rasterelektronenmikroskopie .....	19
2.1.4. Elektronische Bildbearbeitung .....	19
2.2. Molekularsystematische Analyse .....	19
2.2.1. DNA-Isolation .....	21
2.2.2. DNA-Amplifizierung, Agarose-Gel-Elektrophorese & Aufreinigung der PCR-Produkte .....	21
2.2.3. Automatische DNA-Sequenzierung mit dem CEQ 8000 (Beckmann Coulter®).....	22
2.2.4. Auslesen der Chromatogramme .....	23
2.2.5. Erstellen des Alignments und Codierung von Indels .....	23
2.2.5. Cladistische Analyse mit PAUP* .....	23
<b>3. Ergebnisse</b> .....	25
3.1. Morphologische Untersuchungen.....	25
3.1.1. Vegetative Merkmale .....	25
3.1.1.1. Wuchsformen .....	25
3.1.1.2. Blattmorphologie .....	26
3.1.1.3. Trichomtypen .....	27
3.1.1.4. Indumenttypen.....	30
3.1.2. Generative Merkmale .....	31
3.1.2.1. Infloreszenzmorphologie .....	31
3.1.2.3. Fruchtmorphologie .....	41
3.1.2.4. Heteromerikarpie und Fruchtpolymorphismus .....	44
3.1.3. Diagnosen der untersuchten Gattungen und ihrer Arten .....	47
3.1.3.1. Bestimmungsschlüssel zu den Gattungen <i>Pectocarya</i> , <i>Amsinckia</i> , <i>Plagiobothrys</i> und <i>Cryptantha</i> aufgrund ihrer peruanischen Vertreter .....	48

---

3.1.3.2. Gattungs- und Artdiagnosen der Gattung <i>Pectocarya</i> aufgrund ihrer peruanischen Vertreter und Bestimmungsschlüssel zu den Arten in Peru .....	49
3.1.3.3. Gattungs- und Artdiagnosen der Gattung <i>Cryptantha</i> aufgrund ihrer peruanischen Vertreter und Bestimmungsschlüssel zu den Arten in Peru .....	57
3.1.3.4. Gattungs- und Artdiagnose der Gattung <i>Amsinckia</i> aufgrund ihres peruanischen Vertreters .....	74
3.1.3.5. Gattungs- und Artdiagnosen der Gattung <i>Plagiobothrys</i> aufgrund ihrer peruanischen Vertreter und Bestimmungsschlüssel zu den Arten in Peru .....	78
3.1.4. Molekulare Phylogenie .....	97
<b>4. Diskussion</b> .....	99
4.1. Zur Monophylie der Cryptantheae .....	99
4.2. Implikationen der molekularen und morphologischen Daten zu den infragenerischen Verhältnissen der Cryptantheae .....	100
4.2.1. <i>Pectocarya</i> .....	100
4.2.2. <i>Amsinckia</i> .....	101
4.2.3. <i>Plagiobothrys</i> .....	101
4.2.4. <i>Cryptantha</i> .....	105
4.3. Reproduktive Eigenschaften der Cryptantheae in Peru .....	107
4.4. Konsequenzen und Hypothesen zu den intergenerischen Verhältnissen der Cryptantheae .....	107
4.5. Ausblick .....	108
<b>5. Literatur</b> .....	110
<b>6. Danksagung</b> .....	114
<b>7. Anhang</b> .....	115
Alignment des trnS-G-Datensatzes .....	115

## 1. Einleitung

Die Gattungen *Pectocarya* D.C. ex Meisn., *Amsinckia* Lehm., *Plagiobothrys* Fisch. & C.A. Mey. und *Cryptantha* Lehm. ex G. Don sind neuweltlich verbreitete Vertreter der Boraginaceae s.str.. Sie zeigen ein sich in Nord- und Südamerika stark überlappendes Verbreitungsgebiet und realisieren in ihren meisten Sippen ähnliche ökologische Anpassungen. Traditionell werden sie jedoch zwei verschiedenen Triben der Unterfamilie Boraginoideae zugeordnet (u.a. Gürke 1897, Brand 1921, 1931, Johnston 1924 a). Die Gattung *Pectocarya* D.C. ex Meisn. fällt dabei in die Tribus Cynoglosseae, aufgrund der mit ihrem Apex an der Gynobasis – einer für die Boraginoideae typischen Bildung des Gynoeceums – befestigten Klausen. Die Gattungen *Amsinckia* Lehm., *Plagiobothrys* Fisch. & C.A. Mey. und *Cryptantha* Lehm. ex G. Don werden aufgrund der lateralen Befestigung ihrer Klausen an der Gynobasis zu den Eritricheae gestellt. Da diese Apomorphien der Triben bei vielen Gattungen in Übergängen von lateraler zu apikaler Befestigung realisiert sind, wurde von vielen früheren Autoren (u.a. Brand 1921) betont, dass die Spitzen der Klausen bei den Eritricheae die Gynobasis überragen, während dies bei den Cynoglosseae nicht der Fall ist. Die Cynoglosseae wurden dabei als die am stärksten abgeleitete und vermutlich aus den Eritricheae entstandene Gruppe betrachtet. Dieser Annahme lag die Vermutung mehrerer, hauptsächlich fruchtmorphologischer Trends zugrunde (Johnston 1924 a): Die Position der Anheftungsstelle der Klausen sollte sich im Verlauf der Evolution von basal nach apikal verlagert und die Klausen, von einer glatten Oberfläche ausgehend, eine immer stärkere Skulpturierung mit zahlreichen, der epizoochoren Ausbreitung dienenden Anhängseln ausgebildet haben.

Brand änderte 1925 den Tribusnamen Eritricheae in Cryptantheae, mit der Begründung, dass die ehemals große Gattung *Eritrichium* durch mehrmaliges Herauslösen eigenständiger Gattungen (u.a. auch *Cryptantha*) nicht mehr repräsentativ für die Tribus wäre. Sie sollte deshalb nach ihrer größten Gattung, *Cryptantha*, benannt werden. Dieses Vorgehen war allerdings formell ungültig, und der Name Cryptantheae musste abgelehnt werden.

Inzwischen ist das klassische Konzept der Triben durch neuere molekularsystematische Untersuchungen ins Wanken geraten. So konnten Långström und Chase (2002) durch einen breit angelegten Vergleich des Chloroplasten-Gens *atpB* innerhalb der Boraginaceae zeigen, dass Cynoglosseae und Eritricheae eine moderat gestützte monophyletische Gruppe bilden, in der ihre Vertreter aber tribusunabhängig miteinander vermischt sind. Aufgrund des älteren Namens bezeichneten sie diese als Cynoglosseae (s.l.). Weitere Untersuchungen anhand des  $\text{trnL}_{\text{UAA}}$  – Introns (H.H. Hilger, nicht publiziert) implizieren sogar eine Monophylie der vier hier behandelten Gattungen, wieder innerhalb einer aus Cynoglosseae und Eritricheae bestehenden Klade (siehe Abb 1.1).

Diese Untersuchungen zeigen die Notwendigkeit einer kritischen Bearbeitung der Gattungen der Boraginoideae über die Tribusgrenzen hinaus. Aufgrund der vorliegenden Daten von Hilger bietet sich eine gemeinsame Untersuchung der Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* an. Die Bearbeitung einer Gruppe, die ungefähr 250 Arten

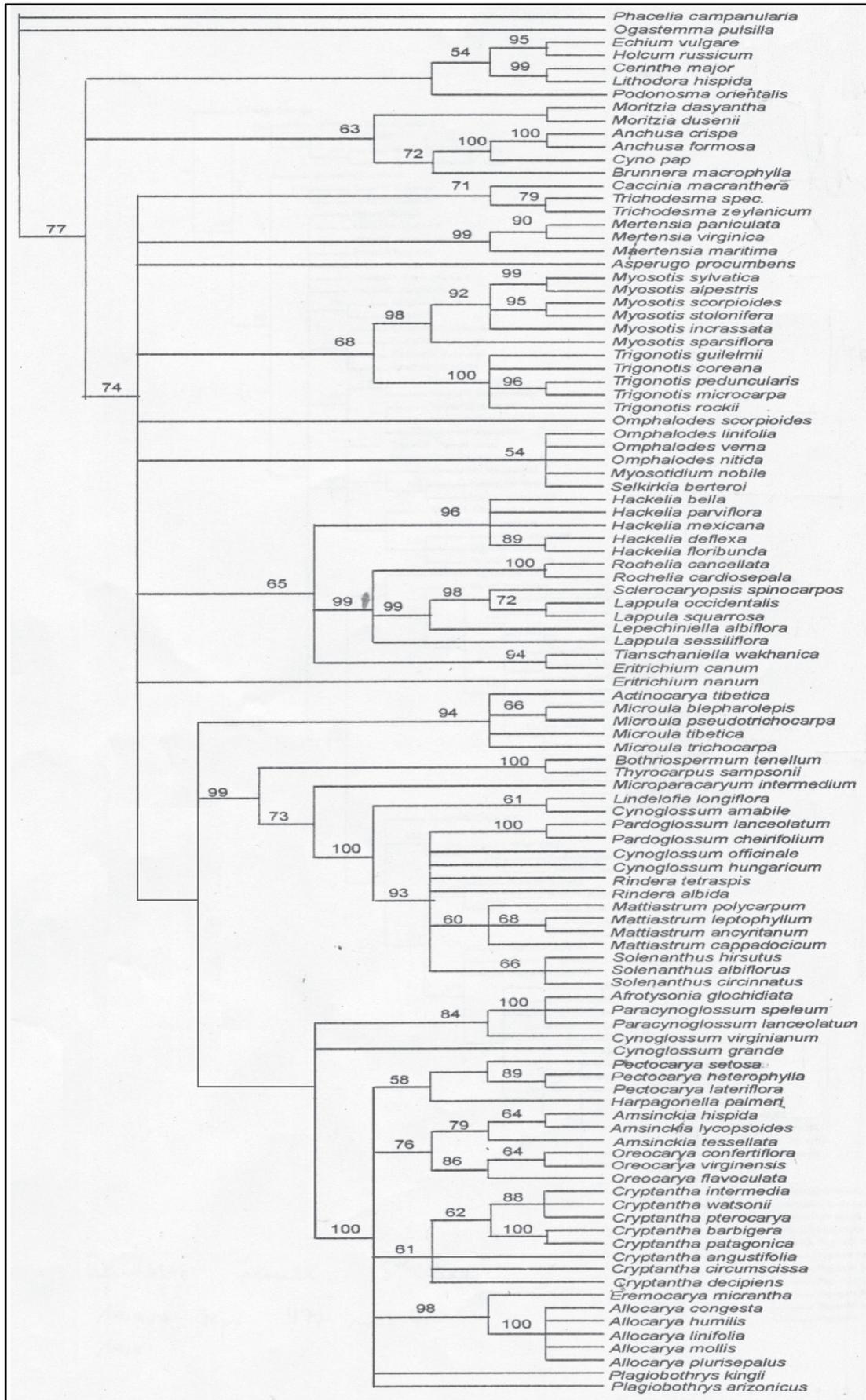


Abb. 1.1: Strict-consensus-Baum einer Maximum-Parsimony-Analyse des  $\text{trnL}_{\text{UAA}}$  – Introns innerhalb der Boraginaceae s.str. (H.H. Hilger, nicht publiziert). Die in dieser Arbeit untersuchten Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* bilden eine monophyletische Gruppe (unterer Teil der Abbildung). Die Gattungsnamen *Harpagonella*, *Oreocarya*, *Eremocarya* und *Allocarya* sind Synonyme der zuerst genannten Gattungen.

umfasst, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Diese Arbeit konzentriert sich deshalb auf die 14 peruanischen Vertreter, da die letzte umfassende Revision, die „Flora of Peru“ von Macbride (1960), für die meisten Arten nur knappe und teilweise widersprüchliche Beschreibungen gibt. Vorher beschäftigte sich Johnston in seinen grundlegenden Arbeiten (1923-1939) ausführlich mit den genannten Gattungen und arbeitete folgende Apomorphien heraus:

Arten von *Pectocarya* besitzen Klausen, die mit ihrem Apex an der Gynobasis befestigt sind und deren Rand Anhängsel oder Zähne trägt, die in Krallenhaaren enden. Der Klausenkörper ist gewöhnlich mit Hakenhaaren besetzt.

Arten von *Amsinckia* zeigen tief zweispaltige Kotyledonen, eine gelbe Corolla ohne Invaginationen (=Schlundschuppen) und ventral gekielte Klausen.

Arten von *Plagiobothrys* zeigen weiße Corollen mit Invaginationen und ventral gekielte Klausen.

Arten von *Cryptantha* besitzen dagegen Klausen mit einer ventrale Rinne.

Um dem Leser eine bessere Übersicht über das Thema dieser Arbeit zu verschaffen, wird im folgenden eine kurze Charakterisierung und ein Überblick über die Geschichte der vier Gattungen sowie die infragenerischen Verwandtschaftsverhältnisse gegeben.

## 1.1. Historischer Überblick und Charakterisierung der untersuchten Gattungen

### 1.1.1. *Pectocarya* D.C. ex Meisn.

Die amerikanische Gattung *Pectocarya* umfasst nach Johnston (1924-1939) elf, nach Veno (1979) 15 Arten von niederliegenden, aufsteigenden oder aufrechten, kurzlebigen Therophyten, die disjunkt amphitropisch verbreitet sind. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt dabei in Nordamerika. Als Bewohner semiarider und arider Regionen sind sie in den Wüsten und Halbwüsten des gesamten Kontinents vertreten.

In Peru ist die Gattung mit drei Arten vertreten und bildet mit ihrer häufigsten Art, *Pectocarya lateriflora* (Lam.) DC., einen typischen Bestandteil der Loma-Vegetation der Küstenwüste (Müller 1985). Diese entwickelt sich hauptsächlich von Oktober bis Dezember, wenn verstärkt Nebel vom Pazifik in den höheren Luftschichten der küstennahen Vorberge kondensiert und dort genügend Feuchtigkeit für eine vorwiegend aus Kräutern bestehende Vegetation bereitstellt. Das Verbreitungsgebiet der Gattung erstreckt sich darüber hinaus auch auf einen Großteil der niederschlagsarmen Andenwestseite und wird durch einen weiteren Vertreter, *Pectocarya anomala* I.M. Johnst., bis in die Trocken-Puna des Altiplano im südlichen Peru erweitert (siehe Abb. 1.2).

Die Gattung *Pectocarya* wurde erstmalig 1840 von de Candolle in Meisners „Plantarum

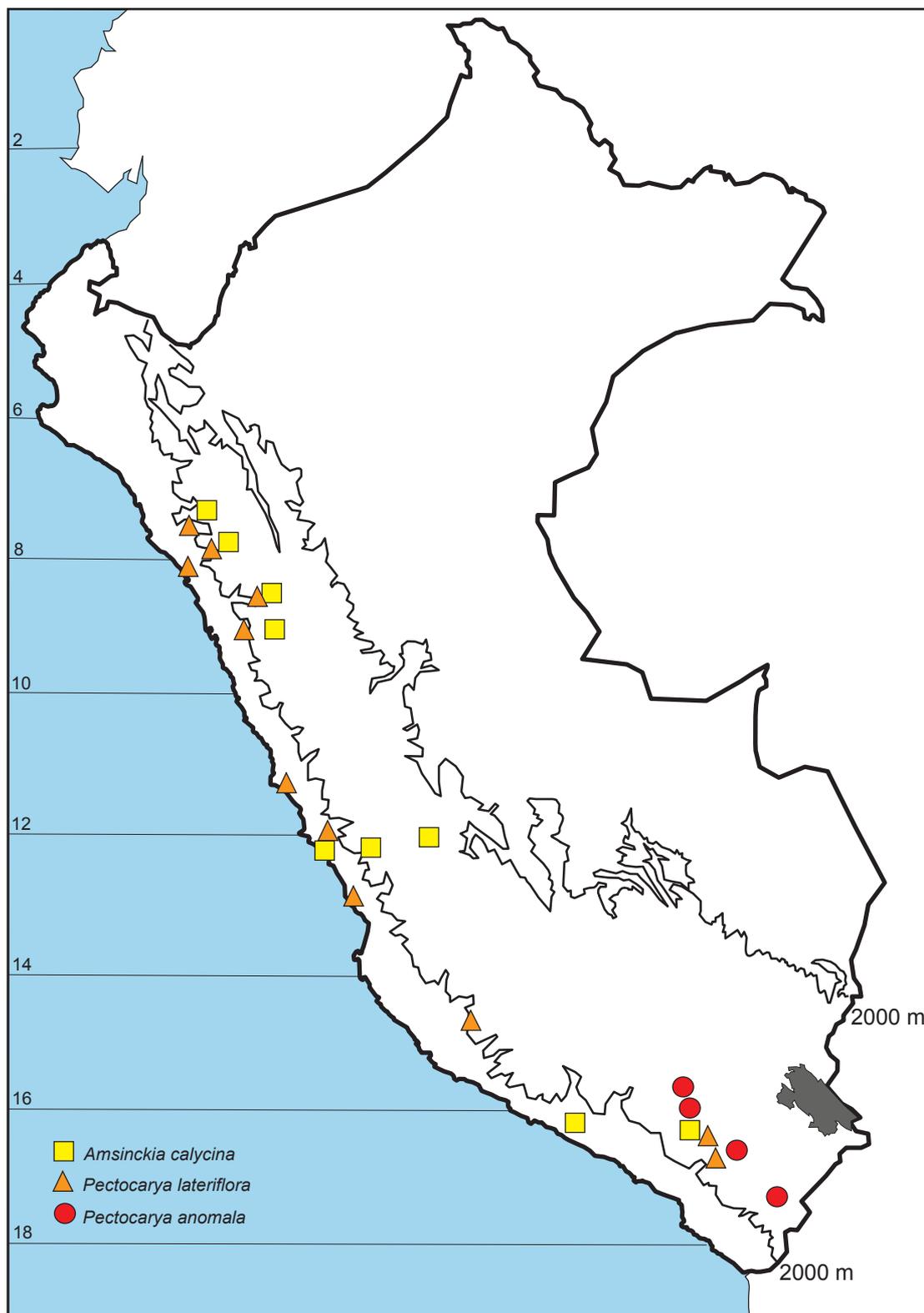


Abb. 1.2: Fundorte von Pflanzen aus den Gattungen *Amsinckia* und *Pectocarya* in Peru.

vascularium genera“ beschrieben, wo er sie als ein Segregat von *Cynoglossum* L. abspaltete. 1846 kombinierte er *Cynoglossum lateriflorum* (Lam.) zu *Pectocarya lateriflora* (Lam.) DC um, welche somit die älteste Art der Gattung darstellt. 1878 nahm Gray eine Unterteilung in zwei Sektionen aufgrund fruchtmorphologischer Merkmale vor: Sektion 1. *Ktenospermum* mit gepaarten Klausen mit gezähntem Rand und Sektion 2. *Gruvelia*

mit ungepaarten, ganzrandigen Klausen. Diese infragenerische Unterteilung wurde von Johnston (1924 a) übernommen, er revidierte sie aber kommentarlos zu den Sektionen *Eupectocarya* und *Gruvelia*. 1927 erschien Johnstons Arbeit „A revision of the South American Boraginoideae“, in der er die südamerikanischen Arten der Gattung beschrieb, und bis 1939 folgten noch einige Erstbeschreibungen nordamerikanischer Vertreter. Johnstons Arbeiten über *Pectocarya* sind bis heute die Grundlage der meisten Florenwerke. Veno (1979) revidierte die Gattung erneut und nahm zusätzlich eine Reduktion der monotypischen Gattung *Harpagonella* A. Gray, die schon Johnston (1924 b) als sehr nah mit *Pectocarya* verwandt ansah, zu einer Sektion innerhalb von *Pectocarya* s.l. vor. Ihre Begründung „major differences between those two genera, for example differences in calyx and nutlet features, are no greater than differences within *Pectocarya*“ erhält durch die molekularsystematische Untersuchung Hilgers (nicht publiziert, siehe Abb. 1.1) eine allerdings schwache Unterstützung. Beide Gattungen bilden ein Monophylum, das mit einem bootstrap-Wert von 58 % gestützt ist. Die drei Sektionen beschreibt sie wie folgt (gekürzt):

#### **Sektion *Harpagonella***

Kelch mit 5-10 runden Anhängseln, mit hakenförmigen Dornen besetzt; die oberen 2 Kelchblätter verlängert, basal verwachsen, verhärtet und helmförmig; reife Klausen 2.

#### **Sektion *Gruvelia***

Kelch ohne Anhängsel, radiärsymmetrisch, die Kelchblätter divergierend; reife Klausen 4, Klausenränder abstehend, ganzrandig.

#### **Sektion *Pectocarya***

Kelch ohne Anhängsel, bilateralsymmetrisch, reife Klausen 4, Klausenränder involut, aufrecht, aufsteigend oder abstehend und ganzrandig, gezähnt oder zerschlitzt.

Dieser infragenerischen Unterteilung folgend, sieht sie in der Sektion *Pectocarya* die am stärksten abgeleitete Gruppe, basierend auf der von den meisten Autoren geäußerten Ansicht, dass eine Entwicklung zu immer stärker ornamentierten und mit Anhängseln versehenen Klausen stattgefunden hat. Sektion *Harpagonella* beschreibt sie als ein „highly derived offshoot from the major evolutionary pathways in that genus“, bei dem die Funktion der epizoochoren Ausbreitung auf den Kelch übergegangen ist, während diese in den anderen beiden Sektionen bei den Klausen zu finden ist. Sektion *Gruvelia* ist demzufolge als näher verwandt mit der Sektion *Pectocarya*, aber weniger stark abgeleitet als diese zu betrachten. Veno (1979) unterteilt die Sektion *Pectocarya* zusätzlich in vier Gruppen, die sie durch die Morphologie der Klausen begründet. Von diesen ist die „*Pectocarya lateriflora* – group“ endemisch in Südamerika und in Peru mit allen Arten vertreten.

### 1.1.2. *Amsinckia* Lehm.

Die Gattung *Amsinckia* besteht nach Munz und Keck (1959) aus etwa 20 Arten. Ray & Chisaki (1957 a), die sehr genaue Untersuchungen über die Gattung durchführten, geben für Nordamerika aber nur 13 Arten an, so dass sie inklusive einer in Nordamerika nicht auftretenden Art aus insgesamt 14 Arten bestehen würde. Sie umfasst aufrecht wachsende Therophyten, die hauptsächlich als Pionierpflanzen in anthropogen beeinflussten Habitaten wie Acker- oder Brachflächen auftreten (Ray & Chisaki 1957 b). Gegenstand mehrerer Untersuchungen war das Auftreten von Heterostylie bei einigen ihrer nordamerikanischen Vertreter (Ray & Chisaki 1957 a, b; Carlsen et al. 2002). Das Verbreitungsgebiet der Gattung erstreckte sich ursprünglich über die gemäßigten Zonen des pazifischen Amerika und die angrenzenden, küstenfernen Gebiete mit einem Schwerpunkt in Kalifornien. Inzwischen ist aber die aus Südamerika stammende *Amsinckia calycina* (Moris) Chater ein weltweit verbreitetes Ackerrunkraut, das besonders in Australien ernsthafte wirtschaftliche Schäden verursacht. Diese Art tritt als einziger Vertreter ihrer Gattung in Peru auf, wo sie vermutlich auf den meisten bewirtschafteten Flächen der zentralen Anden vorkommt (siehe Abb. 1.2).

Erstmalig beschrieben wurde die Gattung von Lehmann (1831). Dieser bezog sich dabei auf die von Lindley (1831) publizierte, aber nicht weiter beschriebene Gattung *Benthania*, die noch von de Candolle (1846) in seinem „Prodromus systematis regni vegetabilis“ geführt wurde. Die nächste Bearbeitung unter dem Namen *Amsinckia* erfolgte 1917 durch Macbride. 1931 beschrieb Brand insgesamt 39 Arten. Noch im selben Jahr führte Suksdorf seine „Untersuchungen in der Gattung *Amsinckia*“ durch und erhöhte die Anzahl der Arten hauptsächlich aufgrund zweifelhafter fruchtmorphologischer Merkmale, aber auch durch Aufspaltung heterostyler in homostyle Sippen auf über 200. 1957 folgten in drei aufeinander folgenden Publikationen die Arbeiten von Ray und Chisaki (1957 a, b, c) über diese Gattung. Sie übernahmen drei der von Suksdorf aufgestellten und größtenteils auf karpologischen Merkmalen beruhenden Sektionen und erweiterten die Sektionsbeschreibungen auf blütenmorphologische Merkmale. Zusätzlich schufen sie eine vierte Sektion *Disjunctae* und stellten alle vier Sektionen in eine evolutionäre Linie (1957 a, gekürzt):

#### **Sektion *Tessellatae***

Kronröhren mit 20 Nerven; Kelch dreilappig durch paarige Verwachsung von vier der fünf Kelchblätter; Klausenoberfläche glatt oder tessellat.

Vertreter der folgenden Sektionen mit Kronröhren mit 10 Nerven.

#### **Sektion *Microcarpae***

(Ad)axiales Kelchblattpaar verwachsen; die transversalen Kiele der Klausen treffen sich an der Basis der Cicatrix; Blätter gezähnt.

Vertreter der übrigen zwei Sektionen mit Kelchen mit 5 freien Kelchblättern; die transversalen Kiele der Klausen treffen sich oberhalb der Basis der Cicatrix; Blätter ganzrandig.

**Sektion *Disjunctae***

Blüten heterostyl und bilateralsymmetrisch; monotypisch

**Sektion *Muricatae***

Blüten homostyl und radiärsymmetrisch.

Die ursprüngliche Stellung der Sektion *Tessellatae* und die am stärksten abgeleitete der Sektion *Muricatae* (hierzu auch *Amsinckia calycina* (Moris) Chater) begründen sie zum einen anhand cytologischer Merkmale (Chromosomenzahl), zum anderen durch das häufige Auftreten von Heterostylie in den ersten drei Sektionen und deren völliges Fehlen bei den *Muricatae*. Auch Merkmale wie Skulpturierung der Klausenoberfläche, die bei ursprünglichen Vertretern der *Tessellatae* völlig glatt ist, führen sie auf.

**1.1.3. *Plagiobothrys* Fisch. & C.A. Mey.**

Nach Al-Shebaz (1991) umfasst die Gattung *Plagiobothrys* etwa 70 meist kurzlebige, seltener perennierenden Arten, welche eine aufrechte, niederliegende oder kriechende Wuchsform zeigen. Viele Vertreter der Gattung, besonders der Sektion *Plagiobothrys*, besiedeln die eher trockenen Gebiete des pazifischen Amerika, während Vertreter der Sektion *Allocarya* größtenteils auf gut durchwässerten Böden, z.B. in Flußnähe, wachsen. Das Verbreitungsgebiet ist konzentriert auf Amerika, obwohl nach Al-Shebaz (1991) drei indigene Arten in Australien und eine in Ostasien (Kamtschatka) vorkommen sollen. Der Großteil der übrigen Vertreter verteilt sich auf zwei Verbreitungsschwerpunkte: Zum einen Kalifornien mit 39 Arten (18 endemisch), zum anderen Chile mit 19 Arten (12 endemisch). Das Verbreitungsgebiet der Gattung reicht in Nordamerika bis nach South Dakota im Osten und Mexiko im Süden, während in Südamerika praktisch das gesamte Hochland der Anden besiedelt wird. In Peru ist die Gattung durch sechs Arten vertreten, die die gesamte Länge der Kordillere besiedeln und dabei überwiegend in gestörten Habitaten auftreten (siehe Abb 1.3).

Der historische Überblick über die Gattung gestaltet sich kompliziert, da viele Bearbeiter schon aufgrund geringster morphologischer Unterschiede neue Arten beschrieben und oft genug eigene Gattungen für sie schufen. Erstmals beschrieben wurde die Gattung von Fischer und Meyer (1835), die sie noch als monotypisches Segregat von *Eritrichium* behandelten. Die nächste Bearbeitung erfolgte durch Gray, der sie 1874 wieder als eine Sektion unter *Eritrichium* stellte, 1885 aber als eigene Gattung mit 14 Arten behandelte. 1876 errichtete Gray die Gattung *Echidiocarya* mit Arten, deren Klausen gestielte Cicatrices besitzen (aus Johnston 1923 b). Diese stellte Greene (1887 a) allesamt zu *Plagiobothrys* und schuf außerdem zwei weitere Gattungen: *Allocarya*, die durch gegenständige, basal verwachsene Blätter und Klausen gekennzeichnet ist, deren Cicatrices er als „infra-medial or basal, concave, but sometimes raised and stipitate“ beschreibt und *Sonnea*, die aus Grays (1885) *Plagiobothrys* § *Hypsoula* und \**Ambigui* besteht und sich durch ein hispidum Indument auszeichnet. Die Zusätze „§“ und „\*“, die vermutlich einen hierarchischen Rang unterhalb des Gattungsniveaus bezeich-

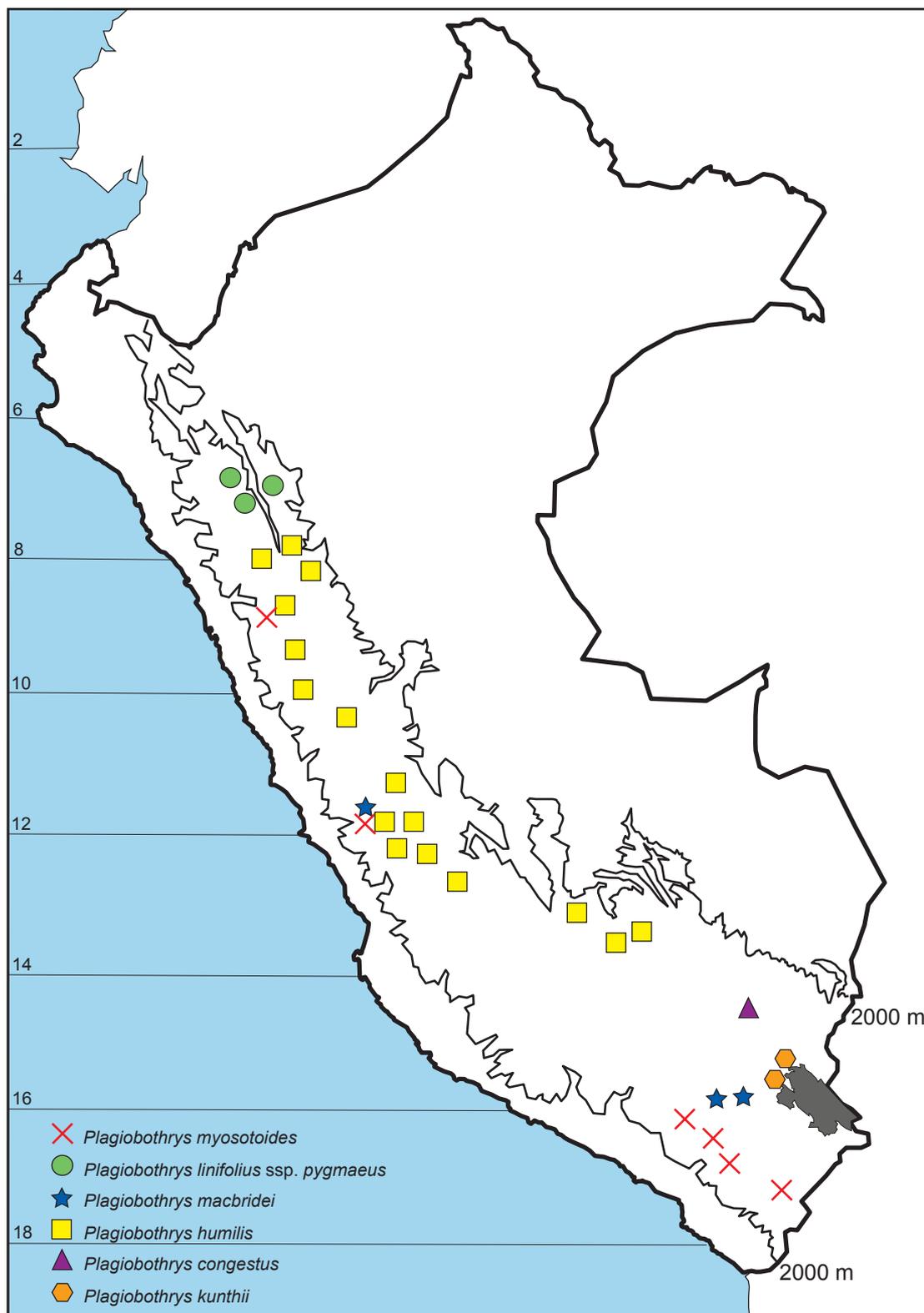


Abb. 1.3: Fundorte von Pflanzen aus der Gattung *Plagiobothrys* in Peru.

nen, wurden von Gray nicht weiter spezifiziert. Die Gattung *Allocarya* wurde in den folgenden Florenwerken allgemein anerkannt. Piper (1920) revidierte die Gattung und beschrieb aufgrund kleinster Unterschiede in der Skulpturierung der Klausen 79 nordamerikanische Arten. Johnston (1923 b) vereinigte schließlich alle genannten Gattungen als Sektionen unter *Plagiobothrys* mit der Begründung: „*Plagiobothrys* can not be separated from *Allocarya*,

*Echidiocarya* and *Sonnea* by developments possessed by the latter genera, and neither can it be distinguished by peculiar structures of its own." Außerdem schuf er die Sektion *Amsinckiopsis*, in der er Vertreter aus Grays (1885) *Plagiobothrys* \**Ambigui* unterbrachte und reduzierte die Artenzahl in der Sektion *Allocarya* auf 39. 1927 schrieb Macbride daraufhin „A defense of *Allocarya*“, in der er den Versuch unternahm, *Plagiobothrys* und *Allocarya* aufgrund der in beiden Gattungen ineinanderübergehenden Ausprägung der Merkmale „Blattstellung“ und „Position der Cicatrix“ voneinander zu trennen. Dies wurde von Johnston (1932) mit ähnlicher Begründung wie schon 1923 (b) abgelehnt. Weitere Bearbeitungen erfolgten durch Brand (1925, 1931), der Johnstons Arbeiten zwar erwähnte, sich aber an Gray und Piper orientierte und so nicht nur die von ihnen aufgestellten Arten und Gattungen übernahm, sondern zusätzlich noch die Gattungen *Allocaryastrum*, *Echinoglochin* und *Glyptocaryopsis* mit Vertretern aus Johnstons Sektionen *Echidiocarya* und *Allocarya* schuf. Inzwischen ist Johnstons Gattungskonzept allgemein anerkannt und die Sektionen folgendermaßen umschrieben:

#### **Sektion *Amsinckiopsis***

Blätter wechselständig; Cicatrix länglich und auf den ventralen Kiel ausgedehnt.

#### **Sektion *Sonnea***

Blätter wechselständig; Cicatrix rundlich und in der Mitte der Ventralseite eingesenkt.

#### **Sektion *Plagiobothrys***

Blätter basal rosulat, darüber wechselständig; Cicatrix knorpelig, auf oder unterhalb der Mitte der Ventralseite.

#### **Sektion *Echidiocarya***

Blätter basal gegenständig, darüber wechselständig; Cicatrix klein und auf einem kurzen Stielchen sitzend.

#### **Sektion *Allocarya***

Blätter zumindest basal gegenständig; Cicatrix nicht auf einem Stielchen.

Vermutungen zu den infragenerischen Verwandtschaftsverhältnissen wurden nur von Johnston (1932), und dies auch nur für drei der Sektionen, vorgelegt. So nimmt er für *Allocarya* eine Entstehung aus der Sektion *Plagiobothrys* heraus an und außerdem eine nahe Verwandtschaft zwischen *Allocarya* und *Echidiocarya* aufgrund der basal gegenständigen Blätter.

#### **1.1.4. *Cryptantha* Lehm. ex G. Don**

Die Gattung *Cryptantha* umfasst nach Al-Shebaz (1991) etwa 150 Arten anueller oder perennierender, aufrecht wachsender Pflanzen. Der Großteil ihrer Vertreter tritt in warmen, ariden oder semiariden Gebieten auf, so daß sie häufig in Wüsten oder Halbwüsten und hier oftmals als Pionierpflanzen in gestörten Habitaten zu finden sind. In der Sektion *Oreocarya* wurde Heterostylie beobachtet (Al-Shebaz 1991). Das Verbreitungsgebiet der Gattung ist auf Amerika beschränkt und verteilt sich auf zwei Verbreitungszentren. Eines befindet sich in Kalifornien, das

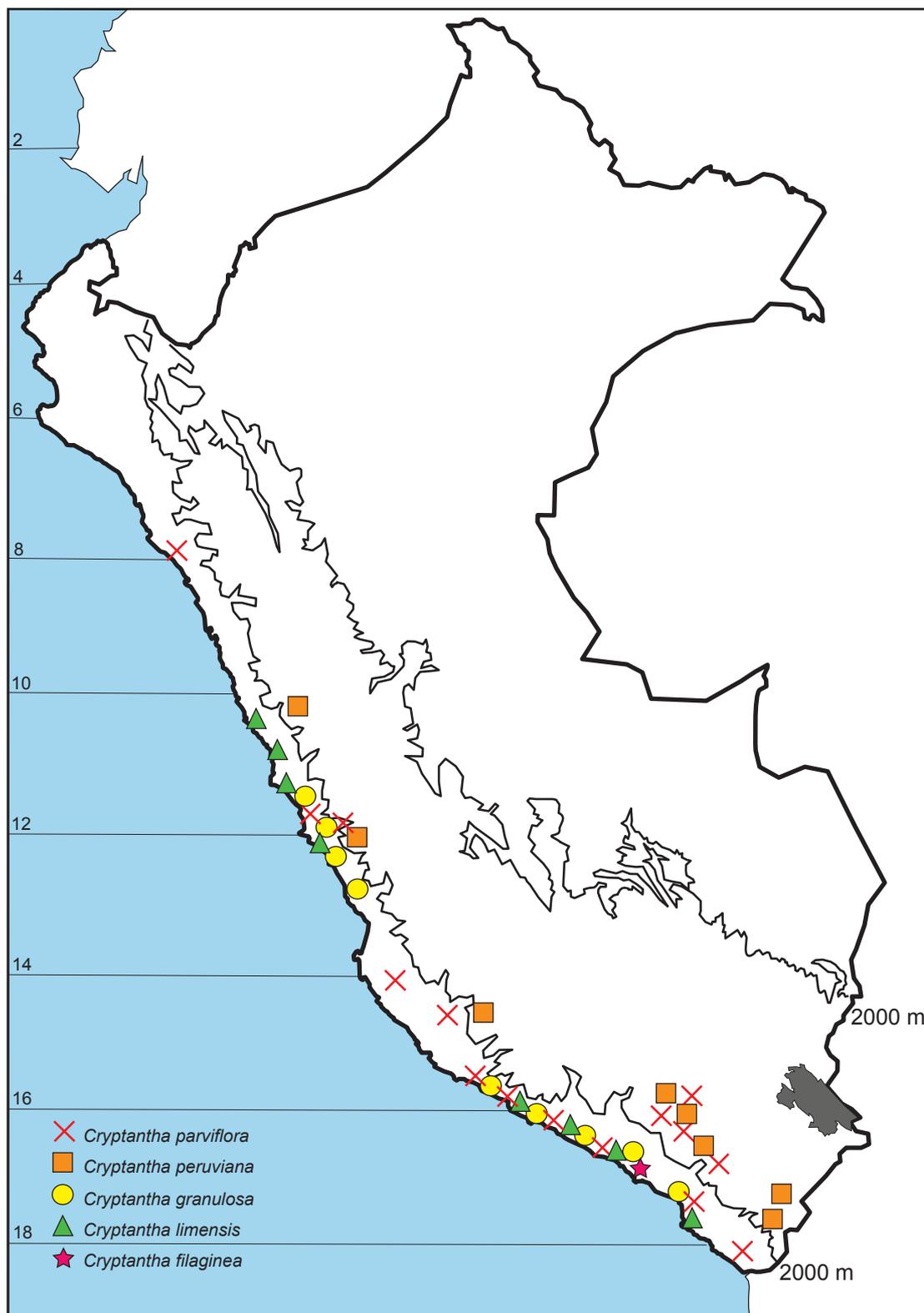


Abb. 1.4: Fundorte von Pflanzen aus der Gattung *Cryptantha* in Peru.

andere im nördlichen und mittleren Chile. Von diesen beiden Zentren aus ist sie in Nordamerika bis nach Südalaska, Texas und Mexiko verbreitet, in Südamerika bis nach Argentinien, Bolivien und das nördliche Peru. In Peru sind sechs Arten vertreten. Sie bilden zum einen einen Bestandteil der Loma-Vegetation der gesamten Küstenwüste (Müller 1985), zum anderen sind sie häufig in den trockenen Gebieten der Andenwestseite zu finden (siehe Abb. 1.4).

Der Gattungsname wurde erstmals von Lehmann (1833) erwähnt, allerdings nur als *nomen nudum* für die chilenische Art *Cryptantha glomerata* Lehm.. 1835 beschrieben Fischer und Meyer die Gattung, die Diagnose erstellte aber erst Don (1837). Fischer und Meyer (1841) beschrieben außerdem die monotypische Gattung *Krynitzkia*, welche de Candolle (1846) als Gattung anerkannte, während er *Cryptantha* zu einer Sektion innerhalb von *Eritrichium* reduzierte. 1871 errichtete Torrey die Gattung *Piptocalyx*, die sich durch einen persistierenden Kelch auszeichnet, der sich durch eine ringförmige Abzission öffnet. Diese sowie alle vorher genannten Gattungen zog Gray (1874, 1878) ein und ordnete ihre Arten unter dem Gattungsnamen *Eritrichium* ein. *Eritrichium* wurde durch weitere Bearbeitungen so groß und heterogen, dass Gray (1885) die Gattung *Krynitzkia* inklusive *Cryptantha* und *Piptocalyx* wieder herauslöste (aus Johnston 1925). Greene (1887 b) wies letzterer wieder Gattungsrang zu und schuf zwei neue Gattungen: *Eremocarya*, deren Arten sich durch eine „peculiar dichotomy“ und persistierende Kelche auszeichnen sollte und *Oreocarya* für die perennierenden Arten der Gattung *Krynitzkia*. Diese blieb als Gattung bestehen, allerdings unter dem älteren Namen *Cryptantha* (Greene 1887 c), charakterisiert durch nicht persistierende Kelche. *Piptocalyx* wurde durch Gürke & Harms 1899 aus nomenklatorischen Gründen in *Greeneocharis* umbenannt. 1907 folgte die Bearbeitung der südamerikanischen Arten von *Cryptantha* durch Reiche, der insgesamt 43 Arten beschrieb, 1916 eine Revision der Gattung *Oreocarya* durch Macbride. Johnston (1923 a) bearbeitete die Gruppe und erweiterte die Gattung *Cryptantha* zunächst um *Eremocarya* und *Piptocalyx*, denen er aufgrund fehlender Merkmale den Gattungsrang absprach, und 1925 um Brands (1925) monotypische Gattung *Johnstonella*. *Cryptantha* bestand zu diesem Zeitpunkt in Nordamerika aus 75 Arten. 1927 bearbeitete er die südamerikanischen Arten und folgte weitgehend Reiche. Hier nahm er auch erstmals eine Unterteilung der Gattung in drei Sektionen vor:

#### **Sektion *Krynitzkia***

Pflanzen nur mit chasmogamen Blüten

#### **Sektion *Cryptantha***

Pflanzen mit chasmo- und kleistogamen Blüten

#### **Sektion *Geocarya***

Pflanzen an der Basis mit hochspezialisierten, kleistogamen Blüten, die zur Fruchtreife vergrößerte und holzige Strukturen bilden.

Diese Unterteilung wandte er auch auf die nordamerikanischen Arten an und erwähnte dabei, daß die Gattung *Oreocarya* selbst nur noch Sektionsrang innerhalb von *Cryptantha* haben sollte. Als *Cryptantha* **Sektion *Oreocarya*** wurde sie von Payson (1927) revidiert und von den meisten späteren Autoren anerkannt.

Über die infragenerischen Verwandtschaftsverhältnisse hatte Johnston (1925, 1927) eine klare Vorstellung: Die perennierenden und z.T. heterostylen Arten der Sektion *Oreocarya* waren für ihn der Ursprung der Gattung, alle weiteren Sektionen sah er als einen „specialized

off-shoot from *Oreocarya*“ an. Sie sollten durch die Entwicklung einer anuellen Lebensweise und sich leicht von der Mutterpflanze lösender Kelche und den darin enthaltenen Samen eine weite Verbreitung in verschiedene Lebensräume und dadurch eine schnelle Evolution erfahren haben. Dies kulminierte in den chilenischen Arten mit kleistogamen Blüten der Sektion *Cryptantha* und schließlich in denen der Sektion *Geocarya*, die hochspezialisierte „cleistogenes“ (Johnston 1927) an der Basis der Sprossachse bilden, die nach Absterben der Pflanze durch eine vertrocknende Rübenwurzel wieder in den Boden gezogen werden.

Brand (1931) blieb bei den von Greene aufgestellten Gattungen und beschrieb mehrere neue Arten, die durch Johnston (1935 a) z.T. wieder eingezogen wurden. Johnston beschrieb noch weitere Arten (u.a. 1939) und sein Gattungskonzept erlangte allgemeine Gültigkeit.

## 1.2. Phylogenie

Eine nahe Verwandtschaft der Gattungen *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* wurde von vielen Bearbeitern angenommen (u.a. Johnston 1925, Brand 1931). Johnston (1925) wies dabei den perennierenden Arten von *Cryptantha* Sektion *Oreocarya* eine zentrale Rolle zu. Diese sah er aufgrund ihrer fruchtmorphologischen Merkmale als sehr ursprünglich innerhalb der Eritricheae an, und suchte in ihnen nicht nur den Ursprung der restlichen Gattung *Cryptantha* (siehe 1.1.4.), sondern auch der Gattung *Plagiobothrys*, aus der die Gattung *Amsinckia* entstanden sein sollte. Grundlage dieser Überlegungen war die Annahme, dass aus den ursprünglich glatten Klausen, die über eine lange ventrale Rinne mit der Gynobasis verbunden sind, durch eine Fusion des Perikarps in der apikalen Klausenhälfte die ventral gekielten Klausen von *Plagiobothrys* und *Amsinckia* entstanden sind. Ein weiterer Trend in dieser Entwicklung sollte die zunehmend stärkere Skulpturierung der Klausen sein. Dieser, sowie der schon erwähnte Trend zu einer Verschiebung der Cicatrix in eine apikale Position, läßt ihn auch eine Verbindung zu den Cynoglosseae und damit zur Gattung *Pectocarya* herstellen, die er als ihren am stärksten abgeleiteten Vertreter betrachtete. Auch hier nimmt er als Ursprung *Oreocarya* an, aus der heraus sich die Gattung *Hackelia* entwickelt haben sollte, welche wiederum den Ursprung der Gattung *Cynoglossum* bildete.

Johnstons Mutmaßungen wurden allerdings schon von Ray & Chisaki (1957 b) angezweifelt. Diese sahen in *Oreocarya* eher einen nahen Verwandten von *Amsinckia* an und begründeten dies mit einer sehr ähnlichen Fruchtmorphologie der ursprünglichen *Amsinckia*-Arten und dem Auftreten gelb gefärbter Corollen bei einigen Vertretern von *Oreocarya*. Diese Annahme implizieren auch die trnL<sub>UAA</sub> – Daten von Hilger (Abb. 1.1), die ein moderat gestütztes Schwestergruppenverhältnis von *Oreocarya* und *Amsinckia* in einer sehr abgeleiteten Stellung innerhalb der Cynoglosseae s.l. anzeigen.

### 1.3. Thema dieser Arbeit

Aus dem bisher Dargestellten und den Ergebnissen der molekularen Analysen von Hilger (siehe Abb. 1.1) ergeben sich mehrere Fragestellungen:

1. Stellen die Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* eine monophyletische Gruppe dar?
2. Welche verwandtschaftlichen Beziehungen bestehen innerhalb dieser Gattungen?
3. Wie stellen sich die intergenerischen Verhältnisse dieser Gattungen dar?

Zur Klärung dieser Fragen werden die peruanischen Vertreter der Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* bezüglich der Wuchsform, des Induments und der Blüten- und fruchtmorphologischen Merkmale untersucht. Desweiteren soll eine genaue Untersuchung der bisher vernachlässigten Infloreszenzmorphologie mögliche, innerhalb der Gattungen bestehende Tendenzen offenbaren. Diese Daten werden zur Erstellung einer vorläufigen Revision der peruanischen Arten von *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* genutzt.

Zusätzlich wird eine molekulare Phylogenie der peruanischen und weiterer Vertreter aus den übrigen Sektionen der genannten Gattungen erstellt. Das Ergebnis der molekularen Analyse wird mit den Daten der morphologischen Untersuchungen verglichen und mit Bezug auf die Fragestellungen dieser Untersuchung interpretiert.

## 2. Material & Methoden

In den folgenden Abschnitten werden die Gattungsnamen *Pectocarya* mit *Pe.*, *Amsinckia* mit *A.*, *Plagiobothrys* mit *Pl.* und *Cryptantha* mit *C.* abgekürzt. Die Namen der Autoren werden nicht mehr erwähnt.

Die im folgenden Teil genannten Chemikalien und sonstigen Materialien sind samt Hersteller in Tab. 2.1 aufgelistet. Hersteller und Produktnamen der verwendeten Geräte stehen in Tab. 2.2.

**Tab 2.1:** Liste der verwendeten Chemikalien.

Name	Hersteller
Aceton	Merck
Agarose	Biozym
Argon 4.8	Messer-Griesheim
Aussaaterde	Compo Sana®
β-Mercapto-ethanol	Amresco
Chloroform:Isoamylalkohol (1:24)	Amresco
CTAB Cetyltrimethyl-Ammonium-Bromid	Roth
DTCS Quickstart Kit	Beckmann Coulter®
Einheitserde	Werkverband
Ethanol	Roth
Ethidiumbromid	Merck
FAA Formaldehyd -Eisessig-Ethanol	Merck
FDA Formaldehyd-dimethyl-acetal	Merck
Garten- und Gemüsedünger	ASB Grünland, H. Aurenz GmbH
Isopropanol (2-Propanol)	Roth
Kohlenstoffdioxid	Messer-Griesheim
Leitsilber (Leit-C®)	Neubauer
peqGOLD Cycle-Pure Kit (Safety Line)	PeqLab®
Sawady PCR Kit	PeqLab®
Taq DNA Polymerase Kit	Quiagen Inc.
Urgesteinsmehl	Neudorff®

**Tab 2.2:** Liste der verwendeten Geräte.

Bezeichnung	Produktname	Hersteller
CEQ™ 8000 (Genetic Analysing System)		Beckmann Coulter®
CPD-Ansteuerungseinheit	Haake DC3	Haake Fisions
CPD-Kühlgerät	D30	Haake Fisions
CPD-Reaktionskammer		Polaron Equipment
Binokular	M5A Wild	Wild Heerbrugg
Digitalkamera	DFC 320	Leica
Digitalkamera	Eos D30	Canon
Gelelektrophoresekammer		MWG-Biotech
Präpariermikroskop	Wild M420	Leica
Rasterelektronenmikroskop	LEO 5430	Leo Electron Microscopy Ltd.
Kugelmühle	Retsch® MM200 Retschmühle	Retsch GmbH & Co KG
Spiegelbinokular	M8 Wild	Wild Heerbrugg
Sputter Coater	SCD 050	Balzers
Thermocycler	PCR Trio-Thermoblock	Biometra®
Thermocycler	Mastercycler	Eppendorf

## 2.1. Morphologische Untersuchungen

Das Pflanzenmaterial für die morphologischen Untersuchungen stammt zum Teil von Pflanzen, die in den Gewächshäusern des Institutes für Systematische Botanik und Pflanzengeographie der FU-Berlin kultiviert wurden. Ein anderer Teil des Materials stammt aus Aufsammlungen vor Ort, die in FAA fixiert wurden. Viele Untersuchungen wurden an Herbarmaterial durchgeführt, dem z.T. Klausen für die fruchtmorphologischen Untersuchungen entnommen wurden. Tab. 2.3 gibt Auskunft über die Herkunft des Materials, seinen Zustand und die Art der Arbeiten, die damit durchgeführt wurden. Für alle in Tab. 2.3 aufgeführten Sippen wurden Diagnosen (siehe 3.1.3.) erstellt. Die Voucher der untersuchten Sippen sind im Abschnitt 3.1.3 bei den jeweiligen Arten einsehbar.

### 2.1.1. Kultivierung von Pflanzen

Die für die Kultur verwendeten Samen wurden auf verschiedenen Reisen nach Peru gesammelt, nur selten gelang es, vom Herbarbeleg abmontierte Samen zur Keimung zu bringen. Die Keimung erfolgte in Aussaaterde (Compo Sana®), die Keimlinge wurden in eine Mischung aus Einheitserde (Werkverband) und Sand pikiert. Bei einer Wuchshöhe von einigen Zentimetern wurden die Pflanzen umgetopft, der vorher benutzten Erdmischung wurde zusätzlich Urgesteinsmehl (Neudorff®) und Gemüsedünger (H. Aurenz GmbH) zugegeben. Die Kultur erfolgte unter Natriumdampflampen bei einer Temperatur von ca. 5—15 °C nachts und 15—25 °C tagsüber.

### 2.1.2. Dokumentation makroskopischer Merkmale

#### Habitus

Die Habitusbilder wurden mit einer Digitalkamera (Eos D30 von Canon) direkt am Fundort oder von kultivierten Pflanzen erstellt.

#### Blütenmorphologie

Blütenmorphologische Untersuchungen wurden an in FAA fixierten Pflanzen und an Frischmaterial durchgeführt. Blütenzeichnungen und –photographien wurden ausschließlich anhand von Frischmaterial angefertigt. Die Zeichnungen wurden unter einem Spiegelbinokular (M8 Wild) zunächst mit Bleistift gezeichnet und dann mit Tusche auf Transparenzpapier nachgezogen. Blütenphotographien wurden mit einer Leica DFC 320, die auf ein Präpariermikroskop (Wild M 420) montiert wurde, erstellt.

#### Infloreszenzmorphologie

Die Untersuchungen zur Infloreszenzmorphologie wurden an allem verfügbaren Herbarmaterial durchgeführt. Besonders bei kleinwüchsigen Pflanzen kam dabei ein Binokular (M5A

Wild) zum Einsatz. Zusätzlich wurde die Morphologie lebender Pflanzen aus Kultur oder am natürlichen Standort angesehen. Die Infloreszenzdiagramme wurden auf der Basis der am häufigsten auftretenden Blütenstandstypen angefertigt.

**Tab. 2.3:** Für die morphologischen Untersuchungen verwendetes Material. Sammler, Zustand und Art der Arbeiten (fr=Frischmaterial, Herb=Herbarmaterial, Ph=Digitalphotographie, REM=Rasterelektronenmikroskopie, Z=Zeichnung).

Gattung	Sektion	Art	Sammler, Sammelnr., (Standort nach Index Herbariorum)	Zustand	Art der Arbeit
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>granulosa</i> (R. & P.) I.M. Johnst.	M. & K. Weigend KW 320 (Kultur 2005) (BSB)	fr, Herb	Ph, Z, REM
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>limensis</i> (A. DC.) I.M. Johnst.	M. & K. Weigend KW 354 (Kultur 2006) (BSB)	fr, FAA, Herb	Ph, Z, REM
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>flaginea</i> (Phil.) Reiche	J. Grau 97/ 1283 (MSB)	Herb	REM
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>flaginea</i> (Phil.) Reiche	M. Ackermann 474 (F)	Herb	Ph
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>parviflora</i> (Phil.) Reiche	M. Weigend & C. Schwarzer 7823 (Kultur 2005) (BSB)	fr	Ph, Z
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>parviflora</i> (Phil.) Reiche	M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8350 (BSB)	FAA	REM
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>parviflora</i> (Phil.) Reiche	M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8369 (BSB)	fr, Herb	Ph, REM
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>peruviana</i> I.M. Johnst	M. Weigend & C. Schwarzer 7841 (Kultur 2005) (BSB)	fr, FAA	Ph, REM
<i>Cryptantha</i>	Krynitzkia	<i>peruviana</i> I.M. Johnst	M. Weigend & C. Schwarzer 7850 (Kultur 2005) (BSB)	Herb	REM
<i>Plagiobothrys</i>	Plagiobothrys	<i>myosotoides</i> (Lehm.) Brand	M. Weigend & C. Schwarzer 7877 (Kultur 2005) (BSB)	fr	Z
<i>Plagiobothrys</i>	Plagiobothrys	<i>myosotoides</i> (Lehm.) Brand	M. Weigend, F. Cáceres & C. Schwarzer 8322 (BSB)	fr	Ph
<i>Plagiobothrys</i>	Plagiobothrys	<i>myosotoides</i> (Lehm.) Brand	M. Weigend, C. Schwarzer, G. Brokamp & T. Henning 8494 (BSB)	fr, FAA	Ph, REM
<i>Plagiobothrys</i>	Allocarya	<i>congestus</i> (Wedd.) I.M. Johnst.	M. & K. Weigend 2000/43 (F)	Herb.	Ph
<i>Plagiobothrys</i>	Allocarya	<i>congestus</i> (Wedd.) I.M. Johnst.	X. Villavicencio L. 884 (BGBM)	Herb	REM
<i>Plagiobothrys</i>	Allocarya	<i>humilis</i> (R. & P.) I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 8075 (Kultur 2005) (BSB)	fr, FAA, Herb	Ph, REM
<i>Plagiobothrys</i>	Allocarya	<i>linifolius</i> (Lehm.) I.M. Johnst. ssp.	C. Schwarzer 04 (Kultur 2005) (BSB)	fr; FAA, Herb	Ph, Z, REM
<i>Plagiobothrys</i>	Allocarya	<i>pygmaeus</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) N.Horn	M. Weigend & H. Förther 97/775 (BSB)	fr, Herb	Ph, REM
<i>Plagiobothrys</i>	Allocarya	<i>macbridei</i> I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 7820 (BSB)	Herb	REM
<i>Plagiobothrys</i>	Allocarya	<i>macbridei</i> I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 7825 (Kultur 2006) (BSB)	fr, FAA, Herb	Ph, Z, REM
<i>Amsinckia</i>	Muricatae	<i>calycina</i> (Moris) Chater	M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7634 (Kultur 2006) (BSB)	fr, FAA, Herb	Ph, Z, REM
<i>Pectocarya</i>	Pectocarya	<i>lateriflora</i> (Lam.) DC.	M. Weigend & C. Schwarzer 7810 (Kultur 2005) (BSB)	fr	Ph
<i>Pectocarya</i>	Pectocarya	<i>lateriflora</i> (Lam.) DC.	M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8299 (BSB)	FAA	REM
<i>Pectocarya</i>	Pectocarya	<i>lateriflora</i> (Lam.) DC.	M. Weigend & H. Förther 97/554	FAA	REM
<i>Pectocarya</i>	Pectocarya	<i>anomala</i> I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 7811 (Kultur 2006) (BSB)	fr	Ph, Z
<i>Pectocarya</i>	Pectocarya	<i>anomala</i> I.M. Johnst.	M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8315 (BSB)	FAA	REM

### 2.1.3. Rasterelektronenmikroskopie

Die Untersuchungen mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) dienten dazu, die Morphologie der Trichome und des Induments sowie die Fruchtmorphologie aufzuklären. Wasserhaltige Objekte mussten dazu entwässert (siehe Tab. 2.4), und einer Kritischen-Punkt-Trocknung (CPD, Critical Point Drying, Cohen & Shaykh 1973) unterzogen werden. Dies ist nötig, um ein Zerreißen des Gewebes im Vakuum des REM zu verhindern. Die getrockneten Objekte wurden mit doppelseitigem Klebeband auf Objektstischen montiert. Für große Objekte wie Blätter wurde zusätzlich Leitsilber zur Verbesserung des Stromabflusses verwendet. Anschließend erfolgte eine Beschichtung mit Gold in zwei Durchgängen (sputter-coating, Echlin 1978) und danach die Untersuchung der Proben mit dem REM (LEO 5430).

**Tab. 2.4:** Entwässerungsreihe zur Vorbereitung einer Kritischen-Punkt-Trocknung.

Stufe	Substanz	Dauer (h)
1	FDA	2
2	50 Vol.% Aceton	1
3	Aceton	1
4	Aceton	>1

### 2.1.4. Elektronische Bildbearbeitung

Photographien und Zeichnungen wurden ggf. elektronisch nachbearbeitet. Dazu wurde der Adobe Photoshop (Adobe Systems Inc., Vers. 7.0) benutzt. Grafiken wurden mit dem Adobe Illustrator (Vers. 10) erstellt, das Arrangement der Bilder erfolgte mit Adobe InDesign (Vers. 2.0).

## 2.2. Molekularsystematische Analyse

Für die Durchführung der molekularen Analyse wurde der nichtcodierende Chloroplasten-DNA-Abschnitt zwischen den für *trnS* und *trnG* codierenden Bereichen gewählt (*trnS-trnG* intergenic spacer, im folgenden kurz als *trnS-G* bezeichnet). Er wurde schon mehrfach (u.a. Perret et al. 2003, Pirie et al. 2006) zur Klärung phylogenetischer Fragestellungen innerhalb nahe verwandter Gattungen benutzt. Nach Hamilton et al. (2003) ist *trnS-G* einer der am schnellsten evolvierenden Chloroplastenmarker und erscheint zur Untersuchung der phylogenetisch jungen Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* geeignet. Das für die molekulare Analyse verwendete Material entstammt der DNA-Sammlung des Institutes für Systematische Botanik und Pflanzengeographie der FU-Berlin oder kultivierten Pflanzen. Ein großer Teil des Materials wurde direkt vom Herbarbeleg entnommen. In allen Fällen fand eine genaue Bestimmung der Art bzw. Unterart anhand des Herbarbeleges statt. Eine Auflistung der für die Analyse verwendeten Sippen und ihrer Voucher findet sich in Tab. 2.5.

Tab. 2.5: Für die molekulare Analyse verwendete Sippen und Art der Amplifikation des cpDNA-Abschnittes trnS-G.

Gattung	Sektion	Art	Sammler, Sammelnr., (Standort nach Index Herbariorum)	Fundort	DNA Nr.	trnS-G amplifiziert mit	
						PegLab-Kit	Qiagen-Kit
Cryptantha	Oreocarya	confertiflora (Greene) Payson	Hilger 329/1997 (BSB)	USA, California	1909		X
Cryptantha	Krynitzkia	pterocarya (Torr.) Greene	S. Fahl H20a/1998 (BSB)	USA, California	2158		X
Cryptantha	Krynitzkia	parviflora (Phil.) Reiche	M. Weigend & C. Schwarzer 7823 (Kultur 2005) (BSB)	Peru, Depto. Arequipa	1911		X
Cryptantha	Krynitzkia	granulosa (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	M. & K. Weigend KW 320 (Kultur 2005) (BSB)	Peru, Depto. Lima	2192		X
Cryptantha	Krynitzkia	limensis (A. DC.) I.M. Johnst.	M. & K. Weigend KW 354 (Kultur 2006) (BSB)	Peru, Depto. Lima	2160		X
Cryptantha	Krynitzkia	flaginea (Phil.) Reiche	M. Ackermann 474 (BGBM)	Chile, Region II	2193		X
Cryptantha	Cryptantha	alfalfalis (Phil.) I.M. Johnst.	C. Marticorena & E. Welt 640 (BGBM)	Chile, Region VI	2163		X
Cryptantha	Cryptantha	glomerata Lehm.	M. Weigend 5935 (BSB)	Chile, Region V	2164		X
Cryptantha	Geocarya	cynoglossoides (Phil.) I.M. Johnst.	J.L. Morrison & R. Wagenknecht 17194 (F)	Chile, Region IV	2196		X
Cryptantha	Geocarya	involuta (Phil.) Reiche	M. Ricardi, C. Marticorena & O. Matthei 1775 (BGBM)	Chile, Region IV	2165		X
Plagiobothrys	Amsinckiopsis	kingii (Watson) A.Gray	Hilger & Hofmann 374/1997 (BSB)	USA, California	2197		X
Plagiobothrys	Amsinckiopsis	jonesii A.Gray	Hilger & Hofmann 357/1997 (BSB)	USA, California	253		X
Plagiobothrys	Plagiobothrys	arizonicus (A.Gray) Gray	S. Fahl H6/1998 (BSB)	USA, California	2198		X
Plagiobothrys	Alloccarya	mollis (A.Gray) I.M. Johnst.	Hilger & Hofmann 1992/22 (BSB)	USA, California	481		X
Plagiobothrys	Alloccarya	bracteatus (Howell) I.M. Johnst.	Hilger & Hofmann 1992/16 (BSB)	USA, California	1306		X
Plagiobothrys	Plagiobothrys	fulvus (Hook & Arn.) I.M. Johnst.	Weigend & Hilger 5940 (BSB)	Chile, Region V	2200		X
Plagiobothrys	Plagiobothrys	myosotoides (Lehm.) Brand	M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8322 (BSB)	Peru, Depto. Moquegua	2175		X
Plagiobothrys	Alloccarya	congestus (Wedd.) I.M. Johnst.	X. Villavicencio L. 884 (BGBM)	Bolivia, Depto. La Paz	2177		X
Plagiobothrys	Alloccarya	humilis (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 8075 (Kultur 2005) (BSB)	Peru, Depto. Ancash	2264		X
Plagiobothrys	Alloccarya	linifolius (Lehm.) I.M. Johnst. ssp. pygmaeus (HBK) N.Horn	C. Schwarzer 04 (BSB)	Peru, Depto. Amazonas	2180		X
Plagiobothrys	Alloccarya	kunthii (Walp.) I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 7832 (BSB)	Peru, Depto. Puno	2181		X
Plagiobothrys	Alloccarya	macbridei I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 7820 (BSB)	Peru, Depto. Arequipa	2182		X
Plagiobothrys	Alloccarya	procumbens (Colla) A.Gray	M. Gusinde 707 (F)	Chile, Region Santiago	2203		X
Plagiobothrys	Alloccarya	calandrinoides (Phil.) I.M. Johnst.	M. & K. Weigend, H. Förther & N. Dostert 6000 (BSB)	Argentina, Prov. Chubut	1063		X
Plagiobothrys	Alloccarya	corymbosus (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	M. & K. Weigend, H. Förther & N. Dostert 6013 (BSB)	Argentina, Prov. Chubut	2183		X
Amsinckia	Tesselatae	tesselata A. Gray	Hilger 132/1997 (BSB)	USA, California	249		X
Amsinckia	Disjunctae	lunaris Macbr.	F. Chisaki & P. Kamb 2275 (BGBM)	USA, California	2185		X
Amsinckia	Muricatae	intermedia Fisch. & Mey.	Hilger & Hofmann USA 80/1992 (BSB)	USA, California	2186		X
Amsinckia	Muricatae	calycina (Moris) Chater	M. Weigend & C. Schwarzer 8031 (BSB)	Peru, Depto. Ancash	1918		X
Pectocarya	Gruvelia	setosa A.Gray	S. Fahl H14/1998 (BSB)	USA, California	1919		X
Pectocarya	Pectocarya	penicillata (Hook. & Arn.) A.DC.	S. Fahl H19/1998 (BSB)	USA, California	2188		X
Pectocarya	Pectocarya	lateriflora (Lam.) DC.	M. Weigend & C. Schwarzer 7810 (Kultur 2005) (BSB)	Peru, Depto. Arequipa	1920		X
Pectocarya	Pectocarya	anomala I.M. Johnst.	M. Weigend & C. Schwarzer 7811 (BSB)	Peru, Depto. Arequipa	1678		X
Pectocarya	Pectocarya	dimorpha (I.M. Johnst.) I.M. Johnst	U. Eggli & B. Leuenberger 3063 (BGBM)	Chile, Region IV	2189		X
Hackelia		velutina (Piper) I.M. Johnst.	Hilger 411/1997 (BSB)	USA, California	1921		X
Cynoglossum		amabile Stapf & J.R.Drumm.	C. Schwarzer 03 (BSB)	Peru, Depto. Amazonas	2119		X

### 2.2.1. DNA-Isolation

Die Isolation der DNA wurde nach der Extraktionsmethode von Doyle und Doyle (1990) durchgeführt. Dabei werden zunächst 20—50 mg des Pflanzenmaterials mit autoklavierten Metallkugeln in einer Kugelmühle (Retsch GmbH) mechanisch zerkleinert. Das dabei entstandene feine Pulver wird mit einem Gemisch aus CTAB-Puffer (2 %) und Mercaptoethanol im Verhältnis 1:500 für 45 min bei 60°C inkubiert, um die Zellmembranen zu lysieren, und die Proben danach über Nacht bei 8°C aufbewahrt. Anschließend erfolgt die Ausfällung der Proteine mit Chloroform-Isoamylalkohol (24:1). Die DNA-Fällung wird mit Isopropanol bei -20 °C durchgeführt. Nach Zentrifugation bei 4°C und 14000 rpm (rounds per minute) liegt ein DNA-Pellet vor, das mit Ethanol (75 %) gewaschen und in 50 µl sterilen TE-Puffer überführt wird. Die Lagerung der so gewonnenen gelösten reinen DNA erfolgt bei -20 °C.

### 2.2.2. DNA-Amplifizierung, Agarose-Gel-Elektrophorese & Aufreinigung der PCR-Produkte

Für die molekulare Analyse wurde der cpDNA-Marker trnS-G amplifiziert. Die Amplifikation erfolgte mit einem Primerpaar nach Hamilton (1999) (siehe Tab. 2.6), das in einer Verdünnung von 10 pmol/ µl zum Einsatz kam. Die PCR (polymerase chain reaction) wurde mit dem Sawady PCR Kit (PeqLab®) nach abgewandeltem Herstellerprotokoll (siehe Tab. 2.7) in einem Thermocycler (Biometra®) durchgeführt. Das entsprechende Programm ist in Tab. 2.9 aufgeführt, die Schritte 2—4 wurden 34 mal wiederholt.

**Tab. 2.6:** Primersequenz der cpDNA-Region trnS-G.

Primernamen	Richtung	Sequenz
trnS	vorwärts	5' - GCC GCT TTA GTC CAC TCA GC - 3'
trnG	rückwärts	5' - GAA CGA ATC ACA CTT TTA CCA C - 3'

Um das Ergebnis der PCR zu überprüfen, wurde eine Agarose-Gel-Elektrophorese (AGE) durchgeführt. Dazu wurden 2 µl des PCR-Produktes mit 5 µl Ladepuffer in ein Agarosegel (1,5 %) pipettiert und bei einer Spannung von 70 V für 30 min in einer Gelelektrophoresekammer mit TBE-Puffer (Tris-Borat-EDTA, 1 %) laufen gelassen. Zu dem Agarosegel wurde Ethidiumbromid (0,05 %) hinzugegeben, das mit der DNA interkaliert. Dadurch konnten die DNA enthaltenden Banden unter UV-Licht sichtbar gemacht und fotografiert werden.

Konnte keine DNA nachgewiesen werden, wurde eine erneute PCR mit dem Taq DNA Polymerase Kit (Quiagen Inc, Protokoll siehe Tab. 2.8) durchgeführt.

Alle Proben, die DNA enthielten, wurden mit dem peqGOLD Cycle-Pure Kit (PeqLab®) nach den Herstellerangaben aufgereinigt.

**Tab. 2.7:** Mastermix für den PeqLab®-Kit (1 Probe).

Reagens	Menge (µl)
HPCL-H <sub>2</sub> O	18,125
Puffer	2,5
BSA	1
Primer trnS	0,5
Primer trnG	0,5
dNTPs	0,25
Taq-Polymerase	0,125
DNA 1:20 verd.	2
Summe	25

**Tab. 2.8:** Mastermix für den Quiagen-Kit (1 Probe).

Reagens	Menge (µl)
HPCL-H <sub>2</sub> O	13
Puffer	2,5
Q-Solution	4,5
MgCl <sub>2</sub>	1,5
Primer trnG	0,5
Primer trnS	0,5
dNTPs	0,25
Taq-Polymerase	0,25
DNA 1:20 verd.	2
Summe	25

**Tab. 2.9:** Programm des Thermocyclers für die PCR.

Schritt	Bezeichnung	Temperatur	Dauer
0	Heizvorlauf	105 °C	
1	Denaturierung	95 °C	300 s
2	Denaturierung	95 °C	30 s
3	Annealing	50 °C	60 s
4	Elongation	72 °C	90 s
5	Endelongation	72 °C	240 s

**Tab. 2.10:** Programm des Thermocyclers für die Sequenz-PCR.

Schritt	Bezeichnung	Temperatur	Dauer
1	Denaturierung	96 °C	40 s
2	Denaturierung	96 °C	20 s
3	Annealing	50 °C	20 s
4	Elongation	65 °C	240 s
5	Pause	4 °C	

**Tab. 2.11:** Zusammensetzung der Stop-Solution (1Probe).

Reagens	Menge (µl)
HPCL-H <sub>2</sub> O	10
EDTA (100mM)	2
Natriumacetat (3M)	2
Glycogen (20mg/ml)	1
Summe	15

### 2.2.3. Automatische DNA-Sequenzierung mit dem CEQ 8000 (Beckmann Coulter®)

Die aufgereinigte DNA wurde anschließend vollautomatisch sequenziert. Dabei wurden fluoreszenzmarkierte DNA-Fragmente während einer Kapillarelektrophorese nachgewiesen und das Ergebnis in Form eines Chromatogramms für jede Probe elektronisch gespeichert.

Für die Fluoreszenzmarkierung der DNA-Fragmente musste zunächst eine Sequenz-PCR mit entsprechend veränderten Nucleotiden durchgeführt werden. Dies geschah in einem Thermocycler (Eppendorf), die PCR-Ansätze wurden mit dem DTCS Qickstart Kit (Beckmann Coulter®) nach Herstellerprotokoll zusammengestellt. Das Programm des Thermocyclers ist in Tab.2.10 aufgeführt, die Schritte 2–4 wurden in 30 Zyklen wiederholt.

Nach Abschluss der Sequenz-PCR wurde die Reaktion durch Zugabe von Stop-Solution abgebrochen (Zusammensetzung siehe Tab. 2.11), die DNA mit Ethanol (absolut, -20°C) ausgefällt und bei 4°C für 30 min bei 16000 rpm abzentrifugiert. Das danach vorliegende DNA-Pellet wurde mit Ethanol (75 %) gewaschen.

Die getrockneten Pellets wurden nun für die automatische Sequenzierung vorbereitet. Dazu wurden sie in jeweils 25 µl SLS (Sequence Loading Solution) gelöst, in eine 96er Microtiterplatte überführt und mit einem Tropfen Öl überschichtet.

Die Sequenzierung erfolgte dann mit dem CEQ 8000 (Beckmann Coulter®), der die Sequenzen in Form eines Chromatogramms speichert.

#### **2.2.4. Auslesen der Chromatogramme**

Die bei der automatischen Sequenzierung erstellten Chromatogramme wurden mit dem Programm CHROMAS PRO Version 1.34 (Firma Technelysium Pty Ltd.) bearbeitet. Dazu wurden sogenannte Contig-Files erstellt, in denen das Programm jeweils Vor- und Rücksequenz des untersuchten DNA-Abschnitts zur Deckung bringt. Bei der Sequenzierung entstandene Ungenauigkeiten in einer Sequenz konnten so mit der reziproken Sequenz gegengelesen und eventuell aufgetretene Fehler von Hand korrigiert werden. Alle Sequenzen wurden in 5'-3'-Richtung angeordnet und als Textdatei in das Alignierprogramm exportiert.

#### **2.2.5. Erstellen des Alignments und Codierung von Indels**

Die Alignierung der Sequenzen erfolgte mit dem Programm ALIGN (Hepperle 2004) von Hand. Nach Fertigstellung des Alignments wurden auffällige Substitutionen und Insertions-/ Deletionsereignisse (Indels) nochmals anhand der Chromatogramme evaluiert.

Da große Bereiche des trnS-trnG-Markers von Insertions-/ Deletionsereignissen betroffen waren, wurden diese nachträglich binär codiert. Die Codierung richtete sich nach dem „simple-indel-coding“ von Simmons und Ochoterena (2000). Dabei wird jedes Indel nur einmal codiert, und auch nur solche, bei denen 5'- und 3'-Enden in allen betroffenen Sequenzen gleich sind. Zusätzlich darf es sich nicht um sogenannte „nested indels“ handeln, also Indels, die im Bereich von Deletionen anderer Sequenzen liegen, welche das 5'-und/oder 3'-Ende des zu codierenden Bereiches überragen. Da dies jedoch für die meisten Indels zutraf, wurde das „simple-indel-coding“ nach Graham et. al. (2000) erweitert. Dabei werden Sequenzen, die eine über den Codierungsbereich hinausragende Deletion aufweisen, für dieses Insertions-/ Deletionsereignis mit „?“ codiert, d.h. für dieses Ereignis liegen keine Daten vor. Insgesamt konnten so 27 Indels codiert werden. Das gesamte Alignment befindet sich im Anhang, codierte Bereiche wurden im Alignment mit den Ziffern 1—27 markiert. Die jeweilige binäre Codierung steht unter der entsprechenden Ziffer am Ende des Alignments.

Das Alignment inklusive der binären Codierung wurde als Nexus-Datei exportiert und mit dem Programm PAUP\* 4.0 beta 10 (Swofford 2002) analysiert.

#### **2.2.5. Cladistische Analyse mit PAUP\***

Mit PAUP\* wurde eine Maximum-Parsimony-Analyse durchgeführt, mit welcher ein Stamm-

baum errechnet wird, dem die sparsamste Hypothese zugrunde liegt. Die Maximum-Parsimony-Analyse wurde mit einer heuristischen Suche durchgeführt, bei schrittweiser, zufälliger Addition von Sequenzen mit 100 Replikaten. Die maximale Anzahl der in die Analyse einbezogenen Bäume wurde auf 10000 begrenzt. Anschließend wurde eine Bootstrap-Analyse (Felsenstein 1985) durchgeführt, bei der 1000 Bootstrap-Replikate erstellt und miteinander verglichen wurden. Mittels heuristischer Suche wurde dann ein majority-rule consensus-Baum aus allen Bootstrap-Bäumen konstruiert, in welchem jeder Gruppe (oder jedem Monophylum) ein Wert zugeordnet wird, welcher der Häufigkeit ihres Auftretens in allen Bootstrap-Bäumen entspricht.

PAUP\* bietet die Möglichkeit, fehlende Basen (sogenannte „gaps“), die im Alignment als “—“ erscheinen, als fünften Zustand zu behandeln, der dann zusätzlich zu den vier Zuständen ACGT einbezogen wird (gapmode=newstate). Da nach dem Alignieren aber große Bereiche des trnS-G Datensatzes als gaps erschienen, wurde von dieser Möglichkeit kein Gebrauch gemacht, denn dies hätte zu einer unzulässigen Vervielfachung der Daten geführt. Stattdessen wurden gaps als fehlende Daten behandelt (gapmode=missing), und die sie verursachenden Insertions-/ Deletionereignisse als einmalig aufgetretene Ereignisse codiert (siehe Abschnitt 2.2.4.).

Da die Sequenzen in einigen Bereichen nicht eindeutig aligniert werden konnten, wurden diese Bereiche von der Analyse ausgeschlossen. Es handelt sich hierbei um die Positionen 285—299, 382—403, 413—450, 501—540 und 643—665 (siehe Alignment im Anhang). Nach Ausschluß dieser Bereiche beinhaltet der Datensatz 952 Charaktere.

Die in PAUP\* eingegebene Befehlszeile sah wie folgt aus.

```
begin paup;
set criterion=parsimony rootmethod=outgroup taxlabels=full;
exclude 285-299 382-403 413-450 501-540 643-665;
pset gapmode=missing;
set maxtrees=10000 increase=no;
hsearch addseq=rand swap=tbr nreps=100;
bootstrap search=heuristic nreps=1000;
outgroup 1 2;
```

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Morphologische Untersuchungen

#### 3.1.1. Vegetative Merkmale

##### 3.1.1.1. Wuchsformen

Die folgende Beschreibung der Wuchsformen orientiert sich an der Arbeit von Kästner & Karer (1995). Auch wenn sich diese nicht mit den Wuchsformen tropischer Pflanzen beschäftigt, ist die Terminologie größtenteils auf die untersuchten Sippen anwendbar.

Innerhalb der Sippen sind fast alle Pflanzen unverholzt, nur *C. parviflora* und *Pe. lateriflora* zeigen z.T. eine Verholzung der basalen Sproßachse. Es lässt sich eine Unterteilung in anuelle/ephemere und ausdauernde Sippen vornehmen. Ausdauernden Sippen kommen dabei ausschließlich in der *Plagiobothrys* Sektion *Allocarya* vor. Die Begriffe Rosetten- und Halbrosettenpflanze sind über die Beblätterung des Blüten sprosses definiert: Bei Halbrosettenpflanzen ist diese frondos, bei Rosettenpflanzen dagegen frondulos, brakteos oder ebrakteos.

Die folgende Betrachtung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nach Gattungen getrennt vorgenommen.

##### ***Amsinckia* Lehm.** (Abb. 3.14: A, B)

Bei *A. calycina* handelt es sich um eine hapaxanthe, kurzlebige Halbrosettenpflanze, die nach einem kurzzeitigen rosulaten Stadium eine orthotrop wachsende, gestreckte Synfloreszenzachse ausbildet. Diese ist beblättert, locker verzweigt und kann eine Höhe von bis zu 70 cm erreichen. Eine Ausbildung von Erneuerungstrieben aus den Achseln der bald absterbenden Rosettenblätter findet nicht statt. Die Lebensdauer beträgt einige Monate.

##### ***Plagiobothrys* Fisch. & C.A. Mey.** (3.15: A, B, E; 3.16: A, B; 3.17: A, B, 3.18: A, E)

Die auftretenden Wuchsformen unterscheiden sich hinsichtlich der Sektionszugehörigkeit der Sippen.

In der **Sektion *Plagiobothrys*** finden sich hapaxanthe, kurzlebige Rosettenpflanzen. *Pl. myosotoides* ist der einzige peruanische Vertreter. Er bildet nach einem kurzzeitigen rosulaten Stadium eine orthotrop wachsende, gestreckte und sympodial verzweigte Infloreszenzachse, die in ihrer Gesamtheit eine Höhe von bis zu 20 cm erreichen kann. Unter günstigen Bedingungen werden häufig weitere Parakladien aus den Achseln der Rosettenblätter gebildet. Die Lebensdauer beträgt nur wenige Monate.

In der **Sektion *Allocarya*** finden sich ausdauernde Halbrosettenpflanzen (Ausnahme:

*Pl. macbridei*). Die stark gestauchte Sproßachse verbraucht sich früh in der Bildung einer kurzen Infloreszenz, aus den Achseln der Rosettenblätter werden aber bald mehrere plagiotrop wachsende, gestreckte und sympodial verzweigte Parakladien gebildet, die sich an den Knoten bewurzeln und als Kriechsprosse anzusehen sind. Die Achsen der Parakladien sterben nach einiger Zeit ab und es bildet sich ein bodendeckendes Rasenpolster aus rein vegetativ erzeugten Klonen. Die Lebensdauer der Pflanze ist damit durch innere Faktoren vermutlich nicht begrenzt.

Bei *Pl. macbridei* handelt es sich dagegen um eine hapaxanthe, kurzlebige Halbrosettenpflanze, deren gestauchte Sproßachse sich ebenfalls in der Bildung einer kurzen Infloreszenz verbraucht. Die aus den Achseln der Rosettenblätter gebildeten, plagiotrop wachsenden und sympodial verzweigten kurzen Parakladien zeigen jedoch keine achsenbürtige Bewurzelung. Die Lebensdauer beträgt nur wenige Monate.

#### ***Cryptantha* Lehm. und *Pectocarya* D.C.** (3.8: A, 3.9: A, 3.10: A, 3.11: A; 3.12: A; 3.13: A-C)

Die Wuchsform der peruanischen Vertreter beider Gattungen ist sehr ähnlich, weshalb sie zusammen behandelt werden. Es handelt sich um hapaxanthe, kurzlebige, erosulate Pflanzen, die in der Gattung *Cryptantha* orthotrop wachsen und eine Höhe von 45 cm erreichen können. In der Gattung *Pectocarya* finden sich niederliegende bis aufsteigende und aufrechte Arten, die bis zu 30 cm groß werden. Die Sprossachsen sind locker bis stark verzweigt, bei einigen Individuen von *C. parviflora* kann durch die Kombination starker, basitoner Verzweigung mit beginnender basaler Verholzung der Eindruck entstehen, es handele sich bei ihnen um Zwergsträucher. Die Lebensdauer der Pflanzen beträgt jedoch in beiden Gattungen nur wenige Monate.

#### **3.1.1.2. Blattmorphologie**

Bei allen untersuchten Sippen dieser vier Gattungen sind die Blätter ganzrandig, sitzend und nebenblattlos. In allen weiteren morphologischen Merkmalen zeigen sie Unterschiede, die zum großen Teil nur wenig auffällig sind.

#### ***Amsinckia* Lehm.** (3.14: A-C)

Die Keimblätter von *A. calycina* sind tief zweispaltig. Die Folgeblätter zeigen eine rosulate Anordnung, die Beblätterung der Infloreszenzachse ist wechselständig. Die Form der Rosettenblätter ist verkehrt-lanzettlich, die der Hochblätter linealisch bis lanzettlich oder verkehrt lanzettlich. Beide besitzen einen spitzen Apex. Das Längenspektrum reicht von 10 mm bei Hochblättern bis zu 200 mm bei Rosettenblättern. Die Nervatur besteht aus einem Primärnerv, der von der Basis bis zum Apex reicht, die Rosettenblätter zeigen zusätzlich eine schwach brochidrome Sekundärnervatur (Leaf Architecture Working Group, 1999).

***Plagiobothrys* Fisch. & C.A. Mey.** (3.15: A, B; E; 3.16: A, B; 3.17: A, B; 3.18: A, B)

Auch in der Gattung *Plagiobothrys* findet sich eine basale Blattrosette. Die Infloreszenzachsen zeigen in der **Sektion *Plagiobothrys*** eine wechselständige Beblätterung, die Form der Rosettenblätter ist linealisch, lanzettlich oder verkehrt-lanzettlich, die der Hochblätter eiförmig bis lanzettlich mit rundem bis zugespitztem Apex. Ihre Länge reicht von 3—35 mm.

Die Infloreszenzachsen der **Sektion *Allocarya*** zeigen dagegen eine gegenständige Beblätterung. Die Blattbasen zweier gegenüberstehender Blätter sind häutig miteinander verwachsen. Alle Blätter besitzen eine  $\pm$  linealische Form mit rundem bis zugespitztem Apex. Ihre Länge reicht von 4 mm bei den Brakteen bis zu 110 mm bei den Rosettenblättern.

Die Nervatur besteht in beiden Sektionen aus einem von der Basis bis zum Apex verlaufenden Primärnerv.

***Cryptantha* Lehm. und *Pectocarya* D.C.** (3.8: A, 3.9: A, 3.10: A, 3.11: A; 3.12: A; 3.13: A-C)

Die Blätter sind wechselständig, wobei an der Sproßbasis oft wenige gegenständige Blätter auftreten, deren Stellung vermutlich durch eine Stauchung der ersten Internodien entsteht. Ihre Form ist linealisch bis lanzettlich oder verkehrt-lanzettlich mit rundem oder zugespitztem Apex. Bei *C. parviflora* und *Pe. lateriflora* ist der Blattrand oft deutlich revolut. Die Blattlänge reicht von 2 mm (Brakteen) bis 75 mm (Tragblätter der Parakladien). Alle Blätter zeigen nur einen von der Basis bis zum Apex verlaufenden Primärnerv.

**3.1.1.3. Trichomtypen**

Die folgende Beschreibung der Trichomtypen orientiert sich an den Arbeiten von Diane et al. (2003) und Selvi und Bigazzi (2001). Die hier verwendete Terminologie ist teilweise diesen Arbeiten entnommen.

Die Trichome der peruanischen Vertreter der Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* und sind einzellig, unverzweigt und mikropapillös, seltener glatt. Morphologisch können drei Typen unterschieden werden, zwischen denen jeweils Übergangsformen existieren. Eine Kategorisierung wird vorgenommen, da die zu beschreibenden Typen innerhalb einer Art fast immer in distinkten Formen nebeneinander auftreten. Ihr Vorkommen in den untersuchten Arten ist in Tab. 3.1 aufgelistet.

Typ 1: Borstenhaar mit starker epidermaler Wölbung (Abb. 3.1: A, G)

Trichome an ihrer Basis mit 1—4 Ringen vergrößerter und stark vorgewölbter Epidermiszellen; Trichome gerade, aufrecht oder halbaufrecht, akroskop; Länge 500—3000  $\mu\text{m}$ ; Durchmesser über der Trichombasis 30—100  $\mu\text{m}$ ; Oberfläche stark mikropapillös, Papillenhöhe 1—2,5  $\mu\text{m}$ , Papillendurchmesser 2—3  $\mu\text{m}$  (bei *C. parviflora* —5  $\mu\text{m}$ ).

### Typ 2: Borstenhaar mit schwacher oder fehlender epidermaler Wölbung

Innerhalb dieses Typs erfolgt ein Übergang von Trichomen, deren Basis von deutlich vorgewölbten Epidermiszellen umgeben ist, zu Trichomen, deren Basis vorgewölbte Epidermiszellen fehlen. Es werden daher zwei Untertypen unterschieden:

#### 2 a) Borstenhaar mit schwacher epidermaler Wölbung (Abb. 3.1: B, C, F, G, H, I)

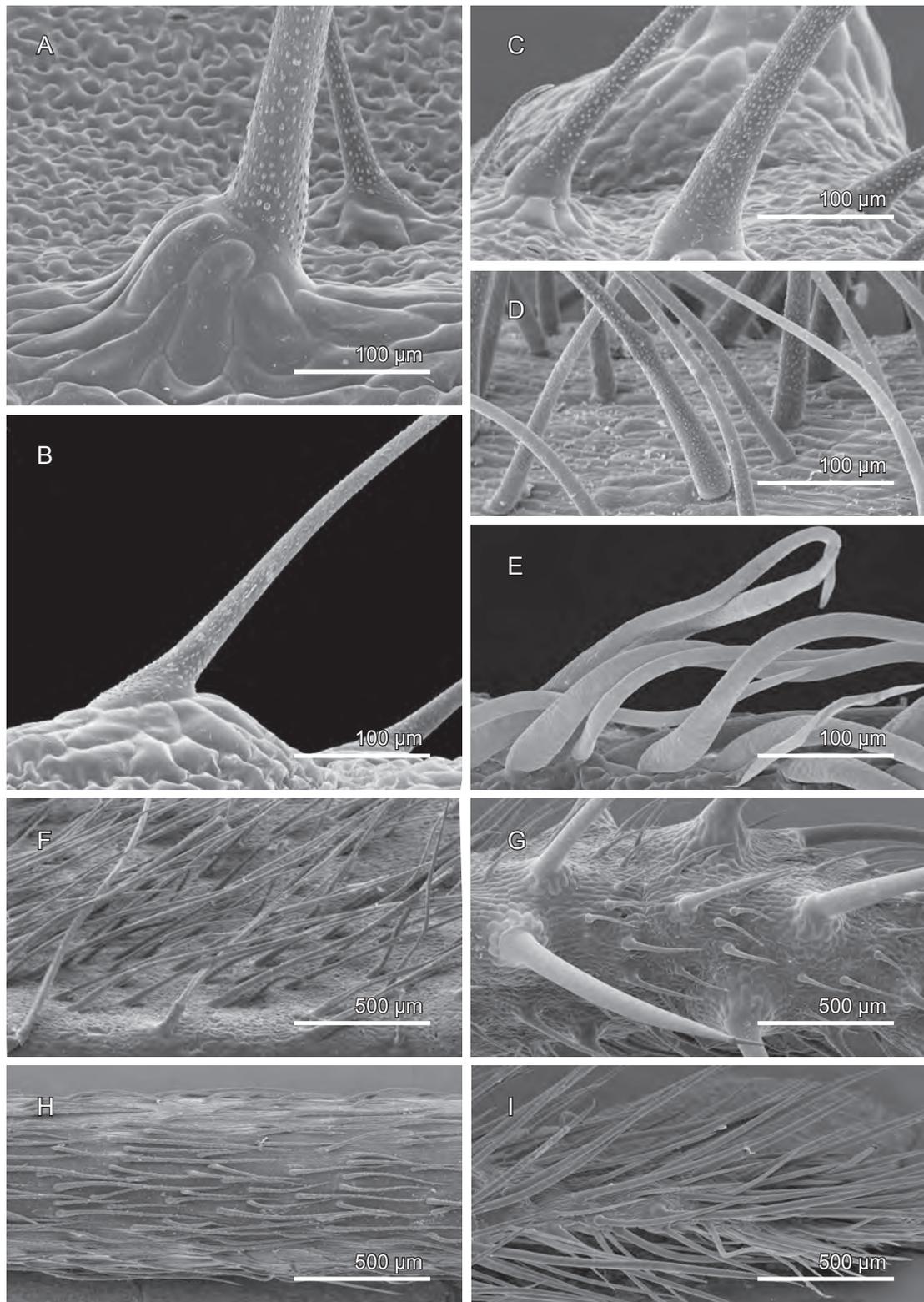
Trichombasis von 1—2 Ringen vergrößerter und schwach vorgewölbter Epidermiszellen umgeben; Trichome gerade oder direkt über der Basis gebogen, aufrecht, halbaufrecht oder anliegend, akroskop; Länge 300—1500  $\mu\text{m}$  (bei *Pl. myosotoides* —1800  $\mu\text{m}$ , am Sproß von *C. peruviana* —2200  $\mu\text{m}$ ), Durchmesser über der Trichombasis 20—40  $\mu\text{m}$ ; Oberfläche schwach mikropapillös, Papillenhöhe 0,5—1  $\mu\text{m}$ , Papillendurchmesser 1—2,5  $\mu\text{m}$  (bei *Pe. lateriflora* stark mikropapillös, Papillenhöhe 2,5  $\mu\text{m}$ , Papillendurchmesser 3—4,5  $\mu\text{m}$ ).

#### 2 b) Borstenhaar ohne epidermale Wölbung (Abb. 3.1: C, D, F, G, H, I)

Epidermiszellen an der Trichombasis nicht oder kaum vergrößert und nicht über das Niveau der umgebenden Epidermiszellen emporgehoben. Trichome gerade oder direkt über der Basis gebogen, aufrecht, halbaufrecht oder anliegend, akroskop (am Sproß von *Pl. myosotoides* leicht gebogen, halbaufrecht, basiskop); Länge 100—800  $\mu\text{m}$  (am abaxialen Rand der Kelchblätter von *A. calycina*, *C. peruviana* und *Pl. myosotoides* —1200  $\mu\text{m}$ ); Durchmesser über der Trichombasis 10—25  $\mu\text{m}$ ; Oberfläche schwach mikropapillös bis glatt, Papillenhöhe 0—1  $\mu\text{m}$ , Papillendurchmesser 0—1,5  $\mu\text{m}$  (am Sproß von *Pe. lateriflora* stark mikropapillös, Papillenhöhe 2  $\mu\text{m}$ , Papillendurchmesser 3,5  $\mu\text{m}$ ).

### Typ 3: Gewelltes Haar ohne epidermale Wölbung (Abb. 3.1: E)

Trichome leicht gewellt, bei ausreichend dicht ausgebildetem Indument miteinander verflochten. Epidermiszellen an der Basis nicht vergrößert und nicht über das Niveau der umgebenden Epidermiszellen emporgehoben. Trichome halbaufrecht, akroskop; Länge 150—800  $\mu\text{m}$ , Durchmesser über der Trichombasis 15—30  $\mu\text{m}$ ; Oberfläche schwach mikropapillös bis glatt, Papillenhöhe 0—0,5  $\mu\text{m}$ , Papillendurchmesser 0—1,5  $\mu\text{m}$ .



**Abb. 3.1: Trichom- und Indumenttypen (REM).** **A:** *Crytantha peruviana* (M. Weigend & C. Schwarzer 7841, Kultur 2006), Blatt abaxial, Trichom mit starker epidermaler Wölbung (Typ 1). **B:** *Crytantha limensis* (KW\_354, Kultur 2006), Blattrand adaxial, Trichom mit schwacher epidermaler Wölbung (Typ 2 a). **C:** *Amsinckia calycina* (M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7634), Kelchblatt abaxial, Trichome mit schwacher epidermaler Wölbung (Typ 2 a, Vordergrund), mit fehlender epidermaler Wölbung (Typ 2 b, rechts) und mit starker epidermaler Wölbung (Typ 1, basale Epidermiszellen im Hintergrund). **D:** *Plagiobothrys myosotoides* (M. Weigend, C. Schwarzer, G. Brokamp & T. Henning 8494), Sproß, Trichome mit fehlender epidermaler Wölbung (Typ 2 b). **E:** *Plagiobothrys linifolius* ssp. *pygmaeus* (C. Schwarzer 04), Kelchblattrand adaxial, gewellte Haare ohne epidermale Wölbung (Typ 3), subtomentoses Indument (Typ E). **F:** *Plagiobothrys myosotoides* (M. Weigend, C. Schwarzer, G. Brokamp & T. Henning 8494), Blatt adaxial, hispidus Indument (Typ A). **G:** *Amsinckia calycina* (M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7634), Kelchblatt abaxial, heterotrich hispidus Indument (Typ B). **H:** *Pectocarya lateriflora* (M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8299), Sproß, strigosus Indument (Typ D). **I:** *Plagiobothrys macbridei* (M. Weigend & C. Schwarzer 7825), Kelchblatt abaxial, strigos-hispides Indument aus einigen anliegenden und besonders am Kelchblattrand halbaufrechten Trichomen (Typ C).

**Tab. 3.1:** Verteilung der beschriebenen Trichomtypen auf den Organen der untersuchten Sippen. Ist für ein Organ nur Typ 2 angegeben, kommen Typ 2a & b zusammen vor.

Gattung	Art	Sproß	Blatt	Kelchblatt		
				Adaxialseite	adaxialer Rand	Abaxialseite
<i>Amsinckia</i>	<i>calycina</i>	1 & 2	1 & 2	2b	3	1 & 2
<i>Cryptantha</i>	<i>peruviana</i>	2	1 & 2	2b	3	1 & 2
	<i>parviflora</i>	2	1 & 2	2b	2	1 & 2
	<i>limensis</i>	2	2	2	2	1 & 2
	<i>granulosa</i>	2	2	2b	2	1 & 2
	<i>filaginea</i>	2	2	2b	2	1 & 2
<i>Plagiobothrys</i>	<i>myosotoides</i>	2	2	2b	2b	2
	<i>congestus</i>	2b	2	2b	3	2
	<i>humilis</i>	2b	2	2b	3	2
	<i>macbridei</i>	2b	2	2b	3	2
	<i>linifolius</i> ssp. <i>pygmaeus</i>	2b	2a	/	3	2a
	<i>kunthii</i>	/	2a	/	3	2a
<i>Pectocarya</i>	<i>anomala</i>	2	2	/	2	2
	<i>lateriflora</i>	2	2	2b	2	2

**Tab. 3.2:** Verteilung der beschriebenen Indumenttypen auf den Organen der untersuchten Sippen.

Gattung	Art	Sproß	Blatt	Kelchblatt		
				Adaxialseite	adaxialer Rand	Abaxialseite
<i>Amsinckia</i>	<i>calycina</i>	B	B	A	E	B
<i>Cryptantha</i>	<i>peruviana</i>	C	B	D	E	B
	<i>parviflora</i>	A	B	D	A	B
	<i>limensis</i>	A	A	A	A	B
	<i>granulosa</i>	A	A	A	A	B
	<i>filaginea</i>	C	A	D	A	B
<i>Plagiobothrys</i>	<i>myosotoides</i>	A	A	A	A	A
	<i>congestus</i>	A	C	D	E	C
	<i>humilis</i>	A—D	C	D	E	C
	<i>macbridei</i>	D	C	D	E	C
	<i>linifolius</i> ssp. <i>pygmaeus</i>	A	C	/	E	C
	<i>kunthii</i>	/	C	/	E	C
<i>Pectocarya</i>	<i>anomala</i>	C	C	/	C	C
	<i>lateriflora</i>	D	C	A	C	C

#### 3.1.1.4. Indumenttypen

Ein Indument tritt bei allen peruanischen Vertretern der Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* auf. Es lassen sich fünf Indumenttypen unterscheiden. Ihr Vorkommen in den untersuchten Arten ist in Tab. 3.2 aufgelistet.

Typ A: Hispides Indument (Abb. 3.1: D, F)

Indument aus geraden, aufrechten oder halbaufrechten, akroskopen Trichomen (Typ 2 a & b); Trichome in unterschiedlicher Dichte. Trichome am Sproß von *Pl. myosotoides* basiskop.

Typ B: Heterotrich-hispides Indument (Abb. 3.1: C, G)

Gemischtes Indument aus geraden, aufrechten oder halbaufrechten, akroskopen Trichomen der Typen 1 und 2. Typisch für die abaxiale Oberfläche der Kelchblätter der Gattungen *Amsinckia* und *Cryptantha*.

Typ C: Strigos-hispides Indument (Abb. 3.1: I)

Gemischtes Indument aus geraden, aufrechten oder halbaufrechten Trichomen des Typs 2 a und  $\pm$  anliegenden, direkt über der Basis gebogenen Trichomen des Typs 2 a & b. Alle Trichome akroskop. In den Gattungen *Pectocarya* und *Plagiobothrys* einzelne halbaufrechte Trichome des Typs 2 a am Rand der abaxialen Oberfläche der Blätter.

Typ D: Strigos Indument (Abb. 3.1: H)

Indument aus geraden,  $\pm$  anliegenden, aber direkt über der Basis gebogenen, akroskopen Trichomen des Typs 2 a & b.

Typ E: Subtomentoses Indument (Abb. 3.1: E)

Indument aus gewellten, akroskopen Trichomen des Typs 3, die leicht miteinander verflochten sind. Nur am Rand der adaxialen Oberfläche der Kelchblätter von *A. calycina*, *C. peruviana* und Vertretern der Gattung *Plagiobothrys* (nicht bei *Pl. myosotoides*).

### 3.1.2. Generative Merkmale

#### 3.1.2.1. Infloreszenzmorphologie

Die Infloreszenzen der peruanischen Vertreter der Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* sind monotel, geschlossen und zeigen ein cymöses Verzweigungssystem, d.h. einen sympodialen Bau. Ihre Verzweigung erfolgt dichasial und monochasial, in seltenen Fällen ausschließlich dichasial (*Pl. linifolius* ssp. *pygmaeus*). Die (Partial-)Infloreszenz ist deshalb typischerweise in Form eines Wickels oder Doppelwickels ausgebildet, der reichblütig, selten wenigblütig ist (*Pl. kunthii*). Reichblütige Wickel sind entweder gestreckt oder zeigen im distalen Bereich eine schwach circinnate Wuchsform, d.h. sie sind schwach skorpioid (Buys & Hilger 2003). Die Blüten sind sitzend bis kurz gestielt und aufrecht, in der Gattung *Pectocarya* geraten die Kelche jedoch im Verlauf der Fruchtreife in eine nickende Position.

Es hat sich gezeigt, dass der Begriff „Hochblatt“ für diese Diagnose einer Differenzierung bedarf: zum einen in die Tragblätter der Parakladien erster bis n-ter Ordnung, zum anderen in die

Prophyllie cymöser Verzweigungen, also die ein oder zwei alleinigen Vorblätter unterhalb einer (Terminal-) Blüte. Letztere treten ausschließlich als Tragblätter monochasial oder dichasial verzweigter Teilinfloreszenzen auf.

Die Tragblätter der Parakladien sind frondos ausgebildet, sie bilden den größten Teil der Beblätterung des Sprosses. Als Tragblätter von Parakladien höherer Ordnung zeigen sie Übergänge zur Frondulosität. Die Prophyllie cymöser Verzweigungen sind frondulos, gehen aber distalwärts meist zur Brakteosität über und fehlen bei einigen Arten völlig.

Die Synfloreszenzen aller untersuchten Arten weisen nach Troll und Weberling (1989) einen thyrsoidalen Bau auf. Mit Ausnahme von *Pl. macbridei*, *Pl. myosotoides* und *Pl. linifolius* ssp. *pygmaeus* handelt es sich bei allen untersuchten Synfloreszenzen um heterokladische Thyrsoiden, da „[...] dem einfach thyrsoidal verzweigten, also nur cymöse Verzweigungen tragenden Abschnitt ein Abschnitt vorausgeht, in welchem die Verzweigungen selbst Thyrsoiden, sogen. Spezialthyrsoiden darstellen—die Verzweigungen sind dann also ungleich: heterokladisch.“ (Troll und Weberling 1989). Demgegenüber können die homöokladischen Thyrsoiden gestellt werden, bei denen „[...] alle Verzweigungen cymös sind und thyrsoidal verzweigte Äste fehlen.“ (Troll und Weberling 1989).

Der Sproß kann in eine Bereicherungszone, die seinen größten Teil umfasst, und eine Hemmungszone, die sich meist auf nur einen oder wenige proximale Knoten beschränkt, unterteilt werden. Eine Innovationszone fehlt definitionsgemäß den ephemeren Arten, ist aber auch bei den ausdauernden Arten der Gattung *Plagiobothrys* nicht ausgebildet. Hier erfolgt die Erneuerung der sich in der Terminalblüte verbrauchenden Sproßachse über kriechende, an den Knoten wurzelnde Parakladien.

Aufgrund der Architektur ihrer Synfloreszenz und der sie bildenden Teilinfloreszenzen können morphologisch sechs Typen unterschieden werden.

### I. Heterokladische Thyrsoiden

Typ I a: Thyrsoid mit terminalem Doppelwickel (Abb. 3.2)

Die Sprossachse endet in einem Dichasium, das als Doppelwickel ausgebildet ist. Die Prophyllie der cymösen Verzweigungen können ausgebildet sein oder fehlen und sind oft rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen.

Die basalwärts folgenden Parakladien sind als Spezialthyrsoiden ausgebildet, d.h. sie weisen selbst thyrsoidalen Bau auf und imitieren darin das Verhalten der Hauptachse. Meist ist eine akrotone Förderung in der Bildung der Spezialthyrsoiden erkennbar, die sich darin äußert, dass die proximalen Parakladien weniger stark verzweigt sind und z.T. in einem einfachen Wickel enden.

Vorkommen: *A. calycina*, *C. peruviana*, *C. granulosa*, *C. parviflora*

### Typ I b: Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium (Abb. 3.3: A)

Die Sproßachse endet in einem Dichasium, dessen zwei Prophyll verschiedene Achselprodukte tragen: Eines ist als Wickel ausgebildet, das andere als Spezialthyrsoid, welches das Verhalten der Hauptachse imitiert. Die Prophyll der cymösen Verzweigungen sind oft rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen. Alle basalwärts folgenden Parakladien sind als Spezialthyrsoid ausgebildet. Allerdings enden diese sowie die Parakladien höherer Ordnungen schließlich in einem Doppelwickel. Dieses Verhalten zeigen schwach entwickelte Individuen manchmal auch an ihrer Hauptachse, so dass ein Übergang zu Typ I a erkennbar ist.

Vorkommen: *Pectocarya*, *C. limensis*, *C. filaginea*, z.T. *C. parviflora*

*C. parviflora* lässt sich den Typen I a oder I b nicht eindeutig zuordnen. Die Sprossachse endet meist in einem Doppelwickel (Typ I a), die Spezialthyrsoid jedoch in einem gemischten Dichasium (Typ I b).

### Typ I c: Thyrsoid mit einfachem terminalen Wickel und kriechenden Spezialthyrsoiden (Abb. 3.3: B)

Die Sproßachse endet in einem einfachen Wickel. Dieser ist meist reichblütig, nur bei *Pl. kunthii* bleibt er auf die Terminal- und die Primanblüte beschränkt. Das erste Prophyll der cymösen Verzweigung ist immer ausgebildet, die Prophyll höherer Ordnung können ausgebildet sein oder fehlen und sind oft rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen. Alle basalwärts folgenden Parakladien sind als Spezialthyrsoid ausgebildet, die das Verhalten der Hauptachse imitieren, im Gegensatz zu dieser aber keine Stauchung erfahren. Teilweise enden diese auch in einem Doppelwickel (nicht bei *Pl. kunthii*) und neigen zur Bildung von akzessorischen Parakladien. Zusätzlich zeigen sie eine kriechende Wuchsform und bilden an ihren Knoten sprossbürtige Wurzeln, so dass sie als Kriechsprosse zu bezeichnen sind. Dieser Infloreszenztypus tritt nur bei den ausdauernden Arten der Gattung *Plagiobothrys* auf.

Vorkommen: *Pl. humilis*, *Pl. congestus*, *Pl. kunthii*

## II. Homöokladische Thyrsoid

### Typ II a: Dichasial verzweigtes Thyrsoid mit distalen Wickeln (Abb. 3.4)

Die Sproßachse endet in einem Dichasium. Die Parakladien zeigen eine stark akrotone Förderung, sie verzweigen sich weiterhin dichasial und laufen schließlich in wenigblütigen Wickeln aus. Die Tendenz zur Wickelbildung ist schon an den Parakladien erster Ordnung erkennbar, da immer eines der beiden Parakladien stärker gefördert ist. Häufig besteht das schwächer geförderte auch nur aus ein oder zwei im Knospenstadium verharrenden Blüten. Ein Prophyll ist nur unterhalb von Dichasien ausgebildet und rekauleszent mit seinem Achselprodukt verwachsen, unterhalb von Monochasien fehlt es (Ausnahme: eingeschobene Monochasien bei

*Pl. myosotoides*, s.u.). Die den Prophyllen vorausgehenden Hypopodien sind stark gestreckt und alle Prophyllie können akzessorische Sprosse bilden. Bei *Pl. myosotoides* treten eingeschobene Monochasien auf: Das Prophyll eines monochasial endenden Parakladiums trägt ein dichasial verzweigtes Parakladium höherer Ordnung. Da das Prophyll rekauleszent mit seinem Achselprodukt verwächst und letzteres in eine Linie mit seiner Abstammungssachse rückt, entsteht der Eindruck einer einzeln unterhalb eines Dichasiums stehenden Blüte. Sämtliche Parakladien erster Ordnung zeigen die oben beschriebene Architektur.

Vorkommen: *Pl. myosotoides*

#### Typ II b: Anthokladien bildendes Thyrsoid (Abb. 3.5: A)

Die Sproßachse endet in einem Dichasium. Die akroton geförderten Parakladien verzweigen sich weiterhin dichasial, zeigen aber im Gegensatz zur Sproßachse eine Streckung des Hypopodiums und eine kriechende Wuchsform. An den Knoten bilden sie sprossbürtige Wurzeln und die Prophyllie der cymösen Verzweigungen sind frondos ausgebildet. Diese von Goebel (1931) als „Anthokladium“ bezeichnete Wuchsform greifen Troll und Weberling (1989) auf: „Anthokladien kommen bei thyrsoidalen Synfloreszenzen dadurch zustande, daß cymös verzweigte Parakladien mit laubigen Vorblättern auch im Fortgang ihrer Verzweigung an der laubigen Ausbildung der Vorblätter 2-ter bis n-ter Ordnung festhalten. Da Anthokladien somit zu hoher Assimilationsleistung befähigt sind, können sie sich unter Ausbildung sprossbürtiger Wurzeln auch verselbständigen.“ (Troll und Weberling, 1989).

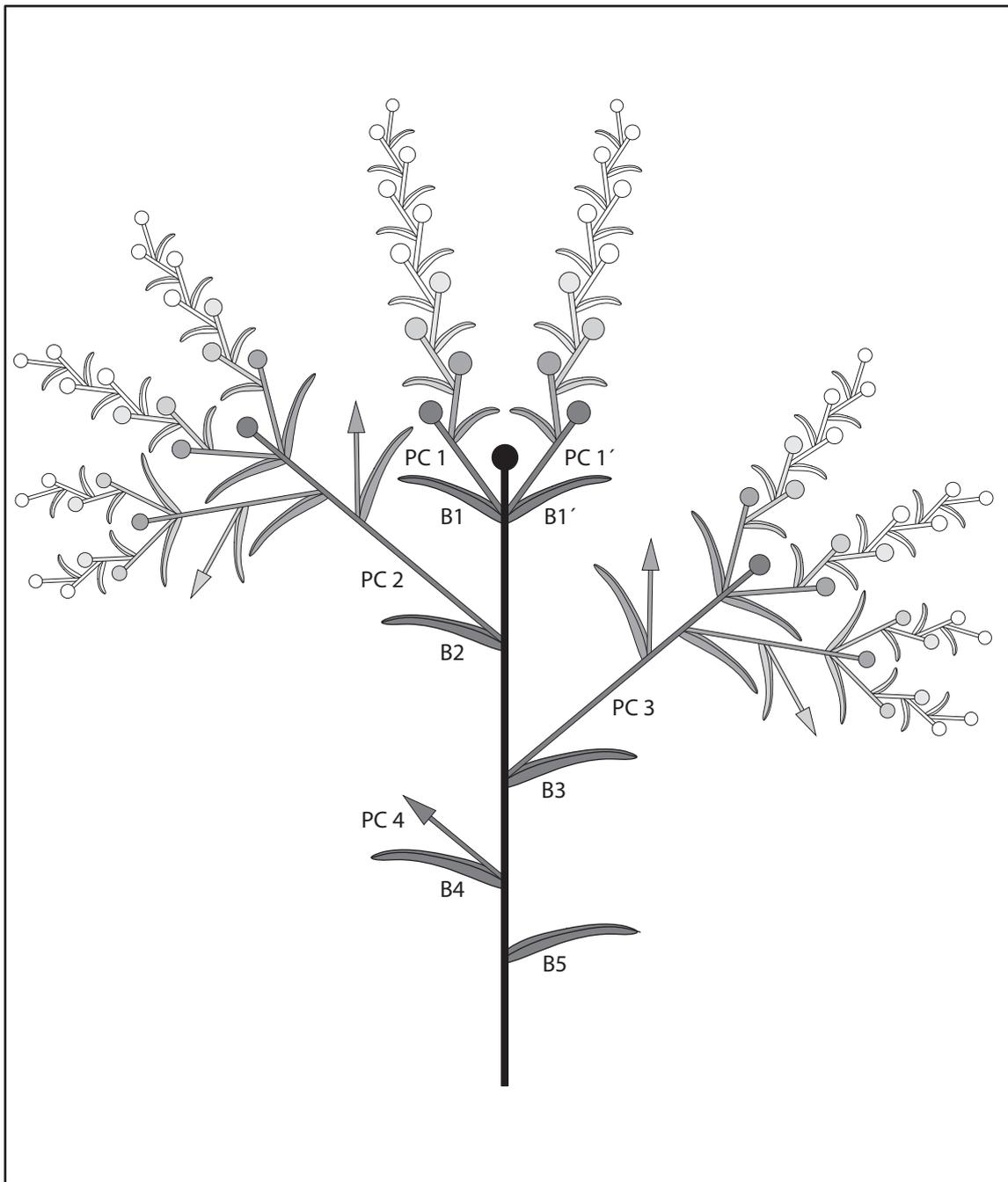
Die Parakladien zweiter bis n-ter Ordnung sind ungleich gefördert: Eines der beiden Achselprodukte der Prophyllie setzt die kriechende Wuchsform fort, während das andere, schwächer ausgebildete, eine aufsteigende Wuchsform annimmt.

Vorkommen: *Pl. linifolius* ssp. *pygmaeus*

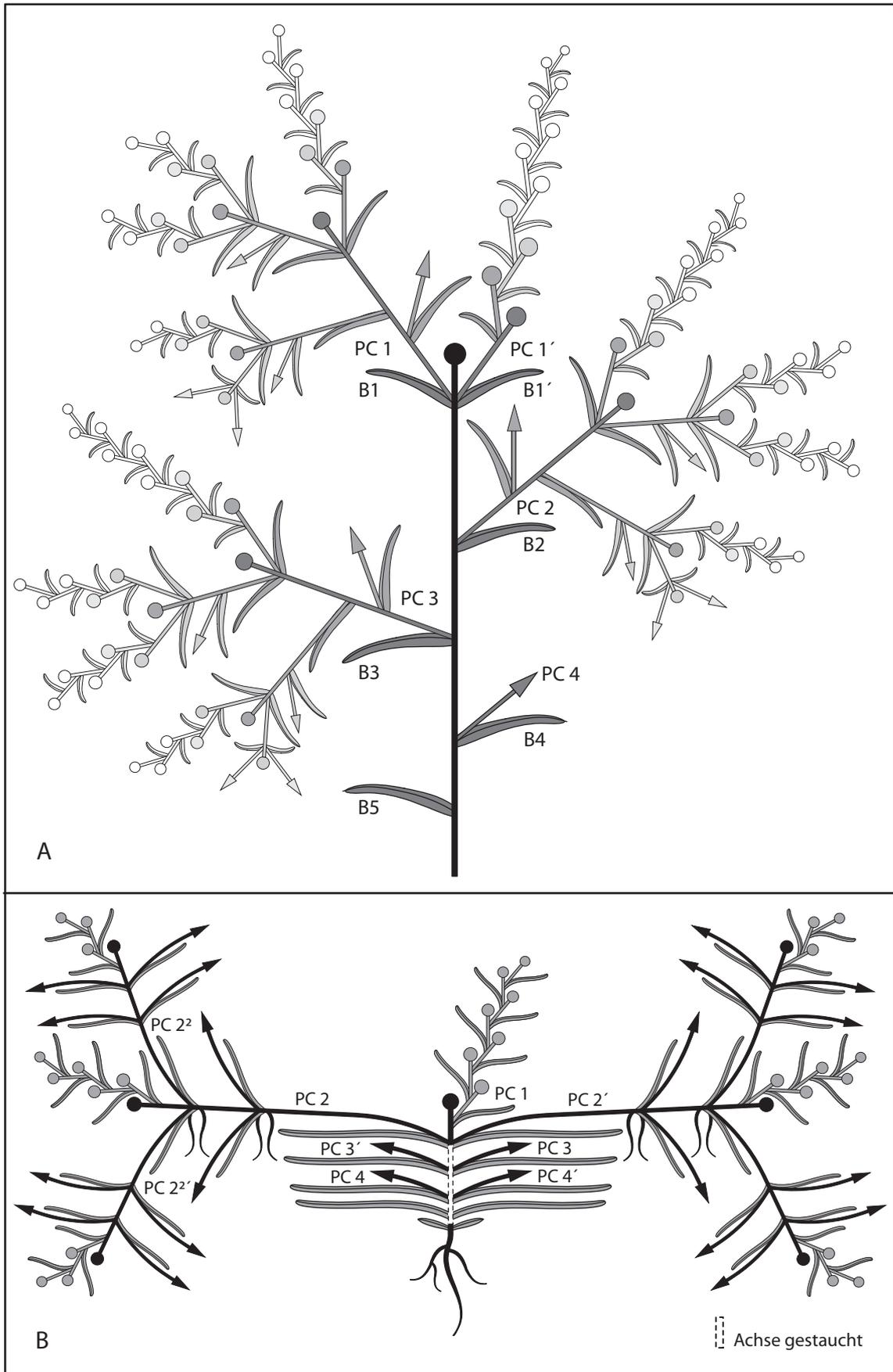
#### Typ II c: Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium und niederliegenden Parakladien (Abb. 3.5: B)

Dieser Synfloreszenztypus entspricht prinzipiell Typ I b. Es werden jedoch keine Spezialthyrsoiden ausgebildet, sondern nur rein cymös verzweigte Parakladien, welche plagiotrop wachsen. Die Synfloreszenz ist als homöokladisches Thyrsoid zu bezeichnen.

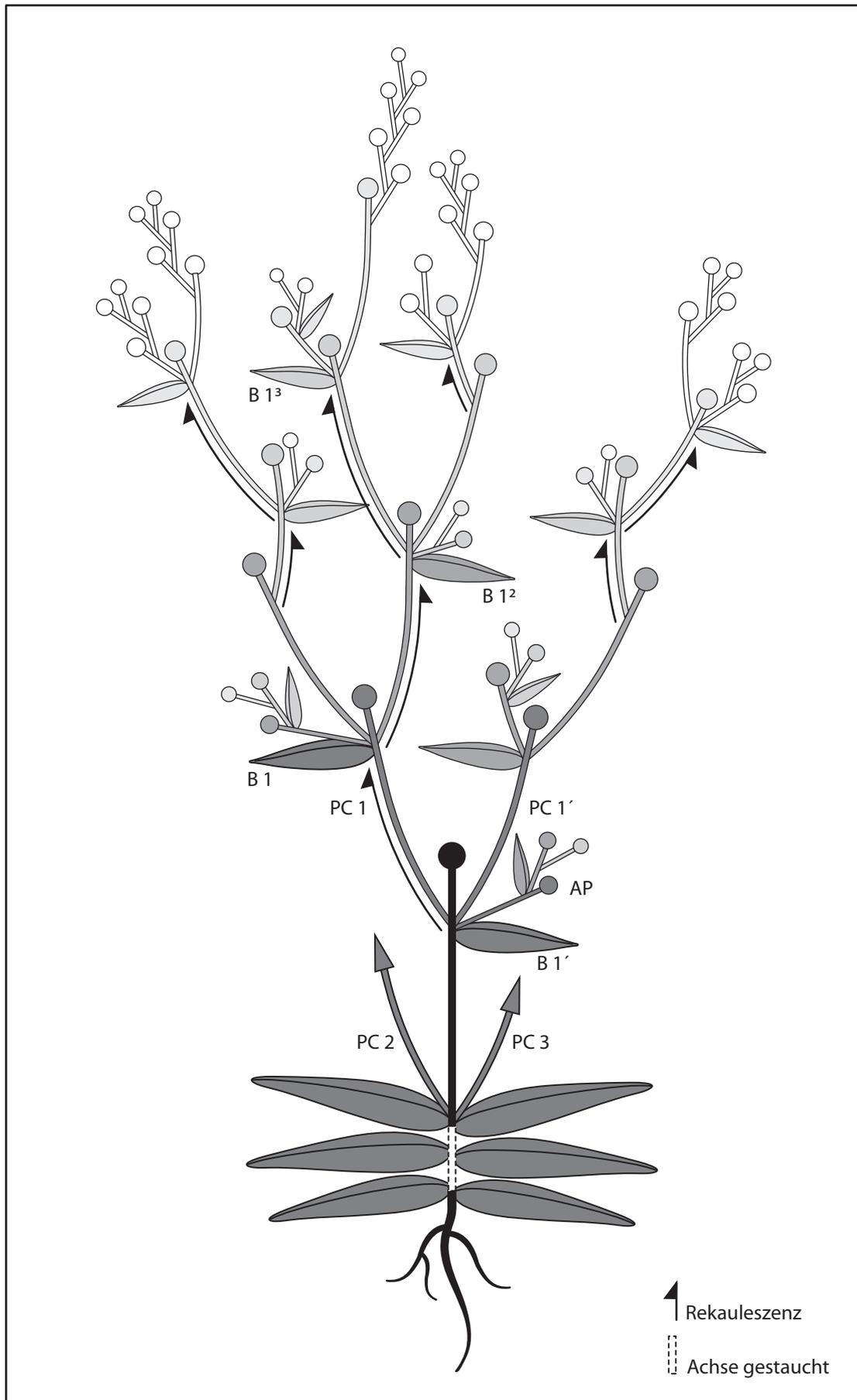
Vorkommen: *Pl. macbridei*



**Abb. 3.2: Inforeszenzmorphologie. I. Heterokladische Thyrsoiden.** Thyrsoid mit terminalem Dichasium, Typ I a.  
PC=Parakladium, B=Hochblatt.



**Abb. 3.3: Infloreszenzmorphologie. I. Heterokladische Thyrsoide. A:** Thyrsoide mit gemischtem terminalen Dichasium, Typ I b. **B:** Thyrsoide mit einfachem terminalen Wickel und kriechenden Spezialthyrsoiden, Typ I c. PC=Parakladium, B=Hochblatt.



**Abb. 3.4: Infloreszenzmorphologie. II. Homöokladische Thyrsoid.** Diachasial verzweigtes Thyrsoid mit distalen Wickeln. Typ II a. PC=Parakladium, B=Hochblatt (Prophyll cymöser Verzweigung), AP=Akzessorisches Parakladium.

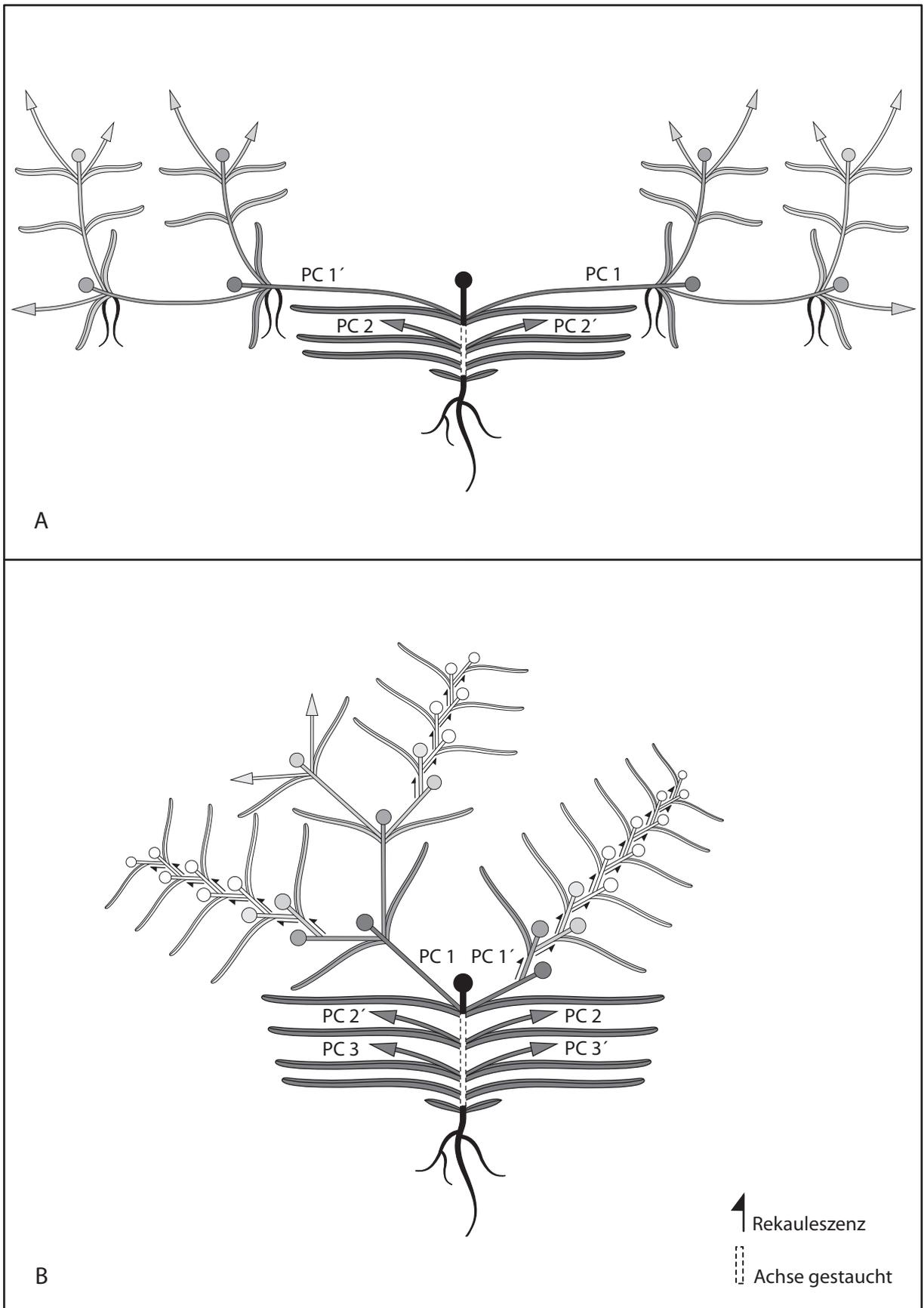


Abb. 3.5: Inforeszenzmorphologie. I. Homöokladische Thyrsoide. A: Anthokladien bildendes Thyrsoide, Typ II b. B: Thyrsoide mit gemischem terminalen Dichasium und niederliegenden Parakladien, Typ II c. PC=Parakladium.

3.1.2.2. Blütenmorphologie (Abb. 3.6; 3.8: C, D; 3.9: B, C; 3.10: C, D; 3.11: B, C; 3.12: C, D; 3.13: D, E; 3.14: D, E; 3.16: C, D; 3.17: C, D; 3.18: C, D)

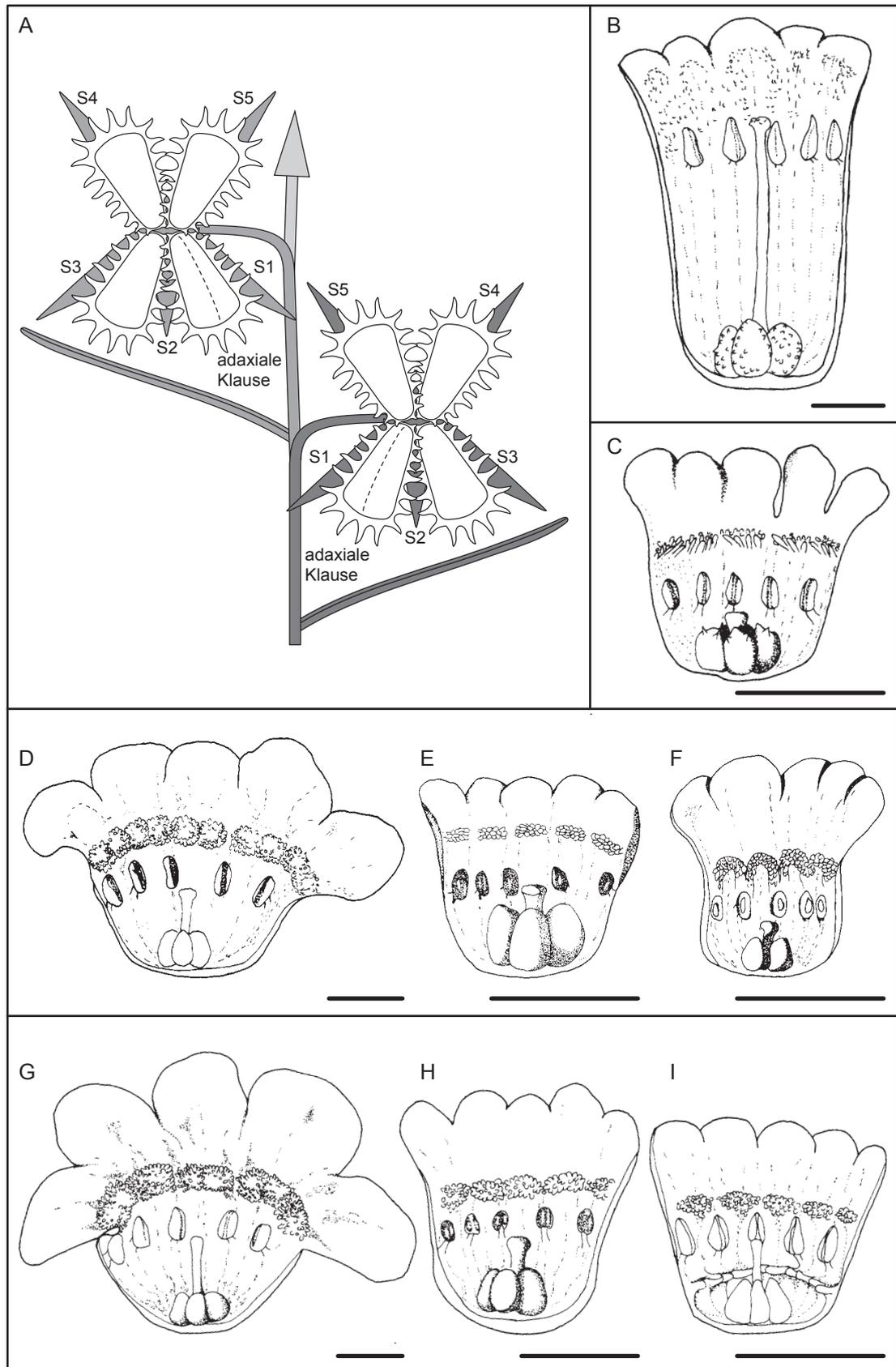
Die Blüten zeigen bei allen untersuchten Sippen eine radiäre Symmetrie, sie sind heterochlamydeisch, pentamer und hermaphroditisch. Die Corollen in den Gattungen *Pectocarya*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* sind weiß mit gelblich gefärbten Schlundschuppen, *A. calycina* besitzt dagegen gelb bis orange gefärbte Corollen.

Der Kelch ist fünfzählig, die Kelchblätter sind sehr kurz synsepal, bei *Pl. kunthii* aber im Bereich ihres basalen Drittels miteinander verwachsen. Zur Blütezeit sind die Kelche in allen Sippen trichter- oder becherförmig und die Sepalen besitzen einen linealischen bis lanzettlichen Umriß. Zur Fruchtreife erfahren sie z.T. eine starke Verlängerung und durch die Vergrößerung der sich entwickelnden Klausen erhält der Kelch in den Gattungen *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* eine becher- oder krugförmige Gestalt. In der Gattung *Pectocarya* öffnet sich der Kelch im Verlauf der Fruchtreife und zeigt dann einen sternförmigen Umriß. Seine Symmetrie kann als zygomorph bezeichnet werden, da die schon zur Blütezeit bestehenden Längenunterschiede zwischen den Sepalen sich zur Fruchtreife noch verstärken. Dabei zeigen die Kelchblätter S4 und S5 (siehe Abb. 3.6: A) meist die größten Ausmaße, während Kelchblatt S2 am kleinsten ist.

An den Calices auftretende Trichom- und Indumenttypen sind bereits in den Abschnitten 3.1.1.3. und 3.1.1.4. beschrieben.

Die Krone besteht aus fünf verwachsenen Petalen, die eine quincunciale Aestivation zeigen. Die Corollen sind in allen Sippen klein bis sehr klein (Durchmesser 0,8—6,5 mm) und haben einen trichterförmigen oder stieltellerförmigen Bau.

Der basale verwachsene Bereich der Petalen wird im folgenden als Tubus angesprochen und besitzt eine zylindrische Form, wobei dessen Seiten auch gewölbt sein können und die Tubusform dann als bauchig bezeichnet wird. An der Basis des Tubus können sich konsolenförmige, solide Auswüchse der Kronröhre befinden, die als Basalschuppen bezeichnet werden. Sie bedecken in der Blüte die vier jungen Klausen und treten nur bei *C. parviflora* auf (Abb. 3.6: I). Am Übergangsbereich des Tubus in die Kronlappen zeigt jedes Petalum eine Invagination, die als Schlundschuppe bezeichnet wird und die in ihrer Gesamtheit den Zugang zum Tubus stark verengen. Die Schlundschuppen sind in den untersuchten Sippen unterschiedlich stark vorgewölbt, bei *A. calycina* fehlen sie völlig (Abb. 3.6: B). Ihre adaxiale Oberfläche ist mit Papillen verschiedener Größe besetzt, in der Gattung *Pectocarya* besitzt jede der kaum vorgewölbten Schlundschuppen an ihrer Basis zusätzlich wenige, zum Blütenzentrum weisende, fadenförmige Papillen (Länge ca. 200 µm, Abb. 3.6: C). Apikal gehen die Schlundschuppen in die Kronlappen über, die entweder schräg (Blüte trichterförmig) oder horizontal (Blüte stieltellerförmig) abstehen und an ihrer Basis einen schmalen, verwachsenen Bereich zeigen. Ihre Form ist halbrundlich oder verkehrt eiförmig mit stumpfer Basis.



**Abb. 3.6: Blütenmorphologie.** A: Ausschnitt aus einem Wickel von *Pectocarya lateriflora*. S1-S5 = Kelchblatt 1-5, Erklärungen siehe Text. B-I: **Geöffnete Blüten.** B: *Amsinckia calycina* (M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7634, Kultur 2006). C: *Pectocarya anomala* (M. Weigend & C. Schwarzer 7811, Kultur 2006). D: *Plagiobothrys linifolius* ssp. *pygmaeus* (C. Schwarzer 04, Kultur 2005). E: *Plagiobothrys macbridei* (M. Weigend & C. Schwarzer 7825, Kultur 2006). F: *Plagiobothrys myosotoides* (M. Weigend & C. Schwarzer 7877, Kultur 2005). G: *Cryptantha granulosa* (M. & K. Weigend KW\_320, Kultur 2005). H: *Cryptantha limensis* (M. & K. Weigend KW\_354, Kultur 2006). I: *Cryptantha parviflora* (M. Weigend & C. Schwarzer 7823, Kultur 2005). B-I: **Maßstab: 1 mm.** Tuschezeichnungen von I. Hoyer.

Das Androeceum besteht aus fünf Stamina, die alternierend zu den Petalen stehen und deren Filamente über einen weiten Bereich des Tubus mit diesem verwachsen sind. Die Stamina inserieren dabei in seinem apikalen Bereich, der freie Teil der Filamente ist 50—200 µm lang. Die Antheren sind eiförmig, schmal eiförmig oder elliptisch und liegen in fast allen Sippen mit der Narbe auf einer Höhe. Die einzige Ausnahme hierzu stellt *Pl. kunthii* dar, deren Griffel die Antheren überragt.

Das Gynoeceum wird aus zwei synkarpen Fruchtblättern gebildet, die parallel zur (scheinbaren) Blütenstandsachse liegen. Der Fruchtknoten ist oberständig und wird durch die Aufwölbung zweier Klausen je Fruchtblatt aus dem Gynoecealkegel im Verlauf der Anthese vierkammerig. Die Plazentation ist zentralwinkelständig und in jeder Kammer befindet sich eine Samenanlage (Hilger 1985). Zwischen den vier Kammern erhebt sich der Griffel, der säulen- oder fadenförmig ist und dessen Länge von 0,1 mm bei *Pe. anomala* bis zu 4 mm bei *A. calycina* reicht. Die Narbe ist schwach zweispaltig, doch erscheint sie in fast allen Sippen als kopfig (Ausnahme: *A. calycina* mit subkapitater Narbe).

### 3.1.2.3. Fruchtmorphologie

Die folgende Beschreibung der Gynoeceal- und Klausenmerkmale orientiert sich an den Arbeiten von Hilger (1981, 1985) und Hofmann (1994). Die hier verwendete Terminologie ist von diesen übernommen. Zur Beschreibung der Klausen in den Gattungen *Pectocarya* und *Plagiobothrys* wurde zusätzlich die Arbeit von Horn (2000) verwendet.

Die untersuchten Sippen aller vier Gattungen weisen die für die Boraginaceae s.str. typischen Klausenfrüchte auf. Diese entstehen aus einem oberständigen, zweikarpelligen, synkarpen Gynoeceum, aus dessen Karpellrücken sich im Verlauf der Anthese je zwei Klausen auswölben. Jede der vier von jeder Blüte gebildeten Klausen stellt somit ein einsamiges Merikarpid dar. Das Gynoeceum gliedert sich gleichzeitig in einen basalen Nektariendiskus, einen mittleren klausentragenden Columellarabschnitt und den terminalen Griffel, die in ihrer Gesamtheit als Gynobasis bezeichnet werden. Nach der Abtrennung von der Gynobasis, die jedoch nicht immer erfolgt, dient die Klausen als Verbreitungseinheit (Diaspore) (Hilger 1985).

Die Beschreibung der ontogenetischen Entwicklung der Klausen und der Gynobasis erfolgt auf der Basis einer Zuordnung der Gattung *Pectocarya* zur Tribus Cynoglosseae und der Gattungen *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* zur Tribus Eritricheae. Es erscheint sinnvoll, diese Einteilung für die Betrachtung der ontogenetischen Entwicklung der Früchte beider Triben beizubehalten, da sich die meisten Autoren daran orientiert haben (u.a. Hilger 1981, 1985, Hofmann 1994).

Im Verlauf ihrer Ontogenese erfahren die Klausen der Eritricheae eine Verlängerung in axialer Richtung (parallel zum Griffel), die in einer dreieckigen Grundform resultiert. Dagegen wächst die Cynoglosseae-Klausen in zylindrischer Form weiter (Hilger 1985). Die Klausen der

Gattungen *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* erscheinen dabei lateral an der Gynobasis befestigt. In der Gattung *Pectocarya* erfahren die Klausen eine Streckung ihrer Basis in abaxialer Richtung (senkrecht zum Griffel) und gelangen in eine nahezu horizontale Lage. Sie erscheinen dadurch apikal an der Gynobasis befestigt (Abb. 3.7: A).

Um die Position der Klausen beschreiben zu können, wird im folgenden die häufig benutzte Einteilung in Klausen des „adaxialen“ und „abaxialen“ Fruchtblattes (Johnston 1927, Hofmann 1994) beibehalten. „Adaxial“ bezeichnet hierbei jenes Fruchtblatt, welches in Richtung der scheinbaren Blütenstandsachse weist.

In allen untersuchten Taxa erreichen fast immer auch alle vier Klausen die Fruchtreife. Die Ausnahmen hierzu stellen *Pl. myosotoides* und *C. granulosa* dar, deren Blüten z.T. nur die Klausen des adaxialen Fruchtblattes ausbilden. Bei letzterer bildeten Individuen in Kultur 1—4 Klausen pro Blüte, wobei fast immer ein oder zwei Klausen des adaxialen Fruchtblattes zur Entwicklung kommen. Dagegen zeigten Untersuchungen an Herbarmaterial, dass meist drei oder vier Klausen pro Blüte zur Fruchtreife gelangten.

Bei allen untersuchten Taxa zeigen Kelch und Gynobasis zur Fruchtreife eine deutliche Vergrößerung. Der Griffel verbleibt in allen Sippen an der Gynobasis, seine Länge bezüglich der Klausen ist sippenabhängig konstant.

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich auf den Zeitpunkt der Fruchtreife und werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nach Gattungen getrennt ausgeführt.

#### ***Pectocarya* D.C.** (Abb. 3.7: A; 3.8: E-I; 3.9: D-F)

Die Gynobasis ist flach pyramidal, die Areolen (=Abtrennungsflächen an der Gynobasis) erscheinen in die Columella eingesenkt. Die Klausen liegen in einer nahezu horizontalen Position. Der Griffel überragt ihren Rand nur kurz.

Die vier Klausen einer Blüte zeigen in ihrer Gesamtheit die Form eines Andreaskreuzes, liegen also nicht rechtwinkelig zueinander. Dabei sind jeweils eine Klausen des abaxialen und des adaxialen Fruchtblattes einander angenähert.

Der Klausendiskus (=die Dorsalseite der Klausen) ist schwach konvex und  $\pm$  eiförmig mit einem stumpfen Apex. Die Klausen von *Pe. lateriflora* besitzen einen saumartigen, gezähnten Rand, dessen Zähne jeweils in einem kräftigen Krallenhaar enden und schräg vom Klausendiskus weg weisen. Bei *Pe. anomala* stehen die Zähne fast senkrecht zum Klausendiskus und setzen direkt an ihm an. Auch sie tragen je ein Krallenhaar an der Spitze. Die Cicatrix (=Abtrennungsfläche an der Klausen) ist breit dreieckig und befindet sich am ventralen Apex der Klausen.

Die Klausenoberfläche ist hellbraun bis schwarz gefärbt, glänzend und mit aculeaten Erhebungen besetzt. Auf der Dorsalseite (=die der Gynobasis abgewandten Seite) und der Ventralseite (=die der Gynobasis zugewandten Seite) befinden sich tuberkelartige Erhebungen verschiedener Form und Größe, die bei *Pe. lateriflora* zu einem in der Mitte des Klausendiskus verlaufenden Grat zusammentreten. Bei *Pe. anomala* sind diese Erhebungen vergrößert und

tragen zusätzlich je ein Krallenhaar. Der gesamte Klausenkörper, besonders an den Zähnen der Randwulst und am Klausendiskus, ist mit 50—250 µm langen Hakenhaaren, welche glatt oder mikropapillös sind, besetzt. Diese stehen in unterschiedliche Dichte.

***Amsinckia* Lehm.** (Abb. 3.7: B; 3.14: F-H)

Die Gynobasis ohne den Griffelabschnitt ist kegelförmig, die Areolen erscheinen in die Columella eingesenkt. An der Spitze der Areolen befindet sich der Funikuluskanal. Der Griffel überragt die Klausen deutlich.

Die Klausen liegen der Gynobasis schräg an und überragen sie deutlich, ihre Form ist eiförmig mit zugespitztem Apex. Auf der Ventralseite befindet sich ein vom Klausenkörper abgesetzter Kiel, der im basalen Drittel in die schmal tropfenförmige Cicatrix übergeht. Der Kiel setzt sich auf der gesamten, konvex gebogenen Dorsalseite fort, die besonders im apikalen Bereich mit quer auf den Dorsalkiel zulaufenden, faltigen Erhebungen ausgestattet ist.

Die Oberfläche ist bräunlich gefärbt, glänzend und mit tuberkelartigen Erhebungen verschiedener Größe besetzt. Auf ihnen lassen sich zusätzlich warzenförmige Cuticula-Bildungen erkennen (Hofmann 1994).

***Plagiobothrys* Fisch. & C.A. Mey.** (Abb. 3.7: E, F; 3.15: C,D, F-H, 3.16: E-I; 3.17: E,F; 3.18: F-I)

Die Gynobasis ist breit kegelförmig bis breit pyramidal, die Areolen erscheinen in die Columella eingesenkt. An der Spitze der Areolen befindet sich der Funikuluskanal. Der Griffel ist kürzer, wenig oder deutlich länger als die Klausen.

Die Klausen liegen der Gynobasis schräg an und überragen sie deutlich, ihre Form ist breit eiförmig mit deutlich zugespitztem Apex (*Pl. myosotoides*) oder eiförmig mit leicht zugespitztem Apex.

Die ± dreieckige Cicatrix zeigt in den untersuchten Taxa bezüglich der Klausenlänge unterscheidbare Größenverhältnisse, die allerdings innerhalb einer Art variieren können. Sie befindet sich immer auf der basalen Hälfte der Ventralseite und nimmt dort eine zentrale oder basale Position ein (siehe Tab 3.3). Sie ist flach konkav und etwas über das Niveau des Klausenkörpers gehoben. Apikal geht sie in einen sich über das Cicatrixniveau erhebenden ventralen Kiel über, der sich zumindest bis in das obere Drittel der konvex geformten Dorsalseite fortsetzt (dorsaler Kiel bei *Pl. kunthii* fehlend).

In der Vergangenheit wurden die Oberflächenmerkmale der Klausen in dieser Gattung oft als konstant bezeichnet und als Merkmal der Artunterscheidung herangezogen (Piper 1920, Horn 2000). Diese Meinung kann nur mit Einschränkungen bestätigt werden, da diese Merkmale innerhalb einiger Taxa (z.B. *Pl. macbridei*) eine erhebliche Varianz zeigen, während sich andererseits kaum Unterschiede zwischen verschiedenen Taxa feststellen lassen (vgl. *Pl. humilis*, runzelige Klausen von *Pl. macbridei*).

Die Klausenoberfläche ist bräunlich bis schwarz gefärbt, bei *Pl. myosotoides* z.T. auch rötlich-grau. Ventral- und Dorsalseite sind mit leistenförmigen Erhebungen ausgestattet, die entweder glatt (*Pl. myosotoides*) oder mit Mikropapillen besetzt sind. Bei *Pl. kunthii* sind die Erhebungen außerdem mit Hakenhaaren bedeckt. Bei den Klausen einiger Individuen von *Pl. macbridei* lassen sich zusätzlich 80—200 µm lange Emergenzen erkennen, die mit langgestreckten Pro-tuberanzen bedeckt sind.

**Tab. 3.3:** Größenverhältnisse und Position der Cicatrix in der Gattung *Plagiobothrys*.

		Lage der Cicatrix	
		submedial	basal
Cicatrixlänge/ Klausenlänge	1/2 - 1/3		<i>macbridei, kunthii</i>
	1/4 - 1/5	<i>myosotoides</i>	<i>humilis, congestus, linifolius ssp. pygmaeus</i>

***Cryptantha* Lehm.** (Abb. 3.7: C, D; 3.10: E-I; 3.11: D-F; 3.12: E, F; 3.13: F-K)

Die Gynobasis ist gestreckt-schmal-pyramidal, die Areolen erscheinen gegenüber der Columella leicht herausgehoben. Der Funikuluskanal befindet sich am zentralen Rand der Areole. Der Griffel ist wenig kürzer oder länger als die Klausen. Die Klausen liegen der Gynobasis fast senkrecht an und sind nur wenig länger als diese, ihre Form ist schmal eiförmig mit zugespitztem Apex. Bei *C. parviflora* besitzen sie einen schmalen, vom Rest des Klausenkörpers abgesetzten Rand.

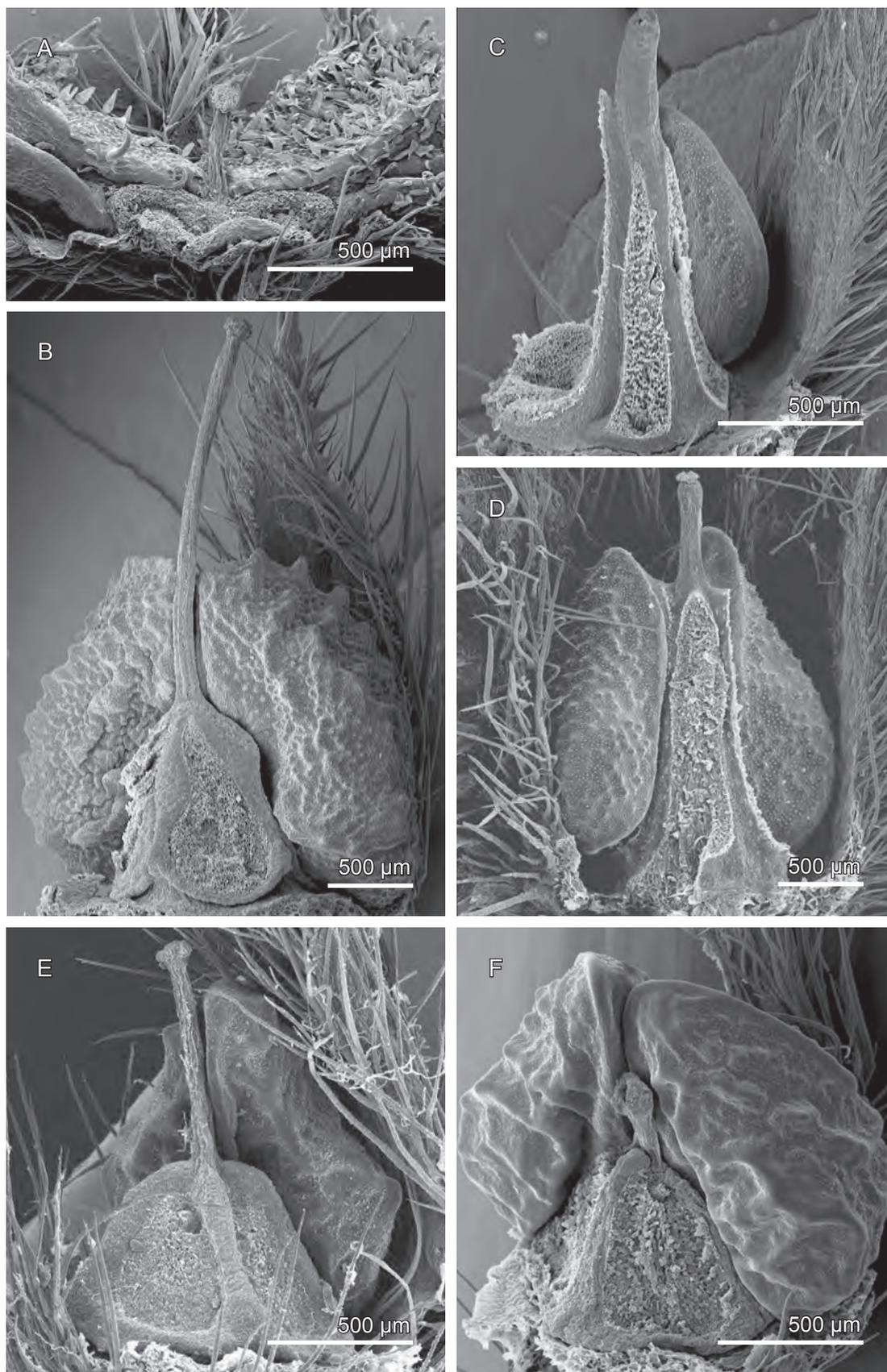
Die Cicatrix befindet sich auf der Ventralseite in einer schmalen, von der Basis bis zum Apex der Klausen verlaufenden Rinne, die geöffnet oder geschlossen sein kann. Basal gabelt sie sich entweder (*C. granulosa*, *C. filaginea*, *C. limensis*) oder sie öffnet sich schmal dreieckig (*C. parviflora*, *C. peruviana*).

Die Oberfläche der Klausen ist bräunlich-schwarz oder grau gefärbt und zeigt dann zusätzlich eine grau-schwarze Marmorierung. Bei allen untersuchten Taxa ist sie fein granuliert und mit papillenförmigen Erhebungen besetzt, die bei *C. granulosa* am dorsalen Klausenapex häufig in 20—50 µm hohe Emergenzen übergehen. Bei *C. peruviana* läßt sich außerdem eine mosaikartige Felderung der Oberfläche erkennen.

#### 3.1.2.4. Heteromerikarpie und Frucht polymorphismus

Ein schon von früheren Autoren (u.a. Johnston 1927, Hofmann 1994) beschriebenes Phänomen bei den hier bearbeiteten Sippen ist das Auftreten heteromorph gestalteter Klausen in einer Frucht. Es handelt sich hierbei um Heteromerikarpie, da eine Klaue des abaxialen oder des adaxialen Fruchtblattes anders gestaltet ist als die restlichen drei.

So zeigt eine der abaxialen Klausen von *C. parviflora* eine starke Vergrößerung gegenüber den anderen drei Klausen (Länge der abaxialen Klaue 1—1,2 mm, Länge der anderen drei



**Abb. 3.7: Fruchtmorphologie. Gynobasen zur Fruchtreife, jeweils die vorderen Klauen entfernt (REM). A:** *Pectocarya anomala* (M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8315) mit sehr flach pyramidaler Gynobasis. **B:** *Amsinckia calycina* (M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7634) mit kegelförmiger Gynobasis. **C:** *Cryptantha parviflora* (M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8350). Links die vergrößerte Areole der basal befestigten abaxialen Klaue. **D:** *Cryptantha limensis* (M. & K. Weigend KW\_354) mit gestreckt-schmal-pyramidaler Gynobasis. **E:** *Plagiobothrys humilis* (M. Weigend & C. Schwarzer 8075) mit breit pyramidaler Gynobasis. **F:** *Plagiobothrys macbridei* (M. Weigend & C. Schwarzer 7825).

Klausen 0,5—1 mm) und eine abweichende Befestigung an der Gynobasis: Während alle Klausen lateral über die langgestreckte Cicatrix mit der Gynobasis verbunden sind, erweitert sich die Cicatrix der abaxialen Klause an der Klausenbasis halbmondförmig und stellt eine sehr feste Verbindung zur Gynobasis her (Abb. 3.7: C). Bei allen anderen peruanischen Vertretern von *Cryptantha* lässt sich dagegen eine geringe Vergrößerung der adaxialen Klause feststellen, und eine stärkere Befestigung der adaxialen Klause an der Gynobasis tritt bei den meisten Sippen innerhalb aller untersuchter Gattungen auf. Dies kann sogar soweit führen, dass sich diese überhaupt nicht von der Gynobasis löst (*A. calycina*, *Pe. lateriflora*). *Pe. lateriflora* zeigt außerdem eine weitere Form von Heteromerikarpie: hier ist die adaxiale Klause im Gegensatz zu den restlichen drei Klausen am gesamten Klausenkörper mit Hakenhaaren bedeckt.

Ein weiteres Phänomen ist das Auftreten verschiedener Klausenformen in unterschiedlichen Populationen, so dass von Frucht polymorphismus gesprochen werden kann. Hilger (1985) beschreibt dies auch für einige Sippen von *Paracaryum* D.C. So zeigen die Klausen zweier dicht beieinander liegender Populationen von *Pl. macbridei* zwischen Arequipa und Puno eine unterschiedlich gestaltete Oberfläche: Während sie in einer Population [*M. Weigend & C. Schwarzer 7820* (BSB, USM), Abb. 3.16: E-G ] mit langen Emergenzen, die mit gestreckten Protuberanzen bedeckt sind, ausgestattet sind, fehlen diese in einer anderen Population [*M. Weigend & C. Schwarzer 7825* (BSB, USM), Abb. 3.16: H, I]. Stattdessen erscheint die Oberfläche eher runzelig. Dieses Merkmal erwies sich in Kultur zumindest für die letztgenannte Population als konstant

Für *Pe. lateriflora* ließen sich ähnliche Beobachtungen machen. Hier zeigen alle vier Klausen einer Frucht von Individuen aus dem Depto. Arequipa am Klausendiskus ein dichtes Indument aus Hakenhaaren, während es bei Individuen, die aus anderen Bereichen des Verbreitungsgebietes in Peru stammen, nur an der abaxialen Klause auftritt.

### 3.1.3. Diagnosen der untersuchten Gattungen und ihrer Arten

Die folgenden Diagnosen beziehen sich nur auf die peruanischen Vertreter der hier beschriebenen Gattungen. Die Gattungsmerkmale sind bei Einbeziehung aller nord- und südamerikanischen Arten z.T. abweichend ausgeprägt.

Tab. 3.4 gibt eine Zusammenfassung der wichtigsten Merkmale, welche die untersuchten Sektionen von *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* aufgrund ihrer peruanischen Vertreter charakterisieren.

**Tab. 3.4:** Charakteristische Merkmale der in Peru vorkommenden Sektionen der untersuchten Gattungen.

Gattung Sektion	<i>Pectocarya</i> <i>Pectocarya</i>	<i>Amsinckia</i> <i>Muricatae</i>	<i>Plagiobothrys</i> <i>Plagiobothrys</i>	<i>Plagiobothrys</i> <i>Allocarya</i>	<i>Cryptantha</i> <i>Krynitzkia</i>
<b>Wuchsform</b> 1=erosulat, orthotrop. 2=rosulat, orthotrop. 3=rosulat, plagiotrop.	1	2	2	3	1
<b>Blattstellung</b> 1=wechselständig. 2=gegenständig.	1	1	1	2	1
<b>Synfloreszenztypus</b> (siehe Infloreszenzmorphologie)	I b	I a	II a	I c, II b, II c	I a, I b
<b>Kelchsymmetrie</b> 1=zygomorph. 2=radiärsymmetrisch.	1	2	2	2	2
<b>Kelchindument abaxial</b> (siehe Indumenttypen)	C	B	A	C	B
<b>Corollafarbe</b> 1=weiß. 2= gelb.	1	2	1	1	1
<b>Schlundschuppen</b> 1=fehlend. 2=vorhanden. 3=vorhanden, mit fadenförmigen Papillen.	3	1	2	2	2
<b>Cicatrixform &amp; - position</b> 1=dreieckig, apikal. 2=gestreckt, lateral. 3=dreieckig, basal.	1	3	3	3	2
<b>Gynobasisform</b> 1=flach pyramidal. 2=gestreckt-schmal- pyramidal. 3=kegelförmig. 4=pyramidal.	1	3	3	4	2

### 3.1.3.1. Bestimmungsschlüssel zu den Gattungen *Pectocarya*, *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* aufgrund ihrer peruanischen Vertreter

- I. Kelch zur Fruchtreife sternförmig, in nickender Position, Klausen in nahezu horizontaler Position an der sehr flach pyramidalen Gynobasis befestigt, im Verband ein Andreaskreuz bildend, das auf dem geöffneten Kelch liegt, Klausendiskus eiförmig mit stumpfem Apex und einem gezähnten Rand, Zähne enden in je einem kräftigen Krallenhaar.

#### 3.1.3.2. *Pectocarya*

- I.\* Kelch zur Fruchtreife becher- oder krugförmig, in aufrechter Position, Klausen schräg oder fast senkrecht an der kegelförmigen, pyramidalen oder gestreckt-schmal-pyramidalen Gynobasis befestigt, im Verband dicht nebeneinander stehend und vom Kelch umschlossen, Klausenkörper eiförmig mit zugespitztem Apex, ohne saumartigen, gezähnten Rand, ohne Krallenhaare.

#### II.

- II. Erosulate, aufrecht wachsende Pflanzen, Klausen schmal eiförmig mit zugespitztem Apex, über fast die gesamte Länge der Ventralseite mit der gestreckt-schmal-pyramidalen Gynobasis verbunden und sie kaum überragend, Cicatrix langgezogen, in einer schmalen Rinne von der Klausenbasis bis fast zum Apex verlaufend, diese basal gabelig oder schmal dreieckig geöffnet, ventraler Kiel fehlend.

#### 3.1.3.3. *Cryptantha*

- II.\* Rosetten- oder Halbrosettenpflanzen mit aufrechten oder Halbrosettenpflanzen mit niederliegenden oder kriechenden Infloreszenzachsen, Klausen eiförmig mit zugespitztem Apex, über die Basis der Ventralseite mit der kegelförmigen oder pyramidalen Gynobasis verbunden und sie deutlich überragend, Cicatrix  $\pm$  dreieckig oder schmal tropfenförmig in der basalen Hälfte der Ventralseite, apikal in einen ventralen Kiel übergehend.

#### III.

- III. Kelchblätter abaxial mit aufrechten, starren Borstenhaaren mit starker basaler epidermaler Wölbung, Corolla gelb oder orange, ohne Invaginationen des Corollatubus (Schlundschnuppen), Klausen 2—2,5 mm lang, die adaxiale Klausen fast untrennbar mit der Gynobasis verbunden.

#### 3.1.3.4. *Amsinckia*

- III.\* Kelchblätter abaxial mit anliegenden oder halbaufrechten Borstenhaaren mit schwacher oder fehlender basaler epidermaler Wölbung, Corolla weiß mit gelben Schlundschnuppen, Klausen 1—1,6 mm lang, die adaxiale Klausen nicht oder nur wenig stärker als die restlichen Klausen eines Verbandes mit der Gynobasis verbunden.

#### 3.1.3.5. *Plagiobothrys*

### 3.1.3.2. Gattungs- und Artdiagnosen der Gattung *Pectocarya* aufgrund ihrer peruanischen Vertreter und Bestimmungsschlüssel zu den Arten in Peru

***Pectocarya* D.C. ex Meisn.**, Pl. Vasc. Gen. 1: 279. 1840.

– Typusart: *Pectocarya lateriflora* (Lam.) DC.

= *Ktenospermum* Lehm., Del. Sem. Hort. Hamburg.: 17. 1837.

= *Gruvelia* A. DC., Prodr. 10: 119. 1846.

= *Harpagonella* A. Gray, Proc. Amer. Acad. Arts 11: 88. 1876.

Ephemere, erosulate, niederliegend bis aufsteigend und aufrecht wachsende Kräuter, bis 30 cm. Blätter wechselständig, an der Basis oft gegenständig, sitzend, linealisch bis schmal lanzettlich mit stumpfer Basis und spitzem Apex, ganzrandig, nur der Primärnerv von der Basis bis zum Apex sichtbar. Indument der gesamten Pflanze strigos-hispid oder strigos aus anliegenden Trichomen mit schwacher oder fehlender basaler epidermaler Wölbung, am Blattrand aus halbaufrechten Trichomen mit schwacher basaler epidermaler Wölbung. Infloreszenz monotel, Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid, Sproßachse und Spezialthyrsoiden enden in gemischten Dichasien, deren 2 Tragblätter einen reichblütigen, beblätterten, sehr schwach skorpioiden Wickel und ein Spezialthyrsoid tragen. Blüten sitzend oder kurz gestielt, pentamer, tetrazyklisch. Kelch zur Blütezeit becherförmig, zur Fruchtreife vergrößert, gestielt, nickend und zygomorph-sternförmig, Kelchblätter bis fast zur Basis frei, lanzettlich bis verkehrt-lanzettlich, Kelchblatt S2 am kleinsten, Kelchblätter S4 und S5 (siehe Abb. 3.6: A) am größten, adaxiales Indument hispid oder fehlend, abaxiales Indument strigos-hispid aus anliegenden, am Kelchblattrand aus halbaufrechten Trichomen mit schwacher oder fehlender basaler epidermaler Wölbung. Krone wenig länger als Kelch, trichterförmig, weiß mit schwach vorgewölbten, gelblichen Schlundschuppen, diese an der Basis mit fadenförmigen Papillen, Kronlappen quincuncial in der Knospe, im basalen Drittel verwachsen, verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis. Stamina 5, Filamente antesepal, epipetal, freier Bereich sehr kurz, im basalen Tubusdrittel inseriert. Gynoeceum oberständig, mit 4-teiligem Ovar, Griffel säulenförmig, Narbe kopfig, auf einer Höhe mit Antheren. Klausen 4, heteromorph oder schwach heteromorph, in nahezu horizontaler Position mit dem ventralen Apex an der flach pyramidalen Gynobasis befestigt, im Verband ein Andreaskreuz bildend, Cicatrix breit dreieckig am ventralen Klausenapex, Klausendiskus eiförmig mit stumpfem Apex mit saumartigen, gezähnten Rand, Zähne mit je einem kräftigen Krallenhaar. Oberfläche grau- oder hellbraun bis schwarz, glänzend, mit aculeaten und größeren, tuberkelartigen Erhebungen, Klausendiskus mit oder ohne, die Zähne mit Hakenhaaren. Adaxiale Klausen stark oder sehr stark an der Gynobasis befestigt und dicht mit Hakenhaaren besetzt, Griffel den Klausenrand kurz überragend.

Der Gattungsname leitet sich von griech. *pektos* = gekämmt und *karios* = Nuss, Kern ab und beschreibt den kammartig gezähnten Rand der Klausen. Amerikanische Gattung mit 15 Arten in 3 Sektionen, davon 8 aus den Sektionen *Harpagonella*, *Gruvelia* und *Pectocarya* in Nord- und

5 aus den Sektionen *Gruvelia* und *Pectocarya* in Südamerika, 2 panamerikanisch. In Peru mit 3 Arten aus der Sektion *Pectocarya* vertreten.

**Anmerkung:** Veno (1979) beschrieb in ihrer Revision der Gattung eine neue Art. Obwohl *Pectocarya brachycera* Veno nicht allgemein anerkannt ist, wird sie hier in die Liste der in Peru vorkommenden *Pectocarya*-Arten aufgenommen. Eine Bearbeitung dieser Art konnte aufgrund von fehlendem Material nicht durchgeführt werden. Die hier angegebene Synonymie und die Zahl der Arten bezieht sich auf Venos Definition von *Pectocarya* s.l. (inkl. *Harpagonella*). *Pectocarya brachycera* Veno besiedelt das Hochland von Bolivien und die angrenzenden Gebiete in Argentinien, Chile und Peru. Sie soll in der offenen Puna auf einer Höhe von 2300—4200 m vorkommen und die nah verwandte *Pectocarya anomala* in ihren östlichen Verbreitungsgebieten ersetzen.

### Bestimmungsschlüssel zu den peruanischen Arten von *Pectocarya*

- I. Klausendiskus (1,5—)2—2,5 mm lang, 1—1,8 mm breit, mit einem saumartigen, gezähnten Rand, jede Klause mit einem in der Mitte der Dorsalseite verlaufenden Grat. Kelchblätter adaxial mit hispidem Indument aus halbaufrechten Trichomen, aufsteigend bis aufrecht wachsende Pflanzen.

#### 1. *Pectocarya lateriflora*

- I.\* Klausendiskus 1,2—1,5 mm lang, 0,8—1 mm breit, ohne saumartigen Rand, Zähne direkt am Klausendiskus ansetzend, Klausen ohne einen in der Mitte der Dorsalseite verlaufenden Grat, dafür mit tuberkelartigen Erhebungen, die in einem Krallenhaar enden. Kelchblätter ohne adaxiales Indument, niederliegend bis aufsteigend wachsende Pflanzen.

#### 2. *Pectocarya anomala*

### Diagnosen der peruanischen Arten von *Pectocarya*

#### 1. *Pectocarya lateriflora* (Lam.) DC., Prodr. 10: 120. 1846.

≡ *Cynoglossum lateriflorum* Lam., Encycl. 2: 239. 1786. ≡ *Mattia lateriflorum* (Lam.) G. Don, Gen. Hist. 4: 310. 1838. ≡ *Rindera lateriflora* (Lam.) Roem. & Schult., ex Steudel, Nomencl. bot. 2: 460. 1841. —Isotypus: Peru, 1778-1788, *J. Dombey s.n.* (F).

= *Cynoglossum pilosum* Ruiz & Pav., Fl. Peruv. 2: 6, t. 111b. 1799. ≡ *Mattia pilosa* (Ruiz & Pav.) G. Don, Gen. Hist. 4: 310. 1838. ≡ *Rindera pilosa* (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult., ex Steudel, Nomencl. Bot. 2: 460. 1841.

= *Ktenospermum linifolium* Lehm. Linnaea 12: 84. 1838.

= *Pectocarya gracilis* (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst. var. *boliviana* I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 70: 37. 1924. ≡ *P. boliviana* I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 78: 118. 1927.

Abb. 3.1: H; 3.3: A; 3.6: A; 3.8.

Verbreitungskarte Abb. 1.2.

Pflanze aufsteigend bis aufrecht, Sprossachse gestaucht bis ungestaucht, ab der Basis locker bis stark verzweigt und aufsteigende Parakladien bildend, bis 30 cm. Sprossachse bis 2,5 mm im Durchmesser, Indument strigos aus dicht stehenden, anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5—1 mm lang.

Blätter 10—45 mm lang, 1—3 mm breit, der Blattrand meist deutlich revolut, Indument der Ad- und Abaxialseite strigos-hispid aus dicht stehenden, anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b) auf der Lamina, 0,5—1 mm lang, und wenigen halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am Blattrand, 1—1,5 mm lang.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium (Typ I b). Alle Prophyll der cymösen Verzweigungen vorhanden und meist rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen. Wickel bis 28 cm lang, mit bis zu 25 locker stehenden Blüten, die Prophyll der cymösen Verzweigungen frondulos, 5—40 mm lang, 0,5—3 mm breit.

Kelch während der Blüte 1,8—3,5 mm lang, 1,2—2 mm breit, kurz gestielt, Pedikel 0,5—1 mm lang, zur Fruchtreife Pedikel verlängert, 1,5—3 mm lang, Kelchdurchmesser 5—10 mm.

Kelchblätter lanzettlich bis verkehrt-lanzettlich, Kelchblatt S2 während der Blütezeit 1—1,5 mm lang, 0,2—0,7 mm breit, zur Fruchtreife 2—3,5 mm lang, 0,3—1 mm breit, Kelchblätter S4 und S5 während der Blütezeit 1,5—3,2 mm lang, 0,4—1 mm breit, zur Fruchtreife 4—7,5 mm lang, 1—2 mm breit. Adaxiales Indument hispid (Typ A) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 b), 0,2—0,5 mm lang, abaxiales Indument strigos-hispid (Typ C) aus dicht stehenden, anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b), 0,2—0,5 mm lang und wenigen halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am abaxialen Rand, 0,7—1,2 mm lang.

Blütendurchmesser 1—1,8 mm, Tubus zylindrisch, 1,2—1,6 mm lang, im mittleren Bereich 0,5 mm breit, freier Bereich der Kronlappen 0,8 mm lang und 0,6 mm breit. Freier Bereich der Filamente 0,15 mm lang, Antheren eiförmig, 0,3 mm lang und 0,15 mm breit.

Reife Klausen 4, heteromorph, glänzend, hellbraun bis schwarz, Klausendiskus (1,5—) 2—2,5 mm lang, 1—1,8 mm breit, Zähne auf der Randwulst 0,5—1,5 mm lang. Klausenoberfläche mit aculeaten und größeren, tuberkelartigen Erhebungen besetzt, die auf dem Klausendiskus zu einem Grat zusammentreten. Dieser und die Zähne der Randwulst mit Hakenhaaren, 50—250 µm lang. Adaxiale Klausen sehr stark an der Gynobasis befestigt, ihr gesamter Klausendiskus mit Hakenhaaren besetzt, Griffel zur Fruchtreife etwa so hoch wie der Klausenrand.

**Bemerkungen:** Pflanzen aus dem Depto. Arequipa zeigen alle 4 Klausen eines Klausenverbandes am gesamten Klausendiskus mit Hakenhaaren besetzt, Pflanzen aus den Deptos. Ancash und Moquegua zeigen einen kleineren Klausendiskus (1,5—2 mm lang, 1 mm breit), aber typische Behaarung. *Pe. lateriflora* ist ein typischer Vertreter der Loma-Vegetation Perus, tritt aber auch an der Westseite der Anden auf. Der Klausendiskus ist deutlich länger (1,5—2,5 mm) als der von *Pe. anomala* (1,2—1,5 mm). In Kultur zeigt sie hohe Keimungsraten.

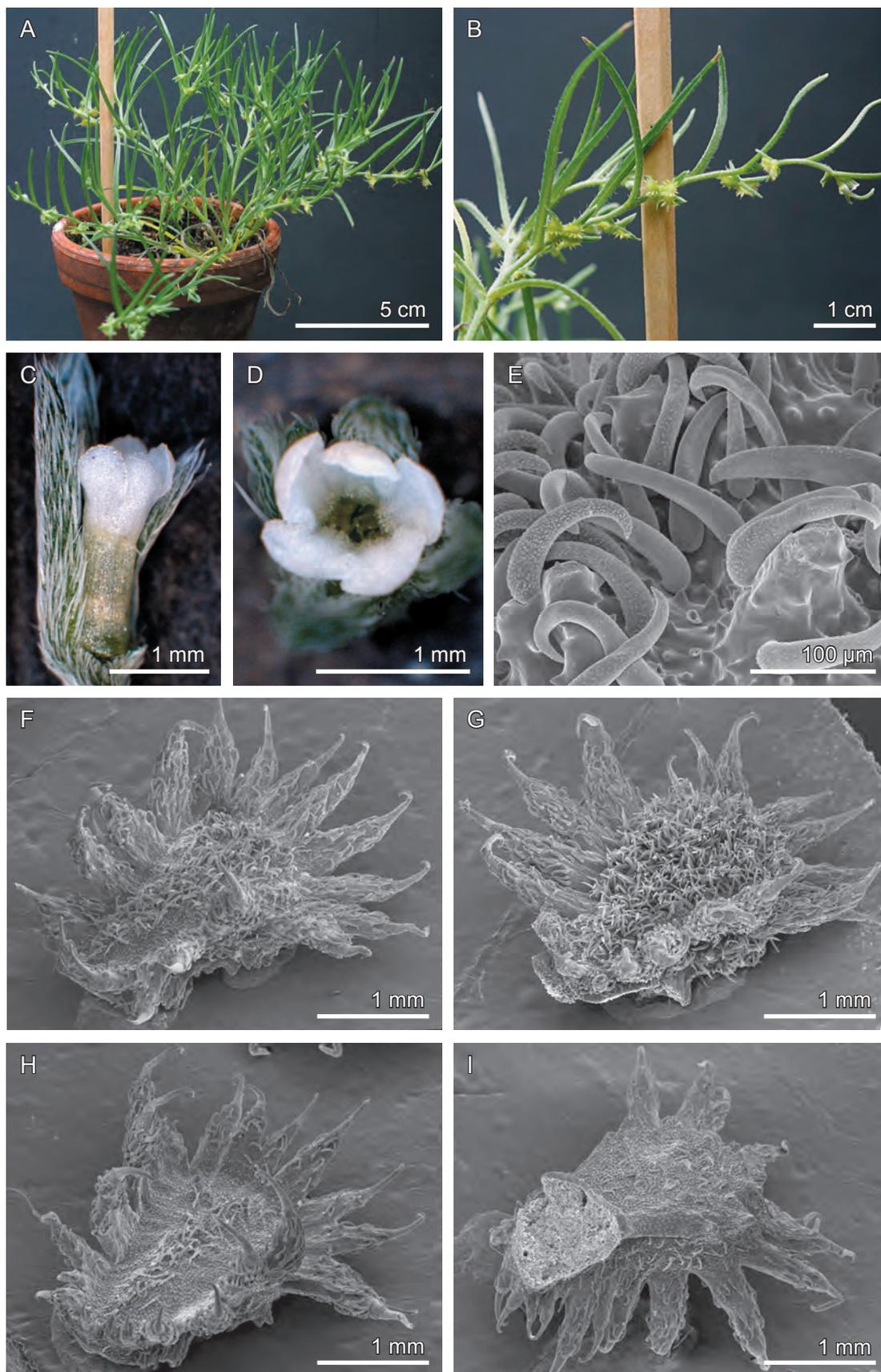


Abb. 3.8: *Pectocarya lateriflora*. A-D: M. Weigend & C. Schwarzer 7810 (Kultur 2005). E-G, I: M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8299. H: M. Weigend & H. Förther 97/554. A-D: Digitalphotographie. A: Habitus. B: Infloreszenz. C: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. D: Blüte von oben. E-I: REM. E: Tuberkelartige Erhebungen mit aculeaten Protuberanzen und Hakenhaaren auf dem Klausendiskus, Ausschnitt aus F. F, G: Klausen von Pflanzen aus dem Depto. Arequipa. F: Abaxiale Klause, Dorsalseite. G: Adaxiale Klause, Dorsalseite. H: Klause einer Pflanze aus dem Depto. Lima. Abaxiale Klause, Dorsalseite. I: Abaxiale Klause, Ventralseite.

**Gesehenes Material:**

**PERU, Depto. Cajamarca**, Prov. Contumazá: Las Achiras (Had. San Lorenzo), 3580 m, 20.6.1962, *A. Sagastegui A. 3864* (HUT). Yetón-Guzmango, 1800 m, 29.4.1982, *A. Sagastegui A. 10329* (HUT). **Depto. La Libertad**, Prov. Trujillo: Cerro Cabezón, 670 m, 17.8.1951, *N. Angulo 1478* (HUT). Cerro Chuputur, 560 m, 6.9.1953, *N. Angulo 1996* (HUT). Prov. Otuzco: Road to "La Cuesta", 1170 m, 29.3.1953, *N. Angulo 1913* (HUT). Camino Paranday (Sinsicap), 2720 m, 1.5.1954, *A. Lopez M. 4852* (HUT). **Depto. Ancash**, Prov. Huaylas: Distrito Pamparomas, Road from Moro to Pamparomas, km 25, 2.5.2000, *M. Weigend & E. Salas 2000/603* (MSB, USM). Road from Moro to Pamparomas, S 09°05'31,7'' W 78°01'35,8'', 1904 m, 26.4.2006, *M. Weigend, C. Schwarzer, T. Henning & G. Brokamp 8449* (BSB, USM). Road from Moro to Pamparomas, S 09°04'59,9'' W 77°59'44,7'', 2593 m, 26.4.2006, *M. Weigend, C. Schwarzer, T. Henning & G. Brokamp 8453* (BSB, USM). Prov. Moro: Road from Moro to Pamparomas, S 09°05'50,2'' W 78°04'23,8'', 1448 m, 26.4.2006, *M. Weigend, C. Schwarzer, T. Henning & G. Brokamp 8418* (BSB, USM). Prov. Recuay: path to Llacllin, 2700 m, 23.5.1988, *A. Cano 1824* (USM). Prov. Corongo: Road from Yanac to Sihuas, 6-10 km from Yanac, ca. 2800 m, 8.3.2001, *M. & K. Weigend, M. Binder & E. Rodriguez 5034* (HUT). **Depto. Lima**, Prov. Lima: Mountains near Chosica, 1000-1100 m, 13.4.1946, *R. Ferreyra 741* (USM). Atocongo, 30 km S of Lima, 250 m, 7.8.1948, *R. Ferreyra 3918* (USM). Lomas de Atocongo, S of Lima, 250 m, 21.10.1951, *E. Cerrate 836* (BSB, USM). Atocongo, 2.11.1957, *O. Tovar 2636* (USM). Lomas de Lurín, 350-400 m, 18.8.1953, *R. Ferreyra 9570* (BSB, USM). Lomas de Mangamarca, near Lurigancho, NE of Lima, 350-400 m, 22.7.1956, *R. Ferreyra 11791* (BSB, USM). Quebrada Verde, N of Panchacamac, 250-350 m, 27.9.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/554* (BSB, MSB, USM). Prov. Cañete: Lomas de Quílmana, near Cañete, 400-500 m, 30.8.1948, *R. Ferreyra 3988* (BSB, USM). Quílmana, between Mala and Cañete, 250-300 m, 7.10.1949, *R. Ferreyra 6319* (USM). Prov. Huarochiri: Km 70 Carretera Central, between Chosica and Surco, 1700-1800 m, 25.3.1950, *R. Ferreyra 6951* (BSB, USM). Huaranguillo, between Lima and Huarochiri, 3000 m, 5.5.1953, *E. Cerrate 1655, O. Tovar 1440* (USM). Prov. Chancay: Lomas de Amancaes, 300 m, 21.8.1948, *R. Ferreyra 3957* (USM). Lomas de Lachay, 300-400 m, 25.10.1951, *E. Cerrate 843* (BSB, USM). Lomas de Lachay, 450-500 m, 4.11.1951, *O. Tovar 377* (BSB, USM). Loma near Chancay, 300 m, 24.9.1952, *R. Ferreyra 8734* (BSB, USM). Lomas de Lachay, near Chancay, 400 m, 4.11.1952, *R. Ferreyra 8788 & 8789* (BSB, USM). Prov. Yauyos: Laraos, S 12°15' W 75°32', 3400 m, 27.2.1991, *H. Beltrán 242* (USM). **Depto. Ayacucho**, Prov. Lucanas: between Nazca and Puquio, 2900-3000 m, 19.3.1949, *R. Ferreyra 5479* (USM). **Depto. Arequipa**, Prov. Arequipa: Dist. Chiguata, Miraflores, 3500 m, 15.3.1996, *M. Rodriguez D. 5535* (HUSA). Dist. Chiguata, Cari Cari, 3600 m, 15.4.1996, *M. Rodriguez D. 5541* (HUSA). Mollebaya, 2400 m, 10.10.1998, *F. Cáceres H. 1573* (HUSA). Dist. Chiguata, 3200 m, 12.2.2000, *F. Cáceres H. 2029* (HUSA). Road from Arequipa to Puquina (Moquegua) between Arequipa and Pocsi (before highest point in road), 2600-2700 m, 29.4.2000, S 16°30'16'' W 72°26'32'', *M. & K. Weigend 2000/545* (MSB, USM, HUSA). San Antonio, 10.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7810*

(BSB, USM). Mollebaya, La Hacienda, S 16°29'38,4'' W 71°27'58,5'', 2507 m, 18.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8293* (BSB, USM). Alto Mollebaya, between Pocsi and Characato, S 16°29'41,3'' W 71°27'23,5'', 2674 m, 19.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8299* (BSB, USM). **Depto. Moquegua**, Prov. Moquegua: Road from Santa Rosa to Moquegua, 3150-3200 m, 27.2.2000, S 17°02' W 70°48', *M. & K. Weigend 2000/484* (MSB). Prov. General Sanchez Cerro: Road Omate to Arequipa, S 16°35,234' W 71°14,991', 3329 m, 15.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7880* (BSB, USM).

**2. *Pectocarya anomala*** I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 70: 35. 1924.

–Typus: PERU, Depto. Arequipa, [Prov. Arequipa]: sandy pampa on south slope of El Chachani, 2400 m, March 1920, *Hinckley 41* (G).

Abb. 3.3: A; 3.6:A, C; 3.7: A; 3.9.

Verbreitungskarte Abb. 1.2.

Pflanze niederliegend bis aufsteigend, Sprossachse kaum bis stark gestaucht, ab der Basis locker, seltener stark verzweigt, bis 10 cm. Sprossachse bis 1,5 mm im Durchmesser, Indument strigos-hispid (Typ C) aus dicht stehenden, anliegenden und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5—1,2 mm lang.

Blätter 5—25 mm lang, 0,5—1 mm breit, Indument der Ad- und Abaxialseite strigos-hispid aus dicht stehenden, anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b) auf der Lamina, 0,3—1 mm lang, und wenigen halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am Blattrand, 0,5—1 mm lang.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium (Typ I b). Alle Prophyll der cymösen Verzweigungen vorhanden und meist rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen. Wickel bis 12 cm lang, mit bis zu 20 meist locker stehenden Blüten, die Prophyll der cymösen Verzweigungen frondulos bis brakteos, 3—20 mm lang, 0,3—1 mm breit.

Kelch während der Blüte 0,8—1,5 mm lang, 1—2 mm breit, sitzend, zur Fruchtreife gestielt, Pedikel 1—1,5 mm lang, Kelch sternförmig, Durchmesser 3,5—5 (—7) mm.

Kelchblätter lanzettlich, Kelchblatt S2 während der Blütezeit 0,5—0,8 mm lang, 0,1—0,4 mm breit, zur Fruchtreife 1,5—2,5 mm lang, 0,2—0,5 mm breit, Kelchblätter S4 und S5 während der Blütezeit 0,7—1,3 mm lang, 0,2—0,5 mm breit, zur Fruchtreife 1,8—2,5 (—3,5) mm lang, 0,4—0,8 mm breit. Adaxiales Indument fehlend, abaxiales Indument strigos-hispid (Typ C) aus dicht stehenden, anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b), 0,2—0,5 mm lang, und wenigen halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am abaxialen Rand, 0,5—1 mm lang.

Blütendurchmesser 1—1,6 mm, Tubus zylindrisch, 1—1,3 mm lang, im mittleren Bereich 0,4 mm breit, freier Bereich der Kronlappen 0,6 mm lang und 0,5 mm breit. Freier Bereich der Filamente 0,1 mm lang, Antheren eiförmig, 0,2 mm lang und 0,1 mm breit.

Reife Klausen 4, schwach heteromorph, glänzend, grau-braun bis schwarz, Klausendiskus 1,2—1,5 mm lang, 0,8—1 mm breit, Zähne direkt am Klausendiskus ansetzend, 0,2—1 mm lang,

mit je einem kräftigen Krallenhaar, am dorsalen Apex fehlend. Klausenoberfläche mit aculeaten und größeren, tuberkelartigen Erhebungen besetzt, diese in der Mitte der Dorsalseite erhöht und mit je einem Krallenhaar. Dorsaler Klausendiskus und Zähne dicht mit Hakenhaaren besetzt, 50—100 µm lang. Adaxiale Klause am stärksten an der Gynobasis befestigt und stärker behaart, Griffel zur Fruchtreife den Klausenrand überragend.

**Bemerkungen:** *Pe. anomala* ist ein typischer Bewohner der Trocken-Puna in Südperu. In Kultur zeigt sie hohe Keimungsraten.

**Gesehenes Material:**

**CHILE, I.,** Prov. Iquique: Hills just E of Hotel Refugio del Salitre in Mamiña, Quebrada Mamiña, S 20°04'32'' W 69°12'56'', 2700-2800 m, 24.2.1997, *U. Eggli, B.E. & S.A. Leuenberger 2738* (B, CONC, SGO). Prov. Arica: 90 km E of the Panamericana on Ruta 11 towards Putre, just before the frontier to Prov. Parinacota, S 18°24'27'' W 69°39'22'', 2950-3000 m, 3.3.1997, *U. Eggli, B.E. & S.A. Leuenberger 2822* (B, CONC, SGO, Z).

**PERU, Depto. Arequipa,** Prov. Arequipa: Gravelly slopes above Arequipa, 2500-3500 m, 7.-16.4.1925, *F.W. Pennell 13165* (USM, G, FM). Quebrada de Bateones, slopes of El Misti, Juli 1961, *E.M. Nuñez 68* (USM). Quebrada Chilcana, 2800 m, 8.6.1999, *J. Roque & J. Betancourt 1031* (USM). Dist. Alto Selva Alegre, 2600 m, 26.3.2000, *V. Quipuscoa, R. Tecsí & S. Torres 1824* (HUSA). Between Arequipa and Yura on road to the north, S 16°16,834' W 71°40,305', 2653 m, 11.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7811* (BSB, USM). Between Arequipa and Yura on road to the north, S 16°10,332' W 71°38,747', 3135 m, 11.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7816* (BSB, USM). Prov. Caylloma: Chivay, 3600 m, 19.4.1997, *F. Cáceres H. 304* (HUSA). **Depto. Moquegua,** Prov. General Sánchez Cerro: Road Omate to Arequipa, S 16°38,801' W 71°05,109', 3360 m, 15.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7875* (BSB, USM). Between Poci and Omate, before Puquina, S 16°34'51'' W 71°17'26,9'', 3340 m, 20.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8315* (BSB, USM). Between Puquina and Omate, S 16°38'58,4'' W 71°06'28,3'', 3248 m, 20.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8321* (BSB, USM). Prov. Mariscal Nieto: Between Puno and Moquegua, road down after junction with Lago Desaguadero road, S 16°59,539' W 70°42,040', 3900 m, 12.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7844* (BSB, USM). Road from Omate to Moquegua, 41 km after Bridge over Rio Tambo, S 16°57'07,8'' W 70°52'31,1'', 3026 m, 21.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8401* (BSB, USM). Road from Omate to Moquegua, 46 km after Bridge over Rio Tambo, S 16°57'57,5'' W 70°51'01,8'', 3190 m, 21.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8405* (BSB, USM). **Depto. Tacna,** Prov. Tarata: Cordillera del Barroso, 3800-4100 m, 26.3.1998, *M.I. La Torre 2108* (USM). Cerro Mocara, 3200-3800 m, 1.4.1998, *M.I. La Torre 2316* (USM).

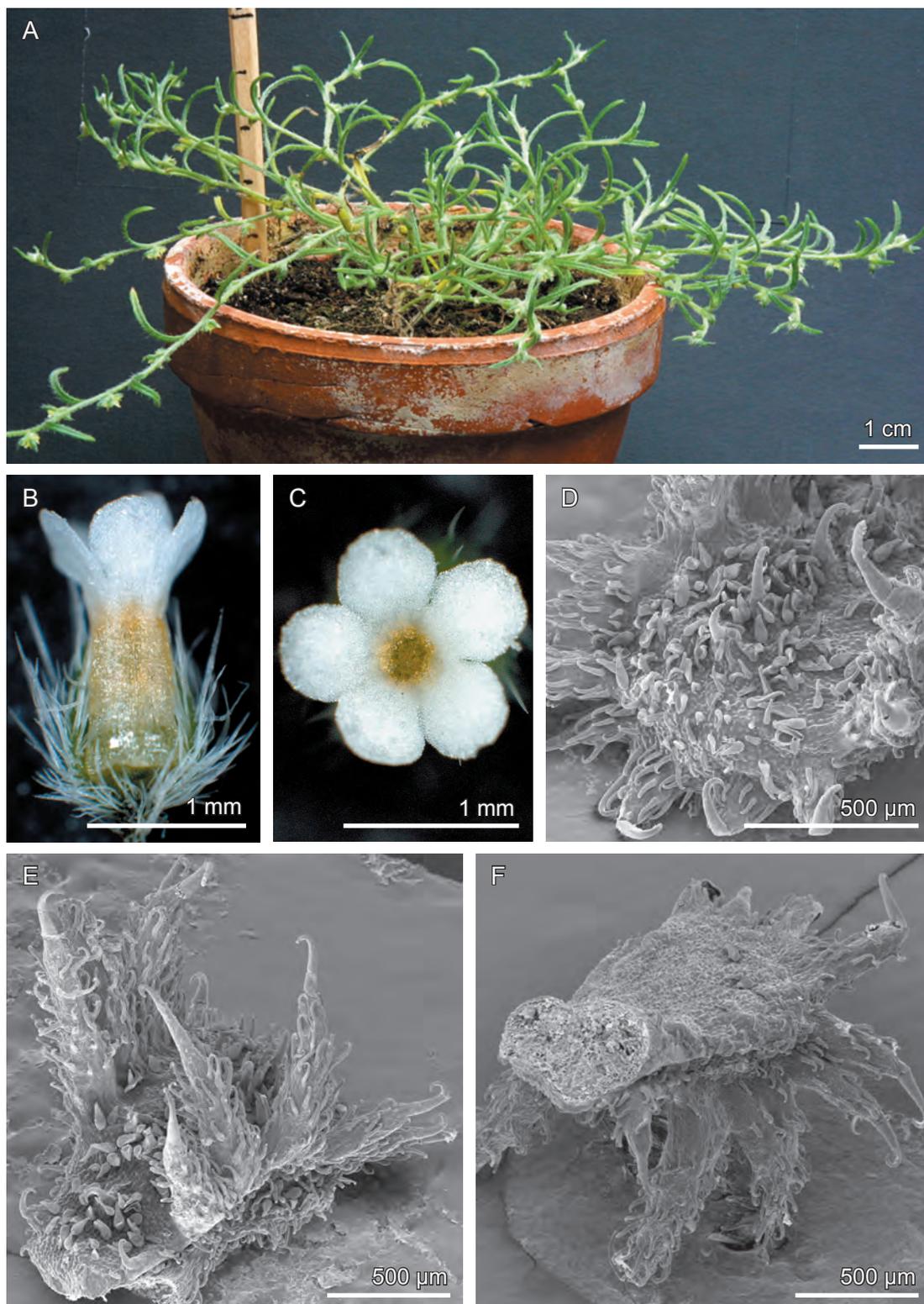


Abb. 3.9: *Pectocarya anomala*. A-C: M. Weigend & C. Schwarzer 7811 (Kultur 2006), Digitalphotographie. D-F: M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8315, REM. A: Habitus. B: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. C: Blüte von oben. D: Tuberkelartige Erhebungen mit je einem Krallenhaar in der Mitte des Klausendiskusses, Ausschnitt aus E. E: Klause Dorsalseite. F: Klause, Ventralseite.

### 3.1.3.3. Gattungs- und Artdiagnosen der Gattung *Cryptantha* aufgrund ihrer peruanischen Vertreter und Bestimmungsschlüssel zu den Arten in Peru

***Cryptantha* Lehm. ex G. Don**, Gen. Hist. 4: 373. 1837.

– Typusart: *C. glomerata* Lehm.

= *Krynitzkia* Fisch. & C.A. Mey., Index Sem. (St. Petersburg) 7: 52. 1841.

= *Piptocalyx* Torr., Botany Fortieth Parallel 240. 1871.

= *Oreocarya* Greene, Pittonia 1: 57. 1887.

= *Eremocarya* Greene, Pittonia 1: 58. 1887.

= *Greeneocharis* Gürke & Harms, Nat. Pflanzenf., Gesamtreg. 2-4: 462. 1899.

= *Wheelerella* G.B. Grant, Bull. S. Calif. Acad. Sci. 5: 28. 1906.

= *Johnstonella* Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 21: 249. 1925.

Ephemere, erosulate, aufrecht wachsende Kräuter, bis 45 cm. Blätter wechselständig, sitzend, linealisch bis lanzettlich oder verkehrt-lanzettlich, Basis stumpf, Apex rund oder zugespitzt, ganzrandig, nur der Primärnerv von der Basis bis zum Apex sichtbar. Indument der Sproßachse hispid oder strigos-hispid, das der Blätter hispid oder heterotrich-hispid aus aufrechten, halbaufrechten oder anliegenden Trichomen mit schwacher oder fehlender und aufrechten oder halbaufrechten Borstenhaaren mit starker basaler epidermaler Wölbung. Infloreszenz monotel, Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid, Sproßachse und Spezialthyrsoid enden in reichblütigen, beblätterten oder unbeblätterten, schwach skorpioiden Doppelwickeln oder in gemischten Dichasien, deren 2 Tragblätter einen Wickel und ein Spezialthyrsoid tragen. Blüten sitzend oder kurz gestielt, pentamer, tetrazyklisch. Kelch zur Blütezeit trichter- oder becherförmig, zur Fruchtreife vergrößert und becher- oder krugförmig, Kelchblätter bis fast zur Basis frei, linealisch bis lanzettlich, der adaxiale Rand mit hispidem Indument aus halbaufrechten oder mit subtomentosem Indument aus gewellten Trichomen ohne epidermale Wölbung, abaxial mit heterotrich-hispidem Indument aus langen, aufrechten, starren Borstenhaaren mit starker und kürzeren, halbaufrechten Borstenhaaren mit schwacher basaler epidermaler Wölbung. Corolla weiß mit gelben Schlundschuppen, trichterförmig oder stiel-tellerförmig, Basalschuppen vorhanden oder fehlend, Kronlappen quincuncial in der Knospe, basal verwachsen, halbrundlich oder verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis. Stamina 5, Filamente anthesepal, epipetal, freier Bereich sehr kurz, in der apikalen Tubushälfte inserierend. Gynoeceum oberständig, mit 4-teiligem Ovar, Griffel faden- oder säulenförmig, Narbe kopfig, auf einer Höhe mit Antheren.

Klausen (1—)4, homomorph oder heteromorph, der gestreckt-schmal-pyramidalen Gynobasis fast senkrecht anliegend und sie nur wenig überragend, eiförmig oder schmal eiförmig mit zugespitztem Apex, Cicatrix ventral in einer schmalen, zentral geöffneten oder geschlossenen, basal gegabelten oder schmal dreieckig geöffneten Rinne von der Klausenbasis bis zum Apex. Oberfläche bräunlich-schwarz oder grau mit grau-schwarzer Marmorierung, fein granuliert mit papillenförmigen Erhebungen, z. T. mosaikartig gefeldert. Adaxiale Klausen am stärksten an der

Gynobasis befestigt, wenn Klausen heteromorph, dann die abaxiale stark vergrößert und an der Basis mit halbmondförmiger Cicatrix fest mit der Gynobasis verbunden. Griffel die Klausen wenig überragend.

Der Gattungsname leitet sich von griech. *kryptos* = verborgen und *anthos* = Blüte her und bezieht sich auf das Auftreten kleistogamer Blüten in der Typusart. Amerikanische Gattung mit ungefähr 150 Arten in 4 Sektionen. In Nordamerika durch die Sektionen *Oreocarya* und *Krynitzkia*, in Südamerika durch die Sektionen *Krynitzkia*, *Cryptantha* und *Geocarya* vertreten. In Peru 5 Arten aus der Sektion *Krynitzkia*.

### **Bestimmungsschlüssel zu den peruanischen Arten von *Cryptantha***

- I. Klausen heteromorph, die *abaxiale* Klausen deutlich größer (ca. 1,5 x) als die restlichen Klausen, ihre Cicatrix basal breit halbmondförmig geöffnet und die gesamte ventrale Klausenbasis einnehmend, fast untrennbar mit der Gynobasis verbunden. Die restlichen Klausen eines Verbandes sehr klein, 0,5—1 mm lang, 0,3—0,6 mm breit, ihre Cicatrices basal schmal dreieckig geöffnet. Alle Klausen mit einem schmalen, vom Rest des Klausenkörpers abgesetzten Rand. Corolla basal mit Auswüchsen (Basalschuppen). Kelch sehr klein, zur Fruchtreife 1,6—2,5 mm lang.

#### **1. *Cryptantha parviflora***

- I.\* Klausen homomorph, höchstens die *adaxiale* Klausen wenig größer als die restlichen Klausen, ihre Cicatrix nicht abweichend gestaltet, aber fest mit der Gynobasis verbunden. Alle Klausen eines Verbandes 1,2—2 mm lang, 0,6—1 mm breit, ihre Cicatrices basal gabelig oder schmal dreieckig geöffnet, ohne einen vom Rest des Klausenkörpers abgesetzten Rand. Basale Auswüchse der Corolla fehlend. Kelch zur Fruchtreife 3—7 mm lang.

II.

- II. Wickel unbeblättert. Klausenoberfläche mosaikartig gefeldert, jedes Feld mit einer papillenförmigen Erhebung besetzt, Cicatrix auf der gesamten Länge geöffnet, sich basal schmal dreieckig erweiternd. Indument der Blätter heterotrich-hispid, an der abaxialen Mittelrippe und am Blattrand mit aufrechten, starren Borstenhaaren mit starker basaler epidermaler Wölbung, 1,5—2,5 mm lang. Kelchblätter am adaxialen Rand mit subtomentosem Indument aus gewellten Trichomen ohne basale epidermale Wölbung.

#### **2. *Cryptantha peruviana***

- II.\* Wickel beblättert. Klausenoberfläche nicht mosaikartig gefeldert, aber mit papillenförmigen Erhebungen besetzt, Cicatrix zentral geschlossen oder nur schmal geöffnet, basal gabelig geöffnet. Indument der Blätter hispid, mit aufrechten oder halbaufrechten Trichomen mit schwacher oder fehlender basaler epidermaler Wölbung, 0,3—1,3 mm lang. Kelchblätter

am adaxialen Rand mit hispidem Indument aus geraden Trichomen mit schwacher oder fehlender basaler epidermaler Wölbung.

III.

III. Corolla stieltellerförmig, Durchmesser 3—6 mm. Infloreszenz ein Thyrsoid mit terminalem Doppelwickel, Kelche zur Fruchtreife locker an der (scheinbaren) Blütenstandsachse verteilt. Griffel überragt reife Klausen um ein Drittel ihrer Länge.

### 3. *Cryptantha granulosa*

III.\* Corolla trichterförmig, Durchmesser 1,5—2 mm. Infloreszenz ein Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium, Kelche stehen zur Fruchtreife dicht an der (scheinbaren) Blütenstandsachse. Griffel überragt reife Klausen nur wenig.

IV.

IV. Indument der Sproßachse hispid aus aufrechten Trichomen. Corolla viel kürzer als Kelch, Kelch zur Fruchtreife krugförmig mit nach außen gerichteten Kelchblattspitzen, 5—7 mm lang, an der Spitze 4—8 mm breit. Blätter 2—9 mm breit. Jede Blüte eines Wickels mit einem Tragblatt.

### 4. *Cryptantha limensis*

IV.\* Indument der Sproßachse strigos-hispid aus anliegenden und aufrechten Trichomen. Corolla den Kelch überragend, Kelch zur Fruchtreife schmal becherförmig, 4—5 mm lang, an der Spitze 1,5 mm breit. Blätter 1—2 mm breit. Wickel nur teilweise beblättert.

### 5. *Cryptantha filaginea*

## Diagnosen der peruanischen Arten von *Cryptantha*

1. *Cryptantha parviflora* (Phil.) Reiche, Anales Univ. Chile 121: 821. 1908.

≡ *Eritrichium parviflorum* Phil., Fl. Atacam. 39. 1860 and Viage Des. Atac. 10 and 213. 1860. – Typus: CHILE, [III.]: Atacama, Caldera, Dec. 1853, *Philippi* (MO Typus, GH Photo).

= *E. microphyllum* Phil. Cat. Pl. Itin. Tarapaca 57. 1891. – Typus: CHILE, [I.]: Tarapaca, Chismisia, March 1885, *Rahmer* (MO Typus, GH Photo.). ≡ *Cryptantha microphylla* Reiche, l. c. 828 and l. c. 233.

= *Cryptantha piscoensis* Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 20: 49. 1924. – Typus: PERU, Depto. Ica, [Prov. Pisco]: slopes above Pisco, 1200-1300 m, *Weberbauer* 5375 (GH Fragment des Typus).

= *Cryptantha umbelliformis* Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 20: 317. 1924 – Typus: PERU, [Depto. Lima, Prov.] Lima: mountains near Chosica, 1500 m, April 1910, *Weberbauer* 5337 (F Isotypus).

= *Cryptantha seleri* Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 20: 317. 1924.

Abb. 3.2; 3.6: I; 3.7: C; 3.10.

Verbreitungskarte Abb. 1.4.

Pflanze ab der Basis stark verzweigt, bis 30 cm. Sprossachse bis 3,5 mm im Durchmesser, Indument hispid (Typ A) aus dicht stehenden, halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,3—1,5 mm lang.

Blätter linealisch, 5—35(—50) mm lang, 0,5—2 mm breit, Apex zugespitzt, Blattrand meist deutlich revolut, Indument der Ad- und Abaxialseite heterotrich-hispid (Typ B) aus dicht stehenden, halbaufrechten Trichomen (Typen 1, 2 a & b), 0,5—2 mm lang, Trichome vom Typ 1 mit bis zu 4 Ringen vorgewölbter Epidermiszellen.

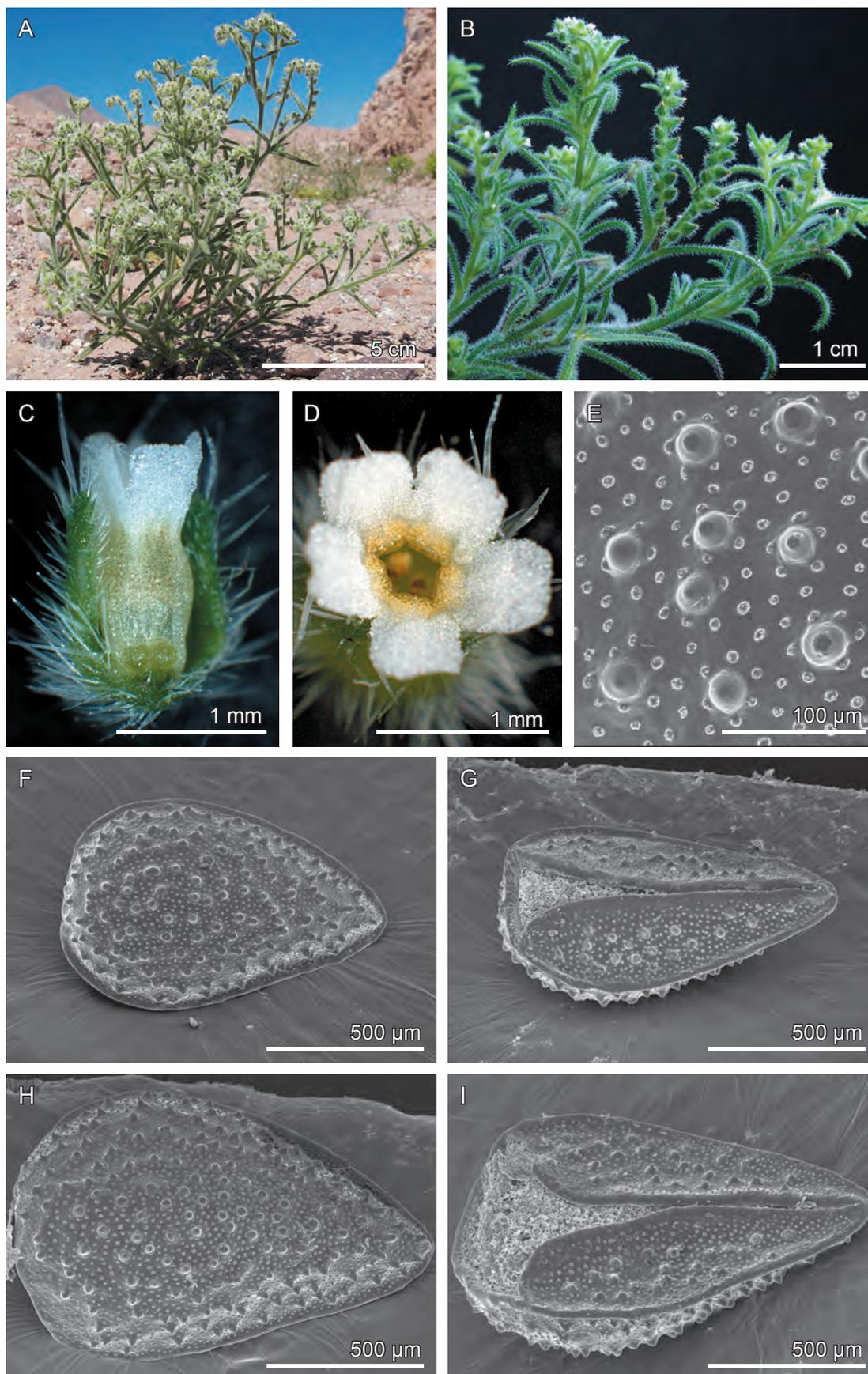
Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid und intermediär zwischen den Typen I a und I b, dabei innerhalb der Art variabel. Meist endet die Sprossachse in einem Doppelwickel (Typ I a), die Spezialthyrsoiden in einem gemischten Dichasium (Typ I b). Die ersten Prophyll des terminalen Doppelwickels (B1 & B1', Abb. 3.2) rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen, alle weiteren Prophyll fehlen oder nur wenige vorhanden. Wickel bis 10 (—20) cm lang, mit bis zu 25 dicht stehenden Blüten. Prophyll der cymösen Verzweigungen frondulos bis brakteos, 2—25 mm lang, 0,5—2 mm breit.

Kelch sitzend, während der Blüte becherförmig, 1,2—1,8 mm lang, an der Spitze 0,8—1,2 mm breit, zur Fruchtreife krugförmig, 1,6—2,5 mm lang, 1—1,3 mm breit. Kelchblätter lanzettlich, während der Blütezeit 1—1,6 mm lang, 0,3—0,5 mm breit, zur Fruchtreife 1,4—2,3 mm lang, 0,4—0,8 mm breit, mit leicht hervortretender Mittelrippe. Adaxiales Indument nur in der oberen Hälfte, strigos (Typ D) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,1—0,3 mm lang, abaxiales Indument heterotrich-hispid (Typ B) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,2—0,6 mm lang und dicht stehenden, aufrechten Trichomen (Typ 1), 0,5—1,5 mm lang.

Krone wenig länger als Kelch, trichterförmig, Blütendurchmesser 1,2—1,8 mm, Tubus bauchig, 1,2—2 mm lang, im mittleren Bereich 0,7—0,9 mm breit, mit 10 Basalschuppen, die die jungen Klauen bedecken, Kronlappen verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis, 0,5—0,7 mm lang und 0,6—0,9 mm breit. Freier Bereich der Filamente in der Hälfte der Tubushöhe inseriert, 0,1 mm lang, Antheren eiförmig, 0,3 mm lang und 0,15 mm breit. Griffel säulenförmig, Narbe wenig breiter als Griffel, Griffelhöhe etwa  $\frac{3}{5}$  der Tubuslänge.

Reife Klauen 4, heteromorph, bräunlich-schwarz, eiförmig mit einem schmalen, vom Rest des Klauenkörpers abgesetzten Rand. Klauenoberfläche fein granuliert und mit papillenförmigen, hellgrauen Erhebungen besetzt. Abaxiale Klaue sehr stark an der Gynobasis befestigt, 1—1,2 mm lang, 0,6—0,9 mm breit, Cicatrix an der Basis breit halbmondförmig geöffnet. Die anderen Klauen 0,5—1 mm lang, 0,3—0,6 mm breit, mit apikal geschlossener, basal schmal dreieckig geöffneter Cicatrix. Höhe der Gynobasis etwa  $\frac{4}{5}$  der abaxialen Klaue, Griffel etwas länger als die abaxiale Klaue.

**Bemerkungen:** Johnston (1927) gibt als nächstverwandte Art zu *C. parviflora* die kalifornische *C. angustifolia* an. Sie zeigt offensichtlich keine Verwandtschaft zu den anderen peruanischen Arten und ist von ihnen leicht durch die heteromorphen Klauen zu unterscheiden. Hier ist im Gegensatz zu allen anderen peruanischen *Cryptantha*-Arten eine Vergrößerung der abaxialen und nicht der adaxialen Klaue zu beobachten, die mit der vergrößerten Cicatrix sehr stark an der Gynobasis befestigt ist. In Kultur zeigt sie fast vollständigen Fruchtsatz.



**Abb. 3.10:** *Cryptantha parviflora*. A, E-I: M. Weigend, F. Cáceres H., C. Schwarzer 8369, B-D: M. Weigend & C. Schwarzer 7823 (Kultur 2005). A-D: Digitalphotographie. A: Habitus. B: Infloreszenz. C: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. D: Blüte von oben. E-I: REM. Illustration der bei dieser Art auftretenden Heteromerikarpie. E: Granulierte Klausenoberfläche mit papillenförmigen Erhebungen, Ausschnitt aus F. F: Adaxiale Klause, Dorsalseite. G: Adaxiale Klause, Ventralseite. H: Abaxiale Klause, Dorsalseite. I: Abaxiale Klause, Ventralseite. An der Basis die breit halbmondförmig geöffnete Cicatrix.

**Gesehenes Material:**

**PERU, Depto. La Libertad**, Prov. Trujillo: Cerro Cabezón near Trujillo, 800 m, 29.8.1951, *M. López 682* (USM). Eastern Slope of Cerro Campana, ca, 15 km N of Trujillo, 150-600 m, 4.1.1983, *M. Dillon, U. Molau & P. Matekaitis 2710* (USM). **Depto. Lima**, Prov. Lima: Cerros al norte de Chosica, 1100 m, 8.4.1923, *Weberbauer 67* (BSB, USM). Santa Eulalia, August 1923, *K. Maisch (USM 13738)* (USM). Near the ruins of Cajamarquilla, 400 m, 27.11.1947, *R. Ferreyra 2860 a* (USM). Southern base of Huachoc Pass, 20 km NE of Trapiche on road to Huaral, Canta Valley, 1000 m, 5.8.1957, *P.C. Hutchison 1030* (USM). Prov. Huarochiri: Km 52 Carretera Central Lima-Oroya, between Chosica and Matucana, 1200-1400 m, 27.3.1955, *R. Ferreyra 10495* (BSB, USM). Pampa Piedra Viuda, 1200 m, 2.4.1968, *E. Cerrate, J. Gómez & B. Ojeda 4321* (BSB, USM). Antioquia, 5 m, 16.6.1984, *A. Cano 530* (USM). **Depto. Ica**, Prov. Ica: Santiago, km 318-320 Panamericana Sur, 350 m, 16.11.1995, *J. Roque 67* (USM). Prov. Nazca: Km 17 on road Nazca to Puquio, 1140m, 2.10.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/647* (BSB, MSB, USM). **Depto. Ayacucho**, Prov. Lucanas: Between Nazca and Puquio, 1500-1600 m, 19.3.1947, *R. Ferreyra 5451* (BSB, USM). **Depto Arequipa**, Prov. Arequipa: Cerros de Arequipa, 2300-2400 m, 24.4.1961, *R. Ferreyra 14268* (BSB, USM). Surroundings of Arequipa, 2800 m, 24.4.1961, *R. Ferreyra 14286* (BSB, USM). Path to Cabrerias, 2900-3000 m, 11.5.1973, *G. Arenas P. 161* (USM). 1,4 km above Yura on road to Chivay, 2700 m, 7.10.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/770* (BSB, MSB, USM). Dist. Alto Selva Alegre, Parque Ecologico Alto Selva Alegre, 2600 m, 2.10.1999, *V. Quipuscoa S., R. Tecsí L. & S. Torres 1616* (HUSA). Quebrada Honda, 2600 m, 31.5.1999, *J. Roque & J. Betancourt 901* (USM). Cerro Sombre-Rayoc, on road to Huanca, S 16°07,662' W 71°49,089', 2750 m, 10.6.1999, *J. Roque & J. Betancourt 1053* (USM). Between Yura and path to ..., 2500-2600 m, 1.6.1999, *J. Roque & J. Betancourt 924* (USM). Road from Yura to Chiguata, beyond Chiguata towards Juliaca, S 16°23' W 71°20', 25.1.2000, *M. & K. Weigend 2000/502* (HUSA). Dist. Polobaya, between Alto Ornillo and Chapi, 16.2.2000, *V. Quipuscoa S. R. Tecsí L., S. Torres C., L. Ortiz M. & L. Escobar 1720* (HUSA). 4 km from Santuario del Chapi, Road to La Gruta, S 16°45' W 71°19,22', 2250 m, 20.10.2002, *V. Quipuscoa S., M.O. Dillon, L. Cáceres, G. Castillo 2793* (HUSA). Between Arequipa and Yura on road to north, S 16°16,834' W 71°40,305', 2653 m, *M. Weigend & C. Schwarzer 7813* (BSB, USM, HUSA). Tingo, 2100-2300 m, 8.4.1925, *Francis W. Pennell 13112* (USM). Prov. Camaná: Quebrada de Toro, 450 m, 12.2.1998, *F. Cáceres 14* (HUSA). Quebrada de Jaguay, between km 809-810 Panamericana Sur, 150 m, 18.7.1996, *J. Roque 280* (USM). Prov. Islay: Lomas de Mollendo, 100-200 m, 7.10.1957, *R. Ferreyra 12590* (BSB, USM). Near Mollendo, 11.12.1956, *R. Ferreyra 12087* (BSB, USM). Mollendo-Matarani, 150-200 m, 29.11.1955, *R. Ferreyra 11566* (BSB, USM). Prov. Caravelí: Lomas de Jahuay, between Nazca and Chala, 300-400 m, 17.10.1943, *R. Ferreyra & A. Weberbauer 1393* (BSB, USM). Lomas de Atiquipa, 200-300 m, 12. 12. 1956, *R. Ferreyra 12124* (BSB, USM). Km 652 Panamericana Sur at Cali gas station, 6 km S of Chala, Lomas de Capacc, 200 m, 13.9.1957, *P. C. Hutchison 1282* (USM). **Depto. Moquegua**, Prov. Mariscal Nieto: Road Moquegua to Omate, S 16°54,724' W 70°54,526', 2511 m, 14.4.2004,

*M. Weigend & C. Schwarzer 7859* (BSB, USM, HUSA). Road Moquegua to Omate, S 17°03,989' W 70°51,377', 2341 m, 14.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7849* (BSB, USM, HUSA). Road from Omate to Moquegua, 2 km after bridge over Río Tambo, S 16°46'45,2'' W 70°54'39,7'', 1609 m, 21.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H., C. Schwarzer 8350* (BSB, USM). Road from Omate to Moquegua, 4 km after bridge over Río Tambo, S 16°47'26,0'' W 70°54'23,2'', 1660 m, 21.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H., C. Schwarzer 8369* (BSB, USM). Road from Omate to Moquegua, 31 km after bridge over Río Tambo, S 16°54'45,1'' W 70°54'29,2'', 2548 m, 21.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H., C. Schwarzer 8393* (BSB, USM). Prov. Ilo: Lomas de Mostazal, ca. 10 km south of Ilo (km 140 on coastal road Tacna - Ilo), 100-200 m, 12.10.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/841* (BSB, MSB, USM). Lomas de Tacahuay, 9.10.2002, *J. V. Schneider, M. Chanco & M. L. Huertas 2810* (USM). **Depto. Tacna**, Prov. Tacna: 50 km N of Tacna, 500-600 m, 1.12.1955, *R. Ferreyra 11651* (USM). Hda. Puquio in Tacna, 1000-1200 m, 30.4.1983, *E. Cerrate, R. Ferreyra, M. Chanco 8612* (BSB, USM). Surroundings of Puquio, 1000-1200 m, 30.4.1983, *E. Cerrate, R. Ferreyra, M. Chanco 19796* (BSB, USM). Lomas of Tacna, ca. 54 km N of Tacna, 6-7-km E on road to Curibaya, turn-off Panamericana Sur at km 1238, 530-620 m, 20.10.1983, *M.O. & D. Dillon 3665* (USM).

## 2. *Cryptantha peruviana* I.M. Johnst.; Contr. Gray Herb. 73: 74. 1924.

– Typus: PERU, Depto. Lima, [Prov. Lima]: loose rocks on dry slope above river, Rio Blanco, 3600 m, 8.-9.5.1922, *Macbride & Featherstone 674* (F Typus, GH Isotypus).

= *C. debilis* var. *peruviana* (I.M. Johnst.) Brand, Pflanzenr. IV. 252:49. 1931. = *C. Weberbaueri* Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 20: 318. 1924. – Typus: PERU, [Depto.] Ancash: rocky places, Ocos, 3200-3400 m. alt., *Weberbauer 2658* (GH Fragment des Typus).

= *C. cajabambensis* Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 20: 319. 1924. – Typus: PERU. [Depto.] Ancash: Hacienda Cajabamba between Samanco and Caraz, *Weberbauer 3041* (GH Fragment des Typus).

Abb. 3.1: A; 3.2; 3.11.

Verbreitungskarte Abb. 1.4.

Pflanze ab der Basis locker verzweigt, bis 45 cm. Sprossachse bis 3 mm im Durchmesser, Indument strigos-hispid (Typ C), aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,3—0,6 mm lang und aufrechten Trichomen (Typ 2 a), 1—2,2 mm lang.

Blätter linealisch bis schmal lanzettlich, 10—55 mm lang, 1—4 mm breit, Apex spitz, Indument der Ad- und Abaxialseite heterotrich-hispid (Typ B) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5—1,2 mm lang und besonders am Blattrand und der abaxialen Mittelrippe mit aufrechten Trichomen (Typ 1), 1,5—2,5 mm lang.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit terminalem Doppelwickel (Typ I a). Die ersten Prophyll des terminalen Doppelwickels (B1 & B1', Abb. 3.2) fehlen, ebenso sämtliche Prophyll der cymösen Verzweigungen. Das Internodium zwischen den Tragblättern B1 und

B2 meist stark verkürzt, den Tragblättern B3 und B4 fehlt das Achselprodukt, was zur Entstehung einer interkalaren Hemmungszone (W. Troll & F. Weberling 1989) führt. Alle Spezialthyroide wiederholen dieses Verhalten. Wickel bis 25 cm lang, mit bis zu 30 distal dicht, proximal sehr locker stehenden Blüten.

Kelch sitzend, während der Blüte trichterförmig, 2—2,5 mm lang, an der Spitze 1,5—2 mm breit, zur Fruchtreife kurz gestielt, Pedikel 0,5 mm lang, krugförmig, 3—5,5 mm lang, 1,8—2,5 mm breit. Kelchblätter lanzettlich, während der Blütezeit 1,6—2,2 mm lang, 0,2—0,5 mm breit, zur Fruchtreife 2,8—5,2 mm lang, 0,6—1,1 mm breit, mit abaxial leicht hervortretender Mittelrippe. Adaxiales Indument nur in der oberen Hälfte, strigos (Typ D) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,2—0,5 mm lang, am adaxialen Rand subtomentos (Typ E) aus leicht gewellten Trichomen (Typ 3) 0,2—0,8 mm lang, abaxiales Indument heterotrich-hispid aus halbaufrechten und am Rand abstehenden Trichomen (Typ 2 a & b), 0,2—1 mm lang, die Mittelrippe mit aufrechten Trichomen (Typ 1), 0,5—2,3 mm lang.

Krone trichterförmig, Blütendurchmesser 1,5—2,5 mm, Tubus mit einer Einschnürung über dem Fruchtknoten, darüber bauchig, 1,5—2 mm lang, im mittleren Bereich 0,6—1 mm breit, Kronlappen halbrundlich, an der Basis zu einem Drittel verwachsen, der freie Bereich 0,6—0,8 mm lang und 0,6—1 mm breit. Freier Bereich der Filamente in der Hälfte der Tubushöhe inseriert, 0,2 mm lang, Antheren eiförmig, 0,4 mm lang und 0,25 mm breit. Griffel säulenförmig, Höhe etwa  $\frac{3}{5}$  der Tubuslänge.

Reife Klausen 4, homomorph, grau mit schwarzer Maserung, schmal eiförmig mit spitz zulaufendem Apex, 1,7—1,9 mm lang, 0,8—1 mm breit. Cicatrix auf der gesamten Länge geöffnet, sich zur Basis schmal dreieckig erweiternd, die Klausenoberfläche fein granuliert und mosaikartig gefeldert, jedes Feld mit einer papillenförmigen Erhebung. Adaxiale Klause am stärksten an der Gynobasis befestigt und etwas größer als die anderen, Höhe der Gynobasis etwa  $\frac{3}{4}$  der Klausenlänge, Griffel die Klausen knapp überragend.

**Bemerkungen:** *C. peruviana* besitzt keine näher verwandte Art in Peru. Nach Johnston (1927) ist sie mit *C. globulifera* aus Argentinien und Chile verwandt. Von den hier beschriebenen Arten ist sie durch die vollkommen unbeblätterten Wickel und die mosaikartig gefelderten Klausen mit einer auf der gesamten Länge geöffneten Cicatrix zu unterscheiden. In Kultur zeigt sie einen nahezu vollständigen Fruchtansatz.

**Gesehenes Material:**

**PERU, Depto. Ancash**, Prov. Bolognesi: Ocos, 3200-3400 m, *A. Weberbauer* 2658 (USM). Prov. Recuay: Bosque de Noqno, Parin, 2880-3300 m, 24.5.1988, *A. Cano* 1679 (USM). **Depto. Lima**, Prov. Huarochiri: Huaranguillo, first peak between Lima-Huarochiri, ca. 3000 m, 5.5.1953, *E. Cerrate* 1660, *O. Tovar* 1443 (USM). **Depto. Ayacucho**, Prov. Puquio: Km 65 on road Nazca – Puquio, 3500 m, 2.10.1997, *M. Weigend* & *H. Förther* 97/670 (BSB, MSB, USM). **Depto. Arequipa**, Prov. Arequipa: Km 53 on road from Arequipa to Puquina, between Arequipa and Pocsi, S 16°31'12'' W 71°25'52'', 3080 m, 29.4.2000, *M. Weigend*, *E. Rodriguez*

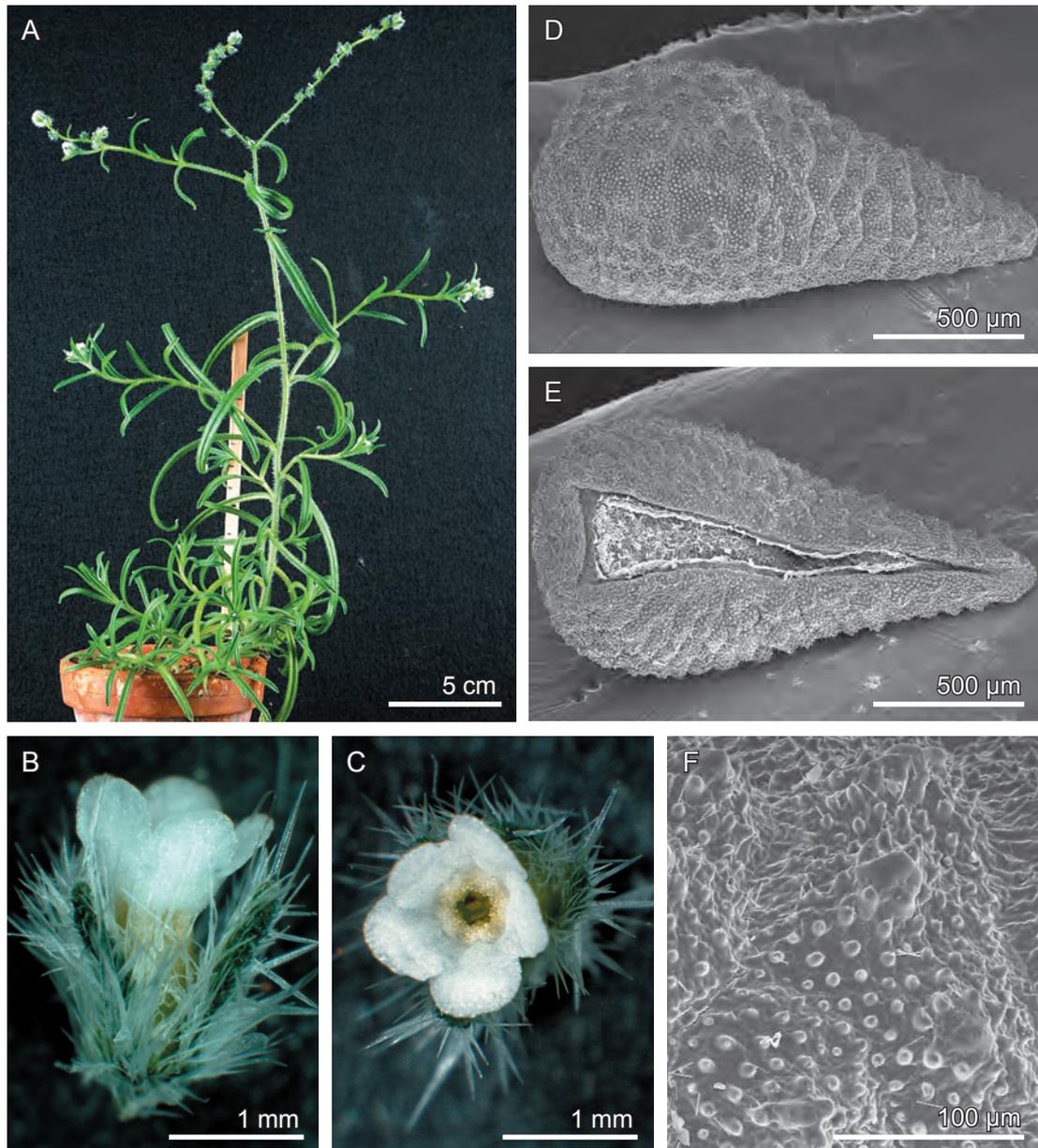


Abb. 3.11: *Cryptantha peruviana*. A-C: M. Weigend & C. Schwarzer 7841 (Kultur 2005), Digitalphotographie. A: Habitus. B: Blüte seitlich, das vordere Kelchblatt entfernt. C: Blüte von oben. D-F: M. Weigend & C. Schwarzer 7850 (Kultur 2005), REM. D: Klause, Dorsalseite. E: Klause, Ventralseite. F: Fein granulierte und mosaikartig gefelderte Oberfläche mit einer papillenförmigen Erhebung in jedem Feld, Ausschnitt aus D.

R., C. Lawrence, D. Ludwig, H. Peter, F. Cáceres H. 2000/548 (USM, HUSA). Between Arequipa and Yura on road to north, S 16°16,834 W 71°40,305', 2653 m, 11.4.2004, M. Weigend & C. Schwarzer 7814 (BSB, USM, HUSA). Between Pocsi and Characato, S 16°30'09,3'' W 71°26'43,0'', 2798 m, 19.4.2006, M. Weigend F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8307 (BSB, USM). Dist. Chiguata, 3200 m, 15.3.1996, M. Rodriguez D. 05542 (HUSA). Dist. Alto Selva Alegre, 2600 m, 26.3.2000, V. Quipuscoa S., R. Tecsí & S. Torres 1820 (HUSA). Quebrada Chilcana, base of mountain, 2800 m, 8.6.1999, J. Roque & J. Betancourt 1029 (USM). Depto. Moquegua, Prov. Moquegua: Santa Rosa, near Puquina, 3342 m, 19.5.1999, F. Cáceres H. & Col. 1163 (HUSA). Prov. Mariscal Nieto: Road Moquegua to Omate, S 17°03,013' W 70°50,437', 2772 m, 14.4.2004, M. Weigend & C. Schwarzer 7851 (BSB, USM, HUSA).

Road Moquegua to Omate, S 17°03,989' W 70°51,377', 2341 m, 14.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7850* (BSB, USM, HUSA). Road from Omate to Moquegua, 41 km after bridge over Rio Tambo, S 16°57'07,8'' W 70°52'31,1'', 3026 m, 21.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8402* (BSB, USM). Between Puno and Moquegua, road down after junction with Lago Desaguadero road, S 16°59,539' W 70°42,040', 3900 m, 12.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7841* (BSB, USM, HUSA). Prov. General Sánchez Cerro: 3342 m, 15.5.1999, *F. Cáceres H., A. Garcia, E. Ponce 634* (HUSA). Road Omate to Arequipa, S 16°38,801' W 71°05,109', 3360 m, 15.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7876* (BSB, USM, HUSA). Road Omate to Arequipa, S 16°39,445' W 71°00,046', 2316 m, 15.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7874* (BSB, USM, HUSA). Between Puquina and Omate, S 16°38'58,4'' W 71°06'28,3'', 3248 m, 20.4.2006, *M. Weigend F. Cáceres H. & C. Schwarzer 8318* (BSB, USM). **Depto. Tacna**, Prov. Tarata: Ticaco, 3600—4000 m, 31.3.1998, *A. Cano 8304 & 8305* (USM). Cerros SE of Cordillera del Barroso, 4000—4270 m, 28.3.1998, *M.I. La Torre 2160* (USM). Cordillera del Barroso, 4200—4580 m, 26.3.1998, *A. Cano 8183* (USM). Poma, road Tarata-Puno, 3400—3800 m, 25.3.1998, *A. Cano 8092* (USM). Cerro Mocara, 3200—3800 m, 1.4.1998, *M.I. La Torre 2307*(USM).

**3. *Cryptantha granulosa*** (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 68: 54. 1923.

≡ *Myosotis granulosa* Ruiz & Pav., Fl. Peruv. 2: 5. 1799. – Typus: PERU: 1778-1788, *H. Ruiz & J. Pavon s.n.* (B).

= *C. latifolia* Johnst., Contr. Gray Herb. 73: 13. 1924. – Typus: PERU, Depto. Lima, Prov. Lima: Chorrillos near Lima, 150 m. alt. *Macbride 5861* (F Typus, GH Isotypus).

= *C. varians* Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 24: 57. 1928. – Typus: PERU, Depto. Lima, Prov. Lima: Mountains near Chosica, 1400 m, April 1910, *Weberbauer 5340* (F)

Abb. 3.2; 3.6: G; 3.12.

Verbreitungskarte Abb. 1.4.

Pflanze ab der Basis locker verzweigt, Höhe bis 40 cm. Sprossachse bis 3 mm im Durchmesser, Indument hispid (Typ A) aus aufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,3—1,2 mm lang.

Blätter linealisch bis lanzettlich, 10—75 mm lang, 2—15 mm breit, Apex rund bis leicht zugespitzt, Indument der Ad- und Abaxialseite hispid (Typ A) aus aufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), locker verteilt, 0,3—1 mm lang.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit terminalem Doppelwickel (Typ I a), durch mannigfaltige Metatopien gekennzeichnet und innerhalb der Art und auch einzelner Individuen sehr variabel. Prophyll des terminalen Doppelwickels (B1 & B1', Abb. 3.2) meist rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen, ebenso die wenigen, unregelmäßig auftretenden Prophyll der cymösen Verzweigungen. Das Internodium zwischen den Tragblättern B1 und B2 meist stark verkürzt, so dass der Eindruck eines Pleiochasiums entsteht. Dieses Verhalten wird von allen Spezialthyrsoiden wiederholt. Abweichungen von dieser Beschreibung: anstelle des

Parakladiums PC 2 ein Wickel oder innerhalb eines Wickels Tragblätter mit Beiknospen, die sich zu Spezialthyrsoiden entwickeln. Wickel bis 18 (—30) cm lang, mit bis zu 35 meist locker stehenden Blüten, Prophyll der cymösen Verzweigungen frondulos, 2—30 mm lang, 1—7 mm breit. Kelch sitzend, während der Blüte trichterförmig, (1,7—)2—4,5 mm lang, an der Spitze 1,5—3 mm breit, zur Fruchtreife becherförmig, (2—)3—6 mm lang, an der Spitze 2—4 mm breit. Kelchblätter linealisch bis lanzettlich, während der Blütezeit 1,5—4 mm lang, 0,5—1 mm breit, zur Fruchtreife 3—5 mm lang, 0,5—1,5 mm breit, mit abaxial leicht hervortretender Mittelrippe. Adaxiales Indument im unteren Drittel fehlend, darüber hispid (Typ A) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 b), 0,3—0,8 mm lang, abaxiales Indument heterotrich-hispid (Typ B) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), locker verteilt, 0,2—0,7 mm lang, die Mittelrippe bis kurz über die Kelchblattmitte mit aufrechten Trichomen (Typ 1), 0,5—1,8 mm lang.

Krone stieltellerförmig, Blütendurchmesser 3—6 mm, Tubus bauchig mit einer Einschnürung über dem Fruchtknoten, 1,8—2 mm lang, im mittleren Bereich 1—1,5 mm breit, Kronlappen verkehrt eiförmig mit stumpfer Basis, 1,3—3 mm lang und 1,3—2,2 mm breit. Freier Bereich der Filamente bei drei Vierteln der Tubushöhe inseriert, 0,2 mm lang, Antheren elliptisch, 0,4 mm lang und 0,25 mm breit. Narbe wenig breiter als Griffel, Griffel fadenförmig, Höhe ca. 3/4 der Tubuslänge. Reife Klausen 1—4, homomorph, bräunlich oder grau bis schwarz, schmal eiförmig mit spitz zulaufendem Apex, 1,6—1,9 mm lang, 0,7—0,9 mm breit. Cicatrix zentral geschlossen oder schmal geöffnet, basal gegabelt, die Klausenoberfläche fein granuliert und mit papillenförmigen Erhebungen besetzt, am dorsalen Apex häufig in 20—50 µm hohe Emergenzen übergehen. Wenn nur 1 Klausen entwickelt, dann die adaxiale, diese am stärksten an der Gynobasis befestigt und etwas größer als die anderen, Höhe der Gynobasis etwa 4/5 der Klausenlänge, Griffel die Klausen um 1/3 ihrer Länge überragend.

**Bemerkungen:** Brand beschrieb 1928 eine neue Art, *C. varians*, und gab als Typus *Weberbauer 5340* an. Johnston (1927) ordnete diesen Beleg zuvor *C. granulosa* zu. Macbride (1960) übernahm den Artnamen von Brand. Von *C. granulosa* unterscheidet sich der Beleg durch die kleineren Kelche (Länge zur Blütezeit 1,7 mm, zur Fruchtreife 2—2,5 mm) und Blüten (Durchmesser 2—3 mm), entspricht aber sonst in allen anderen Merkmalen der hier gegebenen Beschreibung. Zudem ließ sich bei einer Suche an der Typuslokalität im Jahr 2006 keine einzige Pflanze, die dem Typus entsprach, finden. Da sich *C. granulosa* in ihrem Verbreitungsgebiet als sehr variabel erweist, erscheint die Aufrechterhaltung der Art *C. varians* nicht gerechtfertigt.

*C. granulosa* kann von den nah verwandten Arten *C. limensis* und *C. filaginea* durch die großen, stieltellerförmigen Blüten, die als Thyrsoid mit terminalem Doppelwickel ausgebildete Synfloreszenz, die nur schwach beblätterten Wickel und den die Klausen zur Fruchtreife um ein Drittel überragenden Griffel unterschieden werden. In Kultur zeigt sie gute Keimungsraten und ihre Blüten verströmen einen süßlichen Duft. Der Fruchtansatz ist selten vollständig, oft werden 2—3 Klausen abortiert oder ganze Blüten bleiben steril.

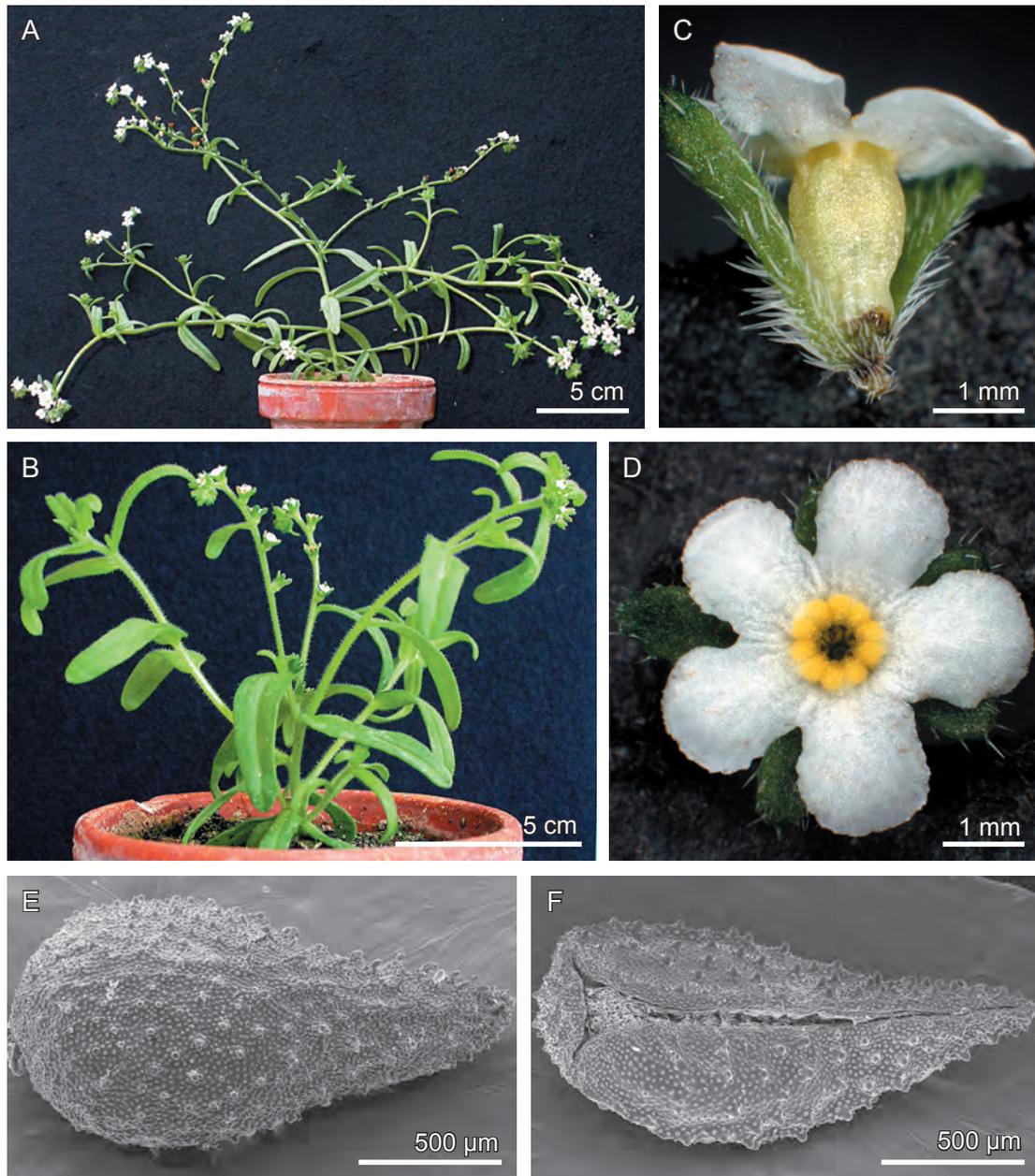


Abb. 3.12: *Cryptantha granulosa* (M. & K. Weigend KW\_320, Kultur 2005). A-D: Digitalphotographie. A: Habitus. B: Junge Pflanze. C: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. D: Blüte von oben. E, F: REM. E: Klause, Dorsalseite. F: Klause, Ventralseite.

#### Gesehenes Material:

**PERU, Depto. Lima**, Prov. Lima: Mountains near Chosica, 1400 m, April 1910, *Weberbauer* 5340 (F), Quebrada Verde (north of Panchacamac), 250-350 m, 27.9.1997, *M. Weigend & H. Förther* 97/545 (BSB, USM). Huaico between Lurin and San Bartolo, 10 m, 21.5.1972, *R. Ferreyra* 17964 (BSB, USM). San Bartolo, 2.10.1953, *L. Sánchez* (BSB). Lomas de Lurín, 250-260 m, 8.8.1971, *R. Ferreyra* 17744 (USM). Lomas de Lurín (Jato Sisa), 300-350 m, 18.8.1953, *R. Ferreyra* 9581 (BSB, USM). Chorrillos, December 1921, *C.A. Ridoutt* USM 10106 (BSB, USM). Pasamayo, between Lima and Chancay, 120 m, 24.9.1952, *R. Ferreyra* 8757 (BSB, USM). Lomas de Caracoles between Lima and Cañete, 200-250 m, 3.9.1950, *R. Ferreyra* 8026 (USM). Lomas de Atocongo, km 32 south of the Loma, 250 m, 21.10

1951, *E. Cerrate* 821 (BSB, USM), 26.8.1956, *E. Cerrate* 2739 (USM). Lomas de Atocongo, km 52 south of Lima, 250 m, 26.8.1956, *E. Cerrate* 2722 (BSB, USM). Atocongo, south of Lima, Loma, 200-300 m, 12.9.1947, *R. Ferreyra* 2439 (BSB, USM). Lomas de Atocongo, south of Lima, 250 m, 21.9. 1954, *E. Cerrate* 2383 (BSB, USM). Lomas de Atocongo, 200-300 m, 19.10.1986, *C. del Carpio* 041 (USM). Atocongo, 2.11.1957, *O. Tovar* 2618 (USM). Atocongo, 19.10.1986, *S. Baldeón M.* 130 (USM). Atocongo, S 12°08' W 76°56', 8.9.2002, *J.V. Schneider, M.L. Huertas* 2690 (USM). Atocongo, 400 m, 23.9.2000, *J. Roque & C. Arana* 1844 (USM). Lomas de Pacta, 300 m, September 2001, *M.I. La Torre, A. Mendoza & M. Ocrospoma* 3139 & 3163 (USM). Lomas de Caringa, 300 m, 18.9.2001, *M.I. La Torre, A. Mendoza & M. Ocrospoma* 3112 (USM). Prov. Yauyos: Road from Quilmana to Panamericana, km 122 on Panamericana, Lomas de Quilmana, S 12°57'13'' W 76°26'29'', ca. 320 m, 8.10.2002, *Weigend et al.* 7349 (BSB, USM). Prov. Canta: Near Canta, 31.5.1983, *E. Cerrate, R. Ferreyra, B. León* 8686 (BSB). Prov. Hualal: Hualal, Monte al borde de un río seco, 18.10.1943, *L. Goytizolo* (BSB). Lomas de Iguanil, 2.11.1986, *C. del Carpio* 060 (USM). Lomas de Lachay, 300-700 m, 30.6.2000, *A. Cano* 10955 (USM).

**Depto. Arequipa**, Prov. Arequipa: Panamericana Sur, km 652 at Cali gas station (6 km south of Chala), Lomas de Cápacc, 200 m, 13.9.1957, *P.C. Hutchison* 1281 (USM). Lomas de Cápacc, near Chala, 200-260 m, 10.10.1956, *R. Ferreyra* 11923 (USM). Prov. Caravelí: Km 586 Panamericana Sur, Lomas 6 km north of Atiquipa turnoff on Panamerican Highway, 300-860 m, 3.10.1997, *M. Weigend & H. Förther* 97/706 (BSB, USM). Lomas de Atico, 5-15 m, 10.11.1949, *R. Ferreyra* 6369 (BSB, USM). Atiquipa, 17.11.1957, *O. Tovar* 2708 (USM). Atico, 40 m, 16.11.1957, *O. Tovar* 2656 (USM). Atico, 50-100 m, 3.12.1955, *R. Ferreyra* 11725 (BSB, USM). Atico, 100 m, 28.11.1955, *R. Ferreyra* 11536 (BSB, USM). Lomas de Atico, between Chama and Camaná, 200-300 m, 8.11.1947, *R. Ferreyra* 2520 (BSB, USM). Prov. Islay: Playa Catarindo, Mollendo, 30-100 m, 14.10.1997, *M. Weigend & H. Förther* 97/870 (BSB). Lomas de Yuta, 800 m, 3.7.1992, *Carmela Talavera s.n.* (USM), Above Mejía, south of Mollendo, 180-200 m, 12.11.1949, *R. Ferreyra* 6417 (USM). Mollendo, 150-200 m, 24.10.1976, *R. Ferreyra* 18662 (BSB, USM). **Depto. Moquegua**, Prov. Ilo: Lomas de Mostazal, ca. 10 km S Ilo (km 140 coastal road Tacna-Ilo), 100-200 m, 12.10.1997, *M. Weigend & H. Förther* 97/830 (HUT).

#### 4. *Cryptantha limensis* (A. DC.) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 70: 46. 1924.

≡ *Eritrichium limense* A. DC. Prodr. 10: 133. 1846. – Typus: PERU, [Depto. Lima, Prov. Lima]: Lima, 1833, *Abadia s.n.* (GH Photo von Typus).

= *C. Macbridei* I.M. Johnst.; Contr. Gray Herb. 73: 74. 1924. – Typus: PERU, [Depto. Lima, Prov. Lima]: loose stony upper slopes of sea-side hills, Chorrillos near Lima, ca. 150 m. alt., *Macbride* 5869 (F Typus, GH Isotypus).

= *C. Woitschachii* Brand Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 20: 317. 1924. – Typus: PERU: *Woitschach* (G, Fragment des Typus von *C. Woitschachii*).

Abb. 3.1: B; 3.3: A; 3.6: H; 3.7: D; 3.13: A, B, D-H.

Verbreitungskarte Abb. 1.4.

Pflanze ab der Basis locker verzweigt, bis 25 cm. Sprossachse bis 2 mm im Durchmesser, Indument hispid (Typ A) aus aufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,3—1 mm lang.

Blätter linealisch bis verkehrt-lanzettlich, 10—40 mm lang, 2—9 mm breit, Apex rund, Indument der Ad- und Abaxialseite hispid (Typ A) aus aufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,3—1 mm lang.

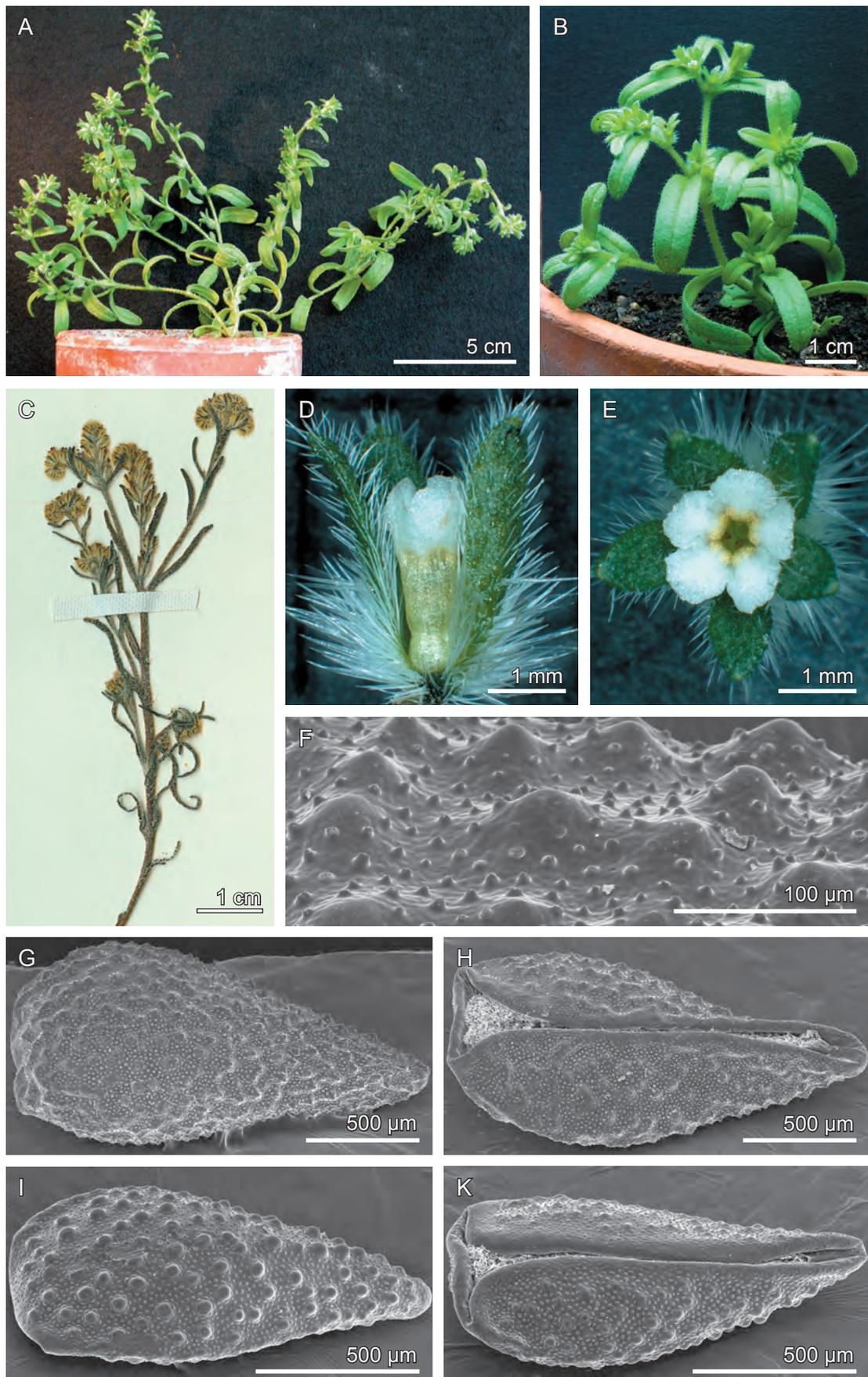
Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium (Typ I b). Alle Prophyll der cymösen Verzweigungen vorhanden, das erste Prophyll des terminalen Wickels (B1', Abb. 3.3: A) sowie alle weiteren Prophyll rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen. Das Internodium zwischen den Tragblättern B1 und B2 ist stark verkürzt, so dass der Eindruck eines Pleiochasiums entsteht. Dieses Verhalten wird von allen Spezialthyrsoiden wiederholt. Wickel bis 18 cm lang, mit bis zu 40 dicht stehenden Blüten, Prophyll der cymösen Verzweigungen frondulos, 3—25 mm lang, 1—6 mm breit.

Kelch sitzend, während der Blüte trichterförmig, 3—5 mm lang, an der Spitze 3—5 mm breit, zur Fruchtreife krugförmig mit nach außen gerichteten Kelchblattspitzen, 5—7 mm lang, an der Spitze 4—8 mm breit. Kelchblätter lanzettlich, während der Blütezeit 2—4,5 mm lang, 0,5—1 mm breit, zur Fruchtreife 4—6 mm lang, 0,7—1,5 mm breit, mit abaxial hervortretender Mittelrippe. Adaxiales Indument im unteren Drittel fehlend, darüber hispid (Typ A) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5—1 mm lang, abaxiales Indument heterotrich-hispid (Typ B) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), locker verteilt, 0,3—0,7 mm lang, die Mittelrippe bis zur Kelchblattmitte mit aufrechten Trichomen (Typ 1), 1—1,8 mm lang.

Krone kürzer als Kelch, trichterförmig, Blütendurchmesser 1,5—2 mm, Tubus bauchig und über dem Fruchtknoten eingeschnürt, 1,6—2,2 mm lang, im mittleren Bereich 0,8—1,2 mm breit, Kronlappen halbrundlich, ca. 1 mm lang und 1 mm breit. Freier Bereich der Filamente bei zwei Dritteln der Tubushöhe inserierend, 0,2 mm lang, Antheren eiförmig, 0,2 mm lang und 0,15 mm breit. Griffel säulenförmig, Höhe etwa 2/3 der Tubuslänge.

Reife Klausen 4, homomorph, grau mit schwarzer Maserung, schmal eiförmig mit spitz zulaufendem Apex, 1,7—2 mm lang, 0,8—1 mm breit. Cicatrix zentral geschlossen, basal gabelig geöffnet, die Klausenoberfläche fein granuliert und mit papillenförmigen Erhebungen besetzt. Adaxiale Klausen am stärksten an der Gynobasis befestigt und wenig größer als die restlichen Klausen, Höhe der Gynobasis etwa 4/5 der Klausenlänge, Griffel etwas länger als Klausen.

**Bemerkungen:** Zusammen mit *C. granulosa* einer der häufigsten Vertreter der Gattung in der Loma-Vegetation der peruanischen Küstenwüste. Sehr nah mit *C. filaginea* verwandt, welche von *C. limensis* durch das strigos-hispide Indument der Sprossachse und den zur Fruchtreife kürzeren (4—5 mm) und schmal becherförmigen Kelch, der von der Corolla überragt wird, verschieden ist. *C. limensis* zeigt in Kultur sehr hohe Keimungsraten und fast immer vollständigen Fruchtansatz.



**Abb.3.13: *Cryptantha limensis* (M. & K. Weigend KW\_354, Kultur 2006). A, B, D, E: Digitalphotographie. A:** Habitus. **B:** Junge Pflanze. **D:** Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. **E:** Blüte von oben. **F-H: REM. F:** Granulierte Klausenoberfläche mit papillenförmigen Erhebungen, Ausschnitt aus G. **G:** Klausen, Dorsalseite. **H:** Klausen, Ventralseite. ***Cryptantha filaginea* C: M. Ackermann 474. Digitalphotographie. Habitus. I, K: J. Grau 97/1283. REM. I:** Klausen, Dorsalseite. **K:** Klausen, Ventralseite.

**Gesehenes Material:**

**PERU, Depto. Ancash**, Prov. Huarmey: Km 589 Panamericana Norte, 330 m, 10.10.2000, *M. Weigend, H. Förther & N. Dostert 2000/642* (BSB, MSB, HUT). **Depto. Lima**, Prov. Lima: Quebrada Verde (north of Panchacamac), 250-350 m, 27.9.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/546* (BSB, MSB, USM). Lomas de Atocongo, 200-250 m, 30.9.1956, *R. Ferreyra 11858* (USM). Prov. Huaral: Iguanil near Huaral, Loma, 400 m, 4.10.1987, *E. Cerrate & R. Ferreyra 9148* (USM). Prov. Chancay: Lomas de Lachay, 100-500 m, 26.9.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/533* (BSB, MSB, USM). Lomas de Lachay, 250- 300 m, 5.11.1955, *R. Ferreyra 11529* (BSB, USM). Lomas de Lachay, km 105 Panamericana Norte, 300-700 m, 7.9.1996, *A. Cano, M. Arakazi, J. Roque 7610* (USM). Lomas de Lachay, 150-650 m, 26.8.2000, *A. Cano 10916* (USM). Lomas de Pasamayo, ca. 65 km NE of Lima on Panamericana Norte, ca. 450 m, 5.11.1986, *M.O. Dillon, J. Santiste, M. Chanco & C. Diaz 4742* (USM). **Depto. Arequipa**, Prov. Camaná: Ca. 5 km south of Camaná, km 856 Panamericana Sur, 5.10.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/767* (BSB, MSB, USM). Lomas de Camaná, 600-700 m, 13.11.1949, *R. Ferreyra 6446*. Prov. Caraveli: Lomas ca. 3 km east of km 655 Panamericana Sur, 350-960 m, 4.10.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/737* (BSB, MSB, USM). Prov. Islay: Lomas de Mollendo, 560 m, October 1972, *J.G. Bornas, F. Zegarra, A. Chavez 32* (USM), *Herera-Rivera, A. Chavez 28* (USM). Mollendo, 300-400 m, 11.12.1956, *R. Ferreyra 12085* (USM). **Depto. Moquegua**, Prov. Ilo: Lomas de Ilo, 600-650 m, 6.10.1957, *R. Ferreyra 12569* (BSB, USM).

**5. *Cryptantha filaginea*** (Phil.) Reiche. Anales Univ. Chile 121: 829. 1908.

≡ *Eritrichium filagineum* Phil. Anal. Univ. Chile 90: 536. 1895. – Typus: CHILE, [III]: Atacama, Monte Amargo, Sept. 1885, *F. Philippi* (MO Typus, GH Photo)

Abb. 3.3: A; 3.13: C, I, K.

Verbreitungskarte Abb. 1.4.

Pflanze ab der Basis locker verzweigt, bis 20 cm. Sprossachse bis 2 mm im Durchmesser, Indument strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,2—1 mm lang und aufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5—1,8 mm lang.

Blätter linealisch bis schmal lanzettlich, 10—30 mm lang, 1—2 mm breit, Apex spitz, Indument der Ad- und Abaxialseite hispid (Typ A) aus aufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,3—1,3 mm lang.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium (Typ I b). Das erste Prophyll des terminalen Wickels (B1', Abb. 3.3: A) rekauleszent mit seinem Achselprodukt verwachsen, ebenso die nur teilweise vorhandenen Prophyll der cymösen Verzweigungen. Das Internodium zwischen den Tragblättern B1 und B2 stark verkürzt, so dass der Eindruck eines Pleiochasiums entsteht. Dieses Verhalten wird von allen Spezialthyrsoiden wiederholt. Wickel bis 8 cm lang, mit bis zu 20 dicht stehenden Blüten, Prophyll der cymösen Verzweigungen

frondulos, 3—10 mm lang, 0,5—1,5 mm breit.

Kelch während der Blüte sitzend, trichterförmig, 2,5—3 mm lang, 1,5—2 mm breit, zur Frucht-reife kurz gestielt, Pedikel 0,5 mm lang, schmal becherförmig, 4—5 mm lang, an der Spitze 1,5 mm breit. Kelchblätter linealisch bis schmal lanzettlich, während der Blütezeit 2,2—2,8 mm lang, 0,4—0,8 mm breit, zur Frucht-reife 3,8—4,6 mm lang, 0,6—1 mm breit, mit abaxial leicht hervortretender Mittelrippe. Adaxiales Indument nur in der oberen Hälfte, strigos (Typ D) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,2—0,6 mm lang, abaxiales Indument heterotrich-hispid (Typ B) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), locker verteilt, 0,2—1 mm lang, die Mittelrippe bis zur Kelchblattmitte mit aufrechten Trichomen (Typ 1), 0,8—1,8 mm lang .

Krone den Kelch überragend, trichterförmig, Blütendurchmesser 1,5—2 mm, Tubus bauchig und über dem Fruchtknoten eingeschnürt, 1,8—2,2 mm lang, im mittleren Bereich 0,8—1,2 mm breit, Kronlappen halbrundlich, ca. 1 mm lang und 1 mm breit. Freier Bereich der Filamente in der Hälfte der Tubushöhe inseriert, 0,2 mm lang, Antheren eiförmig, 0,2 mm lang und 0,15 mm breit. Griffel säulenförmig, Höhe etwa die Hälfte der Tubuslänge.

Reife Klausen 4, homomorph, grau mit schwarzer Maserung, schmal eiförmig mit spitz zulaufendem Apex, 1,2—1,8 mm lang, 0,6—0,8 mm breit. Cicatrix zentral geschlossen, basal gabelig geöffnet, die Klausenoberfläche fein granuliert und mit papillenförmigen Erhebungen besetzt. Adaxiale Klausen am stärksten an der Gynobasis befestigt und etwas größer als die restlichen Klausen, Höhe der Gynobasis etwa 4/5 der Klausenlänge, Griffel die Klausen um ein Viertel ihrer Länge überragend.

**Bemerkungen:** Das Hauptverbreitungsgebiet von *C. filaginea* befindet im Norden von Chile. Sie ist dort der häufigste Vertreter der Gattung in der Loma-Vegetation. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich bis in den südlichen Teil Perus, nördlich davon in Peru wird sie durch Arten wie *C. limensis* und *C. peruviana* ersetzt.

**Gesehenes Material:**

**CHILE, II.,** Prov. Antofagasta: Lomas de Taltal, near road from Taltal to the Panamericana, S 25°27'50'' W 70°26'42'', 360 m, 24.10.2002, *M. Ackermann* 474 (B, BSB, CONC, M, SGO, NY, F). Taltal, 100 m, Oct. 1925, *E. Werdermann* 809 (B). **[III.]**: Desert of Atacama [Caldera Region], Sept.-Oct. 1890, *T. Morong* 1238 (F, NY). Prov. Chañaral: North of junction to Pan de de Azucar, 600 m, S 26°12' W 70°25', 6.11.1987, *K.H. & W. Rechinger* 63497 (B).

**PERU, Depto. Arequipa, Prov. Islay:** Lomas de Lluta, road from Arequipa to the coast, 350 m, 18.10.2002, *M. Ackermann & F. Cáceres* H. 440 (BSB).

### 3.1.3.4. Gattungs- und Artdiagnose der Gattung *Amsinckia* aufgrund ihres peruanischen Vertreters

***Amsinckia* Lehm.**, Del. Sem. Hort. Hamburg, 3: 7. 1831.

– Typusart: *A. lycopsoides* Lehm.

= *Benthamia* Lindl., Nat. Syst.: 241. 1831.

Annuelle Halbrosettenpflanze, aus deren Blattrosette sich die aufrechte, beblätterte und locker verzweigte Synfloreszenz erhebt, Höhe 10—70 cm. Keimblätter tief zweispaltig, Blätter wechselständig, sitzend, schmal lanzettlich bis verkehrt-lanzettlich, Basis stumpf, Apex spitz, ganzrandig, der Primärnerv von der Basis bis zum Apex sichtbar, sekundäre Blattneratur schwach brochidrom. Indument an der gesamten Pflanze heterotrich-hispid aus dicht stehenden, aufrechten Borstenhaaren mit starker und schwacher basaler epidermaler Wölbung. Infloreszenz monotel, Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid, Sprossachse und Spezialthyrsoiden enden in reichblütigen, unbeblätterten, schwach skorpioiden Doppelwickeln, selten in Wickeln. Blüten kurz gestielt, pentamer, tetrazyklisch. Kelch zur Blütezeit kurz gestielt, schmal trichterförmig, zur Fruchtreife vergrößert und breit becherförmig, Kelchblätter bis fast zur Basis frei, schmal lanzettlich, der adaxiale Rand mit subtomentosem Indument aus gewellten Trichomen ohne epidermale Wölbung, abaxial mit heterotrich-hispidem Indument aus langen, aufrechten, starren Borstenhaaren mit starker und kürzeren, halbaufrechten Borstenhaaren mit schwacher basaler epidermaler Wölbung. Corolla gelb bis orange, trichter- bis stieltellerförmig, Tubus zylindrisch, nach oben verengt, Schlundschuppen fehlend, Kronlappen quincuncial in der Knospe, die basale Hälfte verwachsen, halbrundlich. Stamina 5, Filamente antesepal, epipetal, freier Bereich sehr kurz, in der Tubusspitze inseriert, Gynoeceum oberständig, mit 4-teiligem Ovar, Griffel fadenförmig, Narbe zweigeteilt, subkapitat, auf einer Höhe mit Tubusapex und Antheren. Klausen 4, homomorph, der kegelförmigen Gynobasis schräg anliegend und sie deutlich überragend, eiförmig mit zugespitztem Apex, Cicatrix schmal tropfenförmig, basales Klausendrittel einnehmend, apikal in ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel vorhanden. Oberfläche bräunlich, glänzend, mit warzenförmigen Cuticula-Bildungen und faltigen und tuberkelartigen Erhebungen. Adaxiale Klausen verbleibt an der kegelförmigen Gynobasis, Griffel überragt Klausen deutlich.

Benannt nach Wilhelm Amsinck, dem Bürgermeister und Förderer des Botanischen Gartens von Hamburg. Amerikanische Gattung mit ungefähr 20 Arten in 4 Sektionen, davon 1 Art aus der Sektion *Tessellatae* panamerikanisch und 1 Art aus der Sektion *Muricatae* in Südamerika und in Peru.

***Amsinckia calycina*** (Moris) Chater, Bot. J. Linn. Soc. 64: 380. 1971.

≡ *Lithospermum calycinum* Moris, Enum. Sem. Hort. Taur.: 21. 1831.

= *L. hispidum* Ruiz. & Pav., Fl. Peruv. 2: 5. 1799, non Forskål, Fl. Aegypt. Arab.:38. 1775.

≡ *A. hispida* I.M. Johnston., Contr. Gray Herb. 73: 75. 1924, nomen superfl. illegit. – Isotypus: PERU: 1778-88, *H. Ruiz & J. Pavon s.n.* (F).

= *A. angustifolia* Lehm., Del. Sem. Hort. Hamburg. 1832: 3. 1832 et op. cit., 1833: 3.1833.

≡ *Benthamia angustifolia* Druce, List Brit. Pl. 103. 1908. ≡ *A. angustifolia*, var. *microcarpa* Speg. Anal. Soc. Cient. Argentina 53: 136. 1902. ≡ *A. angustifolia*, var. *pseudolycopsioides* Clos in Gay, Fl. Chile 4: 473. 1849. – Typus: CHILE: Santiago, *Gay 48* (GH Photo).

= *A. pseudolycopsioides* Speg. Anal. Soc. Cient. Argentina 53: 137. 1902.

= *A. parviflora* Bernh. Del. Sem. Hort. Erf. 1833 and Linnaea 10. Litt.: 73. 1836.

= *L. chilense* Colla, Mem. Acad. Torino 38: 127, t. 40. 1834.

= *Eritrichium pachnophilum* Wedd. Chlor. Andina 2: 87. 1859. – Typus: BOLIVIA, Depto. Potosi: Quebrada de las Lagunas, March, *D'Orbigny 1448* (GH Fragment).

= *A. basistaminea* Cesati, Atti Acc. Sc. Nap. ser. 5, 7: 14. 1873. ≡ *B. basistaminea* Druce, Rep. Exch. Cl. Brit. Isl. 4: 298. 1916.

= *E. Mandonii* Ball, Jour. Linn. Soc. Bot. 22: 51. 1885. – Typus: BOLIVI, Depto. La Paz: Calavaya near Sorata, 2700-2900 m, *Mandon 378* (G, NY, ISOTYPES).

= *Cryptantha Spegazzinii* Johnston, Contr. Gray Herb. 68: 54. 1923.

= *Plagiobothrys aurantiacus* Brand in Fedde, Repert. 20: 46. 1924.

Abb. 3.1: C, G; 3.2; 3.6: B; 3.7: B; 3.14.

Verbreitungskarte Abb. 1.2.

Pflanze selten unverzweigt, meist locker verzweigt, 10—70 cm. Sprossachse bis 6 mm im Durchmesser, Indument heterotrich-hispid (Typ B) aus dicht stehenden, aufrechten Trichomen (Typ 1 und 2 a & b), 0,5—2,5 mm lang.

Rosettenblätter 20—130(—200) mm lang, 2—13(—20) mm breit, Indument der Ad- und Abaxialseite heterotrich-hispid (Typ B) aus dicht stehenden, aufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5—1,8 mm lang und aufrechten Trichomen (Typ 1), 1—2,5 mm lang, am Blattrand —3 mm.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit terminalem Doppelwickel (Typ I a). Die ersten Prophyll des terminalen Doppelwickels (B1 & B1', Abb. 3.2) zeigen oft Rekauleszenz, alle weiteren Prophyll der cymösen Verzweigungen fehlend. Die Terminalblüte und die ersten Blüten eines Wickels oft abortiert. Tragblätter B3 und B4 ohne Achselprodukt, was zur Entstehung einer interkalaren Hemmungszone führt (W. Troll und F. Weberling 1989). Spezialthyrsoid conkauleszent mit ihrer Abstammungssachse verwachsen, mit Architektur der Hauptachse. Wickel bis 25 cm lang, mit bis zu 30 distal dicht, proximal locker stehenden Blüten, Tragblätter der Parakladien linealisch oder lanzettlich bis verkehrt-lanzettlich, frondos bis frondulos, (10—)20—100(—180) mm lang, (1—)3—10(—17) mm breit, das einzige Prophyll eines Wickel lanzettlich, frondulos bis brakteos, 5—20(—40) mm lang, 1—4(—8) mm breit.

Kelch während der Blüte 2,5—5 mm lang, an der Spitze 2—3 mm breit, Pedikel 0,5 mm lang, zur Fruchtreife 4—7 mm lang, 3—5 mm breit, Pedikel verlängert, 1—2 mm lang. Kelchblätter während der Blütezeit 2—4,5 mm lang, 0,5—1 mm breit, zur Fruchtreife 3,5—6 mm lang, 0,8—1,3 mm breit. Adaxiales Indument im unteren Drittel fehlend, darüber hispid (Typ A) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 b), 0,2—0,6 mm lang, am adaxialen Rand subtomentos (Typ E) aus leicht gewellten Trichomen (Typ 3) 0,3—0,8 mm lang, abaxiales Indument heterotrich-hispid aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,2—0,6 mm, am adaxialen Rand bis 1,2 mm lang, und aufrechten bis halbaufrechten Trichomen (Typ 1), 1—3 mm lang.

Blütendurchmesser 3—5 mm, Tubus 3—7 mm lang, im mittleren Bereich 0,8—1,2 mm breit, freier Teil der Kronlappen 0,6—1,2 mm lang und 1—2 mm breit. Freier Bereich der Filamente 0,1 mm lang, Antheren eiförmig, 0,6 mm lang und 0,2 mm breit.

Reife Klausen 2—2,5 mm lang, 1,5—1,9 mm breit. Dorsalseite im apikalen Bereich mit quer auf den Dorsalkiel zulaufenden, faltigen Erhebungen. Klausenoberfläche mit warzenförmigen Cuticula-Bildungen (Hofmann 1994) und tuberkelartigen Erhebungen verschiedener Größe. Höhe der Gynobasis etwa zwei Drittel der Klausenlänge, Griffel die Klausen um zwei Drittel ihrer Länge überragend.

**Bemerkungen:** *A. calycina* ist ein typisches Ackerunkraut auf Höhen über 2000 m in Peru. Ein Fundort befindet sich in den Lomas von Lurin bei Lima. In Kultur zeigt sie sehr hohe Keimungsraten.

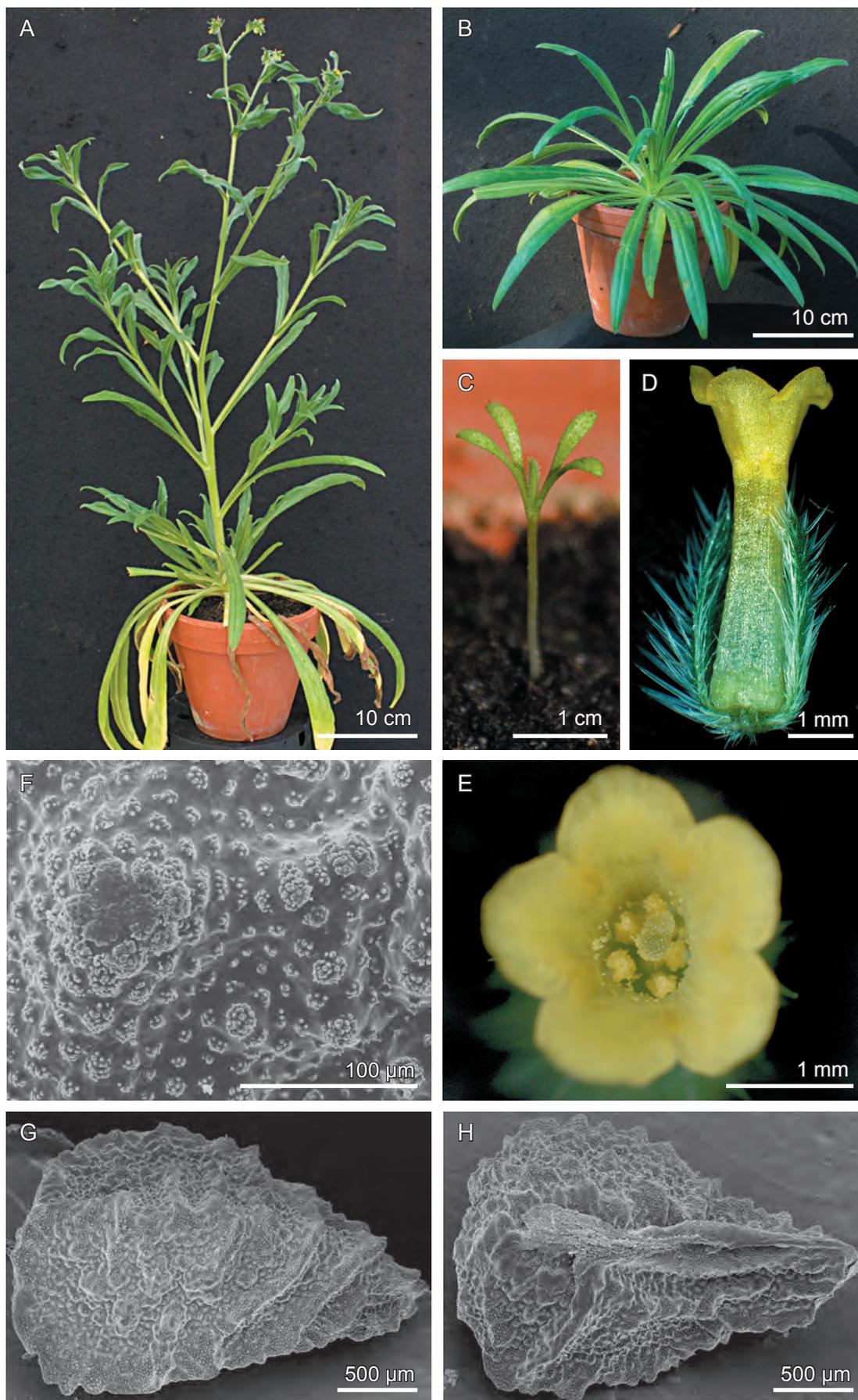
#### **Gesehenes Material:**

**ARGENTINA, Prov. Neuquen,** Depto. Huiliches: Road to Mamuil Malal (ex Paso Tromén), S 40°43'40'', W 71°09'26'', 623 m, 14.1.2002, *M. & K. Weigend, H. Förther & N. Dostert 5878 (Ref. 2002/78)* (BSB, LMU). **Prov. Rio Negro,** Depto. Pilcaniyeu: Road from San Carlos de Bariloche to Comallo, near Lago Perito Moreno, S 41°03' W 70°59', 938 m, 10.1.2002, *M. & K. Weigend, H. Förther & N. Dostert 5821 (Ref. 2002/22)* (BSB, LMU). Road from San Carlos de Bariloche to Comallo, S 41°04'23'' W 71°06'22'', 965 m, 10.1.2002, *M. & K. Weigend, H. Förther & N. Dostert (Ref. 2002/13)* (BSB, LMU).

**CHILE, V.,** Valparaiso: Aconcagua, on the road from Santiago to Los Andes, S 33°08'00'' W 70°46'47'', 563 m, 30.9.2001, *M. Weigend, H. Hilger & J. Skrabal 5911 (Ref. 2001-2/261)* (BSB, LMU) & *5912 (Ref. 2001-2/262)* (BSB, LMU). On the road from San Felipe to Cabil-do, 22,8 km after the bridge, at Mina Cobriza turnoff, S 32°31'12'' W 70°48'08'', 1.10.2001, *M. Weigend, H. Hilger & J. Skrabal 5936 (Ref. 2001-2/286)* (BSB, LMU).

**BOLIVIA, Depto. La Paz,** Prov. Bautista Saavedra: Below Amarete near street to mine Sica, 3600 m, 13.1.1980, *T. Feuerer 7815 a* (HBG), *T. Feuerer 7815 b* (BSB). Amarete, 2 km on the road to Saganacon, 3750 m, 12.1.1980, *T. Feuerer 7748 a* (HBG). Near Amarete, on the road to Saganacon, 3850 m, 26.1.1980, *T. Feuerer 8142 a* (HBG).

**PERU, Depto. Cajamarca,** Prov. Cajamarca: Surroundings of Cajamarca, 2700-3700 m, 11.9.1986, *F. Terrones 1822* (USM). Prov. Contumazá: 22 km from Contumazá on road to



**Abb. 3.14:** *Amsinckia calycina* (M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7634, Kultur 2006). A-E: Digitalphotographie. A: Habitus. B: Junge Pflanze. C: Keimling mit tief zweispaltigen Kötyledonen. D: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. E-H: REM. E: Blüte von oben. F: Klausenoberfläche, tuberkelartige Erhebungen mit warzenförmigen Cuticula-Bildungen. G: Klause, Dorsalseite. H: Klause, Ventralseite.

Guzmango, above Cruz Grande, 3000-3600 m, 11.5.2003, *M. Weigend, T. Henning & O. Mohr* 7634 (BSB, USM). **Depto. La Libertad**, Prov. Otuzco: Road Otuzco tu Usquil, S 07°50,315' W 78°29,076', 3263 m, 18.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer* 7881 (BSB, USM, HUT). Above Pampa del Shingo-Shitahuara, 3100 m, 4.6.1990, *S. & P. Leiva* 104 (USM). **Depto. Ancash**, Prov. Sihuas: Road Sihuas to Corongo/Yuramarca, on the north-facing slopes above Río Sihuas near Ragash, S 08°32,252' W 77°40,118', 3627 m, 26.4.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer* 8031 (BSB, USM). Prov. Yungay: Pamparomás, 11.4.2001, *M. & K. Weigend, T. Henning & C. Schneider* 5541 (Ref. 2001/541, 2) (BSB, LMU, USM). Prov. Recuay: Around Distrito de Marca, 2650 m, 13.8.1963, *J. Gomez* (USM). **Depto. Junin**, Prov. Concepcion: Road from Huancayo to San Vicente de Cañete, in San Jose de Quero, S 12°05'23'' W 75°32'09'', 3974 m, 22.9.2001, *M. Weigend & J. Skrabal* 5866 (Ref. 2001-2/216) (BSB, LMU, USM). Prov. Jauja: Distrito de Acolla, 20.2.1962, *E. Cerrate & C. Blancas* (USM 54287) (USM). **Depto. Lima**, Prov. Lima: Lomas de Lurin, 200-250 m, 7.10.1956, *R. Ferreyra* 11896 (USM). Prov. Huarochiri: Santiago de Auchucaya, NE of Huarochiri, 3620 m, 13.5.1953, *E. Cerrate* 1845, *O. Tovar* 1624 (USM). **Depto. Arequipa**, Prov. Camaná: 12.8.1999, *F. Caceres* 1478 (HUSA). Prov. Arequipa: Distrito Chiguata, 2800 m, 15.3.1996, *M. Rodriguez D.* 7017 (HUSA).

### 3.1.3.5. Gattungs- und Artdiagnosen der Gattung *Plagiobothrys* aufgrund ihrer peruanischen Vertreter und Bestimmungsschlüssel zu den Arten in Peru

***Plagiobothrys* Fisch. & C.A. Mey.**, Index Sem. Hort. Petrop. 2: 46. 1835

– Typusart: *P. rufescens* Fisch. & C.A. Mey. = *P. fulvus* (Hook & Arn.) I.M. Johnst.,

Contr. Gray Herb. 68: 70. 1923.

= *Echidiocarya* A.Gray, Proc. Amer. Acad. Arts 11: 89. 1876.

= *Allocarya* Greene, Pittonia 1: 12. 1887.

= *Sonnea* Greene, Pittonia 1: 22. 1887.

= *Echinoglochin* (A.Gray) Brand, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 21: 252. 1925.

= *Allocaryastrum* Brand, Pflanzenr. 4. (78): 99. 1931.

= *Glyptocaryopsis* Brand, Pflanzenr. 4. (78): 104. 1931.

Ephemere oder ausdauernde Rosetten- und Halbrosettenpflanzen, mit aufrechten, niederliegenden oder kriechenden Infloreszenzachsen, 5—20 cm. Beblätterung der Synfloreszenzachsen wechsel- oder gegenständig, Blätter sitzend, wenn wechselständig, dann eiförmig bis lanzettlich, wenn gegenständig, dann ± linealisch und die Blattbasen häutig miteinander verbunden, Basis stumpf, Apex rund bis zugespitzt oder spitz, ganzrandig, nur der Primärnerv von der Basis bis zum Apex sichtbar. Indument der gesamten Pflanze hispid aus dicht stehenden, halbaufrechten Trichomen oder die Achsen kahl, hispid oder strigos, die Blätter strigos-hispid mit am Blattrand abstehenden Trichomen mit schwacher und fehlender basaler epidermaler Wölbung. Infloreszenz monotel, Synfloreszenz ein homöo- oder heterokladisches Thyrsoid,

die cymösen Verzweigungen als Dichasien und/oder beblätterte oder unbeblätterte, wenig- oder reichblütige, schwach skorpiode Wickel ausgebildet. Blüten sitzend oder kurz gestielt, pentamer, tetrazyklisch. Kelch zur Blütezeit trichter- oder becherförmig, zur Fruchtreife vergrößert und krugförmig, Kelchblätter bis fast zur Basis frei oder mit ihrem basalen Drittel verwachsen, linealisch, lanzettlich oder eiförmig, der adaxiale Rand mit hispidem Indument aus halbaufrechten oder mit subtomentosem Indument aus gewellten Trichomen ohne epidermale Wölbung, abaxial mit hispidem oder strigos-hispidem Indument aus Trichomen mit schwacher und fehlender epidermaler Wölbung. Corolla weiß mit gelben Schlundschuppen, trichter- oder stieltellerförmig, Kronlappen quincuncial in der Knospe, basal verwachsen, halbrundlich oder verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis. Stamina 5, Filamente anteseptal, epipetal, freier Bereich sehr kurz, in der apikalen Tubushälfte inserierend. Gynoeceum oberständig, mit vierteiligem Ovar, Griffel faden- oder säulenförmig, Narbe kopfig, auf einer Höhe mit Antheren, oder oberhalb. Klausen (1—)4, homomorph, der kegelförmigen oder pyramidalen Gynobasis schräg anliegend und sie deutlich überragend, eiförmig mit leicht oder deutlich zugespitztem Apex, Cicatrix ± dreieckig, basal oder kurz unterhalb des ventralen Klausenzentrums, apikal in ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel vorhanden oder fehlend. Oberfläche bräunlich bis schwarz oder auch rötlich-grau, mit leistenförmigen Erhebungen mit oder ohne Mikropapillen, z.T. mit Hakenhaaren oder langen Emergenzen. Griffel kürzer oder wenig oder deutlich länger als die Klausen.

Der Gattungsname leitet sich von griech. *plagios* = seitlich liegend und *bothros* = Vertiefung ab und bezieht sich auf die Lage der Cicatrix. Etwa 70 Arten in 5 Sektionen, Hauptverbreitungsgebiet in Amerika, nach Al-Shebaz (1991) außerdem 3 Arten in Australien und 1 Art auf Kamschatka. Die Sektionen *Amsinckiopsis* und *Sonnea* sind auf Nordamerika beschränkt, die Sektionen *Echidiocarya*, *Plagiobothrys* und *Allocarya* kommen in Nord- und Südamerika vor. In Peru 6 Arten aus den Sektionen *Plagiobothrys* und *Allocarya*.

### **Bestimmungsschlüssel zu den peruanischen Arten von *Plagiobothrys***

- I. Rosettenpflanzen mit orthotrop wachsenden Infloreszenzachsen, diese wechselständig beblättert mit eiförmigen bis lanzettlichen Hochblättern, ihr Indument hispid aus halbaufrechten Trichomen. Reife Klausen breit eiförmig mit deutlich zugespitztem Apex, Cicatrix submedial positioniert und dort 1/5 der Klausenlänge einnehmend. Kelchblätter adaxial mit hispidem Indument aus halbaufrechten Trichomen. Pflanze enthält Alkannin, welches den Herbarbogen violett färbt. (Sektion *Plagiobothrys*)

#### **1. *Plagiobothrys myosotoides***

- I.\* Halbrosettenpflanzen mit plagiotrop wachsenden Infloreszenzachsen, diese gegenständig beblättert mit ± linealischen Hochblättern (=Tragblätter der Parakladien), ihr Indument strigos-hispid aus anliegenden Trichomen auf der Lamina und halbaufrechten Trichomen am Blattrand. Die Basen zweier gegenüberstehender Blätter häutig miteinander verwachsen.

Reife Klausen eiförmig mit leicht zugespitztem Apex, Cicatrix basal positioniert und dort 1/5 bis die Hälfte der Klausenlänge einnehmend. Kelchblätter adaxial mit strigosem Indument aus anliegenden Trichomen oder adaxiales Indument fehlend. Alkannin fehlend. (Sektion *Allocarya*)

II.

- II. Corolla groß, Durchmesser 4,5—6,5 mm, Tubuslänge 3—5 mm. Kelch gestielt, Pedikel zur Fruchtreife 3—6 mm lang. Reife Klausen ohne dorsalen Kiel, Oberfläche mit wenigen leisten- und tuberkelartigen Erhebungen, die mit Hakenhaaren besetzt sind, der Griffel fast doppelt so hoch wie die Klausen. Indument an den Achsen der Parakladien fehlend.

### **2. *Plagiobothrys kunthii***

- II.\* Corolla kleiner, Durchmesser 1—4 mm, Tubuslänge 1—1,5 mm. Kelch sitzend oder kurz gestielt, Pedikel zur Fruchtreife 0,5—1 mm lang. Reife Klausen zumindest im apikalen Klausendrittel mit dorsalem Kiel, Oberfläche mit langen Emergenzen besetzt oder sie erscheint runzelig durch viele leisten- und tuberkelartige Erhebungen, Hakenhaare fehlend, der Griffel kürzer als die Klausen oder sie nur kurz überragend. Indument zumindest an den distalen Achsenbereichen der Parakladien vorhanden.

III.

- III. Pflanzen ephemere, die niederliegenden Infloreszenzachsen überragen die Blattrosette zur Fruchtreife nur wenig, achsenbürtige Bewurzelung fehlend. Cicatrix basal positioniert, 1/2—1/3 der Klausenlänge einnehmend. Klausen mit Frucht polymorphus, die Oberfläche entweder mit langen Emergenzen (80—200 µm lang) oder sie erscheint runzelig durch viele leisten- und tuberkelartige Erhebungen.

### **3. *Plagiobothrys macbridei***

- III.\* Pflanzen ausdauernd, die kriechenden Infloreszenzachsen überragen die Blattrosette zur Fruchtreife deutlich, ihre Nodien mit achsenbürtiger Bewurzelung. Cicatrix basal positioniert, 1/5—1/4 der Klausenlänge einnehmend. Klausen ohne Frucht polymorphus, die Oberfläche erscheint runzelig durch viele leisten- und tuberkelartige Erhebungen.

IV.

- IV. Die blühenden Infloreszenzabschnitte als Anthokladien ausgebildet, ihre Verzweigung erfolgt ausschließlich dichasial, jede Blüte mit 2 gegenständigen, frondosen Prophyllen. In Peru nur aus den Deptos. Cajamarca und Amazonas bekannt.

### **4. *Plagiobothrys linifolius* ssp. *pygmaeus***

IV.\* Die blühenden Infloreszenzabschnitte als Wickel ausgebildet, ihre Verzweigung erfolgt monochasial, jede Blüte mit höchstens einem frondulosen Prophyll. In Peru nur südlich der Deptos. Cajamarca und Amazonas.

V.

V. Blüten klein, Durchmesser 1—1,5 mm, Griffel zur Fruchtreife kürzer als die Klausen.

#### 5. *Plagiobothrys congestus*

IV.\* Blüten größer, Durchmesser 2—3 mm, Griffel zur Fruchtreife die Klausen überragend.

#### 6. *Plagiobothrys humilis*

### Diagnosen der peruanischen Arten von *Plagiobothrys*

1. *Plagiobothrys myosotoides* (Lehm.) Brand, Pflanzenr. IV. 252 (97): 108. 1931.

≡ *Lithospermum myosotoides* Lehm. Pl. Asperif. Nucif. 2: 319. 1818. – Typus: CHILE: 1778-1788, Ruiz & Pavon 11/4 (MA)

= *Lithospermum tinctorium* R. & P., Fl. Peruv. 2: 4. 1799. ≡ *Eritrichium tinctorium* A. DC. Prodr. 10: 132. 1846. ≡ *Plagiobothrys tinctorius* (A. DC.) Gray, Proc. Amer. Acad. Arts 20: 283. 1885.

= *Lithospermum tingens* Roem. & Schult., Syst. Veg. 4: 44. 1819.

= *Eritrichium pugae* Phil., Anales Univ. Chile 90: 532. 1895. – Typus: CHILE, [VIII, Región del Bío-Bío]: between Bollen and Coihueco, Oct. 1878, Puga (MO Typus, GH Photo.).

Abb. 3.1: D,F; 3.4; 3.6: F; 3.15: A-D.

Verbreitungskarte Abb. 1.3.

Ephemere Rosettenpflanze, aufrecht, Höhe bis 20 cm. Enthält rote Farbstoffe (Alkannin), welche den Herbarbogen violett färben. Sprossachse bis 1,5 mm im Durchmesser, Indument hispid (Typ A) aus leicht gebogenen, halbaufrechten und basiskopischen Trichomen (Typ 2 b), 0,3—0,8 mm lang und aufrechten, akroskopischen Trichomen (Typ 2 a & b), 1—1,8 mm lang.

Rosettenblätter linealisch oder lanzettlich bis verkehrt-lanzettlich, 5—35 mm lang, 1,5—4 mm breit, Apex rund bis zugespitzt, Indument der Ad- und Abaxialseite hispid (Typ A) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), abaxial fast kahl, 0,5—1,5 mm lang.

Synfloreszenz ein homöokladisches Thyrsoid mit distalen Wickeln (Typ II a). Prophyll meist mit akzessorischen Parakladien. Häufig Ausbildung eingeschobener Monochasien (siehe Abschnitt 3.1.2.1., Abb. 3.4). Wickel bis 4 cm lang, mit bis zu 15 Blüten, hochblattlos. Prophyll der restlichen cymösen Verzweigungen wechselständig, frondulos bis brakteos, eiförmig bis lanzettlich, 2—35 mm lang, 1—8 mm breit, Indument der Ad- und Abaxialseite hispid (Typ A) aus adaxial sehr dicht, abaxial locker stehenden, halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,8—1,8 mm lang.

Kelch während der Blüte kurz gestielt, Pedikel 0,5 mm lang, becherförmig, 1,2—1,5 mm lang,

an der Spitze 1—1,5 mm breit, zur Fruchtreife gestielt, Pedikel 1—1,5 mm lang, breit krugförmig, 1,6—2,2 mm lang, 1,5—2,5 mm breit. Kelchblätter während der Blütezeit schmal lanzettlich, 1—1,3 mm lang, 0,2—0,4 mm breit, zur Fruchtreife breit lanzettlich, 1,3—2,2 mm lang, 0,6—1 mm breit. Adaxiales Indument nur im oberen Drittel, hispid (Typ A) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 b), 0,3 mm lang, abaxiales Indument hispid (Typ A) aus halbaufrechten und am Rand abstehenden Trichomen (Typ 2 a & b), 0,6—1,8 mm lang.

Krone stieltellerförmig bis trichterförmig, Blütendurchmesser 1,3—1,6 mm, Tubus zylindrisch, 0,9—1,4 mm lang, 0,5—0,6 mm breit, Kronlappen verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis, 0,6 mm lang und 0,8 mm breit. Freier Bereich der Filamente in der Hälfte der Tubushöhe inseriert, 0,05 mm lang, Antheren eiförmig, 0,2 mm lang und 0,1 mm breit. Griffel säulenförmig, Höhe etwa die Hälfte der Tubuslänge.

Reife Klausen 1—4, homomorph, grau bis schwarz, z.T. auch rötlich-hellgrau, breit eiförmig mit deutlich zugespitztem Apex, 1—1,2 mm lang, 0,8—0,9 mm breit. Cicatrix dreieckig und submedial positioniert, 1/5 der Klausenlänge, apikal in den ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel auf der apikalen Hälfte der Klausen. Klausenoberfläche glatt, mit breiten Rippen mit tuberkelartigen Erhebungen, die ventral in Richtung der Cicatrix, dorsal senkrecht zum Kiel verlaufen. Die Rinnen zwischen den Rippen mikropapillös. Wenn nur 1 oder 2 Klausen entwickelt, dann die adaxialen, Gynobasis kegelförmig, Höhe etwa 2/5 der Klausenlänge, Griffelhöhe etwa 4/5 der Klausenlänge.

**Bemerkungen:** *P. myosotoides* ist die einzige Art der Sektion *Plagiobothrys* in Peru und hat, nach den bisherigen Fundorten zu urteilen, zwei getrennte Verbreitungsgebiete: eines in der Cordillera Negra im Depto. Ancash, das bis zum Depto. Lima reicht, und eines in den Deptos. Arequipa und Moquegua. Das erste Gebiet ist etwas niederschlagsreicher, die Pflanzen sind kleiner und größerblättrig, das zweite Gebiet ist niederschlagsarm und die Pflanzen zeigen einen höheren Wuchs und kleinere Blätter. In Kultur keimten nur wenige Samen und die Jungpflanzen starben früh. Nach Johnston (1927) nah verwandt mit *Pl. verrucosus* in Chile und Peru.

#### **Gesehenes Material:**

**PERU, Depto. Ancash,** Prov. Huaylas: Road from Pamparomas to Caraz, on Caraz side of pass, S 09°04'15,9'' W 77°50'47,3'', 4378 m, 27.4.2006, *M. Weigend, C. Schwarzer, G. Brokamp & T. Henning 8494* (BSB, USM). **Depto. Arequipa,** Prov. Arequipa: Mollebaya Cerro Grande, 2800 m, 13.02.2002, *no collector given 2871* (BSB, HUSA). Pocsi, 3450 m, 4.5.2001, *Y. J. Umire 04* (USM). **Depto. Moquegua,** Prov. Mariscal Nieto: between Puno and Moquegua, road down after junction with Lago Desadadero road, 3900 m, S 16°59,539' W 70°42,040', 12.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7842* (BSB, USM). Prov. General Sanchez Cerro: Road Omate to Arequipa, 3360 m, S 16°38,801' W 71°05,109', 15.04.2002, *M. Weigend & C. Schwarzer 7877* (BSB, USM). Road Omate to Arequipa, 3329 m, S 16°35,234' W 71°14,991', 15.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7879* (BSB, USM). Between Puquina

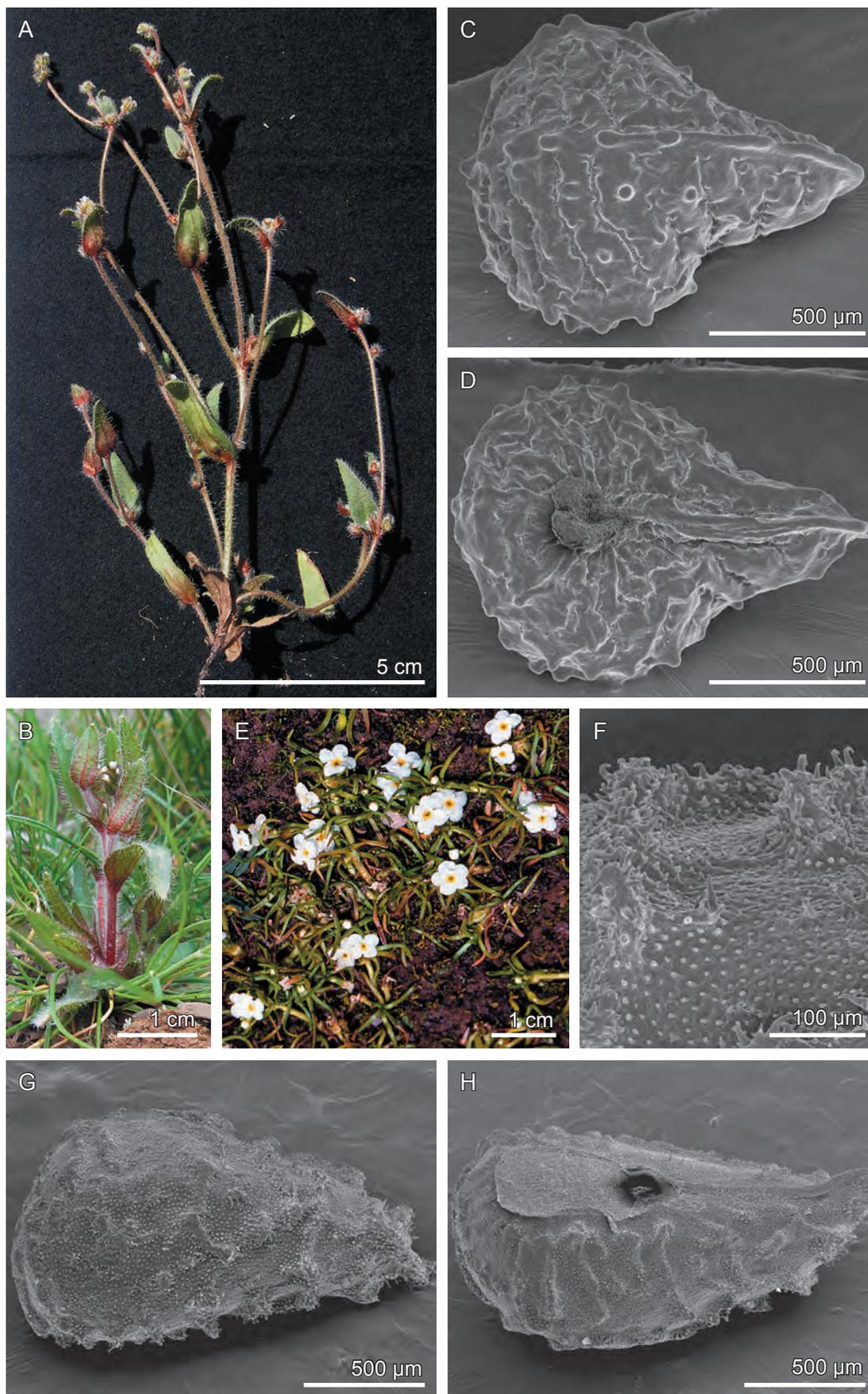


Abb. 3.15: *Plagiobothrys myosotoides*. A, C, D: M. Weigend, F. Cáceres & C. Schwarzer 8322, B: M. Weigend, C. Schwarzer, G. Brokamp & T. Henning 8494. A, B: Digitalphotographie. A: Habitus. B: Junge Pflanze. C, D: REM. C: Klause, Dorsalseite. D: Klause, Ventralseite. *Plagiobothrys kunthii*. E-H: M. Weigend & H. Förther 97/775. E: Digitalphotographie von M. Weigend. Habitus. F-H: REM. F: Leistenartige Erhebungen mit Hakenhaaren, Ausschnitt aus G. G: Klause, Dorsalseite. H: Klause, Ventralseite.

and Omate, S 16°38'58,4'' W 71°06'28,3'', 3248 m, 20.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres & C. Schwarzer* 8322 (BSB, USM). Prov. Comás: Road Arequipa to Puquina (Moquegua), between Arequipa and Pocsi (after highest point on road), 3300-3400 m, S 16°35'23'' W 71°25'52'', 29.4.2000, *M. Weigend, E. Rodriguez R., C. Lawrence, D. Ludwig, H. Peter, F. Cáceres H.* 2000/565 (München). **Depto. Tacna**, Prov. Tarata: Cordillera del Barroso, 4200- 4580 m, 26.03.1998, *A. Cano* 8231 (USM).

**2. *Plagiobothrys kunthii*** (Walp.) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 68: 74. 1923.

≡ *Anchusa kunthii* Walp., Nov. Actorum Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur. 19, Suppl.: 372. 1843.

– Typus: PERU, [Depto. Puno, Prov. Puno]: Laguna de Titicaca, Fl. Aprili, *F.J.F. Meyen* (B†). ≡ *Allocarya linifolia* (Lehm.) Macbr. var. *kunthii* (Walp.) Macbr., Proc. Amer. Acad. Arts 2: 545. 1916.

= *Antiphytum Walpersii* A. DC., Prodr. 10: 122. 1846. ≡ *Eritrichium Walpersii* (A.DC.) Wedd., Chlor. Andina 2: 90. 1859.

Abb. 3.3: B, 3.15: E-H.

Verbreitungskarte Abb. 1.3.

Ausdauernde Halbrosettenpflanze, Sprossachse stark gestaucht, Höhe 0,5—1 cm, mehrere Kriechsprosse mit ungestauchten Achsen bildend, bis 5 cm hoch. Achse der Kriechsprosse bis 2,5 mm im Durchmesser, Indument fehlend.

Rosettenblätter gegenständig, linealisch, 5—40 mm lang, 0,5—2 mm breit, Blattgrund häutig mit dem gegenüberliegenden Blatt verbunden, Apex rund bis zugespitzt, Indument der Ad- und Abaxialseite strigos-hispid (Typ C) aus wenigen anliegenden Trichomen (Typ 2 a) auf der Lamina und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am Blattrand, 0,5—1,8 mm lang, abaxial im proximalen Bereich schwach ausgebildet bis fehlend.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit terminalem Wickel und kriechenden Spezialthyrsoiden (Typ I c). Alle Wickel mit zwei Blüten: Die Terminalblüte des (Spezial-) Thyrsoids mit einem Prophyll und die ebrakteosen Primarblüte. Von den zwei Achselprodukten der Tragblätter eines Spezialthyrsoids (PC 2<sup>2</sup> und PC 2<sup>2'</sup> in Abb. 1.3: B) ist das substratabgewandte gefördert. Länge eines Spezialthyrsoids bis 7 cm, Tragblätter der Parakladien gegenständig, frondos-frondulos, 5—35 mm lang, 0,5—1,5 mm breit, das Prophyll der cymösen Verzweigung frondulos, 4—10 mm lang, 0,3—0,9 mm breit.

Kelch gestielt, Pedikel 1—6 mm lang, während der Blütezeit trichterförmig, 3—5 mm lang, an der Spitze 2—3,5 mm breit, zur Fruchtreife krugförmig mit leicht geöffneten Kelchblättern, 3—5 mm lang, 2—3 mm breit. Kelchblätter mit ihrem basalen Drittel verwachsen, lanzettlich, der freie Bereich 2—3 mm lang, 0,6—1 mm breit. Adaxiales Indument nur am Kelchblattrand, subtomentos (Typ E) aus gewellten Trichomen (Typ 3), 0,1—0,3 mm lang, abaxiales Indument strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), an den Kelchblatträndern schräg abstehend, an der Kelchblattspitze büschelig, 0,3—1 mm lang. Zum Zeitpunkt der Fruchtreife reißt der verwachsene Bereich des Kelches auseinander.

Krone stieltellerförmig, Blütendurchmesser 4,5—6,5 mm, Tubus zylindrisch, 3—5 mm lang, 1—1,7 mm breit, Kronlappen verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis, 2—2,5 mm lang und 2,2—3 mm breit. Freier Bereich der Filamente bei drei Vierteln der Tubushöhe inseriert, 0,1 mm lang, Antheren schmal eiförmig, 0,9 mm lang und 0,4 mm breit. Griffel fadenförmig, so lang wie der Tubus.

Reife Klausen 4, homomorph, bräunlich-schwarz, schmal eiförmig mit zugespitztem Apex, 1,2—1,6 mm lang, 0,9—1,1 mm breit. Cicatrix schmal dreieckig bis tropfenförmig, basal 1/2—1/3 der Klausenlänge einnehmend, apikal in den ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel fehlend. Klausenoberfläche mikropapillös, mit schmalen, netzartig angeordneten leisten- und tuberkelartigen Erhebungen, die mit Hakenhaaren besetzt sind. Gynobasis schmal pyramidal, Höhe etwa 2/5 der Klausenlänge, Griffel fast doppelt so hoch wie Klausen.

**Bemerkungen:** *Pl. kunthii* tritt nur im Gebiet des Titicaca-Sees auf, ihr Lebensraum besteht aus stickstoffreichen, gestörten Habitaten, (z.B. Ackerflächen). Sie ist als einziger Vertreter der Gattung fremdbestäubt. Als Bestäuber wurden Lepidopteren beobachtet.

#### Gesehenes Material:

**BOLIVIA, Depto. La Paz:** Curahuara de Carangas, 3950 m, 27.2.1927, *C. Troll 3184* (B). Prov. Bautista Saavedra: North-western shore of Lake Llacho Kkota, close to the shore, 4460 m, 25.3.1982, *T. Feuerer 10865* (BSB). Prov. Omasuyos: Bottom of valley in the north of Ancoraimes, 3830 m, 21.7.1980, *T. Feuerer 4730* (BSB).

**PERU, Depto. Puno.** Prov. Puno: Ruins of Sillustani, 4100 m, 8.10.1997, *M. Weigend & H. Förther 97/775* (BSB). Between Juliaca and Puno, just before Sillustani, 3852 m, S 15°42,680' W 70°09,030", 12.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7832* (BSB). Near Lago Titicaca, 3894 m, 31.10.1984, *Scientific Exp. Univ. of Warsaw, Poland 33* (USM). Near Puno, 3800 m, 1.2.1984, *O. Tovar 3476* (USM). Prov. Azángaro: Arapa, at the shore of Lago Titicaca, 3820 m, 17.2.1948, *P.A. Fernandez 103* (USM).

**3. *Plagiobothrys macbridei*** I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 78: 88. 1927.

– Typus: PERU, Depto. Lima, [Prov. Lima]: in short grass, Viso, 2700 m. alt., May 1922, *Macbride & Featherstone 599* (F Typus; GH Isotypus).

Abb. 3.1: I; 3.5: B; 3.6: E; 3.7: F; 3.16.

Verbreitungskarte Abb. 1.3.

Ephemere Halbrosettenpflanze, die Sprossachse stark gestaucht, Höhe ca. 0,5 cm, viele niederliegende Parakladien mit ungestauchten Achsen bildend, bis 6 cm hoch. Achse der Parakladien bis 1,5 mm im Durchmesser, Indument strigos (Typ D) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b) 0,2—0,8 mm lang.

Rosettenblätter gegenständig, linealisch, 12— 55 mm lang, 0,8—2 mm breit, Blattgrund häu-

tig mit dem gegenüberliegenden Blatt verbunden, Apex rund bis zugespitzt, Indument der Ad- und Abaxialseite strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b) auf der Lamina und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am Blattrand, 0,3—1,2 mm lang.

Synfloreszenz ein homöokladisches Thyrsoid mit gemischtem terminalen Dichasium und niederliegenden Parakladien (Typ II c). Prophyll häufig mit akzessorische Parakladien. Alle Prophyll vorhanden und als Vorblätter monochasialer Verzweigungen rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen. Länge der Parakladien bis 10 cm, Wickel bis 8 cm lang, mit bis zu 25 dicht stehenden Blüten, Prophyll der cymösen Verzweigungen frondos-frondulos, 5—40 mm lang, 0,5—1,5 mm breit.

Kelch während der Blüte sitzend, becherförmig, 1,5—2 mm lang, 1—1,5 mm breit, zur Fruchtreife kurz gestielt, Pedikel 1 mm lang, breit krugförmig, 2,5—3 mm lang, 2—2,2 mm breit. Kelchblätter bis fast zur Basis frei, linealisch mit spitzem Apex, während der Blütezeit 1,2—1,7 mm lang, 0,3—0,5 mm breit, zur Fruchtreife 2,3—2,8 mm lang, 0,4—0,6 mm breit. Adaxiales Indument in der unteren Hälfte fehlend, darüber strigos (Typ D) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,2—0,5 mm lang, am adaxialen Rand subtomentos (Typ E) aus leicht gewellten Trichomen (Typ 3), 0,3 mm lang, abaxiales Indument strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5—1 mm lang, an der Kelchblattspitze büschelig.

Krone wenig länger als Kelch, stieltellerförmig bis trichterförmig, Blütendurchmesser 0,8—1,6 mm, Tubus zylindrisch mit einer schmalen Einschnürung über dem Fruchtknoten, 1,3—1,5 mm lang, im mittleren Bereich 0,6—0,7 mm breit, Kronlappen halbrundlich, 0,3 mm lang und 0,4 mm breit. Freier Bereich der Filamente bei  $\frac{3}{5}$  der Tubushöhe inseriert, 0,1 mm lang, Antheren eiförmig, 0,2 mm lang und 0,15 mm breit. Griffel säulenförmig, Höhe etwa  $\frac{3}{5}$  der Tubuslänge.

Reife Klausen 4, homomorph, bräunlich-schwarz, eiförmig mit spitzem Apex, 1,1—1,3 mm lang, 0,9—1,1 mm breit. Cicatrix schmal dreieckig, basal  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$  der Klausenlänge einnehmend, apikal in den ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel auf der apikalen Hälfte der Klausen. Klausenoberfläche mikropapillös, es tritt Fruchtpolymorphismus auf. Klausen bei einigen Populationen mit unregelmäßigen, faltigen Erhebungen (Abb. 3.16: H, I), bei anderen mit 80—200  $\mu\text{m}$  langen Emergenzen, die mit langgestreckten Protuberanzen bedeckt sind (Abb. 3.16: E-G). Adaxiale Klause am stärksten an der Gynobasis befestigt, Gynobasis pyramidal, etwa halb so hoch wie Klausen, Griffelhöhe etwa  $\frac{3}{4}$  der Klausenlänge.

**Bemerkungen:** *Pl. macbridei* wurde bisher nur in dem Depto. Lima gefunden. Durch die neuen Aufsammlungen von *M. Weigend* & *C. Schwarzer* erweitert sich das bekannte Verbreitungsgebiet auf das Andenhochland der Deptos. Arequipa und Puno. Johnston (1927) gibt als nächsten Verwandten der Art *Pl. procumbens* aus Chile an.

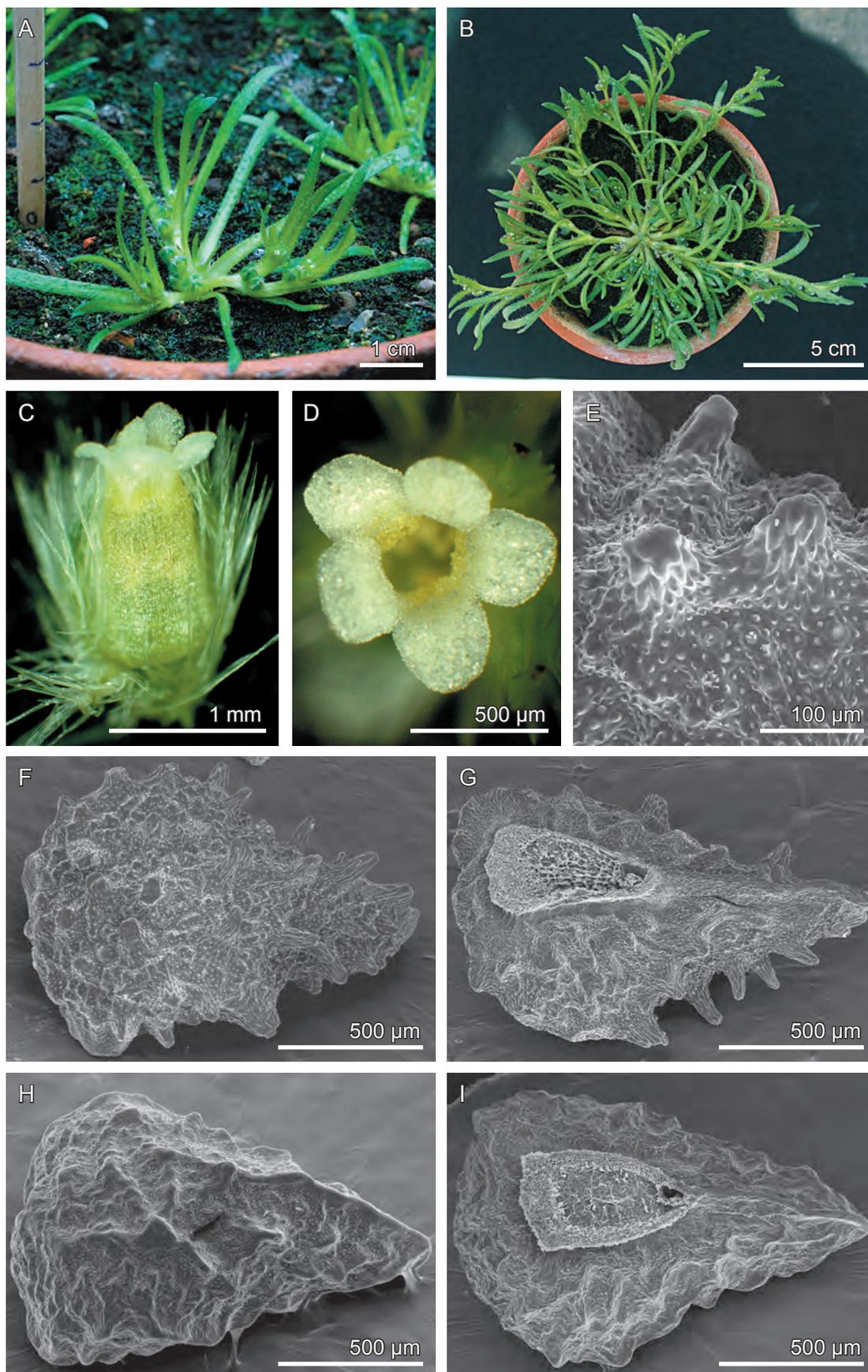


Abb. 3.16: *Plagiobothrys macbridei*. A-D, H, I: M. Weigend & C. Schwarzer 7825 (Kultur 2005), E-G: M. Weigend & C. Schwarzer 7820. A-D: Digitalphotographie. A: Junge Pflanze. B: Fruchtbare Pflanze. C: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. D: Blüte von oben. E-I: REM. Illustration des bei dieser Art auftretenden Fruchtpolymorphismus in zwei verschiedenen Populationen. E: Emergenzen auf der Klausenoberfläche, die mit langgestreckten Protuberanzen bedeckt sind, Ausschnitt aus F. F: Klausen, Dorsalseite. G: Klausen, Ventralseite. H: Klausen, Dorsalseite. I: Klausen, Ventralseite.

**Gesehenes Material:**

**PERU, Depto. Lima**, Prov. Lima: in short grass, Viso, 2700 m. alt., May 1922, *Macbride & Featherstone 599* (F Foto). **Depto. Arequipa**, Prov. Arequipa: Between Yura and Puno on road to Juliaca, 4390 m, S 16°00,458' W 71°16,347', 11.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7820* (BSB, USM). **Depto. Puno**, Prov. Puno: between Puno and Abra Loricongo, 4449 m, S 16°18,908' W 70°13,439", 12.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7835* (BSB, USM) & *7836* (BSB; USM). Prov. San Román: between Yura and Puno on road to Juliaca, 4368m, S 15°53,470' W 71°14,796', 11.4.04, *M. Weigend & C. Schwarzer 7825* (BSB, USM), *7826* (BSB, USM), *7827* (BSB, USM).

**4. *Plagiobothrys linifolius* (Lehm.) I.M. Johnst.**, Contr. Gray Herb. 68: 74. 1923.

**ssp. *pygmaeus*** (Humb., Bonpl. & Kunth) N. Horn, Revision der Gattungen *Plagiobothrys* und *Pectocarya* in Chile und den angrenzenden Gebieten. Diss. unpubl.: 176. 2000.

≡ *Anchusa pygmaea* Humb., Bonpl. & Kunth, Nov. Gen. sp. 3: 92. 1818. ≡ *Eritrichium pygmaeum* (Humb., Bonpl. & Kunth) Wedd., Chlor. Andina 2: 89. 1857. ≡ *Plagiobothrys pygmaeus* (Humb., Bonpl. & Kunth) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 68: 74. 1923. ≡ *Allocarya pygmaea* (Humb., Bonpl. & Kunth) Macbr., Field Mus. Nat. Hist. Bot. Ser. 4 (5): 119. 1927. – Typus: [ECUADOR]: *Antisana, A. v. Humboldt & A. Bonpland 2260* (B-W).

= *Lithospermum alpinum* Willd., Syst. Veg. 4: 742. 1819.

Abb. 3.1: E; 3.5: A; 3.6: D; 3.17.

Verbreitungskarte Abb. 1.3.

Ausdauernde Halbrosettenpflanze, die Sprossachse stark gestaucht, Höhe ca. 0,5 cm, mehrere Kriechsprosse mit ungestauchten Achsen, diese mit aufsteigende Trieben bis 15 cm. Achse der Kriechsprosse bis 1,5 mm im Durchmesser, Indument an den proximalen Achsenbereichen fast fehlend, distal dichter werdend, hispid (Typ A), aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 b), 0,5—1 mm lang.

Rosettenblätter gegenständig, linealisch bis verkehrt lanzettlich, 15—30 mm lang, 1—3 mm breit, Blattgrund häutig mit dem gegenüberliegenden Blatt verbunden, Apex rund bis zugespitzt, Indument der Ad- und Abaxialseite strigos-hispid (Typ C) aus wenigen anliegenden Trichomen (Typ 2 a) auf der Lamina und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am Blattrand, adaxial schwach ausgebildet bis fehlend, am Blattrand schräg abstehend 0,3—1 mm lang, Trichome mit einem Kranz aus vorgewölbten Epidermiszellen.

Synfloreszenz ein Anthokladien bildendes Thyrsoid (Typ II b). Länge eines Anthokladiums bis 40 cm. Prophyll der cymösen Verzweigungen gegenständig, frondos, 5—25 mm lang, 1—3 mm breit.

Kelch während der Blüte sitzend, becherförmig, 1,8—2,8 mm lang, 1,8—2,2 mm breit, zur Frucht-reife kurz gestielt, Pedikel 0,5 mm lang, breit krugförmig, 2,2—3 mm lang, 2—2,8 mm breit. Kelchblätter bis fast zur Basis frei, lanzettlich bis eiförmig, während der Blütezeit 1,5—1,5 mm

lang, 0,3—0,5 mm breit, zur Fruchtreife 2—2,7 mm lang, 0,6—0,9 mm breit. Adaxiales Indument nur am Kelchblattrand, subtomentos (Typ E) aus gewellten Trichomen (Typ 3), 0,1—0,3 mm lang, abaxiales Indument strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), an den Kelchblatträndern schräg abstehend, an der Kelchblattspitze büschelig, 0,5—1 mm lang.

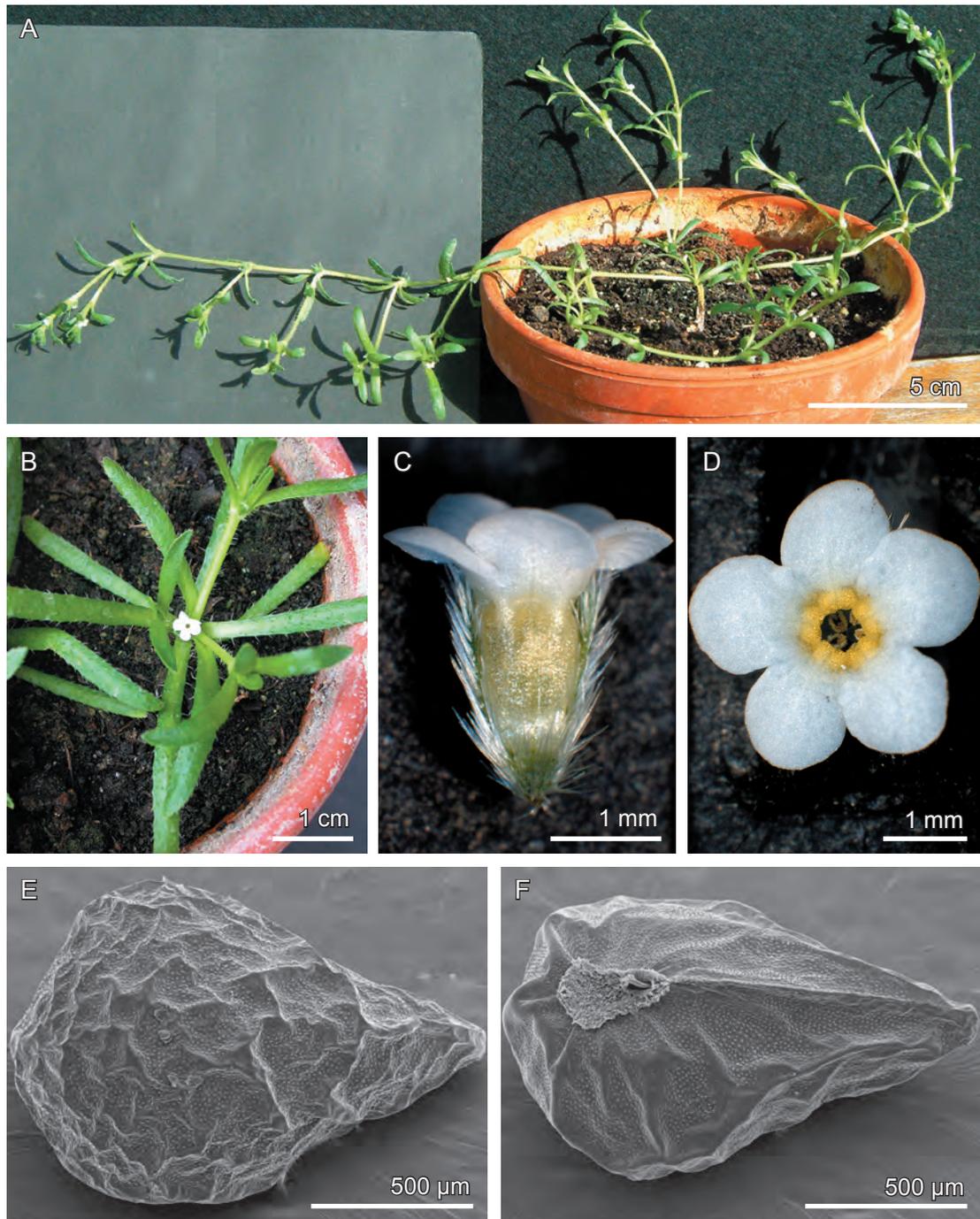
Krone stieltellerförmig, Blütendurchmesser 2,5—4 mm, Tubus zylindrisch, 1,3—1,5 mm lang, im mittleren Bereich 0,9—1,2 mm breit, Kronlappen verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis, 1—1,5 mm lang und 1,3—1,8 mm breit. Freier Bereich der Filamente bei 2/3 der Tubushöhe inserierend, 0,1 mm lang, Antheren eiförmig, 0,4 mm lang und 0,25 mm breit. Griffel fadenförmig Höhe etwa 2/3 der Tubuslänge.

Reife Klausen 4, homomorph, bräunlich-schwarz, eiförmig mit zugespitztem Apex, 1—1,2 mm lang, 0,8—1 mm breit. Cicatrix schmal dreieckig, basal 1/4 der Klausenlänge einnehmend, apikal in den ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel im apikalen Drittel der Klausen. Klausenoberfläche mikropapillös, mit flachen Rippen, ventral in Richtung der Cicatrix, dorsal unregelmäßig verlaufend. Gynobasis breit pyramidal, Höhe etwa 1/3 der Klausenlänge, Griffelhöhe etwa 2/3 der Klausenlänge.

**Bemerkungen:** Horn (2000) nahm eine Reduktion der Art zu einer Unterart von *Pl. linifolius* vor. Das gesehene Material rechtfertigt diese Entscheidung, da die morphologischen Unterschiede zwischen beiden Arten graduell sind und bestimmende Kriterien wie Blatt- und Blütengröße sich in Kultur als variabel erwiesen haben. Ob es sich bei beiden Unterarten nur um Ökotypen einer einzigen Art handelt, kann noch nicht beurteilt werden.

#### **Gesehene Herbarbelege:**

**ECUADOR, Par. Papallacta**, Prov. Pichincha: 13000 ft., 22.2.1953, *G.W. Prescott 716* (NY).  
**PERU, Depto. Amazonas**, Prov. Chachapoyas: Balsas road to Leymebamba, just below Abra Callacalla (=Abra Barro Negro) on the slope towards Leymebamba, S 06°43'49'' W 77°53'18'', 3559m, 19.10.2000, *M. Weigend, E. Rodriguez R., H. Förther, N. Dostert 2000/864* (BSB, LMU, HUT). Cerros Calla Calla, west side, 45 km above Balsas, 3100 m, 20.6.1964, *P.C. Hutchison, J.K. Wright 5759* (USM). Leimebamba, path to Laguna de los Condores, Pampa near pass height, ca. 2600-3500 m, 15.05.2004, *C. Schwarzer 04* (BSB, USM). **Depto. Cajamarca**, Prov. Cajamarca: Near Encañada on road from Cajamarca (15 km from C.), S 07°03'50'' W 78°17'36'', 3000 m, 15.10.2000, *M. Weigend, E. Rodriguez R., H. Förther, N. Dostert 2000/758* (BSB, LMU, HUT). Road to Hualgayoc km 38, 4000 m, 9.1.1979, *P. Gutte & G. Müller 8977* (USM). Prov. Celendin: Road Cajamarca to Celendin, Pampa del Arena Blanca, ca. 3000 m, 12.05.2004, *C. Schwarzer 02* (BSB, USM). Prov. San Miguel: Road San miguel to Tongod (Sta. Rosa – Hualgayoc), 3442 m, S 06°54'11,1'' W 78°47'15,9'', 02.05.2003, *M. Weigend, T. Henning, O. Mohr 7499* (BSB, USM).



**Abb. 3.17:** *Plagiobothrys linifolius* ssp. *pygmaeus* (C. Schwarzer 04, Kultur 2005). A-D: Digitalphotographie. A: Habitus. B: Junge Pflanze. C: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. D: Blüte von oben. E, F: REM. E: Klause, Dorsalseite. F: Klause, Ventralseite.

**5. *Plagiobothrys congestus*** (Wedd.) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 68: 75. 1923.

≡ *Eritrichium humile* (R. & P.) A.DC., var. *congestum* Wedd. Chlor. Andina 2: 88. 1859. – Typus:

BOLIVIA: Near La Paz, Chuquiaguillo, April 1857, *Mandon 381* (GH Typus, F Photo)

Abb. 3.3: B; 3.18: B, H, I.

Verbreitungskarte Abb. 1.3.

Ausdauernde Halbrosettenpflanze, die Sprossachse stark gestaucht, Höhe ca. 0,5 cm, viele niederliegende bis leicht aufsteigende Kriechsprosse mit ungestauchten Achsen bildend, bis 5 cm hoch. Teilweise mit sehr starker Pfahlwurzel, Durchmesser 2—8 mm.

Achse der Kriechsprosse bis 2 mm im Durchmesser, Indument im proximalen Achsenbereich schwach ausgebildet, distal dichter werdend, hispid (Typ A) aus halbaufrechten Trichomen (Typ 2 b) 0,2—1 mm lang.

Rosettenblätter gegenständig, linealisch, 10—45 mm lang, 0,5—2 mm breit, Blattgrund häutig mit dem gegenüberliegenden Blatt verbunden, Apex zugespitzt, Indument der Ad- und Abaxialseite strigos-hispid (Typ C) aus dicht stehenden, anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b) auf der Lamina und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am Blattrand, 0,4—2 mm lang.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit terminalem Wickel und kriechenden Spezialthyrsoiden (Typ I c). Spezialthyrsoide manchmal in Doppelwickeln endend, alle Prophyll der cymösen Verzweigungen vorhanden und rekauleszent mit ihrem Achsenprodukt verwachsen. Tragblätter der Parakladien häufig mit akzessorischen Parakladien. Eines der Achselprodukte der Tragblätter eines Spezialthyrsoids (PC 2<sup>2</sup> und PC 2<sup>2'</sup> in Abb. 3.3: B) stärker gefördert. Länge eines Spezialthyrsoids bis 12 cm, Wickel bis 4 cm lang, mit bis zu 15 dicht stehenden Blüten, Hochblätter wie Rosettenblätter, Tragblätter der Parakladien gegenständig, frondos-frondulos 5–20 mm lang, 1—1,5 mm breit, Prophyll der cymösen Verzweigungen wechselständig, frondulos, 3—10 mm lang, 0,5—1 mm breit.

Kelch während der Blüte sitzend, becherförmig, 1,2—1,8 mm lang, 1,2—1,8 mm breit, zur Fruchtreife kurz gestielt, Pedikel 0,5 mm lang, breit krugförmig, 2—3 mm lang, 1,5—2 mm breit. Kelchblätter bis fast zur Basis frei, schmal lanzettlich, während der Blütezeit 1—1,5 mm lang, 0,2—0,4 mm breit, zur Fruchtreife 1,8—2,3 mm lang, 0,3—0,6 mm breit. Adaxiales Indument nur in der oberen Hälfte, strigos (Typ D) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,2—0,5 mm lang, am adaxialen Rand subtomentos (Typ E) aus leicht gewellten Trichomen (Typ 3), 0,3—0,5 mm lang, abaxiales Indument strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,2—1 mm lang, an der Kelchblattspitze büschelig.

Krone stieltellerförmig bis trichterförmig, Schlundschuppen kaum vorgewölbt, Blütendurchmesser 1—1,5 mm, Tubus bauchig, 1—1,2 mm lang, im mittleren Bereich 0,5—0,8 mm breit, Kronlappen halbrundlich, 0,3 mm lang und 0,4 mm breit. Freier Bereich der Filamente bei 3/5 der Tubushöhe inseriert, 0,1 mm lang, Antheren eiförmig, 0,2 mm lang und 0,1 mm breit. Griffel säulenförmig, Höhe etwa 3/5 der Tubuslänge.

Reife Klausen 4, homomorph, bräunlich-schwarz, breit eiförmig, 1—1,2 mm lang, 0,7—1 mm

breit. Cicatrix schmal dreieckig, basal 1/4 der Klausenlänge einnehmend, apikal in den ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel im apikalen Drittel der Klausen. Klausenoberfläche mikropapillös, mit unregelmäßig verlaufenden, leisten- und tuberkelartigen Erhebungen. Adaxiale Klausen am stärksten an der Gynobasis befestigt, Gynobasis pyramidal, etwa halb so hoch wie Klausen, Griffel etwas kürzer als die Klausen.

**Bemerkungen:** *Pl. congestus* zeigt sehr starke Ähnlichkeit zu *Pl. humilis*. Die morphologischen Daten rechtfertigen eine Reduktion zu einer Unterart von *Pl. humilis*. Von dieser Maßnahme wird vorerst abgesehen, da die molekularen Daten auf eine nahe Verwandtschaft mit *Pl. kunthii* hinweisen (siehe Diskussion).

**Gesehenes Material:**

**BOLIVIA, Depto. La Paz:** Near La Paz, Chuquiaguillo, April 1857, *Mandon 381* (F Photo). Curahuara de Carangas, 3950 m, 27.2.1927, *C. Troll 3185* (B). Prov. Ingavi: Cantón Jesús de Machaca, comunidad Titicani-Tacaca, 20 km from Guaqui, 3200 m, 22.3.1989, X. *Villavicencio L. 332* (B). Cantón Jesús de Machaca, comunidad Titicani-Tacaca, 20 km from Guaqui, 3400 m, 15.4.1989, X. *Villavicencio L. 884* (B).

**PERU, Depto. Puno,** Prov. Carabaya: Road from Rosario to Macusani, before pass, S 14°16' W 70°14', 4200 m, 30.1.2000, *M. & K. Weigend 2000/43* (USM, F).

**6. *Plagiobothrys humilis*** (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 68: 75. 1923.

≡ *Myosotis humilis* Ruiz. & Pav. Fl. Peruv. 2: 5. 1799. ≡ *Eritrichium humile* A. DC. Prodr. 10: 133. 1846.

≡ *Allocarya humilis* Greene, Pittonia 1: 17. 1887. ≡ *Cynoglossospermum humile* Kuntze, Rev. Gen. 3 pt. 2: 204. 1898.—Typus: [PERU]: in Peruviae campis versus Pillao vicum. —Lectotypus (hoc loco designatus): [Sept.-Okt. 1787], *H. Ruiz & J. Pavon 11/9* (MA).

Abb. 3.3: B; 3.7: E; 3.18: A-D, F, G.

Verbreitungskarte Abb.1.3.

Ausdauernde Halbrosettenpflanze, Sprossachse stark gestaucht, Höhe ca. 0,5 cm, viele niederliegende bis leicht aufsteigende Kriechsprosse mit ungestauchten Achsen bildend, bis 8 cm hoch.

Achse der Kriechsprosse bis 3 mm im Durchmesser, Indument im proximalen Achsenbereich schwach ausgebildet, distal dichter werdend, hispid bis strigos (Typ A—D) aus halbaufrechten bis anliegenden Trichomen (Typ 2 b) 0,2—0,8 mm lang.

Rosettenblätter gegenständig, linealisch, 10—70(—110) mm lang, 1—3 mm breit, Blattgrund häutig mit dem gegenüberliegenden Blatt verbunden, Apex zugespitzt, Indument der Ad- und Abaxialseite strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 a & b) auf der Lamina und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a) am Blattrand, 0,3—1,2 mm lang.

Synfloreszenz ein heterokladisches Thyrsoid mit terminalem Wickel und kriechenden Spe-

zialthyrsoiden (Typ I c). Spezialthyrsoide manchmal in Doppelwickeln endend, Prophyll der cymösen Verzweigungen nur teilweise vorhanden und rekauleszent mit ihrem Achselprodukt verwachsen. Tragblätter der Parakladien häufig mit akzessorische Parakladien. Eines der Achselprodukte der Tragblätter eines Spezialthyrsoids (PC 2<sup>2</sup> und PC 2<sup>2'</sup> in Abb. 3.3: B) stärker gefördert. Spezialthyrsoide bis 35 cm lang, Wickel bis 6 (—16) cm lang, mit bis zu 20 meist dicht stehenden Blüten, Hochblätter wie Rosettenblätter, Tragblätter der Parakladien gegenständig, frondos-frondulos, 10–60 mm lang, 1–3 mm breit, Prophyll der cymösen Verzweigungen wechselständig, frondulos, 3–35 mm lang, 0,5–2,5 mm breit.

Kelch während der Blüte sitzend, becherförmig, 1,2–1,8 mm lang, 1,2–1,8 mm breit, zur Fruchtreife kurz gestielt, Pedikel 1 mm lang, breit krugförmig, 2–3,5 mm lang, 1,8–2,5 mm breit. Kelchblätter bis fast zur Basis frei, schmal lanzettlich, während der Blütezeit 1–1,6 mm lang, 0,3–0,5 mm breit, zur Fruchtreife 1,8–3,3 mm lang, 0,4–0,8 mm breit. Adaxiales Indument im unteren Drittel fehlend oder nur an der Mittelrippe, darüber strigos (Typ D) aus anliegenden Trichomen (Typ 2 b), 0,2–0,5 mm lang, am adaxialen Rand subtomentos (Typ E) aus leicht gewellten Trichomen (Typ 3), 0,3–0,5 mm lang, abaxiales Indument strigos-hispid (Typ C) aus anliegenden und halbaufrechten Trichomen (Typ 2 a & b), 0,5–1,2 mm lang, an der Kelchblattspitze büschelig.

Krone stieltellerförmig, Blütendurchmesser 2–3 mm, Tubus zylindrisch mit einer leichten Einschnürung über dem Fruchtknoten, 1,3–1,5 mm lang, im mittleren Bereich 0,6–0,8 mm breit, Kronlappen verkehrt-eiförmig mit stumpfer Basis, 0,8–1,2 mm lang und 0,8–1,6 mm breit. Freier Bereich der Filamente bei 3/5 der Tubushöhe inseriert, 0,1 mm lang, Antheren eiförmig, 0,4 mm lang und 0,2 mm breit. Griffel säulenförmig, Höhe etwa 3/5 der Tubuslänge.

Reife Klausen 4, homomorph, bräunlich-schwarz, breit eiförmig, 1–1,3 mm lang, 0,7–1 mm breit. Cicatrix dreieckig, basal 1/4–1/5 der Klausenlänge einnehmend, apikal in den ventralen Kiel übergehend, dorsaler Kiel im apikalen Drittel der Klausen. Klausenoberfläche mikropapillös, mit unregelmäßig verlaufenden, leisten- und tuberkelartigen Erhebungen. Adaxiale Klausen am stärksten an der Gynobasis befestigt, Gynobasis pyramidal, etwa halb so hoch wie Klausen, Griffel die Klausen kurz überragend.

**Bemerkungen:** *Pl. humilis* ist ein häufiger Besiedler gestörter Habitats der Hochanden, und bevorzugt stickstoffreiche Böden. Das Verbreitungsgebiet umfaßt das gesamte Gebiet Zentralperus.

#### **Gesehenes Material:**

**BOLIVIA, Depto La Paz,** Prov. Bautista Saavedra: Curva, start of path to Calaya, 3750 m, 2.11.1979, *J. Krach & T. Feuerer 6676* (HBG). On a wall in village Curva, 3800 m, 1.11.1979, *T. Feuerer 6612* (HBG). Road from Pumazani to Escoma, 1 km south of Pumazani, 4460 m, 10.1.1980, *T. Feuerer 7651* (BSB, HBG). Amarete, 2 km from path to Saganacon, 3750 m, 12.1.1980, *T. Feuerer 7764* (BSB, HBG) & *7764a* (HBG). Amarete, road to mine Sica, 3600 m, 13.1.1980. *T. Feuerer 7816a* (HBG). Valley of Amarete, below the Mine Sica,

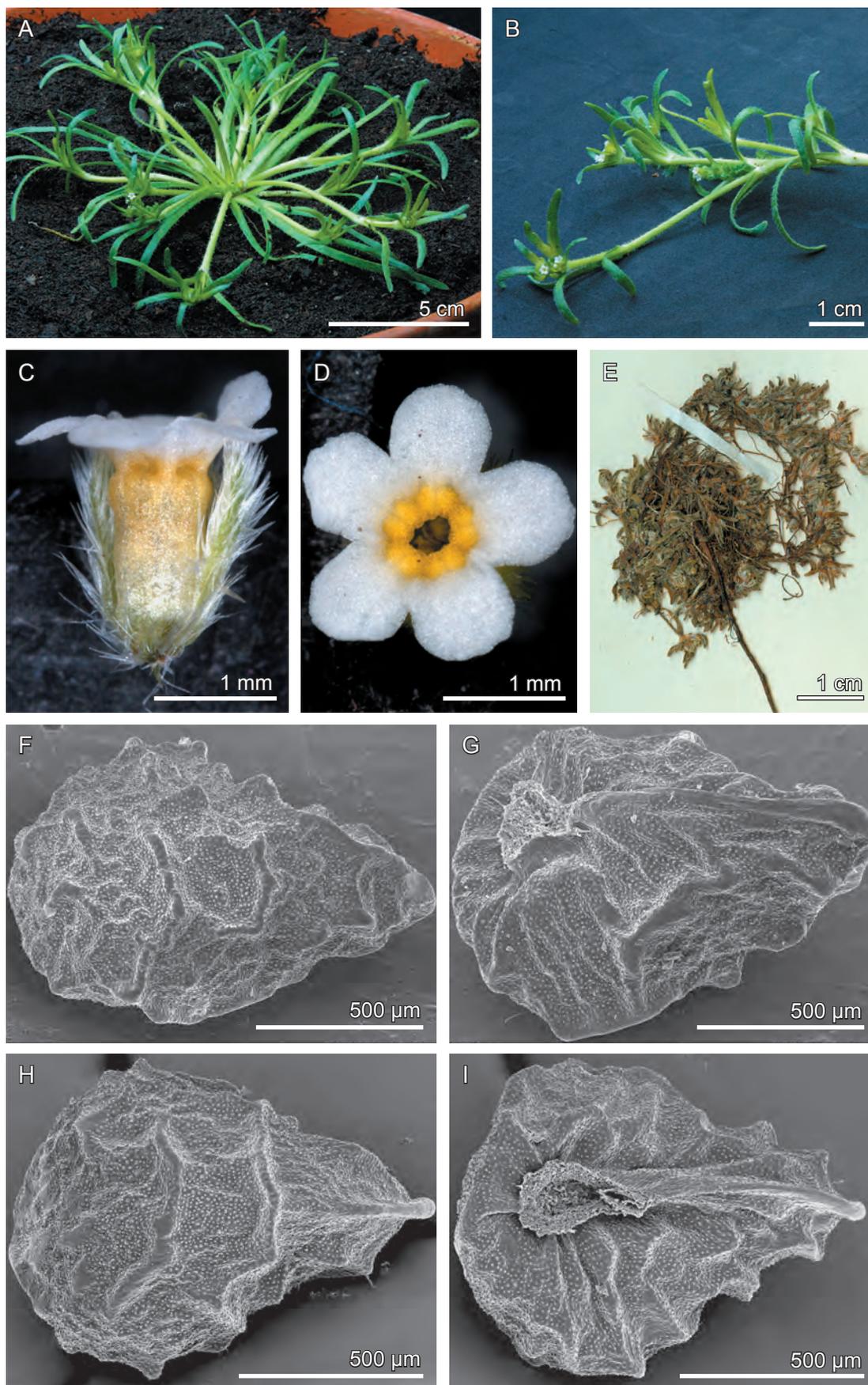


Abb. 3.18: *Plagiobothrys humilis* (M. Weigend & C. Schwarzer 8075, Kultur 2005). A-D: Digitalphotographie. A: Habitus. B: Blühender Kriechsproß (=Parakladium). C: Blüte seitlich, die vorderen Kelchblätter entfernt. D: Blüte von oben. F, G: REM. F: Klause, Dorsalseite. G: Klause, Ventralseite. *Plagiobothrys congestus*. E: M. & K. Weigend 2000/43. Digitalphotographie. Habitus. H, I: X. Villavicencio L. 884. REM. H: Klause, Dorsalseite. I: Klause, Ventralseite.

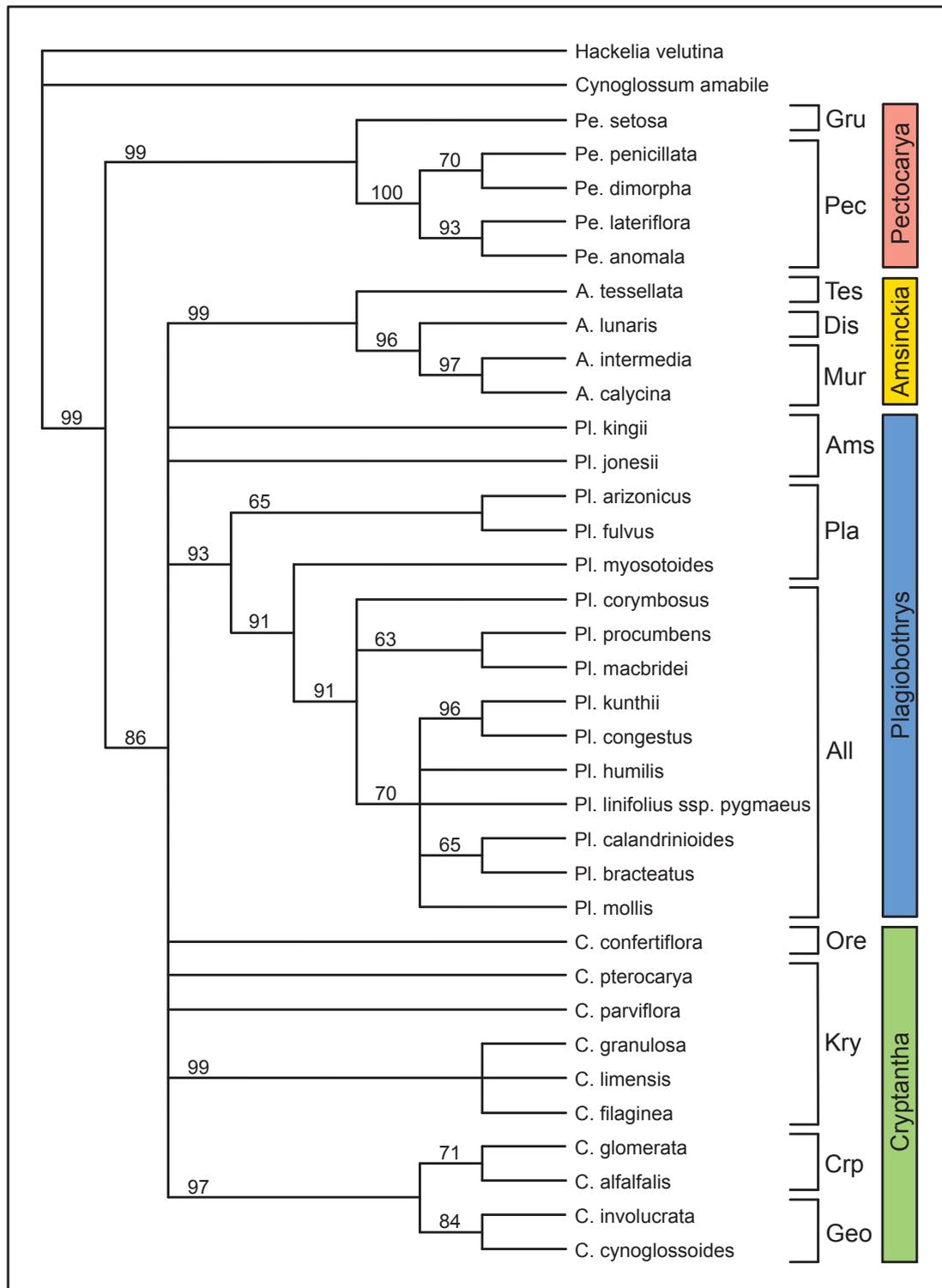
3300 m, 15.1.1980, *T. Feuerer 7873* (BSB, HBG). Near Amarete on road to Saganacon, 3850 m, 26.1.1980, *T. Feuerer 8117 a* (HBG). Upper Charazani-Valley, near Janalaya, 3650 m, 22.04.1982, *T. Feuerer 11323* (HBG).

**PERU, Depto. La Libertad**, Prov. Bolívar: Bolívar, path to Laguna Shopol, S 10°17'57'' W 78°02'50'', 3280-3600 m, 18.10.2000, *Weigend et al. 2000/836* (BSB). Prov. Pataz: Road Tayabamba to Huancaspata (on to Sihuas, Ancash), pass between the two towns, ca. 30,7 km from Tayabamba and 5 km before pass height, 3658 m, 24.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 8022* (BSB). Prov. Santiago de Chuco: Road Santiago de Chuco to Huamachuco, 4111 m, S 07°58,435' W 78°12,906', 19.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 7890* (BSB). **Depto. Ancash**, Prov. Huaylas: Cordillera Negra, road Caraz to Moro over Pamparomas, 2 km before pass height, 4295 m, S 09°04,223' W 77° 54,209', 29.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 8075* (BSB). Cordillera Negra, Road (Caraz to) Huaylas to Jimbe across Cordillera Negra, after passing through Huamanyaco, 4192 m, S 08°51,416' W 77°57,630'', 29.04.2004, *M. Weigend & C. Schwarzer 8073* (BSB). 47 km after Caraz on road to Casma, pass height, 18L 0181785 UTM 8995919, 4391 m, 14.5.2003, *M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7675* (BSB). Road from Pamparomas to Caraz, on Caraz side of pass, S 09°03'30,5'' W 77°54'06,5'', 4151 m, 27.4.2006, *M. Weigend, C. Schwarzer, T. Henning & G. Brokamp 8499* (BSB). Prov. Bolognesi: Rondoy (left margin of Quebrada Rondoy), 3820-3950 m, S 10°10'51,1'' W 76°55'53,2''/ S 10°11'07,9'' W 76°55'46'', 19.07.1998, *A. Cano 8583a* (USM). Chilcas, 22.11.1981, *E. Cerrate, B. León & J. Albán 8235* (USM). Prov. Recuay: Road Catac to Chavin de Huantar vía Laguna Querococha, Abra Cahuish, eastern side of tunnel, 18L 0253142 UTM 8928163, 4488m, 17.5.2003, *M. Weigend, T. Henning & O. Mohr 7707* (BSB). Prov. Huarí: Huascarán Nat. Park, south side of Quebrada Carhuazcanda, W 77°15' S 09°28', 3970-4200 m, 6.5.1986, *D.N. Smitj, R. Valencia & A. Gonzales 12285* (USM). **Depto Pasco**, Prov. Daniel Alcides Carrión: Yanahuanca, Road from Yanahuanca to Oyón, km 35, S 10°38' W 76°34', 4330 m, 8.4.2001, *Weigend et al. 5523 (Ref. 2001/523, 1)* (BSB). **Depto. Lima**, Prov. Lima: Anticona, 4500 m, 17.12.1951, *E. Cerrate 997 & 999* (USM). Prov. Huarochiri: Near Santiago, 3600 m, 16.05.1953, *E. Cerrate & O. Tovar (1695) 1920* (BSB, USM). Pampa de Kolpayunku, 3680 m, 5.4.1968, *E. Cerrate, J. Gómez & B. Ojeda 4474* (USM). Prov. Canta: Near Antaicocha, Cerro Colorado, E of Canta, 3300-3800 m, 20.6.1925, *F. W. Pennell 14640* (USM). Near Canta, 27.1.1963, *I. Meza 47* (USM). Prov. Yauyos: Laraos, S 12°15' W 75°32', 3310 m, *H. Bertrán 1760* (USM). **Depto. Junin**, Prov. Junin: Jumacha, Laguna de Punrún, 4350 m, *P. Aguilar (USM 62518)* (USM). Ondores, 4100 m, 30.9.1976, *U. Petterson 321* (USM). Prov. Huancayo: Road to Laguna Huacracocha, behind Acopalca, S 11°53'50'', W 75°03'39'', 4638 m, 12.9.2001, *M. Weigend, N. Diane, M. Gottschling, H.H. Hilger & J. Skrabal 5717 (Ref. 2001-2/68)* (BSB). Prov. Yauli: Between Yauli and Laguna Pomacocha, S 11°43'02,1'' W 76°07'23,4'', 4320 m, 16.4.2006, *M. Weigend & C. Schwarzer 8272* (BSB, USM). Carretera Central, near Morococha, S 11°35'34'' W 76°08'26,9, 4576 m, 16.4.2006, *M. Weigend, F. Cáceres & C. Schwarzer 8275* (BSB, USM). Carretera Central, Abra de Anticona (= Abra de Ticlio), S 11°35'54,4'' W 76°11'36,1'', 4830 m, 16.4.2006, *M. Weigend,*

*F. Cáceres & C. Schwarzer 8276* (BSB, USM). Prov. Chupaca: Road from Huancayo to San Vicente de Cañete, at the Laguna Pachacayo, S 12°08'12'', W 75°36'42'', 4590 m, 22.9.2001, *M. Weigend & J. Skrabal 5871* (Ref. 2001-2/221) (BSB). **Depto. Ayacucho**: Pedregal, ca. 2 km on road to Minas Canarias, 4150-4200 m, S 14°24'30,4" W 74°24'23,5", 23.02.2002, *A. Cano et al. 11907* (USM). **Depto. Huancavelica**, Prov. Huancavelica: Road from Huancavelica to Palca, at pass hight, S 12°45'06'', W 74°59'39'', 4340 m, 21.9.2001, *M. Weigend & J. Skrabal 5851* (Ref. 2001-2/201) (BSB). **Depto. Cusco**, Prov. La Convención: Dist. Vilcabamba, Espiritupampa, S 13°03' W 73°05', 3600-3900 m, 16.10.2003, *E. Succli, J. Farfan, V. Chama & Y. Vizcardo 1347* (MO). Prov. Calca: Amparaes, center of town. Around the bridge, SW of Cusco and S of town, 3300-3400 m, 13.12.1986, *P. Nuñez 6621* (USM). Prov. Urubamba: Chincheros, stepp rocky slopes upstream from community of Taucca, S 13°25' W 72°0', 4050-4250 m, 14.1.1982, *E. Davis, E. & C. Franquemont, S. King & C. Sperling 1525* (USM). Chincheros, Hatun Wayko Canyon, community of Taucca, 4000-4200 m, 4.2.1982, *E. & C. Franquemont, S. King & C. Sperling 182* (USM).

### 3.1.4. Molekulare Phylogenie

Als Resultat der molekularsystematische Analyse des cpDNA-Markers trnS-G wurde der in Abb. 3.19 dargestellte Stammbaum erstellt.



**Abb. 3.19:** Strict-consensus-tree aus 10000 Bäumen einer Maximum Parsimony Analyse des trnS-G Datensatzes mit binärer Codierung von 27 Indels; gapmode=missing. TL=231, CI=0,8095, RT=0,8650. Über den Ästen stehen die bootstrap-Werte einer Analyse mit 1000 Replikaten. Sektionszugehörigkeiten: Gru=Gruvelia, Pec=Pectocarya, Tes=Tessellatae, Dis=Disjunctae, Mur=Muricatae, Ams=Amsinckiopsis, Pla=Plagiobothrys, All=Allocarya, Ore=Oreocarya, Kry=Krynitzkia, Crp=Cryptantha, Geo=Geocarya.

In die Analyse von PAUP\* wurden 952 Charaktere einbezogen, von denen sich 780 als konstant erwiesen. Von den verbleibenden Charakteren waren 87 parsimony-informativ. Die Baumlänge beträgt TL=231, der Konsistenzindex beträgt CI=0,8095, der Retentionsindex RT=0,8650.

Der aus 10000 Bäumen errechnete strict-consensus-tree (siehe Abb. 3.19) zeigt eine basale Dichotomie zwischen den als Außengruppe fungierenden Arten *Hackelia velutina* und *Cynoglossum amabile* und der Innengruppe aus den Gattungen *Amsinckia*, *Plagiobothrys*, *Cryptantha* und *Pectocarya*. Letztere spaltet sich in zwei Kladen auf: *Pectocarya* (bootstrap-Wert 99%) und die drei verbleibenden Gattungen (bootstrap-Wert 86%). Innerhalb der Gattung *Pectocarya* erscheinen *Pe. pusilla* als Vertreter der Sektion *Gruvelia* und die Sektion *Pectocarya* (bootstrap-Wert 100%) als Schwestergruppen.

Die zweite Klade stellt sich als eine große Polytomie dar, in der nur die Gattung *Amsinckia* als monophyletische Gruppe (bootstrap-Wert 99%) erscheint.

Aus dieser Polytomie spaltet sich weiterhin ein Monophylum ab, das aus *Plagiobothrys* Sektionen *Plagiobothrys* und *Allocarya* besteht (bootstrap-Wert 93%), wobei sich die Sektion *Plagiobothrys* innerhalb dieses Monophylums auf zwei Schwestergruppen verteilt: Das erste Monophylum besteht aus 2 Arten der Sektion, *Pl. arizonicus* und *Pl. fulvus* (bootstrap-Wert 65%), während das zweite aus *Pl. myosotoides* (ebenfalls Sektion *Plagiobothrys*) und der gesamten Sektion *Allocarya* besteht (bootstrap-Wert 91%). Innerhalb der zweiten Gruppe besteht eine Dichotomie zwischen den beiden genannten Taxa. Die zwei übrigen Vertreter der Gattung aus der nordamerikanischen Sektion *Amsinckiopsis* erscheinen unaufgelöst innerhalb der 2. Klade.

Ebenso verhält es sich mit der Gattung *Cryptantha*. Als die zwei einzigen monophyletischen Gruppen erscheinen zum einen (bootstrap-Wert 97%) die beiden chilenisch-argentinischen Sektionen *Cryptantha* und *Geocarya*, die zudem in einem Schwestergruppenverhältnis zueinander stehen. Zum anderen wird eine Gruppe aus drei Vertretern der Sektion *Krynitzkia* gebildet, die einen Bestandteil der Loma-Vegetation Perus und Chiles bilden: *C. granulosa*, *C. limensis* und *C. filaginea* (bootstrap-Wert 99%). Alle weiteren Arten dieser Sektion sowie *C. confertiflora* aus der nordamerikanischen Sektion *Oreocarya* erscheinen unaufgelöst innerhalb der großen Polytomie.

## 4. Diskussion

### 4.1. Zur Monophylie der Cryptantheae

Die Ergebnisse der molekularsystematischen Analyse implizieren, ebenso wie die Analyse des trnL<sub>UAA</sub> – Introns von Hilger (nicht publiziert), eine Monophylie der vier untersuchten Gattungen. Diese ist in dieser Untersuchung durch einen bootstrap-Wert von 99 % sehr gut gestützt.

Die gesamte Gruppe bestehend aus den Gattungen *Pectocarya* s.l., *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* wird im folgenden mit dem von Brand (1925) für die Tribus Eritricheae geschaffenen Namen „Cryptantheae“ belegt. Dieser ist zwar formell ungültig, erscheint aber geeignet, die Gruppe zu beschreiben und wird deshalb in dieser Betrachtung informell für sie benutzt. Die beiden innerhalb der Cryptantheae erscheinenden Schwestergruppen werden weiterhin formell mit den Namen „1. Klade“ für das Monophylum, welches die Gattung *Pectocarya* und „2. Klade“ für die monophyletische Gruppe, die die Gattungen *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha* umfaßt, belegt.

Der überraschende Befund einer Monophylie der Cryptantheae kann an zwei Punkten angegriffen werden. Erstens wurde in dieser Untersuchung nur mit einem DNA-Marker gearbeitet und die Anzahl der Außengruppentaxa ist mit zwei Arten sehr gering.

Diese Einwände können relativiert werden, da die vorhergehende molekularsystematische Untersuchung von Hilger (nicht publiziert, Abb. 1.1) mit einem anderen DNA-Marker zu einem identischen Ergebnis gelangte. Hier erscheinen die Cryptantheae als ein Schwestertaxon zu einer größeren Gruppe von Cynoglosseae s.str., welche Gattungen wie *Cynoglossum*, *Lindelofia* und *Mattiastrum* enthält. Desweiteren erscheint in jener Analyse eine weitere monophyletische Gruppe von Eritricheae als „innere Außengruppe“ zu diesen beiden Schwestertaxa. Sie enthält Gattungen wie *Hackelia*, *Rochelia* und *Lappula*. Die Wahl der Außengruppentaxa *Cynoglossum* und *Hackelia* in dieser Untersuchung bekommt in diesem Zusammenhang eine größere Relevanz, welche die geringe Anzahl durch die Qualität der Außengruppentaxa teilweise ausgleicht. Ihre Auswahl erfolgte auch nach den Vermutungen Johnstons (1925), der den Ursprung der Cynoglosseae s.str. in einer nach heutigen phylogenetischen Kriterien paraphyletischen Gattung *Cryptantha* mit einer „Übergangsgattung“ *Hackelia* sah (siehe Einleitung). Auch eine Einbettung der hier erzielten Ergebnisse in die Untersuchung von Långström und Chase (2002) rechtfertigt die Wahl der Außengruppentaxa. Hier erscheint ein Vertreter der Gattung *Cryptantha* in einem Schwestergruppenverhältnis zu einem Monophylum bestehend aus *Cynoglossum* und *Lindelofia*.

Ein zweiter möglicher Angriffspunkt ist das Fehlen gemeinsamer morphologischer Merkmale der Cryptantheae. Diese zu finden, ist in einer solchen eher merkmalsarmen Gruppe problematisch. Die hier untersuchten Merkmalskomplexe wie Wuchsform, Indument, Infloreszenzmorphologie und Fruchtmorphologie zeigen bei den Cryptantheae keine synapomorphen Entwicklungen und treten in dieser oder ähnlicher Ausprägung in den gesamten Cynoglosseae

s.l. auf.

Inwieweit aber die durch die molekularen Daten implizierte nahe Verwandtschaft der vier Gattungen morphologisch nachvollziehbar sein kann, soll nach einer Diskussion der infragenerischen Verwandtschaftsverhältnisse besprochen werden.

## 4.2. Implikationen der molekularen und morphologischen Daten zu den infragenerischen Verhältnissen der Cryptantheae

### 4.2.1. *Pectocarya*

Die Gattung *Pectocarya* erscheint als sehr gut gestützte monophyletische Gruppe (bootstrap-Unterstützung 99 %) und die beiden in die molekularsystematische Analyse einbezogenen Sektionen *Gruvelia* und *Pectocarya* erscheinen als Schwestertaxa.

Dies ist nicht überraschend, da sich die Vertreter der Gattung durch eine von den Sippen der 2. Klade stark abweichende Befestigung der Klausen an der Gynobasis und eine abweichende Ontogenie der Klausen unterscheiden. Die in die molekularsystematische Untersuchung einbezogenen Arten von *Pectocarya* s.str. (ohne *Harpagonella*) sind zudem durch die Bildung von Krallenhaaren am Klausenrand von den drei anderen untersuchten Gattungen verschieden. Eine im Alignment (siehe Anhang) erkennbare molekulare Autapomorphie der Gattung *Pectocarya* besteht in zwei Indels an den Positionen 1045-1047 und 1053-1055.

Vertreter der Sektion *Gruvelia* wurden morphologisch nicht untersucht und nur eine Art in die molekularsystematische Analyse aufgenommen. Es ist deshalb nicht möglich, sie über die schon genannten Merkmale hinaus zu charakterisieren (siehe Einleitung).

Dagegen kann die sehr gut gestützte Sektion *Pectocarya* (bootstrap-Wert 100 %) morphologisch durch die bilateralsymmetrischen Kelche und das Auftreten fadenförmiger Papillen an der Basis der Schlundschuppen charakterisiert werden. Ihre untersuchten Vertreter verteilen sich auf zwei Schwestertaxa, die mit der von Veno (1979) aufgestellten „*Pectocarya-penicillata*-group“ und der „*Pectocarya-lateriflora*-group“ korrespondieren. Die „*Pectocarya-lateriflora*-group“ ist nach Veno (1979) durch die drei Arten *Pe. lateriflora*, *Pe. anomala* und *Pe. brachycera* vollständig in Peru vertreten. Von diesen drei Arten ist *Pe. lateriflora* die am weitesten verbreitete und es erscheint gut begründet, die beiden anderen Arten als von ihr abgeleitet zu betrachten. Bei ihnen hat ein Wechsel des Lebensraumes zu den andinen und hochandinen Habitaten der Trocken-Puna stattgefunden, der sich in der geringen Größe, einer ausschließlich niederliegenden Wuchsform und einer kürzeren Lebensdauer widerspiegelt. Falls ein Trend zu einer stärkeren Ornamentierung der Klausen in der Evolution der Gattung vorliegen sollte, so würde er in den Klausen von *Pe. anomala* kulminieren, bei denen nicht nur der Rand, sondern auch der Klausenrücken mit Krallenhaaren bedeckt ist.

Die Herkunft der Gattung ist wohl zweifelsfrei in Nordamerika zu suchen, da hier die größte Diversität herrscht. Von dort aus ist sie vermutlich über Fernausbreitung der dafür hervorragend geeigneten Klausen nach Südamerika gelangt.

#### 4.2.2. *Amsinckia*

Als Ergebnis der molekularsystematischen Analyse erscheint *Amsinckia* als die einzige Gattung der 2. Klade, die sich auch als monophyletische Gruppe darstellt (bootstrap-Wert 99 %). Auch die von Ray & Chisaki (1957 a) aufgestellten Sektionen sowie die von ihnen vermuteten infragenerischen Verwandtschaftsbeziehungen werden bestätigt, wenn auch die Aussagekraft der molekularen Analyse aufgrund der geringen Anzahl analysierter Taxa begrenzt bleibt.

Da nur eine einzige Art, *A. calycina*, morphologisch untersucht wurde, kann den in der Einleitung genannten Autapomorphien der Gattung nichts hinzugefügt werden. Als molekulare Autapomorphie der untersuchten Arten der Gattung gegenüber allen anderen Taxa stellt sich ein Indel an Position 265-298 des Alignments dar (siehe Anhang).

Ray & Chisaki (1957 b) sahen die heterostylen und durch glatte Klausen ohne ventralen Kiel gekennzeichneten Arten der Sektion *Tessellatae* (z.B. *A. furcata*) aus Nordamerika als ursprünglich an und ihren nächsten Verwandten in *Cryptantha* Sektion *Oreocarya*. Die nach Ray & Chisaki (1957 a) aus der Sektion *Tessellatae* entstandenen restlichen zwei, in die molekulare Analyse einbezogenen Sektionen erscheinen jeweils als sehr gut gestützte Monophyla (bootstrap-Werte 96 % & 97 %), ihre Aufstellung also als gerechtfertigt. Die Entstehung von *A. calycina* aus der am stärksten abgeleiteten Sektion *Muricatae* in Südamerika ist schwer nachvollziehbar, da die einzige andere dort auftretende Art, *A. tessellata*, aus der ursprünglichsten Sektion *Tessellatae* stammt. Der Ursprung von *A. calycina* wird vermutlich in einer durch Fernausbreitung nach Südamerika gelangten und dort nicht mehr vertretenen nordamerikanischen Art der Sektion *Muricatae* liegen. Sie scheint hier als eine homostyle, sich autogam fortpflanzende und an anthropogen veränderte Lebensräume wie Ackerflächen angepasste Art eine sehr weite Verbreitung erfahren haben, die durch den Menschen in jüngerer Zeit noch auf andere Kontinente erweitert wurde.

#### 4.2.3. *Plagiobothrys*

Die Ergebnisse der molekularsystematischen Untersuchung von Vertretern der Sektionen *Amsinckiopsis*, *Plagiobothrys* und *Allocarya* lassen sich in drei Aussagen festhalten:

1. Die Hypothese einer Monophylie der Gattung *Plagiobothrys* kann weder abgelehnt noch bestätigt werden.
2. Innerhalb der Gattungsgrenzen sensu I.M. Johnston lässt sich eine gut gestützte monophyletische Gruppe (bootstrap-Unterstützung 93 %), bestehend aus den Sektionen *Plagiobothrys* und *Allocarya* feststellen, wobei erstere als paraphyletische Gruppe erscheint.
3. Die Sektion *Allocarya* erscheint als gut gestützte monophyletische Gruppe (bootstrap-Unterstützung 91 %).

Diese drei Aussagen sollen im folgenden erörtert und in Beziehung zu den Ergebnissen der morphologischen Untersuchungen gesetzt werden.

1. Das Ausbleiben der Bestätigung eines Monophylums „*Plagiobothrys*“ in den von Johnston (1923 b) definierten Gattungsgrenzen ist nicht überraschend. Selbst er sah in der Schaffung einer *Plagiobothrys* Sektion *Amsinckiopsis* nur eine vorläufige Maßnahme, die er aufgrund fehlender Autapomorphien dieser Gruppe vornahm. Wie schon seine Namensgebung verrät, zeigt die gesamte Fruchtmorphologie starke Ähnlichkeit zu jener von einigen Arten der Gattung *Amsinckia*. Allerdings schließt sich eine Aufnahme in diese Gattung aufgrund der nicht zwispaltigen Kotyledonen und der weißen Blüten mit gelben Schlundschuppen aus, zumal sich die fruchtmorphologischen Merkmale in den Gattungen *Amsinckia*, *Cryptantha* und *Plagiobothrys* als eher variable Merkmale darstellen. Auch die Sequenz des Chloroplasten-Markers trnS-G (siehe Anhang) kann für zwei der insgesamt drei Arten der Sektion *Amsinckiopsis* keine autapomorphen Entwicklungen gegenüber den anderen untersuchten Taxa dokumentieren. Die Sektion *Amsinckiopsis* muß vorerst als eine Gruppe von Arten beschrieben werden, die Merkmale der Gattungen *Amsinckia* und *Plagiobothrys* in sich vereinen.

2. Die zwei Aussagen dieser Feststellung müssen zunächst getrennt betrachtet werden. Eine Monophylie beider Sektionen lässt sich molekular durch das Auftreten zweier nur ihnen eigener Indels in der Basensequenz von trnS-G begründen, eines an Position 24-39 und eines an Position 314-326 des Alignments (siehe Anhang). Auf morphologischer Ebene lassen sich nur wenige Autapomorphien dieser Gruppe finden. Im Prinzip bestehen sie aus der Kombination zweier Merkmalszustände, die getrennt in den Gattungen *Amsinckia* und *Cryptantha* vorliegen: Das Auftreten ventral gekielter Klausen zusammen mit weißen Blüten mit gelben Schlundschuppen. Allerdings sind die Klausen insofern von denen der gesamten Gattung *Amsinckia* und auch der *Plagiobothrys* Sektion *Amsinckiopsis* verschieden, da sie maximal die Hälfte ihrer Größe erreichen und die Cicatrix immer unterhalb des Niveaus des ventralen Kiels liegt. Schwächere Argumente sind ökologische Anpassungen wie das völlige Fehlen von Trichomen des Typs 1 als Teil des Kelchinduments, wie es in den Gattungen *Amsinckia* und *Cryptantha* und der *Plagiobothrys* Sektion *Amsinckiopsis* auftritt. Hinzu kommt eine rosulate Wuchsform, welche Arten von *Amsinckia* zeigen, während sie bei Arten von *Cryptantha* fehlt. Eine Betrachtung der Wuchsform und der Ausbildung der Synfloreszenz kann aber die zweite Aussage zur Paraphylie der Sektion *Plagiobothrys* und ihren Zusammenhang mit der Sektion *Allocarya* erhellen. Die in Kalifornien und Südamerika verbreitete Art *Pl. myosotoides*, die im molekularen Stammbaum eine gut gestützte monophyletische Gruppe (bootstrap-Wert 91%) zusammen mit der Sektion *Allocarya* bildet, zeigt bezüglich dieser Merkmale mögliche Übergänge zwischen beiden Sektionen. Während in der übrigen Sektion *Plagiobothrys* größtenteils orthotrop wachsende, rosulate Pflanzen mit Thyrsoiden mit terminalem Doppelwickel (Synfloreszenztyp I a) auftreten, zeigt diese Art eine rosulate, aufrechte Wuchsform mit einem dichasial verzweigten Thyrsoid mit distalen Wickeln (Typ II a). Die nach Johnston (1927) nah

mit ihr verwandte chilenisch-argentinische *Pl. verrucosus* zeigt eine rosulate, aufsteigende Wuchsform und denselben Synfloreszenztypus.

Von einer ähnlichen Wuchsform und diesem Synfloreszenztypus ausgehend, könnte der Ursprung der drei zumindest in Peru auftretenden Synfloreszenztypen in der Sektion *Allocarya* mit rosulaten, niederliegenden Vertretern, erklärbar werden.

Voraussetzung ist die Verkürzung des Internodiums zwischen Terminalblüte (T) und Blattspreite (siehe Abb. 4.1).

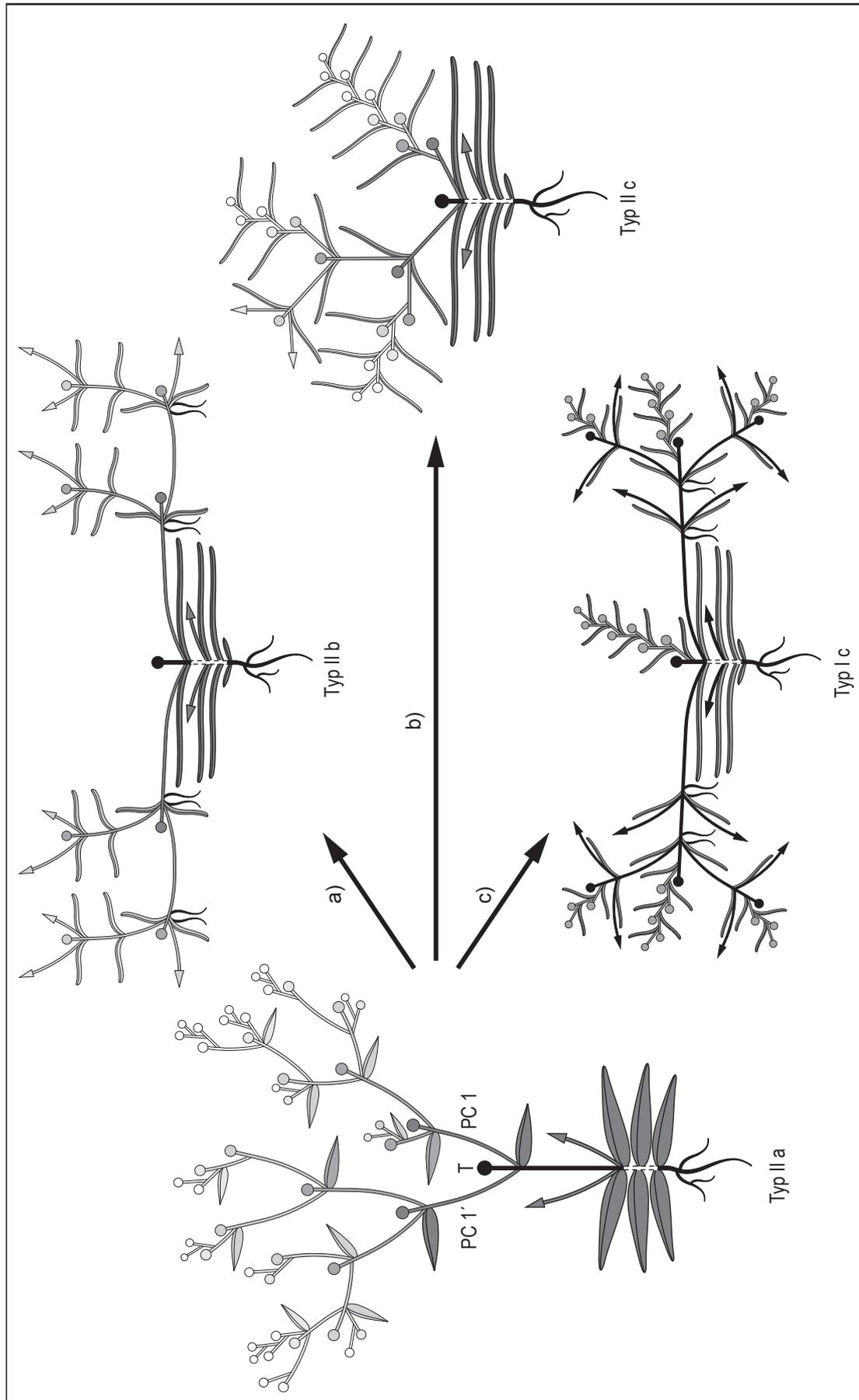
- a) Durch ein plagiotropes Wachstum der Parakladien, die sich durchgängig dichasial verzweigen, und ihre achsenbürtige Bewurzelung entsteht der Synfloreszenztyp II b.
- b) Durch die Ausbildung nur eines der beiden Achselprodukte jeder Terminalblüte eines Parakladiums (PC 1) und die Beibehaltung des dichasialen Verzweigungsmusters bei der Primärblüte des gegenüberstehenden Parakladiums (PC 1'), sowie ein plagiotropes Wachstum aller Parakladien entsteht der Synfloreszenztyp II c.
- c) Durch die alleinige Ausbildung nur eines Achselproduktes jeder Terminalblüte und ein plagiotropes Wachstum der achsenbürtig bewurzelten Parakladien entsteht der terminale Wickel und die kriechenden Spezialthyrsoide des Synfloreszenztyps I c.

Punkt c) ist der schwächste dieser Hypothese, da aus einem homöokladischen Thyrsoid ein heterokladisches Thyrsoid entstehen müsste. Sie soll jedoch nur ein mögliches Erklärungsmuster für die Entstehung der Sektion *Allocarya* aus einer paraphyletischen Sektion *Plagiobothrys* bieten. Der Ort dieser Entstehung wäre vermutlich in Kalifornien zu suchen, da *Allocarya* dort die größte Diversität aufweist. Danach müssten auch Arten beider Sektionen mehrfach unabhängig voneinander durch Fernausbreitung nach Südamerika gelangt sein.

Sollte sich die durch die molekularen Daten implizierte Paraphylie der Sektion *Plagiobothrys*, die derzeit auf nur einem DNA-Marker beruht, in weiteren Untersuchungen bestätigen, müssten beide Sektionen nach phylogenetischen Kriterien vereinigt werden. Die morphologisch schwer definierbare Trennungslinie der beiden Sektionen und die molekulare Bestätigung dieser Schwierigkeiten rechtfertigt grundsätzlich Johnstons (1924 a) Entscheidung, beide in einer Gattung zu vereinen.

3. Die Monophylie der Sektion *Allocarya* kann zusätzlich zu den molekularen Daten nur durch ihre schon bekannten morphologischen und ökologischen Eigenschaften unterstützt werden. Bei diesen handelt es sich zum einen um die fast immer niederliegende oder aufsteigende Wuchsform, die linealischen, basal gegenständigen und häutig verwachsenen Blätter und die eher basale Positionierung der Cicatrix auf der ventralen Klausenseite. Zum anderen bevorzugten Vertreter dieser Sektion dauerfeuchte Habitate im Gegensatz zu den eher trockene Standorte bevorzugenden Arten der Sektion *Plagiobothrys*.

Bei den meisten peruanischen Sippen von *Allocarya* (Ausnahme: *Pl. macbridei*) hat sich zudem eine Anpassung an sehr spezielle Habitate des hochandinen Lebensraumes entwickelt. Diese Sippen zeigen ein asaisonal perennierendes Wachstum, welches durch die niederliegende Wuchsform und die Architektur der Synfloreszenzen ermöglicht wird. So kann eine schnelle



**Abb. 4.1.:** Hypothetische Entstehung der in der *Plagiobothrys* Sektion *Allocarya* beobachteten Synfloreszenztypen aus einem dichasial verzweigtem Thyrsoid mit distalen Wickeln (Typ II a), einem bei *Pl. myosotoides* vorkommenden Synfloreszenztypus. Erläuterungen siehe Text.

Kolonisierung der dauerfeuchten, gestörten Habitaten (z.B. Wegrändern oder Kuhweiden), in denen keine jahreszeitliche Schwankungen auftreten, auf vegetativem Wege erreicht werden

Interessant ist noch die Bestätigung einer Vermutung Johnstons (1927), der eine nahe Verwandtschaft zwischen der chilenischen *Pl. procumbens* und der peruanischen *Pl. macbridei* annahm, beides anuelle Arten, die Fruchtpolymorphismus aufweisen. Dagegen ist das Auftreten eines gut gestützten Schwestergruppenverhältnisses zwischen *Pl. kunthii* und *Pl. congestus* (bootstrap-Unterstützung 96 %) überraschend, da keine morphologischen Hinweise auf eine so nahe Verwandtschaft bestehen. Die Daten der Blüten-, infloreszenz- und fruchtmorphologischen Untersuchungen lassen eher eine nahe Verwandtschaft von *Pl. congestus* zu *Pl. humilis* vermuten. Da etwaige Fehlerquellen, die zu diesem Ergebnis führten, nicht ausgeschlossen werden können (z.B. eine Kontamination der Proben während der DNA-Isolation), sollte dieses Ergebnis der molekularen Analyse erneut überprüft werden.

#### 4.2.4. *Cryptantha*

Auch die Ergebnisse der molekularsystematischen Analyse der Gattung *Cryptantha* können in drei Aussagen festgehalten werden.

1. Eine Monophylie der Gattung kann auf Grund der molekularen Daten weder bestätigt noch abgelehnt werden.
2. Ebenso kann eine Monophylie der Sektion *Krynitzkia* weder bestätigt noch abgelehnt werden, nur die in der Loma-Vegetation Perus und Chiles auftretenden Arten *C. granulosa*, *C. limensis* und *C. filaginea* bilden eine monophyletische Gruppe (bootstrap-Unterstützung 99 %).
3. Die untersuchten Vertreter mit kleistogamen Blüten aus den Sektionen *Cryptantha* und *Geocarya* bilden ein Monophylum (bootstrap-Unterstützung 97 %) und beide Sektionen stehen in einem Schwestergruppenverhältnis zueinander.

Diese Aussagen sollen im folgenden erörtert werden.

1. Die Monophylie der Gattung scheint morphologisch gut mit der Befestigung der Klausen über die in einer langen ventralen Rinne liegenden Cicatrix an einer meist gestreckten Gynobasis begründet zu sein. Die molekularen Daten zeigen allerdings für die zugegebenermaßen kleine Gruppe an untersuchten Vertretern der Gattung keine Autapomorphien (in Form von Indels, Substitutionen etc.), die sie gegenüber den anderen Gattungen auszeichnen würde. Dies könnte für eine sehr schnelle Evolution der Gruppe sprechen, die sich nicht auf die Topologie des cpDNA-Abschnitts trnS-G ausgewirkt hätte, oder aber für ihre systematische Vereinigung aufgrund eines plesiomorphen Merkmalszustandes. Wenn man der Argumentation Johnstons (1925) folgt, trifft eher letzteres zu. Für ihn bestand in der Cicatrix in Form

der ventralen Rinne ein Merkmalszustand, aus dem sich die in den Gattungen *Amsinckia* und *Plagiobothrys* auftretenden Cicatrixformen entwickelten. Auch die  $\text{trnL}_{\text{UAA}}$  – Daten von Hilger (nicht publiziert) zeigen eine paraphyletische Gattung *Cryptantha* sensu Johnston an, ebenso wie die Vermutungen Ray & Chisakis (1957 b) bezüglich der Stellung der *Cryptantha* Sektion *Oreocarya* (siehe Einleitung). Um die Frage nach einer Monophylie von *Cryptantha* endgültig zu klären, bedarf es aber einer Analyse einer sehr viel größeren Gruppe von Vertretern der Gattung.

2. Die Sektion *Krynitzkia* stellt mit etwa 80 Arten in Nord- & Südamerika die umfangreichste der Gattung *Cryptantha* dar. In ihr werden Sippen mit verschiedensten Klausenformen vereinigt. Die sie nach Johnston (1925) von den anderen Sektionen abgrenzenden Merkmale sind eine anuelle Lebensweise und das Fehlen kleistogamer Blüten. Auch die morphologischen Ergebnisse dieser Untersuchung förderten keine weiteren Apomorphien der Sektion zu Tage. Wenn man den Vermutungen zu den infragenerischen Verwandtschaftsverhältnissen Johnstons folgt (siehe Einleitung), handelt es sich bei den genannten Merkmalen also zum einen um eine Synapomorphie der Sektionen *Krynitzkia*, *Cryptantha* und *Geocarya* und zum anderen um eine Sympletiomorphie der Blütenpflanzen. Es scheint sich bei der Sektion *Krynitzkia* also eher um den „systematischen Bodensatz“ der Gattung zu handeln. Trotzdem kann eine Monophylie der Sektion nicht zwangsläufig abgelehnt werden, da sie erstens in einem Schwestergruppenverhältnis zu den beiden abgeleiteten Sektionen der Gattung stehen könnte (siehe 3.) und zweitens eine Zugehörigkeit der Sektion *Oreocarya* zur Gattung unklar ist.

Der Ursprung der eventuell paraphyletischen Sektion *Krynitzkia* ist trotz allem im größeren Diversitätszentrum der Gattung in Kalifornien zu suchen. Von hier aus ist eine mehrfach unabhängig voneinander aufgetretene Fernausbreitung nach Südamerika anzunehmen, da *C. parviflora* nach Johnston (1927) aufgrund ihrer veränderten abaxialen Klause sehr nah mit *C. angustifolia* aus Kalifornien verwandt sein soll, während er die anderen in Peru auftretenden Arten mit leicht veränderten adaxialen Klausen eher mit der ebenfalls kalifornischen *C. barbigeri* assoziiert.

Innerhalb der analysierten Vertreter der Sektion *Krynitzkia* erscheint ein sehr gut gestütztes Monophylum bestehend aus drei als Bestandteil der küstennahen Loma-Vegetation auftretenden Arten (siehe oben), wobei das Verbreitungsgebiet von *C. granulosa* z.T. bis an die Westseite der Anden reicht. Sie sind morphologisch gegenüber den anderen beiden in Peru auftretenden *Cryptantha* – Arten abgegrenzt durch ihre sehr ähnlichen Klausen, die unbedrandet sind und eine papillate Oberfläche besitzen und durch das exklusive Auftreten von Trichomen des Typs 1 an den Kelchblättern und nicht an den anderen Organen der Pflanze. Die Basensequenz ihres  $\text{trnS-G}$  – Abschnitts zeigt außerdem mehrere, nur diesen drei Arten eigene Substitutionen sowie eine Insertion an Position 547-557 des Alignments (siehe Anhang). Folgt man Johnston (1927), sind sie nur Teil einer Gruppe nah verwandter Arten der Sektion *Krynitzkia*, die die Lomas an den Küsten Perus und Chiles besiedeln.

3. Die untersuchten Vertreter der Gattung *Cryptantha* mit kleistogamen Blüten erscheinen, wie von Johnston (1927) vermutet, als monophyletische Gruppe. Da dieses Merkmal nur bei den chilenischen und argentinischen Arten der Gattung auftritt, ist zu vermuten, dass es sich in ihrem Diversitätszentrum in Chile entwickelt hat. Hier ist es wahrscheinlich in Anpassung an den sehr trockenen Lebensraum in den hoch gelegenen Teilen der Anden entstanden, in welchem für ephemere Sippen eine schnelle Produktion von Samen bei teilweise nur kurzer Verfügbarkeit von Wasser vorteilhaft ist. Die Monophylie der einzelnen Sektionen ist moderat gestützt (71 % und 84 %) und eine Entstehung der Sektion *Geocarya* mit den stark abgeleiteten „cleistogenes“ an der Basis der Pflanzen aus einem Vorfahren mit einfachen kleistogamen Blüten erscheint naheliegend.

Das genaue Verhältnis beider Sektionen zur Sektion *Krynitzkia* bleibt leider unklar, die Existenz eines nur diesen 3 Sektionen gemeinsamen Vorfahren ist aber nach dem Parsimonie-Kriterium (sparsamste Erklärung) weiterhin anzunehmen, da sich die Sektionen *Cryptantha* und *Geocarya* morphologisch nur in diesem einen Merkmal, dem Auftreten kleistogamer Blüten, von *Krynitzkia* unterscheiden.

### 4.3. Reproduktive Eigenschaften der Cryptantheae in Peru

Auffällig bei allen untersuchten Vertretern mit der Ausnahme von *Pl. kunthii* ist die Reproduktion durch Autogamie. Dies gibt einen starken Hinweis darauf, dass alle vier Gattungen über Fernausbreitung nach Südamerika gelangt sind. Durch Selbstbestäubung ist die Etablierung einer Population aus einem einzigen Samen möglich, ohne dass das Vorhandensein bestimmter Bestäuber nötig ist. Vorrichtungen, die die Fernausbreitung begünstigen, sind in allen vier Gattungen entweder an den Klausen oder am Kelch zu finden. Interessant ist hierbei das Auftreten von Heteromerikarpie und die stärkere Befestigung einer der vier Klausen an der Gynobasis nach dem 3+1 Muster (Hofmann 1994) in den Gattungen *Amsinckia* und *Cryptantha*. Dadurch wird eine epizoochore Verbreitung einer Klausen über den Kelch mit seinem heterotrichen Indument ermöglicht, während die anderen drei Klausen sich leicht lösen und am Standort verbleiben. Dieses letzte, standorttreue Element, ist in der *Cryptantha* Sektion *Geocarya* extrem ausgeprägt (siehe oben). Bei *Pectocarya* erscheint es hingegen wahrscheinlich, dass alle Klausen epizoochor verbreitet werden und die sehr stark befestigte adaxiale Klausen eine Verbreitung der gesamten abgestorbenen Pflanze vermittelt.

### 4.4. Konsequenzen und Hypothesen zu den intergenerischen Verhältnissen der Cryptantheae

Die lange vermutete nahe Verwandtschaft der amerikanischen Gattungen *Amsinckia*, *Plagiobothrys* und *Cryptantha*, also ihre Zugehörigkeit zu einer eng begrenzten monophyletischen Gruppe, konnte in dieser Untersuchung bestätigt werden (bootstrap-Unterstützung 86 %) Allerdings konnten die intergenerischen Zusammenhänge dieser Gattungen leider nicht ge-

klärt werden, eine ursprüngliche Stellung der Gattung *Cryptantha* erscheint aber wahrscheinlich. Die nächst verwandte Gattung der 2. Klade ist *Pectocarya* (bootstrap-Unterstützung 99 %).

Die hier erzielten Ergebnisse implizieren die Evolution der Cryptantheae von einem Vorfahren ausgehend, der nach klassischer Systematik bei den Cynoglosseae s.str. zu suchen ist. Johnstons (1925) Theorie einer Entstehung der Cynoglosseae s.str. aus der Gattung *Cryptantha* heraus muss abgelehnt werden.

Daraus folgt auch, dass die klassische Hypothese zur Entstehung der Cynoglosseae-Frucht aus der Eritricheae-Frucht abgelehnt werden muss. Im speziellen Fall der Cryptantheae sind die lateral an der Gynobasis befestigten Klausen eher aus apikal an der Gynobasis befestigten Klausen hervorgegangen, wie sie typisch für die hier ursprünglich erschienenen Gattungen *Cynoglossum* und *Pectocarya* sind.

Es könnte also folgendes Szenario entworfen werden: Aus ursprünglich mit ihrem Apex an einer flach pyramidalen Gynobasis befestigten Klausen sind zum einen die Klausen der Gattung *Pectocarya* entstanden. Zum anderen führte eine Streckung der Gynobasis in vertikaler Richtung zu den typischen Klausen der Gattung *Cryptantha*, die über die gesamte Länge der Ventralseite befestigt sind. Die weitere Entwicklung würde weitestgehend Johnstons Vermutung (1925) folgen, nach der eine Verwachsung der Perikarpwände in der apikalen Klausenhälfte stattfand. Dies führte dann zu den ventral gekielten und basal befestigten Klausen der Gattungen *Amsinckia* und *Plagiobothrys*. Diese letzte Entwicklung kann aber in beiden Gattungen unabhängig voneinander stattgefunden haben. Die Skulpturierung der Klausen scheint mir dabei ein Merkmalskomplex zu sein, der ebenso wie die Position der Cicatrix, keiner bestimmten Evolutionsrichtung unterliegt, sondern je nach ökologischen Erfordernissen, oder auch zufällig, variiert.

So hängt die Ausbildung von Krallenhaaren an den Klausen in der Gattung *Pectocarya* offensichtlich mit einer epizoochoren Verbreitung zusammen. Diese Funktion wird in den Gattungen *Cryptantha* und *Amsinckia* vermutlich vom Kelch mit Trichomen des Typs 1 übernommen, so dass eine starke Skulpturierung der Klausen in diesem Zusammenhang eher unwichtig und eine zufällige Variation wahrscheinlich wird. Dies sollte bei einem auf diesem Merkmal beruhenden Artkonzept berücksichtigt werden. Eine Anwendung als phylogenetisches Kriterium erscheint noch problematischer und sollte nur bei genauer Kenntnis der ökologischen Zusammenhänge in einer Gruppe von Pflanzen benutzt werden.

#### 4.5. Ausblick

Die Möglichkeiten der systematischen Botanik haben sich durch die Entwicklung neuer technologischer Verfahren, insbesondere der molekularen Analyse, in den letzten Jahrzehnten stark erweitert. Dadurch wird der Zugriff auf neue Merkmalskomplexe im Zuge einer Untersuchung verschiedener Taxa und das Auffinden ihrer Grenzen ermöglicht. Dies scheint gerade bei einer eher merkmalsarmen Gruppe wie den Cryptantheae notwendig, die lange nur unzureichend

---

klassifiziert werden konnte. So wird die Erstellung eines erweiterten molekularen Datensatzes dieser Gruppe im Zusammenhang mit weiteren morphologischen Untersuchungen eine Klärung ihrer infragenerischen Zusammenhänge ermöglichen können. Die Erforschung dieser entwicklungs geschichtlich sehr jungen Gruppe könnte dazu beitragen, evolutionäre Vorgänge wie die Entstehung von Arten besser zu verstehen.

## 5. Literatur

- ABRAMS, L. & R.S. FERRIS 1923. *Illustrated Flora of the Pacific States* 1. Stanford Univ. Press.  
Reprint 1940.
- AL-SHEBAZ, I.A. 1991. The genera of Boraginaceae in the southeastern United States. *J. Arnold Arbor.*, Suppl. Ser. 1: 1—169. 1991.
- BRAND, A. 1921. Borraginaceae-Borraginoideae-Cynoglosseae. Engler, A. (Hrsg.): *Pflanzenr.* 4. 252 (78). Leipzig. Engelmann. 1921.
- BRAND, A. 1925. Drei neue Gattungen der Cryptantheae. *Repert. Spec. Nov. Regni Veg.* 21: 249—254. 1925.
- BRAND, A. 1928. Decas specierum novarum septima. *Repert. Spec. Nov. Regni Veg.* 24: 57.1928.
- BRAND, A. 1931. Borraginaceae-Borraginoideae-Cryptantheae. Engler, A. (Hrsg.): *Pflanzenr.* 4 – 252 (97). Leipzig. Engelmann. 1931.
- BUYS, H.M. & H.H. HILGER 2003. Boraginaceae cymes are exclusively scorpioid and not helicoid. *Taxon* 52: 719—724. 2003.
- CANDOLLE, A.P. DE 1846. Borragineae. *Prodr.* 10. 1846.
- CARLSON, T.M., E.K. ESPELAND & B.M. PAVLIK 2002. Reproductive ecology and the persistence of an endangered plant. *Biodiversity and Conservation* 11: 1247—1268. 2002.
- CHROMAS PRO. 2005. Sequence Editor. Technelysium Pty Ltd. Version 1.34/2005.
- COHEN, A. & M. SHAYKH 1973. Fixation and dehydration in the preservation of surface structure in critical point drying of plant material. *Scan. Electron Microscop.* 3: 371—378. 1973.
- DIANE, N., C. JACOB & H.H. HILGER 2003. Leaf anatomy and foliar trichomes in Heliotropiaceae and their systematic relevance. *Flora* 198: 468—485. 2003.
- DON, G. 1837. *Gen. Hist.* 4: 373. 1837.
- DOYLE, J.J. & J.L. DOYLE 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13—15. 1990.
- ECHLIN, P. 1978. Coating techniques for Scanning Electron Microscopy and X-Raymicroanalysis. *Scan. Electron Microscop.* 1: 108—132. 1978.
- FELSENSTEIN, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783—791.
- FISCHER F.E. & C.A. MEYER 1835. *Index Sem. (St. Petersburg)* 2: 46. 1835.
- FISCHER F.E. & C.A. MEYER 1841. *Index Sem. (St. Petersburg)* 7: 52. 1841.
- GOEBEL, K. 1931. Blütenbildung und Sproßgestaltung (Anthokladien und Infloreszenzen). 2. Ergänzungsband zur Organographie der Pflanzen. Jena. Fischer. 1931.
- GRAHAM, S.W., P.A. REEVES, A.C.E. BURNS & R.G. OLMSTEAD 2000. Microstructural changes in noncoding chloroplast DNA: Interpretation, evolution and utility of indels and Inversions in basal angiosperm phylogenetic inference. *Int. J. Plant Sci.* 161 (6 Suppl.): 83–96. 2000.

- GRAY, A. 1876. V. Miscellaneous botanical contributions. Proc. Amer. Acad. Arts. 11: 71-89.
- GRAY, A. 1878. A synoptical flora of North America 2 (1): 178, 186—187, 190. Ivison, Blakeman, Taylor and Co., London. 1878.
- GRAY, A. 1885. Contributions to the botany of north America. 1. A revision of some borragineous genera. Proc. Amer. Acad. Arts 20: 257—286. 1885
- GREENE, E.L. 1887 a. Some west American Asperifoliae I. Pittonia 1: 8—23. 1887.
- GREENE, E.L. 1887 b. Some west American Asperifoliae II. Pittonia 1: 55—60. 1887.
- GREENE, E.L. 1887 c. Some west American Asperifoliae III. Pittonia 1: 77—120. 1887.
- GÜRKE, M. 1897. Borraginacea (Asperifoliaceae). Engler, A. & K. Prantl (Hrsg.). Die natürlichen Pflanzenfamilien 4 (3 a): 7, 101, 106—110. Leipzig: Engelmann. 1897.
- GÜRKE & HARMS 1899. Nat. Pflanzenf., Gesamtreg. 2-4: 462. 1899.
- HAMILTON, M.B. 1999. Four primer pairs for the amplification of chloroplast intergenic regions with intraspecific variation. Molecular Ecology 8: 513—525. 1999.
- HAMILTON M.B., J.M. BRAVERMAN & D. F. SORIA-HERNANZ 2003. Patterns and relative rates of nucleotide and insertion/deletion evolution at six chloroplast intergenic regions in New World species of the Lecythidaceae. Mol. Biol. Evol. 20(10):1710—1721. 2003.
- HEPPERLE, D. 2004. Multicolor Sequence Alignment Editor. Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, 16775 Stechlin, Germany. Version 05/2004.
- HILGER, H.H. 1981. Die Perikarpenwicklung geflügelter Klausen aus dem Paracaryum-Verwandtschaftskreis (Cynoglosseae, Boraginaceae). Pl. Syst. Evol. 138: 73—88. 1981.
- HILGER, H.H. 1985. Ontogenie, Morphologie und systematische Bedeutung geflügelter und glochidientragender Cynoglosseae- und Eritricheae-Früchte (Boraginaceae). Bot. Jahrb. Syst. 105 (3): 323—378. 1985
- HOFMANN 1994. Untersuchungen zur Gynoecealentwicklung in der Tribus Eritricheae (Boraginaceae-Boraginoideae). Diss. unpubl. Berlin. 1994.
- HORN, N. 2000: Revision der Gattungen Plagiobothrys und Pectocarya in Chile und den angrenzenden Gebieten. Diss. unpubl. München. 2000.
- INDEX HERBARIORUM. 2005. New York Botanical Gardens & International Association for Plant Taxonomy. <http://207.156.243.8/emu/ih/index.php>. 2005.
- JOHNSTON, I.M. 1923 a. Novelties and new combinations in the genus Cryptantha. Contr. Gray Herb. 68: 52—57. 1923.
- JOHNSTON, I.M. 1923 b. Studies in the Boraginaceae I. A synopsis and redefinition of the genus Plagiobothrys. Contr. Gray Herb. 68: 57—80. 1923.
- JOHNSTON, I.M. 1924 a. Studies in the Boraginaceae II. A synopsis of the American native and immigrant Borages of the subfamily Boraginoideae. Contr. Gray Herb.70: 3—55. 1924.
- JOHNSTON, I.M. 1924 b. Studies in the Boraginaceae III. Notes on miscellaneous American

- Boraginaceae. Contr. Gray Herb. 74:1924.
- JOHNSTON, I.M. 1925. The North American species of *Cryptantha*. Contr. Gray Herb. 74: 1—114. 1925.
- JOHNSTON, I.M. 1927. Studies in the Boraginaceae VI. A revision of the South American Boraginoideae. Contr. Gray Herb. 78: 1—118. 1927.
- JOHNSTON, I.M. 1928. Studies in the Boraginaceae VII. Notes on various Boraginoideae. Contr. Gray Herb. 81: 81. 1928.
- JOHNSTON, I.M. 1932. Studies in the Boraginaceae IX. The *Allocarya* Section of *Plagiobothrys* in the western United States. Contr. Gray Herb. 78: 5—82. 1932.
- JOHNSTON, I.M. 1935 a. Notes on Brand's treatment of *Cryptantha*. J. Arnold Arbor. 26: 168—173. 1935.
- JOHNSTON, I.M. 1935 b. Studies in the Boraginaceae XI. New or otherwise noteworthy species. J. Arnold Arbor. 26: 196—204. 1935.
- JOHNSTON, I.M. 1939. Studies in the Boraginaceae XIII. New or otherwise noteworthy species, chiefly from western United States. J. Arnold Arbor. 20: 375—402.
- KÄSTNER, A. & G. KARRER 1995. Übersicht der Wuchsformtypen als Grundlage deren Erfassung in der Flora von Österreich. Fl. Austr. Novit. 3: 1—51. 1995.
- LÄNGSTRÖM E. & M.W. CHASE 2002. Tribes of Boraginoideae (Boraginaceae) and placement of *Antiphytum*, *Echiochilon*, *Ogastemma* and *Sericostoma*: A phylogenetic analysis based on *atpB* plastid DNA sequence data. Plant. Syst. Evol. 234: 137—153. 2002.
- LEAF ARCHITECTURE WORKING GROUP. 1999. Manual of Leaf Architecture – morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Smithsonian Institution, 1999. <<http://www.peabody.yale.edu/collections/pb/MLAintro.pdf>>.
- LEHMANN, J.G.C. 1831. 7. 1831. Del. Sem. Hort. Hamburg. 7. 1831.
- LINDLEY, A. 1831. Nat. Syst.: 241. 1831.
- MACBRIDE, J.F. 1916: Revision of the genus *Oreocarya*. Contr. Gray Herb. 48: 20—37. 1917.
- MACBRIDE, J.F. 1917: A revision of the North American species of *Amsinckia*. Contr. Gray Herb. 49: 1—16. 1917.
- MACBRIDE, J.F. 1927: I. Various spermatophytes. 5. A defense of *Allocarya*. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 4 (5): 119—122. 1927.
- MACBRIDE, J.F. 1960: Flora of Peru. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13 (5,2): 596—608. 1960.
- MÜLLER, G.K. 1985. Die Pflanzengesellschaften der Loma-Gebiete Zentralperus. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Naturwiss. R. 34 (4): 317—356. 1985
- MUNZ, A.P. & D.D. KECK 1959. A California Flora. Univ. Calif. Press. Reprint 1968.
- Payson, E.B. 1927. A monograph of the section *Oreocarya* of *Cryptantha*. Ann. Missouri Bot. Gard. 14: 211—358. 1927.
- PERRET, M., A. CHAUMES, R. SPICHTER, G. KITE & V. SAVOLAINEN 2003. Systematics and

- evolution of tribe Sinningieae (Gesneriaceae): evidence from phylogenetic analyses of six plastid DNA regions and nuclear ncpGS. *Am. J. Bot.* 90: 445—460. 2003.
- PIPER, C.V. 1920. A study of *Allocarya*. *Contr. U.S. Nat. Herb.* 22 (2): 79—113. 1920.
- PIRIE, M.D., L.W. CHATROU & J.B. MOLS 2006. 'Andean-centred' genera in the short-branch clade of Annonaceae: testing biogeographical hypotheses using phylogeny reconstruction and molecular dating. *J. Biogeogr.* 33 (1): 31—46. 2006.
- RAY, P.M. & H.F. CHISAKI 1957 a. Studies on *Amsinckia* I. A synopsis of the genus, with a study of heterostyly in it. *Amer. J. Bot.* 44: 529—536. 1957.
- RAY, P.M. & H.F. CHISAKI 1957 b. Studies on *Amsinckia* II. Relationships among the primitive species. *Amer. J. Bot.* 44: 537—544. 1957.
- RAY, P.M. & H.F. CHISAKI 1957 c. Studies on *Amsinckia* III. Aneuploid diversification in the *Muricatae*. *Amer. J. Bot.* 44: 545—557. 1957.
- REICHE, K. 1907. Boraginaceae. *Fl. Chile.* 5: 185—240. 1907.
- SELVI, F. UND M. BIGAZZI 2001. Leaf surface and anatomy in Boraginaceae tribe Boragineae with respect to ecology and taxonomy. *Flora* 196: 269—285. 2001.
- SIMMONS, M.P. & H. OCHOTERENA 2000. Gaps as Characters in Sequence-Based Phylogenetic Analyses. *Syst. Biol.* 49(2):369—381. 2000.
- SUKSDORF, W. 1931: Untersuchungen in der Gattung *Amsinckia*. *Werdenda* 1: 47—113. 1931.
- SWOFFORD, D.L. 2002. PAUP\*: Phylogenetic analysis using parsimony (\*and other methods), Version 4.0 beta 10 (Windows). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 2002.
- TORREY 1871. *Botany Fortieth Parallel*: 240. 1871.
- TROLL, W. & F. WEBERLING 1989. *Infloreszenzuntersuchungen an monotelen Familien*. Stuttgart. Fischer. 1989.
- Veno, B.A. 1979. A revision of the genus *Pectocarya* (Boraginaceae) including reduction to synonymy of the genus *Harpagonella* (Boraginaceae). *Ann. Arbor., Mich.: UMI Diss. Services.* 2002.

## 6. Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt folgenden Personen:

Herrn Prof. Dr. H.H. Hilger für die freundliche Aufnahme in seine Arbeitsgruppe und die Betreuung dieser Diplomarbeit sowie den Zugang zu den Ergebnissen seiner Arbeiten;

Herrn Dr. habil. M. Weigend für zahlreiche Hilfestellungen und Diskussionen im Verlaufe dieser Diplomarbeit sowie die Erweiterung meines Wissen über botanisches Arbeiten und insbesondere für die gemeinsamen Forschungsreisen nach Peru;

Herrn M. Ackermann für viele Ratschläge zum Benutzen der Software und das Lesen des Manuskriptes zu später Stunde;

Herrn O. Mohr für viele Gespräche über die Botanik und die Welt und das Bereitstellen seiner Literatur;

Herrn D.C. Thomas für die Hilfe bei Problemen mit PAUP\* und lange Diskussionen über botanische Fragestellungen;

den Herren T. Henning, N. Nürk und G. Brokamp und Frau M. Achatz für die Unterstützung bei Problemen jeglicher Art, die Begleitung auf Feldreisen und eine angenehme Arbeitsatmosphäre;

Frau S. Berger für die Anleitung bei den molekularen Arbeiten;

Frau E. Scherer für die Hilfestellung bei vielen Arbeiten im Labor;

Frau B. Elci für die Hilfe bei der Erstellung der Karte von Peru;

Herrn M. Stech und Frau B. Gemeinholzer für nützliche Hinweise zur Benutzung von PAUP\*;

Herrn R. Vogt für den Zugang zum Herbarium des Botanischen Museums in Berlin;

den Professoren und Studenten der Universitäten in Lima, Trujillo und Arequipa für den Zugang zu den dortigen Herbarien und ihre Hilfsbereitschaft bei der Lösung von Problemen mit der INRENA;

Herrn L. Janhuba für die andauernde Unterstützung und die Übernahme elementarer Aufgaben in den letzten Wochen dieser Arbeit;

meinen Eltern für die Unterstützung aller meiner Interessen und während finanzieller Engpässe sowie die Finanzierung meines Studiums;

meinen Freunden und den Bewohnern des Tuntenhauses für viele Diskussionen über ein besseres Leben.

## 7. Anhang

## Alignment des trnS-G-Datensatzes

	1	11	21	31	41	51	61	71
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATT--	1-ATAT---C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTATGCA	TTAATTT--2
Cy_amabile_2119	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTT--2
Am_calycina_1918	TAAGGAATCT	TTCTTTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATAG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Am_intermedia_2186	TAAGGAATCT	TTCTTTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATAG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Am_lunaris_2185	TAAGGAATCT	TTCTTTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATAG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Am_tessellata_249	TAAGGAATCT	TTCTTTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATAG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_limensis_2160	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_granulosa_2192	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_filaginea_2193	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_involucrata_2165	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATACGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_cynoglossoides_2196	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_glomerata_2164	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_alfalfalis_2163	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_pterocarya_2158	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Cr_confertiflora_1909	TaaGAAatct	ttctctccc	tat-----	1-----c	tattataggg	atATGTATCA	CTTTtAT-CA	TtAaTTCAA
Cr_parviflora_1911	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_jonesii_253	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_kingii_2197	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_arizonicus_1914	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_fulvus_2200	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATAT--C	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_myosotoides_2175	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_bracteatus_1306	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_calandrinoides_1063	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_mollis_481	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_corymbosus_2183	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_humilis_2264	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_procumbens_2203	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_macbridei_2182	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_kunthii_2181	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pl_congestus_2177	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TATCTATTCC	CCATATCTAC	TATTATATGG	ATATGTATCA	CTTTTAT-CA	TTAATTTCAA
Pe_setosa_1919	TAAGGAATCT	TTCTCTCTCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTTT-CA	TTAATTTCAA
Pe_anomala_1678	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTTT-CA	TTAATTTCAA
Pe_lateriflora_1920	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTTT-CA	TTAATTTCAA
Pe_dimorpha_2189	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTTT-CA	TTAATTTCAA
Pe_penicillata_2188	TAAGGAATCT	TTCTCTCCCC	TAT-----	1-----C	TATTATAGGG	ATATGTATCA	CTTTTTT-CA	TTAATTTCAA
	81	91	101	111	121	131	141	151
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	--AAGGAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCTGTT	ACG-----
Cy_amabile_2119	--CAGGAAAG	AGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCTGTT	ACGTTGACTT
Am_calycina_1918	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Am_intermedia_2186	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Am_lunaris_2185	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Am_tessellata_249	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_limensis_2160	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_granulosa_2192	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_filaginea_2193	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_involucrata_2165	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_cynoglossoides_2196	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_glomerata_2164	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_alfalfalis_2163	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_pterocarya_2158	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAAT	AAAGAGAAAG	AAAATAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_confertiflora_1909	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Cr_parviflora_1911	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_jonesii_253	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_kingii_2197	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_arizonicus_1914	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_fulvus_2200	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_myosotoides_2175	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_bracteatus_1306	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_calandrinoides_1063	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_mollis_481	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_corymbosus_2183	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_humilis_2264	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_procumbens_2203	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_macbridei_2182	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_kunthii_2181	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pl_congestus_2177	GTCAGAAAAG	GGTTGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pe_setosa_1919	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pe_anomala_1678	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pe_lateriflora_1920	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pe_dimorpha_2189	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACCCCGT	ACGTTGACTT
Pe_penicillata_2188	GTCAGAAAAG	GGTCGAAAGA	ATCAACAATA	GAAAGAAAA-	-----	---TAAAGA	AGACTCCGTT	ACGTTGACTT

	161	171	181	191	201	211	221	231
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	-GTTGAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGG--3-	--CCTGGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	-----
Cy_amabile_2119	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGG--3-	--CCTGGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTTCAA
Am_calycina_1918	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	T-----CAA
Am_intermedia_2186	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	T-----CAA
Am_lunaris_2185	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	T-----CAA
Am_tessellata_249	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	T-----CAA
Cr_limensis_2160	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Cr_granulosa_2192	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Cr_filaginea_2193	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TT-----CAA
Cr_involucrata_2165	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Cr_cynoglossoides_2196	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Cr_glomerata_2164	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Cr_alfalfalis_2163	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Cr_pterocarya_2158	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Cr_confertiflora_1909	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Cr_parviflora_1911	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_jonesii_253	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_kingii_2197	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Pl_arizonicus_1914	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_fulvus_2200	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_myosotoides_2175	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_bracteatus_1306	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_calandrinoides_1063	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_mollis_481	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Pl_corymbosus_2183	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Pl_humilis_2264	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Pl_procumbens_2203	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_macbridei_2182	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Pl_kunthii_2181	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pl_congestus_2177	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pe_setosa_1919	TGTTCAAAA	-ATCCCTTCT	TTTACCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTTTCAA
Pe_anomala_1678	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pe_lateriflora_1920	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pe_dimorpha_2189	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA
Pe_penicillata_2188	TGTTCAAAA	-GTCCCTTCT	TTTCCCACG	GCCTGGTCA	TACCTAGTCA	GTACCTAGCC	GGGCCCTTTT	TTTTT--CAA

	241	251	261	271	281	291	301	311		
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼		
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
Ha_velutina_1921	---TTATAT	T---AATGA	ATTAATAA	---	---	-----TC	TAGATATA	-----		
Cy_amabile_2119	A---TTATAT	AAA--AATTA	TATAAAA	---	TAAATTATAA	TATA---T	CTAGTA--TC	TAGAAA--TT	TAATTCATTA	
Am_calycina_1918	A---TTATA	----TAAAA	TATA----	-----4-	-----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---	
Am_intermedia_2186	A---TTATA	----TAAAA	TATA----	-----4-	-----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---	
Am_lunaris_2185	A---TTATA	----TAAAA	TATA----	-----4-	-----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---	
Am_tessellata_249	A---TTATA	----TAAAA	TATA----	-----4-	-----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---	
Cr_limensis_2160	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_granulosa_2192	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_filaginea_2193	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_involucrata_2165	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_cynoglossoides_2196	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_glomerata_2164	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_alfalfalis_2163	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAAA--TT	TAATTC	---
Cr_pterocarya_2158	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_confertiflora_1909	AAAATTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Cr_parviflora_1911	A---TTATAT	TATAATAAAA	TATAAAA	---	---TTAGAA	TATA----	-----TC	TAGAG--TT	TAATTC	---
Pl_jonesii_253	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTAGAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Pl_kingii_2197	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAATTC	---
Pl_arizonicus_1914	A---TTATA	----TAAAA	TATAAATTTA	TAAATCTAA	TATA----	T	CCAAAA--TC	CAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_fulvus_2200	A---TTATA	----TAAAA	TATAAATTTA	TAAATCTAA	TATA----	-----TC	CAGAA--TT	TAA--5----		
Pl_myosotoides_2175	A---TTA	----TATAA	TATAAA	---	---TTCTAA	TATACTAGT	CTAGTATATC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_bracteatus_1306	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_calandrinoides_1063	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_mollis_481	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_corymbosus_2183	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_humilis_2264	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_procumbens_2203	AA---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCAG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_macbridei_2182	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCAG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_kunthii_2181	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pl_congestus_2177	A---TTATA	----TAAAA	TATAAAA	---	---TTCCGG	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	TAA--5----	
Pe_setosa_1919	A---TTATAT	AA-----	---TAAA	---	---TTAGAA	TATA----	-----TC	TAGAA--TT	AAATTCATTA	
Pe_anomala_1678	A---TTATA	----TATTA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TACAA--TT	TAATTCATTA	
Pe_lateriflora_1920	A---TTATA	----TATTA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TACAA--TT	TAATTCATTA	
Pe_dimorpha_2189	A---TTATA	----TATTA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TACAA--TT	TAATTC	---
Pe_penicillata_2188	A---TTATA	----TATTA	TATAAAA	---	---TTATAA	TATA----	-----TC	TACAATAATT	TAATTCATTA	

	321	331	341	351	361	371	381	391
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	-----TTAT	AATTTATATA	A-----	-----TTT	GAAAAAAAA	AATTTGATTA	A---TATT-	-----
Cy_amabile_2119	TCATTATTAA	TATTAATA	-----	-----	-----	-----	-----TATTA	AATTTAAAT
Am_calycina_1918	-6---TTAA	AATGAAAAAA	A-----	-----	-----	-----8-----	-----	-----
Am_intermedia_2186	-6---TTAA	AATGAAAAAA	A-----	-----	-----	-----8-----	-----	-----
Am_lunaris_2185	-6---TTAA	AATGAAAAAA	A-----	-----	-----	-----8-----	-----	-----
Am_tessellata_249	-6---TTAA	AATGAAAAAA	AAA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A-----TA	TTAAT-----
Cr_limensis_2160	-6---TTAA	TATTAATAAA	-----	-----TTA	AAAAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_granulosa_2192	-6---TTAA	TATTAATAAA	-----	-----TTA	AAAAAAAAAAG	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_filaginea_2193	-6---TTAA	TATTAATAAA	-----	-----TTA	AAAAAAAAAAG	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_confertiflora_1909	-6---TTAA	TATGAAAA--	-----	-----TGA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_cynoglossoides_2196	-6---TTAA	TATGAAAA--	-----	-----TGA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_glomerata_2164	-6---TTAA	TATGAAAA--	-----	-----TAA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_alfalfalis_2163	-6---TTAA	TATGAAAA--	-----	-----TAA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_pterocarya_2158	-6---TTAA	TATTAATAAA	-----	-----TTA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TAATA	TTAAT-----
Cr_confertiflora_1909	-6---TTAA	TATTAATAAA	-----	-----TTA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Cr_parviflora_1911	-6---TTAA	TATGAAAA--	-----	-----TTA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_jonesii_253	-6---TTAA	AATGAAAAAA	AAAA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Pl_kingii_2197	-6---TTAA	AATTAATAAA	A-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAAT-----
Pl_arizonicus_1914	-----TTAA	TATTAATAAA	TA-----	-----	-----	-----	-----	-----TTATTTATT
Pl_fulvus_2200	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_myosotoides_2175	-----TTCT	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_bracteatus_1306	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_calandrinoides_1063	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----TTAAA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_mollis_481	-----TTAA	AATTAATAAA	AAGAATTTGA	TTAAA-TTA	AAAAAAA-G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_corymbosus_2183	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_humilis_2264	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_procumbens_2203	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_macbridei_2182	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_kunthii_2181	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pl_congestus_2177	-----TTAA	AATTAATAAA	AA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	A---TATTA	TT-----
Pe_setosa_1919	A--7--TTAA	TATTAATAAA	AAAAA-----	-----	-----G	AATTTGATTA	ATGAATATTA	TTAA--TATT
Pe_anomala_1678	A--7--TTAA	TATTAATA--	-----	TTAAAAATTA	ACAAAAA--G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAA-----
Pe_lateriflora_1920	A--7--TTAA	TATTAATA--	-----	TTAAAAATTA	ACAAAAA--G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAA-----
Pe_dimorpha_2189	-6---TTAA	TATTAATAAA	-----	-----TTA	ACAAAAA--G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAATTTATT
Pe_penicillata_2188	A--7--TTAA	TATTAATAAA	-----	-----TTA	ACAAAAA--G	AATTTGATTA	A---TATTA	TTAATTTATT
	401	411	421	431	441	451	461	471
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	---CAA---	-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	A---TAT---
Cy_amabile_2119	---CAATTTT	TTATTATTAT	TCAAATTTTA	TTAATTAAT	TTATTAAAA-	-----TT	GAA-9--TAA	A---TAT---
Am_calycina_1918	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---TAT---
Am_intermedia_2186	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---TAT---
Am_lunaris_2185	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---TAT---
Am_tessellata_249	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAA-----
Cr_limensis_2160	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Cr_granulosa_2192	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Cr_filaginea_2193	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Cr_involutrata_2165	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----T	TGTTTTAAAT	GAATAAATA	AAAAATAT---
Cr_cynoglossoides_2196	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----T	TGTTTTAAAT	GAATAAATA	AAAAATAT---
Cr_glomerata_2164	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Cr_alfalfalis_2163	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Cr_pterocarya_2158	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AA-----
Cr_confertiflora_1909	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATATAAA
Cr_parviflora_1911	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_jonesii_253	---C--TTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_kingii_2197	---CAATTTA	AAA-----	-----	-----	-----	-----TTTAAAT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_arizonicus_1914	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_fulvus_2200	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_myosotoides_2175	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_bracteatus_1306	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_calandrinoides_1063	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_mollis_481	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_corymbosus_2183	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_humilis_2264	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_procumbens_2203	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_macbridei_2182	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_kunthii_2181	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pl_congestus_2177	---CAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pe_setosa_1919	AATCAATTTA	AATTAATAA	AA-----	-----	-----	-----AA	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pe_anomala_1678	---TCAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAA-TAT---
Pe_lateriflora_1920	---TCAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAA-TAT---
Pe_dimorpha_2189	AATCAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---
Pe_penicillata_2188	AATCAATTTA	AA-----	-----	-----	-----	-----TT	GAA-9--TAA	AAAAATAT---

	481	491	501	511	521	531	541	551
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	---GAAATAT	TCAAGCAACA	GAAAAA	AGAAGAAAGA	GTTTTTCCAT	AAATATGGAA	TTTTTTG	-----
Cy_amabile_2119	---GAAATAT	TCAAGCAAC	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Am_calycina_1918	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Am_intermedia_2186	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Am_lunaris_2185	---GAAATAT	TCGAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Am_tessellata_249	---G--TAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Cr_limensis_2160	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT--CTAT	CATTCTATA
Cr_granulosa_2192	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT--CTAT	CATTCTATA
Cr_filaginea_2193	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT--CTAT	CATTCTATA
Cr_involutrata_2165	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Cr_cynoglossoides_2196	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Cr_glomerata_2164	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Cr_alfalfalis_2163	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Cr_pterocarya_2158	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Cr_confertiflora_1909	AAA-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_parviflora_1911	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pl_jonesii_253	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pl_kingii_2197	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pl_arizonicus_1914	---GAAATAT	TCAAGA	-----	AAATA	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pl_fulvus_2200	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pl_myosotoides_2175	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pl_bracteatus_1306	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_calandrinoides_1063	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_mollis_481	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTAT	-----ATA
Pl_corymbosus_2183	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_humilis_2264	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_procumbens_2203	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_macbridei_2182	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_kunthii_2181	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pl_congestus_2177	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTT	-----ATA
Pe_setosa_1919	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pe_anomala_1678	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pe_lateriflora_1920	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pe_dimorpha_2189	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA
Pe_penicillata_2188	---GAAATAT	TCAAGA	-----	-----	-----	-----	TTTTTT	-----ATA

	561	571	581	591	601	611	621	631
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Cy_amabile_2119	-----	ATATTA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Am_calycina_1918	TTTTT	AT ATAT	-----	-A AATA	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Am_intermedia_2186	TTTTT	AT ATAT	-----	-A AATA	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Am_lunaris_2185	TTTTT	AT A	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Am_tessellata_249	TTT	AT ATAT	-----	-A AACATATATA	AA	-----	-----TATAA	ATTCAAATAA
Cr_limensis_2160	TTTTT	AT ATAT	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	A
Cr_granulosa_2192	TTTTT	AT ATAT	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	A
Cr_filaginea_2193	TTTTT	AT ATAT	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	A
Cr_involutrata_2165	TTTTT	AT ATATTA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Cr_cynoglossoides_2196	TTTTT	AT ATATTA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Cr_glomerata_2164	TTTTT	AT ATATTA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Cr_alfalfalis_2163	TTTTT	AT ATATTA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Cr_pterocarya_2158	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_confertiflora_1909	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_parviflora_1911	TTTTT	AT ATATTATTTA	TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_jonesii_253	TTT	ATAATA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_kingii_2197	TTT	A	-----	-----	-----	-----	-----TATAT	ACTCAAATAA
Pl_arizonicus_1914	TTTTT	AT ATATTA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_fulvus_2200	TTTTT	A	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_myosotoides_2175	TTTTTTT	ATATTA	-----	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_bracteatus_1306	ATTTT	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_calandrinoides_1063	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_mollis_481	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_corymbosus_2183	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_humilis_2264	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_procumbens_2203	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_macbridei_2182	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_kunthii_2181	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pl_congestus_2177	-----	AT ATATTA	-TA TAATA	-----	-----	-----	-----TATAA	ACTCAAATAA
Pe_setosa_1919	TTTTT	AT A	-----	-----	-----	-----	-----TAGAA	ACTCAAATAA
Pe_anomala_1678	TTTTT	AT ATATT	-----	-----	-----	-----	-----TATATATACA	TTATATATAA
Pe_lateriflora_1920	TTTTT	AT ATATT	-----	-----	-----	-----	-----TATATATACA	TTATATATAA
Pe_dimorpha_2189	TTTTT	AT ATATT	-----	-----	-----	-----	-----TATATATA	TTATATATAA
Pe_penicillata_2188	TTTTT	AT ATATT	-----	-----	-----	-----	-----TATATATA	TTATATATAA

	641	651	661	671	681	691	701	711
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	AA-----	-----TAGAG	A---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	-----
Cy_amabile_2119	AA-----	---TATATAG	AAAA---GA	AATGATA---	10-----	AAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	CTCTTCTTC
Am_calycina_1918	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Am_intermedia_2186	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Am_lunaris_2185	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Am_tessellata_249	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_limensis_2160	-----	---TATATAT	AAA-TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_granulosa_2192	-----	T ATATATATAT	AAA-TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_filaginea_2193	-----	-TATATATAG	AAA-TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_involutrata_2165	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_cynoglossoides_2196	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_glomerata_2164	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_alfalfalis_2163	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_pterocarya_2158	-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_confertiflora_1909	-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Cr_parviflora_1911	-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_jonesii_253	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_kingii_2197	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_arizonicus_1914	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_fulvus_2200	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_myosotoides_2175	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_bracteatus_1306	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	-----12-
Pl_calandrinoides_1063	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	-----12-
Pl_mollis_481	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_corymbosus_2183	AA-----	---TATAGAT	AAAAATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_humilis_2264	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_procumbens_2203	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_macbridei_2182	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_kunthii_2181	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Pl_congestus_2177	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	ATCTTCTTC
Fe_setosa_1919	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	CTCTTCTTC
Fe_anomala_1678	AA-----	-----	---TATAGT	AATGATAGAA	AAT-11-ATA	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	CTCTTCTTC
Fe_lateriflora_1920	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATAGAA	AAT-11-ATA	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	CTCTTCTTC
Fe_dimorpha_2189	AA-----	-----	---TATAGA	AATGATAGAA	AATAATGATA	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	CTCTTCTTC
Fe_penicillata_2188	AAATAA	ACTC AAA-----T	AAAATATAGA	AATGATA---	10-----	GAAAATCAAA	GTGTTTTTT-	CTCTTCTTC

	721	731	741	751	761	771	781	791
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	-----	--ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ATAAAA----
Cy_amabile_2119	CTTCTTTTT	T-----CTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	AAAAAAGAA
Am_calycina_1918	CTTATTTTT	G-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Am_intermedia_2186	CTTATTTTT	G-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Am_lunaris_2185	CTTATTTTT	T-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Am_tessellata_249	CTTATTTTT	T-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_limensis_2160	CTTATTTTT	T-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_granulosa_2192	CTTATTTTT	T-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_filaginea_2193	CTTATTTTT	T-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_involutrata_2165	CTTATTTTT	T-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_cynoglossoides_2196	CTTATTTTT	T-----1	4-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_glomerata_2164	CTTATTTTT	-----13-	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_alfalfalis_2163	CTTATTTTT	-----13-	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_pterocarya_2158	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Cr_confertiflora_1909	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACATAATAAA
Cr_parviflora_1911	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_jonesii_253	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_kingii_2197	CTTATTTTT	TTATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_arizonicus_1914	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_fulvus_2200	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_myosotoides_2175	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_bracteatus_1306	-----	--ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_calandrinoides_1063	-----	--ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_mollis_481	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_corymbosus_2183	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_humilis_2264	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_procumbens_2203	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACATAATAAA
Pl_macbridei_2182	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_kunthii_2181	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Pl_congestus_2177	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Fe_setosa_1919	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Fe_anomala_1678	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTA-----1	5-----	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Fe_lateriflora_1920	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTACTGAAGT	AAAAAA	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Fe_dimorpha_2189	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTACTGAAGT	AAAAAA	-----	-C TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA
Fe_penicillata_2188	CTTATTTTT	T-ATTTTCTA	TTTTACGCC	TTACTGAAGT	AAAAAACTGA	AGTAAAAAAC	TGAAGTAAAA	ACAAAATAAA

	801	811	821	831	841	851	861	871
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	--TTCTCG-A	TTCTTT-CCAC	AATGCGTTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGCGA	GCCCCGTTCT	18-ACGATCT
Cy_amabile_2119	AACCTCTCG-A	TTTTTTTTCAC	A-----	-----	-----	-----	-----	-----CT
Am_calycina_1918	-----	-----	-----	---ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GTTCGGTTTT	18-ACGATCT
Am_intermedia_2186	-----	-----	-----	---ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GTTCGGTTTT	18-ACGATCT
Am_lunaris_2185	-----	-----	-----	---ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GTTCGGTTTT	18-ACGATCT
Am_tessellata_249	-----	-----	-----	---ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GTTCGGTTTT	18-ACGATCT
Cr_limensis_2160	-----	-----	-----	---ATGTTCT	TATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Cr_granulosa_2192	-----	-----	-----	---ATGTTCT	TATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Cr_filaginea_2193	-----	-----	-----	---ATGTTCT	TATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Cr_involutrata_2165	-----	-----	-----	---ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	ACCCCGTTTT	18-ACGATTT
Cr_cynoglossoides_2196	-----	-----	-----	---ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	ACCCCGTTTT	18-ACGATTT
Cr_glomerata_2164	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_alfalfalis_2163	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cr_pterocarya_2158	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Cr_confertiflora_1909	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Cr_parviflora_1911	--CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_jonesii_253	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_kingii_2197	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTT-----CT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_arizonicus_1914	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_fulvus_2200	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATTT
Pl_myosotoides_2175	A-CTCTCA-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_bracteatus_1306	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TT-ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_calandrinoides_1063	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TT-ATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_mollis_481	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_corymbosus_2183	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_liniifolius_pygmaeus_2180	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_humilis_2264	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_procumbens_2203	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTAT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTG	TTTACGATCT
Pl_macbridei_2182	--CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTG	TTTACGATCT
Pl_kunthii_2181	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pl_congestus_2177	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTCT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTTT	18-ACGATCT
Pe_setosa_1919	A-CTCTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTCT	18-ACGATCT
Pe_anomala_1678	----CTCGA	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTCT	18-ACGATCT
Pe_lateriflora_1920	----CTCGA	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTT	AATTTTTTAA	CTTTTAGTGA	GCCCCGTTCT	18-ACGATCT
Pe_dimorpha_2189	----CTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTT	AATTTTTTAA	17-----AGTTA	GCCCCGTTCT	18-ACGATCT
Pe_penicillata_2188	----CTCG-A	TTTT--CCAC	AATGCATTTT	TTTATGTTT	AATTTTTTAA	17-----AGTTA	GCCCCGTTCT	18-ACGATCT

	881	891	901	911	921	931	941	951
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	ATAAAAAAAA	ACAAAA----	-19-TGATTT	---CAGCAA	-----	---CTGTTCT	TTAGTTATT	--GAGAACCC
Cy_amabile_2119	AAAAAA----	-----	-----	-----	-----TAG	AACCTGTTCT	TTAGTTATTG	ATGAGAACCC
Am_calycina_1918	AAAAAAA--	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AATCAA	A----GATAG	AACCTGTTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Am_intermedia_2186	AAAAAAA--	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AATCAA	A----GATAG	AACCTGTTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Am_lunaris_2185	AAAAAAA--	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	A----GATAG	AACCTGTTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Am_tessellata_249	AAAAAAA--	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	A----GATAG	AACCTGTTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_limensis_2160	AAAAAATAAA	A-----TGA	TTAATGATTT	---AAGCATA	AGAAAGATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_granulosa_2192	AAAAAATAAA	A-----TGA	TTAATGATTT	---AAGCATA	AGAAAGATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_filaginea_2193	AAAAAATAAA	A-----TGA	TTAATGATTT	---AAGCATA	AGAAAGATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_involutrata_2165	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTGGTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_cynoglossoides_2196	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTGGTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_glomerata_2164	-----	-----	-----	-----	-GAT-GATAG	AACCTGGTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_alfalfalis_2163	-----	-----	-----	-----	-GAT-GATAG	AACCTGGTCT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_pterocarya_2158	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_confertiflora_1909	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Cr_parviflora_1911	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_jonesii_253	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	AATAAGCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_kingii_2197	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AAGCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_arizonicus_1914	AAAAAATAAA	-CAAAA-19	-TAATGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_fulvus_2200	AAAAAATAAA	ACAAAA-19	-TAATGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_myosotoides_2175	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_bracteatus_1306	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_calandrinoides_1063	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_mollis_481	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_corymbosus_2183	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	TG-----	-----	-----	-----
Pl_liniifolius_pygmaeus_2180	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_humilis_2264	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_procumbens_2203	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_macbridei_2182	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_kunthii_2181	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pl_congestus_2177	AAAAAATAAA	-CAAAA----	-20-TGATTT	---AAGCAA	AGAT-GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GATAACCC
Pe_setosa_1919	AAAAAATAAA	-CACAAATAA	TTAATGATTT	---AATCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GAGAACCT
Pe_anomala_1678	AAAAAGAAA-	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AATCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GAGAACCC
Pe_lateriflora_1920	AAAAAATAAA	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---AATCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GAGAACCC
Pe_dimorpha_2189	AAAAAATAAA	-TAAAA-TGA	TTAATGATTT	---ACTCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GAGAACCC
Pe_penicillata_2188	AAAAAATAA-	-CAAAA-TGA	TTAATGATTT	---ACTCAA	A----GATAG	AACCTT-21CT	TTAGTTATT	--GAGAACCC

	961	971	981	991	1001	1011	1021	1031
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ha_velutina_1921	TGTTTTGCG-	24-AATCTCA	TTCAATTGAG	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---GA	TAAAC--TCT	ATTTTGATTA
Cy_amabile_2119	TATTTTGCG-	24-AATCTCA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---GA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Am_calycina_1918	TGTTTTGCG-	24-AaTCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Am_intermedia_2186	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Am_lunaris_2185	TGTTTTGCG-	24-aATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Am_tessellata_249	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTAGATTA
Cr_limensis_2160	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Cr_granulosa_2192	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTAGATTA
Cr_filaginea_2193	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Cr_involucrata_2165	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Cr_cynoglossoides_2196	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Cr_glomerata_2164	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Cr_alfalfalis_2163	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	TATCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TATAA--TCT	ATTTTGATTA
Cr_pterocarya_2158	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Cr_confertiflora_1909	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Cr_parviflora_1911	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAAT--TCT	ATTTTGATTA
Pl_jonesii_253	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAAAAATCT	ATTTTGATTA
Pl_kingii_2197	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_arizonicus_1914	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_fulvus_2200	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGTA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCC	ATTTTGATTA
Pl_myosotoides_2175	TG-22-GCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_bracteatus_1306	TG-22-GCGA	ATGAATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_calandrinoides_1063	TG-22-GCGA	ATGAATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAAT--TCT	ATTTTGATTA
Pl_mollis_481	TG-22-GCGA	ATGAATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_corymbosus_2183	-----	---AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	TG-22-GCGA	ATGAATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_humilis_2264	TG-22-GCGA	ATGAATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_procumbens_2203	TG-22-GCGA	ATGAATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_macbridei_2182	TG-22-GCGA	ATGAATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_kunthii_2181	T-----23-	---AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	CTACGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pl_congestus_2177	T-----23-	---AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	CTACGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pe_setosa_1919	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ATTTTTTAA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pe_anomala_1678	TGTTTTGCG-	24-AATCTAA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---TA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pe_lateriflora_1920	TGTTTTGCG-	24-AATCTAA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pe_dimorpha_2189	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAA---TCT	ATTTTGATTA
Pe_penicillata_2188	TGTTTTGCG-	24-AATCTGA	TTCAATTGGA	A-TCACCTTA	-25CGGAAAG	ACTTT---AA	TAAAT--TCT	ATTTTGATTA

	1041	1051	1061	1071	1081	1091
INDEL10	▼	▼	▼	▼	▼	▼
INDEL1	-----	-----	-----	---	1111222222	2
Ha_velutina_1921	CATT-26TAA	TT-27CACCT	GTT-000111	-100--1101	10-0111000	0
Cy_amabile_2119	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-000111	1100-11101	---111000	0
Am_calycina_1918	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011010	-0-0-110--	1011111000	0
Am_intermedia_2186	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011010	-0-0-110--	1011111000	0
Am_lunaris_2185	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011010	-0-0-110--	1011111000	0
Am_tessellata_249	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011010	-100-110--	1011111000	0
Cr_limensis_2160	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-110--	1011011000	0
Cr_granulosa_2192	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-110--	1011011000	0
Cr_filaginea_2193	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-110--	1011011000	0
Cr_involucrata_2165	CATC-26CAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-110-110--	1011111000	0
Cr_cynoglossoides_2196	CATC-26CAT	TT-27CACCT	GTT-011110	-110-110--	1011111000	0
Cr_glomerata_2164	CATC-26CAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-10---	---111000	0
Cr_alfalfalis_2163	CATC-26CAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-10---	---111000	0
Cr_pterocarya_2158	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-11101	1011011000	0
Cr_confertiflora_1909	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-11101	1011111000	0
Cr_parviflora_1911	CATC-26CAT	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-11101	1011111000	0
Pl_jonesii_253	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-11101	1011111000	0
Pl_kingii_2197	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-011110	-100-11101	1011111000	0
Pl_arizonicus_1914	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	1001111000	0
Pl_fulvus_2200	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	1001-11000	0
Pl_myosotoides_2175	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	10-0101000	0
Pl_bracteatus_1306	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-01101	10-0101100	0
Pl_calandrinoides_1063	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-01101	10-0101100	0
Pl_mollis_481	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	10-0101100	0
Pl_corymbosus_2183	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	10-0----00	0
Pl_linifolius_pygmaeus_2180	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	10-0101100	0
Pl_humilis_2264	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	10-0101100	0
Pl_procumbens_2203	CaTc-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	11-0101100	0
Pl_macbridei_2182	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	11-0101100	0
Pl_kunthii_2181	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	10-01-0-10	0
Pl_congestus_2177	CATC-26TAA	TT-27CACCT	GTT-11110-	-100-11101	10-01-0-10	0
Pe_setosa_1919	CATCTAATAA	TTCATCACCT	GTT-011111	0100-11101	1011111001	1
Pe_anomala_1678	CATCTAATAA	TTCATCACCT	GTT-011111	010101110	1011111001	1
Pe_lateriflora_1920	CATCTAATAA	TTCATCACCT	GTT-011111	010101110	1011111001	1
Pe_dimorpha_2189	CATCTAATAA	TTCATCACCT	GTT-011110	-10111110	0011111001	1
Pe_penicillata_2188	CATCTAATAA	TTCATCACCT	GTT-011111	0100-11110	0011111001	1