

Die genetischen Reserven Südamerikas für die Kulturpflanzenzüchtung*

HEINZ BRÜCHER

Depto. de Genetica, Fac. de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas

South America's Genetic Reserves for the Breeding of Cultivated Plants

Summary. The genetic reserves of South America, a continent that has contributed more than 100 crop plants to the world, are by no means exhausted. On the contrary; among the native wild varieties are many potentially useful plants whose improvement through breeding is worth undertaking. Among the Solanaceae are especially *S. muricatum*, *S. tojiro*, and *S. quitoense*, furthermore *Cyphomandra betacea* and certain species of *Physalis*, some of which are being subjected to mutation experiments, hybridization and selection in order to create new crop varieties for tropical latitudes (including the "cool tropical mountains"). Contrary to other Solanaceae like tomato and potato (not discussed in this paper) they are immune to viruses and other pathogens. The ancient Andean grains from populations of *Amaranthaceae* and *Chenopodiaceae* with their hundreds of different "landrassen" and types are in danger of losing their wealth of genes, because grain import to the Andean states has greatly decreased the extent of their cultivation. From both families, on which no genetic or breeding experiments have yet been undertaken, frost- and droughtresistant fodder plants could be developed for marginal areas. Some of the numerous South American indigenous rootcrops have already been extended to all continents, others, like the umbelliferous *Arracacia*, are hardly known outside of their local areas of growth. Among the South American *Leguminosae*, protein-rich green fodder plants can be developed from *Phaseolus candidus* and *Canavalia ensiformis*, similarly from some drought-resistant perennial *Arachis* species. Among the numerous South American species of lupines are some semi-domesticated ones, like *Lupinus perennis* and *Lupinus mutabilis*, with softshell seeds and non-opening pods but with high alkaloid content. Mutation experiments have been initiated successfully at Caracas for obtaining nonpoisonous biotypes. There is hope that the protein shortage of the South American Andes region can be alleviated by "autochthonous sweet lupines", since the sweet lupine strains *L. luteus* and *L. albus* developed by v. SENGBUSCH are not suited to the photoperiodic conditions of South America. Finally, it must seriously be pointed out that the rich potencies of the South American gene pool are quickly decreasing. In some cases the extermination of valuable gene carriers is in full course. No more time should therefore be lost in carrying out a practical, feasible program to save the gene pools of cultivated plants in South America.

Einleitung

R. VON SENGBUSCH hat 1966 in seinem Vortrag über „Züchtung und Rohstoffversorgung“ mahndend darauf hingewiesen, daß die Weltbevölkerung einem bedrohlichen Mangel an Nahrungsmitteln entgegengewächst. Diese beunruhigende Entwicklung wird dadurch beschleunigt, daß gegenwärtig kaum mehr als zehn Hauptkulturpflanzen existieren, deren Protein-Carbohydrat-Verhältnis überdies recht ungünstig ist und dringender Verbesserung bedarf. SENGBUSCHS platzfeste, weichschalige, alkaloidfreie Lupine bildet das klassische Beispiel dafür, daß es möglich ist, in relativ kurzer Zeit die Zahl und den Nährwert der Kulturgewächse zu erhöhen, wenn man es versteht, genetische, biochemische und geobotanische Erkenntnisse zu kombinieren. Auf diese Weise wurden unter geschickter Verwendung der Gen-Reserven der Gattung *Lupinus* des mediterranen Raums aus Wildpflanzen hochwertige, proteinreiche Kultivare geschaffen (v. SENGBUSCH 1930–1942).

Im Vergleich zum „Gene-Pool“ des Mittelmeergebiets sind die genetischen Potenzen Südamerikas unvergleichlich viel reicher. Denn hier sind aus 40 botanischen Familien über 100 Nutzpflanzen hervorgegangen (vgl. folgende Tab. 1).

Daß einige dieser südamerikanischen Nutzpflanzen sich noch in „statu nascendi“ befinden und bisher nicht die ihnen gebührende Achtung in der Pflanzenzüchtung gefunden haben, macht sie für den Genetiker nur um so interessanter. In Europa wird oft übersehen, daß außer den bekannten Standardfrüch-

ten amerikanischer Herkunft, wie Mais, Sonnenblume, Erdnuß, Kartoffel, Tomate und Bohne, die in wenigen Jahrhunderten die temperierten Ackerbauzonen von 5 Kontinenten erobert haben, noch eine beträchtliche Anzahl tropischer und subtropischer Wurzelfrüchte, Obste, Oel-, Körner- und Gemüse-Pflanzen in Südamerika ihrer züchterischen Verbesserung entgegensehen.

Es ist zu beklagen, daß dieses reiche genetische Potential der Neuen Welt durch Raubbau, Brände, Erosion und Naturzerstörungen unvorstellbaren Ausmaßes bereits im Rückgang begriffen ist, ohne daß diese unersetzlichen „Gen-Reserven“ innerhalb Südamerikas bei der Selektion autochthoner Sorten und Kulturgewächse jemals zweckvoll genutzt wurden. Als Beweis dafür erwähnen wir nur die Tatsache, daß bei so typischen Kulturpflanzen der südamerikanischen Tropen, wie *Hevea*, *Anacardium* und *Theobroma*, der Ertrag, die Qualität und die Krankheitsresistenz weit hinter den Selektionen und Hybriden zurückbleiben, welche außerhalb ihres Ursprungsgebietes (Amazonas–Orinoco) in anderen Kontinenten unter Verwendung des südamerikanischen „Gene-Pools“ entwickelt wurden. In geringerem Grade trifft dies übrigens auch für *Solanum*, *Lycopersicon* und *Phaseolus* zu, deren Saatgut jährlich aus Nordamerika oder Europa in solche südamerikanischen Staaten importiert werden muß, die als Ursprungsländer und genetische Mannigfaltigkeitsgebiete dieser Nutzpflanzen gelten. Mit Ausnahme der andinen Staaten, wo ein sehr konservativer indianischer Bevölkerungsteil an den traditionellen Landsorten festhält, die oft auch die optimal angepaßten

* Herrn Professor Dr. R. v. SENGBUSCH zum 70. Geburtstag gewidmet.

sind, kann man den agronomischen Institutionen Südamerikas den Vorwurf nicht ersparen, daß die eigenen genetischen Reserven nicht rechtzeitig studiert und praktisch genutzt werden¹. Dieses Panorama wird noch dadurch verdüstert, daß die teilweise bereits jetzt unterernährte Kreolen-Bevölkerung sich unkontrolliert vermehrt und infolge Landmangel und Hunger weite Gebiete invadiert und zerstört, die wir als eminent wichtige „Gen-Arsenale“ betrachten. Südamerikanische Botaniker wie PARODI, CARDENAS, VARGAS, BURKART, HOEHNE, BRIEGER, LEON, KRUG, BOERGER und BRÜCHER haben im vergangenen Jahrzehnt wiederholt und mahnend darauf aufmerksam gemacht, daß die südamerikanischen Landsorten, Primitivrasen und Wildformen konserviert werden müssen, bevor sie durch die rasch fortschreitenden Zivilisationsfolgen ausgerottet werden. Auf unseren wiederholten Sammel-Expeditionen zwischen Chiloé im Süden und den Anden Venezuelas im Norden mußten wir ein rasch fortschreitendes Aussterben interessanter Landsorten, Wildarten und Primitivsippen feststellen. Damit verschwinden die Träger wertvoller Resistenzfaktoren und mit ihnen die pleiotropen Allelen-Serien, die Ertrag und Qualität verbessern helfen. Auch wenn die Aussichten bereits im Schwinden sind, daß von offizieller Seite in den südamerikanischen Nationen wirksam gegen die Entwaldung der Anden, das Abbrennen der Savannen, die Überweidung der semiariden Steppen und die Invasion unberührter Urwälder durch „conqueros“ eingegriffen wird, sollten keine Anstrengungen und persönliche Opfer gescheut werden, um ein Notprogramm jetzt durchzuführen, das keinesfalls auf die kommende Generation abgeschoben werden kann. Nach unseren Beobachtungen über den rapiden Rückgang von Landsorten und Primitivsippen auf drei Kontinenten während der vergangenen Jahrzehnte erscheint es unverantwortlich, noch ein weiteres Jahrzehnt ungenutzt verstreichen zu lassen.

¹ Andererseits entsprechen gewisse Projekte, die kürzlich von dieser Seite der FAO/IBP unterbreitet wurden, weder hinsichtlich der hohen Kosten noch der tatsächlich vorhandenen „Gene-Pools“ den Realitäten.

Tabelle 1. Nutzpflanzen (incl. Wildarten) süd- und mittelamerikanischer Herkunft

Dicotylodoneae:		
<i>Juglandaceae:</i>	<i>Juglans australis</i>	Arg., Boliv.
<i>Moraceae:</i>	<i>Brosimum galactodendron</i>	Venez.
<i>Proteaceae:</i>	<i>Guevina avellana</i>	Chile, Südarg.
<i>Olacaceae:</i>	<i>Ximenia americana</i>	Arg.
<i>Basellaceae:</i>	<i>Ullucus tuberosus</i>	Chile bis Venez.
	<i>Ullucus aborigineus</i>	Arg., Bol.
<i>Chenopodiaceae:</i>	<i>Chenopodium quinoa</i>	Chile, Arg. bis Columb.
	<i>Chenopodium pallidicaule</i>	Bolivia, Peru
<i>Amaranthaceae:</i>	<i>Amaranthus mantegazzianus</i>	Arg., Boliv.
<i>Annonaceae:</i>	<i>Annona cherimola</i>	Arg. bis Mexico
	<i>Annona muricata</i>	Brasil., Venez.
	<i>Annona reticulata</i>	Brasil., Venez.
	<i>Annona squamosa</i>	Brasil., Venez.
<i>Lecitidaceae:</i>	<i>Bertolletia excelsa</i>	Brasil., Venez.
<i>Lauraceae:</i>	<i>Persea lingue</i>	Chile
	<i>Persea americana</i>	Guatem. bis Mexico
<i>Rosaceae:</i>	<i>Prunus capuli</i>	Ecuador
	<i>Rubus div. spec.</i>	Ecuador, Columb.
	<i>Fragaria chilense</i>	Süd-Chile und Arg. bis Ecuador
<i>Leguminosae:</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>	Arg., Paraguay
	<i>Canavalia gladiata</i>	Arg., Paraguay
	<i>Prosopis alba</i>	Arg., Chile
	<i>Prosopis nigra</i>	Arg., Parag.
	<i>Prosopis juliflora</i>	Mexico-Venez.
	<i>Lupinus mutabilis</i>	Bol., Peru, bis Venez.
	<i>Lupinus perennis</i>	Columb., Venez.
	<i>Phaseolus aborigineus</i>	Arg., Bol., Venez.
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Chile, Arg. bis Mexico
	<i>Phaseolus lunatus</i>	Arg. bis Mexico
	<i>Phaseolus candidus</i>	Arg., Boliv.
	<i>Phaseolus acutifolius</i>	Mexico
	<i>Phaseolus coccineus</i>	Mexico, Venez.
	<i>Pachyrrhizus ajipa</i>	Arg., Bol.
	<i>Pachyrrhizus tuberosus</i>	Bol., Columb.
	<i>Arachis monticola</i>	Arg., Bol.
	<i>Arachis pusilla</i>	Arg., Parag.
	<i>Arachis villosa</i>	Brasil.
	<i>Arachis hypogaea</i>	Arg., Bol., Brasil.
<i>Oxalidaceae:</i>	<i>Oxalis tuberosa</i>	Süd-Chile bis Columb.
	<i>Averrhoa carambola</i>	Brasil., trop. Amerika
<i>Malpighiaceae:</i>	<i>Malpighia punicifolia</i>	Venez. bis Mexico
<i>Tropaeolaceae:</i>	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Bol. bis Ecuador
<i>Malvaceae:</i>	<i>Gossypium barbadense</i>	Peru, Columb., Venez.
	<i>Gossypium hirsutum</i>	Mexico, Venez.
<i>Sterculiaceae:</i>	<i>Theobroma leiocarpa</i>	Mittelam., Venez.
	<i>Theobroma cacao</i>	trop. Amerika
<i>Passifloraceae:</i>	<i>Passiflora edulis</i>	Brasil., trop. Amerika
	<i>Passiflora quadrangularis</i>	Peru bis Venez.
<i>Bixaceae:</i>	<i>Bixa orellana</i>	trop. Amerika
<i>Cactaceae:</i>	<i>Nopalea cochinillifera</i>	Mexico
	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Südamerika
<i>Caricaceae:</i>	<i>Carica candamarcensis</i>	Peru bis Venez.
	<i>Carica microcarpa</i>	Venez.
	<i>Carica papaya</i>	trop. Amerika
<i>Cucurbitaceae:</i>	<i>Cucurbita andreana</i>	Arg.
	<i>Cucurbita maxima</i>	Arg., Chile bis Columb.
	<i>Cucurbita mixta</i>	Mittelam.
	<i>Cucurbita texana</i>	Mexico
	<i>Cucurbita pepo</i>	Mittelam.
	<i>Cucurbita moschata</i>	Mittelam.
	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Mittelam.
	<i>Sechium edule</i>	trop. Amerika
	<i>Cyclanthera pedata</i>	Mittelam.
	<i>Lagenaria siceraria</i>	trop. Amerika ?
<i>Myrtaceae:</i>	<i>Ugni molinae</i>	Südchile
	<i>Psidium crenatum</i>	Brasil., Venez.
	<i>Eugenia uniflora</i>	trop. Amerika
	<i>Feijoa sellowiana</i>	Uruguay, Brasil.
	<i>Psidium guayava</i>	Brasil.
<i>Umbelliferae:</i>	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Peru, Venez.
<i>Sapotaceae:</i>	<i>Calocarpum sapota</i>	Venez. bis Mexico
	<i>Pouteria loucuma</i>	Chile, Peru
	<i>Pouteria caimito</i>	trop. Amerika
	<i>Manilkara zapota</i>	Mittel- u. trop. Amerika
<i>Rubiaceae:</i>	<i>Cinchona officinalis</i>	Bol. bis Mittelam.

Tabelle 1 (Fortsetzung)

<i>Convolvulaceae:</i>	<i>Ipomoea batatas</i>	Mittelam. ?
	<i>Ipomoea trifida</i>	Mittelam.
<i>Solanaceae:</i>	<i>Cyphomandra betacea</i>	Arg. bis Venez.
	<i>Cyphomandra boliviensis</i>	Venez.
	<i>Capsicum annuum</i>	Mittelam.
	<i>Dunalia australis</i>	Arg.
	<i>Lycopersicum esculentum</i>	Peru bis Mexico
	<i>Physalis peruviana</i>	Peru, Columb.
	<i>Nicotiana rustica</i>	Peru
	<i>Nicotiana tabacum</i>	Arg., Bol.
	<i>Solanum topiro</i>	Venez., Columb.
	<i>Solanum quitoense</i>	Ecuador, Columb.
	<i>Solanum muricatum</i>	Peru bis Mittelam.
	<i>Solanum stenotomum</i>	Chile, Arg. bis Venez.
	<i>Solanum tuberosum</i>	Chile bis Venez.
	<i>Solanum violifolium</i>	Brasil.
<i>Bignoniaceae:</i>	<i>Crescentia cujete</i>	Amazonas, Orinoco
<i>Erythroxylaceae:</i>	<i>Erythroxylum coca</i>	Bol., Peru
<i>Euphorbiaceae:</i>	<i>Hevea brasiliensis</i>	Brasil., Venez.
	<i>Manihot carthagensis</i>	Venez.
	<i>Manihot glazovii</i>	Amazonas, Orinoco
	<i>Manihot esculenta</i>	trop. Amerika
<i>Anacardiaceae:</i>	<i>Anacardium occidentale</i>	Venez.
<i>Aquifoliaceae:</i>	<i>Ilex paraguariensis</i>	Arg., Paraguay, Brasil.
<i>Compositae:</i>	<i>Stevia rebaudiana</i>	Arg., Paraguay
	<i>Polymnia sonchifolia</i>	Arg., Ecuador
	<i>Madia sativa</i>	Chile
<i>Monocotyledoneae:</i>		
<i>Araceae:</i>	<i>Colocasia esculenta</i>	Brasil., Venez.
	<i>Xanthosoma Jaquinii</i>	trop. Amerika ?
<i>Bromeliaceae:</i>	<i>Ananas comosus</i>	Brasil., Venez.
<i>Gramineae:</i>	<i>Bromus mango</i>	Chile, Südarg.
	<i>Sorghum alnum</i>	Arg.
	<i>Tripsacum australe</i>	Parag. bis Venez.
	<i>Zea mays</i>	Mexico bis Arg.
	<i>Zea mexicana</i>	Mexico
<i>Cyclanthaceae:</i>	<i>Carludovica palmata</i>	Brasil.
<i>Palmae:</i>	<i>Cocos nucifera</i>	trop. Amerika ?
	<i>Jesseneia bataua</i>	Amazonas, Orinoco
	<i>Guilelma gasipaes</i>	Brasil., Venez.
	<i>Oenocarpus bacaba</i>	Brasil.
<i>Dioscoreaceae:</i>	<i>Dioscorea trifida</i>	Brasil., Venez.
	<i>Dioscorea composita</i>	Mexico
<i>Cannaceae:</i>	<i>Canna edulis</i>	Arg. bis Venez.
<i>Marantaceae:</i>	<i>Maranta arundinacea</i>	Brasil.
<i>Amaryllidaceae:</i>	<i>Agave atrovirens</i>	Mittelam.
	<i>Agave sisalana</i>	Mexico
<i>Orchidaceae:</i>	<i>Vanilla planifolia</i>	Brasil., Venez., Mexico

Bei den typischen südamerikanischen Kulturpflanzen, wie Mais, Kartoffel, Tomate, Baumwolle und Bohne, haben wir den Eindruck gewonnen, daß ihre mutmaßlichen Ancestral-Arten eine außerordentlich weite geographische Verbreitung besitzen. Schließlich kann man angesichts eines natürlichen Verbreitungsareals von *Phaseolus aborigineus* (der wildwachsenden Urform der Gartenbohne, vgl. BURKART und BRÜCHER 1953 und BERGLUND-BRÜCHER 1967) über 40 Breitengrade entlang eines schmalen Gebirgsgürtels der andinen Wolkenwaldregion nicht von einem geographischen „Zentrum“ sprechen. Die übrigen oben erwähnten Kulturpflanzen sind zum Teil die Produkte einer sehr verflochtenen Interdependenz Natur/Mensch, die sich nicht auf die einfachen Formeln der „Genzentren-Theorie“ zurückführen lassen. Einige stellen in hohem Maße das Ergebnis einer vom Primitivmenschen dirigierten Evolution dar, wobei die Genom-Synthesen bei *Zea mays* oder *Gossypium hirsutum* sich keineswegs im Sinne VAVILOVS interpretieren lassen.

Im folgenden wollen wir versuchen, einige in Europa weniger bekannte Kultivare unter den südamerikanischen Vertretern der Solanaceen, Amaranthaceen, Chenopodiaceen, Umbelliferen und Leguminosen darzustellen, um ihre künftige züchterische Verbesserung stimulieren.

Hauptteil

Solanaceen als Obstfrüchte

Die ökonomisch so wichtige Gattung *Solanum* ist in Südamerika mit schätzungsweise 1000 Arten vertreten. Außer den verschiedenen diploiden, triploiden, tetraploiden und pentaploiden knollenproduzierenden *Solanum*-Kultivaren, die wir in dieser Darstellung aus Raumangel völlig übergehen müssen, gibt es einige weniger bekannte Arten, deren Früchte genutzt werden. Wir wollen im folgenden das Interesse der Züchter und Genetiker auf drei südamerikanische *Solanum*-Arten lenken, deren künftige Nutzung im Plantagen-Anbau und in der Frucht-Industrie möglich erscheint, wenn es gelingt, durch Mutation, Selektion und Hybridation die nativen Populationen zu verbessern. Es handelt sich um *Solanum muricatum*, *Solanum topiro* und *Solanum quitoense*. Ferner verdienen die Nachtschattengewächse *Physalis*, *Cyphomandra* und *Dunalia* größere Beachtung.

Solanum muricatum Ait.

Unter der Aimara-Bezeichnung „Kachuma“ wird in den subtropischen Gebieten von Bolivien, Peru

Wir haben es bisher vermieden, zur Kennzeichnung der genetischen Mannigfaltigkeits- und Ursprungsgebiete südamerikanischer Nutzpflanzen das VAVILOV-Sche Konzept „Genzentrum“ anzuwenden.

Ursprünglich selbst ein Anhänger der klassischen „Genzentren-Theorie“, hat mich aber eine inzwischen zwanzigjährige Erforschung von „Genzentren“ auf drei Kontinenten davon überzeugt, daß VAVILOVS Konzept den Tatsachen nicht gerecht wird (vgl. BRÜCHER 1967 a und c).

Wir wollen nicht bestreiten, daß VAVILOVS Ideen während eines halben Jahrhunderts in hohem Grade stimulierend gewirkt, zahlreiche Forschungsreisen ausgelöst und wichtige Entdeckungen über die Evolution von Kulturpflanzen veranlaßt haben. Doch hat gerade die Fülle der hierbei zutage getretenen Details das Gesamtbild der Genzentren-Hypothese verdunkelt. Speziell in Südamerika hat die Vorstellung, daß es geographisch isolierte „Zentren“ gäbe, wo sich die dominanten Gene im Mittelpunkt, die rezessiven hingegen in der Peripherie ansammelten, viel an Überzeugungskraft verloren.



Abb. 1. *Phaseolus aborigineus*, Verbreitungsbogen: Argentinien, Bolivien, Columbien, Venezuela

und Ecuador durch Eingeborene eine Gartenfrucht kultiviert, welche seitens der spanischen Conquistadoren recht unzutreffend „pepino“ (d. h. Gurke) genannt wurde. Pflanzen von *S. muricatum* sind bis auf die Canarischen Inseln gelangt, wo ihre Früchte gelegentlich auf Märkten als „pepino dulce“ angeboten werden. Es handelt sich um 15 cm lange und 7–10 cm breite, meist birnenförmige Früchte. In reifem Zustand sind sie gelb mit wechselnder Einlagerung von Anthozyanstreifen in der Fruchtschale. Ihr Geschmack ist süß-sauer, wässrig, ähnlich einer Melone. Die vorhandenen Landsorten unterscheiden sich außerordentlich hinsichtlich der Qualität und des Ertrags.

In botanischen Berichten taucht die Pflanze zum ersten Mal 1778 bei RUIZ und PAVON auf. Später wurde sie von HUMBOLDT und BONPLAND in Peru gesammelt. BITTER beschäftigte sich mit dieser interessanten Solanacee vor allem aus phylogenetischen Gründen. Er fand, daß es eine ganze Reihe verschiedener Wuchs- und Blatt-Typen bei *S. muricatum* gibt, und wählte diese als Beispiel dafür, wie sich die Blattreduktion beim Genus *Solanum* vollzogen hat (BITTER 1913). Einige Biotypen besitzen

gefiederte Blätter, bei anderen ist das Blatt auf eine einzige Spreite reduziert. Hierfür wurden die Varietäten-Bezeichnungen „teleutogenum“ (einfaches Blatt), „protogenum“ (zwei Fiederpaare) und „popayanum“ (mehrfiedrig) geschaffen. BITTER bemerkte dazu: „Die Spreite von *S. muricatum* stellt den letzten Grad der Verschmelzung von offenbar ursprünglich mehreren getrennten Blättchen dar. Ein Prozeß, der sich bei den Tuberarien mehrmals an verschiedenen Stellen vollzogen hat“.

Die Büsche von *S. muricatum* sind kräftig entwickelt, verzweigen sich vom Boden aus und erreichen etwa 1 m Höhe. Sie sind perenn und lassen sich leicht durch Stecklinge und Zweig-Abrisse vermehren. Die Tendenz der Stengel, sich in feuchter Luft zu bewurzeln, ist bemerkenswert. Unter Verwendung dieser Eigenschaft ist es ein leichtes für die Eingeborenen, *S. muricatum* ausschließlich vegetativ zu vermehren, woraus sich die auch in der botanischen Literatur weitverbreitete, aber falsche Meinung gebildet hat, daß *S. muricatum* keine fertilen Samen bildet. Wir haben ohne Schwierigkeit unser Material über Samen vermehrt (70–100 Samen pro Frucht).

Die schmal-lanzettliche Blattform ist für ein *Solanum* ungewöhnlich. Meist erreichen die ganzrandigen, glänzenden Blätter 8–15 cm Länge und sitzen auf relativ langen (3–5 cm) Stielen. Sie stellen das Resultat einer extremen Reduktion einer ursprünglich gefiederten Spreite dar. Primitivere Typen haben 3–5jochige Fiederblätter, die bisweilen auch stärker behaart sind. Da es sich um Kulturrassen handelt, erscheint es ziemlich zwecklos, auf Grund der Blattgestalt botanische Varietäten aufzustellen, wie es mehrfach geschehen ist.

Die Blüte ist fünfzipfelig, blauviolett und ca. 2 cm groß. Es werden zahlreiche Blüten, doch relativ wenig Früchte ausgebildet. Die Frucht ist eine zweikammerige Beere, mit einem Hohlraum in der Mitte. Sie kann eine auffallende Größe, bis zu 20 cm, erreichen. Ihre Form variiert von rund bis eiförmig-länglich. In der Regel werden nur wenige Samen ausgebildet. Die Frucht erhält durch die violetten Streifen auf gelbem Grund ein attraktives Aussehen (vgl. Abb. 2). Ihr Geruch ist angenehm und ihre Geschmackseigenschaften werden gelobt. Der Vitamin C-Gehalt wird mit 30 mg pro 100 g angegeben. Ob es eine parthenokarpe Fruchtbildung gibt, müßte an repräsentativem Material erneut nachgeprüft werden. Wir fanden Selbststerilität, was die gelegentlich mangelnde Fruchtbildung in Eingeborenen-Feldern erklärt, wenn diese nur einen Klon pflanzen. Offensichtlich gedeiht *S. muricatum* in den Tropen nur in Höhen von 800 m aufwärts. Die Produktion setzt etwa 5 Monate nach der Pflanzung der Stecklinge ein und zieht sich über 3–4 Jahre hin. Hingegen ist der Fruchtansatz im tropischen Tiefland schlecht. Wenn es gelingt, *S. muricatum* züchterisch noch zu verbessern, kann man ihm eine große Zukunft als Obst der subtropischen Gebirgslagen Afrikas und Asiens voraussagen. In Südamerika müßte bei den auf die Märkte gelangenden Populationen eine Standardisierung und Selektion auf Wohlgeschmack vorgenommen werden. Die Chromosomenzahl wird mit $2n = 24$ angegeben, doch vermuten wir die Existenz von polyploiden Rassen. Über den Ursprung von *S. muricatum* kann man bis jetzt nur Vermutungen



Abb. 2. Früchte von *Solanum muricatum*

äußern. Daß es sich um eine antike Kulturpflanze der Indios handelt, geht aus prähistorischen Keramikfunden in Peru hervor. Die Wildform von *S. muricatum* wird immer noch vergeblich gesucht. BITTER vermutete sie in der venezolanischen Art *Solanum caripense* H.B.K. Dieser Ansicht schloß sich kürzlich auch HEISER (1964) an. Nachdem es gelang (BRÜCHER 1966), topo-typisches Material von *S. caripense* von seinem Originalfundort bei Caripe im östlichen Venezuela erneut einzusammeln, halten wir diese Ansicht für verfehlt. Seit 1799, der Entdeckung der Species durch HUMBOLDT und BONPLAND, war die Art nicht mehr gefunden worden. Das spärliche Herbarmaterial, das seinerzeit nach Europa gelangte (bekanntlich ging einiges durch ein Schiffsunglück verloren), war der Anlaß zu wiederholten Fehl-Interpretationen dieses Artkomplexes. Nachdem *S. caripense* als Wildform von *S. muricatum* ausgeschiedet, gewinnt die von CORRELL (1962) ausgesprochene Vermutung größere Wahrscheinlichkeit, daß *S. tabacoense* die Ancestralform ist. BUKASOV (1930) hatte das Ursprungszentrum in Columbien vermutet, weil er dort zahlreiche Formen beobachtete, die Samen ausbilden, was als primitives Merkmal gelten kann. SCHULTES und CASTANEDA (1962) suchen das Variationszentrum von *S. muricatum* in Ecuador, wo „pepino“ in vielen Varianten auf die Eingeborenen-Märkte gelangt.

Die gegenwärtige Verbreitung des Anbaus von *S. muricatum* reicht von Nord-Chile bis nach Mexiko. Offensichtlich ist es eine praecolumbianische Nutzpflanze mit langer Vorgeschichte, worauf frühe keramische Darstellungen der Früchte hinweisen, auf die schon POPENOE (1924) aufmerksam gemacht hat. Der gegenwärtige Anbau in Mittelamerika geht auf die spanischen Conquistadoren zurück, die sie vermutlich auch auf die Canarischen Inseln brachten, wo ihre Kultur bodenständig wurde.

Solanum topiro H.B.K.

Das Zentrum der Verbreitung dieser großfrüchtigen Solanacee liegt in den Quellgebieten des Rio Negro, Orinoco, Amazonas und Putumayo. Dort kommen die morphologisch ähnlichen *S. georgicum* Schultes und die von PITIER (1957) als *Leptostemonium topirito* bezeichneten Wildarten vor. Wir sammelten 1966 am Oberen Orinoco gelbfrüchtige, braune und orangerote Formen, die sich außerdem beträchtlich in der Fruchtform, der Blattgestalt und dem Anthozyangehalt der Blätter unterscheiden. Die dort lebenden Indio-Stämme verwenden die Früchte wie Tomaten oder zur Herstellung von erfrischenden Getränken. Infolge der extrem primitiven Lebensweise und fehlenden Ackerkultur der Eingeborenen des Oberen Orinoco wird *Solanum topiro* meist nur als Sammelfrucht oder Ruderalpflanze in der Nähe der Siedlungen genutzt. Die Makarikari nennen sie „Soka“, bei den Piaora und Guaika wird sie „tupiro“ genannt, während sie am Oberen Amazonas als „cocona“ bekannt ist. Die Piaoras betrachten die braunfrüchtige Varietät als die beste und bringen diese bisweilen bis in die Hauptstadt des Territoriums Amazonas, Puerto Ayacucho, zum Verkauf. Am Oberen Orinoco gelten die gelbfrüchtigen als süßer, woraus man schließen kann, daß die dort unter

fast „steinzeitlichen“ Bedingungen lebenden Indianer doch eine gewisse Selektion treiben.

Infolge ihrer Freiheit von Virus-Krankheiten und pilzlichen Pathogenen hat *Solanum topiro* bereits vor zwei Jahren unser Interesse geweckt, und wir führen gegenwärtig Selektionen von Biotypen durch, welche auf dem Weg künstlicher Mutations-Auslösung gewonnen wurden. Hierbei müssen noch unerwünschte Eigenschaften, wie starke Fruchtharaarung und hohe Samenzahl, beseitigt und der Anteil des weichen Fruchtfleisches erhöht werden (vgl. Abb. 3).

HUMBOLDT entdeckte die Pflanze im Jahre 1800 auf seiner Orinoco-Reise bei der Siedlung San Fernando de Atapabo am Zusammenfluß des Javia- und Pimichin-Flusses; doch wurde die Frucht schon in einer früheren Reisebeschreibung von Apolinar Diez de la Fuente im Jahre 1760 vom Zusammenfluß von Casiquiare und Orinoco berichtet. Wie weitere interessante Entdeckungen HUMBOLDTs geriet auch *Solanum topiro* wieder in Vergessenheit, bis sich um die Mitte unseres Jahrhunderts FENNEL (1948) und SCHULTES (1958) ihrer erinnerten.

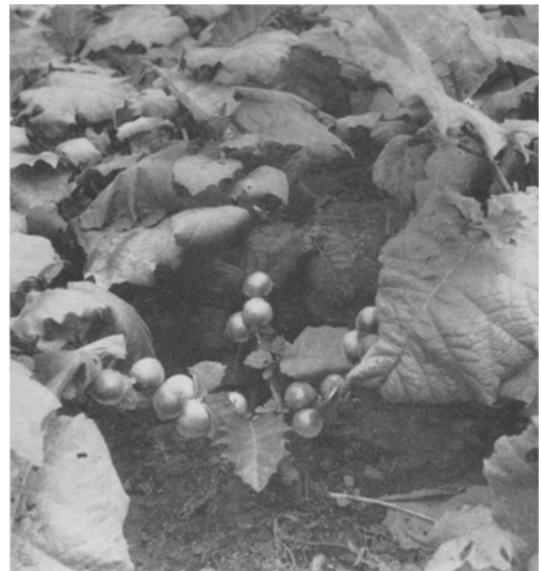


Abb. 3. *Solanum topiro*, einjährige Pflanze

Die Wachstumseigenschaften und der Ertrag von bestimmten *Solanum topiro*-Linien ist ausgezeichnet. Die Pflanzen entwickeln sich innerhalb von 7 Monaten zu 100 bis 130 cm hohen Büschen, die bei der ersten Reife 20–40 Früchte liefern. Infolge ihres perennen Wachstums und fortgesetzten Blühens kann mit einer dreijährigen Ausbeute gerechnet werden. Zwecks Erweiterung ihres ökologischen Areals haben wir bereits Hybriden mit *S. quitoense* und einer weiteren *Solanum*-Species (vermutlich noch unbeschrieben) aus der kühlen tropischen Bergwaldregion hergestellt. Hierbei wurde die Chromosomenzahl von *S. topiro* mit $2n = 24$ bestimmt (MARTI unpubl.). Selektionen aus diesen Kreuzungen sind dazu bestimmt, die künftige Kultur auch in die tropischen Mittelgebirge einzuführen, wo die Versorgungslage der Eingeborenen besonders schwierig ist.

CZYHRNCIW und HERRERA (Depto. de Tecnol. Aliment. Univ. Caracas) haben kürzlich eine Analyse von Topiro-Früchten vorgenommen, die recht günstige Resultate hinsichtlich ihrer künftigen indu-

striellen Verwertung (Fruchtsäfte, Marmeladen) ergeben hat. Hierbei wurde festgestellt, daß weder Alkaloide noch sonstige Gifte in den Früchten enthalten sind. Der Gehalt an Tanninen wurde mit 142 mg, an Vitamin C mit 5,3 mg (in 100 g) und der Gehalt an Pektin mit 0,5%, der Säuregehalt mit 1,8% bestimmt.

Solanum quitoense Lamarck

Bei dieser fruchteliefernden Solanacee handelt es sich um eine Nutzpflanze, die bereits beginnt aus der Eingeborenenkultur in die Phase der Plantage und Industrialisierung zu treten. Ihre optimale Anbauzone liegt zwischen 1400 und 2000 m Höhe in der ecuadorianischen Cordillere. Im Gegensatz zu *Solanum topiro* aus den tropischen Niederungen ist *Solanum quitoense* also ein Bewohner der temperier-



Abb. 4. *Solanum quitoense*, Wildform aus Venezuela

ten Bergwald-Region. Ihr „Genzentrum“ dürfte im östlichen Ecuador zu suchen sein, wo auch eine bestachelte Wildform lebt, „cojon de tigre“ von den Eingeborenen genannt, welche von SCHULTES und CUATRECASAS (1953) als var. *septentrionale* beschrieben wurde. Die Kulturart scheint sich in fortgesetzter Bastardierung mit ihren wilden Verwandten zu befinden, worauf Chromosomen-Translokationen hindeuten, welche von SARVELLA (1956) beschrieben wurden. Ein Zentrum des Anbaus von *S. quitoense*, welches als „Naranjilla“ wegen der Ähnlichkeit mit einer kleinen Orangenfrucht bezeichnet wird, befindet sich an den Osthängen der Cordillere von Ecuador im Distrikt von Baños, Tungurahua, Pastaza und Otavalo. Von dort hat sich ihr Anbau bis in den Süden (Tal von Putumayo, Nariño) Columbiens verbreitet, wo sie „lulo“ genannt wird. Die südliche Verbreitung erstreckt sich durch Peru („Pusco-Lulo“) bis nach Bolivien, wo sie selten anzutreffen ist (CARDENAS 1949).

Der „Naranjilla“-Busch erreicht eine Wuchshöhe von 150–200 cm. Im Gegensatz zu dem geschlossenen Habitus und der dichten Beblätterung von *S. topiro* hat *S. quitoense* einen lockeren, verzweigten Wuchs. Die Blätter enthalten Anthozyan, sind kräftig behaart, bisweilen leicht bestachelt. Ihre Größe übertrifft selten 30–40 cm Länge \times 25 bis 30 cm Breite, während Topiro-Blätter doppelt so groß sein können. Die starke Behaarung der Blätter wiederholt sich auf den Früchten, welche von einem unangenehm stechenden Haarkleid eingehüllt sind. Die Blüten stehen auf kurzen Achselsprossen, sind

ca. 3 cm groß und werden von einem filzig behaarten Kelch eingeschlossen. Die reifen Früchte sind 3–5 cm groß und enthalten eine wohlschmeckende, süß-saure Pulpa. Die extrem starke Behaarung der Früchte, die sich übrigens bei den meisten genetischen Verwandten von *S. quitoense* und *S. topiro* findet, dürfte in der freien Natur einen hohen Selektionsvorteil gegenüber Insektenfraß darstellen. Für den menschlichen Gebrauch hingegen erweist sie sich als Nachteil. Auf Grund des Gesetzes der „Parallelvariation“ kann mit dem Auftreten unbehaarter Mutanten gerechnet werden.

Als weitere Nachteile für eine künftige industrielle Nutzung müssen die harte Fruchtschale, die hohe Samenzahl und die wenig entwickelte Pulpa bezeichnet werden. Doch lassen sich diese unerwünschten Faktoren durch Mutation und Selektion beseitigen. Bereits in ihrem jetzigen semi-silvestren Zustand wird „Naranjilla“ in der Fruchtsaft-Industrie Ecuadors geschätzt und z. T. sogar exportiert. Auf das ausgezeichnete Aroma des daraus gewonnenen Fruchtsaftes hat bereits 1760 der Padre Juan de Santa Gertrudis hingewiesen, wenn er sagte, „daß es das herrlichste Getränk sei, welches er jemals in der Welt genossen habe“. Der „Naranjilla“-Saft ist reich an Vitamin A und C, hat einen relativ hohen Gehalt an Proteinen und Pepsinen (1,5%) sowie Mineralien (1,6%) (vgl. LEON 1964). Trotzdem *S. quitoense* bereits in der frühen spanischen Epoche erwähnt wird und auch nach Spanien gesandt wurde, waren die Hispano-Amerikaner bisher nicht fähig, daraus eine vollwertige Kulturpflanze zu entwickeln.

Für die künftige züchterische Verbesserung empfiehlt sich die Erzeugung von Hybriden mit resistenten ertragreichen Wildformen (Nematodenresistenz!) zwecks Herstellung von Amphiploiden. Die Kultivare von *S. quitoense* haben nach unseren Beobachtungen $2n = 24$ Chromosomen.

Cyphomandra betacea Sendt.

Nach BITTER soll die Gattung 40 Arten umfassen. Wenn uns auch diese Zahl zu hoch gegriffen erscheint, so wurden doch bereits mehrere morphologisch gut differenzierte Arten in den tropischen Gebirgen Südamerikas beschrieben.



Abb. 5. *Cyphomandra betacea*, 5jähriger Baum

PITTIER (1957) sammelte einige wildwachsende Arten in der Küstencordillere Venezuelas (Tovar de Aragua 1900 m alt.), die er *C. glabra* nannte. Aus den Gebirgen Meridas wurde *C. diversifolia* und *C. meridiensis* (1400–2000 m) berichtet. Wenn auch alle diese Funde für die Aufklärung der Herkunft und Entwicklung des kultivierten „Tomatenbaums“ Bedeutung haben, so dürfte die wichtigste darunter *Cyphomandra bolivarensis* Steyermark sein, weil sie der Kulturform nahesteht. Sie wurde erst kürzlich in dem venezolanischen Staat Bolivar (STEYERMARK 1966) aufgefunden. Ihr isolierter Standort (Gipfelregion eines Tepuis, 2000 m alt.) in einem Gebiet ohne menschliche Ackerkultur spricht stark dafür, daß es sich um eine echte Wildspecies handelt. Ihre Blätter sind schmaler als bei den Kulturformen und haben einen andern Ansatz an der Basis. Die Blüten sind kleiner und haben eine stärker behaarte Corolle als die kultivierte *Cyphomandra*. Die Früchte sind 7 cm lang und 3 cm breit, dunkelgrün, mit Streifen. Da sowohl BUKASOV wie SAUER der Ansicht sind, daß wilde Vorfahren des „Tomatenbaums“ nicht existieren, haben alle Funde spontan vorkommender *Cyphomandra*-Arten besondere Bedeutung. Ich selbst habe wildwachsende *Cyphomandra* im Gebirge (1800 m) des Rio Colorado-Bermejo (Prov. Salta, Argentinien) getroffen, ohne damals (1956) den Funden besondere Bedeutung zuzumessen. Bei der STEYERMARKSchen Art kann es sich um die langgesuchte Ancestralform handeln.

Die meisten *Cyphomandra*-Arten haben in ihren Früchten unangenehme Steinzell-Konkretationen, doch sollen *C. fragrans* und *C. sciadostylis* davon frei sein.

Wenn es gelänge, die künftigen Cultivare von diesen lästigen Steinzellen innerhalb des Fruchtfleisches zu befreien, kann man dem „Tomatenbaum“ eine weite Verbreitung in den „kühlen“ Tropenregionen der ganzen Welt voraussagen.

C. betacea bildet baumartig verholzte, bis zu 4 m hohe Büsche, die fast das ganze Jahr hindurch Früchte tragen (vgl. Abb. 6). Hoher Vitamingehalt und der süß-säuerliche Geschmack bilden einen weiteren Grund, den „Tomatenbaum“ als Obst für die Bergregionen der Tropen zu propagieren. Es ist erstaunlich — und wohl nur durch die Indolenz unserer Eingeborenen zu erklären —, daß diese wert-

volle Solanaceen-Frucht selbst im „Genzentrum“ der venezolanischen Berge so selten kultiviert wird. Ihr Plantagen-Anbau würde sich vor allem für die Fruchtsaft- und Marmeladen-Industrie lohnen.

Physalis peruviana L.

MANSFELD (1954) hat in dieser Zeitschrift bereits auf die Bedeutung der „obstliefernden Blaskirschen“ hingewiesen, so daß wir uns hier kurz fassen können. Von den aus Südamerika beschriebenen zahlreichen *Physalis*-Arten sind die meisten eßbar, allerdings ist der Ertrag bei manchen sehr gering, und der Geschmack läßt zu wünschen übrig. Die Frucht ist in einen großen Hüllkelch eingeschlossen, der meist ballonförmig aufgeblasen erscheint. Wir erwähnen speziell *Ph. ixocarpa* und *Ph. capsicifolia* für Mexico, wo die *Physalis*-Arten teilweise mehr als die Tomaten geschätzt werden. *Ph. peruviana* ist von Chile bis Venezuela weit verbreitet. Es sind Büsche von ca. 1 m Höhe mit stark behaarten Blättern. Die Früchte sind von fahlgelber Farbe, 1–2 cm groß und von süß-saurem Geschmack. Sie werden von den Eingeborenen gesammelt und unter der Bezeichnung „uchuva“ oder „capuli“ auf die Märkte in Peru und Ecuador gebracht.

Bemerkenswerterweise hat *Physalis* als Kulturpflanze südamerikanischer Abstammung niemals bei den Indios eine solche Bedeutung erlangt wie die „Cape Gooseberries“ (*Ph. pruinosa* und *Ph. peruviana*) auf dem afrikanischen Kontinent. Blaskirschen wurden bereits vor 150 Jahren als Anti-Skorbut-Frucht nach Südafrika gebracht und haben sich dort zu wichtigen Nutzpflanzen entwickelt, die im großem Maßstab von der Frucht-Industrie der Kap-Provinz ausgewertet werden. Es wäre zu wünschen, daß sich auch südamerikanische Staaten erneut um den Anbau und die Selektion ihrer autochthonen *Physalis*-Arten als vitaminreiche Früchte bemühten. Als wichtige Zuchtziele betrachte ich hierbei die Reduktion der Samenmenge und die Selektion von Typen mit gleichzeitig reifenden Früchten.

Amaranthaceen und Chenopodiaceen als Körner- und Gemüsepflanzen

Aus praktischen Gründen fassen wir im folgenden diese beiden „Pseudo-Cerealien“ der antiken Indierkulturen zusammen, auch wenn sie botanisch deutlich verschieden sind und sich nicht spontan miteinander kreuzen. In beiden Familien treffen wir auf trockenresistente und teilweise auch frostfeste, entwicklungsfähige Arten. Bisweilen werden in den Eingeborenen Sprachen Südamerikas für die Körnerfrüchte beider Gruppen gleichlautende Bezeichnungen verwendet.

Es ist müßig darüber zu spekulieren, ob *Chenopodium album*, eines der häufigsten Ackerunkräuter Eurasiens, eine ähnliche Bedeutung wie „Quinoa“ in den Anden Südamerikas erreicht hätte, wenn die europäischen Ackerbauern nicht ihre Getreide aus den Gramineen entwickelt hätten. HELBAEK (1960) fand es mehrfach in Gräberbeigaben in Jütland aus der Eisenzeit. Im Himalaya wird *Chenopodium album* jedenfalls auch gegenwärtig noch genutzt. In Südamerika, wo es unter den Gramineen nur *Zea mays* und *Bromus mango* gab (die aber beide nicht in den



Abb. 6. Früchte des „Tomatenbaums“ (1/3 verкл.)

ausgedehnten Ackerbaugebieten der Hoch-Anden gedeihen), haben die indianischen Bauern ihren Bedarf an raschwüchsigen Körnerfrüchten mittels Selektionen aus den Amaranthaceen und Chenopodiaceen gedeckt. Beide Familien haben gegenwärtig eine weltweite Verbreitung erlangt. Vor allem die Amaranthaceen spielen in der Diät afrikanischer und asiatischer Eingeborener als Körner und Gemüse eine wichtige Rolle. Diese Tatsache hat mehrere Botaniker dazu veranlaßt, deren genetischen Ursprung in Asien zu vermuten (DE CANDOLLE, THELLUNG, VAVILOV, ALLEN).

Auch wenn es nicht ganz auszuschließen ist, daß Samen von *Amaranthus* frühzeitig durch Primitivmenschen über die Behringstraße mitgeschleppt wurde, halten wir dennoch einen südamerikanischen Ursprung sowohl bei den kultivierbaren *Amaranthus*- als auch *Chenopodium*-Arten für bewiesen. Gegenwärtig überschneiden sich die Anbau- und Verbreitungsgebiete beider Gruppen im süd- und mittelamerikanischen Raum. Es mehren sich die Beweise dafür, daß das Domestikations-Zentrum von *Amaranthus* im Norden (Mexico), das der Chenopodiaceen hingegen im südlichen Altiplano lag.

Ihr praktischer Wert für die anspruchslosen Bergvölker beruht in den relativ proteinreichen Samen und den mannigfaltigen Möglichkeiten, die Blätter als Gemüse zu benutzen (vgl. auch folgende Tab. 2, welche Daten mehrerer Autoren enthält.)

Tabelle 2

	<i>Ch. pallidicaule:</i>	<i>Ch. quinoa:</i>		<i>A. caudatus:</i>	
		a)	b)	c)	
Proteine	15%	14%	14%	14%	13%
Carbohydrate	58%	58%	67%	68%	65%
Fette	8%	4%	3%	5%	7%
Ertrag pro Hektar	± 2000 kg	2300 kg	3000 kg	—	—

Amaranthus caudatus L.

Die Gattung *Amaranthus* ist weit verbreitet und taxonomisch schwer zu klassifizieren. Bei den Körner-Amaranthen gibt es mehr als 50 wildwachsende Arten, die alle durch monoezische Blütenstände mit starker Verzweigung charakterisiert sind. Die kleinen Blütchen werden darin durch zugespitzte, winzige Brakteen gehalten; das Perianth besteht aus fünf unscheinbaren Tepalen. Über die Herkunft der Körner-Amaranthe herrscht seit DE CANDOLLE und VAVILOV, die ihren asiatischen Ursprung vertraten, auch jetzt noch ziemliche Verwirrung. Wie bereits HUNZIKER (1943), SAUER (1950) und später auch NAKAO und SAUER (1958) nachgewiesen haben, sind *A. caudatus* und *A. leucocarpus* unzweifelhaft neuweltlicher Herkunft. Daß sie in Nepal und anderen Himalaya-Regionen gegenwärtig so weit verbreitet sind, beruht auf ihrer Eignung als hochresistente schnellreifende Hochland-Cultivare.

In der systematischen Einteilung folgen wir SAUER (1950), der vier Species unterscheidet: *A. caudatus*, *A. leucocarpus*, *A. cruentus* und *A. edulis* (= *A. mantegazzianus*).

A. leucocarpus ist eine typische mexikanische Species (= „huatli“) und hat sich inzwischen über die ganze Welt ausgebreitet. *A. cruentus* ist mittelamerikanisch, mit besonderer Verbreitung in Guate-

mala. Hingegen gehören *A. caudatus* und *A. edulis* mehr dem südamerikanischen Teil der Anden an. Die letztgenannten unterscheiden sich morphologisch von den übrigen durch ihre samenreichen, herabhängenden Blütenstände.

Bei diesen beiden Arten ist infolge der üblichen Windbestäubung die genetische Variabilität außerordentlich groß. Aus den spaltenden Populationen lesen die Landleute in der Regel die weiß-samigen aus, während als Gartenschmuck die Betacyaninhaltigen, bunt gefärbten, bevorzugt werden. Fast jeder Eingeborenen-Garten der nordargentinischen Hochtäler enthält einige bunte *Amaranthus*-Pflanzen, die zu religiösen Zwecken, aber auch zur Bereitung der alkalischen „Jista“-Asche (beim Coca-Kauen verwendet) dienen. *A. caudatus* ist bereits im 16. Jahrhundert als ornamentale Pflanze aus Südamerika nach Europa gelangt, wo vor allem die bis zu 2 m hohe var. *sanguineus* beliebt ist. Als Suppengemüse wird *A. caudatus* sowohl in Indien, Nepal, Tibet, als auch in Afrika angebaut. Es ist merkwürdig, daß sich nicht nur hinsichtlich des kulinarischen, sondern auch des religiösen Gebrauchs von *Amaranthus* in Asien und Südamerika interessante Parallelen entwickelt haben. Aus prähistorischen Funden (z. B. Pampa Grande, Prov. Salta) berichtet HUNZIKER (1943) über *A. caudatus*-Samen. Die altertümlichen Amaranth-Kulturen müssen früher außerordentlich umfangreich gewesen sein, wie aus den Bestimmungen

über jährliche Ablieferungen in den Indianerreichen hervorgeht. Im Königreich Montezumas (Mexico) mußten jährlich 200.000 bush. Amaranth-Samen abgeliefert werden, was verglichen mit den ebenfalls vom Herrscher geforderten 280.000 bush. Mais sehr hoch er-

scheint. Inzwischen ist der Anbau dieses ehemals wichtigen Cereals in Mexico fast völlig erloschen.

Amaranthus mantegazzianus befindet sich in Nord-Argentinien in raschem Rückgang, was sehr bedauerlich ist, weil damit Linien aussterben, die potentiell hochwertige Futterpflanzen für aride Gebiete sein können. In dem von uns selektionierten Material von *A. mantegazzianus* konnten wir bisher allerdings keine frostwiderstandsfähigen Linien auffinden. Amphiploidie-Auslösung verspricht bei *A. mantegazzianus* noch Erfolge. Allopolioide Bastarde zwischen *A. caudatus* und *A. reflexus* fallen durch luxurierendes Wachstum und Fertilität auf. Nach HARBAN SINGH (1961) haben künstlich tetraploid gemachte *A. caudatus*-Pflanzen ein 50% höheres Samengewicht.

Es ist bemerkenswert, daß HUNZIKER bereits (1952) das Aussterben von *A. edulis* voraussagte: „Se trata de un endemismo cultigeno de los valles calchaquies de la Argentina No cabe duda que *Amaranthus mantegazzianus* tiene sus dias contados, y que en poco tiempo más su cultivo habra caido en olvido. Es de lamentar la extinción de esta interesante planta argentina, dadas las relevantes cualidades alimenticias de sus granos.“ Dieses Schicksal scheint inzwischen bereits eingetreten zu sein, denn wir haben bei unserer letzten Reise in den Calchaqui-Tälern

diese Species vergebens gesucht. Nach unserer Meinung ist allerdings *A. edulis* kein Endemismus Nordargentiniens, sondern ein auch in anderen Andentälern der Kechua-Region ehemals verbreitetes Cultivar, das sich aus *A. quitensis* H.B.K. entwickelt hat.

Chenopodium quinoa Willd.

Wir unterscheiden mit AELLEN (1929) drei Arten, nämlich *Ch. pallidicaule*, *Ch. nuttalliae* und *Ch. quinoa*. Diesen Arten ist gemeinsam, daß 5 Perianthzipfel und 5 Antheren ausgebildet werden. *Ch. pallidicaule* ist die primitivste unter den genannten und heißt bei den Indios „Canihua“ oder „Canagua“. Sie hat kleine schwarzglänzende Samen, die leicht mit ihrem Perianth abfallen. Ihre Infloreszenzen sind zwischen Blättern verborgen und scheinen alle kleistogam zu sein. Die Ancestralformen dieser Art kommen im Altiplano vor und werden von den Hochland-Indianern an ihrem starken Saponin-Geschmack und den bitteren Samen erkannt. Sie verwerfen diese Formen als „Quita-Canihua“. Die Verbreitung von *Ch. pallidicaule* ist auf die großen Höhen des Altiplano beschränkt, wo es zwischen 3500 m und 4200 m kultiviert wird. Vermischt damit trafen wir auch die wilden Formen, die sich aber offensichtlich infolge strenger Autogamie nicht mit den Cultivaren genetisch vermischen. Rasches Wachstum, hohe Frostresistenz und außerordentliche Anspruchslosigkeit machen diese primitive Nutzpflanze zur „ultima ratio“ in diesen marginalen Ackerbaugebieten der Menschheit. Für die moderne Landwirtschaft könnten Formen daraus mit geringem Saponingehalt interessant werden.

Weitaus größere Möglichkeiten hat jedoch *Chenopodium quinoa*, welches sich morphologisch beträchtlich von „Canigua“ unterscheidet. MARKS hat kürzlich (vgl. SIMMONDS 1965) die Chromosomenzahl mit $2n = 18$ bestimmt, was die Hälfte der von KJELMARK mitgeteilten Chromosomenzahl ist. Da die Basiszahl beim Genus *Chenopodium* $x = 9$ ist, scheinen im Anbau also diploide und tetraploide Rassen nebeneinander zu existieren. Die Landsorte „blanco real“ mit besonders großen Körnern dürfte eine Polyploide sein.

Die Pflanzen von „Quinoa“ erreichen selbst bei mangelhafter Bodenbearbeitung Höhen von 120 bis 200 cm und bilden reiche Blattmasse und zahlreiche Infloreszenzen aus. Diese werden ca. 30 cm lang und enthalten sowohl hermaphroditische wie rein weibliche Blüten (im Verhältnis 1:10). Die weißlichen Samen sind bei der Reife noch von einem Perigon bedeckt, lösen sich aber beim Dreschen leicht heraus. Ihre Form ist linsenförmig (2–3 mm diam.) und läßt den kreisförmig eingerollten Embryo erkennen, der von einem dünnen Episperma bedeckt ist. Letzterem muß bei künftigen züchterischen Verbesserungen besondere Beachtung geschenkt werden, weil hier der Sitz der unerwünschten Saponine des Samens ist, der bis jetzt durch Wässern beseitigt werden muß. Der störende Saponingehalt setzt der in den Andenländern üblichen Beimischung von Quinoa-Mehl zum Brotgetreide bei 10% eine Grenze. Bis zur Ankunft der Spanier, die europäische Gerstensorten ins Altiplano brachten, lieferte Quinoa ausschließlich das „tägliche Brot“ des Inka-Reiches. Wie SIMMONDS (1965) betont, ist der Proteingehalt von Quinoa hoch

und von vorzüglicher Qualität (entspricht dem Milchprotein). Nach Angaben von LEON (1964) beträgt der Gehalt an Lysin und Methionin das Doppelte vom Weizen. Der Nährwert von Quinoa liegt vor allem in dem ausgeglichenen Verhältnis von Protein:Stärke in den Samen, das 15%:60% beträgt. Außerdem ist der hohe Gehalt an Vitamin B und C bemerkenswert. Daß hinsichtlich des Proteingehaltes von *Chenopodium quinoa* bislang noch kaum wirkungsvolle Selektionen durchgeführt wurden, geht aus den spärlichen Analysen hervor, welche bei verschiedenen Landsorten 10% bis 24% Eiweißgehalt ergaben. In Hinblick darauf, daß Quinoa für Millionen von Altiplano-Bewohnern an der täglichen Ernährung einen wesentlichen Anteil hat, erscheint es kaum begreiflich, daß die betreffenden Ackerbau-Ministerien sich so wenig um eine züchterische Verbesserung von *Chenopodium* gekümmert haben. Hochproteinreiche Selektionen könnten in Zukunft nicht nur in den andinen Ländern, sondern auch in den Gebirgen Afrikas (Basutoland z. B.) und in Asien wesentlich zur Erleichterung der Ernährungslage beitragen. Abgesehen von der Bedeutung als Körnerfrucht, würden saponinfreie Quinoa-Linien auch ein wertvolles, spinatähnliches Blattgemüse liefern, was für die gemüsearmen Hochländer der ganzen Welt von besonderer Wichtigkeit ist. Schließlich kann die anfallende Grünmasse auch als Viehfutter verwendet werden. Analysen der verfütterbaren Trockenmasse ergaben folgende Werte: Kohlenhydrate 58%, Proteine 22%, Ascheanteile 15%.

Die Erträge von *Chenopodium* variieren im Altiplano außerordentlich, je nach Bodenverhältnissen, Frösten und Düngung. Da Quinoa oft in steinigten Böden oberhalb der 3000 m-Grenze angebaut wird, können die Hektar-Erträge schwer miteinander verglichen werden. Experimenteller Anbau hat bis 3000 kg/ha ergeben. Der Blüte-Beginn wird durch Hungerkultur frühzeitig ausgelöst. Die Behauptung SRVORIS, daß *Ch. quinoa* eine „Kurztagpflanze“



Abb. 7. *Solanum muricatum*. Man beachte die reduzierten Blattspreiten

sei, trifft nicht zu. Ihre geographische Ausbreitung innerhalb Südamerikas reicht von 5° nördl. bis 30° südl. Breite, erstreckte sich aber früher sogar bis auf die Insel Chiloé. Ihr Anbau ist selbst noch in 4200 m Höhe möglich, wo Nachfröste sogar in der Blütezeit vorkommen. Ein entscheidender Vorteil liegt in der hohen Krankheits- und Parasitenresistenz (die teilweise durch den Anbau in großen Höhen verursacht sein kann), was dieser Pflanze in künftigen großen Monokulturen zum Vorteil gereichen würde. Ein als „Peronospora“ bezeichneter Pilz sowie die Larven einiger Noctuiden können gewisse Schäden verursachen.

Die ökologische Streubreite innerhalb des „Gene-Pools“ von *Chenopodium* ist außerordentlich. Es wurden hunderte von Landsorten beschrieben, die — wenn auch oft nach oberflächlichen Charakteren getrennt — häufig verschiedene physiologische Rassen darstellen, von denen sich einige durch hohe Trockenresistenz und Toleranz gegen die extremen Temperaturschwankungen des Altiplanos auszeichnen (starke Insolation am Tage, Frostgrade bis -5°C in der Nacht).

In Mexico wird eine Landsorte von Quinoa — hauptsächlich jetzt als Gemüse — angebaut, die den botanischen Namen *Chenopodium nuttalliae* erhalten hat. Die Eingeborenen nennen sie „huauzontle“. Morphologisch unterscheidet sie sich von den übrigen in der Perigonstruktur, durch stärkere Blattzählung, rostbraune Samen und vor allem im Fehlen von Saponin. Sie hat $2n = 36$ Chromosomen. Diese Form dürfte eine Selektion der aztekischen Epoche darstellen, was beweist, daß man mit einiger Geschicklichkeit saponinfreie Mutanten bei den Chenopodiaceen auffinden kann. Es besteht die Gefahr, daß dies Cultivar in Mexico ausstirbt, weil „huauzontle“ bereits jetzt zu den Seltenheiten gehört.

Züchterisch entwicklungsfähige Wurzel- und Knollengewächse

Eine Übersicht der südamerikanischen Nutzpflanzen-Reserven wäre nicht vollständig, wenn man nicht die zahlreichen hier vorkommenden „prä-selektionierten“ Wurzelgemüse und Knollenfrüchte der Indios erwähnte. Sie entstammen so verschiedenen botanischen Familien wie den *Compositae*, *Umbelliferae*, *Euphorbiaceae*, *Baselaceae*, *Oxalidaceae*, *Cannaceae*, *Cruciferae*, *Leguminosae*. Doch haben einige dieser antiken südamerikanischen Wurzelfrüchte, wie Oka (*Oxalis tuberosa*), Isania (*Tropaeolum tuberosum*), Yacon (*Polymnia sonchifolia*), Ajipa (*Pachyrrhizus ajipa*), Maka (*Lepidium meyenii*) nach unserer Beobachtung wenig Aussicht, auf anderen Kontinenten im größeren Maßstabe akzeptiert und kultiviert zu werden. Sie sind zu sehr auf die andinen Bedürfnisse und Lebensgewohnheiten zugeschnitten. Eine gewisse Ausnahme könnte allerdings die *Baselaceae* *Ullucus tuberosus* (vgl. BRÜCHER 1967) machen, da botanisch verwandte Taxa auch in Afrika und Asien kultiviert werden.

Nur das möhrenartige Wurzelgemüse *Arracacia xanthorriza* dürfte eine weltweite Zukunft haben, da sein Anbau überall da erfolgen kann, wo in der kühlen Gebirgszone der Tropen Kaffee und Tee gepflanzt wird. Die sonst in Tropenböden so verheerenden

Nematoden scheinen die Wurzel von *Arracacia* nicht anzugreifen, weil sie durch ein ätherisches Öl geschützt ist. Blattkrankheiten durch Pilz- oder Bakterienbefall haben wir bisher ebensowenig beobachten können. Die Eingeborenen der kühlen Tropengebirge pflanzen sie seit unvordenklichen Zeiten von Bolivien bis Venezuela unter der Indio-Bezeichnung „arracacha“ an; die Spanier nannten sie wegen ihrer Ähnlichkeit mit Möhren oder Sellerie „zanahoria blanca“ oder „apio“. *Arracacia* ist ein wohlschmeckendes, bekömmliches Wurzelgemüse, das bei hohem Nährwert auch vitamin- und mineralreich ist (100 g enthalten 27 mg Vitamin C und 2,8 mg Niacin, 28 mg Calcium, 52 mg Phosphor).

Das klimatische Optimum der Kulturform liegt oberhalb der 1000 Meter-Grenze, darum sind auch alle Versuche, sie im tropischen Tiefland zu kultivieren, bisher gescheitert. In der Küstenkordillere von Venezuela wird „apio“ in der ehemaligen Kaffee-Zone angebaut, bei einer mittleren Jahrestemperatur von 15°C und ca. 1000 mm Regen. In Columbien soll der Anbau 30000 Hektar betragen. Obschon *Arracacia* keinen Frost verträgt, halten wir ihre Einführung im gemäßigten Klima von Nordamerika und Europa für möglich, wo sie zu einer Bereicherung der Gemüse-Diät beitragen könnte. Angeblich sind aber Versuche, sie dort zu kultivieren, bisher gescheitert. Wir nehmen an, daß sie in Afrika, vor allem am Kilimandjaro und in Basutoland gut gedeihen würde. Nach Mittelamerika hat sich *Arracacia* in vorcolumbianischer Zeit nicht ausdehnen können; offensichtlich stellte die feuchtheiße Landenge von Panama ein Hindernis dar. In südlicher Richtung hat ihr Anbau anscheinend nicht den 18. Breitengrad überschritten, denn auf den Märkten von Sucre wird sie nicht angeboten. In peruanischen Gräbern wurden *Arracacia*-Reste nachgewiesen.

Wenn auch bisher keine Wildspecies gefunden wurde, von der sich die Arracacha-Kultivare ableiten ließen, so können wir doch das Ursprungsgebiet in Columbien vermuten, wo gegenwärtig die größte Varietätenzahl angetroffen wird und die verwandten Wildarten *A. andina* und *A. equatorialis* vorkommen.

Der Vollständigkeit wegen seien hier noch zwei der wichtigsten stärke liefernden Knollengewächse der Tropen erwähnt¹: *Manihot esculenta* und *Ipomoea batatas*. Letztere ist zentralamerikanischen Ursprungs und geht wahrscheinlich auf *I. trifida* als Ancestralf orm zurück, wenn auch allopolider Ursprung nicht ausgeschlossen ist (NISHIYAMA 1962). Das genetische Reservoir von *Ipomoea* ist noch kaum ausgeschöpft, und da es eine polyploide Reihe (von $2n = 30$ bis $2n = 90$ Chromosomen) enthält, bestehen noch ungeahnte Möglichkeiten, synthetische Allopoloide zu produzieren, die im Falle ihrer Eignung vegetativ weiter vermehrt werden können. Dies entspricht der üblichen Kultivierungsweise bei der Batate.

Manihot hat sein genetisches Mannigfaltigkeitsgebiet im tropischen Tiefland Brasiliens, Venezuelas und Columbiens, wo sowohl kautschukliefernde als auch stärkeproduzierende *Manihot*-Arten vorkommen. Es sind zahlreiche „wilde“ Species beschrieben worden, die Anspruch erheben, die Ancestralf orm von

¹ In Hinblick auf den vorwiegend europäischen Leserkreis dieser Zeitschrift können wir der Darstellung beider ausgesprochen tropischer Nutzpflanzen nur wenig Raum geben.

Manihot esculenta zu sein. Ohne eigene Studien darüber durchgeführt zu haben, wollen wir uns der Stellungnahme dazu enthalten, ob die auch in Venezuela vorkommende „Yuca de Carthagena“ (*Manihot carthagensis*) an der Basis der Phylogenese der Kultur-Yucca steht, oder ob eine der von ROGERS (1965) aus Mexico beschriebenen Wildarten *M. isoloba*, *M. aesculifolia* oder *M. pringlei* die Urform ist. Die Gattung ist genetisch noch kaum erforscht. Ebenso wenig sind bisher umfangreiche züchterische Verbesserungen für ihren Anbau in der Plantagenwirtschaft und mechanisierten Agrikultur unternommen worden. Nach wie vor werden in Südamerika die extrem giftigen (HCN!) „Yucca-amarga“-Landsorten neben den glukosidarmen und weniger Blausäure enthaltenden Indianerselektionen „Yucca dulce“ von den Eingeborenen kultiviert. Für Millionen von Familien des tropischen Asiens, Afrikas und Amerikas liefert der Yucca-Strauch (auch Mandioka, Casava, Tapioka genannt) das „tägliche Brot“. Nach wie vor wird Yucca-Mandioka in der primitivsten Weise mit dem Grabstock oder nur mit der Hand irgendwo am Urwaldrand des Amazonas und Orinoco oder auf den erodierten Steinhängen Afrikas ausgepflanzt. Es werden hierbei 5 cm lange Stengelteile in den kaum vorbereiteten Boden gesteckt, die fast ohne Wartung sich innerhalb eines Jahres zu mannshohen Büschen mit reicher Wurzelknollen-Produktion entwickeln. Es wird dringend Zeit, daß sich die moderne Pflanzenzüchtung mit der Entwicklung von *Manihot esculenta*-Kultivaren für den intensiven, mechanisierten Anbau beschäftigt und damit das Odium von einer hochproduktiven Stärkepflanze nimmt, nämlich daß „Yucca wie von Gott geschaffen sei für den kümmerlichen Ackerbau und die Faulheit der Eingeborenen“ (so urteilt der columbianische Botaniker PEREZ-ARBALAEZ).

Leguminosen als proteinreiche Futter- und Körnerpflanzen

Mehrere botanische Gattungen südamerikanischer Leguminosen enthalten wertvolle Gen-Reserven, die noch nicht ausreichend bekannt sind. Es sind dies unter anderem: *Arachis*, *Canavalia*, *Desmodium*, *Lupinus* und *Phaseolus*.

Bevor wir uns der meiner Meinung nach wichtigsten Gattung unter ihnen, *Lupinus*, zuwenden, wollen wir einige kurze Hinweise auf die übrigen Taxa geben. Unter den zahlreichen südamerikanischen wilden Erdnuß-Arten gibt es einige, wie *Arachis villosa*, *A. hagenbeckii*, *A. benthamii*, *A. monticola*, die infolge ihrer hochgradigen Trockenresistenz und ihres Perennierens potentielle Futterpflanzen sind. Ihr Anbau sollte z. B. in den semiariden Regionen Afrikas versucht werden. In dem Trockengürtel der sich vom südlichen Brasilien durch Paraguay bis nach Bolivien zieht, wächst eine Reihe von perennierenden *Arachis*-Arten, von denen einige, wie z. B. *A. diogeni*, *A. tuberosa* und *A. marginata*, wasserspeicherndes Wurzelgewebe besitzen. Diese Species sind in der Lage, auch unregelmäßig fallende Regen gut auszunutzen. Ihre Produktion an proteinreicher Blattmasse ist beträchtlich. Infolge ihres niederliegenden Wuchses würden diese Arten auch den Weidegang des Viehs relativ gut ertragen.



Abb. 8. *Phaseolus lunatus*, buntfarbige Landrassen

Während bei *Arachis* kultivierte und wilde Species in ihrem südamerikanischen Diversifikations-Gebiet gemeinsam gefunden werden, handelt es sich bei der Gattung *Desmodium* um ausgesprochene Wildarten. *Desmodium purpureum* wurde bereits von BURKART als mögliche Futterleguminose für die tropischen und subtropischen Regionen vorgeschlagen, ähnliches gilt für *D. cuneatum*. Als anspruchslose, trockenresistente Futterleguminosen sollten *Desmodium*-Arten eine viel weitere Verbreitung auch in Asien und Afrika finden.

Bei *Canavalia ensiformis* handelt es sich um eine uralte Kultur-Leguminose der Indianer. In Gräberfunden im heutigen Peru werden oft die typischen großen „pallares“ angetroffen, die darauf hindeuten, daß diese heute kaum mehr kultivierte Leguminose früher eine größere Rolle gespielt hat. In Hinblick auf die beträchtliche Produktion proteinreicher Grünmasse sollte man der züchterischen Verbesserung von *Canavalia* in Zukunft größere Aufmerksamkeit schenken.

In *Phaseolus candidus* liegt eine bisher fast ungenutzte wertvolle Futterpflanze vor. Ihre Samen sind klein (5 mm lang und 3 mm breit). Die Kotyledonen sind epigeisch. Im Wachstum erinnert die Pflanze etwas an *Ph. aborigineus*. Das bemerkenswerteste ist das enorme Volumen an Grünmasse. Die Blüten haben schmutzig-gelbe Farbe. Wir fanden die Pflanze in weiter Ausdehnung am oberen Bermejo, vermutlich in halbkultiviertem Zustand. BURKART gibt sie für Chaco und Corrientes an.

Unter den bisher genannten Gattungen werden in Zukunft einmal alkaloidfreie Formen von *Lupinus* große praktische Bedeutung erlangen. Nach SMITH (1953) soll es eine kaum übersehbare Speciesdifferenzierung mit mehr als 400 Arten in den beiden Amerikas geben. Diese Zahl ist nicht unwidersprochen geblieben. Doch auch dann, wenn sich zahlreiche Taxa als Synonyma erweisen sollten, bleibt das Faktum, daß das Genus *Lupinus* in der Neuen Welt eine wesentlich stärkere Typen-Mannigfaltigkeit entwickelt hat als in dem den Europäern geläufigen mediterranen „Genzentrum“, aus welchem v. SENGBUSCHS „Süßlupinen“ herkommen. Auch in Südamerika werden seit alten Zeiten Bitterlupinen von den Eingeborenen genutzt. Im Gegensatz zu ihrer Verwendung als Gründünger und Futterpflanze im mittelalterlichen Europa pflanzen die Indios mehrere Lupinen-Arten als Körnerfrucht.

Als gravierender Nachteil ist allen südamerikanischen Wildarten der hohe Gehalt an Lupinin, Spar-

tein und Oxy-Lupanin eigentümlich, der in der freien Natur einen wichtigen Schutz gegen Tierfraß darstellt. Die Eliminierung dieser Bitterstoffe ist natürlich die erste Voraussetzung für die Verwendung südamerikanischer Lupinen-Arten als Futterpflanzen oder Körnerlieferanten. In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß v. SENGBUSCH bereits 1931 bei südamerikanischen Herkünften von *L. perennis* und *L. mutabilis* alkaloidarme Typen entdeckte. Diese waren aber unter europäischen Verhältnissen zu unreif, als daß sie praktischen Wert erlangt hätten. Auch VETTEL, HACKBARTH und TROLL konnten später bei der südamerikanischen *L. perennis* alkaloidarme Pflanzen auslesen. HACKBARTH hat 1961 auf die noch ungenutzten züchterischen Möglichkeiten bei den südamerikanischen Lupinen hingewiesen, wenn er sagte: „Die Gattung *Lupinus* hat sich hier . . . zu einer ungeheuren Formenmannigfaltigkeit entfaltet. Von den zahlreichen Wildarten haben sich bisher aber nur ganz wenige zu Kultur- oder auch nur Halbkulturformen entwickelt. Hier bieten sich nach den Erfahrungen mit den Altwelt-Arten noch große Aussichten für die Züchtung . . .“.

Auf unseren Forschungsreisen in den andinen Staaten Südamerikas haben einige großkörnige Lupinen-Arten unser Interesse erweckt, weil sie hohe Grünmasse-Produktion mit Rustizität und Resistenz gegen Kälte und Trockenheit verbanden. Angesichts der recht unklaren Nomenklatur geben wir ihre Namen als vorläufige mit *L. ferrugineus*, *L. ramosissimum*, *L. perennis*, *L. polyphyllus*, *L. cruckshanskii* bzw. *L. mutabilis* an. Einige dieser Arten wurden von uns bereits 1965 mit Neutronen bestrahlt, um die Mutationsbereitschaft zu erhöhen, die schließlich zur Auslese alkaloidfreier Typen führen soll. Während der Drucklegung dieser Arbeit wurden in neutronenbestrahlten M_2 -Populationen von *Lupinus mutabilis* im Depto. de Genetica, Caracas, 2 Linien entdeckt, die alkaloidarm sind. Bei diesen Arbeiten leitet uns das Bestreben, einen positiven Beitrag zu dem viel diskutierten Defizit an Proteinen in der Ernährung der andinen Bevölkerung Venezuelas, Columbiens und Ecuadors zu leisten. Alle Versuche in diesen ausgesprochenen „Kurztag“-Gebieten, die Süßlupinen (*L. luteus*, *L. albus*) aus den europäischen Langtag-Zonen zu akklimatisieren, sind bisher gescheitert. Offensichtlich sind die photoperiodischen Reaktionen zu verschieden. Deswegen müssen autochthone Sorten entwickelt werden.

Bekanntlich werden im Altiplano Boliviens und Perus seit alters Landsorten von *L. mutabilis* angebaut. Die Eingeborenen nennen sie „Tarhui“ oder „Taura“. Infolge ihrer Giftigkeit werden die Pflanzen auf den offenen Feldern vom Weidevieh nicht gefressen; gelegentliche Fütterungsversuche sollen zu Krämpfen (Lupinosis) und Verlust von Tieren geführt haben. Auch die Samen sind zum direkten menschlichen Genuß ungeeignet. In unseren Analysen wurde bis zu 2,5% Alkaloid festgestellt. Die Berg-Indios pflegen zur Beseitigung des giftigen Bitterstoffs die geernteten Lupinen wochenlang in Säcken in dem eiskalten Wasser von Bergflüssen „auszuwaschen“. Trotzdem verschwinden hierbei nicht alle Alkaloide und gelegentliche Vergiftungserscheinungen sind die Folge. Daß sich die Indios der Giftwirkung bei *L. mutabilis* wohl bewußt sind, geht daraus hervor, daß

sie das alkaloidhaltige Wasser, in welchem „Taura“ entbittert wurde, als Insektizid verwenden.

Bei Vergleich des Nährwertes südamerikanischer mit mediterranen Bitter-Lupinen schneiden die Landsorten von „Tarhui“ und „Taura“ günstig ab. Ihr Ölgehalt und Eiweißgehalt liegt über dem Durchschnitt von *L. luteus* (vgl. Tab. 3).

Das Tausendkorngewicht von *L. mutabilis* liegt im Durchschnitt bei 153, während das von *L. luteus* 135 beträgt.

Hinsichtlich der biologischen Wertigkeit und Verdaulichkeit wird das Eiweiß von *Lupinus mutabilis* demjenigen der Soja gleichgesetzt. Das aus *L. mutabilis* gewonnene Öl ist ein nichttrocknendes Öl mit niedriger Jodzahl.

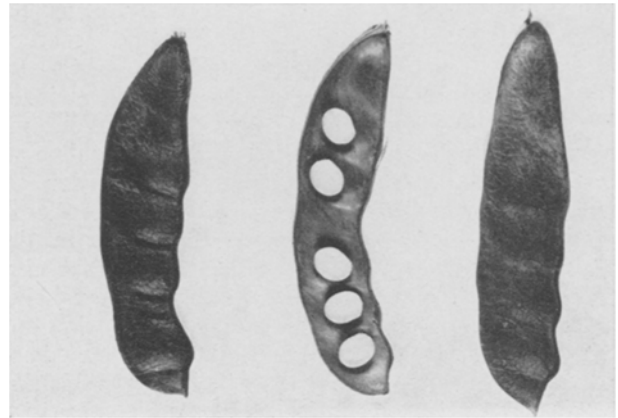


Abb. 9. *Lupinus perennis*

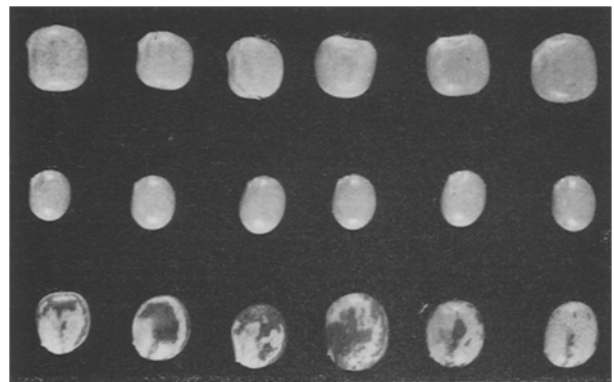


Abb. 10a. *L. albus*, *L. perennis*, *L. mutabilis*

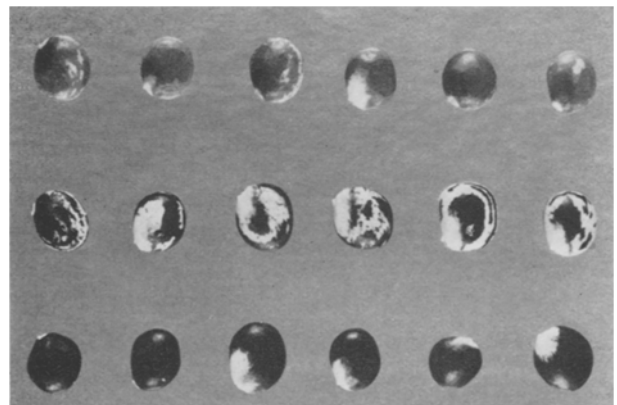


Abb. 10b. Verschiedene Landrassen von *L. mutabilis*

Tabelle 3

Bittere Formen von:	Variation des Proteingehaltes %	Durchschnitt %	Variation des Ölgehaltes %	Durchschnitt %
<i>L. luteus</i>	27—49	40	1—9	4,5
<i>L. albus</i>	22—43	35	3—15	9
<i>L. mutabilis</i>	41—49	46	5—21	14

Einige von uns selektionierte Linien von *L. mutabilis* zeichnen sich durch eine beträchtliche Wuchshöhe (180 cm) und starke Verzweigung aus. Der Vegetationszyklus ist lang, was in den frostfreien Gebirgen der Tropen kein Nachteil ist. Die Grünmasseproduktion übertrifft diejenige der europäischen Lupinen beträchtlich. Wir haben den Rohproteingehalt mit 30,3% (bei 8,4% Feuchtigkeit) bestimmen lassen. Die Blütenbildung erwies sich auf unseren Versuchsfeldern in Venezuela als außerordentlich hoch, allerdings ließ der Samenansatz zu wünschen übrig. Offensichtlich ist die Art Fremdbefruchter, doch findet auch häufig Selbstbefruchtung statt. 60 Tage nach der Befruchtung beginnen die Samen zu reifen. Die Hülsen haben nur geringe Tendenz zum Aufplatzen, was auf eine Prä-Selektion dieses wichtigen Faktors durch die Hochland-Indianer hinweist. Ähnliches gilt hinsichtlich der Weichschaligkeit. In der Regel beginnen unsere Samen innerhalb von 12 Stunden zu quellen.

Die Samenfarbe variiert beträchtlich. Wir trennten Linien ab, die völlig weiße Tegumente besaßen, andere haben gesprenkelte Samen oder solche mit braunen oder schwarzen Halbmonden. Schließlich gibt es vollkommen schwarze Landsorten. Letztere würden bei der merkwürdigen Vorliebe der karibischen Völker für „caraotas negras“ (d. h. schwarze Leguminosen) einen bevorzugten Selektionswert in Südamerika besitzen (vgl. Abb. 10 b).

Die Chromosomenzahl von *L. mutabilis* beträgt $2n = 48$ und liegt damit unter derjenigen von *L. albus* ($2n = 50$) und *L. luteus* ($2n = 52$). Offensichtlich bestehen zytologische Barrieren zwischen diesen Arten, denn unsere Versuche, Hybriden herzustellen, sind bisher gescheitert.

Ein Vergleich der genetischen Situation der südamerikanischen Taura-Lupinen mit den europäischen Bitterlupinen, an welchen v. SENGBUSCH 1928 seine epochale Entdeckung bitterstoffarmer Mutanten gelang, fällt ziemlich zugunsten des neuweltlichen „Gene-Pools“ aus. Zwar ist ihr Alkaloidgehalt hoch, doch kann nach dem bekannten Gesetz der „homologen genetischen Variation“ auch hier mit dem Auftreten homozygoter alkaloidarmer Individuen gerechnet werden. Unsere Taura-Populationen, welche bereits indehiszent sind, bieten eine unschätzbare Arbeitserleichterung gegenüber dem europäischen Ausgangsmaterial. Ebenso wenig scheint beim südamerikanischen Material das Problem der zu leicht abbrechenden Hülsen zu existieren. Die in Europa wichtige Eigenschaft der Weißsamigkeit ist in Südamerika unbedeutend, vielleicht sogar unerwünscht, weil die Eingeborenen dunkle Leguminosen-Samen bevorzugen.

Zusammenfassung

Die genetischen Reserven Südamerikas, das der Welt mehr als hundert Nutzpflanzen geliefert hat, sind noch lange nicht erschöpft. Im Gegenteil sind unter den einheimischen Wildarten mehrere potentielle Nutzpflanzen enthalten, deren züchterische Verbesserung erstrebenswert ist. Unter den Solanaceen sind es vor allem *S. muricatum*, *S. tojiro* und *S. quitoense*, ferner *Cyphomandra betacea* und einige *Physalis*-Arten, welche Mutations-Experimenten und planmäßiger Hybridisierung und Selektion unterworfen werden, um daraus neue Fruchtarten für die tropischen Breiten (einschließlich der „kühlen Tropengebirge“) zu schaffen. Im Gegensatz zu andern Solanaceen, wie Tomate und Kartoffel (welche im vorliegenden Artikel nicht berührt werden), leiden sie nicht unter Virose und andern Pathogenen. Die antiken Körnerfrüchte der andinen Bevölkerung aus den Gruppen der Amaranthaceen und Chenopodiaceen mit hunderten verschiedener Landsorten und Primitivtypen sind in Gefahr, ihren Gen-Reichtum zu verlieren, weil durch Getreide-Importe in die Anden-Staaten ihr Anbau stark vermindert wird. Aus beiden Gruppen, die genetisch und pflanzenzüchterisch noch nicht bearbeitet wurden, können frostfeste, trockenresistente und massenwüchsige Futterpflanzen für Marginalgebiete entwickelt werden. Von den zahlreichen südamerikanischen autochthonen Knollen- und Wurzelfrüchten haben sich einige bereits über alle Kontinente ausgedehnt, andere, wie die Umbellifere *Arracacia*, sind noch kaum außerhalb ihrer lokalen Anbauggebiete bekannt geworden. Bei den südamerikanischen Leguminosen lassen sich aus *Phaseolus candidus* und *Canavalia ensiformis* proteinreiche Grünfutterpflanzen entwickeln; ähnliches gilt für einige trockenresistente perennierende *Arachis*-Arten. Unter den zahlreichen südamerikanischen Lupinen-Arten gibt es einige semi-domestizierte Species, wie *Lupinus perennis* und *Lupinus mutabilis*, mit weichschaligen Samen und nichtplatzenden Hülsen, aber hohem Alkaloidgehalt. Es sind bereits erfolgreiche Mutationsversuche im Gange, um ungiftige Biotypen zu erzeugen. Auf diese Weise besteht die Hoffnung, den Proteinmangel der südamerikanischen Anden-Gebiete durch „autochthone Süß-Lupinen“ beheben zu helfen, nachdem sich gezeigt hat, daß die von v. SENGBUSCH entwickelten Süßlupinen-Stämme von *L. luteus* und *L. albus* sich den photoperiodischen Bedingungen Südamerikas nicht anpassen. Schließlich wird nachdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß die reichen Potenzen des südamerikanischen Gen-Reservoirs bereits im Schwinden sind. In einigen Fällen hat bereits die Extermination züchterisch wertvoller Landsorten und Gen-Träger eingesetzt. Darum sollte keine Zeit mehr verloren werden, ein praktisch realisierbares Programm zur Rettung der „Gene-Pools“ in Südamerika durchzuführen.

Für die sorgfältige Herstellung der Fotografien danke ich Herrn Professor Carlos HERRERA auch an dieser Stelle.

Literatur

1. AELLEN, P.: Beitrag zur Systematik der Chenopodium-Arten Südamerikas. Feddes Rep. Spec. Nov.

- 26, 31–64 (1929). — 2. BERGLUND-BRÜCHER, O.: Neue Wildbohnen-Funde in Südamerika. *Naturwiss.* 54, 466–468 (1967). — 3. BITTER, G.: Zur Stammesgeschichte der Formen des *Solanum muricatum*. *Feddes Rep. Spec. Nov.* 12, 441–444 (1913). — 4. BOERGER, A.: La conservación de los genes vegetales y el futuro agrícola mundial. *Biol. Centr. Coop. Cient.* 7, 26–35 (1953). — 5. BRIEGER, F.: Origem e centro de domesticação do milho. *Ciencia e Cultura* 1, 84–90; 191–201 (1949). — 6. BURKART, A., und H. BRÜCHER: *Phaseolus aborigineus* BURK., die mutmaßliche andine Stammform der Kulturbohne. *Züchter* 23, 65–72 (1953). — 7. BRÜCHER, H.: La importancia de las altas montañas como genocentro de las plantas cultivadas y como fuente de genes de resistencia. *Ciencia e Investigación* 9, 195–204 (1953). — 8. BRÜCHER, H.: Significación del genocentro andino de plantas cultivadas para su origen y su mejoramiento genético. V. Congr. Sudamer. de Fitotecnia B-Aires 1962. — 9. BRÜCHER, H.: *Solanum caripense* in Venezuela. *Feddes Rep. Spec. Nov.* 73, 216–221 (1966). — 10. BRÜCHER, H.: Südamerika als Ursprungsgebiet von Nutzpflanzen. In: *Handbuch Biogeographie u. Oekologie Südamerikas*. Den Haag: Dr. W. Junk (1967a). — 11. BRÜCHER, H.: *Ullucus aborigineus* nov. spec., die Wildform der andinen Kulturpflanze Ulluko. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* 80, 376–381 (1967b). — 12. BRÜCHER, H.: Cytogenetische und morphologische Vergleiche zwischen *Solanum*-Arten der Pazifik-Küste und des Anden-Gebirges und ihre Bedeutung für Ursprung und Evolution der Kartoffel. *Genetika* (Moskau) (1967c) (im Druck). — 13. BUKASOV, S.: The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Columbia. *Bull. Appl. Bot. Suppl.* 47, 1–553 (1930). — 14. CARDENAS, M.: Plantas alimenticias nativas de los Andes. *Fol. Univ. Cochabamba, Bolivia*, 3, 102–119 (1949). — 15. CORRELL, D.: The potato and its wild relatives. 660 pag. Renner, Texas 1962. — 16. FENNEL, J.: Cocona, a desirable new fruit. *For. Agric. Washington*, 12, 181–182 (1948). — 17. HACKBARTH, J.: Die Genzentren der Gattung *Lupinus* in der Neuen Welt und ihre Bedeutung für die Züchtung. *Z. f. Pflanzenzüchtung* 46, 254–264 (1961). — 18. HELBAEK, H.: Comment on *Chenopodium album* as a food plant in prehistory. *Ber. Geobotan. Inst. Rübel* 31, 16–19 (1960). — 19. HUNZIKER, A.: Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de America. *Rev. Arg. Agron.* 10, 297–354 (1943). — 20. HUNZIKER, A.: Los pseudocereales de la agricultura indígena de America. *Acme-Agency, Buenos Aires*, 1–104 (1952). — 21. HEISER, C.: Origin and variability of the pepino (*S. muricatum*). A preliminary report. *Baileya* 12, 151–158 (1964). — 22. KRUG, C.: Need for expanded exploration and introduction activities to promote further genetic improvement. *Genetica Agr.* 27, 300–311 (1963). — 23. LEON, J.: Plantas alimenticias andinas. *Bol. Tecn.* 6, 1–112. Inst. Interam. Cienc. Agric. Lima-Peru (1964). — 24. LOOSER, W.: Quinoa en Chile. *Rev. Arg. Agron.* 13, 285 (1946). — 25. MANSFELD, R.: Die obstliefernden Blaskirschen (*Physalis*). *Züchter* 24, 1–4 (1954). — 26. MANSFELD, R.: Vorläufiges Verzeichnis landwirtschaftlich. Pflanzenarten. Die Kulturpflanze, Beiheft 2, 1–659 (1959). — 27. NAKAO, S., and J. SAUER: Grain amaranths. Land and crops of Nepal-Himalaya, Vol. II, Kyoto Univ., Japan, 141–146 (1958). — 28. NISHIYAMA, I., and T. TERAMURA: Mexican wild forms of sweet potato. *Econ. Botany* 16, 304–314 (1962). — 29. POPENOE, W.: Economic fruit bearing plants of Ecuador. *Contr. U.S. Nat. Herb.* 24, 101–134 (1924). — 30. PARODI, L.: Relaciones de la agricultura prehispánica con la agricultura argentina actual. *An. Acad. Nac. Agron. y Vet. (B-Aires)* 1, 115–167 (1935). — 31. PITTIER, H.: Plantas usuales de Costa Rica. *Ser. Cienc. Nat. Nr. 2*, Univ. Costa Rica (1957). — 32. ROGERS, D.: Some botanical and ethnological considerations of *Manihot esculenta*. *Econ. Botany* 19, 369 (1965). — 33. SAUER, I.: The grain amaranths. *Missouri Bot. Gard. Ann.* 37, 561–632 (1950). — 34. SARVELLA, P.: Translocation in naranjilla, an Ecuadorian solanaceous fruit. *Journ. Hered.* 47, 19–20 (1956). — 35. V. SENGBUSCH, R.: Bitterstoffarme Lupinen. *Der Züchter* 2, 1–2 (1930). — 36. V. SENGBUSCH, R.: Die Züchtung weichschaliger Lupinen. *Der Züchter* 4, 113–117 (1932). — 37. V. SENGBUSCH, R.: Die Züchtung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen. *Der Züchter* 6, 1–5 (1934). — 38. V. SENGBUSCH, R.: Süßlupinen und Oellupinen. *Landw. Jahrb.* 91, 723–880 (1942). — 39. V. SENGBUSCH, R.: Gezielte Forschung — Züchtung und Rohstoffversorgung. *Mitt. M. P. Ges. Heft* 3, 171–184 (1966). — 40. SIMMONDS, N.: The chenopods of the tropical American highlands. *Econom. Botany* 19, 223–235 (1965). — 41. SINGH, H.: Grain amaranths, buckwheat and chenopods. *I. Counc. Agric. Res., New Delhi*, 1, 1–46 (1961). — 42. SMITH, C. P.: *Species lupinorum*. Eigenverlag-Liefg., California 1953. — 43. SCHULTES, R., and I. CUATRECASAS: Notes on the cultivated lulo. *Botan. Mus. Leaf. (Harv. Univ.)* 16, 97–105 (1953). — 44. SCHULTES, R., and R. CASTANEDA: Edible fruits of *Solanum* in Columbia. *Bot. Mus. Leaf. (Harv. Univ.)* 19, 235–286 (1962). — 45. STEYERMARK, J.: Botanical novelties in the Region of Sierra Lema, est. Bolivar. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 26, 441–444 (1966). — 46. VARGAS, C.: Phytomorphic representations of the ancient Peruvians. *Econ. Botany* 16, 106–115 (1962). — 47. VAVILOV, I.: The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica* 13, 1–364 (1951). — 49. ZHUKOVSKI, P.: Reise in den Genzentren der Kulturpflanzen in Südamerika. *Bot. Zhourn., Moskau*, 44, 722–727 (1959).