



SVP BERICHTEN

STICHTING VOOR PLANTENVEREDELING SVP
POSTBUS 117 6700 AC WAGENINGEN

NUMMER 14
SEPTEMBER 1980

De aardappelexpeditie naar Bolivia.

Ir. L.J.M van Soest en Prof.Dr. W. Hondelmann

Stichting voor Plantenveredeling SVP, Wageningen
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der FAL,
Braunschweig, B.R.D.

De aardappelexpeditie naar Bolivia

Inleiding

Bolivia is van oorsprong bijzonder rijk aan knoldragende *Solanum* soorten en is daarom van belang voor het verzamelen en instandhouden van de daar aanwezige genetische variabiliteit. Het reeds vroeger in dit land verzamelde aardappelmateriaal is niet meer of slechts in beperkte mate aanwezig in oudere verzamelingen. De waarde van dit genenmateriaal als bron voor gewenste eigenschappen voor de aardappelveredeling is reeds lang bekend.

De belangrijkste opgave van de "Duits-Nederlandse Afdeling Aardappelen van de Genenbank in de FAL" te Braunschweig-Völkenrode is volgens de bilaterale overeenkomst van 1974, het bijeenbrengen van een verzameling van wilde soorten en primitieve vormen van de aardappel. Het zelf organiseren van een verzamelexpeditie naar de oorsprongsgebieden was daarom een logische stap om de verzameling te vergroten. Tevens komt door deze activiteiten nieuw genenmateriaal voor de aardappelveredeling in Duitsland en Nederland ter beschikking.

De expeditie werd door verschillende instanties gefinancierd; van Duitse zijde door het Ministerie van Ontwikkelingssamenwerking (BMZ) te Bonn en van Nederlandse zijde door de Stichting voor Plantenveredeling (SVP) te Wageningen. Tevens hebben het Internationale Aardappelcentrum (CIP) te Lima/Peru en het "Consortium for International Development" te Bolivia in de kosten bijgedragen.

Het verloop van de expeditie

Het verzamelen werd door twee groepen in vijf verschillende departementen van Bolivia verricht. De eerste groep verzamelde onder leiding van Ir. L.J.M. van Soest in de departementen La Paz en Oruro terwijl het tweede team, geleid door Prof.Dr. W. Hondelmann, in de departementen Potosi, Chuquisaca en Tarija werkte. Aldus konden grote delen van de Altiplano, de aan de Oost-Cordillera grenzende Yungas en het Zuidboliviaanse bergland in de verzamelactiviteiten betrokken worden. De gevolgde reisroutes zijn in kaart 1 opgenomen; aangezien in verschillende delen van Bolivia weinig regen was gevallen moest de volgorde van het geplande reisprogramma enigszins

gewijzigd worden. De routewijzigingen hebben het verzamelresultaat nauwelijks negatief beïnvloed aangezien meer dan 80% van de in Bolivia bekende *Solanum* soorten verzameld konden worden. Wel moesten we ons soms tevreden stellen met een gering aantal bessen per herkomst en in enkele gevallen met uitsluitend herbariummateriaal. Tijdens het reizen moesten wijzigingen in het reisplan aangebracht worden aangezien wegen niet bereikbaar waren door berginstortingen en rivieren niet passeerbaar doordat bruggen waren weggespoeld.

Verscheidene van de bezochte gebieden waren in het verleden nog nauwelijks bezocht zodat men in het ongewisse was welke soorten er voorkwamen. In het bijzonder zijn de volgende gebieden te vermelden:

- Quime-Inquisivi-Independencia (ten N.O. van Oruro).

Hier werden niet alleen de twee nog niet beschreven soorten spec. nova *TUB* en spec. nova *CIR* gevonden maar tevens *S.circaeifolium* en *S.microdontum*.

- het Sorata-Ula Ula-Pelechuco gebied ten N.W. van La Paz waar *S.virgultorum*, *S.capsicibaccatum* en *S.achaichasense* verzameld werden.

- de Zongo-vallei in de buurt van La Paz met *S.yungasense*.

- de Padcayo-Bermejo weg ten Z. van Potosi waar *S.microdontum* en *S.yungasense* aangetroffen werden.

Het overladen reisschema liet slechts twee tot vijf dagen verzamelen in bovengenoemde interessante gebieden toe. Het is zeer zeker noodzakelijk in deze gebieden nogmaals te verzamelen.

Resultaten van het verzamelen

In totaal werden 572 herkomsten in het Boliviaanse aardappelgenencentrum verzameld. Zoals tabel 1 laat zien zijn deze herkomsten verdeeld in zaad- en knollenmonsters en herbariummateriaal.

Van meer dan 80% der herkomsten kon zaad verzameld worden.

..../tabel 1

Tabel 1 : Aantal zaad- en knollenmonsters, alsmede herbariumspecimen van primitieve vormen en wilde soorten verzameld tijdens de expeditie naar Bolivia in 1980.

	Team 1	Team 2	Overige*	Totaal
<u>Primitieve vormen :</u>				
Zaadmonsters	49	4	43	96
Knollenmonsters	41	-	-	41
Herbarium	3	-	-	3
<u>Wilde soorten :</u>				
Zaadmonsters	142	182	46	370
Knollenmonsters	2	1	-	3
Herbarium	31	28	-	59
Totaal	268	215	89	572

* van Boliviaanse zijde en door Prof. Hawkes verzameld.

Tijdens het bemonsteren werd zoveel mogelijk op populatiebasis verzameld. Steeds werd getracht van iedere lokale populatie een representatieve steekproef te nemen. Iedere herkomst bestaat uit een aantal bessen, verzameld van verschillende planten van een lokale populatie. Iedere bes bevat een groot aantal zaden die elk een genetisch niet-identieke plant (genotype) kunnen leveren.

Dit betekent dat iedere herkomst bestaat uit een populatie van 100 tot wel over 1000 genotypen. Na het beëindigen van de expeditie konden 466 zaadmonsters mee naar Braunschweig genomen worden.

Knollenmonsters uit Zuid-Amerika kunnen op grond van EEG bepalingen niet ingevoerd worden. De 44 verzamelde knollenmonsters zijn om deze reden aan het Internationale Aardappelcentrum (CIP) te Lima overgedragen, waar Dr. Z. Huamán, die de leiding heeft over de CIP collectie, deze herkomsten generatief zal vermeerderen en vervolgens het zaadmateriaal naar Braunschweig zal sturen. Het betreft hier vooral herkomsten van primitieve vormen waarvan knollen op de markten in Challapata, Potosi en Corque gekocht werden.

Van 62 herkomsten kon uitsluitend herbariummateriaal verzameld worden gezien de planten geen bessen gevormd hadden. Dit materiaal is niet alleen van belang voor het identificeren van de soorten, maar tevens voor het vastleggen van de vindplaatsen ten behoeve van toekomstige verzamelaars. Van ongeveer 150 zaadherkomsten werd ook herbariummateriaal verzameld. Dit materiaal dient als referentiemonster waarmee de herkomsten nauwkeurig taxonomisch geïdentificeerd kunnen worden.

In tabel 2 zijn alle namen van de verzamelde wilde soorten, primitieve vormen, hybriden en zgn. semi-primitieve vormen opgenomen. Nadruk is gelegd op de soorten die tot nu toe nog niet of slechts weinig in de verzameling te Braunschweig voorkwamen. Uit de tabel valt te zien dat 26 verschillende wilde soorten, vijf primitieve en drie semi-primitieve vormen, en vier hybriden verzameld konden worden.

..../tabel 2

Tabel 2 : Verzamelde wilde soorten en primitieve vormen uit Bolivia
(zaadmonsters aanwezig)

Wilde soorten (26) :

<i>S. acaule</i>	<i>S. megistacrolobum</i>
<i>S. achacachense</i> (slechts knollen) ^{xx}	<i>S. microdontum</i> ^x
<i>S. alandiae</i> ^{xx}	<i>S. oplocense</i>
<i>S. berthaultii</i>	<i>S. sparsipilum</i>
<i>S. brevicaule</i>	<i>S. sucrense</i>
<i>S. boliviense</i>	<i>S. tarijense</i>
<i>S. canasense</i> ^{xx}	<i>S. toralapanum</i> ^x
<i>S. capsicibaccatum</i> ^{xx}	<i>S. vidaurrei</i> ^{xx}
<i>S. chacoense</i>	<i>S. virgultorum</i> ^{xx}
<i>S. circaeifolium</i> ^{xx}	<i>S. violaceimarmoratum</i> ^{xx}
<i>S. gourlayi</i>	<i>S. yungasense</i> ^x
<i>S. infundibuliforme</i> ^x	NSP (sp. nov CIR) ^{xx}
<i>S. leptophyes</i> ^x	NSP (sp. nov TUB) ^{xx}

Primitieve vormen (5) :

<i>S. ajanhuiri</i> ^{xx}
<i>S. curtilobum</i> ^{xx}
<i>S. phureja</i> ^{xx}
<i>S. stenotomum</i> spp. <i>stenotomum</i> ^x
<i>S. tuberosum</i> spp. <i>andigena</i>

Semi-primitieve vormen (3) :

Kcoa choque
Lelecuya (<i>andigena</i> ?)
Taihua (<i>canasense</i> ?)

Hybriden (4) :

<i>acaule megistacrolobum</i>
<i>megistacrolobum</i> x ?
<i>sucrense</i> x <i>oplocense</i>
<i>tarijense</i> x <i>berthaultii</i>

^x tot nu toe weinig in de verzameling aanwezig

^{xx} voorheen niet in de verzameling aanwezig

Als gevolg van deze expeditie bevinden zich nu 28 van de 32 bekende wilde soorten uit Bolivia in de verzameling te Braunschweig. Voorheen waren dit er slechts 19. Tevens heeft deze expeditie het mogelijk gemaakt van enkele belangrijke wilde soorten zoals *S. sucrense* en *S. oplocense* (nematodenresistente) diverse herkomsten te verzamelen, waardoor de genetische diversiteit van de verzameling duidelijk verbreed is en mogelijk nieuwe resistentiebronnen voor de aardappelveredeling beschikbaar komen.

Bij de primitieve vormen is door het verzamelen van herkomsten van *S. ajanhuiri*, *S. curtilobum* en *S. phureja* het aantal soorten in de verzameling tot vijf gestegen. De weinig voorkomende triploïde (2n=3x=36) steriele soort *S. juzepczukii* werd sporadisch in cultuurvelden gevonden maar aangezien er nog geen knollen gevormd waren kon er slechts herbariummateriaal verzameld worden.

De groep semi-primitieve vormen is bijzonder interessant. Het zijn "onkruid-aardappelen" die in verwilderde vorm in cultuurvelden of in tuinen te vinden zijn. Het is niet geheel duidelijk of het hier gaat om uit de cultuur ontsnapte d.w.z. verwilderde vormen of eventueel echte onkruiden. Volgens mededelingen van de autochtone bevolking worden deze semi-primitieve vormen in zeer slechte oogstjaren door armere groepen uit de bevolking geconsumeerd. Aangezien deze vormen zich zonder menselijke invloed gedurende generaties vermeerderd hebben en daardoor aan een sterke natuurlijke selectiedruk bloot stonden is de kans belangrijke resistenties in dit materiaal te vinden bijzonder groot.

Met de nieuwe introducties uit deze expedities is de genetische variabiliteit van het Boliviaanse aardappelgenenmateriaal van de zich in Braunschweig bevindende verzameling enorm toegenomen waardoor tegelijkertijd voor de aardappelveredeling belangrijke genetische bronnen uit dit deel van het genencentrum beschikbaar komen. Met de nu beschikbare 735 herkomsten van wilde en primitieve vormen van de aardappel uit Bolivia bezit de "Duits-Nederlandse Afdeling Aardappelen" nu één van de belangrijkste verzamelingen in de wereld.

Betekenis van Boliviaans aardappelgenenmateriaal voor de veredeling

Tijdens de exploratie-activiteiten is het over het algemeen moeilijk ter plekke belangrijke eigenschappen van de herkomsten vast te stellen aangezien daarvoor uitgebreide evaluatieonderzoekingen nodig zijn.

Toch is het mogelijk om op grond van klimatologische groeiomstandigheden,

fytogeografische verspreiding en de hoogtetrajecten van de *Solanum* soorten wat over bepaalde eigenschappen te zeggen. Tevens kan uit vroegere evaluatiegegevens de betekenis van het verzamelde genenmateriaal aangegeven worden. Op grond van klimatologische omstandigheden in Bolivia kan men bij soorten die boven de 3800 m voorkomen vorstresistentie verwachten.

Gedurende de tochten over de Altiplano kon dikwijls worden vastgesteld dat de door de Indianen verbouwde primitieve vormen *S. tuberosum* spp. *andigena* en *S. stenotomum* sterke vorstschade vertoonden, terwijl de in de omgeving groeiende wilde soorten *S. acaule*, *S. megistacrolobum* en *S. boliviense* door vorst (-10°C tot -5°C) niet aangetast werden. De primitieve vormen *S. ajanhuiri*, *S. curtilobum* en *S. phureja* bezitten wel vorstresistentie en worden dikwijls om de oogstzekerheid te vergroten gemengd met de twee reeds genoemde cultuurvormen verbouwd.

De in de droge en struikachtige punas voorkomende soorten zoals *S. leptophyes*, *S. infundibuliforme*, *S. tarijense* en *S. vidaurrei*, die dikwijls tesamen groeien met cactussen, doornstruiken en verdroogde grassen, vertoonden bij watergebrek toch vaak een normale bladgroei wat in de richting van droogte-tolerantie wijst.

Onder de droge en tegelijk warme omstandigheden van deze vegetatiegebieden is bovendien hittetolerantie te verwachten. Bovengenoemde eigenschappen zijn van belang voor de aanpassing van de aardappel aan "stress" omstandigheden, een richting in de veredeling die door de verspreiding van de aardappel over de wereld, o.a. in verschillende ontwikkelingslanden, in de toekomst meer de aandacht zal krijgen.

In dit verband moet ook *S. yungasense* vermeld worden. Deze soort wordt bijna uitsluitend in de Yungas, een vegetatieve zone beneden 2000 m met een vochtig subtropisch tot tropisch klimaat, aangetroffen.

Het is de enige knoldragende *Solanum* soort in dit gebied en kan voor de veredeling belangrijke eigenschappen bezitten in verband met de teelt van aardappelen in tropische laaglanden.

Tijdens de zich over 15.000 km uitstrekkende reisroute werden veelvuldig virusverschijnselen in de door de Indianen verbouwde cultuurvormen waargenomen. Men mag aannemen dat door deze sterke infectiemogelijkheden, de in de omgeving groeiende wilde soorten door natuurlijke selectie resistentie tegen deze virussen vormen.

Bekend zijn o.a. resistenties in *S. acaule* (extreme resistentie tegen het X- en S-virus), *S. chacoense* (extreme resistentie tegen het A- en Y-virus),

S. microdontum (extreme resistentie tegen het Y-virus), *S. gourlayi* (overgevoeligheidsresistentie tegen het M-virus) en *S. tuberosum* spp. *andigena* (infectieresistentie tegen bladrol en extreme resistentie tegen het virus X). Zeer waarschijnlijk is in genenmateriaal uit Bolivia ook resistentie tegen de minder bekende virussen te vinden.

Wratziekteverschijnselen werden veelvuldig in cultuurvelden met *S. tuberosum* spp. *andigena* in de omgeving van het Titicaca meer aangetroffen. Wratziekte resistentie is reeds voorhanden in bestaande aardappelrassen maar is tevens gevonden in de volgende wilde soorten uit Bolivia: *S. acaule*, *S. berthaultii*, *S. leptophyes*, *S. megistacrolobum* en *S. sparsipilum*. Tevens werd resistentie aangetroffen in herkomsten van de primitieve cultuurvormen *S. phureja* en *S. stenotomum*.

De reeds genoemde Yungas met zijn zeer vochtige klimatologische groeiomstandigheden begunstigt het ontstaan van *Phytophthora* resistentie o.a. in de reeds genoemde *S. yungasense*. Uit vroegere onderzoeken is bekend dat veldresistentie tegen de aardappelziekte ook in *S. berthaultii*, *S. chacoense*, en *S. microdontum* voorkomt.

Zwartbenigheid, een bacterieziekte die vooral in de Bondsrepubliek Duitsland veel voorkomt, treedt op in de hooglanden van het Andesgebergte.

Resistentie tegen zwartbenigheid is te vinden onder herkomsten van *S. tuberosum* spp. *andigena* welke primitieve cultuurvorm veelvuldig door ons in Bolivia verzameld werd.

De beide nematodensoorten *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida*, veroorzakers van de in West-Europa veel voorkomende aardappelmoehed, zijn beide in Bolivia wijd verspreid en vormen een ernstige bedreiging van de aardappelteelt. Het Peruviaanse en Boliviaanse Andesgebied wordt tegenwoordig algemeen gezien als het genencentrum van de beide soorten van het aardappelcystenaaltje.

Alle in Europa bekende biotypen komen in deze gebieden voor en gezien het bekende fenomeen van de co-evolutie tussen parasiet enerzijds en waardplant anderzijds kan het verzamelen in zo'n gebied voor de veredeling bijzonder vruchtbaar zijn. Met dit gegeven voor ogen werden teruggrijpend op vroegere evaluatiegegevens diverse soorten verzameld in de volgende gebieden:

- ten noorden van La Paz (AM-resistentie vroeger gevonden in *S. acaule*, *S. megistacrolobum* en *S. sparsipilum*)
- omgeving Cochabamba (AM-resistentie bekend in *S. acaule* en *S. sparsipilum*)
- gebieden rond Potosi en Sucre (AM-resistentie in *S. acaule*, *S. megistacro-*

lobum, *S.oplocense*, *S.sucrense* en *S.tuberosum* spp. *andigena*.

Bijzonder belangrijk voor de aardappelveredeling is de *pallida* resistentie (o.a. biotype Pa3) welke in sommige soorten in de omgeving van Potosi wordt aangetroffen.

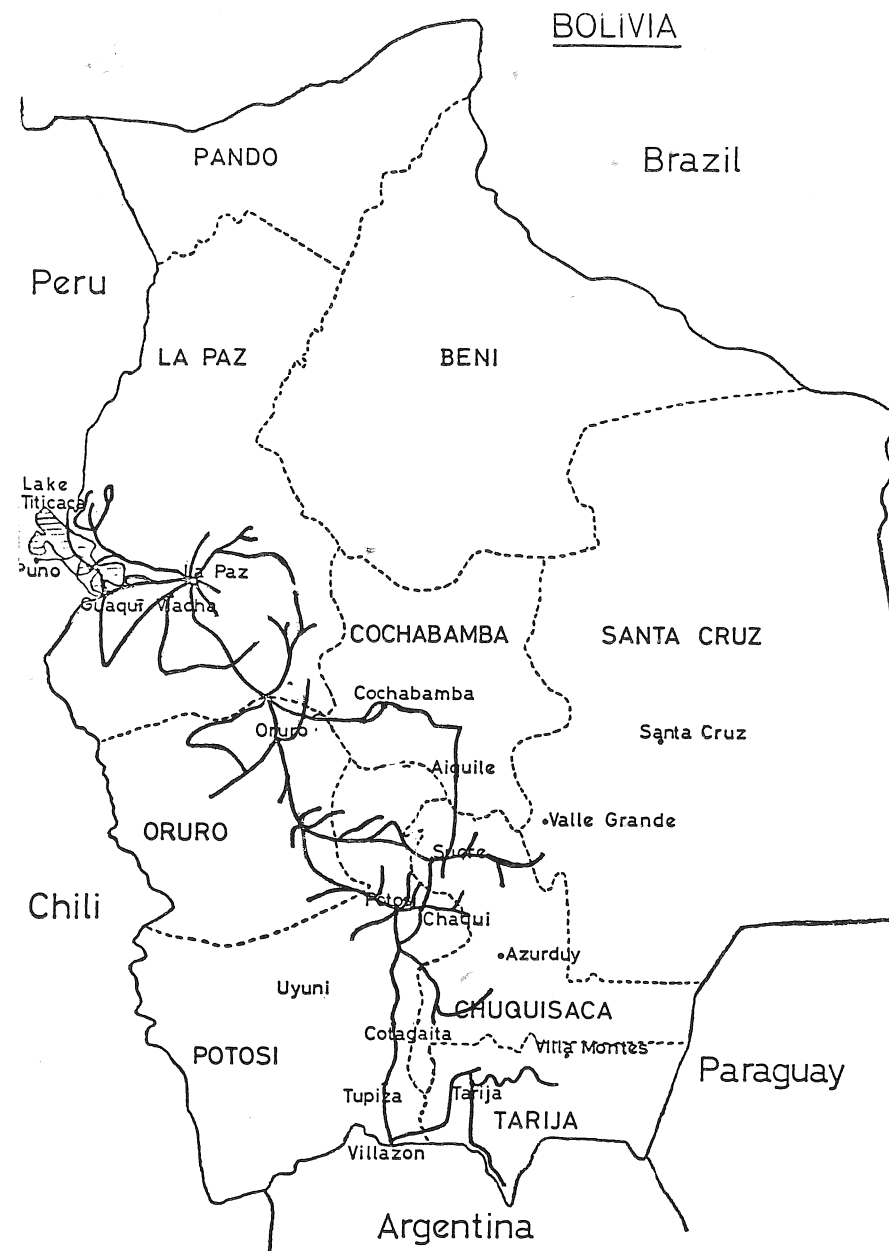
Slotopmerking

Gemeten aan de resultaten van in het verleden gehouden expedities naar landen in het Andesgebied kan worden vastgesteld dat de Duits-Nederlandse Aardappelexpeditie aan de gestelde verwachtingen heeft voldaan. Hoewel vooral in het zuidelijke deel van het land door langdurige droogte de besvorming bij vele soorten gering was kan het verzamelresultaat zowel in kwalitatief als kwantitatief opzicht bevredigend genoemd worden. Toch moet worden vastgesteld dat door de droogte en de enorme afstanden die overbrugd moesten worden, dikwijls over slechte wegen, verschillende vindplaatsen slechts summier bemonsterd konden worden.

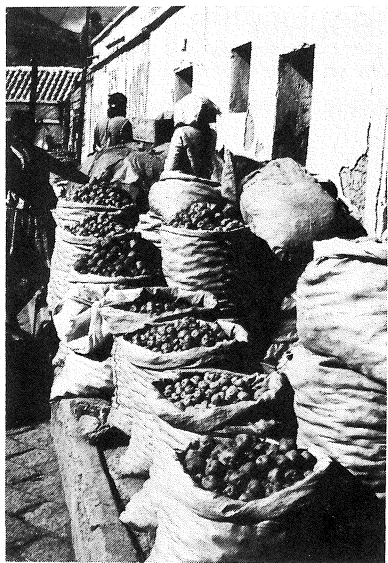
De gebieden die tijdens deze expeditie voor het eerst in de reisschema's waren opgenomen komen zeker voor een verdere uitgebreide exploratie in aanmerking.

Van alle verzamelde herkomsten werden duplicaten aan het IBTA (Instituto Boliviano de Tecnologia y Agropecuaria) afgegeven voor instandhouding en gebruik in Bolivia. Duplicaten van bepaalde herkomsten zijn aan het CIP en aan Prof. Hawkes overhandigd voor het uitvoeren van de taxonomische identificatie.

In de 13de zitting van de "Duits-Nederlandse Programma Commissie Aardappelen", gehouden op 28 april 1980 te Venlo werd uitvoerig gediscussieerd over de verdere verwerking van het verzamelde materiaal. Overeengekomen werd dat bepaalde belangrijke soorten zo snel mogelijk op *Phytophthora* en *Globodera* resistentie onderzocht zullen worden, zodat eventuele nieuwe resistenties in veredelingsprogramma's gebruikt kunnen worden.



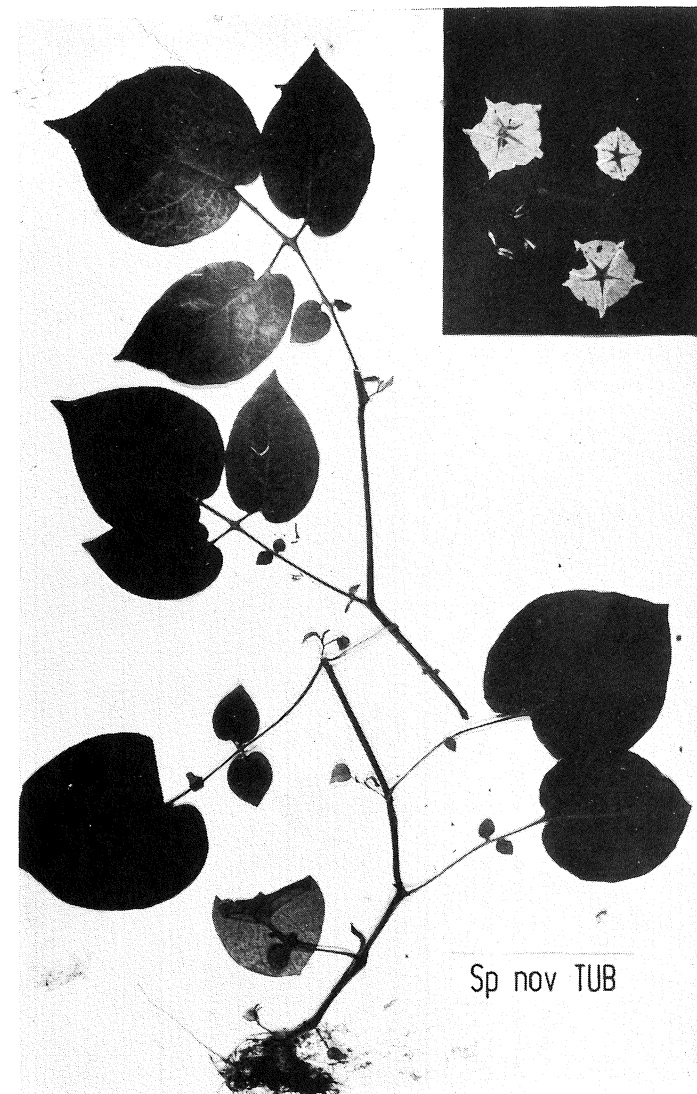
Kaart 1 : Reisroutes van de beide teams in Bolivia, de twee voertuigen legden in totaal 15.000 km af.



1. Primitieve vormen van de aardappel
op de markt in Potosi.



2. Ing. A. Moreiro met *Solanum*
sucrense.



3. Herbariumexemplaar van een soort in de Serie *Tuberosa*,
één van de beide nieuw ontdekte species.