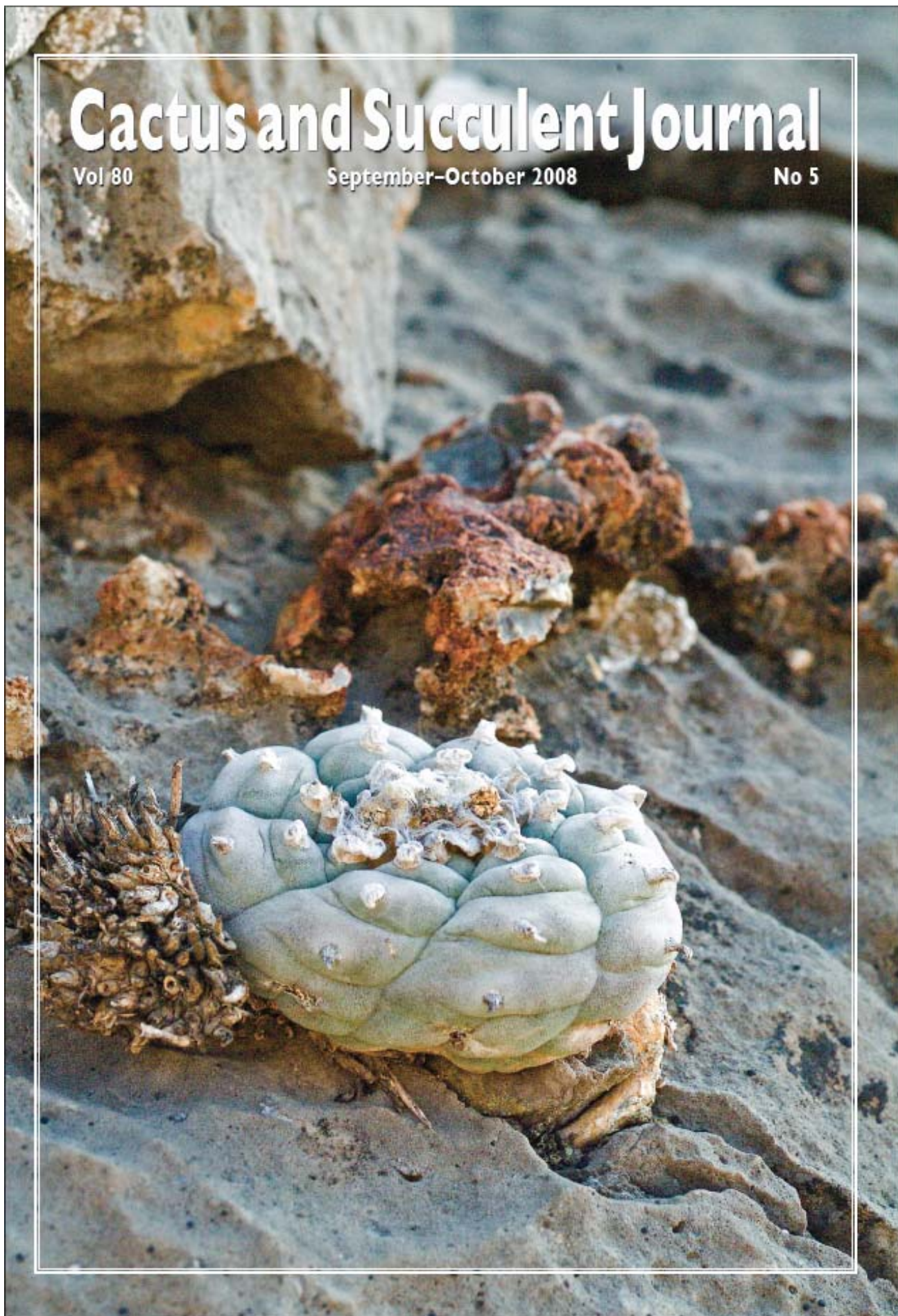


Cactus and Succulent Journal

Vol 80

September–October 2008

No 5



Auf der Pirsch nach dem wilden *Lophophora*

PART 2 *Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, and Tamaulipas*



Unterwegs südlich von Saltillo, der staatliche Highway 54 verläßt Coahuila und kreuzt den östlichen Rand des Staates Zacatecas. Unser erster Versuch einen *Lophophora* nach der Überquerung der Grenze zu finden, brachte uns zu GPS-Koordinaten, mitten auf einen frisch gepflügten Acker. Das Gebiet wurde allgemein gestört, und wir fanden keine *Lophophora williamsii* in den umliegenden Büschen, obwohl die Umgebung oberflächlich ähnlich war zu dem Tamaulipa-Dornengestrüpp, das es ausmacht, was die Mitglieder der „Native American Church“ die Peyote Gärten von Süd-Texas nennen. In der Nähe von San Tiburcio, Zacatecas, fanden wir einen typischen Bestand von *L. williamsii*, vollgestopft mit allen üblichen Begleitpflanzen der Chihuahua-Wüste, einschließlich *Candelillawachs* (*Euphorbia antisiphilitica*), *Lechuguilla* (*Agave Lechuguilla*), *Leatherstem* (*Jatropha Dioica*) und *Tasajillo* (*Opuntia Leptocaulis*). Wir parkten in einer Haltebucht an der Seite des Highway und folgten einem alten Feldweg, der in das Wüstengestrüpp hinein führt. Innerhalb von 50 Metern fanden wir unsere erste kleine, reife Ansammlung von *L. williamsii* direkt neben der Straße unter einem Mesquite Baum. Es stellte sich heraus, dass der Weg dem Verlauf eines besonders guten Kalkbodens folgte und die einzigen Pflanzen, die wir in der ersten Stunde fanden, waren in dieser Schicht. Sie waren nicht opulent und erst, als wir den Ort verlassen hatten, fand Robert in Richtung Süden eine dichtere Ansammlung der Pflanzen auf dem nördlichen Abhang des nächsten kleinen Hügels aus Kalkstein.

San Luis Potosi

Es scheint, als wenn jeder auf der Welt, der ein Interesse an *Lophophora* hat, zu den Ebenen westlich und südwestlich von Real de Catorce in San Luis Potosí hingezogen wird. Wir unterlagen ebenfalls dieser Anziehung, teils um DNA-Proben von einem bekannten Bestand zu sammeln, und zum anderen die Auswirkungen von vielen Jahren Drogentourismus und anderen kommerziellen Unternehmungen abzuschätzen, die mit der Gewinnung von Peyote zusammenhängen. Auf der einen Seite der Straße, wo wir aufgehört hatten zu forschen, gab es einen frisch gepflügten Acker. Auf der anderen Seite der Straße war etwas, das aussah wie ein altes Feld mit Spuren von gepflügten Reihen, jetzt, außer mit Kreosot Busch, wenig bewachsen. Auf einem Streifen parallel zur Straße gab einige einheimische Büsche, dort fanden wir ein paar kleine Exemplare von *L. williamsii* aber wir versuchten verzweifelt zehn Pflanzen zu finden, um unserere DNA-Proben zu vervollständigen, als ein Ziegenhirte mit etwa vierzig Ziegen vorbei kam. Wir unterhielten uns über den nebensächlichen Status des Ziegen Geschäfts und der örtlichen Einstellungen über Peyote. Er sagte, dass trotz der angeblich strikten Durchsetzung der Rechtsvorschriften, Außenseiter zu bestrafen, die Peyote aus diesem Gebiet (das geschützt ist als Wirikuta, das heilige Land, wohin die Huicholes jährlich kommen, um Peyote zu sammeln) entwenden könnten, es Leute gab, die große Mengen Peyote aus dem lokalen Bestand für den Verkauf in einem unbestimmten fernen Markt holten. Ich sagte ihm, wir seien auf der Suche nach Peyote für eine wissenschaftliche Studie,



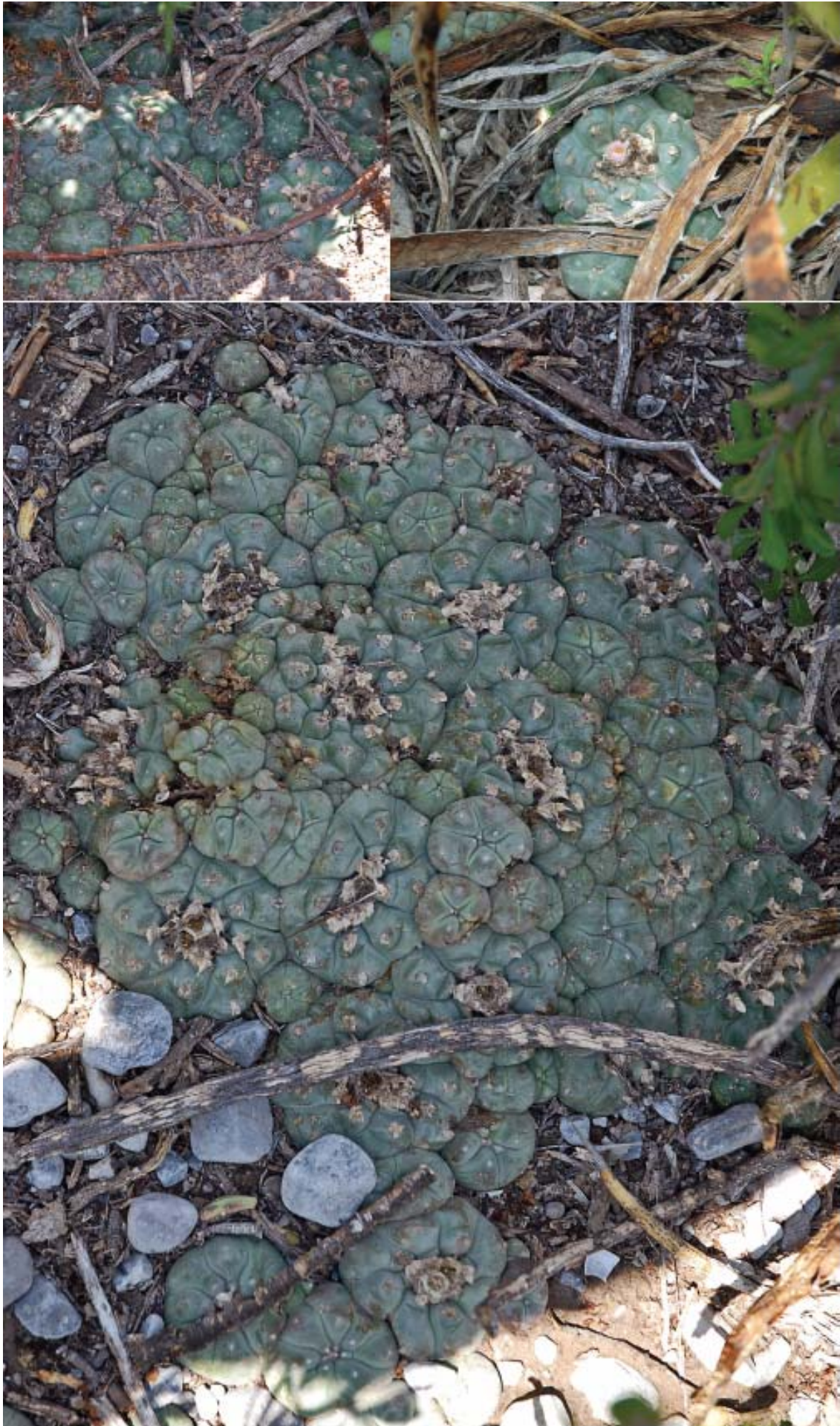
L. williamsii ist rar in den Schlammebenen unterhalb Real de Catorce, San Luis Potosí, Berichten zufolge wegen chronischem Überernten als Begleiterscheinung des Drogentourismus und anderen kommerziellen Peyote-Ernte-Unternehmungen, trotz großer Warnschilder: "Das Ausgraben und der illegale Transport von Peyote ist ein staatliches Vergehen."

aber wir hätten Schwierigkeiten, genug Pflanzen zu finden. Er schaute nach unten, auf den Boden wo wir uns unterhielten und zeigte mit seinem Hirtenstock: „Da ist einer“. Und dann war dort noch einer und noch einer, bis wir unsere zehn Gewebeproben hatten. Der Klang der Ziegglocke verschwand in der sich vertiefenden Dämmerung, als wir zurück zum Auto gingen. Wir fanden ein kleines Restaurant in der nahegelegenen Stadt und genossen einige lokale Spezialitäten und ein kühles Bier, bevor wir nach Matehuala aufbrachen. Mein Auto

wurde heiß als wir uns El Cedral (der Zedernhain) näherten, also kauften wir Frostschutzmittel und blieben in einem angenehmen Hotel in der Nähe der Pemex Tankstelle. Ich verbrachte die meiste Zeit damit, eine neue Wasserpumpe zu finden, zu kaufen und in Matehuala installiert zu bekommen, während Robert und Lia einen Teil jeder der Gewebeproben, die wir gesammelt hatten, aufbereiteten: Mahlen des Gewebes zu einer Lösung, entwickelt um die DNA im Feld zu konservieren, bis sie im Labor extrahiert werden kann.

L. williamsii liegt flach in einem Gebiet nördlich von Doctor Arroyo, Nuevo León.







L. koehresii in der Nähe von Tula, Tamaulipas. Die Pflanzen hier wachsen im Matsch unter großen Schutzsträuchern, sind fast alle einzeln und sind relativ klein, verglichen mit anderen Arten von *Lophophora*. Können Sie die afrikanisch- stämmige Sukkulente *Kalanchoe* finden? In der Nähe von Miquihuana, Tamaulipas, die Peyote Pflanzen sind fast alle caespitose (klumpenformend).

In Matehuala war es Ende Mai schon heiß und bis 16 Uhr waren wir alle völlig fertig, um auf die Straße zu gehen

und einen Luftzug zu erhaschen, wenn das Auto endlich als „fertig“ ausgerufen würde.

Nuevo León

Wir waren in Richtung der schönen Stadt Doctor Arroyo unterwegs und fuhren dann ein paar Meilen nach Norden, wo wir ein kleines, von einigen niedrigen Bergen umgebenes Dorf erreichten. Ein Regenschauer war gerade am abklingen und wir hatten etwa eine Stunde Tageslicht zur Verfügung. Es dauerte nicht lange den ersten *L. Willamsii* zu finden aber wir waren angenehm überrascht von der Fülle und Vielfalt der anderen Kaktusarten. Wir staunten über all diese Arten, die keiner von uns je zuvor gesehen hatte und machten viele Bilder. Schließlich zeigte sich einer der Dorfbewohner, um zu sehen, was wir taten. Als er herausfand, dass wir an Kakteen interessiert waren, gab er uns einen kurzen

ethnobotanischen Rundgang durch die üblichen lokalen Arten von essbaren und Heilpflanzen. Das war schön und informativ aber es kostete wertvolles Tageslicht.

Die GPS-Koordinaten, die wir hatten, waren irreführend; ihnen folgend, kam ich hoch oben auf einen Berg mit Blick auf das Dorf, wo ich einen fabelhaften Blick auf die untergehende Sonne hatte, aber keinen *Lophophora* antraf. Am Ende fanden wir die meisten *L. Willamsii* gleich an der Straße, die um eine Ecke des Dorfes herumführte. Die letzten beiden Proben wurden in der Dunkelheit gesammelt. Wir hatten ein nicht sehr beeindruckendes Abendessen aus der Dose von der Ladefläche des Wagens und schliefen tief auf dem Boden

bis das Morgengrauen im Nebel kam. Nach Erreichen eines koffeinhaltigen Scheins des Bewußtseins, gingen wir durch das Dorf um uns von unserem Dozenten /

Tamaulipas

Miquihuana ist eine Stadt am westlichen Rand von Tamaulipas, etwa auf dem gleichen Breitengrad wie Ciudad Victoria auf der anderen Seite der Sierra Madre Oriental. Der Bestand von *L. williamsii* bei Miquihuana war einer, den Ted Anderson in seiner Doktorarbeit¹ kontrollierte. Es ist ein einzigartiger Bestand, der weiterhin verblüfft und Studenten der Lophophora Pflanzen bis heute fasziniert. Es scheint, dass nahezu 100% der Pflanzen caespitose sind und die Pflanzen anfangen, seitliche Zweige als schon als Jungpflanzen auszutreiben, wohingegen die Pflanzen in anderen Lophophora-Beständen erst anfangen solche Verästelung nach Erreichen der Fortpflanzungsreife, wenn überhaupt, zu entwickeln. Im Hinblick auf die Stamm-Morphologie und Farbe, haben die Miquihuana Pflanzen eine auffallende Ähnlichkeit mit den Pflanzen der "Peyote Gardens" von Süd-Texas, etwa 300 km nördlich. In Bezug auf ihr Fortpflanzungssystem aber scheinen sie eine engere Verwandtschaft mit den Beständen rund um El Huizache, etwa 120 km südlich zu haben. Die nördliche Pflanzen sind dafür bekannt, selbstbefruchtend zu sein, wohingegen Gewächshaus Beobachtungen darauf hin deuten, dass die Miquihuana Pflanzen, wie die von El Huizache im Süden, an Überträger gebunden sind. Wie könnten wir es versäuen, den Miquihuana Bestand in unserer DNA-basierte phylogenetische Untersuchung der Gattung aufzunehmen? Die Pflanzen in Miquihuana zu finden, war eine andere Sache. Die einzigen GPS-Koordinaten, die wir hatten, führten uns zu einem Ort am Straßenrand, wo wir nicht eine einzige Pflanze in einer Stunde sorgfältiger Suche finden konnten, obwohl der Lebensraum angemessenen für *Lophophora* aussah. Wir löschten die GPS-Daten und ich griff auf meine ungenaue Erinnerung an die Lage der Pflanzen von einem Besuch vor einigen Jahren zurück. Nach einer Reihe von aufeinander folgenden Gesprächen mit ortsansässigen Leuten, haben wir endlich jemanden gefunden, der wußte, wo die Pflanzen wuchsen. Dann jedoch mussten wir eine Erlaubnis einholen um unsere Proben zu sammeln, was bedeutete mit einem örtlichen Beamten zu sprechen, der, als ich eine pauschale Erlaubnis schrieb, die Héctor Hernández, im Vorgriff auf solche Situationen, geschickt ausgearbeitet hatte, sie für einen Moment anstarrte, sie mir dann zurück reichte und mich bat, sie ihm vorzulesen. Es dämmerte mir nur langsam, dass dieser Mann nicht lesen konnte. Die einzige Bedingung, die er uns auferlegte, war, dass wir die Lage des Bestandes nicht an jedermann ausplaudern, denn eine solche Veröffentlichung würde nur zu

Gastgeber des vorherigen Abends zu verabschieden, dann starteten wir den Wagen und schlugen Richtung Osten ein.

Problemen führen, einschließlich dem erhöhten Risiko der Dezimierung des eher kleinen Bestandes, der für die Menschen vor Ort einen bedeutenden Wert hat und dessen nachhaltige Ernte für therapeutische Zwecke eingesetzt wird (insbesondere als örtliches Schmerzmittel gegen Muskelkater). Wir sammelten unsere Gewebeprobe aus der relativ dichten Ansammlung von vielstämmigen Pflanzen, die unter kleinen Agaven und Larrea wuchsen, sagten unseren Dank und Abschiedsgrüße und gingen. Von Miquihuana führte uns die Schotterstraße nach Osten, auf und über einen Kamm der Sierra Madre Oriental, durch Wälder von baumartigen Yuccas in den hohen Schluchten, und hinunter in südöstlicher Richtung, bis wir auf den Highway 101 trafen. Wir fuhren nach Süden in Richtung des nördlichsten bekannten Bestandes von *L. koehresii* in die Stadt Tula. Wir kamen an den Ort, nach einem schweren Gewitterregen, gerade als es dunkel wurde, wir schliefen im Auto, das wir am Straßenrand parkten. Am nächsten Morgen erwachten wir in einer gründlich durchtränkten Wüste. Die *L. koehresii* waren dort, alle wohl auf – einige von ihnen innerhalb ein paar Schritten von der Straße entfernt, bedeckt mit feuchtem Schlamm. Andere in der Nähe waren durch den Regen zu einem makellosen grün gewaschen worden. Es war das erste Mal, dass ich je gesehen hatte, wie Lophophora im Matsch wächst aber es würde nicht das letzte Mal sein. Eines der Markenzeichen von *L. koehresii* ist ihre ökologische Veranlagung den (oft hügeligen) Kalkstein Lebensraum von *L. Williamsii* zu verschmähen, zugunsten des niedrig liegenden Schwemmlandes. Trotz der Tatsache, dass es beträchtlichen menschlichen Fußgängerverkehr in der Gegend gab, wahrscheinlich verbunden mit der nahen Landwirtschaft, sahen wir keine Spur der Ernte. Dies könnte ein direktes Resultat der Tatsache sein, dass wie *L. fricii* und *L. diffusa*, *L. koehresii* schwache pharmakologisch wirksame Konzentrationen von Mescaline hat. Diese Nicht-Williamsii Arten des Lophophora erlangten unter Huicholes den Ruf als „Peyote der dich Müde macht“⁵, was perfekt zu den Daten passt, die anzeigen, dass Pellotine das häufigste Alkaloid in diesen Arten ist⁶. Pellotine wurde im frühen zwanzigsten Jahrhundert als Schlafmittel vermarktet, bevor es ökonomisch veraltet war und aufgegeben wurde als Barbiturate aufkamen, die sich als billiger herzustellen erwiesen⁷. Als wir mit der Erkundung des Tula-Bestandes und der Erhebung der erforderlichen Gewebeprobe fertig waren, waren wir alle – wie viele der *Lophophora koehresii* - völlig mit Schlamm bedeckt.

Fortsetzung in Teil 3: „San Luis Potosí (weiter), Querétaro, und Mexico City.“

Anleitung für Anhalter zu molekularer Systematik

Der zugehörige Artikel kann als pikaresker Roman gelesen werden, der fantastischen Abenteuer von Botanikern auf dem Weg kreuz und quer durch den Nordosten Mexikos von einer GPS-Koordinate zur nächsten, um DNA-Proben von verschiedenen Populationen von Kakteen der Gattung *Lophophora* zu sammeln und gleichzeitig eine Bestandsaufnahme des Erhaltungszustands dieser Populationen durchzuführen. Aber was ist der Grund für diese DNA Proben? In Teil 1 beschrieben wir den Prozess der Gewinnung von DNA aus Kaktusgewebe aber was macht man dann mit der extrahierten DNA? Das Adjektiv "genetisch" (aus dem Substantiv "Genesis - Entstehung") bezieht sich auf die Herkunft. DNA kann als Ausgangspunkt der Prozesse betrachtet werden, der die Struktur und Funktion von Lebewesen erschafft und pflegt. Traditionelle Taxonomie (welche die mit Benennung und Klassifizierung von Organismen je nach Ähnlichkeiten und Unterschieden betrifft) und Systematik (welche die Beziehungen zwischen den Organismen auf der Grundlage ihre Evolutionsgeschichte betrifft) verwenden traditionell morphologische Merkmale (die sichtbare Form der Pflanze) als Grundlage für die Beurteilung der Beziehung zwischen den verschiedenen Organismen. (Dies war besonders praktisch, da sie auch für Fossilien von lange ausgestorbenen Arten funktioniert.) Dann wurden wir versierter in der organischen Chemie und stellten fest, dass nahe verwandte Pflanzenarten identische oder eng verwandte Chemikalien produzieren (wie z. B. Alkaloide), in den 1960er Jahren gab es eine Blütezeit der Pflanzensystematik auf der Grundlage dieser phytochemischen Eigenschaften. Inzwischen wurde das Bild komplizierter, als Verhaltensforscher Systematiker auf Verhaltensunterschiede aufmerksam machten, die verwendet werden konnten, um verwandte Arten zu vergleichen, während die Biochemie eine Generation von Protein-Chemikern hervorbrachte, die die Systematiker lehrten, eine Elektrophorese durchzuführen (eine Technik, die Moleküle mittels Unterschieden in ihrer elektrischen Ladung, Form und / oder Größe durch Wanderung in einem Gel trennt) um Proteine zu trennen wie Enzyme, die verwendet werden könnten, um Unterschiede zwischen verwandten Gattungen oder Arten zu erkennen, und manchmal sogar zwischen Unterarten / Rassen. Alle diese Arten von Eigenschaften und Techniken konzentrierten sich auf verschiedene Aspekte des Erscheinungsbildes des Organismus, die den konkreten oder nachweisbaren Ausdruck des zugrunde liegenden Genotyp ist. Das Genotyp besteht aus der DNA-Sequenz (Reihenfolge der Nucleotide in der DNA) eines definierten und spezifischen Teils des gesamten Erbguts (Genom) des Organismus. Während die Struktur der DNA um die Mitte des 20. Jahrhunderts geklärt war, waren die DNA-Sequenzierungstechniken nicht bis zum letzten Viertel des Jahrhunderts allgemein erhältlich. Seit

es möglich war, die genaue Abfolge der Nucleotide in der DNA zu analysieren - und damit auf den Genotyp selbst, statt ihrer phänotypischen Manifestationen - waren die meisten älteren Techniken überholt, zumindest in den Köpfen der neuen Armee von Molekularbiologen. Warum, so begründeten sie, sollte man mit alten, stumpfen Instrumenten arbeiten, um Daten zu erhalten, die bestenfalls indirekte, unvollständige und oft mehrdeutige Eindrücke des Genotyp einbringen, wenn man jetzt das Erbgut selbst, unmittelbar, vollständig und eindeutig analysieren kann, dabei bis hin zu der letzten genetischen Wahrheit vordringen? Diese Ansicht des Vorrangs der DNA-Forschung in der US-biologischen und medizinischen Wissenschaft gewann rasche Akzeptanz in Kreisen, die die Geldbeutel der staatlichen Finanzierung der akademischen Forschung kontrollierten. (Wie Shakespeare gesagt haben könnte: Die DNA ist die Schlinge womit ich die Mittel vom König fangen werde.) Und dies wiederum führte zu Spaltungen in den akademischen Institutionen, in denen die "Habenden" (die finanziell gut ausgestatteten Molekularbiologen) neidisch als "Gen-Jockeys" von den "Habenichtsen" (die organismische Biologen) verspottet wurden, die biologische Forschung in traditioneller Art und Weise mit ein paar Groschen weiterführten. (Übrigens, wie ein organismischer Biologe, der in den Geheimnissen des ganzen Organismus schwelgt und gleichzeitig die analytische Fähigkeiten, die die DNA-Forschung ermöglicht, schätzt, weigere ich mich, an diesem noch schwelenden Krieg teilzunehmen.)

Die erste Frage, die in praktischer Hinsicht beantwortet werden muß, ist: Welche Art von DNA-Locus ist am wahrscheinlichsten, für dieses spezielle Problem nützlich sein? Die Antwort wird weitgehend von der taxonomischen Hierarchie bestimmt. Zum Beispiel, wenn man Beziehungen zwischen den Familien in einer Ordnung aussortiert, könnte es angemessen sein, sich langsam entwickelnde DNA-Segmente, wie Gene zu benutzen, die funktionelle Proteine kodieren. Die Orte für lebensfähige Mutationen (der Stoff, aus dem die Evolution ist) sind in einem solchen Gen beschränkt auf Nucleotide, dessen Ersatz nicht zu schweren oder tödlichen Dysfunktion des Proteins führt, dass das Produkt des Gens ist. Das bedeutet, dass es eine relativ lange Zeit (Evolution wird in der geologischen Zeit gemessen) dauert, bis genug lebensfähige Mutationen entstehen, die einen Gen-Pool bilden, so dass zwischen den Organismen signifikante Unterschiede in den Abschnitten gesehen werden können, die verschiedene höhere Taxa darstellen.

Wenn jedoch eins auf Arten-Ebene funktioniert, ist es unwahrscheinlich, dass DNA Abschnitte von Proteinkodierten Genen einen ausreichenden Unterschied

über die relativ kurze Zeit zeigen, die es für eine Art braucht, um sich aus einem gemeinsamen Vorfahren zu entwickeln. Was gebraucht wird, ist schnell mutierende DNA. Solche DNA ist ausgesucht neutral, d. h., dass eine Mutation in einem solchen Locus (Abschnitt der DNA) keinen Einfluss auf das Überleben oder den Fortpflanzungserfolg des Organismus hat. Eine neutrale Mutation hat keine Auswirkung auf die wesentlichen Proteine, so dass die Mutation eine realistische Chance hat, im Genpool erhalten zu bleiben. Welche Arten von DNA werden vermutet ausgesucht neutral zu sein? (Das ist der Punkt wo die Dinge kompliziert werden.)

Eine Art ist als Spacer DNA (Trenn-DNA-Sequenz) bekannt, die zwischen hintereinander angeordneten Genen zu finden ist. Die Funktion der Spacer DNA ist, die aktiven Gene zu trennen, die häufiger Übertragung (lesen) ausgesetzt sind. Spacer DNA selbst ist nicht übertragbar zur RNA wie Gene es sind.

Eine andere Art von selektiv neutraler DNA wird übertragen. Kodierabschnitte eines Gens (Exons) sind voneinander durch DNA-Segmente, sogenannten Introns, getrennt, die zusammen mit den Exons eines Gens zur RNA übertragen werden, nachdem die RNA-Segmente mit den Introns übereinstimmen, werden sie bearbeitet und die übertragenen Gen-Fragmente zusammengesetzt, um eine durchgängige fertige Boten-RNA zu erhalten, aus der ein Protein translatiert wird. Introns können nicht ganz aus selektiv neutraler DNA bestehen, aber man glaubt, dass große Teile von vielen Introns mutationsneutral sind.

Eine dritte nützliche Art von DNA Locus nennt man Mikrosatelliten. Man glaubt dass solche Loci ebenfalls größtenteils selektiv neutral sind. Mikrosatelliten bestehen aus einfachen DNA-Abschnitten, die wiederholt hintereinander angeordnet sind, z. B. GAGAGAGA. Diese bilden die schnellentwickelndste Art von DNA-Loci, weil sie nicht nur der "normalen" Mutation unterliegen, die in einer Anzahl von einer Mutation pro 10.000 bis 100.000 DNA-Basenpaaren pro Generation auftreten, Mikrosatelliten haben auch ihre eigene beschleunigte Art der Mutation. Bei der DNA Vervielfältigung wird das Enzym, das dafür verantwortlich ist, einen neuen DNA-Strang von dem eines alten Vorlage-DNA-Stranges herzustellen, DNA-Polymerase genannt. Was vorhersehbar ist, was mit Mikrosatelliten geschieht, ist, dass wenn DNA-Polymerase so vielen Reihen von Wiederholungen (wie GAGAGAGA ...) gegenübersteht, das Enzym einer "Polymerase-Verschiebung" unterliegt, was bedeutet, dass entweder „eine Masche fällt " (das heißt eine der GA Wiederholungen in unseren Beispiel gelöscht wird) oder ein "Stich" zu viel (das heißt, eine extra GA Wiederholung in unserem Beispiel eingefügt wird).

Dieser Prozess führt oft zu einem Mikrosatelliten-Locus mit 10 oder 15 verschiedene Allele (andere DNA-Sequenzen innerhalb des Locus), das Einzige in dem sie sich unterscheiden ist die Anzahl der einfachen Abschnittwiederholungen (die Anzahl von GA-Wiederholungen in unserem Beispiel). Ein solcher Locus würde als so hoch polymorph beschrieben werden und

wäre wahrscheinlich eine empfindliche genetische Markierung für die Analyse entweder der Bestandsstruktur oder der phylogenetischen Struktur der Art oder Unterart / Sortenebene. (Können Sie mir noch folgen?).

Wie also generieren wir verwertbare Daten aus unserem DNA-Proben mittels Mikrosatelliten? Zuerst führen wir ein langwieriges Laborverfahren durch, um Mikrosatelliten-Loci aus der DNA unserer Zielarten "einzufangen" und entwickeln bakterielle Klone, die die verschiedenen Mikrosatelliten enthalten (je mehr Loci verwendet werden, desto empfindlicher und präziser werden die Ergebnisse sein). Danach teilen wir die Mikrosatelliten-Loci und verwenden die Abschnitte, um Primer zu erstellen. Wenn die Primer funktionieren, das heißt, wenn es ihnen gelingt Millionen von Kopien eines bestimmten Mikrosatelliten in der PCR (Polymerase-Kettenreaktion) zu produzieren, dann senden wir sie zu jemanden, der Fluoreszenzmarker auf die Primer setzt. An diesem Punkt, nach dem Test der fluoreszenzmarkierten Primer, um zu bestätigen, dass sie funktionieren, wird eine andere PCR mit Hilfe der Fluoreszenz-Primer und DNA von unseren gesammelten Gewebeproben ausgeführt. Die Produkte dieser Reaktion werden dann in ein teures Elektrophorese Instrument gegeben, das die Allele eines bestimmten Mikrosatelliten durch die Fluoreszenz, die durch fluoreszierenden Primer geliefert wird, erkennt. Dieser Prozess liefert die exakte Länge jeder Allele zum nächstgelegenen einzelne DNA-Basenpaar, so weiss man, wie viele verschiedene Allele in der Stichprobe nachgewiesen wurden, sowie die Frequenz jeder Allele in dem Bestand. Es gibt auch Aufschluss darüber, ob jede einzelne geprüfte Pflanze heterozygot (mit unterschiedlichen Allele auf den beiden Chromosomen, die im Locus enthalten sind) ist oder homozygot (mit dem gleichen Allel auf beiden Chromosomen). Letztere Informationen wiederum gibt Aufschluss über die Zucht der Pflanze, mit einem hohen Anteil von Heterozygoten in dem Bestand, die einen hohen Grad der Auskreuzung (einzelne Pflanzen bestäuben andere Pflanzen) anzeigen und einen hohen Prozentsatz an Homozygoten, die ein hohes Maß an Inzucht (Selbstbefruchtung ist das Extrem der Inzucht) anzeigen. OK, dann überspringen wir den Rest der ganzen genetischen Analyse, wie verwenden wir den Mikrosatelliten-Datensatz um festzustellen, wie die verschiedenen geografisch definierten Gruppen der getesteten Individuen zueinander phylogenetisch verwandt sind? Die kurze Antwort besteht aus einem Wort: Software. Es gibt eine Reihe von Programmen, die Mikrosatelliten-Datensätze analysieren und Bäume mit phylogenetischer Verwandtschaft produzieren, zwischen den verschiedenen operativen taxonomischen Einheiten, die wir eingegeben haben. Möchten Sie wissen, wie viele Arten von Lophophora es gibt? Wir schon, aber wir haben die Datensätze noch nicht abgeschlossen, geschweige denn die Analyse.

Bitte bleiben Sie dabei für die Ergebnisse der Analyse, bald verfügbar in einem Haseltonia in Ihrer Nähe.

Quellennachweis

- 1 Anderson EF. 1961. A Taxonomic Revision of Ariocarpus, Lophophora, Pelecyphora, and Obregonia (Family Cactaceae). PhD Thesis, Claremont Graduate School, Claremont, California.
- 2 Koehres G. Personal communication.
- 3 Rowley G. 1980. Pollination syndromes and cactus taxonomy. *The Cactus and Succulent Journal of Great Britain* 42: 95–98.
- 4 Koehres G. Personal communication.
- 5 Williams B. Personal communication.
- 6 Starha R, Kuchyna J. 1996. Analysis of Mexican Populations of Lophophora (Cactaceae). *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitas Ostraviensis* 156: 67–70.
- 7 Perrine D. 2001. Visions of the Night: Western Medicine Meets Peyote 1887- 1899. *The Heffter Review of Psychedelic Research* 2: 6–52.