

**Untersuchungen zu  
beweideten Trockenwäldern  
im Norden von Peru  
unter besonderer Berücksichtigung  
von *Ipomoea carnea***

vorgelegt von  
Dipl.-Ing. agr.  
Ana Sabogal  
aus Lima/Peru

Von der Fakultät VI  
Bauen Planen Umwelt  
der Technischen Universität Berlin  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktorin der Naturwissenschaften  
- Dr. rer. nat. -  
genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr. Ingo Kowarik  
Berichter: Prof. Dr. Stefan Zerbe  
Berichter: Prof. Dr. Johannes Kuchler

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 26.02.2007

Berlin 2008

D 83

## Zusammenfassung

Der Trockenwald an der Nordküste Perus (ca. 28.000 km<sup>2</sup>) bildet mit seiner beinahe äquatorialen Lage einen weltweit einmaligen Lebensraum. Seine Existenz unter ariden und semi-ariden Bedingungen verdankt er dem periodischen El-Nino-Phänomen, das im mehrjährigen Rhythmus die Grundwassererneuerung gewährleistet. Bereits seit präkolumbianischer Zeit unterlag er menschlicher Nutzung, aber erst durch die verstärkte Abholzung und Ziegenhaltung in den letzten Jahrzehnten ist er in seinem Fortbestand gefährdet. Die Regenerierung des Trockenwaldes (1,2 m<sup>3</sup>/ha/Jahr) kann gegenwärtig mit der Degradierung (2 m<sup>3</sup>/ha./Jahr) nicht Schritt halten. Das 1977 als MaB-Projekt eingerichtete Biosphärenreservat soll zum Schutz und zur Regenerierung des verbliebenen Trockenwaldes beitragen.

Wegen der peripheren Lage innerhalb Perus und der Unzugänglichkeit sind viele Aspekte der Ökologie und Nutzung des Trockenwaldes noch nicht genau untersucht. Ziel der Arbeit war es daher, einen Überblick zur Vegetation in Abhängigkeit von den natürlichen und sozio-kulturellen Standortbedingungen und zu ihrer Degradation zu gewinnen. Im Mittelpunkt steht die weidewirtschaftliche Nutzung durch Ziegen und die Frage nach der bestandsregulierenden Funktion von *Ipomoea carnea*, einer Convolvulacee, die sich erst als Folge der Überweidung ausbreitet, dann aber wieder wegen ihrer Toxizität den Bestand an Weidetieren begrenzt. Wie weit kann die Pflanze zu einem labilen Gleichgewicht beitragen, bei dem der Erhalt des Trockenwaldes ebenso gewährleistet ist wie eine begrenzte Waldweide?

Der erste Teil der Arbeit stellt die physische Geographie und die Landnutzungstypen der Trockenwaldregion vor.

Anschließend geht es um den detaillierten Vergleich zweier repräsentativer Standorte, einen mit erheblicher (Las Lomas/Jaguay Negro) und einen zweiten mit geringerer anthropozoogener Belastung (Jagdgebiet El Angolo).

Die Untersuchungen bezogen sich auf:

- die Phänologie von *Ipomoea carnea* im Gewächshaus und im Arbeitsgebiet.
- den Selengehalt der Blätter, Stängel und Samen von *Ipomoea carnea* sowie den Selengehalt der Böden, wobei sich der anfangs vermutete Zusammenhang zwischen dem Selengehalt im Boden und in der Pflanze nicht bestätigte.
- Vegetationsanalysen nach Braun-Blanquet, ergänzt durch Untersuchungen der floristischen Komposition, des Bodentyps, der Bodenchemie und der Pflanzengesellschaften.
- den Sekundärsukzessionsprozeß des Waldes, der auf Vegetationsparzellen studiert wurde.
- die Verbissintensität und Weidebelastung, bestimmt durch Messungen im Gelände.

Die Vegetationsaufnahmen belegen den Wandel der Vegetation durch den Weidegang bzw. die Überweidung.

## **Investigations on the Impact of Pasture on Northern Peruvian Dryland Forest Ecosystems with special reference to *Ipomoea carnea*.**

### **Abstract**

The Peruvian dry forest (bosque seco), located between the Pacific coast and the Andean foothills, close to the equator in the North of the country, represents a worldwide unique ecosystem, occupying some 28.000 km<sup>2</sup>. In recent decades it was exposed to serious degradation. Although the dry forest has been used by humans since pre-Columbian times, it is only in recent times considered a threatened ecosystem due to the pressure exerted by deforestation and goat overgrazing. The rate of forest regeneration (1,2 m<sup>3</sup>/ha./year) is lower than the rate of deforestation (2 m<sup>3</sup>/ha./year). Thus, the “Reserva de la Biosfera del Noroeste” (Northwestern Biosphere Reserve) created in 1977 has as its main objective the regeneration and conservation of the remaining areas of forest.

Up to date *Ipomoea Carnea* is considered as a toxic weed, harmful to the forest as well as to ruminants. The thesis' objective is to determine the role of *Ipomoea carnea* in the development of the Peruvian dry forest. The main goal is to determine whether an equilibrium between vegetation associations and , forest grazing by goats is viable. The study is centered on *Ipomoea carnea* as the key factor allowing for the equilibrium of the dry forest.

In this sense, the investigation studies and compares two sample sites, the first with high grazing pressure (Las Lomas/Jaguay Negro) and the other with a low anthropozoogenic pressure (El Angolo Game Reserve).

The following methods were applied:

- 1) The phenology of *Ipomoea carnea* was studied in the lab and in both fieldwork areas. The biochemical content of selenium in the leaves, stem and seeds was analyzed, as well as the selenium content found in the soil during fieldwork.
- 2) The Braun-Blanquet method was used to study vegetation associations. Floristic composition, soil and geological conditions were analyzed as well. The study of the secondary succession of the forest was done through the analysis of the sample plots.
- 3) Finally, the degree of animal use of the edible plant species and the impact of ruminants on vegetation associations was studied using Reimoser's method.

Finally different options for further use, protection and rehabilitation of the dry forest are discussed.

## Resumen

El bosque seco de la costa norte del Perú ubicado cerca de la línea ecuatorial un espacio peculiar de 27.782km<sup>2</sup> (INRENA, 1998). Su existencia en un ambiente arido se debe a la existencia del Evento de El Niño, el que permite en un ciclo multianual la regeneración de acuíferos. El bosque seco ha sido utilizado por el hombre desde la época precolombina. Actualmente debido a la fuerte deforestación y pastoreo de ganado caprino se encuentra amenazado. La regeneración del bosque (1,2 m<sup>3</sup>/ha/año) no va a la par con la deforestación (2 m<sup>3</sup>/ha./ año). La Reserva de la Biósfera del Noroeste consituída en 1977 tiene como objetivo la conservación y regeneración de lo que aún se preserva del bosque.

Debido a su ubicación periférica dentro del Perú y al difícil acceso, muchos aspectos de la ecología y del manejo del bosque no han sido investigados todavía con exactitud. El objetivo de este estudio ha sido por eso alcanzar una visión de conjunto de la vegetación, su dependencia de las conndiciones locales naturales y socioculturales y su degradación. Tema central es el uso del bosque para el pastoreo de cabras y la función de *Ipomoea carnea* como reguladora de su número. Esta planta es una convolvulacea que se difunde a consecuencia del sobrepastoreo y luego, por su toxicidad, limita el número de animales pastoreados. Hasta que punto contribuye esta planta a un equilibrio precario del que dependen tanto la coservación del bosque seco como la limitación del pastoreo?

La primera parte del trabajo presenta la geografía física y los sistemas de producción de la región. Seguidamente se realiza una comparación detallada de dos espacios representativos, uno con una intensa presión de pastoreo (Las Lomas/Jaguay Negro), el otro con una baja influencia anthropozoogena (Coto de Caza El Angolo).

Se han empleado las siguientes metodologías:

- Se estudió la fenología de *Ipomoea carnea* en invernadero y en campo, en las dos zonas de trabajo. Se analizó el contenido bioquímico de selenio de las hojas, tallo y semillas de *Ipomoea carnea*. Se analizó el contenido de selenio del suelo en las dos zonas de trabajo.
- Se estudio las asociaciones vegetales con el método Braun-Blanquett. Se analizó la composición florística, el suelo y la geología de forma conjunta. El estudio de la sucesión secundaria del bosque se realizó analizando los dartos de las parcelas vegetales.
- Finalmente es estudio el grado de uso de las especies vegetales palatables por el ganado y su influencia en las asociaciones vegetales. Para ello se realizaron parcelas en los dos espacios estudiados, en las que se determinó la vegetación y el consumo de la misma.

<b>1.0</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2.0</b>	<b>Lage und Beschreibung des Untersuchungsraums</b>	<b>7</b>
2.1	Lage	8
2.2	Klima	13
2.3	Geologie und Geomorphologie	15
2.4	Böden im Untersuchungsraum	19
2.5	Desertifikation und Wasserhaushalt	20
2.6	Naturschutzaspekte	27
<b>3.0</b>	<b>Gegenwärtiger Stand der Forschung (Literaturübersicht)</b>	<b>31</b>
3.1	Flora und Vegetation	31
3.2	Sozio-ökonomische Aspekte und Geschichte der Landschaftsnutzung	41
3.2.1	Sozio-ökonomische Aspekte der heutigen Landnutzung	41
3.2.2	Zur Geschichte der Landnutzung	44
3.3	Die Ziegenhaltung und ihre Auswirkungen auf die Vegetation	47
3.3.1	Ziegenhaltung	48
3.3.2	Ziegenernährung	49
3.3.3	Probleme der Überweidung	49
<b>4.0</b>	<b>Methoden</b>	<b>54</b>
4.1	<i>Ipomoea carnea</i> : Chemische Zusammensetzung und biologische Untersuchungen	54
4.1.1	Selengehalt in <i>Ipomoea carnea</i> und im Boden	54
4.1.2	Biologische Untersuchungen	55
4.2	Vegetationsanalyse	56
4.2.1	Braun-Blanquet-Analyse	56
4.2.2	Boden	59
4.2.3	Synchorologische Analyse	61
4.3	Verbisschaden	62
<b>5.0</b>	<b><i>Ipomoea carnea</i> und andere Arten der Gattung</b>	<b>67</b>
5.1	Klassifizierung, botanische Grundlagen und Ökologie	67
5.2	Bedeutung der Toxizität von <i>Ipomoea</i> -Arten	72
5.3	Bedeutung von Selen für die Giftwirkung von <i>Ipomoea carnea</i>	82
<b>6.0</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>88</b>
6.1	<i>Ipomoea carnea</i>	88
6.1.1	Untersuchungen zur Biologie von <i>Ipomoea carnea</i>	88
6.1.2	Selenuntersuchungen in der Pflanze und im Boden	89
6.2	Vegetationsanalyse	90
6.2.1	Auswertung zum Artenbestand	90
6.2.2	Bodenanalyse und Bewertung	121
6.3	Verbisschaden	135
6.3.1	Beteiligung der Pflanzenarten an der Tierernährung	135
6.3.2	Beteiligung der Arbeitsgebiete an der Tierernährung	138
<b>7.0</b>	<b>Diskussion und Vorschläge</b>	<b>140</b>

<b>7.1 <i>Ipomoea carnea</i>: Chemische Zusammensetzung und biologische Untersuchungen</b>	<b>140</b>
7.1.1 Selenuntersuchungen der Pflanze und des Bodens	140
7.1.2 Biologische Untersuchungen	142
<b>7.2 Vegetationsanalyse</b>	<b>145</b>
7.2.1 Braun-Blanquet-Analyse	145
7.2.2 Bodenanalyse und Bewertung	151
7.2.3 Vegetationsgesellschaften	153
<b>7.3 Verbisschaden</b>	<b>160</b>
7.3.1 Beteiligung der Pflanzenarten an der Tierernährung	160
7.3.2 Beteiligung der Arbeitsgebiete an der Tierernährung	162
<b>7.4 Faktorenkomplex</b>	<b>163</b>
<b>7.5 Vorschläge zur Erreichung eines ökologischen Gleichgewichts und zur nachhaltigen Nutzung des Trockenwaldes</b>	<b>167</b>
<b>8.0 Literaturverzeichnis</b>	<b>171</b>
<b>9.0 Verzeichnis der Tabellen</b>	<b>189</b>
<b>10.0 Verzeichnis der Abbildungen</b>	<b>190</b>
<b>11.0 Anhang</b>	<b>191</b>

## 1.0 Einleitung

Der Trockenwald (*bosque seco*) an der Nordküste Perus bildet mit seiner beinahe äquatorialen Lage einen weltweit einmaligen Lebensraum. Bereits vor der Spanischen Einwanderung unterlag er menschlicher Nutzung. Aber erst durch verstärkte Abholzung und Ziegenhaltung als Folgen des rezenten Bevölkerungswachstums ist er inzwischen in seinem Fortbestand gefährdet. Die fortschreitende Zerstörung äußert sich als Desertifizierung. Es kommt zur Verringerung der Artenvielfalt und Verschlechterung der Lebensbedingungen für die dort lebende ländliche und städtische Bevölkerung.

Die Ausbreitung des Trockenwaldes an der peruanischen Küste (Piura und Lambayeque) gibt INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales) (1998) auf der Grundlage von Luftbildauswertungen und einer Forstinventur mit 27.782 km<sup>2</sup> an. Laut INRENA betrug die Fläche des Trockenwaldes 1975 mit 18.734 km<sup>2</sup> erheblich geringer (INRENA, 1998). Nach dem Auftreten des El Niño 1983 hatte sich die Fläche des Trockenwaldes gegenüber den Vorjahren um 9.000 km<sup>2</sup> vermehrt. Trotz dieser periodischen Ausgleichswirkung des El Niño gibt es dennoch eine rapide fortschreitende Desertifizierung. Die Agrarökonomin Cuba hat errechnet, dass im langjährigen Mittel jährlich alleine im Piura-Tal auf 9.000 ha ein selektiver aber sehr weit gehender Holzeinschlag stattfindet (81% der gesamten Abholzung des Trockenwaldes) (Cuba 1998: 48). Dazu kommt die Beweidung weiterer Trockenwaldgebiete durch Ziegen. Beide Nutzungen führen zur Verminderung der Artenvielfalt und des Bedeckungsgrades, wichtige Indikatoren für die Desertifizierung. Die Regenerierung des Trockenwaldes (1,2 m<sup>3</sup>/ha/Jahr) kann gegenwärtig mit der Degradierung (2 m<sup>3</sup>/ha./Jahr) nicht Schritt halten (Vera Tudela et. al., 1998: 406).

Das 1977 als MaB-Projekt eingerichtete Biosphärenreservat "Reserva de la Biosfera del Noroeste" (RBNO) umfasst 2.314 km<sup>2</sup> des Trockenwaldes (CDC, 2003) (Centro de Datos para la Conservación). Das Reservat, das sich aus dem Nationalpark Cerros de Amotape, dem Jagdgebiet El Angolo, dem Reservat von Tumbes und dem Mangrovenwald Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes zusammensetzt, soll zum Schutz und zur Regenerierung des verbliebenen Trockenwaldes beitragen.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Analyse von drei Aspekten der Waldvernichtung:

- der Vegetation in ihrer Artenzusammensetzung,
- der Verbissintensität und
- der Verbreitung von *Ipomoea carnea*.

Sie begann mit der Vermutung, dass diese Pflanze ein Indikator der anthropogenen Belastung ist und dass sie auf Grund ihrer toxischen Inhaltsstoffe (neben Alkaloiden wurde Selen als Verursacher von Vergiftungen vermutet) eine wichtige Rolle bei der Walderhaltung spielt, da sie den Viehbestand vermindert: *Ipomoea carnea*, als einzige verfügbare Pflanze während der Trockenzeit, verursacht durch ihre Toxizität Fehlgeburten und den Tod erwachsener Ziegen, trägt damit zu einer geringeren Weideintensität bei.

Anhand von Vegetationsaufnahmen sollte untersucht werden, wie sich die Vegetation durch den Weidegang bzw. die Überweidung ändert. Dafür wurden drei Arbeitsgebiete<sup>1</sup> untersucht und verglichen, zwei mit erheblicher (Las Lomas/Jaguay Negro) und das dritte mit geringer anthropozoogener Belastung (Jagdgebiet El Angolo). Bei der Festlegung der Arbeitsgebiete wurden die Bevölkerungsverteilung, der Beweidungsdruck und die Verbreitung von *Ipomoea carnea* berücksichtigt. Dabei ging ich von der Annahme aus, dass die Verbreitung von *Ipomoea carnea* mit der Intensität der weidewirtschaftlichen Nutzung steigt.

Die Vegetationsanalysen wurden nach der Methode von Braun-Blanquet durchgeführt. Es folgten die Untersuchungen der floristischen Komposition, des Bodentyps, der Bodenchemie und der Pflanzengesellschaften. Um den Sekundärsukzessionsprozess des Waldes festzustellen, wurden Vegetationsparzellen angelegt.

In Mittelpunkt der Arbeit steht *Ipomoea carnea*. Es bestand der Verdacht, dass nicht nur die Alkaloide dieser Pflanze sondern auch eine erhöhte Selenkonzentration Ursache des Ziegensterbens sein könnte. Selenanalysen der Pflanze und des Bodens sollten zur Klärung dieser Vermutung beitragen. Daneben wurden die Verbreitung, die Assoziationen und Subassoziationen und die Verbissintensität für diese Pflanze analysiert um ihre Position im Kontext der Weidewirtschaft genauer bestimmen zu können.

---

<sup>1</sup> Der **Untersuchungsraum** ist das Land mit dem Trockenwald mit seiner spezifischen Klimazone und seiner spezifischen Nutzung. Innerhalb dieses Untersuchungsraumes habe ich drei **Arbeitsgebiete** als Fallbeispiele exemplarisch vertiefend untersucht.



Die Verbissintensität diene als ein Indikator der weidewirtschaftlicher Nutzung. Die Messung der Verbissintensität erfolgte während der Trockenzeit - wenn *Ipomoea carnea* als eine der wenigen Pflanzen verfügbar ist - um die Rolle dieser Pflanze in der Tierernährung festzustellen. Bauern hatten beobachtet, dass *Ipomoea carnea* im Trockenwald Ziegenvergiftung verursacht (Pers. Mitt. v. Bauern aus Jaguay Negro). Diese Vergiftung beobachteten sie vor allem während der Trockenzeit, wenn die *Ipomoea carnea* eine der wenigen noch vorhandenen Nahrungsquellen ist.

Zwar gingen wir davon aus, dass die Verbreitung von *Ipomoea carnea* primär von der Intensität der anthropozoogenen<sup>2</sup> Nutzung des Trockenwaldes beeinflusst wird und mit zunehmender Bevölkerungsdichte ansteigt. Daneben gibt es aber die Annahme, ihr Vorkommen werde auch durch ökologische Faktoren beeinflusst (Dios, 1998: 140-141). Ein wichtiger Faktor, der die Verbreitung von *Ipomoea carnea* beeinflussen könne, sei der Gehalt an Pflanzenalkaloiden und an Selen im Boden. Es wird vermutet, dass *Ipomoea carnea* hohe Gehalte an Selen besitzt (Meza, 1994: 18-20). Die Gattung *Ipomoea* wird in der Volksmedizin als Heilpflanze benutzt, weil sie auf Grund ihrer Alkaloide gegen Infektionen wirkt. Der Selengehalt könnte der Grund für die Nutzung von *Ipomoea* als Heilpflanze und für ihre Toxizität im Trockenwald von Peru sein. Im Handbuch von Arbonnier<sup>3</sup> (2002: 281) wird die Pflanze auch für westafrikanische Standorte als „toxique pour le betaille“ charakterisiert.

Folgende Fragestellungen sollen bearbeitet werden:

- Welche Rolle spielt *Ipomoea carnea* in der Vegetationsdynamik des Trockenwaldes in Nord-Peru?
- Kann die *Ipomoea carnea*, besonders ihr Verbiss, als Indikator der weidewirtschaftlichen Nutzung gelten?
- Ist es so, dass *Ipomoea carnea* dadurch eine wichtige Rolle für das ökologische Gleichgewicht des Trockenwaldes spielt, dass ihre toxische Wirkung den Ziegenbestand reduziert? (Haupthypothese)
- Bedeutet dies, dass die Verbreitung von *Ipomoea carnea* und die Artenvielfalt im Trockenwald negativ korreliert sind?

---

<sup>2</sup> In dieser Arbeit nenne ich *anthropogen* jede Wirkung, die unmittelbar von Menschen ausgeht, zum Beispiel die Holzentnahme, und *zoogen* jene Wirkungen, die unmittelbar durch die weidewirtschaftliche Tierhaltung verursacht werden. Wirken beide Faktoren zusammen, wie es oft der Fall ist, dann ist von *anthropozoogenem* Einfluss die Rede.

<sup>3</sup> Arbonnier, Michel (2002): Arbres, arbuste et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest (CIRAD - MNHN)

- Kann anhand der Verbissbelastung (*Ipomoea carnea* bildet Blüten und Blätter während der Trockenzeit aus) nachgewiesen werden, dass Tiere, insbesondere Ziegen, diese Pflanze als Futter verwenden?
- Ist es nachweisbar, dass neben den Alkaloiden auch Selen eine Ursache der Vergiftung ist?

Um zur Klärung dieser Fragen beizutragen, hat sich die Untersuchung die folgenden Arbeitsziele gesetzt.

### **Arbeitsziele:**

Die Verbreitung, Vermehrung und die Phänologie von *Ipomoea carnea* zu untersuchen, um zu Aussagen über eine nachhaltige Nutzung des Trockenwaldes zu gelangen.

Festzustellen, ob es eine direkte Korrelation zwischen Selen im Boden, Bodeneigenschaften und Verbreitung von *Ipomoea carnea* gibt.

Die Pflanzengesellschaften des Gebietes zu identifizieren, um Flächen des Trockenwaldes unter anthropogenem Einfluss von jenen mit einer naturnäheren Entwicklung zu unterscheiden.

Den weidewirtschaftlichen Einfluss auf den Sukzessionsprozeß im Trockenwald zu studieren. Das könnte bei der Bestimmung von Maßnahmen gegen die Verbreitung von *Ipomoea carnea* helfen, um die Ziegenvergiftung und auch einen (möglichen) negativen Seleneinfluß auf die Gesundheit der lokalen Bevölkerung zu verhindern.

Folgende **Methoden und Untersuchungen** wurden für die Beantwortung der obigen Fragen angewendet:

Der Untersuchung von Phänologie und Vermehrung der *Ipomoea carnea* dienten Experimente und Beobachtungen im Gewächshaus und in den Arbeitsgebieten. Dann wurde der Selengehalt der Blätter, Stängel und Samen derselben biochemisch analysiert, außerdem der Selengehalt des Bodens für beide Arbeitsgebiete gemessen.

Die Braun-Blanquet-Methode wurde zur Vegetationsanalyse angewendet. Das erwartete Ergebnis sind unterschiedliche Vegetationsgesellschaften für die beiden Arbeitsgebiete als

Resultat und Dokument unterschiedlicher Beweidungsintensität. Die Vegetationsanalyse wurde durch eine bodenkundliche Kartierung ergänzt.

Der genaueren Bestimmung der Überweidung diene schließlich eine Messung der Verbissintensität, in Anlehnung an die Methode des Schweizer Jagdforschers Reinmoser.

## 2.0 Lage und Beschreibung des Untersuchungsraums

Das nördliche küstennahe Peru (Abb.1) findet Beachtung durch die Zentralregierung und die nationalen Medien wegen der Konflikte zwischen Bergbauinteressen (Gold) und den wasser- und landwirtschaftlichen Bedürfnissen der lokalen Bevölkerung. Die großflächige weidewirtschaftliche Nutzung durch ein relativ kleines Segment der ländlichen Bevölkerung und die ökologischen, veterinär- und humanmedizinischen Auswirkungen dieser Nutzung hingegen werden auf nationaler Ebene kaum thematisiert. Allerdings wird der *bosque seco* oder „el Norte“ sehr klar assoziiert mit Naturschutz, insbesondere Vogelschutz, handelt es sich doch um eines der beiden peruanischen MaB-Projekte, und das Biosphären-Reservat „Reserva de la Biosfera del Noroeste“ ist landesweit bekannt. Der Untersuchungsraum ist der nordperuanische Trockenwald, *bosque seco*, der in den Höhenlagen zwischen 200 und 900 m vorherrschend ist. Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die Höhenlagen zwischen 400 und 600 m ü.d.M, wobei die Arbeitsgebiete – ausgewählt nach der unterschiedlichen Intensität der Beweidung – einmal im Jagdgebiet El Angolo<sup>4</sup> einmal in der Buffer-Zone des Biosphären-Reservats, zum anderen als Arbeitsgebiete Las Lomas/Jaguay Negro ohne Schutzstatus einer „normalen“ weidewirtschaftlichen Nutzung unterliegen.

### 2.1 Lage

Der Trockenwald von Peru nimmt den größten Teil der Fläche zwischen der Nordküste und dem westlichen Hang der Andenkette ein: die sog. *zona premontana*. Der Trockenwald bildet ein Ökosystem, das sich von der Halbinsel Santa Elena in Ecuador bis zum Rio Chicama in Peru erstreckt, von 0°30'S bis 5°S (Brack et al., 2000). Administrativ gesehen liegt der Untersuchungsraum im Departamento Piura. Die nächst gelegene Stadt ist Sullana. Nur etwa 50 km vom Meer entfernt, lebt sie aber vor allem vom Handel mit Agrarprodukten aus den küstennahen Bewässerungsgebieten in den Schwemmlandebenen des Río Chira und Río Piura, und des Bewässerungsgebietes unterhalb des Reservorio de Poechos (erbaut in den 70er-Jahren).

Die *zona premontana*, ist dem Westrand der Andenkette vorgelagert, die hier in Nordperu niedriger ist als im Süden und nur selten Höhen von mehr als 4000 m erreicht (Abb.2). Die Andenkette bilden dort die Cerros de Amotape. Die Topographie dieser *zona premontana*

---

<sup>4</sup> Der Untersuchungsraum ist das Land mit dem Trockenwald mit seiner spezifischen Klimazone und seiner spezifischen Nutzung. Innerhalb dieses Untersuchungsraumes habe ich drei Arbeitsgebiete als Fallbeispiele exemplarisch vertiefend untersucht.

entstand im Tertiär durch gehobene Meeresebenen. Es bildeten sich die *tablazos*, breite Terrassen, mit Höhen zwischen 30 und 300 m. Das heutige Relief ist daher hügelig, zerschnitten von nicht perennierenden Flüssen.

Im Südosten, im Hinterland des Jagdgebietes El Angolo, erreicht die Küstenkordillere nur Höhen von 1.400 m. Das dortige Arbeitsgebiet liegt zwischen 400 und 600 m ü. N N; nördlich davon werden die Berge bis zur ecuadorianischen Grenze hin niedriger, wo sie nur noch Höhen von 100-200 m erreichen. In Las Lomas/Jaguay Negro liegt die durchschnittliche Höhe für das Arbeitsgebiet um 400 m.

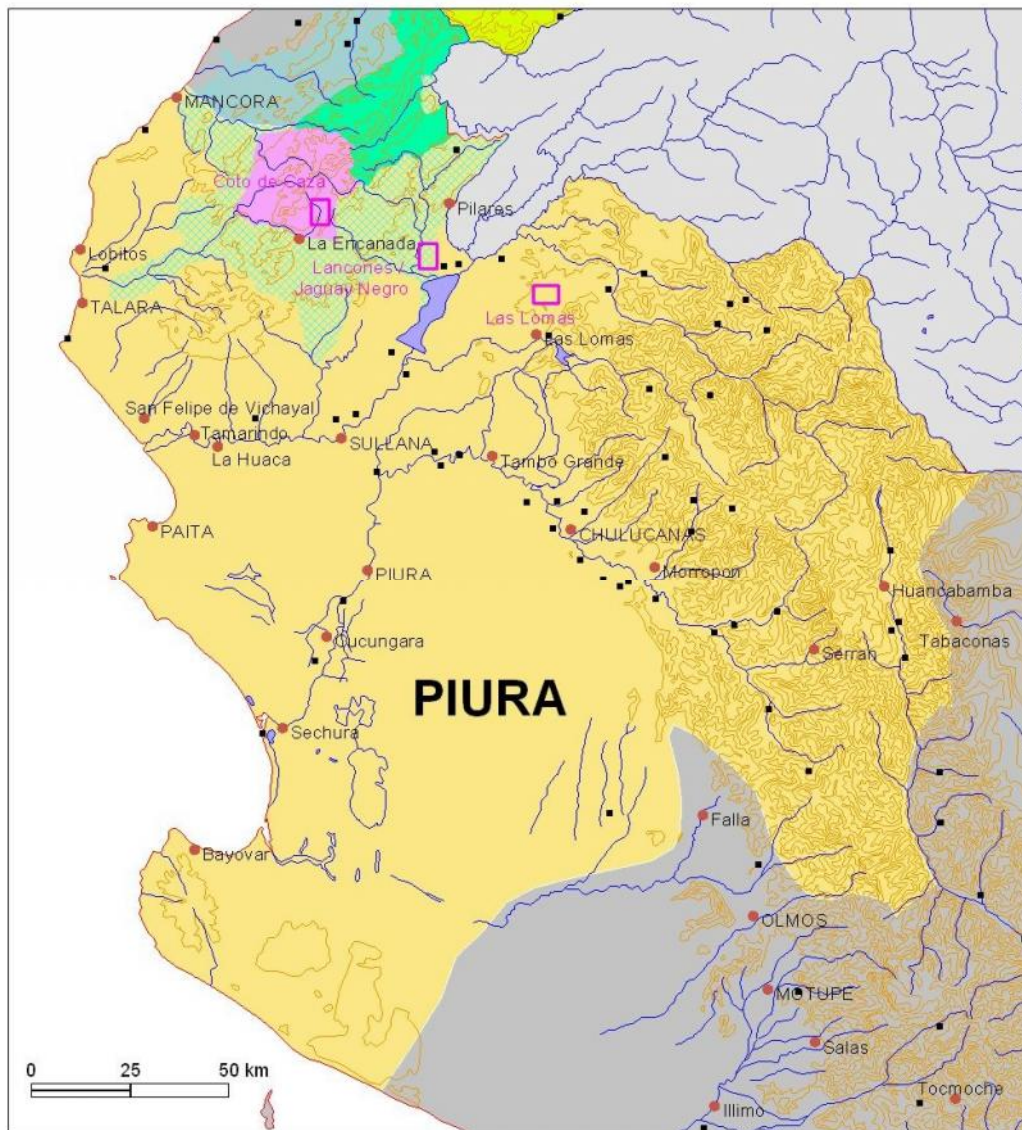
Abb.1: Lage des Departamento Piura in Peru

Quelle: Internet-Daten, bearbeitet von W. Straub



Abb.2: Departamento Piura, 1:1500.000

Quellen: Departamento Piura 1:500.000, IGM Lima 1971, NRO Pro Naturaleza: Reserva de la Biosfera del Noroeste, 1:1,5 mio, Lima 1997



Provincia Piura 1:1.500.000

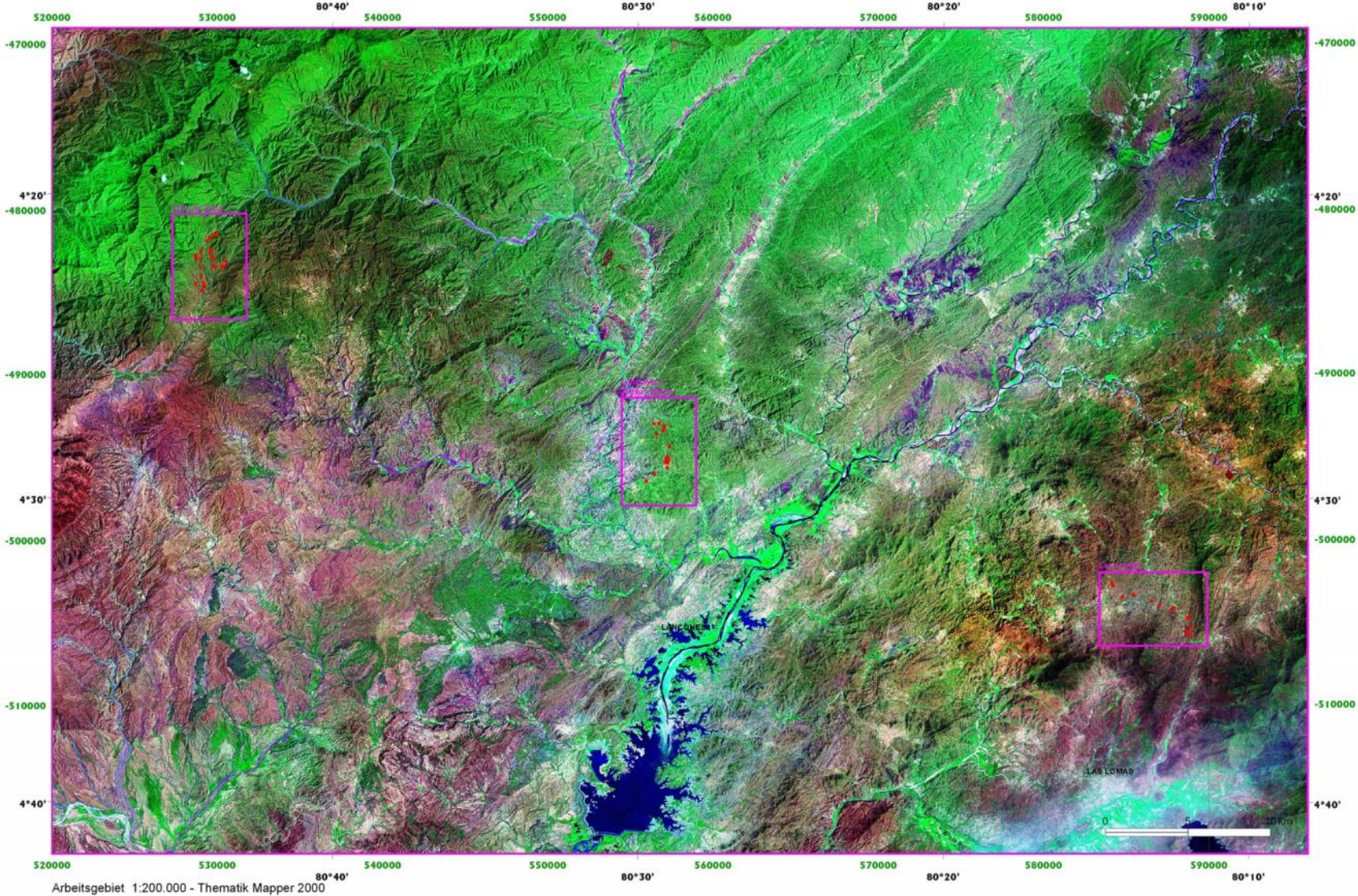
- PRO NATURALEZA**
- SN Los Manglares de Tumbes
  - Zona Reservada de Tumbes
  - Parque Nacional Cerros de Amotape
  - Coto de Caza El Angolo
  - Zona de transición

Abb. 3: Der Norden des Departamento Piura im Satellitenbild mit der Lage der Arbeitsgebiete Las Lomas und Jaguay Negro („normale“ Weideintensität) und Jagdgebiet El Angolo (Pufferzone des Biosphärenreservats, geringe Weideintensität), 1: 200.000;

*Aufnahme aus dem Jahre 2000, gegen Ende der Regenzeit (ca. März/April), d.h. zwei Jahre nach dem letzten El Niño Ereignis. Deutlich hebt sich die relativ geschlossene Vegetationsdecke im Schutzgebiet (hier mit einem Grün-Kolorit) ab gegenüber den intensiver genutzten Flächen weiter südlich (violette Färbung). Teilweise ist die unterschiedliche Färbung auch auf das verschiedene Ausgangsgestein zurückzuführen.*

Quelle: National Aeronautics and Space Administration, Earth Science Enterprise, TM 7 – Szenen-Mosaik, 14 x 14 m Pixel Auflösung.







## 2.2 Klima

Das *El Niño*-Phänomen ist einer der wichtigsten Klimafaktoren des Untersuchungsraumes. Der Grund für die Erscheinung des El Niño ist der zeitlich unregelmäßig auftretende Temperaturanstieg des küstennahen Pazifikwassers. *El Niño* kommt in den Jahren vor, in denen Geschwindigkeit und Temperatur des Humboldtstroms sinkt. Dies führt je nach Höhe des Temperaturanstiegs zu starken Regenfällen im Norden der peruanischen Küste. Das *El Niño*-Phänomen verursacht einen für das Gebiet typischen Wechsel von feuchten und trockenen Jahren. Es wiederholt sich alle 7-10 Jahre, dauert ca. 12 bis 18 Monate und hat Einfluss auf den Wind, die Luft- und die Meerestemperatur. Mit einem Anstieg der Wassertemperatur des Meeres um bis zu 10 °C geht eine Erhöhung der Niederschläge einher. Aufgrund der starken Regenfälle kann es damit zu Erosion und Bodendegradation kommen (Quispe, 1986). Nach diesen sehr feuchten Jahren folgen in der Regel sehr trockene Jahre. Zuletzt ist *El Niño* 1965, 1971-1972, 1982-83 und 1997 aufgetreten. Das Besondere des Trockenwaldes dieser Küstenzone ist es, sich auf diese langfristige Periodizität des Wechsels von trockenen und feuchten Jahren eingestellt zu haben.

Der peruanische Klimaforscher Seiner (2001: 5) hat durch Forschung von historischen Quellen (Seiner, 2001: 1-18) versucht, die El Niño Jahre der letzten 500 Jahre zu rekonstruieren. Dafür hat er zahlreiche historische Quellen berücksichtigt. In der Abb. 4 sind die 96 El Niño-Erscheinungen seit dem Jahr 1525 bis 2006 in der oben genante Folge dargestellt.

Nach diesen Daten wird deutlich, dass sich der zeitliche Abstand zwischen zwei El Niño Erscheinungen verkürzt. Als Erklärung wären vor allem zwei Hypothesen zu prüfen: entweder sind nicht alle El Niño Phänomene in den früheren Jahrhunderten erfasst, oder der globale Klimawandel trägt zur rezenten Verkürzung der Intervalle bei. Möglicherweise sind beide „Ursachen“ von Bedeutung.

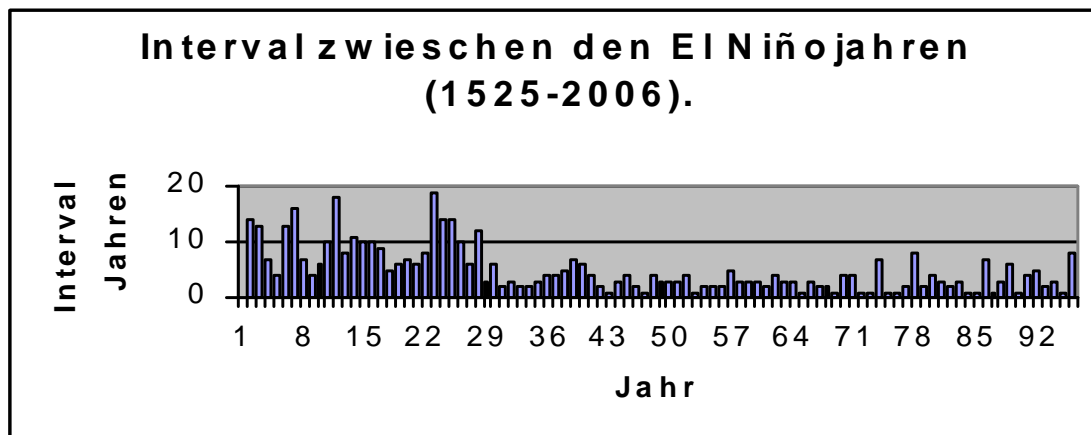


Abb. N°4 Interval zwischen den El Niño Jahren (1525-2006).

Folgende sind El Niño Jahren: 1525, 1539, 1552, 1567, 1574, 1578, 1607, 1614, 1618, 1624, 1636, 1652, 1660, 1671, 1681, 1687, 1696, 1701, 1707, 1714, 1720, 1728, 1747, 1761, 1775, 1785, 1791, 1803, 1806, 1812, 1814, 1817, 1819, 1821, 1824, 1828, 1832, 1837, 1844, 1850, 1854, 1856, 1857, 1860, 1864, 1866, 1867, 1871, 1874, 1877, 1880, 1884, 1885, 1887, 1889, 1891, 1896, 1899, 1902, 1905, 1907, 1911, 1914, 1917, 1918, 1921, 1923, 1925, 1926, 1930, 1931, 1932, 1939, 1940, 1941, 1943, 1951, 1953, 1957, 1958, 1960, 1963, 1964, 1965, 1972, 1973, 1976, 1982, 1983, 1987, 1991, 1992, 1994, 1997, 1998, 2006.

Quelle: Seiner, L. 2001. El fenomeno el niño en el Perú: reflexiones desde la historia. In Debate Agrario N°33

Kennzeichnend für das hiesige Ökosystem Trockenwald ist also eine lang anhaltende mehrjährige Dürreperiode (Weberbauer, 1930). Je nach Höhenstufe der Nord-Anden variieren die mittleren Jahresniederschläge zwischen 160 mm in den tieferen (Küstenbereich) und 1.000 mm in den höheren Lagen (500 mm). Dementsprechend zeigt sich ein deutlicher Gradient der mittleren Jahrestemperatur von bis zu 25 Grad Celsius in den tieferen bis ca. 17 Grad Celsius in den höheren Lagen (FAO 2000: 44-46). Der Regen fällt ausgeprägt saisonal in den Monaten Dezember bis März. In der Regenzeit steigt die Mittelwerttemperatur bis zu 35 Grad Celsius.

Für die meteorologische Station von Chilaco (Jaguay Negro) lag der niedrigste monatliche Regenwert zwischen 1989 und 1998 im Juli bei 0,1 mm und der höchste zwischen Februar und März mit 86,7 mm. Während des *El Niño* dagegen lag die niedrigste Niederschlagsmenge zwischen Juli und August bei 0,0 mm und die höchste im Januar bei 783,7 mm (ProNaturaleza, 2000). Das *El Niño* wird nach Norden stärker, so dass dort eine stärkere Abtragung des Bodens stattfindet und die oben erwähnten *tablazos* nicht mehr zu erkennen sind.

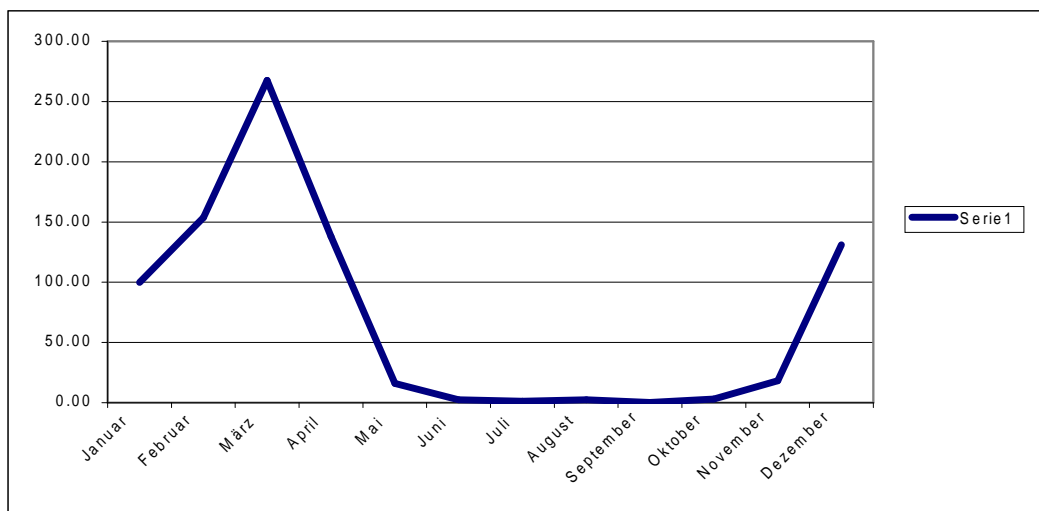


Abb. 5 Mittlere monatliche Niederschläge (mm) im Jagdgebiet El Angolo 1995-2002.

Quelle: CDC Universidad Nacional Agraria, La Molina o.J.

Im Arbeitsgebiet El Angolo schwanken die Niederschläge, nach der Meteorologischen Station Sauce Grande, im Zeitraum 1995 bis 2002 zwischen 21,4 mm/Jahr (in 1995) und 2338,3 mm/Jahr (in 1998). Wie aus Abb.5 ersichtlich, fallen die höchsten Niederschläge im März und die niedrigsten zwischen Juli und Oktober.

### 2.3 Geologie und Geomorphologie

Die wichtigsten Faktoren, die das Relief im Untersuchungsraum modelliert haben, sind Tektonik (Platten-Bewegung), Plutonismus und Erosion.

Mit der Heraushebung der Andenkette bildeten sich zwei parallele Becken, die die westliche Küste des südamerikanischen Kontinents kennzeichnen.

Der Untersuchungsraum gehört zu dem Lancones-Becken. Es ist durch eine Synklinale als Megastruktur charakterisiert, mit eigenen Störungen als Ausgangszone von Vulkanismus. Die Böden der Arbeitsgebiete sind daher vulkanischen Ursprungs: Jaguay Negro und Las Lomas gehören zu der geologischen Formation Volcánico Lancones, einige Parzellen in Las Lomas gehören zu der geologischen Formation Volcánico La Bocana und jene im Jagdgebiet El Angolo gehören zur Formation Jaguay Negro.

Der westliche Bereich des Untersuchungsraums ist während des Mesozoikums durch submarinen Vulkanismus entstanden. Das Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro ist relativ reich an Goldseifen, d.h. Ablagerungen in den Talauen, die dem vorhandenen magmatischen Ausgangsgestein entsprechen. So werden z.B. in Tambo Grande, vom Arbeitsgebiet Las Lomas ca. 20 Km entfernt, Pyrite mit einem niedrigen Gehalt an Gold, Kupfer, Blei und Zink abgebaut. Benachbart gibt es auch Schwerspat- (Baryt) Lagerstätten. Das Auftreten dieser Lagerstätten ist ein wichtiger Hinweis für die vermutete hohe Selenkonzentration im Boden, da Selen klassischerweise mit den genannten Erzen assoziiert wird.

Im Tambo-Grande-Becken kam es dann im Tertiär zur Ablagerung mächtiger Alluvionen, die heute die Formation Tambo Grande bilden. Sie prägt den Untergrund im Arbeitsgebiet Las Lomas, wobei die oberen Deckschichten in der jüngsten geologischen Vergangenheit erneut abgetragen wurden.

In diesem Gebiet liegen in den Talauen viele Goldhaltige Alluvionen, die seit der präkolumbianischen Zeit manuell gewonnen werden. Die Gold- und Silberhaltigen Sande sind typischerweise schwarz.

In der Kreidezeit war wahrscheinlich das Amotapegebirge als Insel von Meer umgeben. Die karbonatreichen Brekzien, die den Untergrund in El Angolo bilden, sind aus diesen marinen Sedimenten zusammengesetzt.

**Die Formation Volcánico Lancones** ist kreidezeitlichen Ursprungs. Sie gehört zu der geologischen Gruppe San Pedro. Der Boden besteht aus Vertisolen<sup>5</sup> auf Andesiten<sup>6</sup>, die im Arbeitsgebiet Las Lomas/ Jaguay Negro vorherrschend sind. Das Lancones-Becken ist nach Westen von marinen Sedimenten geprägt; hier finden wir Feldspat, Kalzite und schwarze Lodolite. Im Arbeitsgebiet Jaguay Negro finden wir Andesit, Sandstein und Lutite. In den Arbeitsgebieten Las Lomas und Jaguay Negro ist zu erwarten, dass der Selengehalt der Böden höher wird, weil Selen in Böden auf vulkanischem Ausgangsgestein in Verbindung mit Pyriten zu finden. Im Pyrit wird Selenit mit Sulfid gebunden (National Academy Press, 1980).

---

<sup>5</sup> Vertisol: Boden mit hohem Gehalt an Lehm; ändert mit Wasser das Volumen stark, und beim Trocknen bilden sich Risse.

<sup>6</sup> Andesit: Junges vulkanisches Gestein, das schwarz gefärbt ist. Besteht aus Feldspäten, Biotiten und Hornblenden, deren Komposition grundsätzlich aus Eisen und Aluminium besteht.

**Die geologische Formation Volcánico La Bocana**, wo einige Parzellen von Las Lomas liegen (Abb. 6), entstand in der mittleren Kreidezeit. Es handelt sich um umgelagerte marine, Andesit- und Karbonat-reiche Sedimente.

Die kretazische **Formación Jaguay Negro** bildet den Untergrund vom Jagdgebiet El Angolo. Sie besteht aus grauen Lodoliten<sup>7</sup>, sehr zersplittert und stark verwitternd, und Lutite<sup>8</sup> und ist kalziumkarbonat-haltig. Diese Lutite und schwarzen bis grünen Lodolite befinden sich in den oberen Bodenschichten, vermischt mit Quarz- und Kalksand (Tab. 9, 10 und 11). Im Jagdgebiet El Angolo dominieren Litosolen<sup>9</sup> mit hohem Gesteinsgehalt an den Hängen und mit hohem Sandgehalt in den Tal-Lagen (Fluvisol<sup>10</sup>), mit einer niedrigen Wasserhaltekapazität.

In der geologischen Karte ist zu sehen, dass beide Arbeitsgebiete jeweils einen anderen geologischen Ursprung haben. Die geologischen Eigenschaften des Bodens spiegeln sich in Bodeneigenschaften, pH, Kalkgehalt und Wasserdurchlässigkeit wider (siehe 2.4). Der geologischen Bestimmung der Arbeitsgebiete diente die amtliche geologische Karte 1:100.000 des IGM. (s. Abb. 6).

Abb. 6 Geologische Karte mit Lage der drei Arbeitsgebiete 1:200.000.

Ausschnitte aus den Blättern 39 (1987) u. 45 (1994) der Karte Geologica Nacional,

---

<sup>7</sup> Lodolite: ein hartes Sedimentgestein aus verfestigtem Ton und Lehm.

<sup>8</sup> Lutite: ein sehr weiches und plastisches Sedimentgestein, das aufgrund von einem hohen Gehalt an organischem Karbonat schwarz ist und oft Fossilien besitzt. Lutite sind aus Lehmaufgebaut, der mit dem Regen bzw. Trockenheit sein Volumen ändert und typische Risse bildet.

<sup>9</sup> Litosol: Oberflächiger Boden, der eine geringe Entwicklung aufweist.

<sup>10</sup> Fluvisol: Fluvisol: Junger Boden, der aus alluvialem Material gebildet ist.

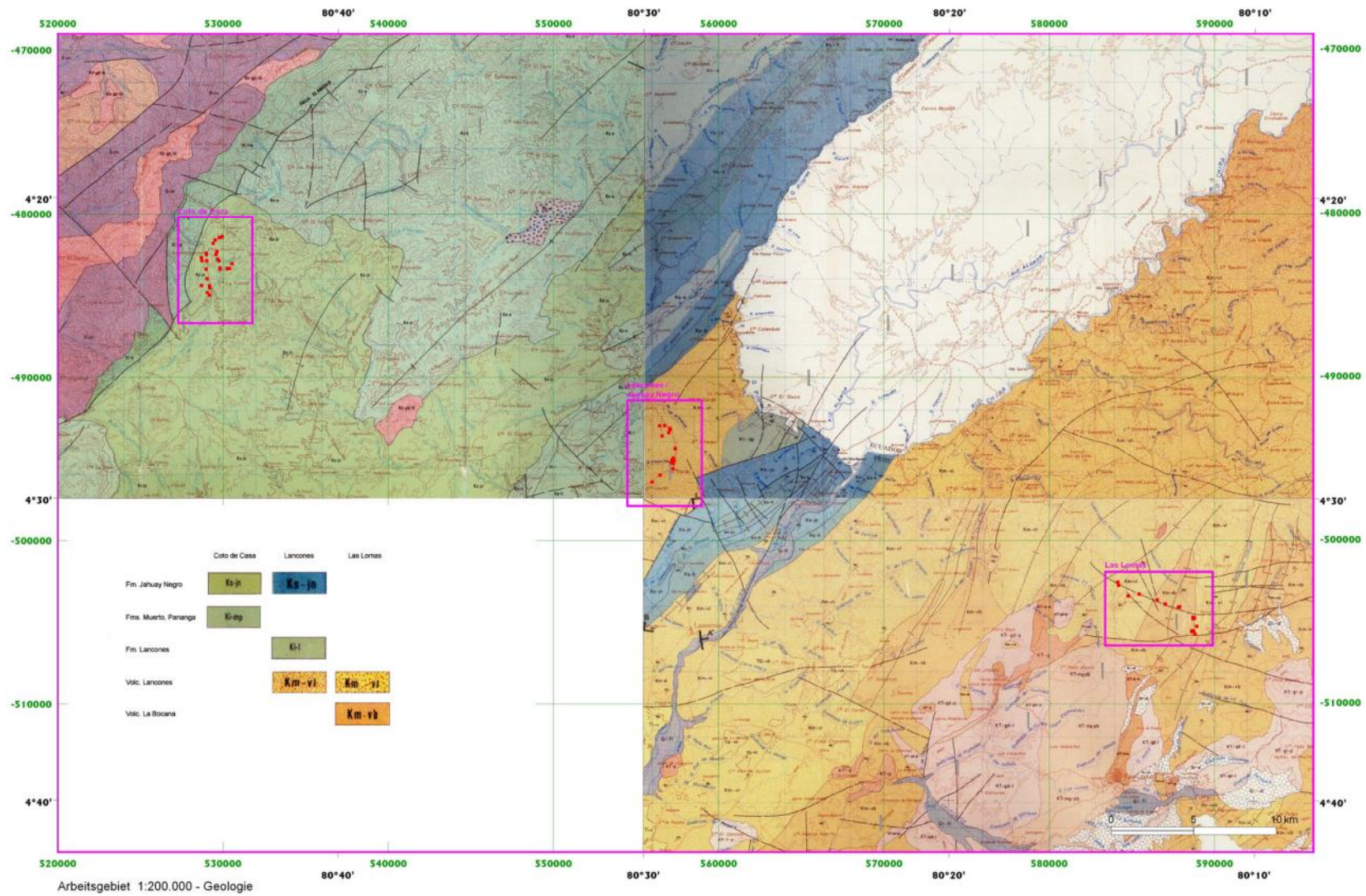


Abb. 6

## **2.4 Böden im Untersuchungsraum**

Nach der FAO – Systematik lassen sich im Untersuchungsraum folgende Böden unterscheiden:

Unter einer Trockenwald-Bestockung findet sich als häufigster Bodentyp ein tiefgründig verwitterter Vertisol. Die schwarzen bis roten Vertisole sind lehmig bis tonhaltig, reich an NaOH und NaCl (pH-Werte zwischen 8,0 und 8,5) und arm an organischer Substanz (CDC und UNALM 1992). Aufgrund des hohen Lehmgehaltes ändern die Böden zwischen Feucht- und Trockenzeit sehr stark ihr Volumen.

Daneben kommt auf vulkanischem Ausgangsgestein Yermosol vor, reich an Lehm, der in den oberen 10 cm kalkhaltig ist. Seltener sind auf Jaguay Negro Ausgangsgesteinen auch steinige und flachgründige Litosole, beide mit niedriger Wasserdurchlässigkeit. Kluftwasser bildet sich leicht bei steinigen Litosolen. Auf saisonalen Überschwemmungsflächen finden wir Solonchak (hohe Salinität), in den Flussniederungen stark basische eutric Regosole und gelegentlich auch stark basische eutric Cambisole.

In den Talauen und niedrigeren Beckenlagen befindet sich als Folge der Erosion eine 1 bis 4 m dicke Lehmschicht, die eine Breite zwischen 200 m und mehreren km erreichen kann.

In den Tabellen 9, 10 und 11 sind die Ergebnisse als Durchschnittswerte der Bodenanalyse der Arbeitsgebiete dargestellt.

### **Die Böden der Arbeitsgebiete**

Im Arbeitsgebiet Las Lomas und Jaguay Negro (Volcánico Lancones und Volcánico La Bocana) ist die Bodenstruktur geprägt von tonig- lehmigem Schluff bis lehmig-tonigem Sand, schluffigem Sand und schluffigem Lehm (ProNaturaleza, 2000). Die Wasserdurchlässigkeit ist entsprechend niedrig und der Bodenabtrag entsprechend stark, Die kleinen Bergrücken sind daher oft von Rillenerosion geprägt mit Einschnitten bis zu 50 cm.

Von Jaguay Negro nach Nordwesten erstrecken sich mächtige sandige, graue bis schwarze Böden, aufgebaut aus Lutiten und Andesiten. Im Unterboden befindet sich Sand aus Feldspat

und dunklen Lutiten. In Jaguay Negro findet man diese Zusammensetzung bis zu einer Tiefe von 200 m (Volcánico Lancones).

Nach Westen, zwischen La Bocana und Antiguo Lancones (s. Abb. 6), befindet sich Andesit als Ausgangsgestein, mit grau-grünen bis violettfarbigen Pyriten mit Calzit.

Im Arbeitsgebiet El Angolo sind zwei verschiedene Bodenarten zu finden: alluviale Böden in den Talauen und Böden an den Abhängen. Beide entstanden auf vulkanischem Gestein, haben kaum Steingehalt oder Konkretionen (Formación Jaguay Negro) und eine relativ niedrige Wasserhaltekapazität.

## **2.5 Desertifikation und Wasserhaushalt**

Die Desertifikation in Peru gefährdet 38% des Landes, ausgelöst durch Bevölkerungsverdichtung und Übernutzung der Vegetation. Die Desertifikation mit Dünenbildung ist auf einen schmalen Küstensaum beschränkt. Im Übrigen ist die Desertifikation im Tiefland und in den andinen Trockengebieten das Ergebnis von Wassererosion.

Bereits auf der Karte der UNCOD, Nairobi, von 1977, ist der Trockenwald von Peru als stark gefährdet gekennzeichnet.

### **Desertifikation**

Die Internationale Konferenz gegen die Desertifizierung (UNCOD, 1977) erklärte: *„Desertifikation bedeutet zunächst Vernichtung von Vegetation und Fauna, Böden und Wasservorräten im Gefolge übermäßiger oder ungeeigneter Landnutzung“* (Maydell et al., 1983, S.11). Nach dieser Definition kann Desertifikation in allen Klimaten vorkommen, allerdings sind Landflächen in ariden Klimaten besonders gefährdet.

Heutzutage ist die Desertifikation weltweit ein direktes Problem für mehr als 250 Millionen Menschen und indirekt für 750 Millionen Menschen (Williams und Balling, 1995, S.8). Fast 70% der nicht bewässerten Feldbauflächen zeigen Degradierungserscheinungen (PNUMA, 1992a nach Williams und Balling, 1995).



Die Degradierungsprozesse in Lateinamerika beeinträchtigen über 600 Millionen Hektar. Durch Desertifikation beeinträchtigte Gebiete befinden sich vor allem im Grenzbereich zwischen den Wüsten und den feuchteren Gebieten, wo Regenfeldbau möglich ist. Im Rahmen der Desertifikation kommt es zum Ersatz des Waldes durch Sekundärsavannen oder Brachland, Salzkrustenbildung in den oberen Bodenschichten und zur Verringerung der Artenvielfalt und der Biomasse der trockenen Ökosysteme. Abholzung, Weidenutzung und der Feldbau auf nicht geeigneten Standorten sind die wichtigsten Gründe für die Desertifikation. Für das Departamento Piura ermittelte sie eine jährliche Abholzung von 14,800 ha, von denen ca. 9000 ha für Brennholz gefällt werden (Cuba 1998: 48). In Piura kommt die Desertifikation dort vor, wo die Bevölkerungskonzentration zu einer Überforderung des ökologischen Potentials führt und die Niederschläge noch Regenfeldbau erlauben. In Tumbes ist die kommerzielle Holzextraktion durch große Firmen der Hauptgrund der Waldzerstörung.

Auf den Brachen oder in den sekundären Savannen kommt es zur Zunahme der nicht fressbaren Pflanzen in der natürlichen Vegetation als Folge der Überweidung (Mensching, 1990, S.16). Bei den Gräsern nimmt der Anteil der mehrjährigen Arten zugunsten der einjährigen ab (Mensching, 1990, S.16). Diese allgemeine Erkenntnis hat sich für Piura bestätigt (s. 6.2).

Wie ein solcher Prozess im Untersuchungsraum abläuft, wird im Kapitel 6 (Vegetationsanalyse) im Einzelnen vorgestellt. In der Trockenzeit werden absichtlich Brände ausgelöst, die die Pflanzenkeimung stimulieren sollen. Die Nährstoffe, die im Pflanzenmaterial vorhanden sind, werden durch die Brände als Asche verfügbar.

Die Tierhaltung führt neben der starken Beweidung Probleme der „*Quemas*“: In der Trockenzeit wird die Bodenvegetation (v.a. Gräser) verbrannt, um die Regeneration der Vegetation zu fördern. Diese anthropogenen Brände führen nicht nur zur Erschöpfung der Gräserregeneration, sondern auch zu einer Beschädigung bzw. Zerstörung des Baumbestandes. Ursprünglich sind die *Quemas* in diesem Gebiet ein Teil des natürlichen Regenerationsprozesses des Ökosystemes. Die Kraut- und Buschbestände, aufgrund ihres Gehalts an brennbaren Stoffen wie Alkoholen und Ölen, werden dadurch stark beeinträchtigt. Weil der Regen in diesem Gebiet nicht ausreicht, um das organische Material zu zersetzen

und die Nährstoffe freizulegen, wird diese Funktion durch die Quemadas übernommen. Bei zu häufigen anthropogenen Bränden geht dieses Gleichgewicht selbstverständlich verloren.

Die hohe Weideintensität bringt i.d.R. Bodenverdichtung mit sich, die wiederum zu einem stärkeren oberflächlichen Wasserabfluss beiträgt. „Erosionsschutzmaßnahmen wirken dem Oberflächenwasserabfluss entgegen,... fördern... die Wasserinfiltration und dadurch die Grundwasserneubildung“ (Formiga, 2003,101).

Durch den Feldbau wird der Boden aufgelockert und die tieferen Schichten des Profils gelangen an die Oberfläche (Mensching, 1990, S.26). Wenn es zu Niederschlagsereignissen kommt, kann das Lockermaterial leichter abgetragen werden. Dadurch wird der Feldbau im Folgezeitraum erschwert, die lokale Bevölkerung verarmt weiter, sie muss zum Überleben mehr Flächen nutzen und beschleunigt dadurch die Desertifikation.

Die mehr oder weniger intensive Landnutzung im Bereich der Trockenwälder durch Beweidung und Abholzung hat v.a. in den Gebieten von El Chaylo, Jaguay Negro (Lancones) und El Angolo (Marcavelica) zu einer sehr starken Bodendegradation geführt, was in einer späteren Phase zur Desertifikation führen kann. Eine wesentliche Ursache hierfür ist die Beweidung durch Ziegen. Die Ziegen wurden vor ca. 500 Jahren von den Spaniern in Südamerika eingeführt. Die Tiere streifen zur Nahrungssuche frei durch das Gelände. Vor allem in der Trockenzeit, in der nicht viele frische Pflanzen zur Verfügung stehen, hat dies erhebliche Auswirkungen auf die Vegetation.

Erosion bzw. Degradation der Ökosysteme wird auch stark durch die Holznutzung vorangetrieben. Beispielsweise werden im Departement Piura jährlich ca. 9.326 ha abgeholzt (Cuba 1998, 48). Das Holz wird von den Einheimischen als Brennholz zur Nahrungszubereitung und als Bauholz genutzt. Die als Brennholz genutzten Arten sind *Prosopis pallida*, *Caesalpinia paipai*, *Loxopterygium huasango*, *Cordia lutea* und *Coccoloba ruiziana* (ProNaturaleza, 2000, 125). Die wichtigsten holzliefernden Bäume sind *Caesalpinia paipai*, *Cordia lutea* und *Loxopterygium huasango*. In Gebieten, in denen der Baumbestand dichter ist (Vegetationstyp „Dichter Trockenwald“ - *bosque seco denso*), wird der Wald häufig von Kleinunternehmen abgeholzt um das Holz als Brennholz oder für die Herstellung von Fußböden zu verkaufen. Für Letzteres spielen Arten wie *Loxopterygium huasango*, *Tabebuia billbergii*, *Tabebuia chrysantha* und *Ziziphus thyrsoiflora* eine wesentliche Rolle.

Die Liste der geschützten Pflanzen ist nicht aktualisiert. Nach den Regelungen des Nationalen Instituts für Naturressourcen (INRENA) gehören *Prosopis pallida*, *Bursera graveolens* und *Capparis scabrida* in die Kategorie der gefährdeten Pflanzen. *Loxopterygium huasango*, *Tabebuia billbergii* und *Tabebuia chrysantha* gehören sogar zu den vom Aussterben bedrohten Pflanzen.

Vormals war die Nachhaltigkeit dieser Holznutzung dem Zufall überlassen, da die Regeneration des Waldes z.B. durch Wiederaufforstung nicht gezielt gefördert wurde. Die Holznutzung im Trockenwald war bis 1994 verboten. Geplant war, dass das Verbot bis 2008 in Kraft bleiben soll. Die Genehmigungen werden jedoch häufig gefälscht und die Kontrolleure hintergangen oder es fließen Schmiergeldern (Ascue und Rodriguez, 2005). Die Höhe des Strafgeldes liegt weit unter der des Gewinns (ungefähr ein Drittel), der eine Lastwagenladung einbringt. Das Holz wird für die Herstellung von Holzkohle und Backsteinen gebraucht.

Heute ist die Holznutzung im Trockenwald bei bestimmten Auflagen wieder erlaubt, d.h. wenn eine nachhaltige Nutzung nachgewiesen werden kann. Allerdings fehlen entsprechende Grundlagendaten, die eine nachhaltige Nutzung unterstützen würden, wie z.B. eine forstliche Standortkartierung. Bisher liegt nur eine Waldkartierung vor, die die Hauptwaldtypen differenziert (s.o.) und Nutzungsvorgaben unterbreitet (INRENA 1998). Dementsprechend kann im „dichten Trockenwald“ (*bosque seco denso*), im „halbdichten Trockenwald“ (*bosque semi denso*) und im „Trockenwald der Hügel“ (*bosque seco de colina*) Holz eingeschlagen werden, während im „lichten Trockenwald der Ebene“ (*bosque seco ralo de llanura*), im „savannenartigen Trockenwald“ (*chaparral*) und im Buschwald (*matorral*) das Holz nur für den Eigenbedarf genutzt werden darf (Morizaki 1998). Gemäß gesetzlicher Vorgaben (Gesetz 26258) kann nur das „überreife“ oder „abgestorbene“ Holz für den Haushalt genutzt werden. Die Abholzung von *Prosopis*-Bäumen ist per Gesetz verboten. Dieses Gesetz wurde modifiziert (Gesetz 27308), so dass die Holznutzung und Abholzung mit einer Nutzungsplanung des Waldholzes erlaubt ist.

Indikatoren der Desertifikation sind nach Mensching, (1990, 15):

- Degradierung der Pflanzendecke (vegetative Indikatoren, s. Kap. 6)

- Veränderung des Wasserhaushalts (hydrologische Indikatoren z.B. Verschärfung der Abflußspitzen, Verminderung der Grundwasserneubildung)
- Degradierung des Bodens (pedologische Indikatoren, z.B. der Rückgang der Nährstoffe im Boden (6.2.2) und die Verschlechterung des Bodengefüges) und
- Veränderungen der morphologischen Prozesse (morphodynamische Indikatoren wie z.B. die Herausbildung eines spezifischen Mikroreliefs, s. Kap. 7).

Um den Desertifikationsgrad festzustellen, ist der Vergleich zwischen Landschaftsarealen mit und ohne anthropogene Eingriffe unter gleichen ökologischen Bedingungen anzustellen (Mensching, 1990, 15). Es galt bei meiner Untersuchung also, Waldflächen mit starkem Nutzungsdruck auszuwählen, die anderen Waldflächen mit geringer Nutzungsintensität gegenüber zu stellen waren (s. 4.).

Die Desertifikation stellt für wasserbauliche Projekte wie z.B. den Bau von Staudämmen ein besonderes Problem dar, weil sie zur schnellen Verkleinerung des Stauvolumens beitragen kann. Im Untersuchungsraum liegen z.B. zwei Staudämme, die großem finanziellen Aufwand in den 50er- und 70er-Jahren gebaut worden waren, um Bewässerungsfeldbau flussabwärts zu gewährleisten. Der Wasserschutz durch die Erhaltung der natürlichen Vegetation vermindert das Risiko der Desertifikation (Formiga, 2003, 31). Deshalb ist der Anbau von Pflanzen mit geringen Boden- und Wasseransprüchen und mit bodenverbessernden Eigenschaften und niedriger Krankheits- und Schädlingsanfälligkeit besonders wichtig (Formiga, 2003, 39). Zweckmäßig sind daher alle bäuerlichen oder forstwirtschaftlichen Maßnahmen zur Erhaltung und Regenerierung der Vegetationsdecke. In Nordperu, wie überhaupt im Lande, wird diese Thematik noch nicht systematisch in der Forschung und land- und forstwirtschaftlichen Praxis verfolgt.

Neben der Waldabholzung kommt es zu Ausdehnung der Bewässerungslandwirtschaft, was auf die Versalzung des Bodens direkten Einfluss hat. Auch im Untersuchungsraum mussten seit Ausdehnung des Bewässerungsfeldbaus für Reis in den 50er-Jahren versalzten Flächen wieder aufgegeben werden. Ihre Aufforstung war bisher nicht möglich.

## **Wasserhaushalt**

Kennzeichnend für jedes Trockenwald-Ökosystem sind eine oder mehrere lang anhaltende Dürreperioden im Jahresverlauf. Je nach Höhenstufe variieren in der Vorbergzone der Nordanden die mittleren Jahresniederschläge zwischen 160 mm in den tieferen (Küstenbereich) und 1000 mm in den höheren Lagen (500 m ü. N N).

Der Untersuchungsraum erhält seinen Zufluss von andinem Oberflächenwasser, vor allem von den Flüssen Chira und Piura. Der Chira bildet sich im Hochgebirge von Ecuador (Catamayo-Becken, Provinz von Loja). Der Fluss wird von Regenwasser gespeist. Deshalb ändert sich das Wasservolumen des Flusses stark je nach der Jahreszeit, in Abhängigkeit vom pluvialen Niederschlag. Die maximalen Mengen konzentrieren sich auf die Regenmonate Januar bis April. In der Provinz von Sullana (Jaguay Negro) und im Jagdgebiet El Angolo befinden sich viele Schluchten (*Quebrada*), durch die nur während der Regenzeit Wasser fließt.

Die Anomalie des *bosque seco* im Untersuchungsraum ergibt sich aus der Überlagerung der jahreszeitlichen Schwankung des Wasserangebots durch die vom El Niño-Phänomen ausgelöste mehrjährige Variabilität. Mit einem Anstieg der Meerwassertemperatur um bis zu 10 °C geht eine entsprechende Erhöhung der Niederschläge einher. Damit variiert die Erosion erheblich, aber auch die Ausdehnung der Feldbauflächen und die des Trockenwaldes selbst. Im Arbeitsgebiet bleiben die Dörfer durch Wasser isoliert. Im Jahr 1983, in dem ein starkes El Niño-Phänomen auftrat, wurde für Nord-Peru eine Ausdehnung der Waldfläche von ca. 1,1 Millionen Hektar des Waldes angegeben (Morizaki 1996: 6). Diese neue Grünfläche kann eigentlich noch nicht als Wald bezeichnet werden. Weil sie größtenteils aus Sämlingen von Bäumen besteht, verkleinert sie sich stark in den darauf folgenden Trockenjahren. Nur ein relativ kleiner Teil dieser Fläche etabliert sich als Wald. Die El Niño-spezifische Bodenerosion ist vor allem dort zu beobachten, wo durch eine hohe Abholzung der Wald zerstört wird. Die Verantwortung hierfür liegt nicht nur bei der schnell anwachsenden lokalen Bevölkerung, sondern auch bei den ortsfremden Holzhändlern.

Die Bildung von periodischen Bächen wird – wie gesagt – durch die Desertifikation begünstigt. (Mensching, 1990: 22). Diese Tendenz wird im Untersuchungsraum verstärkt durch die Tatsache, dass die Böden hier lehmig/tonig sind, zudem im Jagdgebiet El Angolo flachgründig. Die Evapotranspirationsbarriere verzögert die Infiltration des

Niederschlagswassers in den Boden, da ein Teil der Poren mit Luft gefüllt ist und sich erst langsam mit Wasser füllen kann (Mensching, 1990: 24-25).

Im Untersuchungsraum ist der Grundwasserspiegel in Abhängigkeit vom Relief variierend meist sehr tief. Doch können auch während längerer Trockenzeiten die Gehölze des Trockenwaldes aufgrund ihrer langen Wurzeln diese Feuchtigkeit ausnutzen. Die El Niño-Jahre sind sehr wichtig, um den Grundwasserspiegel wieder anzuheben. Diese Regenerationskapazität wurde allerdings in bestimmten Teilen des Arbeitsgebietes Las Lomas/Jaguay Negro durch die Errichtung der Staudämme Poechos (fertig gestellt in den 70er-Jahren) und San Lorenzo (fertig gestellt 1959) eingeschränkt. Im Untersuchungsraum, heute auch noch im Arbeitsgebiet Jaguay Negro, bilden die Talauen traditionell Oasen, die örtlich „*Jaguay*“ genannt werden. Sie sind die einzigen Lokalitäten an welchen für die Gehölze auch während der Trockenzeit Grundwasser erreichbar ist. Im allgemeinen werden die *Jaguay* aber kontinuierlich als Standorte des Bewässerungsfeldbaus genutzt, weshalb die ursprüngliche Waldvegetation hier bereits vor Jahrhunderten verschwinden musste.

Der nord-peruanische Trockenwald scheint also unter dem Einfluss zweier verschiedener Prozesse zu stehen. Einerseits vergrößert er sich regelmäßig infolge des El Niño-Phänomens, andererseits ist er infolge natürlicher und anthropozogener Ursachen ständig der Desertifikation ausgesetzt. Die Waldfläche, die sich durch El Niño vergrößern konnte, geht in den darauf folgenden trockenen Jahren zurück. Erst wenn der Grundwasserspiegel sich auf einer bestimmten Tiefe stabilisiert, kann sich eine Waldentwicklung mit dauerhafter Pflanzenszusammensetzung einstellen. Bleibt aber der Abholzungs- und Beweidungsdruck bestehen, so droht in den trockenen Jahren eine substantielle Ausdehnung der vegetationslosen Flächen als Endstadium von Desertifikation.

Der in den siebziger Jahren gebaute Staudamm von Poechos, der für die Bewässerung der angrenzenden Anbaugelände genutzt wird, hat den Grundwasserspiegel in der Talau flussabwärts stark abgesenkt. Heutzutage ist das Grundwasser in der Regel nur noch in einer Tiefe unter 15 m zu finden (Cuba 1998), was die Waldregeneration sehr erschwert. In El Niño-Jahren kann der Grundwasserspiegel allerdings deutlich ansteigen. Bis heute gibt es keine ständigen Grundwasserpegel.

## 2.6 Naturschutzaspekte

Große Teile des Trockenwaldes in den Nordanden wurden unter Naturschutz gestellt. Von den insgesamt 231.402 ha Trockenwald im Biosphärenreservat *Reserva de la Biosfera del Noroeste (RBNO)* (INRENA 2001; s. Abb. 7) liegen 140.102 ha im Nationalpark Cerros de Amotape und 10.280 sind als Jagdgebiet El Angolo ausgewiesen (Sabogal, Zerbe 2004: 131).

Das Biosphärenreservat ist als ein Gebiet mit einer hohen Anzahl an Endemiten<sup>11</sup> (Bsp. *Penelope albipennis*) bekannt. Von den 6.300 Gefäßpflanzenarten, die hier auftreten, haben 1.200 ein endemisches Vorkommen. Viele von diesen Endemiten treten nur ganz lokal in bestimmten Gebieten des Biosphärenreservates auf. Zudem sind 388 Vogel-, 63 Säugetier-, 28 Amphibien- und 44 Reptilienarten zu finden. Einige der Säugetiere sind vom Aussterben bedroht, wie z.B. der Coto-Affe von Tumbes (*Alouatta palliata*), die Nutria des Nordwestens (Nutria del Noroeste, *Lutra lonsicaudis*), die Wildkatze (*Leopardus pardalis*) und der Brillenbär (*Tremarctus ornatus*) (INRENA 2001). Unter den stark gefährdeten Pflanzenarten finden sich z.B. Hualtaco (*Loxopterygium huasango*) und Guayacán (*Tabebuia billbergii* subsp. *ampla*).

Nach dem **Strategieplan** des Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA, 2001), der das offizielle Konzept für die Erhaltung und die nachhaltige Entwicklung des Naturschutzgebietes bildet, werden für die einzelnen Schutzzonen folgende Vorgaben gemacht (INRENA, 2001, Sabogal und Zerbe, 2004: 131, 132):

### **Kernzone**

In der Kernzone besteht für die Ökosysteme absoluter Schutzvorrang. Zu diesem Gebiet gehört der Amotape-Nationalpark („Parque Nacional Cerros de Amotape“) mit 91.300 ha. Nur Forschung und Schutzmaßnahmen sind hier erlaubt. Erstaunlicherweise ist im strategischen Plan von INRENA, 2001 jedoch eine touristische Nutzung vorgesehen.

### **Pufferzone**

Die Pufferzone umfasst ca. 1'286,776 ha. (INRENA, 2001, s. Abb. 7). In dieser Zone steht eine nachhaltige Naturnutzung im Vordergrund. Sowohl Obstpflanzen (Bsp. Zitronen und

---

<sup>11</sup> Endemiten: nach Frey und Löscher, 2004, S. 12: „räumlich nur eng begrenzt vorkommende Arten“

Bananenpflanze) und Gemüse (Zwiebel oder Mais) als auch Gehölze für die Forstwirtschaft (Bsp. *Prosopis pallida*) können hier angebaut werden. Die Ziegenhaltung mit Weidegang ist zugelassen. In der Pufferzone befindet sich das Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro (Abb.3).

In dieser Zone stellt die landwirtschaftliche Nutzung mit dem Ziel der Integration von Nutzung und Naturschutz die zentrale Entwicklungsperspektive dar.

### **Ökoton**

Zu dieser Zone gehört das Jagdgebiet "El Angolo", wo nur Jagd unter Kontrolle erlaubt ist, sowie der Tumbes-Wald (Zona Reservada de Tumbes). Hier sind Forstwirtschaft und Jagd wichtigste Einkommensquellen. Das Jagdgebiet gehört dem Staat und wird privat bewirtschaftet. Die heutigen Trockenwälder des Jagdgebiets haben sich in den letzten 30 Jahren, nach der Gründung des Biosphärenreservats, regeneriert. Früher gehörte das Jagdgebiet zu einer Hazienda, für die Rinderhaltung. Beide Gebiete umfassen zusammen 10.280 ha.

Obwohl rechtlich eine klare Festlegung der Schutzzonen mit entsprechenden Nutzungsvorgaben besteht, sind die dort gesetzten Naturschutzziele bisher nur in Ansätzen erreicht. Dies liegt im Wesentlichen an der fortschreitenden unkontrollierten Nutzung, aber auch an der fehlenden Information der Einheimischen bzw. einer regelmäßigen Nutzungskontrolle und Überwachung.

Die lokale Bevölkerung benutzt das Biosphärenreservat je nach Jahreszeit unterschiedlich. Während der Trockenzeit wandern die Menschen zum Mangrowenwald, um Meeresfrüchte zu sammeln. In der Zwischensaison benutzen sie die Zona Reservada de Tumbes, um sich Holz zu beschaffen. Während der Regenzeit wird Feldbau und Ziegenhaltung in der Pufferzone betrieben. Ein Hauptproblem stellt die Beweidung dar. Das Vieh befindet sich in der Regenzeit in der Kernzone und in der Trockenzeit in der Zona Reservada de Tumbes. Eine Regulierung der Viehbestände in Anpassung an die empfindlichen Ökosysteme findet bisher nicht in ausreichendem Maße statt.



Das Projekt Algarrobo (1993) sah Aufforstungsmaßnahmen u. a. mit einheimischen Gehölzarten in den degradierten Gebieten vor, wo die Vegetation savannenartig (Chaparral) stark aufgelichtet ist.

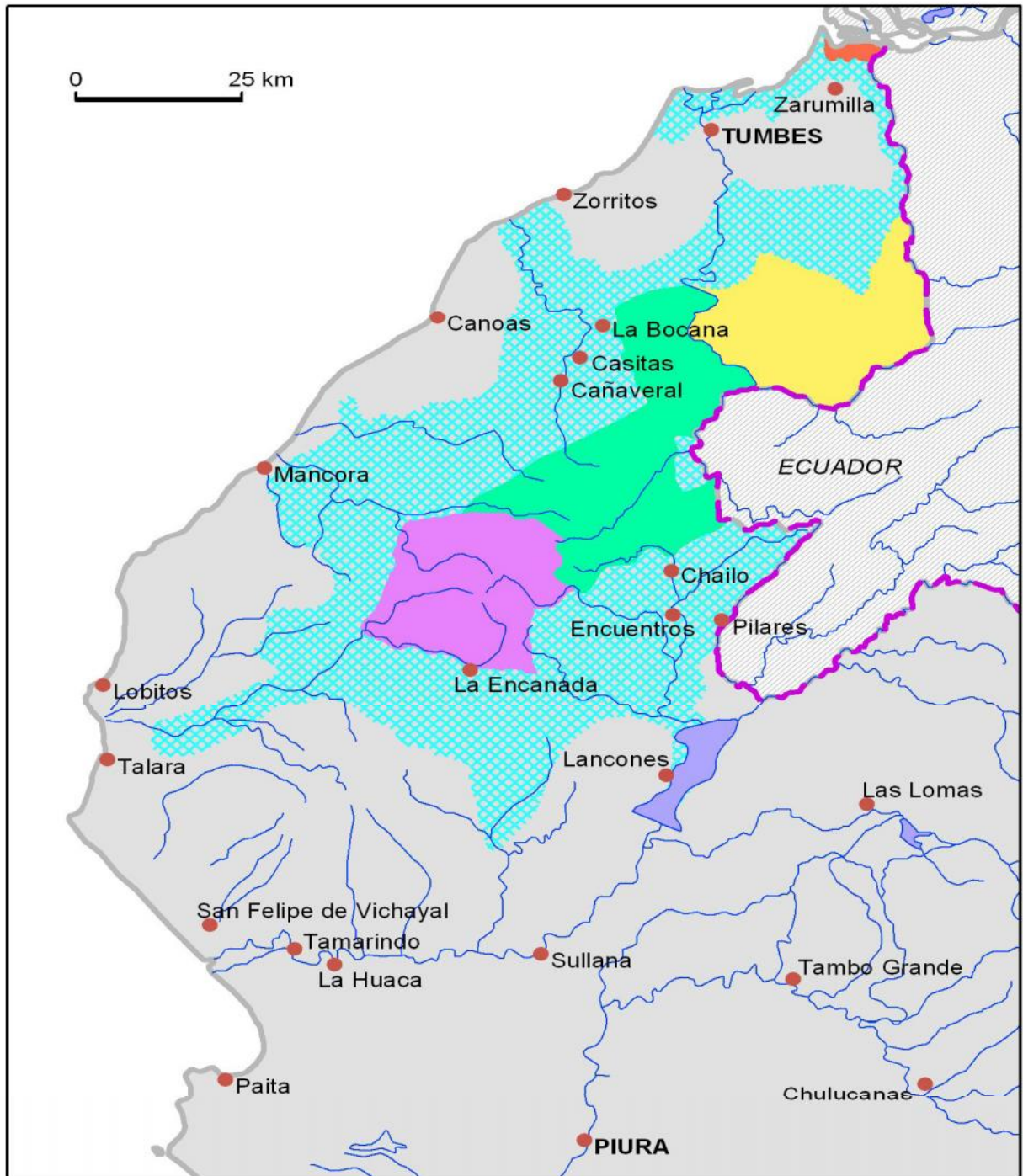
Eines der wichtigsten Ziele wird in Zukunft die Integration von Naturschutz und Nutzung sein, um die weitere Zerstörung des Ökosystems Trockenwald zu verhindern und gleichzeitig eine Verbesserung der wirtschaftlichen Lage der Bevölkerung zu erreichen.

Abb.7: Übersichtskarte zum Biosphärenreservat *Reserva de la Biosfera del Noroeste (RBNO)*  
1: 200.000

Quelle: ProNaturaleza, 2000. Verarbeitet von Lab. Teledetección aplicada, FCF-UNALM. und W. Straub.






Abb.7

### BIOSPHERENRESERVAT / PRO NATURALEZA



Elaborado por Lab. Teledetección Aplicada, FCF - UNALM Fecha act. 1997

#### BIOSPHERENRESERVAT - PRO NATURALEZA

-  SN Los Manglares de Tumbes
-  Zona Reservada de Tumbes
-  Nationalpark Cerros de Amotape
-  Jagdgebiet El Angolo
-  Bafferzone

### 3.0 Gegenwärtiger Stand der Forschung (Literaturübersicht)

#### 3.1 Flora und Vegetation

Der Trockenwald wird von verschiedenen Autoren je nach Vegetation und geographischen Eigenschaften unterschiedlich unterteilt (Tab. 1). Oft besitzen die gleichen Waldtypen verschiedene Namen.

Nach der Vegetationskarte von Südamerika (Hueck und Seibert, 1981) werden die Trockenwälder Südamerikas in 12 verschiedene Einheiten eingeteilt. Der Trockenwald der peruanischen Küste gehört nach diesen Autoren zum andinen Trockenwald des nördlichen Chile und Perus. Das untersuchte Gebiet gehört nach diesen Autoren zu den Trockenwald- und Sukkulenten-Formationen des pazifischen Gebietes. Die Fauna und Flora haben eine enge Beziehung sowohl zum tropischen Regenwald wie zur Wüste.

Der Vegetation nach werden 4 Klimazonen unterschieden:

1. Das Klima des tropischen Dornhügelwaldes (Monte espinoso tropical), mit einem Jahresmittel der Temperatur von 24°C (ONERN, 1992), einer mittleren jährlichen Schwankung von 7°C und 500 mm Jahresniederschlag.
2. Das Klima des sehr trockenen Tropenwaldes (Bosque muy seco tropical) mit gleichen Durchschnittstemperaturen und 800 mm Jahresniederschlag.
3. Das Klima des tropischen Trockenwaldes der Vorbergzone (Bosque seco premontano tropical), das ein Temperaturjahresmittel von 25°C mit einer mittleren jährlichen Schwankung von 20 und 1000 mm Niederschlag aufweist.
4. Der tropische Trockenwald (Bosque seco tropical) mit gleichen Durchschnittstemperaturen und 1500 mm Jahresniederschlag.

Der Trockenwald, der unter 2000 m ü. N N liegt, findet sich an der Grenze zwischen Ecuador und Peru. Der Untersuchungsraum liegt zwischen 200 und 700 m ü. N N. Es wurde nach der Physiognomie und der floristischen Zusammensetzung von Best und Kessler (1995) in 10 Kategorien geteilt (Tab. 1). Diese Klassifizierung richtet sich grundsätzlich nach dem Niederschlag bzw. der Trockenheit des Gebietes. Nach diesen Autoren sind im Der Untersuchungsraum nur drei dieser 10 Waldtypen zu finden:

1. Der **tropische laubabwerfende Dornwald und der Akazien- Dornwald** (Bosque espinoso tropical principalmente decícuo y bosque espinoso de Acasia); wird durch die starke saisonale Präsenz von Gramineen gekennzeichnet. Die Höhe der Vegetation erreicht hier zwischen 5 und 10 m.
2. Der **laubabwerfende Wald, der durch *Ceiba trichistandra* gekennzeichnet ist** (Bosque decícuo dominado principalmente por *Ceiba trichistandra*), erfährt jährlich eine lange Trockenperiode. Hier ist auch die Präsenz von *Mimosa acantholoba* charakteristisch.
3. Der **Buschwald, Dornwald und Wald zwischen Bergen, der ganz oder teilweise aus Laubbäumen besteht** (Matorral, bosque espinoso y bosque intermontano decícuo a semidecícuo). Wird stark durch die Einwohner benutzt. Die dominierenden Baumarten sind hier *Acacia* und *Croton*.



Abb. 8 Parzellenverteilung in den drei Arbeitsgebieten (Topographie) 1:200.000

Quelle: Departamento de Piura 1:500.000 IGM Lima 1971, verarbeitet von W. Straub

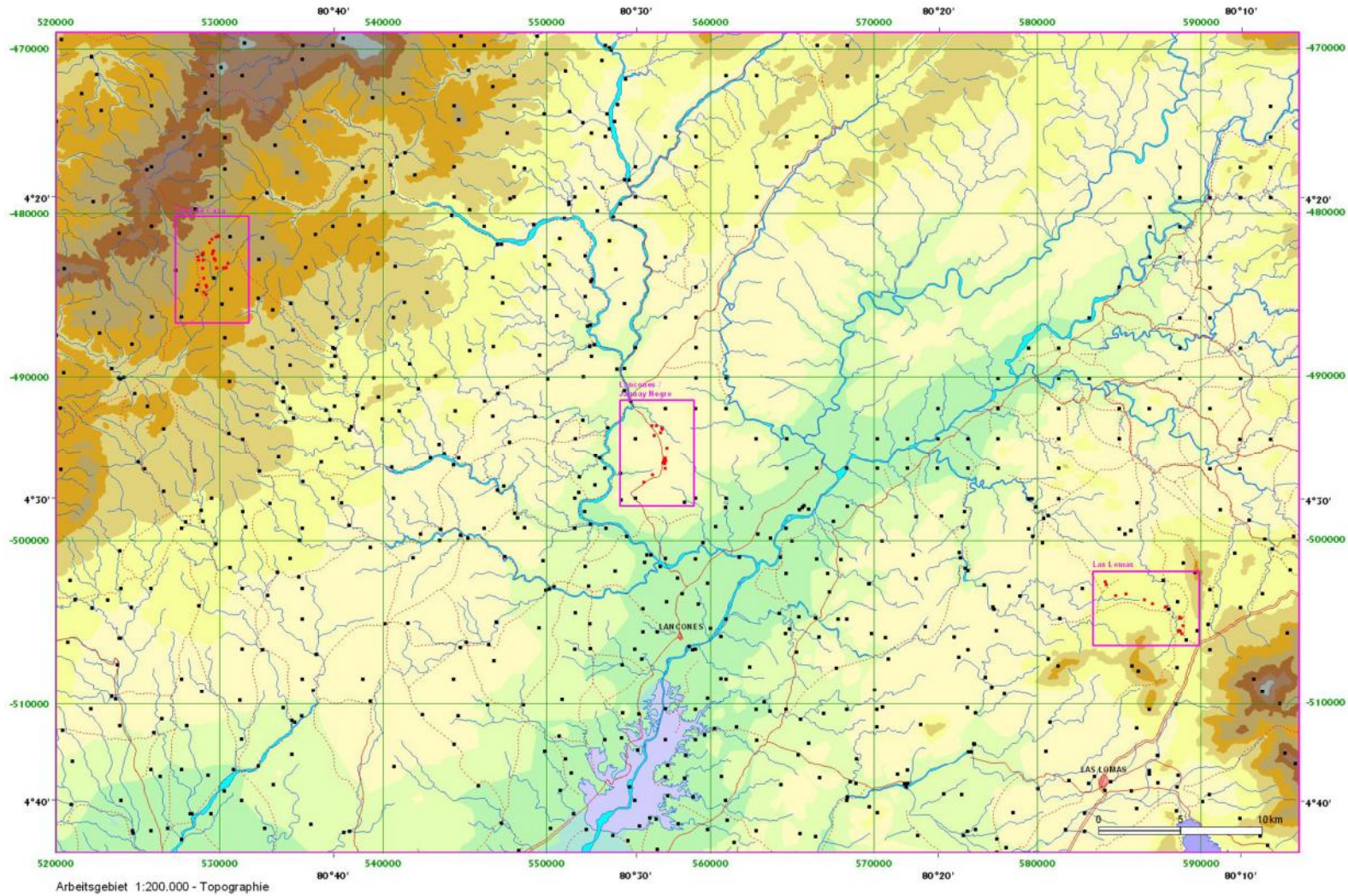
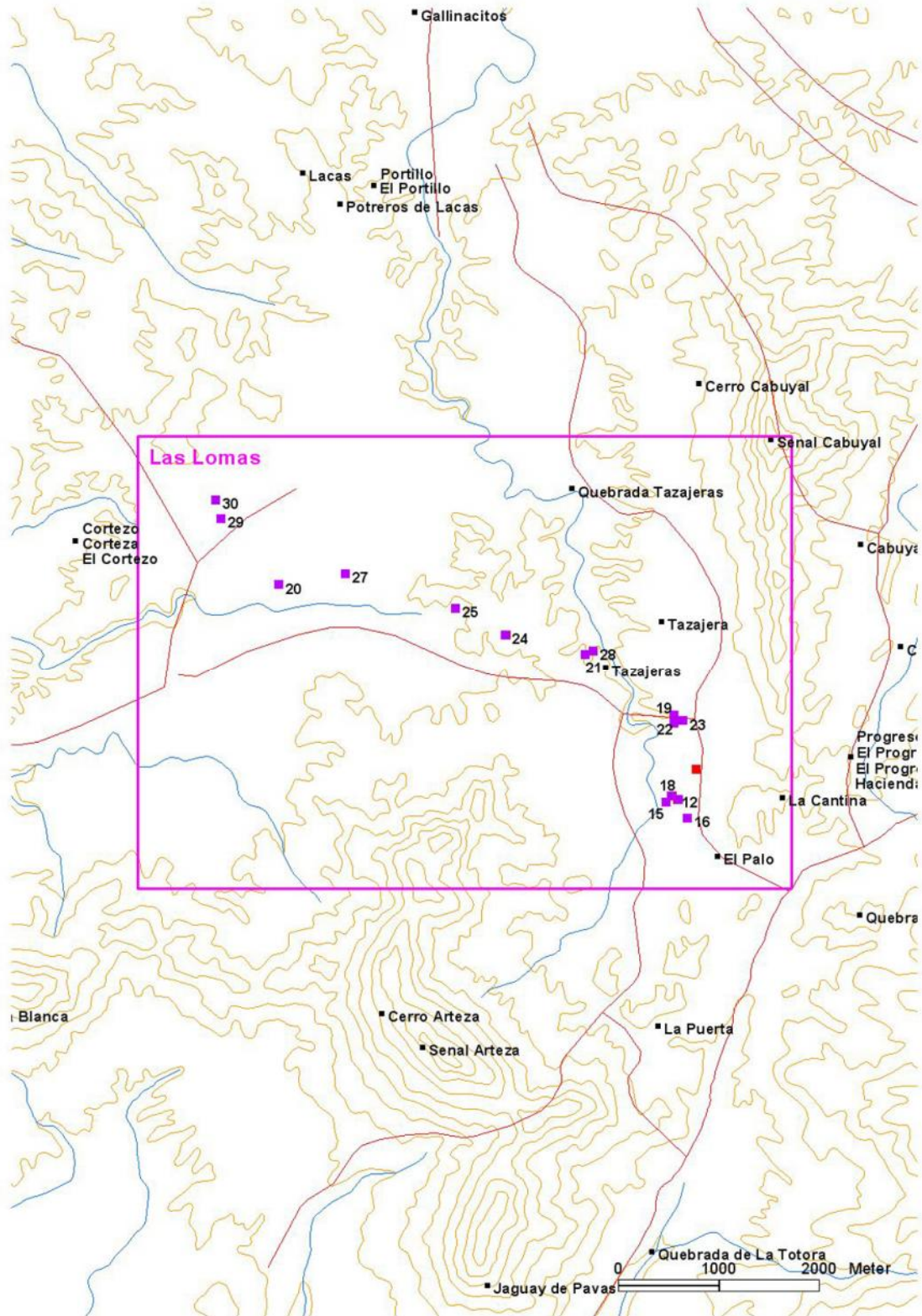




Abb. 9 Parzellenverteilung im Arbeitsgebiet Las Lomas 1:50.000

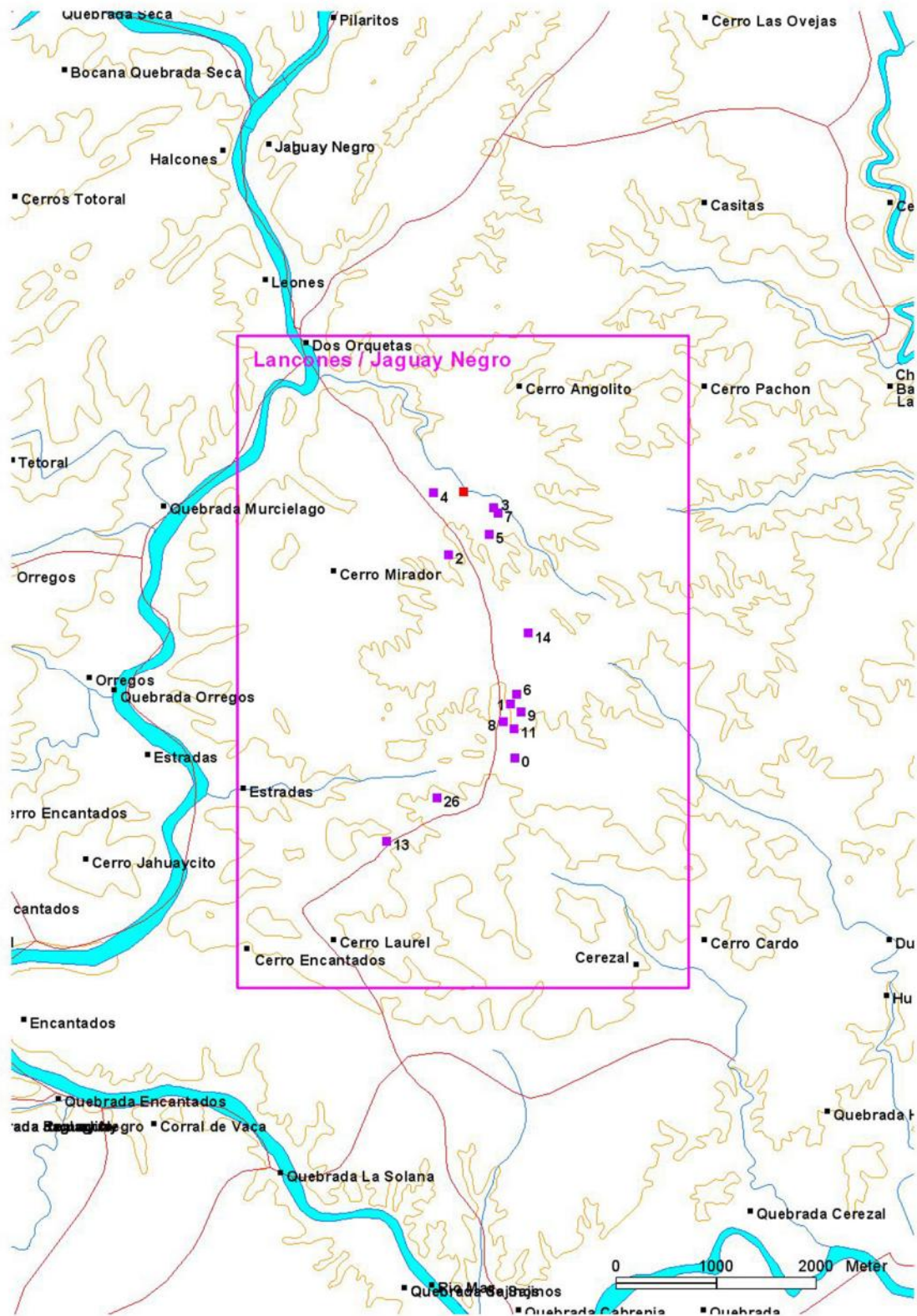
Quelle: Departamento de Piura 1:500.000 IGM Lima 1971, verarbeitet von W. Straub



Las Lomas 1:50.000

Abb. 10 Parzellenverteilung im Arbeitsgebiet Jaguay Negro 1:50.000

Quelle: Departamento de Piura 1:500.000 IGM Lima 1971, verarbeitet von W. Straub

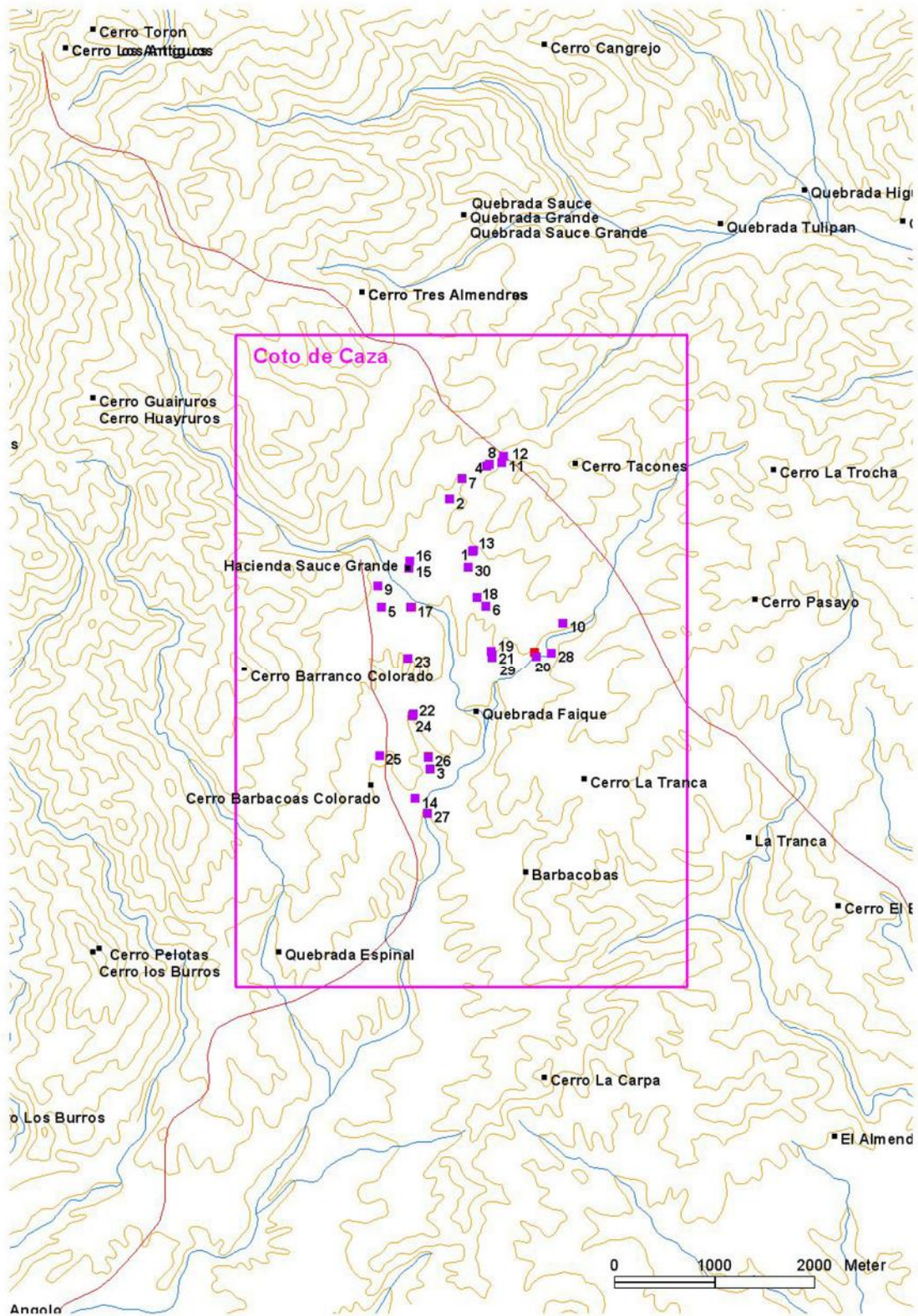


Lancones / Jaguay Negro 1:50.000



Abb. 11 Parzellenverteilung im Arbeitsgebiet Jagdgebiet El Angolo 1:50.000

Quelle: Departamento de Piura 1:500.000 IGN Lima 1971, verarbeitet von W. Straub



Coto de Caza 1:50.000



Nach den dominierenden Baumarten, der Physionomie der Vegetation, der Geomorphologie und der Bodenfeuchte lassen sich im Arbeitsgebiet viel mehr Typen des Trockenwaldes unterscheiden. So entsteht eine Waldkarte, die den Trockenwald in 14 Waldtypen unterteilt (INRENA 1998 und Morizaki, 1998) (Tab. 1).

1. Nach dieser Klassifizierung liegt das Arbeitsgebiet **Las Lomas/Jaguay Negro** unter den Waldtyp **lichter Trockenwald der Hügel** (Bosque seco ralo de colinas), wo die häufigste Art *Loxopterygium huasango* (Hualtaco) ist (INRENA, 1998). Diese Waldformation liegt zwischen 200 und 600 m ü NN und ist durch viele Hügel gekennzeichnet, mit einer Hangneigung, die zwischen 15 % und 70% beträgt. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge liegen bei 125-500 mm/Jahr und die Temperatur zwischen 22,3 und 25°C (Abb. 8 und 9). Die meisten Baumarten sind hier laubabwerfend. Die häufigste Baumart ist *Loxopterygium huasango*. In einer etwa niedrigeren Dichte kommen Bäumen wie der *Prosopis pallida*, *Capparis angulata*, *Caesalpinia paipai*, *Bursera graveolens*, und *Capparis eucalyptifolia* vor (INRENA, 1998). Die Baumschicht deckt bis zu 20% der Oberfläche. In der Strauchschicht sind *Cordia lutea*, *Capparis ovalifolia* und *Armatocereus sp.* zu finden (INRENA, 1998).
2. Die anderen Untersuchungsflächen, die im Arbeitsgebiet **Jagdgebiet El Angolo** liegen, befinden sich im **mäßig dichten Trockenwald der Bergstufe** (Bosque seco semidenso de montaña) (INRENA, 1998). Diese Waldformation liegt zwischen 200 und 1450 m ü NN. Die Jahresniederschläge liegen hier zwischen 250 und 500 mm/Jahr und die Jahresmittel der Temperatur zwischen 24,5 und 18°C. Die häufigste Baumart ist *Eriotheca ruizii*. In Jagdgebiet El Angolo sind Bäume wie *Bursera graveolens*, *Caesalpinia paipai*, *Eriotheca ruizii*, *Loxopterygium huasango* und *Geoffroea striata*, einige Dornbüsche wie *Mimosa acantholoba* oder *Byttneria glabrenses* und Kolonien von Kakteen wie *Monvillea diffusa* zu finden (Ríos, 1989). Die Dichte der Sträucher und Kräuter steigt mit der Höhe und Feuchte (Ugaz und Suárez de Freitas nach Ríos 1989). Zwischen den Sträuchern befinden sich *Cordia lutea*, *Bougainvillea pachyphylla* und einige Kakteen wie *Armatocereus cartwrightianus*. Hier wird die Klassifizierung von Ríos (1989) angewendet, die sich nach dem Relief und der floristischen Komposition richtet (Tab. 1).

3. Der **flussbegleitende Prosopis-Wald** (Schluchtenwald: fondo de la quebrada, nach Ríos, 1989) der in den Arbeitsgebieten Jaguay Negro und Jagdgebiet El Angolo zu finden ist, besitzt eine höhere Pflanzen-Biodiversität. Dort befinden sich einige immergrüne Baumarten wie *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha*, *Capparis angulata*, *Caesalpinia paipai* (FAO, 2000: 45), *Geoffroea striata*, *Celtis triflora*, *Pithecollobium multiflorum*, *Zizyphus thyrsoiflora*, *Coccoloba ruiziana*, (Ríos, 1989). Andere Waldklassifizierungen, die sich nach dem anthropogenen Einfluss (Tarazona, 1998) und der Topographie (UNA und CDC, 1992) richten, sind hier für die Beurteilung der Arbeitsflächen für die anthropogene Nutzung von Bedeutung.
  
4. Der **savannenartiger Trockenwald** (Bosque seco tipo sabana) wo Parzellen von den Arbeitsgebieten Jaguay Negro und Las Lomas zu finden sind, befindet sich zwischen 200 bis 500 m ü NN. Eine charakteristische Hügel-Topographie ist hier zu finden. Unter den Pflanzen sind einjährige Gräser und einige Säulenkakteen zu finden. Die charakteristische Vegetation besteht aus *Prosopis pallida*, *Capparis angulata*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipai*, *Cordia lutea* und Kakteen wie *Neoraimondia gigantea* (UNA und CDC, 1992).
  
5. Der **partiell immergrüne Wald zwischen Ebene und Bergen** (Hualtaca, nach Ríos, 1989) charakteristisch für das Arbeitsgebiet Jaguay Negro, liegt zwischen 0 und 500 m ü NN. Viele Büsche sind dort vorhanden, kleine Bäume und einige Säulenkakteen. Die dominierende Pflanze ist *Loxopterygium huasango*, vor allem am Hang von Hügeln. Andere Pflanzenarten sind hier *Capparis angulata*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii*, *Prosopis pallida*, *Cordia lutea* und die Kakteen der Art *Neoraimondia* (UNA und CDC, 1992).

In der Tabelle 1 werden beide Vegetationseinheiten verglichen. Die vergleichbaren Pflanzeneinheiten sind hier nach dem Klassifikationsjahr gegenübergestellt.

Tab. 1: Waldtypen des Trockenwaldes, nach dem Klassifikationsjahr dargestellt

Weberbauer 1930	Malleux 1975	Holdridge 1982	Collin 1984	Ferreya 1986	INRENA, 1998 und Morizaki, 1998	Ríos Trigos 1989	Best und Kessler, 1995.	Sabogal 2007
Formationen der zerstreuten immergrünen Grundwasserhölzer, mit <i>Prosopis pallida</i> und <i>Capparis angulata</i> .	Lichter, partiell laubabwerfender Wald.	Tropischer, sehr trockener Wald.	Küstenwüste mit Epiphyten und <i>Capparis</i>  „Despoblado“ mit <i>Prosopis</i> und einigen saisonalen Kräutern.	Sapotal	Tropischer Dornwald, hauptsächlich aus Laubbäumen, und akazienartiger Dornwald.		Sehr lichter Trockenwald der vereinzelt Flächen.	Sehr lichter Prosopis-Wald
Parkartige, regengrüne xerophytische Vereine mit <i>Capparis angulata</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , Säulenkakteen, <i>Loxopterygium huasango</i> , <i>Bursera graveolens</i> , und Hügellandschaften.	Landwirtschaft und andere Nutzung						Lichter Trockenwald der Hügel.	Lichter Trockenwald am Fuß der Hügel <i>Prosopo-Ximenetosum</i> .
Regengrünes Gebüsch mit <i>Cieba trichistandra</i> , <i>Eriotheca Ruizii</i> und Tillandsiaarten.	Halbdichter, laubabwerfender Wald			Ceibal	Durch <i>Ceiba trichistandra</i> gekennzeichneter Laubabwerfender Wald.  Partiell immergrüner Wald aus <i>Ceiba pentandra</i>		Mäßig dichter Trockenwald der Bergstufe	<i>Bursera graveolens-Mimosa acantholoba</i> .
Aus Sträuchern, Säulen-Kakteen und Kräutern gemischte, regengrüne Formation. <i>Bougainvillea pachyphylla</i> , <i>Loxopterygium huasango</i> , <i>Bursera graveolens</i> .	Lichter partiell laubabwerfender Wald mit Kakteen  Huacatal (aus <i>Loxopterygium huasango</i> bestehendes Wald	Prämontane-tropische Wechselvegetation bis tropische Wüstenbusch-vegetation			Buschwald, Dornwald und Wald zwischen Bergen, der aus Laubbäumen ganz oder teilweise besteht	Wald der niedrigen Kollinenstufe <i>Bursera graveolens-Caesalpinia paipai</i> .	Mäßig dichter Trockenwald der Hügel	Buschformation auf dem Hügelhang <i>Monvillo-Haageoceretosum</i>

Weberbauer 1930	Malleux 1975	Holdridge 1982	Collin 1984	Ferreyra 1986	INRENA, 1998 und Morizaki, 1998	Ríos Trigoso 1989	Best und Kessler, 1995.	Sabogal 2007
Algarrobo-Hain, am Fluss begleitende Vegetation, deren charakteristische Art <i>Prosopis pallida</i> ist.	Algarrobo- Hain	Prämontaner tropischer Trockenwald		Prosopiswald Flussbegleitender Wald	Humider Wald der Tiefebene.		Flussbegleitende Prosopis-Wälder	Humider Schluchtwald <i>Eragrost-Galvesetosum</i> .
	Partiell immergrüner Buschwald	Prämontaner tropischer Dornwald	Prämontane hochliegende Halbwüste mit Kakteen und Xerophyten		Nebelfeuchter bis sehr feuchter Wald zwischen Ebene und Bergen.		Sehr lichter Trockenwald der Bergrücken und Hügel	Prämontaner Dornbuschwald <i>Alternanthera-Monvillea</i>
	Immergrüner Buschwald			Montaner immergrüner Wald	Nebelfeuchter bis sehr feuchter Berg-Wald	Wald der alluvialen Terrassen <i>Zizyphus thyrsoflora-Celtis schipii-Coccoloba ruiziana-Acacia macracantha</i>	Lichter Trockenwald der Alluvialebenen	Humider Schluchtwald <i>Eragrost-Galvesetosum</i> .
		Tropische Dornvegetation (anthropogen beeinflusst).			Nebelfeuchter bis sehr feuchter Wald der niedrigen Ebenen, der ganz oder teilweise aus Laubbäumen besteht.	Wald der hohen Terrassen <i>Eriotheca ruizii-Caesalpinia paipai-Geoffroea striata</i> .	Lichter Trockenwald der Bergrücken.	Anthropogen beeinflusster Wald <i>Alternanthero-Monvilletesum</i> .
	Immergrüner tropischer Wald			Tilandsial	Nebelfeuchter Berg-Wald der niedrigen Ebenen	Wald der mittelhohen Kollinenstufe <i>Eriotheca ruizii-Bursera graveolens-Erythrina smithiana</i> .	Lichter bis sehr lichter Trockenwald der Bergstufe	Humider Schluchtwald <i>Eragrostis cilianensis-Galvesia fruticosa</i>
	Wüste			Sechura Wüste			Sehr lichter Trockenwald windexponierter Ebenen.	
Halophyten-Formationen mit Mangrovenbäume.	Mangrovenwald			Mangrovenwald			Mangrovenwald	

Die Beschreibung der Waldtypen des Trockenwaldes ist bei INRENA 1998 und Morizaki 1998 auf die Klassifizierung trockener Ebenen konzentriert, während sich Best und Kessler 1995 mehr auf Klassifizierung der Gebirgsfeuchtgebiete konzentrieren. In der Beschreibung von Best und Kessler 1995 ist der Mangrovenwald nicht berücksichtigt, da es sich um eine andere Vegetation und Feuchtigkeit handelt. Die trockenen Gebiete werden durch INRENA und Morizaki genauer unterteilt. Während sich bei INRENA und Morizaki savannenartiger Trockenwald von Buschwald unterscheidet, werden diese bei Best und Kessler 1995 zusammengefasst. Dieser Unterschied ist aber von großer Bedeutung für anthropozoogen benutzte Gebiete. Die Verbreitung des Buschwaldes wird als Folge der anthropogenen Nutzung gesehen. Bei Best und Kessler 1995 ist die Akazie eine wichtige Art, die bei der Klassifizierung als charakterisierende Art bezeichnet wird, aber sie ist im Trockenwald des Departamento de Piura nur im den niedrigen Gebieten unter 200 m ü NN. von Bedeutung, wurde deshalb auch nicht in dem Untersuchungsraum und auch nicht in dem Arbeitsgebieten berücksichtigt.

Bei der Waldbeschreibung von Best und Kessler (1995) sind die topographische Lage und die Feuchtigkeit die wichtigsten Faktoren, die der Waldklassifizierung dienen. INRENA und Morizaki verwenden feinere Klassifizierungsfaktoren wie Trockenheit, Berge, Hügel oder ebene Fläche. Bei dieser Waldbeschreibung wird auch die Walddichte berücksichtigt. Die Einteilung von Best und Kessler 1995 ist mehr für trockene Wälder am Äquator geeignet, wo die Feuchtigkeit größer ist. Die Klassifizierung von INRENA 1998 und Morizaki 1998 eignet sich besser für trockene Gebiete.

### **3.2 Sozio-ökonomische Aspekte und Geschichte der Landschaftsnutzung**

Der aktuelle Zustand der Vegetation kann nur verstanden werden als Ergebnis der gegenwärtigen Landnutzung wie auch einer mehr als zweitausendjährigen Geschichte der regionalen Landwirtschaft.

#### **3.2.1 Sozio-ökonomische Aspekte der heutigen Landnutzung**

Im Departamento Piura lag die Bevölkerungsdichte im Jahre 2003 bei  $40,9/\text{km}^2$ , wobei nur 29,6% der Gesamtbevölkerung auf dem Lande lebte (INEI, 2003). Im Jahre 1998, lebten im Departamento Piura nur ca. 80000 Familien auf dem Lande, davon 24000 im Trockenwald

von Piura (Cuba 1998: 47). Die Mehrheit der Bevölkerung lebt in der Stadt. Der Anteil der Landbevölkerung in der Provinz Sullana liegt bei ca. 11% (INEI 2003). 50% der Kinder in Piura leidet an Unterernährung (Cuba, 1998: 46). Für die Provinz Sullana lag der Bevölkerungszuwachs im Zeitraum 1983 – 2001 bei 1,5%/Jahr (MEF et al., 2000). Im Bezirk Lancones, wo das Untersuchungsraum liegt, bestehen die Familien im Durchschnitt aus 4,6 Personen (ProNaturaleza 2000: 111). Im Arbeitsgebiet Jaguay Negro liegt diese Zahl bei 7 (ProNaturaleza 2000: 21).

Feldbau, Tierproduktion und Forstwirtschaft (28,9%) einerseits und Handel (17,6%) andererseits sind die wichtigsten Wirtschaftszweige im Untersuchungsraum (INRENA 2001: 28). Die Nutztierpopulation bestand im Jahre 2001 im Bezirk Sullana (154,431 ha) aus 95.281 Ziegen, 30.682 Schafen, 19.215 Rindern und 9.914 Pferden und Eseln (INRENA 2001: 28-29). Die durchschnittliche Zahl der Tiere pro Familie liegt bei 43 Ziegen, 7 Rindern, 6 Schweinen und 20 Tieren aus dem Geflügelbereich (ProNaturaleza, 2001: 23). 10% der Landbevölkerung sind reine Hirten (Perevolotski, 1991: 24). Die Weidebelastung liegt bei ca. 1,5 ha/Ziege.

Das Vieh konkurriert beim Verkauf auf dem Markt mit dem Viehbestand, der illegal nach Peru importiert wird. Die Herde wird von sehr schlecht bezahlten Lohnarbeitern gehütet, die das Vieh in das Reservat bringen und daher weniger für die Tierhaltung ausgeben müssen (Dios, 1998).

Im Departamento Piura ist der Feldbau die wichtigste Einkommensquelle. Hohe Bedeutung hat dabei auch die Geflügelproduktion. Eine Familie bewirtschaftet als Weideland ca. 10 ha Trockenwald. Das monatliche Bruttoeinkommen liegt unter 80 Dollar pro Bauernfamilie (Cuba, 1998: 47). Die Ländereien gehören meist den sogenannten *Comunidades campesinas*, einer Art Bauerngemeinschaft. Die dazugehörigen kleinen Familienbetriebe bewirtschaften ca. 8 -10 ha eigenes Land. Das Vieh weidet auf den gemeinschaftlich genutzten Flächen (Cuba 1998). In Piura befindet sich ca. 60% des Trockenwaldes, der in Peru insgesamt 2.778.250 ha bedeckt.

Wo der Niederschlag über 1600 mm/Jahr erreichen kann (ProNaturaleza, 2000), sind plötzliche Starkregen ein Problem, weil die Niederschläge sich auf drei Monate konzentrieren. In diesen Monaten bleibt das Gebiet von dem Markt isoliert. In den El Niño-

Jahren, alle 7 bis 10 Jahre, kommt es in allen tiefliegenden Talauen zu Überschwemmungen. Es gibt keine Kläranlagen, so dass die gleiche Wasserquelle von Menschen und Tieren genutzt wird, was Durchfallkrankheiten, wie z.B. Cholera, mit sich bringt und ein wichtiger Grund für die hohe Kindersterblichkeit ist. Eine andere häufige Krankheit, die durch stehende Gewässer begünstigt wird, ist Malaria (ProNaturaleza, 2001).

Das Holz wird für die Herstellung von Holzkohle und als Brennstoff für Ziegeleien gebraucht. Für die Herstellung von 15000 Backsteinen werden in einem Betrieb 5000 Brennholzstücke pro Tag verbrannt. Aufgrund des Mangels an polizeilicher Kontrolle beschäftigen sich ganze Familien mit der Abholzung und dem Holzverkauf für den täglichen Gebrauch der Einwohner. An den Straßen bieten die Familien das Holz an, wobei die Minderjährigen den direkten Verkauf betreiben, während die Erwachsenen sich in einer gewissen Entfernung halten. Das Baumholzstück wird zu 10 Céntimos des Sol (0,025 Euro) verkauft. 10 Stücke kosten also ungefähr 02,5 Euro. Das Holz eines ganzen *Prosopis*-Baums wird als Brennholz für ca. 6 Euro verkauft.

In den Flussniederungen, wo auch während der Trockenzeit ausreichend Wasser zur Verfügung steht und fruchtbarer Boden die Talaue einnimmt, wird Ackerbau betrieben. Es werden vor allem Tomaten, Zwiebeln, Süßkartoffeln und Mais angebaut. In der Regenzeit werden diese Ackerflächen meist überflutet und müssen in der nächsten Trockenzeit neu angelegt werden.

Als weitere Nutzung spielt die Jagd eine Rolle. Bejagt werden Wildtiere als Nahrungsquelle. Zusätzlich werden Vögel, Affen und Leguane illegal als Haustiere verkauft.

## **Die Landnutzung in den drei Arbeitsgebieten**

### **Jaguay Negro**

Jaguay Negro gehört zum Bezirk Lancones in der Provinz Sullana. Es liegt neben dem Biosphärenreservat Reserva de la Biosfera del Noroeste. Bis 1974 gehörte Jaguay Negro zu einer großen Hacienda. 1974, nach der Agrarreform, wurde der Großgrundbesitz in eine Bauerngemeinschaft umgewandelt.

In Jaguay Negro ist die wichtigste Einkommensquelle der Ackerbau (Perevolotski, 1991). Die Weidewirtschaft dient als zusätzliches Einkommen und wird von der Familie als Sicherheit genutzt, um die Kosten im Krankheitsfall oder für den Schulbesuch der Kinder zu decken (Perevolotski, 1991).

### **Las Lomas**

Las Lomas liegt ausserhalb des Biosphärenreservat. In diesem Gebiet ist die wichtigste Einkommensquelle die Weidenutzung. Nebenbei wird während der Regensaison Feldbau betrieben. Eine Durchschnittsherde besteht aus 100 Ziegen, 5 Schafen und 5 Rindern (Perevolotski, 1991: 81).

### **Jagdgebiet El Angolo**

Das Jagdgebiet El Angolo gehört zum Biosphärenreservat Reserva de la Biosfera del Noroeste. Zwar gibt es hier keine menschlichen Siedlungen, es sind aber – durch Jagd und Rinderweide – auch hier bestimmte Formen des menschlichen Einflusses nachweisbar. Dieses Jagdgebiet liegt im Bezirk von Marcavelica (El Angolo). In diesem Bezirk bildet die wichtigste Einkommensquelle die Weidewirtschaft (75%), daneben gibt es Holzwirtschaft und Jagd (ProNaturaleza, 2000).

Eine der wichtigsten lokalen Nutzungen ist die Ziegenhaltung. Die Hirten haben hier kein Bodeneigentum. Sie betreiben eine extensive Weidewirtschaft, bei der die Ziegen während des Tages selber ihre Nahrung suchen. Die Kinder sind verantwortlich für die Nahrungsaufnahme der Tiere, die Frauen für die Gesundheit der Tiere, und die Männer beschäftigen sich mit ihrer Vermarktung. (Perevolotski, 1991). Eine durchschnittliche Herde besteht aus 85 Ziegen und 7 Schafen (Perevolotski, 1991: 81).

### **3.2.2 Zur Geschichte der Landnutzung**

Die zentrale Frage der Geschichte des nord-peruanischen Waldes ist, wie er nach der Einführung der Ziegen erneut zu einem Gleichgewicht gefunden hat. Die historische Forschung hat gezeigt, dass nach der Zeit der Inkas der Bevölkerungsdruck auf den Wald



aufgrund von verschiedenen Faktoren begrenzt wurde. Ein Überblick der gesamten Waldgeschichte könnte folgende Phasen ergeben:

1. Prähistorische Nutzung des Waldes durch einheimische Jäger und Sammler;
2. Reduktion der Waldflächen durch die Landwirtschaft der nordandinen Kulturen Vicus, Moche, Sican und Chimu;
3. Waldzerstörung durch die zentralandine Landwirtschaft der Inkazeit.
4. Erholung des Waldes in der kolonialen Zeit;
5. Erneute Waldzerstörung in Zeiten der Republik. (Hocquenghem, 1998).

Der Trockenwald, der in historischer Zeit auch für die Umgebung von Lima dokumentiert ist, beschränkt sich heute auf kleine reliktsche Standorte im nördlichsten Peru.

Die ältesten Hinweise auf menschlicher Präsenz in Piura werden auf 10000 Jahre v.u.Z. datiert. Spuren nomadischer Gruppen, die den Wald benutzten und ihn einer dauerhaften Nutzung unterwarfen, sind um 3000 v.u.Z. zu finden. Von 400 v.u.Z. bis 100 v.u.Z. wurde Landwirtschaft in flussnahen Gebieten neben der Weidewirtschaft mit Lamas betrieben. Die Trockenwaldfläche wurde dadurch beschränkt. Im 2. Jh. unserer Zeit verbreitete sich die Vicus-Kultur. Die Landwirtschaft hat sich dann durch Bewässerungssysteme auf Kosten der Waldfläche ausgedehnt. Vom 3. bis zum 6. Jh. baute die Mochica-Kultur ein Netz von Bewässerungskanälen. Dieser Produktivitätsschub ermöglichte Bevölkerungswachstum, während der Mochica-Adel weiter die Jagd auf Rehwild trieb und Kriege gegen die Nachbarn führte. Jagd, Tierhaltung und Feldbau entfalteten sich gleichzeitig und übten einen großen Druck auf den Wald aus. Von 900 -1100 u. Z., während der Sican-Zeit, wurden erneut Kanäle und Staudämme gebaut. Damit war in diesen Gebieten ganzjährig Bewässerungs-Feldbau möglich, dessen Spuren in Jaguay Negro gefunden worden sind.

Vom 12. bis zum 15. Jahrhundert war der Nordwesten Perus das Territorium der Chimu-Kultur, der letzten lokalen Macht vor der Inka-Zeit. Die Chimu-Kultur hat neue Paläste und Kultstätten gebaut, die alten Kanälen der Moches wurden weiter benutzt. Betrachten wir näher ihre Wirkung im Untersuchungsraum, finden wir dass an beiden Seiten des Flusses Tumbes Landwirtschaft betrieben wurde. Terrassen wurden gebaut, und Lamahaltung verbreitete sich im Nordosten der Amotape-Berge (Jaguay Negro). In Tambo Grande (Las Lomas) wurde aber der Wald noch nicht als weidewirtschaftliche Fläche benutzt. Mitte des 15. Jahrhunderts wurden die Chimus von den Inkas unterworfen und ohne tiefgreifende Veränderungen der Landnutzung in das Inka-Imperium eingegliedert.

Vor der Einwanderung der Spanier diente der Trockenwald der Waldweide für die Lamahaltung. Selbstverständlich wurden in den Wäldern weiter Jagd und Sammeln betrieben. Die Lamas ernährten sich von Gräsern und dem Laub der Gehölze (Hocquenghem, 1998), ebenso wie die einheimischen Rehe.

Zusammenfassend gilt, dass das Gebiet bereits lange vor der spanischen Eroberung vorrangig extensiv weidewirtschaftlich genutzt wurde (Perevolotski, 1991). Die einheimischen Einwohner, die heute ethnisch als „Tallanes“ bezeichnet werden, betrieben die Waldweide und Bewässerungsfeldbau in diesem Gebiet unter dem sukzessiven Einfluss von verschiedenen kulturellen, ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen. Die spanische Eroberung brachte als wichtigste Veränderung die Einführung von Ziegen und Rindern. Daneben bildete sich aber auch das feudale System der Haziendas aus, als am Anfang der Kolonialherrschaft das Encomienda-System eingeführt wurde, (Perevolotski, 1991), das erst durch die Agrarreform 1974 abgeschafft wurde.

Nach der Einwanderung der Spanier kam es zu grossen Bevölkerungsverlusten, verursacht durch Epidemien infolge der Einschleppung hier unbekannter Krankheiten. Entsprechend verringerte sich der Nutzungsdruck auf den Trockenwald, sodass er sich regenerieren konnte.

Nach der Einführung von Ziegen in Peru gab es verschiedene Phasen: Die erste Phase (XVII bis XIX Jahrhundert) bildet Einführung der Ziegen in der Haziendazeit.

Vorherrschend war diese Form der Grundherrschaft vom 16. bis zum 20. Jahrhundert. Die sogenannten Indianer, die den *Hacendados* nicht direkt als Hausknechte dienten, waren in Landgemeinden organisiert. Diese *Comuneros* waren jedoch gezwungen, einige Tage im Monat Frondienst in der Hazienda zu leisten. Die Knechte der Hazienda durften als Entlohnung für ihre Dienste ihre Ziegen in den Wäldern der Hazienda weiden. Die Teilung der Waldfläche in Gebiete, die zu den Haziendas gehörten, und solche, die den *Comuneros* gehörten, brachte eine gewisse Regulierung der Waldnutzung mit sich. Während des 17. Jahrhunderts wurden in Piura und Lambayeque Seife, Kerzen und Leder hergestellt. Im 19. Jahrhundert entstehen die großen Haziendas, die im Piura-Tal Baumwollplantagen anlegen.

Nach der Ernte durften die Bauern ihre Ziegen mit dem Laub und Stengeln der Baumwollpflanze füttern. Die restliche Zeit weideten sie im Trockenwald. Einmal im Jahr wurden die besten Zicklein für den *Hacendado* (Gutsbesitzer) ausgewählt. Auch wenn diese Tiere weiter von den Knechten gehalten wurden, gehörten sie dem *Hacendado* (Perevolotski, 1991).

Die industrielle Landwirtschaft entfaltete sich im 20. Jahrhundert durch den Bau von großen Staudämmen. 1948 und 1952 wurden Staudämme in der Nähe von Las Lomas gebaut. 1972, gleichzeitig mit der Agrarreform, entstand der Staudamm Poechos, der die Agrarfläche in Piura bedeutend vergrößerte. Diese Ausdehnung der bewässerten Fläche geschieht auf Kosten der nicht bewässerten Umgebung. Das Gebiet von Jaguay Negro war davon betroffen. Auch wenn die Agrarreform die Haziendas enteignet und das Land unter den Bauern verteilt hat, hat sich die wirtschaftliche Lage der Landeinswohner kaum verbessert. Seit der Agrarreform konzentriert sich das Landeigentum immer weiter. Das Bewässerungsland in den tieferen Talauen befindet sich jetzt in den Händen einiger weniger Großgrundbesitzer, die Reis, Limetten und Mango anbauen.

Die Epidemien am Anfang der Kolonialzeit, danach in der Haziendazeit die schlechte Organisation der Produktion und die sehr langsame Kapitalisierung der Landwirtschaft haben indirekt den Wald geschützt. Beweidung, Ausholzung und Ausdehnung der landwirtschaftlichen Fläche hielten sich trotz der Einführung von Ziegen und des Baus von modernen Staudämmen in Grenzen. Hocquenghem (1998) geht davon aus, dass im späten 20. Jh. der Trockenwald mindestens im gleichen Umfang besteht wie zur Zeit der Inkaherrschaft. Das El Niño-Phänomen und darüber hinaus bestimmte ökologische Faktoren wie Pflanzenverteilung und Pflanzenabwehrstoffe tragen auch bei zur Bewahrung der Waldfläche.

### **3.3 Die Ziegenhaltung und ihre Auswirkungen auf die Vegetation**

In allen Trockengebieten der Erde, gleichgültig ob Lateinamerikas, Afrikas oder Asiens, bildet die Ziegenhaltung eine wichtige Grundlage für die Reproduktion der armen

Landbevölkerung. Auch die Auswirkungen dieser Wirtschaft auf die Vegetation sind vergleichbar.

### 3.3.1 Ziegenhaltung

Die Ziegenbewirtschaftung erfolgt heute extensiv (Perevolotski, 1991: 121). Die Herde wird am frühen Vormittag aufs Feld gebracht und am Nachmittag wieder heimgetrieben. Die Ziegen weiden unweit der Behausung (ca. 2 km) ohne Wechsel der Weidefläche, wegen der Nähe zur Tränke. Diese Flächen sind demgemäß überweidet. Im Gegensatz dazu werden andere Flächen gar nicht genutzt. In den Comunidades Campesinas (Bauerngemeinde) wird das Land in Parzellen einer bestimmten Größe (ungefähr 10 ha) an die Bauern verteilt (Cuba, 1998: 47). Daher steht Nachbarland, auch wenn es nicht genutzt wird, den Bauern nicht ohne weiteres zur Verfügung. Die Rinderhaltung, im Unterschied zur Ziegenhaltung, erfolgt durch die grossräumige Wanderung der Tiere über die Weideflächen bis hinein in das Biosphärenreservat.

Während der Trockenzeit stirbt regelmässig ein großer Teil der Herde an Futter- oder Wassermangel. (Perevolotski, 1991). *Ipomoea carnea*, die während der Trockenzeit eine der wenigen noch grünen Pflanzen ist, ist als Giftpflanze bekannt und wird als ein wichtiger Grund von Todesfällen genannt (Meza, 1994, ProNaturaleza, 2001). Weitere Gründe für das Verenden von Tieren sind Krankheiten oder Fehlgeburten. Zudem hat die Landbevölkerung in der Trockenzeit kaum Einkommensquellen und ist deshalb oft dazu gezwungen, die Ziegen zu verkaufen. Im Jahr des El Niño-Phänomens verkleinert ein Ziegenhalter seine Ziegenherde im Durchschnitt um 48%. Am Anfang der Beweidungszeit (nach der Regenzeit) hat der Ziegenhalter noch nicht die Möglichkeit, seine Herde zu vergrößern, weil er während der Trockenzeit seine Ressourcen vollständig erschöpft hat. Daher ist während dieser Jahreszeit eine Überweidung nicht möglich (Perevolotski, 1991). Generelle Parameter für den Herdenzuwachs sind Klima und Vermehrungsvermögen der Ziegen. In der Regel ist Wasser, nicht Futtermangel, der limitierende Faktor, der die Bestände reguliert (Perevolotski, 1991).

Ca. 25% der gesamten Fleischmenge, die in der Stadt Piura vermarktet wird, ist Ziegenfleisch. Auf dem Land sind es mindestens 60 % (Perevolotski, 1991). Die einheimischen Ziegen gehören zu der Rasse „Castilla“, die vor 500 Jahre nach Peru gebracht

worden ist. Heute nennt man diese Rasse „*Ganado Criollo*“. Die Ziegen besitzen eine niedrige Produktivität (wenig Fleisch) und eine niedrige Futterausnutzungskapazität (Konversionsrate). Von welchen Pflanzenspezies sich die Tiere vorzugsweise ernähren, ist bisher nicht untersucht worden.

### **3.3.2 Ziegenernährung**

Wenig wird darüber berichtet, welche Pflanzenspezies die Ziegen im Trockenwald von Peru bevorzugt fressen. Es sind Gräser und Leguminosen, wobei im Trockenwald während der Trockenzeit auch Kakteen als Futter für die Hirsche (CDC-UNALM, 2007) und wahrscheinlich auch für Ziegen dienen. Die meisten Gräser im Trockenwald von Nordperu bilden Samen in weniger als 45 Tagen nach ihrer Keimung (Perevolotski, 1991). Die Leguminosen, die einen Anteil von 8 - 10 % der gesamten Frischbiomasse des Trockenwaldes bilden (Parodi y Zambrano, zit. nach Perevolotski, 1991), brauchen mehr Zeit zur Samenbildung. Der Gesamteiweißanteil der Leguminosen im Futter der Ziegen liegt bei 6 - 13%. Wenn die Kräuter und Gräser während der Trockenzeit absterben, ernähren die Ziegen sich von Bäumen und Sträuchern (Perevolotski, 1991). Im Trockenwald von Venezuela (Landbezirk Urdaneta) wurde festgestellt, dass 74% des Futters der Ziegen aus dem Laub von Bäumen und Sträuchern besteht, 13 % aus Gräsern und der Rest aus dem Laub von Kletterpflanzen (Hernández, 1985).

Die Ziegen fressen zuerst die Pflanzen, die in Kopfhöhe liegen: Kräuter und niedrige Sträucher. Dann fressen sie Baum- und Strauchzweige, die sie auf zwei Beinen erreichen können (Wilson, nach Hernández, 1985). Die Selektivität der Ziege richtet sich in erster Linie nach Alter und Höhe der Pflanzen (Hernández, 1985). Im Vergleich mit anderen Herdentieren sind Ziegen wenig selektiv beim Fressen. Besonders in der Dürrezeit fressen sie Pflanzenarten und Pflanzenteile, die andere Weidetiere nicht. Mehr verzehren (Maydell, 1983).

### **3.3.3 Probleme der Überweidung**

Die überweidete Fläche zeichnet sich zuerst dadurch aus, dass die Futterpflanzen ihr Durchhaltevermögen verlieren, was später die Vernichtung der gesamten Futterpflanzen mit sich bringt. Die Pflanzenkomposition ändert sich und neue, nicht als Futter geeignete Pflanzen

vermehren sich. Die dritte Etappe ist die Besiedlung des Gebietes durch Neophyten<sup>12</sup> (Dyskterhuis, 1948, zit. nach Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996). Die Tiere werden gezwungen, die neuen Arten als Futter zu benutzen. Letztlich bleiben nur die Pflanzen, die nicht als Futter dienen. Die Vernichtung der Weideflächen wird durch Bodenverdichtung und Erosion verstärkt.

Nach Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996, kann eine beweidete Fläche nach den dort vorkommenden Pflanzenarten bewertet werden. Die Zerstörung der Fläche wird an den Neophyten erkannt.

Die widerstandsfähigen Pflanzen, die infolge der Überweidung erscheinen, zeigen folgende Merkmale: Sie

- erscheinen in großer Zahl oder sind stärker als die anderen (*Ipomoea carnea*),
- vermehren sich, nachdem die landwirtschaftlichen Flächen aufgegeben werden (*Ipomoea carnea*),
- sind häufig einjährige Pflanzen,
- sind giftig für Tiere (*Ipomoea carnea*),
- werden nicht von den Tieren angenommen.

In überbeweideten Flächen steigt die Anzahl von jenen mehrjährigen Pflanzen, die von den Tieren nicht bevorzugt werden. Es handelt sich auch um Pflanzen, die die Überweidung gut aushalten können. In den Zeiten, in denen andere Pflanzen zur Verfügung stehen, werden sie nicht gefressen und steigern ihre Verbreitung (Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996). *Ipomoea carnea* und Kakteen wie *Armatocereus carwirghtianus*, z. B., werden nur während der Trockenzeit intensiv gefressen (Meza, 1994).

Die Futterpflanzen, die von dem Tier bevorzugt werden, dominieren die nicht beweideten Flächen. Sie vermehren sich langsam und hauptsächlich vegetativ, besitzen breite Wurzeln und viele Blätter. In degradierten Flächen erscheinen sie an geschützten Orten wie neben Steinen, oder unter den Stacheln von anderen Pflanzen (Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996).

---

<sup>12</sup> Neophyt: Arten die in der Neuzeit (postkolumbianisch) von Menschen ausserhalb ihres ursprünglichen Areals verbracht worden sind (Kowarik, 2003).

Die überweideten Flächen sind durch eine starke Busch- und Kakteenverbreitung gekennzeichnet. Die Überweidung verdichtet den Boden und die Kräuter, was zu einer niedrigeren Wasserabsorption führt und so die Sträucher und Kakteen fördert (Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996). Dass nur Sträucher und Kakteen bleiben, erklärt sich dadurch, dass die Gehölzpflanzen mehr Wasser brauchen als Kräuter, um die gleiche Biomasse zu produzieren. *Prosopis juliflora* braucht z.B. 1700 - 1900 l Wasser um 1 kg Biomasse zu erzeugen, während die Gramineae *Bouteloua gracilis* für die gleiche Biomasse nur 300-400 l braucht (Soil Conservation Service U.S.D.A., 1946, nach Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996).

Der erste Schritt zur Verbesserung der Beweidung ist, die Überweidung zu messen. Verschiedene technische Maßnahmen werden dazu empfohlen. Als Indikatoren für Überbeweidung werden die Pflanzenfrequenz, die Pflanzendichte pro Quadratmeter, die Pflanzenverteilung in einer Fläche und das Artengewicht gemessen. Im Untersuchungsraum fanden bisher keine derartige Untersuchungen statt.

Die Tiere beweiden Flächen, die nur 2-2,5 km vom Hof entfernt liegen (Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996). Durch die Bereitstellung von Wasser alle 2 km oder durch Verteilung von Salzblöcken kann die Beweidung der Flächen gesteuert werden, so dass überweidete Flächen die Gelegenheit zur Regeneration erhalten. Das kann zu einer besseren Artenverteilung und zur Verdrängung der giftigen Pflanzen wie *Ipomoea carnea* führen. Eine andere Möglichkeit wäre die Schaffung von Weideflächen durch Aussaat. Diese neuen Weideflächen könnten während der Trockenzeit genutzt werden.

### **3.3.4 Verbisschaden**

Wildverbiss im Waldökosystem ist ein natürlicher Vorgang. „Nicht immer bedeutet Wildverbiss auch forstlichen Schaden und nicht immer wirkt er sich negativ auf die Waldvegetation aus“ (Dobias, 1998: 302). Wildverbiss hat oft eine große positive Bedeutung für die Pflanzenverteilung und -vermehrung.

Die Beweidung ist weithin anerkannt als ein Faktor, der die Ökosysteme verändern kann. Die Einrichtung von Schutzzonen (Nationalpark und Jagdgebiet) seit dem Ende des 19. und

Anfang des 20. Jahrhunderts im Alpenraum hat die Beziehung zwischen Pflanzen und Tieren geändert. Als Folge der Schutzzone stieg die Dichte der pflanzenfressenden Tiere nicht gleichmäßig mit dem Vorkommen der Fleischfresser. Dieses wirkte sich wegen der Überweidung durch Wildtiere negativ auf die Waldverjüngung aus (Rüegg, Baumann, Struch und Capt, 1999).

Verschiedene Autoren haben sich damit beschäftigt, die durch Verbiss erfolgten Waldveränderungen zu messen (Sabogal und Zerbe, 2003, Prien, 1997, Rüegg Baumann, Struch und Capt, 1999 u a). Um diese Veränderungen zu untersuchen, haben Pineda-López et al., 2000, die Pflanzendecke an 4 Orten mit verschiedener Walddichte gemessen. Dabei wurde zwischen Arten und Schichten unterschieden. Die Zahl der Einzelarten wurde gezählt und die Regenerationshöhe definiert (Pineda-López et al., 2000).

Im Jagdgebiet El Angolo werden Sträucher von den Rehen bevorzugt. Hier stellen *Pithecellobium multiflorum*, *Acacia macracantha*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Caesalpinia paipai*, *Capparis angulata*, *Coccoloba ruiziana* die wichtigste Pflanzendiät der Rehe (Ríos, 1989; CDC-UNALM, 2007). Für Ziegen sind die Büsche von noch größerer dietetischer Bedeutung. Die Ziegen sind daher ein wichtiger Faktor für die Kontrolle der Strauchverbreitung. Der andauernde Verbiss führt zur Verbuschung des Waldes und zum Absterben der Pflanzen (Prien, 1997). Die kritische Verbisshöhe für Rehe liegt bei 1,30 m. (Götz, 1997), für Ziegen zwischen 1,20 und 1,50 m (Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996). Das Maximum des Verbisses liegt in der Höhenklasse 11 bis 40 cm, das Minimum (mit je 1%) in den beiden Höhenklassen weniger als 10 cm und 101 bis 130 cm (König, 1997). Durch Rehwild werden bevorzugt Pflanzen in Höhe zwischen 40 und 100 cm verbissen (Reimoser, 1999).

Die Zahl der Pflanzenfresser im Trockenwald in Piura war nicht quantifizierbar, es gibt keine genauen Zahlen für die an das Biosphärenreservat angrenzenden Gebiete. Im Jagdgebiet El Angolo sind die wichtigsten Tierarten, die den Verbiss beeinflussen, Rinder und Rehe. Die Zahl der Rinder, die im Trockenwald selbst ihr Futter suchen, ist sehr hoch. Die Zahl der Rehe ist auch hoch, da diese jetzt nur noch durch den selten gewordenen Puma, *Pantera onca*, reguliert wird. Heutzutage darf das Reh nicht gejagt werden. Es steht unter Naturschutz, denn es gehört zur Kategorie der vom Aussterben bedrohten Tierarten. Die Abwesenheit der Pumas führt zum Ansteigen der Rehpopulation. In angrenzenden Gebieten wie Las Lomas und



Jaguay Negro sind die Ziegen die zahlreichsten Pflanzenfresser. Die Zahl der Ziegen und Schafe liegt für den Trockenwald weit über der Tragfähigkeit, jede Familie in 10 Ha beweidet c.a. 30 Ziegen (Cuba, 1998).

Der Verbiss kann als Indikator für die Wilddichte benutzt werden (Prien, 1997). Der Wildverbiss wirkt direkt und indirekt durch den Einfluss auf die stockende Verjüngung. Um den Verbiss festzustellen, soll der Deckungsgrad, der Verbissgrad und die maximale und durchschnittliche Höhe der verbissenen Pflanzenarten gemessen werden (Luthart und Beyer, 1998). Der Verbissgrad zeigt sich in der Änderung der Artenzusammensetzung und Artendominanz (Huss, Bernardon, Anderson und Brun, 1996). Er ist auf mehrere Faktorenkomplexe zurückzuführen u.a. Licht, Nährstoffgehalt des Bodens (Luthart und Beyer, 1998) und Verschlechterung der Bodengefüges (Mensching, 1990: 27). Das Licht beeinflusst die Naturverjüngung, vor allem der Bäume. Zwei Pflanzen, die im Trockenwald stark durch Licht gefördert werden, sind *Prosopis pallida* und *Ipomoea carnea*.

Je nach Alter der Pflanze ist der Verbiss anders zu beurteilen. Während der Verbiss der Terminaltriebe vor allem bei der jungen Pflanze zum Absterben führen kann, führt der Nebentrieben-Verbiss zu Verbuschung der Pflanzen. Auch der Verbiss der Keimlinge bewirkt das Absterben der Pflanze (Prien, 1997), was zu Verringerung der Baumzahl und zur Verbuschung führt.

Der Wassergehalt der Jungtriebe und Rindendecke sind wichtige Faktoren für die Gefährdung der Jungtriebe, besonders durch Wildwiederkäuer (Prien, 1997). Diese Faktoren sind besonders wichtig in Gebieten wie dem Trockenwald, wegen des vorherrschenden Wassermangels. So erhöht sich in Dürreperioden die Gefahr der Verbiss- und Schälschäden.

## 4.0 Methoden

Die Auswahl exemplarischer Arbeitsgebiete richtete sich vor allem nach der unterschiedlichen Beweidungsintensität bei relativer Homogenität der natürlichen Standortbedingungen. Weitere Kriterien waren:

- Zugänglichkeit zu Karten und Luftbildern
- Gewährleistung der technischen Zugänglichkeit während der Trocken- und Regenzeit
- Erreichbarkeit innerhalb eines Tages von Piura aus
- Zustimmung der Jagdgebietsverwaltung
- Bekanntschaft mit lokaler Bevölkerung (Gewährleistung der physischen Sicherheit, Möglichkeit der Befragung).

### 4.1 *Ipomoea carnea*: Chemische Zusammensetzung und biologische Untersuchungen

#### 4.1.1 Selengehalt in *Ipomoea carnea* und im Boden

Ziel der Selenuntersuchung war es, den Selengehalt in Pflanzen und Boden zu bestimmen, um festzustellen, ob es eine Beziehung zwischen beiden gibt. Zu diesem Zweck wurden Boden- und Selenanalysen für jedes Arbeitsgebiet gesondert durchgeführt.

- Selen in der Pflanze: Durchgeführt wurden 6 Selenanalysen an *Ipomoea carnea*. Die Pflanzen wurden in der Parzellen von Las Lomas und Jaguay Negro gesammelt, an den Orten, wo sie weit verbreitet sind. Analysiert wurden Proben, der Stengel, Blätter und Früchte von Pflanzen der beiden Standorte. Dieses Vorgehen wurde auf Grund der untersuchten Literatur gewählt, nach der die Samen und die Früchte eine stärkere toxische Wirkung als die Blätter besitzen (Meza, 1994 und persönliche Mitteilung von Bauern aus Jaguay Negro). Der Selengehalt wurde mit Hilfe eines AAS (Atom – Absorptionsspektroskopie) durch Hydrierzeugung bestimmt. Für das Jagdgebiet El Angolo wurden keine Pflanzenselenanalysen durchgeführt, da *Ipomoea carnea* hier eine niedrigere Dichte in der Pflanzenverteilung zeigt. Die Probennahme erfolgte im Juli 2004, also ca. 3 Monate nach Beginn der Trockenzeit. Bei den Stengeln erfolgte die Entnahme mit Hilfe einer Astschere in ca. 1 m Höhe am verholzten Teil mit ca. 1,5 cm Durchmesser. Es handelte sich also um ausgewachsene Pflanze, etwa im zweiten bis dritten Lebensjahr.

Bei den Blättern wurden ausgewachsene, halbtrocknete gesammelt, denn nur solche waren in der Trockenzeit vorhanden.

- Bodenanalyse: 3 Bodenproben wurden in den Untersuchungspartellen der drei Arbeitsgebiete Las Lomas, Jaguay Negro und Jagdgebiet El Angolo genommen. Der Selengehalt wurde auch hier mit Hilfe eines AAS durch Hydridherzeugung bestimmt. Die Probenentnahme erfolgte nach Entfernung der Strauchschicht in etwa 30-60 cm Tiefe. Von allen Partellen wurde der Boden eingesammelt und gemischt zum Zweck der Durchführung einer einzigen Analyse. Die Probenentnahme war deshalb angemessen, weil 1. kein Kolluvium gegeben war, 2. *Ipomoea carnea* in dieser Tiefe bereits Wurzeln ausgebildet hatte.

Bei der Atom - Absorptionsspektroskopie geht es um die Bestimmung der Eigenschaften des Lichtes, das ein bestimmtes Element ausstrahlt, wenn seine Atome destabilisiert werden. Dadurch wird die Präsenz des Elementes in einer Lösung bestätigt und seine Konzentration gemessen. Durch Flammenphotometrie werden die Elemente getrennt gemessen, denn jedes Element hat ein anderes Lichtspektrum. Um eine genauere Quantifizierung des Elementes zu bestimmen, werden mehrere Messungen der gleichen Lösung durchgeführt, deren Ergebnisse in einem Verhältnis Absorption/Konzentration ausgedrückt werden. Die Lichtezeugung geschieht innerhalb einer Lampe, wo die Lösung des Elementes zwischen Kathode und Anode ionisiert wird. Im Fall des Selens wird eine Kathodenlampe benutzt (Beaty & Kerber 1993). Bei der Pflanzenanalyse muss das Pflanzenmaterial getrocknet, zerkleinert und dann mit Schwefelsäure behandelt werden. Bei der Bodenanalyse wird dagegen das Bodenmaterial mit Nitrat behandelt. Um das Selen möglichst rein zu erhalten, wird es letztlich in Hydrid verwandelt.

#### **4.1.2 Biologische Untersuchungen**

Die biologischen Eigenschaften der *Ipomoea carnea*, die in den folgenden Kapiteln berücksichtigt werden, werden durch verschiedene Methoden untersucht.

- Die Klassifizierung und Botanik der *Ipomoea carnea* erfolgte an Hand von Literatur.

- Das Habitat und die Geselligkeit der *Ipomoea carnea* werden nach der Vegetationsanalyse von Braun-Blanquet (1964) untersucht. Ihre Soziabilität und Konstanz sowie ihre Beteiligung in den Assoziationen und Subassoziationen werden anhand der Daten, die aus den Parzellen stammen, analysiert.
- Die Biologie der *Ipomoea carnea* wird sowohl im Gewächshaus als auch auf dem Feld beobachtet. Dabei werden die Periodizität und das Wachstum von *Ipomoea carnea* untersucht.
- Vermehrung auf dem Feld: Die generative Vermehrung durch Samen wird durch die Vegetationsaufnahmen (Vitalität und Fertilität) bestimmt.
- Gewächshaus-Untersuchung: Im Gewächshaus von der Pontificia Universidad Católica del Perú wurden 224 Samen von *Ipomoea carnea* in vier verschiedenen Böden gepflanzt, um Wachstum und Phänologie zu beobachten. Bei den verschiedenen Böden handelte es sich um einen aus Las Lomas (sandiger Lehm), einen aus Jaguay Negro (sandiger Lehm), einen aus dem Jagdgebiet El Angolo (schluffiger, sandiger Lehm) und um einen ackerbaulich genutzten Boden aus der Pontificia Universidad Católica del Perú (Schluff). In allen Fällen wurde 50% Moos zugegeben.

## 4.2 Vegetationsanalyse

### 4.2.1 Braun-Blanquet-Analyse

Die Vegetationsanalyse, die zur Bestimmung der Assoziationen und Subassoziationen gemacht wurde, richtete sich nach Braun-Blanquet (1964). Diese Methode erlaubt, die Vegetation in Bezug auf die Pflanzenverteilung und die Standortfaktoren zu untersuchen, die sich in den Assoziationen und Subassoziationen widerspiegeln und das Ökosystem bilden.

Die Braun-Blanquet-Methode erlaubt deshalb, die Wechselbeziehungen zwischen der floristischen Zusammensetzung und der Ökologie des Standorts einschließlich seiner Klimafaktoren festzustellen und diese Wechselbeziehungen bei der Bestimmung der Vegetationszusammensetzung zu berücksichtigen.

Vegetationsanalysen nach der Braun-Blanquet-Methode wurden in zwei verschiedenen Gebieten, eins mit großem (Las Lomas/Jaguay Negro, Abb. 8 und 9) und eins mit geringem Beweidungsdruck (Jagdgebiet El Angolo, Abb.10) durchgeführt, um die Vegetationsänderungen, die durch die anthropogene Nutzung eintreten, zu beurteilen. Der Beweidungsdruck wurde durch drei Parameter festgelegt: Tierbesatz, Landwirtschaft und Pflanzenverbreitung.

Die Ergebnisse der Aufnahme nach Braun-Blanquet wurden in Tabellen geordnet und analysiert. In jedem Gebiet wurden 60 Aufnahmen durchgeführt, 30 für die trockene Jahreszeit und 30 für die Regenzeit. Die untersuchten Gebiete sind Las Lomas/Jaguay Negro und das Jagdgebiet El Angolo. Während Las Lomas/Jaguay Negro unter hohem Beweidungsdruck steht, ist das Jagdgebiet El Angolo vom Biosphärenreservat eingeschlossen. Die Parzellen sind 50x50 m (2500 m<sup>2</sup>) gross, was dem Minimumareal entspricht, auf dem nahezu 100% der Arten des Waldes zu finden sind. Um das Minimumareal zu bestimmen, wurde, der Literatur folgend, die charakteristische Artenkombination der Pflanzengesellschaft erkannt. Für Wälder der gemäßigten Klimazonen wird erwartet, dass das Minimumareal zwischen 100-500 m<sup>2</sup> beträgt. (Dierssen, 1990). In unserem Fall wurde das Minimumareal nach der Pflanzenverteilung, der charakteristischen Artenkombination, den konstanten Artenbegleitern, der Frequenz und der Stetigkeit bestimmt. Entsprechend den anderen klimatischen Bedingungen ist es erheblich größer.

In jeder Parzelle wurden die Arten bestimmt. Für die Identifizierung der Arten wurden zuerst die Pflanzen gesammelt und nach deren wichtigsten Charakteristiken beschrieben. Später wurde diese Beschreibung mit der Beschreibung der Arten in der Literatur verglichen, und es wurden die botanischen Namen festgestellt. Dafür wurden hauptsächlich Ríos 1989, Bracko und Zarucki 1996 und Missouri Botanical Gardens berücksichtigt. Die Arten, die nicht durch diese Methode bestimmt werden konnten, wurden zum Teil zum botanischen Herbarium der Facultad de Ciencias Forestales der Universidad Nacional Agraria La Molina gebracht und dort identifiziert (s. Anhang 1). Einige Pflanzen wurden in der Universidad Nacional de Trujillo mit der Hilfe von Professor José Mostacero León bestimmt(s. Anhang 1).

Für die Ermittlung der Familien und der Artenzahl wurden alle Pflanzenarten während der Trocken- und der Regenzeit in allen Parzellen, 60 insgesamt, berücksichtigt. Pro Arbeitsgebiet handelt es sich daher um  $30 \times 250 = 75,000 \text{ m}^2$ .

Die Pflanzen wurden je nach der Größe in 3 Schichten aufgeteilt:

- Baumschicht (über 5 m): Bäume und Epiphyten,
- Strauchschicht (1-5 m): Sträucher, Kakteen und Kletterpflanzen,
- Krautschicht (unter 1 m): Kräuter und Gräser.

Um zu einer genaueren Beschreibung der Schichten zu kommen, wurden die Schichten nach ihren Lebensformen analysiert.

Die Durchschnittshöhe der Schichten wurde berechnet nach der Höhe aller Pflanzen einer Schicht dividiert durch die Pflanzenzahl.

Der Deckungsgrad einer Schicht wurde in Prozent berechnet. Der Deckungsgrad wurde als der prozentuale Anteil der horizontalen Projektion der jeweiligen Schicht auf die Bodendecke (Dierschke, 1994) definiert.

Um die Braun-Blanquet-Vegetationsanalyse durchzuführen, wurden bei den Pflanzen folgende Angaben festgehalten bzw. Parameter gemessen:

Im Gelände wurden folgende Parameter erfasst:

- Geographische Lage der Parzelle
- Genauer Ort
- Höhe über dem Meer
- Geländeform
- Das Ausgangsgestein wurde nach der geologischen Karte festgelegt.
- Größe der Aufnahmefläche, 50 x 50 m (2500 m<sup>2</sup>)
- Bodenprofil
- Art und Intensität der Bewirtschaftung
- Schichtung: Baumschicht, Strauchschicht und Kräuterschicht.
- Lebensformen: Bäume, Epiphyten, Kletterpflanzen, Sträucher, Kakteen, Gräser und Kräuter.
- Vitalität
- Phänologie

Folgende Parameter wurden nach den im Gelände aufgenommenen Daten ermittelt:

- Assoziation: Ein entscheidender Punkt zur Kennzeichnung von Assoziationen war die Berücksichtigung der Charakter- und der Differentialarten, die sich unter gleichen standörtlichen Bedingungen gebildet haben (Dierschke, 1994). Hier soll eine Artenverbindung mit einem bestimmten Häufigkeitsschwerpunkt bestehen (Dierssen, 1990). (s. Anhang 5).
- Subassoziationen: Die Subassoziation der Assoziation wurde durch Differentialarten bestimmt. Hier werden standörtliche Faktoren deutlicher (Dierschke, 1994) (s. Anhang 5). Hier wirkt ein Netzwerk unterschiedlicher ökologischer Faktoren sowie das Mikroklima (Dierssen, 1990).
- Artmächtigkeit
- Soziabilität
- Frequenz

Der Pflanzenverbreitung nach wurde die Subassoziation definiert und die kennzeichnenden Bildungsfaktoren für jede Subassoziation diskutiert. Die Subassoziation wurde zuerst nach der Artmächtigkeit definiert. Die Umweltfaktoren für jede Subassoziation wurden dabei diskutiert und festgelegt. Berücksichtigt wurden dabei auch Assoziation und Soziabilität.

#### **4.2.2 Boden**

Um Zusammenhänge zwischen der Vegetationsbedeckung und dem Boden zu untersuchen, wurden verschiedene Eigenschaften der Böden des Untersuchungsgebietes bestimmt. Dazu wurden Bodenprofile bis zum Ausgangsgestein (maximal 60 cm tief) gegraben und mithilfe von Feldmethoden charakterisiert (siehe Abb. 12 und 13, Tabellen 9,10 und 11 und im Anhang 6). Für weiterführende chemische und bodenphysikalische Analysen wurden die Oberböden der verschiedenen Parzellen während der Trockenzeit beprobt (0-30 cm, je eine Probe pro Parzelle).



Abb. 12 Bodenprofil Las Lomas



Abb. 13 Bodenprofil El Angolo

Folgende Analysen wurden im Labor der Universidad Nacional Agraria La Molina durchgeführt (s. Anhang 6):

- pH-Wert: Messung in wässriger Bodensuspension (Boden zu Lösungsverhältnis, w/w: 1:1, deionisiertes Wasser).
- Austauschbare Kationen: Die meistgebrauchte Methode zur Extraktion der austauschbaren Kationen ist die Equilibrierung des Bodens mit Amoniumazetat. Die Konzentration an Na, K, Mg und Ca wurde im Filtrat nach unterschiedlicher Vorbehandlung flammenfotometrisch bzw. mit AAS gemessen. Austauschbares Al und austauschbare



Protonen wurden titrimetrisch bestimmt. Die Kationenaustauschkapazität entspricht der Summe der Konzentrationen der austauschbaren Kationen.

- Kalziumkarbonat (%), (gas-volumetrische-Methode): Um das Kalziumkarbonat des Bodens durch diese Methode zu messen, wird der Boden mit HCl behandelt. Das entstandene CO<sub>2</sub> wird gemessen, und daraus der Gehalt an CaCO<sub>3</sub> berechnet.
- Der Humusgehalt (%) wurde nach der Methode von Walkley und Black nach Oxidation mit Chromsäure (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) und Zugabe von Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) bestimmt.
- Phosphor (ppm); (Olsen-Methode). Der Gesamt-Phosphorgehalt wurde nach der Olsen-Methode durch Aufschluss der Böden mit HClO<sub>4</sub> bestimmt (Olsen & Dean, 1965). Die Phosphatkonzentration in der Aufschlusslösung wurde colorimetrisch (Vanadomolybdat-Methode) bestimmt.
- Textur (Sand, Schluff und Ton). Die Korngrößenverteilung der Bodenproben wurde mit der Sedimentationsmethode bestimmt.

Nur in 4 von den insgesamt 30 Parzellen im Jagdgebiet und 4 von den ebenfalls 30 Parzellen in Las Lomas und Jaguay Negro wurden nicht alle Parameter bestimmt. Der Grund dafür war die geringe Bodenentwicklung, bzw. geringe Bodentiefe. In diesen steinigten Parzellen wurden nur der pH-Wert (1:1), die elektrische Leitfähigkeit (dS/m), Kalziumkarbonat (CaCO<sub>3</sub>%), organisches Material (%), Phosphor (ppm) und Kalium (ppm) bestimmt.

Für die Diskussion der Ergebnisse wurden Mittelwerte aus den Daten der Parzellenproben von Las Lomas, Jaguay Negro und für das Jagdgebiet El Angolo berechnet.

#### **4.2.3 Synchorologische Analyse**

Zweck der Synchorologie ist, die Vegetation und die floristische Variation der Pflanzendecke des Untersuchungsraums zu studieren.

Um die Vegetationsgesellschaften im Zusammenhang mit dem Areal des nordperuanischen Trockenwaldes zu untersuchen, wurden zwei Reihen von langen Parzellen entworfen, deren Ergebnisse diskutiert werden. Die Parzellen sind 3 km lang und 10 m breit. Eine erste Reihe,

die zehn solcher Parzellen umfasst, liegt über das Arbeitsgebiet verteilt entlang einer kurvenreichen, 80 km langen Linie von Nueva Esperanza in der Nähe des Meeres bis zum Dorf Jaguay Negro. Mit den 10 Parzellen wurden also diskontinuierlich 30 Standorte der 80 km dieser Linie untersucht. Die zweite Reihe von ebenfalls 80 km Länge läuft durch das Jagdgebiet El Angolo. Aufgrund der größeren Vielfalt der Vegetationsgesellschaften wurden hier 14 lange Parzellen entworfen, die insgesamt 42 km der 80 km abdecken. Die Linie beginnt an der Abzweigung, die zum Jagdgebiet führt, und endet innerhalb des Jagdgebietes.

Jede Parzelle dient der genaueren Analyse einer der Vegetationsgesellschaften, die auf der genannten Strecke gefunden worden sind. Richtung Jaguay Negro wurden 10 verschiedene Vegetationsgesellschaften gefunden und dementsprechend 10 Parzellen festgelegt. Auf der anderen Strecke, Richtung Jagdgebiet El Angolo, sind 14 Vegetationsgesellschaften und ebenso viele Parzellen. Weil jede Parzelle innerhalb einer Vegetationsgesellschaft liegt, sind die Abstände zwischen den Parzellen verschieden groß. Die Diskussion erfolgt unter Berücksichtigung des Reliefs, der Wasserbedingungen, der Luftfeuchtigkeit und der Landnutzung. Im Unterschied zu den Arbeitsparzellen erlauben diese Reihen von langen Parzellen ergänzende Aussagen über die Vielfalt der Vegetationsgesellschaften des nordperuanischen Trockenwaldes (Untersuchungsraum).

### **4.3. Verbisschaden**

Die Wechselbeziehung zwischen Pflanzen und Tieren spiegelt sich im Verbisschaden wider. Um die Veränderungen zu untersuchen und die Schäden zu quantifizieren, wurden die Verbisschäden in beiden Arbeitsgebieten gemessen. Die Daten wurden in der Trockenzeit aufgenommen, um die maximale Verbissexpositionsdauer zu erreichen. Die Datenentnahme erfolgte vier Jahren nach dem letzten El Niño-Phänomen. In der Tab. 2 werden die untersuchten Faktoren, die angewandten Methoden und Parameter dargestellt. Für ihre Messung wurde die Methode von Reinmoser, 1999, benutzt. Der Verbisschaden wurde über das Verbissobjekt (Art, Terminal- bzw. Nebentrieb), die Verbissexpositionsdauer (ein Jahr), und die Pflanzenhöhe (10 bis 130 cm) erhoben.

Analog zur Methode von Braun-Blanquet 1969 wurden zum Zweck der Verbissmessung kleine Parzellen von 10 m<sup>2</sup> innerhalb der bereits vorhandenen Parzellen der Vegetationsanalyse definiert. Es ging darum, die minimale Ausdehnung der Fläche zu

bestimmen, die jedoch groß genug sein muss, um in den gesamten Parzellen alle fressbaren Arten zu enthalten. So entstanden 20 Parzellen in Las Lomas/Jaguay Negro und weitere 20 im Jagdgebiet El Angolo. Insgesamt wurde also die Verbissbelastung auf 200 m<sup>2</sup> gemessen. Es handelt sich um die gleichen Parzellen, die auch für die Vegetationsbestimmung genutzt wurden, allerdings dienten jeweils nur einige Vegetationsparzellen als Verbissmessungsparzelle. Die Größe der Parzellen wurde auf der Basis der Literaturangaben definiert. Mir sind keine vorherigen Anwendungen dieser Methode im südamerikanischen Trockenwald bekannt. Trotz der großen Unterschiede zwischen den Ökosystemen in den verschiedenen Erdteilen habe ich mich für methodische Anregungen an der europäischen Literatur orientiert. Zwar ist die gewählte Flächengröße relativ klein (10 m<sup>2</sup>), aber der Literatur nach genügend. Der Aufwand der Zählung der verbissenen Zweige auf Grund der Pflanzendichte wäre bei einer größeren Ausdehnung nicht zu bewältigen gewesen.

Für jede Parzelle wurde also die Arthäufigkeit, die Zahl und die Höhe der End- und Nebentriebe (Ergebnis: Durchschnittstrieb) festgestellt. Für jede Art wurden dann die durchschnittliche Höhe, die Zahl und die entsprechende Art der verbissenen Triebe pro Parzelle im Arbeitsheft notiert. Die Verbissexpositionsdauer, die berücksichtigt wurde, umfasste den Zeitraum von Anfang der letzten Regenzeit bis zum Ende der Trockenzeit, um die Schäden während der Regenzeit und Trockensaison zu erfassen. Diese ist die Zeit, in der die Pflanzen die größte Verbissexpositionsdauer ertragen, weil am Ende der Trockenzeit alle während des ganzen Jahres verbissenen Triebe sichtbar sind. Die Daten wurden zu durchschnittlichen und prozentualen Angaben verarbeitet.

Die Intensität des Verbisses einer bestimmten Pflanze durch eine bestimmte Tierart kann in einer bestimmten Jahreszeit deutlich steigen. Das ist z. B. der Fall bei den Ziegen im nordperuanischen Trockenwald, wo *Ipomoea carnea*, wie oben gesehen, nur in der Trockenzeit intensiv gefressen wird. Auch deshalb wurden die Verbissmessungen für den Wald und insbesondere für *Ipomoea carnea* erst am Ende der Trockenzeit vorgenommen.

Die Literatur folgend (Reinmoser 1999, Prien 1997) wird der Verbisschaden durch die Parameter Durchschnittstrieb und Arthäufigkeit gemessen. Als Durchschnittstrieb wird die durchschnittliche Länge aller Triebe einer Art in dieser Fläche bezeichnet. Arthäufigkeit ist der prozentuale Anteil einer Art am gesamten Pflanzenbestand der Fläche. Um den Verbisschaden zu beurteilen, wurden auch Verbissprozent und Verbissgrad gemessen. Der

Verbissprozent bezieht sich auf den Prozentsatz der verbissenen Triebe in Bezug auf die gesamte Zahl der Pflanzentriebe jeder Art. Der Verbissgrad besteht im Prozentsatz der verbissenen Triebe jeder Art an den gesamten verbissenen Trieben aller Arten einer Fläche. Auf der Basis dieser Angaben wird die Beteiligung der Pflanzenarten an der Tierernährung analysiert und der anthropogene Einfluss auf beide Arbeitsgebiete diskutiert. Die Verbissbelastung ist der Prozentsatz der verbissenen Pflanzen jeder Art.

Die Feststellung des Verbisschadens geschieht gemäß Reinmoser, 1999, da – wie gesagt – für tropische Trockengebiete Vorarbeiten nicht bekannt sind. Die Messung des Verbissgrads erfolgte durch Schätzung; die des Verbissprozents ebenfalls nach Reinmoser, 1999. Alle Ergebnisse sind in Prozent ausgedrückt. Daten, die unter 10% des Verbisses liegen, wurden als nicht relevant betrachtet, weil, auch wenn es sich um Terminaltriebe handelt, dadurch das natürliche Waldwachstum nicht beeinträchtigt wird (Prien, 1997).

Nach der Betriebsregelungsanweisung (Prien, 1997) wurden folgende Stufen festgelegt, um das Ausmaß des Verbisschadens zu beurteilen:

1. Schwache, nicht relevante Schäden: 1-10% der untersuchten Fläche
2. Mäßige Schäden: 11-30% der untersuchten Fläche
3. Mittlere Schäden: 31-60% der untersuchten Fläche
4. Starke Schäden: 61-100% der untersuchten Fläche

Um eine Aussage über die ökologische Bewertung des Schadens durch Verbiss machen zu können, soll die Zahl des Verbisses pro Pflanze berücksichtigt werden. Es muss damit gerechnet werden, dass die nicht verbissenen Triebe eine wichtige Rolle für die Verteilung und Verjüngung der Pflanzen spielen (Prien, 1997). Die Artenvielfalt der Pflanzen ist auch ein wichtiger Faktor für die Beurteilung von Verbisschäden. Um diese ökologischen Effekte der Schäden zu bestimmen, wurden die Terminaltriebe gemessen.

Um festzustellen, welche Tierart den Verbiss verursacht hat, ist die Höhe des Verbisses von Bedeutung (Prien, 1997). Je nach Tierart unterscheidet Prien, 1997, die Äsungsansprüche, die sich in der Verbissintensität widerspiegeln. Hier sollen nur die Tierarten erwähnt werden, die für den Untersuchungsraum von Bedeutung sind.

1. **Reh:** Von Bedeutung für Jagdgebiet El Angolo. Selektive Äsungsauswahl, bevorzugt Knospen, Blätter, junge Triebe und der Terminaltrieb, die reich an Nährstoffen und Wasser sind.
2. **Ziege:** Von Bedeutung für Las Lomas/Jaguay Negro. Wichtig für die verbissenen Pflanzen ist der hohe Rohfaseranteil (Holz und Zweige). Die Tiere haben ein hohes Adaptationsvermögen.
3. **Rind:** Von Bedeutung für das Jagdgebiet El Angolo, bevorzugt rohfaserreiche Nahrung.

Tab. 2: Übersicht über die eingesetzten Methoden

<b><i>Ipomoea carnea</i>: Chemische Zusammensetzung und Biologieuntersuchungen</b>		
Faktor	Methode	Parameter
Selen	Blätter-, Stängel- und Samenanalyse in Las Lomas und in Jaguay Negro durch AAS.	Niedrige Konzentration: 0-5µg Se /g t. M. Mittlere Konzentration: 5-10 µg Se /g t. M. Hohe Konzentration: über 10 µg Se /g t. M.
	Boden von Las Lomas/Jaguay Negro und vom Jagdgebiet El Angolo wurde durch die Methode AAS analysiert.	Boden ohne Selen; Mittlere Konzentration an Selen im Boden: 0,1 -0,2 µg Se/g Boden, Hohe Konzentration an Selen im Boden: über 0,2 µg Se/g Boden.
Biologie	Pflanzung auf verschiedene Böden im Gewächshaus: Vermehrungs- und Wachstumsuntersuchung.	Zahl der gekeimten Samen. Zahl der Blätter. Geschwindigkeit des Wachstums.
	Aufnahmeprotokoll von den Phasen des Lebenszyklus von <i>Ipomoea carnea</i> auf dem Feld in der trockenen und feuchten Jahreszeit.	Zahl der Pflanzen in Verjüngung, Wachstumsphase, Blütezeit, Samenbildung.
<b>Vegetationsanalyse</b>		
Assoziationen	Auswertung von Artenbestand (Braun-Blanquet-Methode).	Tabellen (60 Aufnahmen / Gebiet). Artmächtigkeit, Soziabilität, Vitalität, Phänologie, Frequenz, Art und Intensität der Bewirtschaftung, Lebensformen, Schichtung.
	Bodenprofile und -analyse im Boden von Las Lomas/Jaguay Negro und dem Jagdgebiet El Angolo wurden durchgeführt.	pH-Wert (1:1), elektrische Leitfähigkeit (dS/m), Kalziumkarbonat (CaCO <sub>3</sub> %), organisches Material (%), Phosphor (ppm), Kalium (ppm), Bodentextur, Kationenaustauschkapazität, Ca <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Al <sup>+3</sup> H <sup>+</sup> , gesamte Kationen und gesamte Basen, gesättigte Basen.
	Synchorologische Analyse.	10 Vegetationsparzellen für Las Lomas/Jaguay Negro und 14 Vegetationsparzellen für das Jagdgebiet El Angolo.
<b>Verbissintensitätsmessungen</b>		
	Verbissmessung nach Reinmoser, 1999.	Verbissprozent, Verbissgrad.

## 5.0 *Ipomoea carnea* und andere Arten der Gattung

Im Zusammenhang dieser Studie des peruanischen Trockenwaldes gehe ich von der allgemeinen Annahme aus, dass *Ipomoea carnea* im Trockenwald eine wichtige Rolle für die Walderhaltung spielt. Ihre Toxizität trägt zum Schutz des Waldes vor Überweidung bei. Mit der Absicht, diese Hypothese über *Ipomoea carnea* auf den neuen Stand der Forschung zu bringen, wird in diesem Kapitel die Literatur zum Thema ausgewertet. Die Kontrastierung dieser Hypothese mit den Ergebnissen von der Feldarbeit erfolgt im 6. Kapitel.

## 5.1 Klassifizierung, botanische Grundlagen und Ökologie

### 5.1.1 Klassifizierung

*Ipomoea carnea* gehört zur Ordnung Solanales, Familie Convolvulaceae. Die Ordnung Solanales enthält pharmazeutisch bedeutsame Steroid- und Tropanalkaloide (Strasburger, 2002). Die taxonomische Stellung der zur Familie der Convolvulaceae gehörenden Pflanzen ist umstritten (Armién, 2000).

Die **Familie** Convolvulaceae ist im tropischen Regenwald, in Steppen, in Savannen wie auch in Wüstengebieten zu finden (Austin, 1997). Sie ist in den Tropen verbreitet, während im gemäßigten Klima nur einige Gattungen der Familie zu finden sind. Die größte Vielfalt der Art findet sich in Amerika und Afrika. In Afrika gibt es 13 Gattungen, in Asien 10. Die Familie umfaßt 55 Gattungen und 1600-1700 Arten, von denen 750 Arten (44%) aus der Neuen Welt stammen.

Die **Gattung** *Ipomoea* ist artenreich. Sie umfasst ca. 400 tropische und subtropische Arten, von denen die meisten in Amerika verbreitet sind (Lötschert und Beese, 1981, Verdcourt, 1963, Austin, 1997). Viele Arten werden wegen ihrer schönen Blüten als Zierpflanzen genutzt. Im 17. Jahrhundert wurde die Gattung *Ipomoea* in Japan eingeführt (Austin, 1997).

### 5.1.2 Botanische Grundlagen

Die zur Familie Convolvulaceae gehörenden Pflanzen sind Kletterpflanzen mit meist trichterförmigen, in der Knospenanlage gedrehten Kronen (Strasburger, 2002). Die Blüten tragen in der mehr oder weniger kurzen Blütenröhre 5 meist ungleich lange Staubblätter. Der fadenförmige Griffel endet in einer kugeligen, zuweilen auch geteilten, dicken Narbe (Lötschert und Beese, 1981). Alle Arten der Familie außer *Cladostigma* und *Hildebrandtia* (Sebsebe und Austin, 1996) besitzen vollentwickelte Blüten. Aus dem zweiteiligen Fruchtknoten entwickelt sich eine Kapsel, zwei- oder vierteilig, die auch häufig einen Deckel trägt. Es werden meist 4, zuweilen auch 6 große Samen gebildet (Lötschert und Beese, 1981).

*Ipomoea carnea* besitzt lange, breite, oval bis ringförmige Blätter von 5-15 cm Länge (Abb. 14). Die Blätter sitzen auf langen Blattstielen. Die Blütenblätter sind rosa bis violettfarbig, manchmal weiß, mit ovalen Kapseln, die 4 langhaarige Samen enthalten (Daló und Moussatché, 1978). *Ipomoea carnea* ist in Nordperu einheimisch (De la Puente 1992), wo sie als „Borrachera“ bezeichnet wird.

Nach Austin und Huamán (1996) sind die Kriterien für die Zuordnung von *Ipomoea fistulosa* und *Ipomoea carnea* zu zwei getrennten Spezies nicht erfüllt. Sie werden deshalb zu der Spezies *Ipomoea carnea* mit den Subspezies *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* ((Mart. ex Choisy) D. Austin) und *Ipomoea carnea* ssp. *carnea* ((Jacq.) D. Austin) zusammengefasst. Seit 1977 wird nach Austin *Ipomoea fistulosa* (Mart. ex Choisy) zu *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* gerechnet.

*Ipomoea fistulosa* (Mart. ex Choisy) stammt aus dem tropischen Amerika und wurde von Lejoly und Lisowski (1992) beschrieben. Vorher wurde sie als *Ipomoea carnea* beschrieben. *Ipomoea fistulosa* ist eine buschartige Pflanze. Das Jungholz besitzt zylinderförmige Lentizellen. Im Gegensatz zum Jungholz sind die alten Äste haarlos. Der Blütenstiel ist 2-10 cm lang und oval. Das Blatt ist 10-20 cm lang. Er hat an der Blattbasis 2-5 Adern. Der Blütenstand ist axillar und terminal, die Trugdolde hat mehrere Blätter mit ovalem Deckblatt, welches 5 mm lang ist. Die bestäubten Blüten



besitzen eine rosa Blütenkrone, die außen haarig ist. Der Fruchtknoten enthält 2 - 4 Eizellen; der Griffel ist 24 mm lang. Die Früchte bilden eierförmige Kapseln (Lejoly und Lisowski, 1992).



Abb. 14: *Ipomoea carnea* in Jaguay Negro.

Um die vorherige Beschreibung von *Ipomoea carnea* zu ergänzen, werden in Tab. 3 ähnliche andere Arten der Gattung beschrieben, die im Untersuchungsraum oder den angrenzenden Gebieten vorkommen und die früher auch unter dem Namen *Ipomoea carnea* beschrieben wurden.

Tab. 3 Ipomoea-Arten, die unter dem Namen *Ipomoea carnea* beschrieben worden sind

	<i>Ipomoea carnea</i>	<i>Ipomoea fistulosa</i> (Mart. ex Choisy)	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq. Ssp. <i>fistulosa</i>	<i>Ipomoea carnea</i> ssp. <i>carnea</i>	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L) <b>ROTH</b>	<i>Ipomoea pes-caprae</i> ssp. <i>brasiliensis</i>	<i>Ipomoea carnea</i> ssp. <i>Fistulosa alba</i>
<b>Herkunft</b>	Kolumbien, Peru und Ecuador.	Tropisches Amerika (Lejoly und Lisowski, 1992)	Amerika, tropische und subtropische Gebiete (Austin und Huaman, 1996)	Amerika, tropische und subtropische Gebiete (Austin und Huaman, 1996)	Tropisches Südamerika (Lejoly und Lisowski, 1992)	Ecuador, Mexiko und Nordperu (Saint John, 1970)	Tropisches Südamerika (Byrd Graft, 1992)
<b>Verbreitung</b>		Brasilien (Austin, 1977)	In Peru in Ancash, Lambayeque, Piura, Lima, Arequip und Puno zu finden (De la Puente, 1992) Texas, Argentinien, Karibik, Sri Lanka, Australia, Hawaii, Arabia (Arbonnier, 2002)	In Peru in Cajamarca, Piura und Tumbes zu finden (De la Puente 1992)	Indien, Asien		
<b>Pflanzenform</b>	Buschartige Kletterpflanze (Weberbauer, 1945)	Buschartig 1-2 m hoch					
<b>Blütenfarbe</b>	Rosa bis violett, manchmal weiß (Daló und Moussatché, 1979)	Rosa Blüten	Rosa Blüten				Weißer Blüten
<b>Blätter</b>	Oval-längliche Blätter (Armen, 2000)			Herzförmige bis rundliche Blätter (Armen, 2000)			
<b>Ökologie</b>			Feuchtgebiete, an Ufern von Stauseen und Flüssen	Trockengebiete mit Dornstrauchvegetation			

### 5.1.3 Ökologie der Arten der Gattung *Ipomoea*

Die Gattung *Ipomoea* ist typisch für eine reiche Buschvegetation oder für offene, trockene Standorte mit Halbwüstenklima, wo deren Jungtriebe oft kriechen oder klettern. In trockener Buschvegetation oder in Savannen kann sich *Ipomoea* zu großen Sträuchern entwickeln (Heywood, 1982). Bei *Ipomoea* finden sich aufrechte, strauch- oder baumartige Schlingpflanzen, die Gebüsch und Hecken mit einem üppigen Blütenflor überziehen. Ferreyra, R. (1960) berichtet von den Pflanzen der Formation Algarrobal-Zapotol in Peru. Dazu gehören *Ipomoea carnea*, *Ipomoea nil* und *Ipomoea pes-caprae* var. *peruviana*.

Nach Austin, 1977, befindet sich *Ipomoea carnea* in xerophytischen Wäldern wie den Chaparrales (Baumsavannen) von Peru, z.B. im Jequetepeque- Tal (Weberbauer, 1945). In Piura (Nordperu) ist *Ipomoea carnea* in Carrizalillo, San Marcos, Cañaverl, Cherrelique, La Choza, El Cardo und Chicama zu finden.

*Ipomoea fistulosa* ist in Guayaquil (Ecuador) und Brasilien verbreitet. (Pernambuco). Sie ist in Nordperu im Marañon-Tal (Nordperu) in Höhen zwischen 400 und 900 m. , in Cutervo und Chachapoyas in Höhen zwischen 500 und 1500 m ü. N N als Teil der xerophytischen Savanne anzutreffen..

Die Vermehrung von *Ipomoea* erfolgt vor allem vegetativ durch Bewurzelung der Zweige. Es handelt sich um eine ungewöhnliche Trockenheitsresistente Pflanze. (Daló und Moussatché, 1978), die auch Brände und starken Schnitt gut überlebt.. Sie bevorzugt tonige Böden (Daló und Moussatché, 1978) oder, wie es in dem Arbeitsgebiet festgestellt wurde, tonigen Sand. Sie blüht sehr lange - in einigen tropischen Ländern sogar das ganze Jahr. Während der Trockenzeit verliert die Pflanze ihre Blätter und es bleiben nur die Früchte bzw. Samen (Daló und Moussatché, 1978).

*Ipomoea fistulosa* hingegen behält in der Trockenzeit ihre Blätter (Neiva und Penna, 1916; Tokarnia et al., 1979). Während der trockenen Monate gab es im Untersuchungsraum aber auch *Ipomoea*-Pflanzen mit einigen Blättern, Blüten und Samen.

*Ipomoea carnea* ist typisch für überweidete oder Kahlschlagflächen.. Unter diesen Bedingungen ist *Ipomoea carnea* eine Pionierpflanze (CDC, 1992). Auf verlassenen

landwirtschaftlichen Flächen wachsen *Ipomoea carnea* und *Cordia rotundifolia* (Weberbauer, 1945).

## **5.2 Bedeutung der Toxizität von Ipomoea-Arten**

Die folgende Literaturlauswertung dokumentiert, dass es einerseits bereits eine relativ differenzierte weltweite *Ipomea*-Forschung unter pharmakologischen, veterinär- und humanmedizinischen Gesichtspunkten, auch aus ethnologischer Sicht gibt, aus denen sich Hinweise auf die gesundheitlichen Risiken dieser Pflanze als tierisches Futter in der Trockenzeit ergeben. Andererseits fehlen bis heute systematische Untersuchungen zur Art der Wirkung von *Ipomea carnea* als Futterpflanze im nördlichen Peru. Der Grund für diese ausführliche untersuchung des Thema ist die hohe rate der Tierevergiftungen und Tierfehlgeburten die in dem Untersuchungsgebiet berichtet wird (Pronaturaleza, 2001, Persönliche mitteiluug der Bauern aus Jaguay Negro).

### **5.2.1 *Ipomoea carnea*, ein interkontinental verbreitetes „Weideunkraut“**

*Ipomoea carnea* wird in Indien (Chhattisgarh) als Barriere bzw. Umzäunung zum Schutz gegen wilde Tiere benutzt, wird aber auch zur biologischen Schädlingsbekämpfung (natürliches Insektizid) eingesetzt (Oudhia, 2002). Oudhia (2002) beschreibt *Ipomoea carnea* des weiterens als allelopathisch wirksame Pflanze, die vor allem eine positive Wirkung auf ihre Samenkeimung hat.

Es gibt aus verschiedenen Ländern Berichte, wonach es bei Einnahme von *Ipomoea carnea* zu Spontanvergiftungen bei Tieren, speziell bei Ziegen, gekommen ist. Es handelt sich dabei durchweg um Länder, in denen es regelmäßig lange Dürreperioden gibt, wie Sudan (Adam et al., 1973), Indien (Tirkley et al., 1987), Mozambique (De Balogh et al., 1998), USA (Texas), Argentinien, Karibik, Sri Lanka, Australia, Hawaii, Arabien (Arbonnier, 2002). Hinweise zur Toxizität von *Ipomoea carnea* stammen schon aus dem 19 Jahrhundert (Freire Alemão, 1884). Futtermangel auf Grund langer Dürreperioden scheint daher ein prädisponierender Faktor für die beschriebenen Vergiftungen zu sein (Armién, 2000).

In Pantanal (Brasilien) werden 12% aller Todesfälle von Rindern vom Verzehr von Blättern oder Wurzeln mit toxischer Wirkung verursacht. Auch dieses Gebiet wird jahreszeitlich bedingt von Dürre heimgesucht. Unter den toxisch wirkenden Pflanzen dieses Gebiets finden sich auch *Ipomoea carnea ssp. fistulosa* und *Ipomoea asarifolia* (Pott und Afonso, 2002).

*Ipomoea asarifolia* wird im Senegal vorwiegend durch die Bevölkerungsgruppe der Fulani als Futterpflanze genutzt. Es gibt einige Berichte, denen zufolge die Fütterung mit *Ipomoea asarifolia* Aborte bei den Herden auslösen kann (Doepmann, 1997). Auch Ba, 1982, 1966 (zit. nach Doepmann, 1997), gibt an, dass *Ipomoea asarifolia* bei den mauretanischen Fulani als Ursache von epizootischen Aborten im Viehbestand führt. In derselben Gattung gibt es eine weitere, bei den Fulani als giftig angesehene Pflanze, die *Ipomoea cairica* (Doepmann, 1997). Laut Berichten von Bauern aus der Comunidad Jaguay Negro wurden auch in Peru Vergiftungen und Aborte bei Ziegen durch *Ipomoea carnea* verursacht.

In Brasilien wird *Ipomoea fistulosa* als eine der toxischsten Pflanzen im trockenen Nordosten beschrieben (Daló und Moussatché, 1978). Vergiftungen mit *Ipomoea fistulosa* sind in den Gemeinden Petrolina/Pernambuco und Juazeiro/Bahia im Flusstal des Rio Sao Francisco schon seit Ende des 19. Jahrhunderts bekannt (Armién, 2000). In den letzten Jahren mehren sich die Berichte über das Vorkommen von Vergiftungen mit *Ipomoea carnea* in den tropischen Zonen Afrikas und Asiens. Meist handelt es sich um arme Regionen, in denen nur begrenzt extensive Landwirtschaft betrieben wird und in denen die Ziegenhaltung eine wichtige Rolle spielt (Armién, 2000). Nach Arbonnier (2002) gilt die Pflanze im trockenen Westafrika als toxisch für Weidetiere.

In Dürrezeiten, wenn Futtermittel knapp werden, zwingt der Hunger zur Aufnahme der immergrünen und in großen Mengen vorhandenen *Ipomoea fistulosa* (Neiva und Penna, 1916; Tokarnia et al., 1979). Betroffene Spezies sind vor allem Ziegen, Schafe und Rinder (Freire Alemão, 1884; Neiva und Penna, 1916; Tokarnia et al., 1960).

Zu pathologischen Erscheinungen kommt es, wie die Untersuchungen zeigen, offenbar erst dann, wenn, bedingt durch Dürre, Gräser als Futterpflanzen nicht mehr vorhanden sind und die Ernährung sich fast ausschließlich *Ipomoea fistulosa* beschränkt (Tokarnia et al., 1960; Adam et al., 1973). Das gleiche wird von Bauern in Jaguay Negro über *Ipomoea carnea* berichtet. Vergiftungen in Mozambique (De Balogh et al., 1999) sowie ein Fall in einer

Gemeinde der Provinz Rio de Janeiro zeigen, dass Vergiftungen offenbar dann auftreten, wenn durch räumliche Einschränkung der Weideflächen eine Verarmung an Futterpflanzen eintritt und nur noch *Ipomoea fistulosa* als Futter verfügbar ist (Armién, 2000).

Vor mehr als einem Jahrhundert, 1884, wurde von Freire erstmals über die Toxizität von *Ipomoea fistulosa* berichtet. Freire beschreibt, dass *Ipomoea fistulosa* für Schafe und Rinder in Bundesstaat Ceará in Brasilien toxisch ist. Er beschreibt: zunächst torkeln die Tiere und verenden schließlich. Auch aus Venezuela (Pittier und Schnee zit. nach Daló und Moussatché, 1978) gibt es Berichte, denen zufolge *Ipomoea abutiloides* für Ziegen und Rinder toxisch wirkt.

Der Agricultural Research Service von TEKTRAN berichtet über eine „lysonal storage disease“, die von *Ipomoea carnea* bei Ziegen in Mozambique verursacht wird (De Balogh et al., 1999). Nach langzeitiger Fütterung mit *Ipomoea carnea* zeigen die Tiere typische Symptome von nervösen Störungen durch Vergiftung, die durch Veränderungen im Gehirn und in der Wirbelsäule verursacht werden (Waran et al., 2003). Dieser neurologische Befund wird in späteren Stadien durch Abmagerung ergänzt. Alle Tiere zeigen Verhaltens- und Bewusstseinsstörungen sowie Anomalien der Bewegung und der Haltung (Armién, 2000). In der Regel sterben die Tiere ca. 30 - 45 Tage nach Auftreten der ersten Symptome (Schmidt und Gonçalves zit. nach Armién, 2000).

Als Folge der Aufnahme von *Ipomoea fistulosa* entwickelt sich bei Nutztieren eine Abhängigkeit, die sich darin äußert, dass andere Futtermittel verweigert werden. Betroffen sind besonders Ziegen, Schafe und Rinder (Freire Alemão, 1884; Neiva und Penna, 1916; Tokarnia et al., 1960; Hochne, 1939; Schmidt und Gonçalves, alle zit. nach Armién, 2000).

### **5.2.2 Toxische Stoffe**

*Ipomoea fistulosa* muss also als giftige Pflanze gelten.. Der Pflanzensaft von *Ipomoea fistulosa* beinhaltet Saponin, das aber nicht quantitativ bestimmt worden ist. Es wird vermutet, dass die toxische Wirkung durch die Inhaltsstoffe „Orizalnia“ oder „Jalapina“ verursacht wird ([www.forenschp.hpg.ig.com.br/toxico.html](http://www.forenschp.hpg.ig.com.br/toxico.html) 2003).

Der Giftstoff von *Ipomoea carnea* ist der Latex der Pflanze. Wenn die Pflanze vertrocknet und ohne Samen ist, ist sie nicht mehr giftig. Deshalb sollen die Tiere nicht an die *Ipomoea carnea* gelassen werden, wenn die Pflanze Samen gebildet hat (Meza, 1994).

### 5.2.3 Experimentelle Vergiftung

Einige Laborversuche an Ziegen zeigen, dass die Tiere nach Einnahme von *Ipomoea fistulosa* motorische Störungen sowie eine Hinterhandschwäche (Tokarnia et al., 1960) aufweisen. Des Weiterem sind progressive Gewichtsabnahme, Verlangsamung der Bewegungen und ein trockenes Haarkleid zu beobachten. Bei Schafen fanden sich Anorexie, Apathie und Verlangsamung der Bewegung (Armién, 2000).

Ziegen wiesen nach Einnahme von *Ipomoea carnea* Ataxie, einen Gang mit kurzen Schritten, Tremor des Kopfes, Nystagmus und Hyperästhesie auf. Der Tod trat einige Wochen nach Beginn der Symptome ein. Die histologische Untersuchung ergab eine Vakuolisierung der Neuronen des Zentralnervensystems (Armién, 2000).

Symptome bei Vergiftung mit *Ipomoea fistulosa*: Die Locoweed-Vergiftung wird als Folge der *Ipomoea fistulosa* bzw *Ipomoea carnea* ssp *fistulosa* berichtet. Bei der Locoweed sind drei Symptome bekannt: 1. ein neurologisches Krankheitsbild, 2. ein reproduktives Syndrom und 3. ein teratogenes Syndrom. Bei der chronischen Locoweed-Vergiftung können bei Wiederkäuern noch andere Krankheitserscheinungen auftreten wie kardiovaskuläre Erkrankungen, vor allem aber Reproduktionsstörungen verschiedener Art in Gestalt von herabgesetzter Libido, Infertilität und Aborten. Auch soll es zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Infektionskrankheiten, vor allem der Atmungsorgane, kommen. Über ähnliche Folgeerkrankungen bei Vergiftungen mit *Ipomoea carnea* ist nur wenig bekannt (Armién, 2000).

Tirkey et al., 1987, induzierten in Indien eine Vergiftung mit *Ipomoea carnea* bei drei Ziegen: die Tiere starben nach 3, 27 bzw. 55 Tagen. Die Vergiftungssymptome umfassten Apathie, Gleichgewichtsstörungen, Schwäche und Paralyse der Hintergliedmaßen.

Als Symptome einer Intoxikation mit *Ipomoea carnea* gelten bei Ziegen nach Adam et al. (1973) Schwäche, Zittern, verminderte Balance der Hinterbeine und Hinterbeinschwäche gefunden. Auch hier starben die Tiere nach einigen Wochen (Daló und Moussatché, 1978). Daló und Moussatché berichten ebenso über ein Experiment mit Ziegen, bei dem, die Tiere mit *Ipomoea carnea* gefüttert wurden. Nach einiger Zeit bevorzugten die Tiere diese Pflanze als Futter. Die ersten Krankheitserscheinungen traten nach 12 bis 48 Tagen auf. Pott und Afonso (2000) berichten über folgende Symptome bei Ziegen nach Fütterung mit *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa*: Haarverlust, rauhes Haar und Verhaltensstörungen.

Daló und Moussatché, 1978, berichten über folgende Pathologie nach der Aufnahme von *Ipomoea carnea*: Änderungen im Blutbild und Anämie bei Ziegen und Schafen bereits bei Zufütterung von *Ipomoea carnea*. Des Weiterem wurden in einer post-mortem Nekropsie auch Blütung beobachtet. Diese Symptome wurden als Konsequenz einer Anämie bezeichnet (Daló und Moussatché, 1978).

Klinisch-pathologisch fanden sich bei den Ziegen Anstieg der Ammoniumkonzentration im Serum sowie eine Verminderung des Protein-, Kalzium- und Magnesiumgehaltes (Adam et al., 1973). Bei der Sektion ergaben sich Blutungen in verschiedenen Organen sowie Flüssigkeitsansammlungen in den Körperhöhlen. Histologisch fanden sich lokale Nekrosen in der Leber. Die Nieren wiesen degenerativ-nekrotisierende Veränderungen der Tubulusepithelien auf. Die Autoren beschreiben ähnliche Veränderungen bei Schafen. (Adam et al., 1973).

#### **5.2.4 Die Gattung *Ipomoea* als Heilpflanze in der Volksmedizin und ihre Giftwirkung**

Die älteste Nutzung der Pflanzen der Familie Convolvulaceae ist jene als Purgativ (Austin, 1997). Generell sind die Samen der Gattung *Ipomoea* hochgiftig. (Dumont's, et al., 1998).

*Ipomoea murucoides*, „Palo de muerto“ (Mexiko), hat in ihrer chemischen Zusammensetzung Alkaloide und Ammoniumchlorhydrat. Die Pflanze wird als Badezusatz gegen Paralyse und Hydropesia genutzt. In Experimenten mit Tieren wurde aber keine Wirkung beobachtet.

*Ipomoea arborescens*: In Mexiko sagt man, dass diese Pflanze Wahnsinn verursache. Es genüge, vom Wasser, welches sich unter der Pflanze gesammelt hat, zu trinken und man



werde kurze Zeit später wahnsinnig. Die Bauern von Queretaro (Mexiko) berichten, dass die Pflanze für Kühe und Lämmer toxisch wirke (Instituto Nacional Indigenista, 1994).

*Ipomoea stans*, „Tumbavaquero“, enthält Glukoside. Den Blättern von *Ipomoea stans* werden vielerlei Wirkungen zugeschrieben. Man nutzt Extrakte der Blätter gegen Entzündungen der Nieren und der Galle. Sie werden ebenfalls gegen Epilepsie („Mal de San Vito“) eingesetzt. Auch diuretische Eigenschaften werden erwähnt, man sollte jedoch keine großen Mengen verabreichen (Martínez, 1990). *Ipomoea stans* wird des weiteren gegen Schlangenbisse und gegen Nervenkrankheiten genutzt. Die gekochte Wurzelknolle von *Ipomoea stans* wird auf Wunden aufgetragen, da sie antimykotisch und bakteriostatisch wirkt (Instituto Nacional Indigenista, 1994).

*Ipomoea sp.* wird gegen die „Tona“ eingesetzt. „Tona“ nennt man in Tiltepec durch die Chatinos Völker die Beziehung zu den Tieren, die das Schicksal der Menschen teilen. Der Mensch kann mehrere Tiere haben, die sein Schicksal teilen. Für die Nahuau Völker Tona bedeutet die Kraft des Lebens. Wenn ein Tier stirbt, das mit einem Menschen die Tona teilt, wird der Mensch krank. Falls der Mensch nur ein Tier hat, das sein Schicksal teilt, stirbt er unter Umständen auch. (Instituto Nacional Indigenista, 1994). Nach dem Genuss der Pflanze können Tiere mit 5 Fingern geboren werden. (Instituto Nacional Indigenista, 1994) Die Bewohner von Jamiltepec stellen aus den alkaloidhaltigen Samen der *Ipomoea vistacea* ein halluzinogenes Getränk her, um dadurch herauszufinden, welches Tier die Tona mit dem neu geborenen Kind teilen wird (Instituto Nacional Indigenista, 1994).

*Ipomoea violacea*: Die Blätter der Pflanze werden in der Volksmedizin als Laxant eingesetzt. Die Ergolalkaloide von *Ipomoea violacea* werden wegen ihrer kontraktiven Eigenschaften benutzt, um Aborte auszulösen. (Shaman Australis Botanicals, 2000). *Ipomoea violacea* Linnaeus hat folgende Inhaltsstoffe: Hauptalkaloid d-Lysergsäureamid, geringe Mengen an Isoergin, Chanoclavin, Elymoclavin sowie Spuren von Ergonovin und Lysergol. Die Samen dieser Pflanze beinhalten 0.1% Ergoalkaloide, unter anderem Ergometrine, Chanoclavine und Lysergol. Alle Derivate der Lysergsäure haben Lysergsäureamide (LSA) oder Ergoalkaloide. Um halluzinogene Effekte zu verursachen, benötigt man 300 Samen von *Ipomoea violaceae*. Einige Ergoalkaloide können Veränderungen des Blutbilds verursachen, andere verursachen Nekrosen im Gewebe und Gangrän bei Menschen und Tieren (Schaman Australis Botanicals, 2000). *Ipomoea violacea* hat giftige Samen. Die Wirkstoffe sind verwandt mit der aus dem

Mutterkorn bekannten Lysinsäure und dem heute halb-synthetisch hergestellten LSD. *Ipomoea violacea* (Synonym von *Ipomoea tricolor*) kommt in Mexiko und in tropischen Gebieten Südamerikas vor (Franke, 1997). In Mexiko werden die Samen dieser Pflanze seit Urzeiten als wichtiges Halluzinogen für die Wahrsagerei und rituelle Handlungen genutzt. Dabei wird ein Getränk hergestellt, das psychoaktive Indolalkaloide enthält und Apathie, Müdigkeit und psychotische Reaktionen verursacht. Auszüge aus 100 - 150 gr der Samen haben die gleiche Wirkung wie etwa 100 Nanogramm LSD (Hiller und Melzig, 1999).

*Ipomoea purga* („Jalapa“) wird in Mittelamerika vor allem in Mexiko, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panama und El Salvador ebenso wie in Südamerika und Indien angebaut. Die ethanolischen Extrakte, die aus den Wurzelknollen gewonnen werden, bilden ein Harz, das 55% Convolvuline und 7 % Jalapin enthält. In der chemischen Zusammensetzung dieser Art wurden keine Alkaloide gefunden. *Ipomoea purga* wird zur Diurese und bei Gastrointestinalfieber sowie Enteromenengitis und Disenterie und auch als starkes Laxant bei Obstipation angewandt. In der Volksheilkunde wird sie auch bei Koliken, Diarrhoe und Rheumatismus, aber auch in der Empfängnisverhütung eingesetzt (Hiller und Melzig, 1999). Sie wirkt gegen Parasiten, wenn die Einnahme zusammen mit anderen Medikamenten erfolgt. (Martínez, 1990).

Die Wurzel von *Ipomoea sp.* („*Jalapae tuber*“) ist eine giftige Droge. Sie enthält Harz (5-20%), Glykoretine, Phytosterole, Fettsäuren, höhere Alkohole, Skopoletin, Ipuranol (Stitosterolglykosid). Sie wurde als starkes Laxant und zur Diurese benutzt. Die Droge wird heute wegen ihrer hohen Toxizität nicht mehr eingesetzt. Die getrocknete Wurzelknolle wird gegen Durchfälle und nächtliche Unruhezustände bei Kindern angewandt (Hiller und Melzig, 1999).

Bis jetzt wurde keine Substanz im Stengel und den Blättern von *Ipomoea carnea* gefunden, die hepatotoxisch wirkt (Daló und Moussatché, 1978). Es konnte bislang nicht bestätigt werden, dass die Alkaloide der Pflanze, die aus Lysergsäure entstehen, pathologische Symptome bzw. histopathologische Läsionen hervorrufen (Daló und Moussatché, 1978). Dennoch sollen laut Garden Web (2003) Ipomoeapflanzen nicht nach Hepatitisserkrankungen oder während der Schwangerschaft benutzt werden.

#### 5.4.2.5 Chemische Zusammensetzung der *Ipomoea* - Arten

*Ipomoea carnea*: De Balogh et al., (1999) isolierten aus *Ipomoea carnea* (*Ipomoea carnea* subspezie *fistulosa*), die aus Mozambique stammt, die Alkaloide Swansonin und Calystegin B2 und C1. (Daló und Moussatché, 1978). Die Pflanze enthält zwischen 17 und 19% Proteine, 20,60 - 22,2% Faser, 94,8 - 95,4% Trockenmasse und 9, 17 - 14, 18% Asche (Daló und Moussatché, 1978). **Morrison, zit. nach Meza, 1994, berichtet, dass *Ipomoea carnea* den Inhaltsstoff Selen besitzt.** *Ipomoea carnea* wird als Narkotikum benutzt. Ein Extrakt aus Blättern verursacht Trunkenheit, während das Rauchen von Blättern halluzinogene Wirkungen zur Folge hat. *Ipomoea carnea*-Samen sind die wirksamsten aller *Ipomoea*-Arten ([www.forenshep.hpg.ig.com.br/toxico.html](http://www.forenshep.hpg.ig.com.br/toxico.html), 2003).

*Ipomoea batatas* (Süßkartoffel) ist eine tropische Pflanze. Sie wird häufig von dem Pilz *Ceratostomella fimbriata* befallen, der toxische Wirkungen bei Ziegen, Schafen und Schweinen verursacht (Alonso, 2003). Da unter den Inhaltsstoffen von *Ipomoea batatas* Selen nicht gefunden wurde (Fodevardatabanken, 2002), ist anzunehmen, dass die toxischen Wirkungen von dem Pilzbefall und nicht durch *Ipomoea batatas* hervorgerufen werden. *Ipomoea batatas* bildet Ipomearon, das fungitoxisch wirkt, was sich durch eine Abwehrnekrose an der Befallstelle äußert ([www.cis.tugraz.at/orgc/hoegroup/naturst/skript/allelochemicals\\_low.htm](http://www.cis.tugraz.at/orgc/hoegroup/naturst/skript/allelochemicals_low.htm), 2003).

#### 5.2.6 Bedeutung der Alkaloide

Etwa 20% aller höheren Pflanzen synthetisieren von Aminosäuren abgeleitete, stickstoffhaltige Sekundärstoffe, die als Alkaloide bezeichnet werden. Es sind mehr als 10.000 Alkaloide bekannt, eines der bekanntesten ist das Morphin aus dem Schlafmohn (Held, 1999). Sie werden aus Aminosäuren gebildet und in der Vakuole gespeichert. Die Giftigkeit vieler Pflanzen ist auf ihren Gehalt an Alkaloiden zurückzuführen. Man nimmt daher an, dass diese Substanzen eine Funktion als Fraßschutz besitzen (Kutschere, 2002, Richter, 1998), d.h. man geht davon aus, dass Alkaloide wegen ihrer generellen Giftigkeit und ihres Abwehrpotentials eine Funktion bei der Verteidigung der Pflanze vor Feinden, pathogenen Mikroorganismen, Herbivoren (Heldt, 1999; Richter, 1996) und Säugern haben.

In manchen Pflanzen machen diese natürlichen Pestizide 10% der Trockenmasse aus (Held, 1999). Die Alkaloidextrakte sind unter ökologischen Bedingungen wichtig (Heß, 1999).

Zur Abwehr und Überwindung von Infektionen entwickelt die Pflanze konstitutive Barrieren. Während der Krankheitsentwicklung bildet die Pflanze neben den physikalischen Barrieren eine Vielzahl chemischer Abwehrstoffe. Gespeicherte Alkaloide und andere fungitoxische Stoffe können bei ihrer Freisetzung das Wachstum des Mycels hemmen (Schopfer und Brennicke, 1999).

Viele Pflanzen, welche auf tierische Organismen toxische Wirkung haben, verfügen über die Fähigkeit zur Biosynthese der Alkaloide. Dies findet man besonders bei einigen Pflanzenfamilien wie Solanaceae, Papaveraceae, Apiaceae und bei vielen Pilzen (Schopfer und Brennicke, 1999).

Alkaloide werden häufig in peripheren Pflanzenteilen wie Früchten, Wurzeln, Rinde und Blättern oder in der Vakuole gespeichert. Manche Vieharten bevorzugen alkaloidhaltige Pflanzen als Futter. Domestizierte Tiere waren im Gegensatz zu wilden Tieren nicht der natürlichen Selektion in Bezug auf Vermeidung von Giftpflanzen unterworfen. Auch in tierischen Organen konnten Alkaloide nachgewiesen werden (Richter, 1996).

Fast alle Alkaloide sind für Menschen giftig, wenn sie in entsprechender Menge aufgenommen werden. Auf zellularer Ebene sind die Wirkungen verschieden. Einige Alkaloide beeinflussen das Nervensystem, indem sie besonders als chemische Transmitter wirken; andere beeinflussen den Membrantransport, die Proteinsynthese oder Enzymaktivitäten (Taiz und Zeiger, 2000). In der Pflanzenzelle schützt der Tonoplast (umgibt die Vakuole) das Protoplasma gegen die im Vakuolensaft angereicherten Alkaloide (Ackermann, 1992).

Alkaloide hemmen bereits bei niedrigen Konzentrationen die Kernteilung in der Metaphase (Klämbt, Kreiskott, Streit, 1991). Ein großer Teil der pflanzlichen Sekundärmetabolite haben in höheren Konzentrationen eine krebsfördernde Wirkung (Held, 1999). Das Alkaloid Colchicin hemmt Zellvorgänge, die von funktionsfähigen Mikrotubuli abhängen, durch Verhinderung ihrer Polymerisation. Zum Beispiel hält das Colchicin sich teilende Zellen in der Metaphase fest, weil Mikrotubuli für die Chromosomenbewegung notwendig sind.

Jahrhundertlang wurde Colchicin als ein wirksames entzündungshemmendes Mittel und zur Behandlung akuter Gichtanfälle eingesetzt (Marschner, 1995).

Ergolinalkaloide sind in der Familie Convolvulaceae zu finden. Marderosian und Younken (1966), Genetik und Sahasrabudhe (1966), fanden Indolalkaloide in einigen Arten von *Ipomoea*, *Rivea* und *Convolvulus* (Convolvulaceae).

De Balogh et al.(1999) isolierten aus *Ipomoea carnea* (*Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa*) die Alkaloide Swainsonin und Calystegin B<sub>2</sub> und C<sub>1</sub>. Es erfolgte jedoch keine qualitative Bestimmung der Substanzen. *Ipomoea carnea* enthält neben Calystegin auch das Alkaloid Swainsonin (Armién, 2000). Das Alkaloid Swainsonin induziert keine physische oder psychische Abhängigkeit.

Vergiftungen durch Pflanzentoxine verursachen in vielen Ländern erhebliche ökonomische Schäden in der Nutztierhaltung. Bei den am häufigsten bei Rindern, Schafen, Pferden und anderen Tierspezies vorkommenden Intoxikationen handelt es sich in den USA, in Südafrika und China um Vergiftungen mit *Astragalus spp.* und *Oxytropis spp.*, und in Australien mit *Swainsona spp.* Alle diese Pflanzen enthalten das Alkaloid Swainsonin (Moyneux et al., 1994). In Brasilien berichteten Driemeier et al.( 1998) von Vergiftungen bei Ziegen, die durch *Sida sp.* hervorgerufen wurden und deren klinisches und pathologisches Bild den Vergiftungen durch Swainsonin ähnelte.

Swainsonin ist ein potenter Inhibitor der lysosomalen alfa-Mannosidase (Keiner, 2001) und der Golgi-alfa-Mannosidase II (Armién, 2000). Es verhindert die Formation tumorspezifischen Glycosylierungsmuster. Dieses führt zu einem verminderten Wachstum und einer geringeren Metastasenbildung des Tumors (Dennis et al., 1990; Olden et al., 1991 alle zit. nach Keiner, 2001). Erst kürzlich wurde dieses Toxin auch aus *Ipomoea carnea* bzw. *Ipomoea fistulosa* isoliert (De Balogh et al., 1999). Obwohl die Toxizität von *Ipomoea fistulosa* aus experimentellen Untersuchungen bekannt ist (Tokarnia et al., 1960), liegen bisher nur wenige Kenntnisse über das Krankheitsbild und die Pathologie der *Ipomoea*-Vergiftung vor (Armién, 2000).

Bei dem Alkaloid Calystegin handelt es sich um ein Trihydroxil- und Tetrahydroxil-Nortropan, das aus den Convolvulaceen *Calystegia sepitum* (Armién, 2000) und *Convolvulus arvensis* (Molyneux et al., 1993) isoliert wurde.

Locoismus wird durch die Aufnahme von Pflanzen der Genera *Astragalus* und *Oxytropis* verursacht. Bei dem durch Locoweed verursachten reproduktiven Syndrom kommt es zu Schwangerschaftsabbrüchen und Frühgeburten von lebensschwachen Tieren. Außerdem treten Missbildungen auf. Eine zytoplasmatische Vakuolisierung findet man im zentralen Nervensystem, im Schilddrüsengewebe, in Tubulusepithelien der foetalen Niere sowie auch in der Plazenta (Armién, 2000). Es wird vermutet, dass dies mit der Swainsonintoxizität verbunden ist und das dies der Grund für die Toxizität von *Ipomoea carnea* ist.

### **5.3 Bedeutung von Selen für die Giftwirkung von *Ipomoea carnea***

Das Selen besitzt eine Toxischewirkung und kann an den Tieren Mortalität, Missformationen und Fehlgeburten verursachen. Wie oben in den Kap. 5.2 gennant wurde sind diese Probleme wichtig in den Untresuchungsraum (Pronaturaleza, 2001, Persönliche mitteilung der Bauern aus Jaguay Negro). Es wurde vernutet dass die *Ipomoea carnea* Selen in toxische menge besitzt (Morrison, zit. nach Meza, 1994). Um diese Frage zu beantworten wurde die physiologische Bedeutung von Selen bei Tieren untersucht, dei wirkung in der Pflanze, ihre prezenz im Boden und die aufnahme dieses Elements dursch die Pflanze.

#### **5.3.1 Chemie und physiologische Bedeutung von Selen bei Tieren**

Das Spurenelement Selen kommt in der Natur sehr selten vor, meistens in Verbindung mit Schwefel als Kupferselenit, Silberselenit, Bleiselenit, Pyrit (Kupferkies), Eisenkies und Sulfit-Erde.

Die Chemie des Selens hat viele Ähnlichkeiten mit der Chemie des Schwefels. Deshalb verhält sich Selen ähnlich wie Schwefel. Das Selen kann in Form von Selenid ( $\text{Se}^{2-}$ ), Selenit ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) oder oxidiert als Selenat ( $\text{SeO}_4^{2-}$ ) vorkommen (Marschner, 1995).

Selen ist ein essentielles Spurenelement und Bestandteil mehrerer Enzyme. **Selenocystein**, eine Aminosäure, entsteht während der Proteinsynthese. Anstelle des Schwefels enthält Selenocystein Selen. Einige Enzyme benötigen Selenocystein im aktiven Zentrum. Selenocystein wird zu Selenocystein-tRNA<sub>sec</sub> umgesetzt, der Selen-Einbau erfolgt über Selenphosphat. Diese Selenocystein-Reste werden ribosomal in das Protein mit Hilfe eines Enzyms an die RNA eingebaut. Ein UGA-(Stop)-Codon codiert den Einbau von Selen in die wachsende Proteinkette. Die durch Streifenbildung bedingte Krümmung des Anticodons führt dazu, dass die erste Base des Anticodons und die dritte Base des Codons der mRNA keine ganz exakte Basenpaarung eingehen (Strasburger et al., 2002). Dieses kann bei der RNA-Synthese nicht erkannt werden und der Einbau von DNA wird dadurch gehemmt. Es scheint, dass Selen Mutationen verursachen und die RNA ändern kann (Stop-codon). **Hierin könnte die Ursache der genetischen Missformationen bei Ziegen liegen, von denen die Bauern in Jaguay Negro berichtet haben** (Persönliche Mitteilung).

Das einzige bisher bekannte Selenoprotein einer Pflanze ist Glutathionperoxidase (Strasburger et al., 2002). Selen ist Teil des Enzyms Glutathionperoxidase, die Glutathionperoxidase besitzt 4 Selenatome für jedes Molekül und reduziert die Hydrogenperoxidase, Lipidperoxide und Sterolperoxide und schützt so die Membrane der Zelle vor dem freien Radikal und dem Peroxid (Mikkelsen et al., Van Campen, 1991, beide nach Marschner, 1995).<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Selen führt zu Erhöhung der körpereigenen Resistenz gegen Krankheitskeime, Viren und Schwermetalle und besitzt krebsschützende Wirkung, da es Mutagenen entgegen wirkt (Retzek, 1996). Es hemmt reversibel die Zellteilung (krebshemmende Wirkungen) und verringert die Häufigkeit des Auftretens von Tumoren (Retzek, 1996). Selen verlangsamt Altersvorgänge, es schützt vor Peroxidase und wirkt dadurch antioxidativ (Retzek, 1996).

Selen ist ein Schutz gegen die Schädigung der Fortpflanzungsorgane und gegen Chromosomenchäden, da es vor ionisierenden Strahlen schützt; es wirkt dadurch Mutagenen entgegen. Schutz bietet es auch vor bestimmten Formen der Lebernekrose.

Selen wird in der Medizin zur Behandlung von Hautkrankheiten und gegen Krebskrankheiten eingesetzt. Andere physiologische Wirkungen, die durch Selen hervorgerufen werden, sind:

- Selen blockiert die Schwermetalle Quecksilber und Cadmium, hemmt deshalb ihre Giftwirkung (Kubitschek, 2003).
- Regulierung der Schilddrüsenfehlfunktion

Selen wird bei Schafen für die Vermehrung, Stillzeit und die Muskelbildung benötigt. Fehlgeburten, Sterilität und Stillstörungen können bei Selen-Mangel auftreten (Gasparotto, 2000).

### 5.3.2 Selen in der Pflanze

Das Selen in den Pflanzen ist hauptsächlich frei, als Coenzym zu finden. Der Gehalt hängt von der Pflanzenart, vom Alter der Pflanze und vom Boden ab (Marschner, 1995). Selenoprotein ist in der Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii* zu finden. Höhere Pflanzen scheinen keine Selenoproteine zu besitzen (Strasburger et al., 2002).

Selenit ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ) und Selenat ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) konkurrieren um den gleichen Aufnahmeort in der Wurzel. Die Pflanzen bevorzugen Selenate gegenüber Seleniten. Auch Sulfat und Selenate kämpfen um den gleichen Platz in der Wurzel, deshalb kann der Selengehalt in der Pflanze in sulfatreichen Böden zu gering sein (Marschner, 1995).

Der Selengehalt und die Selentoleranz der Pflanzen sind je nach Art unterschiedlich. Die Pflanzen unterteilen sich so in solche, die Selen ansammeln, und jene, die es nicht ansammeln. Bestimmte Arten von der Gattung *Astragalus*, *Xylorrhiza* und *Stanleya* sind Selenakkumulatoren (Läuchli, 1993). Der Selengehalt in den Trieben liegt in diesen Pflanzen bei 20 - 30 mg/g der Trockenmasse (Marschner, 1995). In geringerem Maße sind auch einige Brassicaceen wie *Sinapis arvensis* und *Brassica oleraceae* var. *italica* selenansammelnde Pflanzen, während *Machaeranthera pinnatifida* toxischen Selengehalt hat (Forbes und Allred, 2001). *Astragalus missouriensis* und *Astragalus mollissimus* enthalten ausser Selen auch das Alkaloid Swainsonine (Forbes und Allred, 2001). In Pflanzen der Art *Astragalus* sp., die aber nicht Selenakkumulatoren sind, ist Selen in sehr niedrigen Mengen oder gar nicht vorhanden (Martin et al., 1971, Chow et al., 1971 beide zit. nach Bollard, 1983). In selenakkumulierenden Pflanzen ist der Selengehalt 100 bis 200 Mal höher als in den nicht Selen akkumulierenden Pflanzen (Shrift, 1969)<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Selen kann als Enzyblocker giftig sein. Eine akute Vergiftung kann Bronchopneumonie, Lungenödem oder Dermatitis verursachen.



Die normale Gehalte an Selen in der Pflanze liegen zwischen 5 bis 30 µg Selen/g Trockenmasse, während die Arten, die das Selen speichern, bis 1000 µg Selen/g Trockenmasse enthalten (Mengel und Kirkby, 2001). In den meisten Kulturpflanzen liegt der Selengehalt bei 10 µg Selen/g Trockenmasse (Mengel und Kirkby, 2001) (Tab.4). Das Selen in Blättern der Pflanzen, die unter normalen Bodenbedingungen wachsen, ist normalerweise unter 1 ppm, und oft weniger als 0.1 ppm (Van Ryswyk, et al., 1976). Je nach Selengehalt des Bodens kann die Pflanze zwischen 20 und 30 ppm Selen enthalten (Olsen et al., 1942, Singh et al., 1976).

Tab. 4: Selengehalt in der Trockenmasse der Pflanzentriebe

Art	Gehalt (mg Se kg <sup>-1</sup> ) in der Trockenmasse
<i>Astragalus pectinatus</i>	4000
<i>Stanleya pinnata</i>	330
<i>Gutierrezia fremontii</i>	70
<i>Zea mays</i>	10
<i>Helianthus annuus</i>	2

Nach Shrift, 1969 zit. nach Marschner, 1995.

In Pflanzen, die das Selen nicht speichern, aber hohe Selengehalte des Bodens tolerieren, ist die Strategie, zu verhindern, dass das Selen des Bodens aufgenommen wird (Wu und Huang, 1992, nach Marschner, 1995).

Gegenüber hohen Selengehalten tolerante Pflanzen sind *Neptunia amplexicaulis*, *Lecythis ollaria* und einige Astragalusarten. Die Arten, die das Selen des Bodens speichern, sind *Astragalus*, *Stanleya* und *Haplopappus* (Gisel-Nielse et al., 1984 nach Mengel und Kirkby, 2001).

Hohe Gehalte an Selen in der Pflanze können die Pflanzen vor Insekten schützen (Pate, 1983 nach Marschner, 1995). Früher wurde Selen gegen Pflanzenkrankheiten verwendet; heutzutage wird es wegen seiner Toxizität nicht mehr benutzt. Es ist nachgewiesen worden, dass die Fähigkeit, bestimmte chemische Substanzen zu bilden und im Gewebe zu speichern, ein wichtiger Schritt in der Evolution der betreffenden Pflanzen gewesen ist. So sind sie durch ihre chemische Zusammensetzung vor den meisten Pflanzenfressern geschützt. Insekten, die sich nur von Pflanzen mit bestimmten Sekundärstoffen ernähren, sind oft leuchtend gefärbt

(Raven, et al., 1988). Bei *Ipomoea carnea* im Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro wurde ein Insekt der Familie Cerambycidae gefunden, das dieses Charakteristikum aufweist.

Toxische Symptome, die durch Selen verursacht sind, sind Chlorosen und Wachstumsstörungen (Mengel und Kirkby, 2001).

Morrison, zit. nach Meza, 1994, berichtet, dass *Ipomoea carnea* den Inhaltsstoff Selen besitzt. Aus diesem Zusammenhang ergibt sich die Frage, ob die Ziegen, die *Ipomoea carnea* in der Trockenzeit fressen, direkt durch Selen beeinflusst werden.

### 5.3.3 Selen im Boden

Selen ist in Böden auf vulkanischem Ausgangsgestein und in Böden auf marinen Sedimenten zu finden. Selen ist im Boden in organischer Form oder als Anion-Selenid ( $\text{Se}^{-2}$ ), Selenit ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ) und Selenat ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) zu finden. Selenit und Selenat sind an den Ton gebunden. In sauren und neutralen Böden steht Selen den Pflanzen als Eisenselenit zur Verfügung (Mengel, 2001).

Die an Selen reichen Böden wurden zuerst unter ariden Bedingungen beschrieben. Das Selen in diesen Böden stammt aus dem Ausgangsgestein (Mengel und Kirkby, 2001). Allerdings scheint der Selengehalt in Sandböden niedrig zu sein (Bowen, 1966; Bisbjerg, 1972 alle nach Elsokkary, 1978). In einem Experiment am Ufer des Nils in Ägypten wurde ein höherer Selengehalt im Boden direkt am Fluss als weiter entfernt von ihm nachgewiesen (Elsokkary, 1978). Dieser Widerspruch scheint mit dem pH-Wert des Bodens verbunden zu sein. In diesen Böden mit höheren pH-Werten wurde eine niedrigere Selenabsorption gefunden (Elsokkary, 1978).

In den meisten Böden befindet sich Selen in einer sehr niedrigen Konzentration und oft liegt der Gehalt unter 0,2 Nanogramm/g Boden. Die Selenwerte im Boden sind positiv mit dem Gehalt an organischer Substanz und mit dem Gesamt-Carbonat und dem Tongehalt der Böden korreliert. Der Selengehalt in Tonböden liegt zwischen 0,1 und 2,0 ppm (Swaine, 1955, Vinogradov, 1959, Bisbjerg, 1972 Lägand Steinnes 1974 und 1978 alle nach Elsokkary, 1978).

Die Pflanze bevorzugt aus dem Boden Selenat vor Selenit (Marschner, 1988). Die kritische Toxizität ist höher, wenn der Selengehalt des Bodens in Form von Selenit erscheint, als wenn es sich um Selenat handelt (Mikkelsen et al., 1989 nach Marschner, 1988). Die Steigerung des Phosphatgehaltes des Bodens verringert die Toxizität des Selens in Weizen und Sonnenblumen (Bollard, 1983).

Einige Pflanzenarten wachsen nur im Boden mit Selen. So wurde das z.B. für *Atriplex* festgestellt (Davis, 1972 nach Maschner, 1995). Die Böden, wo diese Pflanzen wachsen, können hundert bis tausend ppm von Selen enthalten. Diese Arten werden als Selen sammelnde Arten bezeichnet und werden als Selen-Indikatoren benutzt (Maschner, 1995). Jedoch nicht alle Pflanzen, die auf selenhaltigen Böden wachsen, speichern Selen. Von 49 Arten von *Astragalus* speichern nur 3 Selen (Davis, 1972 nach Maschner, 1995). Selenarme Böden besitzen weniger als 0,5 mg Selen / kg Boden (Gasparotto, 2000).

Nach den Literaturangaben ist *Ipomoea carnea* eine toxische Pflanze. Die Toxizität von *Ipomoea* ist an den Alkaloidgehalt zurückzuführen. Die *Ipomoea carnea* ist keine Selenakkumulierende Pflanze. Ob diese die Aufnahme von Selen in selenreichen Boden hemmt bleibt noch offen.

## 6.0 Ergebnisse

### 6.1 *Ipomoea carnea*

#### 6.1.1 Untersuchungen zur Biologie von *Ipomoea carnea*

Von den 100 Samen keimten insgesamt nur 6, und zwar eine im Boden von Las Lomas, eine im reinen Moos, drei im Boden von der Universität und eine im mit Moos gemischten Boden von der Universität. Kein Samen keimte auf dem Boden des Jagdgebiets El Angolo. Die Pflanze, die im mit Moos gemischten Boden der Universität keimte, ist bald eingegangen. So wuchsen nur 5 Pflanzen, die im Laufe der folgenden Monate gemessen wurden.

Die erste Messung fand am 19. März 2004 statt, eine Woche nach der Pflanzung. Die Pflanzen wurden 7 Wochen hindurch gemessen (Abb.15).

Weitere Keimungsuntersuchungen wurden durchgeführt. Die niedrige Keimungsrate bei der Saat von Februar 2004 ergab, wie gesehen, sehr wenige Pflanzen. Daher wurden am 02. Juni 2004 in weiteren 32 Töpfen jeweils 2 Samen gesät und am 10. Juni 2004 noch einmal in 30 Töpfen jeweils 2 Samen. In Juni wurden also insgesamt 124 Samen gesät. Die Keimungsrate war diesmal auch sehr niedrig. Nur ein Samen hat nach 20 Tagen gekeimt und die Pflanze ging nach einer Woche ein. Aus der Saat von Juni ergab sich eine Keimungsrate von 0,83 %.

Die fünf Pflanzen, die aus der Saat von Februar stammten, wurden einmal pro Woche gemessen, um die Wachstumsrate zu bestimmen.

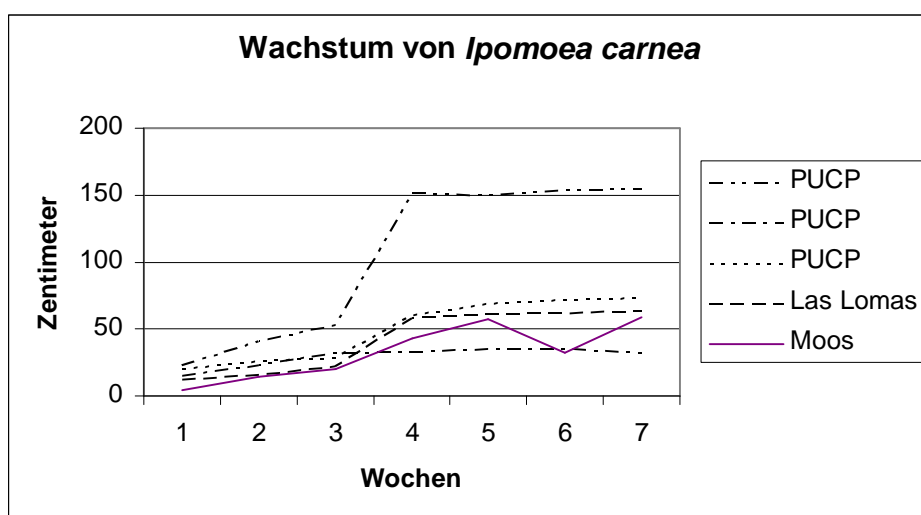


Abb. 15: Pflanzenwachstum von *Ipomoea carnea* in cm.

Wie es auf der Abb. 15 zu beobachten ist, erreicht das Wachstum von *Ipomoea carnea* sein Maximum zwischen der 4. und 5. Woche, was mit der Zahl der Blätter direkt korreliert ist (s. Abb. 16). Es handelt sich also um eine schnell wachsende Pflanze.

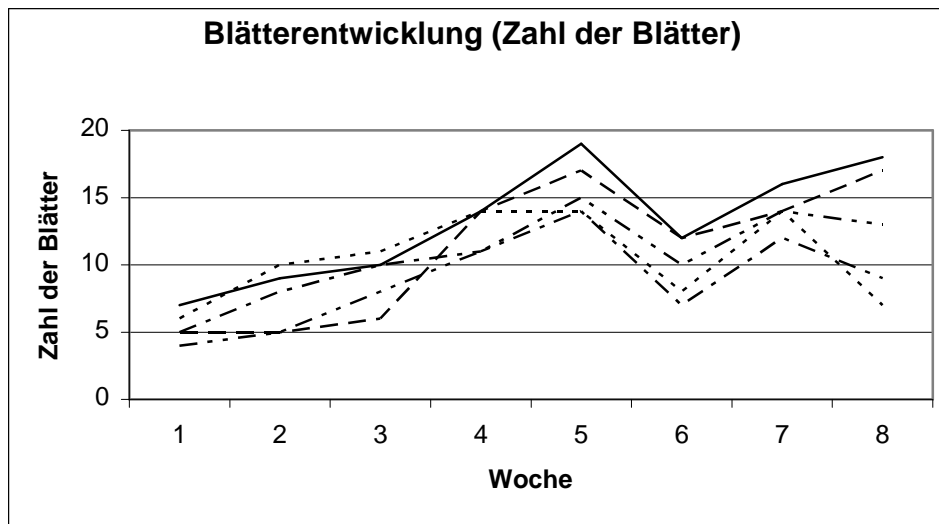


Abb. 16: Blätterentwicklung von *Ipomoea*

In den Arbeitsparzellen wird während der Regenzeit die Keimung von *Ipomoea carnea* beobachtet. Im Gebiet Las Lomas/Jaguay Negro liegt die Artmächtigkeit der Keimlinge für *Ipomoea carnea* bei 8%.

#### ***Ipomoea carnea* : Braun-Blanquet Analyse:**

Auf den Arbeitsparzellen Las Lomas/Jaguay Negro erscheint *Ipomoea carnea* gruppen- oder truppenweise. Für das Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro liegt die Artmächtigkeit bei 3, mit einem Strauchschicht-Deckungsgrad, der zwischen 25 und 49% liegt. *Ipomoea carnea* erscheint in Assoziation mit *Cordia lutea* oder *Lantana camara* und *Verbena litoralis*. Während der Trockenzeit erscheinen die Blumen und Samen von *Ipomoea carnea*, während der Regenzeit ist die Pflanze mit Blättern und Blüten, die sich zu Samen entwickeln, bedeckt. Durch die Bildung von Blüten und Samen während des ganzen Jahres kann *Ipomoea carnea* den Wettbewerb mit *Verbena litoralis* und *Lantana camara* gewinnen.

#### **6.1.2 Selenuntersuchungen in der Pflanze und im Boden**

Nach den Ergebnissen steht es fest, dass die Samen mehr Selen enthalten als die Stängel. Die Präsenz von Selen im Boden des Arbeitsgebiets und in *Ipomoea carnea* ist in der Tabelle 5 aufgezeichnet:

Tab. 5: Selengehalte in *Ipomoea carnea* und im Boden der Arbeitsgebiete

Arbeitsgebiet	Selengehalt des Bodens in ppm und Bewertung.	Pflanzenteil	Selengehalt der Trockenmasse in ppm.
Jaguay Negro	1,2 Hoch	Stängel	0,4
		Blätter	0,5
		Samen	0,5
Las Lomas	0,5 Mittel	Stängel	1,6 Niedrig
		Blätter	4,0 Niedrig
		Samen	4,5 Normal
Jagdgebiet El Angolo	0,5 5 Mittel	Keine Untersuchung	Keine Untersuchung

## 6.2 Vegetationsanalyse

### 6.2.1 Auswertung zum Artenbestand

Die Artenvielfalt ist im Jagdgebiet El Angolo mit 31 Pflanzenarten in der Assoziation merklich größer als in Las Lomas/Jaguay Negro, wo wir nur 10 Pflanzenarten in der Assoziation finden. Während in Las Lomas/Jaguay Negro 29 Pflanzenfamilien zu finden sind (43,3% der gesamten Pflanzenfamilien beider Arbeitsgebiete), sind im Jagdgebiet 38 (56,7%) Pflanzenfamilien zu finden. Die verbreitetsten Pflanzenfamilien sind für Las Lomas/Jaguay Negro Fabaceae, Malvaceae und Poaceae, während für das Jagdgebiet El Angolo Fabaceae, Cactaceae und Asteraceae charakteristisch sind (Abb. 17).

Die Artenverteilung (Artenzahl) ist im Jagdgebiet El Angolo mit 59,71% von allen in den drei Arbeitsgebieten gefundenen Arten deutlich größer als in Las Lomas/Jaguay Negro, deren Arten 40,29% aller Arten von den drei Gebieten ausmachen. Die Familienverteilung wurde nach der Artenverteilung gerechnet. (s. Abb. 17)

Während für Las Lomas/Jaguay Negro Kräuter die wichtigsten Lebensformen sind, sind es für das Jagdgebiet El Angolo Sträucher und Kakteen. (Abb. 18 und Tab. 6).

**Deckungsgrad der Lebensformen (%)**

Tab. 6: Deckungsgrad der Lebensformen

Deckungsgrad der Lebensformen (%)		
	Las Lomas/Jaguay Negro	Jagdgebiet El Angolo
Bäume	31,1	28,7
Epiphyten	3,2	14,3
Gräser	5,1	4,8
Kakteen	3,8	7,7
Kletterpflanzen	7,2	5,9
Kräuter	7,5	15,1
Sträucher	42,1	23,5

Der Prozentanteil der Lebensformen wurde nach dem Deckungsgrad jeder Schicht getrennt für jedes Gebiet gerechnet. Dem Deckungsgrad nach sind die Kräuter in beiden Gebieten von geringerer Bedeutung. Wie Tab. 6 zeigt, ist in Las Lomas/Jaguay Negro die Strauchschicht und im Jagdgebiet El Angolo die Baumschicht die wichtigste Lebensform.

Aus dem Vergleich der Artenzahl und des Deckungsgrades ist zu schließen, dass die Artenzahl der Kräuter und Gräser viel größer als ihr Deckungsgrad ist.

Auch vom Gesichtspunkt des Deckungsgrades ist klar zu sehen (Tab. 6), dass die Epiphyten im Jagdgebiet El Angolo einen wichtigen Prozentsatz darstellen, während sie in Las Lomas/Jaguay Negro nicht von Bedeutung sind.

Abb. 17: Familienverteilung

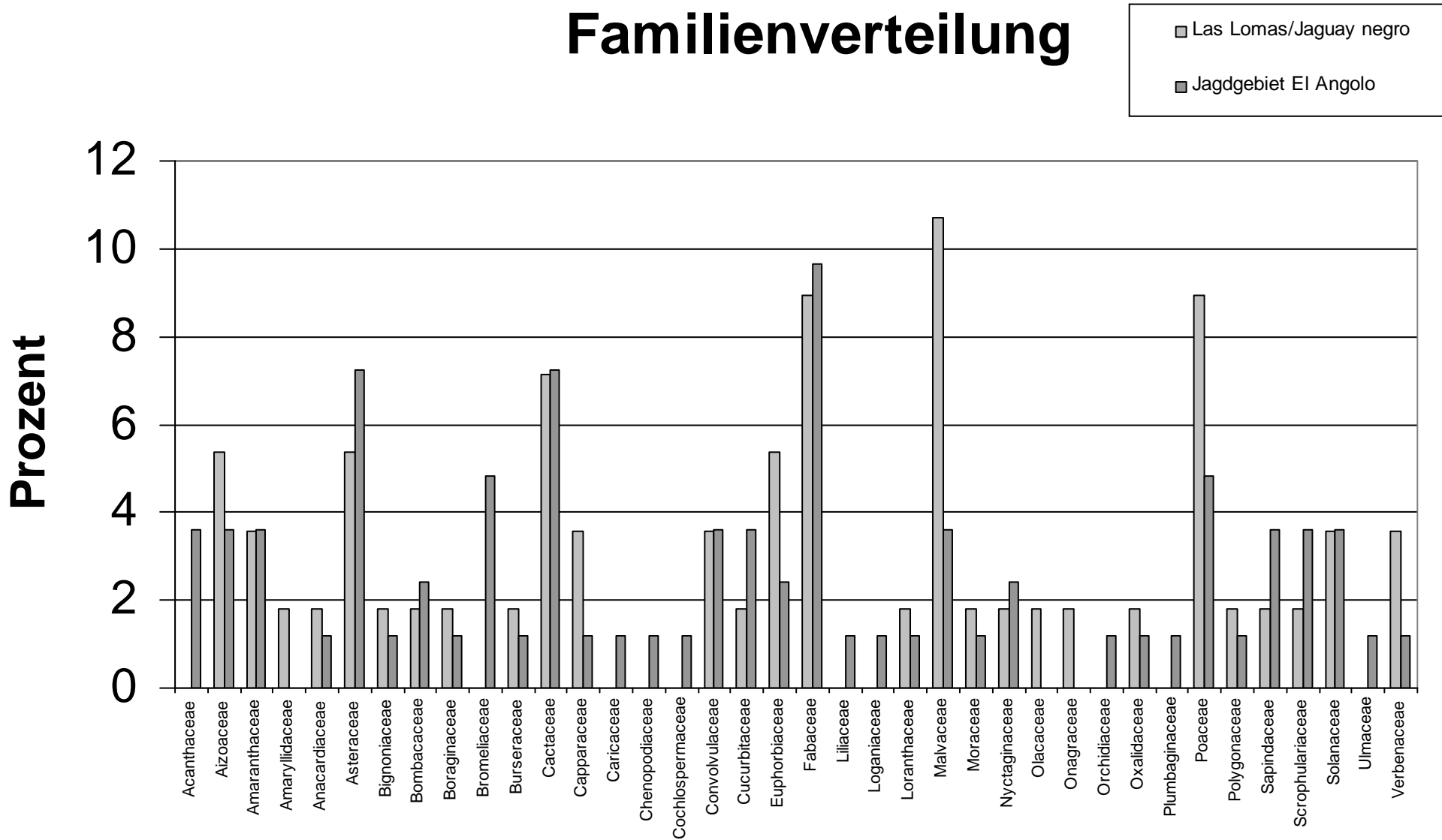
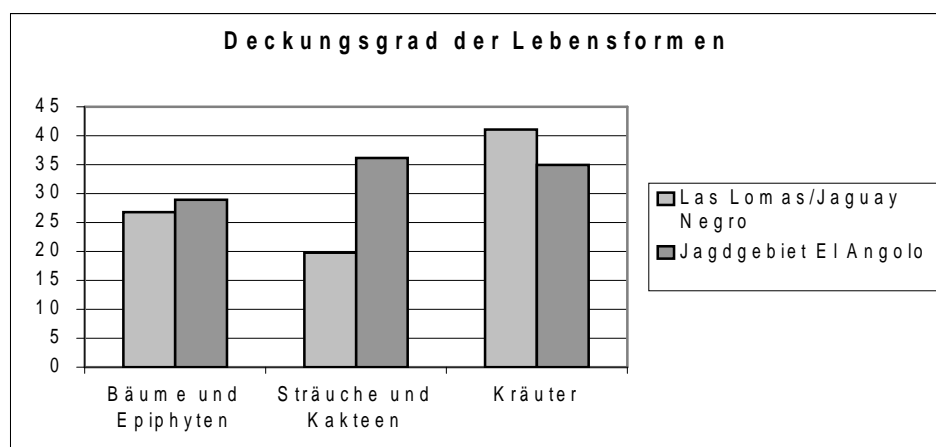




Abb. 18. Lebensformen nach Artenzahl



Die Durchschnittshöhen der Bäume und der Gräser und Herbaceen sind im Jagdgebiet El Angolo größer als in Las Lomas /Jaguay Negro. Hier sind die Kletterpflanzen durchschnittlich größer als in El Angolo (Tab. 7).

Tab. 7: Durchschnittshöhe der Schichten

Durchschnittshöhe der Schichten (m)		
	Las Lomas/ Jaguay Negro	Jagdgebiet
Bäume	7,2	9,4
Sträucher	2,4	2,6
Kakteen	3,5	3,2
Kletterpflanzen	3,4	1,7
Gräser und Herbaceen	0,3	0,8
Epiphyten	0,3	0,3

Der Deckungsgrad wird in Las Lomas/Jaguay Negro hauptsächlich durch Bäume (31,1%) und Sträucher (42,1%) erreicht. Im Jagdgebiet El Angolo sind die wichtigsten Lebensformen nach dem Deckungsgrad auch Bäume (28,7%) und Sträucher (23,5%), die Verteilung ist aber homogener. Die Epiphyten spielen in diesem Gebiet eine viel wichtigere Rolle. Diese machen hier 14,3% aus, während in Las Lomas/Jaguay Negro diese Lebensform von geringerer Bedeutung ist (3,2%). Dies lässt sich durch die Trockenheit des Gebiets erklären. Die Gräserverteilung ist für beide Gebiete homogen. Die Kräuter sind aber im Jagdgebiet El Angolo viel wichtiger. 15,1% der Pflanzenarten sind hier Kräuter im Vergleich zu nur 7,5% in Las Lomas/Jaguay Negro. Die Kakteen machen im Jagdgebiet El Angolo einen wichtigen Teil der Strauchschicht aus, und ihr Anteil ist hier doppelt so groß wie in Las Lomas/Jaguay Negro.

In der Tab. 8 ist die Beschreibung der in den Arbeitsgebieten Las Lomas, Jaguay Negro und im Jagdgebiet El Angolo vorkommenden Pflanzen.

### 6.2.1.1 Assoziationen und Subassoziationen in Las Lomas/Jaguay Negro

Im diesem Arbeitsgebiet wurde eine Assoziation gefunden (*Caesalpinia paipai* – *Cordia lutea*), die sich in drei Subassoziationen gliedert.

**Assoziation *Caesalpinia paipai* – *Cordia lutea* (*Caesalpinio-Cordietum*)**

**(Anhang 5, Spalte 13a-6a).**

Die Parzellen im Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro liegen im Durchschnitt in einer Höhenlage um 270 m. Der Trockenwald des Arbeitsgebiets Jaguay Negro hat ein trockenes bis mittelfeuchtes Klima. Topographisch gesprochen bilden die Hänge von Hügeln seinen Standort. Die Hangneigung ist mit ca. 18% (bis zu 10 Grad) für Hügel relativ hoch und starke Erosion geht mit einer niedrigen Wasserhaltekapazität des Bodens einher. Der Wald ist hier durch menschliche Eingriffe, insbesondere Ziegenbeweidung, geprägt. Die Verteilung der Vegetation entspricht der einer Buschvegetation mit einigen wenigen Bäumen. Es handelt sich um einen präandinen Trockenwald der kollinen Stufe.<sup>15</sup>

Die Präsenz von Buschvegetation wie *Maclura tinctoria*, *Malvastrum scabrum*, *Cordia lutea* und *Ipomoea carnea* weist auf die anthropogene Nutzung des Gebietes hin. Sandiger Lehm bestimmt hier die Bodentextur. Trockene und gut durchlässige Böden mit einem Anteil von 55.71% Sand sind hier charakteristisch (Tab.10).

Futterpflanzen wie *Maclura tinctoria*, *Malvastrum scabrum* und *Cordia lutea* sind ein Zeichen der Futterproduktivität des Gebietes. Die Abwesenheit von Gräsern in dieser Assoziation erklärt sich durch die starke Erosion, die durch die Hangneigung, Nutzung und durch die Lichtkonkurrenz mit den Sträuchern bedingt sein kann.

---

<sup>15</sup> In diesem Gebiet sind folgende Arten zu finden: *Bougainvillea pachyphylla* (Kletterpflanze), *Bursera graveolens* (Baum), *Caesalpinia paipai* (Baum), *Cordia lutea* (Strauch), *Ipomoea carnea* (Strauch), *Loxopterygium huasango* (Baum), *Maclura tinctoria* (Strauch), *Malvastrum scabrum* (Strauch), *Pithecellobium excelsum* (Strauch), *Psittacanthus cinctus* (Epiphyte).

Kennzeichnend für dieses Gebiet ist das häufige Auftreten von *Ipomoea carnea*. Sie kommt in allen Untersuchungsparzellen vor. Das ist ein Symptom eines starken anthropogenen Einflusses. Im Jagdgebiet El Angolo liegt die Erscheinungshäufigkeit von *Ipomoea carnea* dagegen nur bei 50%. Die Nutzung konzentriert sich hier auf die Tierproduktion. Als Bäume wachsen nur die holzliefernden *Caesalpinia paipai* und *Loxopterygium huasango*. Beide Arten können keine Staunässe vertragen und kommen nur in trockenen, hügeligen Gebieten vor. Ihre Präsenz kann auf die polizeiliche Kontrolle der Abholzung zurückgeführt werden.

*Bougainvillea pachyphylla* und *Pithecellobium excelsum* sind typische Pflanzen dieser hügeligen Landschaft. Durch ihre farbigen Blüten sind diese Pflanzen während der Trockenzeit ein wichtiger visueller Bestandteil der Landschaft des Trockenwaldes auf den Hügelhängen, auf Spanisch "Lomas" genannt.

Die mittlere Luftfeuchtigkeit des Gebietes erlaubt das Wachstum der Epiphyte *Psittacanthus cinctus*. Die Feuchtigkeit des Gebietes ist aber nicht ausreichend, um den Boden feucht zu halten. Ursachen dafür sind die Hangneigung und die Textur des Bodens (Tab.10). Der trockene Boden erlaubt das Wachstum von Pflanzen wie *Bougainvillea pachyphylla*, *Caesalpinia paipai*, *Loxopterygium huasango*, *Maclura tinctoria* und *Malvastrum scabrum*.

Der pH-Wert ist hier mit 6,5 leicht sauer. Der hohe Magnesiumgehalt (24,81) im Gegensatz zu den anderen Kationen ist für dieses Gebiet charakteristisch (s. Tab. 11).

In dieser Assoziation lassen sich drei **Subassoziationen** unterscheiden:

***Prosopo-Ximenetosum*, *Monvillo-Haageoceretosum* und *Eragrostetosum*.**

Es handelt sich um einen lichten Trockenwald mit einer ausgeprägten Strauch- und Krautschicht. Diese Schichten wurden nach der Methode von Braun-Blanquet untersucht (s. Anhang 5).

#### **Subassoziation *Prosopis pallida* - *Ximения americana* (*Prosopo-Ximenetosum*)**

(s. Anhang 5, Spalte 21a-26a)

Im Übergang zwischen Hang und Flachland finden wir einen lichten Trockenwald, der sich hauptsächlich aus *Prosopis pallida* und *Ximения americana* zusammensetzt. Auf dem niederen Teil der Hänge, wo der Boden sandig, steinig und durchlässig ist, bilden Prosopis-

Bäume zusammen mit wenigen anderen Arten eine lichte Vegetationsdecke. Die für die Bäume extrem niedrige Wasserverfügbarkeit lässt sich an den gekrümmten Stämmen und Zweigen der *Prosopis* erkennen. Die Landschaft gleicht einer Buschsavanne bzw. dem *Chaparral*. Einige Straucharten tragen dazu bei. Im lichten Trockenwald am Fuß der Hügel ist der Einfluß der Beweidung an der niedrigen Artenvielfalt und den wenigen Bäumen erkennbar.

Nach Weberbauer, 1930, handelt sich bei diesem Trockenwald um einen „Algarrobo-Hain“. Ferreyra, 1960, nennt diese Formation "Algarrobal-Sapotal" (*Prosopis-Capparis* Wald) und meint, dass sie als eine Form von *chaparral* oder niedriger Buschsavanne einzustufen sind. Eine solche Assoziation von *Prosopis* und *Capparis* hat sich in den Versuchspartzen nicht bestätigt. In keiner Parzelle wurden *Capparis angulata* und *Prosopis pallida* zusammen beobachtet. Die Vermutung liegt nahe, dass *Capparis angulata*, die nicht gesetzlich geschützt wird, durch Abholzung aus diesen Gegenden verschwunden ist.

Die Schlüsselarten, die das Gebiet kennzeichnen, sind hier *Prosopis pallida* und *Ximania americana*.<sup>16</sup> In diesen trockenen, hügeligen Gebieten erscheint *Ximania americana*, ein allein wachsender Dornenstrauch.

Durch die Präsenz von *Prosopis pallida* und *Ximania americana* ist der örtliche Charakter dieser Vegetationssubassoziation gegeben. Die niedrige Luftfeuchtigkeit fördert das Wachstum der Kletterpflanze *Cardiospermum corindum*. Die oberflächige Feuchtigkeit entsteht aus dem Wasser, das von den Hügeln rinnt und sich teilweise am Fuß derselben ansammelt.

Hier kann *Prosopis pallida* aufgrund ihrer langen Wurzeln den Grundwasserspiegel benutzen. Dadurch unterscheidet sich diese Vegetationsuntereinheit von den zwei anderen.

*Bursera graveolens* und *Prosopis pallida* sind Bäume, die stark unter Abholzung leiden. Ihre Präsenz ist ein Zeichen für die relativ geringe Nutzungsintensität, dem dieses Gebiet unterworfen ist. In den anderen Untereinheiten erscheinen diese Bäume ganz selten und die Pflanzenvielfalt ist sehr niedrig.

---

<sup>16</sup> Folgende Pflanzen kommen im lichten Trockenwald vor: *Cardiospermum corindum* (Kletterpflanze), *Haageocereus versicolor* (Kaktee), *Prosopis pallida* (Baum), *Ximania americana* (Strauch).

Die Bodentextur aus sandigem Lehm mit 55,71% Sand erlaubt das Wachstum von *Capparis angulata*, *Haageocereus versicolor*, *Prosopis pallida* und *Cardiospermum corindum*.

Am Fuß der Hügel, wo die Bodenfeuchtigkeit steigt und der Boden steinig und durchlässig ist, wachsen *Bursera graveolens* und *Cardiospermum corindum*. Etwas höher, schon auf geneigtem Boden, sind *Haageocereus versicolor* und *Ximenia americana* zu finden. Besonders bemerkenswert ist die Erscheinung von *Prosopis pallida* in dieser Subassoziation, weil diese viel mehr zur Uferlandschaft gehört.

Zusammenfassend wird diese Subassoziation von Bäumen in Verbindung mit Sträuchern charakterisiert. Der Boden dieser relativ steilen Hanglagen ist sandig und steinig. Dieser lichte Trockenwald am Fuss der Hügel, wo die Charakterarten *Prosopis pallida* und *Ximenia americana* sind, unterliegt einer relativ gemäßigten menschlichen Nutzung.

#### **Subassoziation *Monvillea diffusa* - *Haageocereus versicolor* (Monvillo-Haageoceretosum)**

(s. Anhang 5, Spalte 13a-19a)

Als weitere Subassoziation kann die von *Monvillea diffusa* und *Haageocereus versicolor* auf den Hügelhängen identifiziert werden. Hier sind die Büsche charakteristisch. Bei Hangneigungen von etwa 25% (ca. 12 Grad) wachsen hier kleine Bäume und Sträucher, die nicht vom Grundwasser, nur gelegentlich vom Regenwasser profitieren können. Diese Pflanzen sind infolgedessen für die anthropogene Nutzung wenig oder nicht attraktiv, weder als Holz noch als Futter.<sup>17</sup>

*Haageocereus versicolor*, *Monvillea diffusa*, *Coccoloba ruiziana* und *Erythrina smithiana* sind die Arten, die charakteristisch für diese Formation sind. Die niedrige Höhe des Gebietes am Rand der Wüste erlaubt das Wachstum von *Monvillea diffusa*.

Der Boden enthält, bedingt durch seine Durchlässigkeit, nur eine niedrige Feuchtigkeit. Das erklärt die Präsenz von *Capparis angulata*, *Haageocereus versicolor* und *Capparis*

---

<sup>17</sup> In ihr kommen folgende Pflanzenarten vor: *Boerhavia erecta* (Kraut), *Haageocereus versicolor* (Kaktee), *Monvillea diffusa* (Kaktee), *Capparis angulata* (Baum), *Capparis eucalyptifolia* (Baum), *Coccoloba ruiziana* (Strauch), *Erythrina smithiana* (Strauch), *Boerhavia erecta* (Kraut) und als seltene Pflanzen: *Galvesia fruticosa* (Kraut), *Chloris halophila* (Kraut), *Verbena litoralis* (Strauch), *Oxalis dombeyi* (Kraut), *Abutilon reflexum* (Strauch), *Croton baillonianus* (Strauch) und *Prosopis pallida* (Baum).

*eucalyptifolia*. *Erythrina smithiana* und *Coccoloba ruiziana*, zwei Dornsträucher sind Teil dieser Gemeinschaft. *Coccoloba ruiziana*, *Malvastrum scabrum* und *Galvesia fruticosa* gehören auch zu diesem halbtrockenen Standort, wobei die Böden dieser Hügel immerhin noch einen gewissen Feuchtigkeitsgrad haben im Unterschied zu den Böden der Vollwüste.

*Malvastrum scabrum* und *Capparis eucalyptifolia*, die auf gut durchlässigem Boden wachsen, bevölkern die Seiten der Hügel, wo die Erosion hoch ist, Ihre Verbreitung ist unmittelbar und mit der Topographie des Gebietes verbunden.

Durch die Präsenz von *Coccoloba ruiziana*, einer buschigen, dichten Pflanze, und von Kakteen *Haageocereus versicolor*, deren Dornen schmerzhaft Verletzungen verursachen, erklärt sich die niedrige Nutzungsintensität dieser Flächen, was durch die Topographie noch unterstützt wird. Seltene Arten sind hier Kräuter wie *Boerhaavia erecta*, *Galvesia fruticosa*, *Chloris halophila* und *Oxalis dombeyi*. Auch selten sind hier Sträucher wie *Abutilon reflexum*, *Croton baillonianus* und *Verbena litoralis*, die als Futterpflanzen genutzt werden.

### **Subassoziation *Eragrostis cilianensis* (*Eragrostetosum*)**

(s. Anhang 5, Spalte 7b-6a)

Die relativ flachen Kuppen der Hügel, mit einer Neigung von weniger als 5%, die für diese Subassoziation charakteristisch sind, sind für Gräser geeignet. Auf sandigem Boden und unter meist trockenen Wetterbedingungen gewachsen, erträgt diese Gräsersubassoziation einen starken Beweidungsdruck, der in den Regenzeiten aufgrund der relativ hohen Futterproduktivität noch größer wird.<sup>18</sup>

Auch wenn hier von Kuppen die Rede ist, liegt das Areal in niedriger Höhe: die Kuppen erreichen ca. 12 m.

Das Areal dient als Weidefläche, was sich durch die Präsenz von *Chloris halophila*, *Croton alnifolius*, *Tragus berteronianus*, *Eragrostis cilianensis* und *Verbena litoralis* erklärt. Die hohe saisonale Produktivität wird durch folgende Kräuterarten ermöglicht: *Eragrostis cilianensis*, *Chloris halophila*, *Oxalis dombeyi* und *Tragus berteronianus*.

---

<sup>18</sup> *Abutilon reflexum* (Strauch), *Boerhavia erecta* (Kraut), *Capparis angulata* (Baum), *Chloris mollis* (Kraut), *Croton alnifolius* (Strauch), *Croton baillonianus* (Strauch), *Eragrostis ciliaensis* (Kraut), *Lantana camara* (Strauch), *Monvillea diffusa* (Kaktee), *Oxalis dombeyi* (Kraut), *Tragus berteronianus* (Kraut), *Verbena litoralis* (Strauch). Als seltene Pflanzentypen sind hier: *Amaranthus hybridus* (Kraut), *Melochia pyramidata* (Kraut), *Bastardia limensis* (Kraut) und *Coccoloba ruiziana* (Baum).

Die Präsenz dieser Gräser und Leguminosen sichert die Futterqualität des Gebiets. Die Produktivität des Standorts und seine Bedeutung für die Tierernährung wird während der Trockenzeit durch die Sträucher *Abutilon reflexum*, *Croton alnifolius*, *Verbena litoralis*, *Malvastrum scabrum* und *Cordia lutea* aufrechterhalten.

Die Trockenheit des Gebietes erlaubt das Wachstum von *Capparis angulata*, *Boerhaavia erecta*, *Chloris halophila*, *Croton alnifolius*, *Lantana camara*, *Oxalis dombeyi*, *Tragus berteronianus* und *Verbena litoralis*. Der sandige Boden ist für *Capparis angulata*, *Bastardia limensis*, *Chloris halophila*, *Croton baillonianus*, *Eragrostis cilianensis*, *Lantana camara*, *Oxalis dombeyi*, *Tragus berteronianus* und *Verbena litoralis* geeignet.

Präsent sind auch die Kaktee *Monvillea diffusa* und die Sträucher *Croton alnifolius*, *Verbena litoralis* und *Lantana camara*. Diese letzte hat eine toxische Wirkung auf die Tiere. Beide Pflanzen haben sich hier wahrscheinlich gerade bedingt durch die starke Beweidung vermehrt, weil sie den Platz der unter Beweidungsdruck leidenden Pflanzen erobern.

### 6.2.1.2 Assoziationen im Jagdgebiet El Angolo

#### Assoziation *Bursera graveolens-Mimosa acantholoba* (*Bursero-Mimosetum*)

(Anhang 5, Spalte 35b-33a).

Die Bäume bilden im Jagdgebiet El Angolo eine ca. 2 m höhere Schicht als in Las Lomas/Jaguay Negro (Tab. 7). Nach dem Deckungsgrad sind hier die Kräuter, Kakteen und Epiphyten viel wichtiger als in Las Lomas/Jaguay Negro (siehe Tab. 6). Der Phytogeographie nach handelt es sich hier um einen montanen laubabwerfenden Dorn trockenwald.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup>Folgende Arten kommen in diesem ganzen Gebiet vor: *Alternanthera pubiflora* (Kraut), *Bastardia limensis* (Kraut), *Bougainvillea pachyphylla* (Kletterpflanze), *Bursera graveolens* (Baum), *Caesalpinia paipai* (Baum), *Cardiospermum corindum* (Kletterpflanze), *Ceiba trichistandra* (Baum), *Coccoloba ruiziana* (Strauch), *Cochlospermum vitifolium* (Baum), *Cordia lutea* (Strauch), *Eragrostis cilianensis* (Kraut), *Eriotheca ruizii* (Baum), *Erythrina edulis* (Baum), *Geoffroea striata* (Baum), *Grabowskia boerhaaviifolia* (Baum), *Haageocereus versicolor* (Kaktee), *Ipomoea carnea* (Strauch), *Loxopterygium huasango* (Baum), *Mimosa acantholoba* (Strauch), *Monvillea diffusa* (Kaktee), *Opuntia macbridei* (Kaktee), *Psittacanthus cinctus* (Epiphyte), *Tillandsia multiflora* (Epiphyte), *Tillandsia purpurea* (Epiphyte), *Tillandsia usneoides* (Epiphyte).

Die durchschnittliche Höhe des Gebiets liegt hier bei 700 m. Das Relief ist auch hier durch Hügel gekennzeichnet. Merkwürdig sind hier die Abwesenheit von *Prosopis pallida* und die starke Präsenz von *Eriotheca ruizii*, einer Art, die normalerweise Höhen zwischen 400 und 600 m bevorzugt. *Bursera graveolens*, die hier einen noch stärkeren Deckungsgrad erreicht (83,3%), verbreitet sich in einer Höhe von 200 bis 1500 m ü. N N, ist also ein Merkmal aller Hügel und Vorberge wie auch *Monvillea diffusa*. *Loxopterygium huasango*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii*, *Pithecellobium multiflorum* und *Caesalpinia paipai* sind auf den höher gelegenen Sandorten von El Angolo zu finden, während *Prosopis pallida* und *Capparis angulata* auf niedrigere Höhen beschränkt sind (ONG Naylamp, 2000). Deshalb erscheinen diese Arten im Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro wieder. (Im Jagdgebiet El Angolo beträgt die Durchschnittshöhe der Parzellen 702 m, in Las Lomas/Jaguay Negro liegt die Durchschnittshöhe der Parzellen bei 269,5 m)

Die Präsenz der holzliefernden Arten *Loxopterygium huasango*, *Bursera graveolens* und *Geoffroea striata* beweist einen niedrigen anthropogenen Einfluss und eine geringe Waldzerstörung.

Der mäßig saure Boden hat einen pH-Wert von 5,5. Die Bodentextur ist hier schluffiger. Vorherrschend ist ein sandiger Lehm (Tab 9), mit sehr niedrigem Gehalt an Kalziumkarbonat und organischem Material (Tab 9). Auch in diesem Arbeitsgebiet ist der Magnesiumgehalt hoch, während der Kaliumgehalt gering ist (Tab 10).

Die Luftfeuchtigkeit ist aufgrund der Nähe der Berge hoch und führt zur Nebelbildung. Zahlreiche Epiphyten, insbesondere *Tillandsia*-Arten und *Psittacanthus cinctus*, treten in dieser Zone auf. Auch Arten wie *Trianthema portulacastrum*, *Coccoloba ruiziana*, *Geoffroea striata* und *Bastardia limensis* profitieren von der hohen Luftfeuchtigkeit. An windexponierten Stellen wie Kuppen und Ebenen nimmt diese ab. Für die Ebenen sind *Mimosa acantholoba* und Kakteen wie *Haageocereus versicolor* oder *Monvillea diffusa* charakteristisch. Diese Unterschiede werden in der Beschreibung der Subassoziation näher erörtert.

*Ceiba trichistandra*, die das Wasser in ihrem immer grünen Stamm ansammelt und laubabwerfend ist, zeugt von der wechselnden Feuchtigkeit des Gebietes. *Loxopterygium huasango*, eine weitere laubabwerfende Baumart, und *Chloris halophila*, ein Grasgewächs, das nur während der Regenzeit Blätter besitzt, kommen im laubabwerfenden Wald zusammen



mit *Ceiba trichistandra* vor. *Cochlospermum vitifolium* und *Eriotheca ruizii* haben sich an die wechselnde Feuchtigkeit des Gebiets angepasst.

Das Bodenwasser und die Durchlässigkeit des Bodens sind aufgrund der Bodentextur, der Präsenz von Lutiten und der Hügel gering. Dornbuschvegetation, wie die Leguminosen *Erythrina edulis* oder *Mimosa acantholoba*, können sich hier trotz der Wasserknappheit gut entwickeln.

Zahlreiche Gramineen wie *Chloris halophila* oder *Eragrostis cilianensis* und das Laub von Sträuchern wie *Cordia lutea* oder *Mimosa acantholoba* zeigen die hohe Produktivität des Gebiets für Herbivoren.

Im Vergleich mit Las Lomas/Jaguay Negro besitzt das Gebiet eine viel höhere Artenvielfalt. Während in der Assoziation von Las Lomas/Jaguay Negro die Zahl der Arten 10 ist, ist diese Zahl für das Jagdgebiet El Angolo 31. Gründe dafür sind der geringere anthropogene Einfluss und das höhere Wasserdargebot.

Die Assoziation ist hier ein laubabwerfender Wald, der als mäßig dichter Trockenwald der Bergstufe eingestuft werden kann. Innerhalb dieser Formation sind drei Vegetationssubassoziationen vorhanden. Die vorhandene Subassoziationen sind hier: *Alternanthero – Monvilletosum* und *Eragrosti – Galvesetosum*.

**Subassoziation *Alternanthera pubiflora* - *Monvillea diffusa* (*Alternanthero – Monvilletosum*).**

(s. Anhang 5, Spalte 43a-33a)

Diesem präandinen Dornbuschwald begegnet man als erstem, bei der Einfahrt in das Biosphärenreservat. Wir befinden uns im niedrigsten Teil des Gebiets, wo der Boden trocken und sandig ist. Nach Weberbauer, 1930, handelt es sich um eine "aus Sträuchern, Säulenkakteen und Kräutern gemischte, regengrüne Vegetation". INRENA-Morizaki (1998), sprechen von einer Buschlandschaft, bzw. einem lichten bis sehr lichten Trockenwald der Bergstufe. Den Hinweis auf eine, wenn auch geringe anthropogene Nutzung liefert die Präsenz von *Pilosocereus tweedyanus* und *Tetramerium nervosum*, Pflanzen, die sich nach

dem durch den Menschen bewirkten Rückgang der ursprünglichen Vegetation stärker vermehren (Meza, 1994).<sup>20</sup> Die genannten Pflanzen sind regelmäßig verteilt.

Die Trockenheit des Gebietes ergibt sich aus der fehlenden Bergwand, d.h. dem fehlenden Steigungsregen. Sie spiegelt sich in der Verbreitung von Säulenkakteen wie *Pilosocereus tweedyanus*, *Monvillea diffusa* und *Armatocereus cartwrightianus*, Sträucher wie *Verbena litoralis*, *Plumbago scandens* und *Carica parviflora*. Am Fuß der Säulenkakteen wachsen andere Kräuter wie *Piqueria peruviana* oder *Galvesia balli*. Die Säulenkakteen sammeln die Nebelfeuchtigkeit und befeuchten den Boden.

Futterpflanzen wie *Cordia lutea* und *Verbena litoralis* sind deutliche Indizien der Futterproduktivität des Gebiets, welche jedoch wenig genutzt wird. Darum erreichen diese Pflanzen hier im Unterschied zu leichter zugänglichen Standorten ihre volle Entfaltung.

Der Artenreichtum ist im Vergleich zur nächsten Pflanzeneinheit, dem anthropogen beeinflussten Wald, sehr gering. Dieser Teil des Schluchtwaldes ist im Vergleich zu dem anderen merklich anthropogen affiziert. Artenvielfalt und Feuchtigkeit sind geringer als in den übrigen Subassoziationen dieses Gebiets. Die Präsenz von *Alternanthera pubiflora*, einer Pflanze, die die anderen häufig überwuchert, ist ein klares Zeichen des menschlichen Einflusses.

Widerstandsfähige Pflanzenarten wie *Mimosa acantholoba*, eine Futterpflanze, verweisen auf die relativ starke Beweidung dieses Teils des Reservats.

Es ist nicht schwer, hier die Spuren der Zerstörung festzustellen, die indirekt durch die Transhumanz von Rindern bewirkt wurde. Während der Trockenzeit legen die Rinder auf der Nahrungssuche lange Strecken durch den Trockenwald zurück. Sie übertreten die Grenzen des Reservats und dringen ein in feuchte Gegenden, wohin die Ziegen nicht kommen. Wie oben gesehen, findet man die Ziegenherden nur in 2 bis 3 km Distanz vom Ziegenstall. Die Rinder fressen und zertreten eine breite Vielfalt von Kräutern und Sträuchern. Der Druck wird

---

<sup>20</sup> Diese Untereinheit besteht aus folgenden Pflanzenarten: *Alternanthera pubiflora* (Kraut), *Armatocereus cartwrightianus* (Kaktee), *Carica parviflora* (Strauch), *Chenopodium ambrosioides* (Kraut), *Galvesia fruticosa* (Kraut), *Monvillea diffusa* (Kaktee), *Piqueria peruviana* (Kraut), *Pilosocereus tweedyanus* (Kaktee), *Plumbago scandens* (Strauch), *Rodriguezia estradae* (Orchidee), *Tetramerium nervosum* und *Verbena litoralis* (Strauch).

hauptsächlich auf letztere ausgeübt, wegen der großen Verbisshöhe. (Darüber mehr unten im Kapitel zum Verbissschaden).

Außer der Transhumanz von Rindern gibt es auch innerhalb des Reservats eine kommerzielle Rinderhaltung. Das Reservat steht unter privater Verwaltung. Auch wenn es ausschließlich als Jagdgebiet definiert ist, werden dennoch von den Verwaltern Rinder gehalten.

Der sandige Boden zeigt sich durch Pflanzen wie die Kakteen *Pilosocereus tweedyanus* und *Armatocereus cartwrightianus*, eine endemische Pflanze, und *Monvillea diffusa* sowie *Carica parviflora* oder *Verbena litoralis*.

### **Subassoziation *Eragrostis cilianensis* - *Galvesia fruticosa* (*Eragrost* – *Galvesetosum*).**

(s. Anhang 5, Spalte 35b-58a)

Diese Subassoziation findet sich in der Mitte des Jagdgebiets El Angolo, auf höheren und feuchteren Standorten. Man kann sie als humiden Schluchtwald bezeichnen. Diese charakteristische Vegetation herrscht in der Tiefe der Schluchten und dehnt sich teilweise auf den seitlichen Talflanken derselben aus. Zwar ist diese Assoziation ein Waldgebiet, aber die Kräuter sind wichtiger als die anderen Pflanzenschichten für die Unterscheidung dieser Subassoziation, wenn auch Bäume immer vorhanden und bestimmend für das Ganze sind.<sup>21</sup>

Angepasst an die Saisonalität und wechselnde Feuchtigkeit dieser Gegend, ist eine Vielzahl von Kräutern wie *Allionia incarnata*, *Lycopersicon peruvianum*, *Chenopodium ambrosoide*, *Tetramerium nervosum*, *Eragrostis cilianensis*, *Heterosperma diversifolium*, *Galvesia fruticosa*, *Bacopa monnieri* und *Pseudogynoxis sunchoides*, aber auch der besonders resistente *Pseudosicydium acariaeanthum*, dessen verdickter Stamm Wasser speichern und dadurch die wechselnde Wasserverfügbarkeit gut aushalten kann.

---

<sup>21</sup> Folgende Arten machen diese besondere Pflanzengesellschaft aus: *Allionia incarnata* (Kraut), *Alternanthera ficoidea* (Kraut), *Amaranthus hybridus* (Kraut), *Apodanthera biflora* (Strauch), *Armatocereus oligogonus* (Kaktee), *Bacopa monnieri* (Kraut), *Bastardia limensis* (Kraut), *Boerhaavia erecta* (Kraut), *Byttneria glabrescens* (Strauch), *Celtis triflora* (Baum), *Chenopodium ambrosoide* (Kraut), *Chloris halophila* (Kraut), *Croton alnifolius* (Strauch), *Eragrostis cilianensis* (Kraut), *Galvesia fruticosa* (Kraut), *Grabowskia boerhaaviifolia* (Baum), *Haageocereus versicolor* (Kaktee), *Heterosperma diversifolium* (Kraut), *Ipomoea nil* (Kletterpflanze), *Jacquemontia prominens* (Kletterpflanze), *Lycopersicon peruvianum* (Kraut), *Momordica charantia* (Kraut), *Pithecellobium multiflorum* (Kletterpflanze), *Piqueria peruviana* (Kraut), *Pseudosicydium acariaeanthum* (Kletterpflanze), *Pseudogynoxis sunchoides* (Kraut), *Strychnos castelneana* (Kraut), *Tessaria integrifolia* (Kraut), *Tetramerium nervosum* (Kraut), *Tradescantia zanonii* (Kraut), *Trianthema portulacastrum* (Kraut), *Verbena litoralis* (Strauch), *Tillandsia floribunda* (Epiphyte).

*Armatocereus oligogonus* ist hier endemisch und erscheint auf den Hügeln, wo die Feuchtigkeit geringer ist.

Dass die durchschnittliche Feuchtigkeit in dieser Subassoziation höher als im Rest des Trockenwaldes ist, wird durch die Präsenz von zahlreichen Kräutern wie *Bacopa monnieri*, *Heterosperma diversifolium*, *Lycopersicon peruvianum*, *Piqueria peruviana*, *Tetramerium nervosum* und *Tradescantia zanonía* offenbart. Nicht nur solche Pflanzen, die in feuchten Gebieten üblich sind, sondern sogar einige von denen, die normalerweise im Umfeld von Wasserquellen wachsen, wie *Tradescantia zanonía*, *Bacopa monnieri* kommen hier vor.

Tab. 8: Beschreibung der in den Arbeitsgebieten Las Lomas, Jaguay Negro und im Jagdgebiet El Angolo vorkommenden Pflanzen

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Abutilon reflexum</i>	Malvaceae	Strauch	0-2500 m	Wächst auf sandigen, trockenen oder lehmigen, durchlässigen, mäßig fruchtbaren Böden. Charakteristisch für anthropogen beeinflusste, trockene Täler oder geneigte, steinige Ebenen.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Allionia incarnata</i>	Nyctaginaceae	Kraut	0 und 2500 m.	Findet sich in an der Küste liegenden, sandigen, trockenen Gebieten.	Bracko und Zarucchi, 1996
				Ist eine extrem widerstandfähige Pflanze.	<a href="http://www.hear.org">www.hear.org</a> , 2005
				Mehrjähriges, selten einjähriges Kraut.	<a href="http://www.eFloras.org">www.eFloras.org</a> , 2005
				Wächst auch auf steinigem Boden, am Hang und in Buschlandschaften.	<a href="http://www.calflora.net">www.calflora.net</a> , 2005; DelRioHost.com, 2005
<i>Alternanthera ficoidea</i>	Amaranthaceae	Kraut	Weit verbreitet von Mexiko bis	Mehrjährige bis einjährige Pflanze.	Flora of North Amerika,
				Wächst unter voll sonnigen bis halb sonnigen Bedingungen, braucht mäßige Wasserzufuhr.	Dave´s Garden, 2000-2005
				Wächst auf gut dränierten, organisch reichen Böden.	Missouri Botanical Garden, 2005
				In Peru ist sie sowohl an der Pazifikküste und in Weidlandschaften wie im Amazonasgebiet zu finden.	Bracko und Zarucchi, 1996

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur	
<i>Alternanthera pubiflora</i>	Amaranthaceae	Kraut	In Peru verbreitet. 0 - 3500 m.	Besitzt große Verbreitung in mittelfeuchten Gebieten, wo sie sich als widerstandsfähige invasive Pflanze schnell vermehrt. Kommt in anthropogen beeinflussten Gebieten, Hügel Landschaften, Flusstälern, Brachlandschaften und in hügeligen Gebieten mit hoher Neigung vor.	Bracko und Zarucchi, 1996	
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Kraut	0 – 3500 m .	Wächst in zerstörten Gebieten, anthropogen beeinflusst	Bracko und Zarucchi, 1996	
<i>Apodanthera biflora</i>	Cucurbitaceae	Kletterpflanze	An der Küste Perus. 0 - 500 m		Bracko und Zarucchi, 1996	
<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Cactaceae	Kraut	In trockenen Tälern und Busch-Ökosystemen. 0-1000 m.	In trockenen, flachen oder hügeligen Gebieten zu finden. Endemische Pflanze.	Bracko und Zarucchi, 1996	
<i>Armatocereus oligogonus</i>	Cactaceae	Kraut	0 - 1000 m. In Buschlandschaften, in trockenen Küstengebieten Perus verbreitet.	Endemische Pflanze.	Bracko und Zarucchi, 1996	
<i>Bacopa monnieri</i>	Scrophulariaceae	Kraut	Ist in Peru in hügeligen Nebelwäldern zu finden.	Kommt in feuchten, flachen Gebieten vor.	Bracko und Zarucchi, 1996	
				Erscheint auf leicht sauren Böden mit einem pH-Wert zwischen 6 und 7. Wächst am Ufer und in Wassernähe.		Association Aquariophilie.org. 2005, University of Florida, 1998-
				Profitiert von direkter Sonneneinstrahlung. Mehrjährige Pflanze, vermehrt sich vegetativ.		Wunderlin und Hasen, 2000

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Bastardia limensis</i>	Malvaceae	Kraut	In Peru zu finden. 0 - 3000 m.	Findet sich in feuchten, hügelartigen Küstengebieten. Wächst auch auf steinigem Boden und an den Hängen.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Boerhaavia erecta</i>	Nyctaginaceae	Kraut	0 - 1000 m.	An der Küste in trockenen Wüstegebieten zu finden. Kommt in zerstörten Gebieten vor.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Nyctaginaceae	Kletterpflanze	0 - 1000 m.	Wächst in hügelartigen Gebieten, auch an Hängen mit hoher Neigung. Resistent, erträgt gut die Trockenheit.	
<i>Bursera graveolens</i>	Burceraceae	Baum	Ist weit verbreitet in trockenen Wäldern. 200 - 1500 m.	Wird durch Abholzung stark beeinträchtigt, ist deshalb ein Zeichen von geringerem anthropogenen Einfluss.	
<i>Byttneria glabrescens</i>	Sterculiaceae	Strauch oder Liane	500 - 1500 m.	An der Küste Perus verbreitet	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	Baum		Vorhanden in trockenen, hügeligen Gebieten, wächst auch an stark geneigten Hängen. Hält keine Wasserakkumulation im Boden aus.	
<i>Capparis angulata</i>	Capparaceae	Baum	0 - 2500 m.	Ist in sandigen, flachen, trockenen, niedrigen und hügeligen Gebieten zu finden. Kann wegen sehr langer Wurzeln den Grundwasserspiegel benutzen. Kann steinige, aber nicht salzreiche Böden aushalten.	Bracko und Zarucchi, 1996
			Befindet sich in den lichten Wäldern des Küstengebietes.	Bildet zusammen mit <i>Prosopis</i> und Säulenkakteen Pflanzeneinheiten.	Rauh, 1956
				Die Blätter und Früchte werden als Futter benutzt und das Holz für die Herstellung von Möbeln und Handwerkszeug.	FAO, 2005

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Capparis eucalyptifolia</i>	Capparaceae	Baum		Ist in sandigen, trockenen Gebieten heimisch.	
<i>Cardiospermum corindum</i>	Sapindaceae	Kletterpflanze		Ist in trockenen, flachen Gebieten zu finden. Wächst auf lehmhaltigen Böden mit guter Drainage. Vermehrt sich durch Samen.	
<i>Carica parviflora</i>	Caricaceae	Strauch	0 - 2000 m.	An der Küste Perus verbreitet.	Bracko und Zarucchi, 1996.
<i>Ceiba trichistandra</i>	Bombacaceae	Baum	Kommt in Savannen vor.	Ist der größte Baum der wechselfeuchten hügeligen Gebiete. Laubabwerfend, hat einen grünen, dornigen Stamm, der mit Wasser angefüllt ist.	Neill, 2003.
<i>Chenopodium ambrosoide</i>	Chenopodiaceae	Kraut	Wächst in Küstengebieten Perus. 0 - 1000 m.	Besitzt weite stark anthropogen beeinflusstes Verbreitung.	Bracko und Zarucchi, 1996.
<i>Chloris halophila</i>	Poaceae	Kraut		Gras, das in sandigen, trockenen Gebieten und Weidelandchaften wächst.	Bracko und Zarucchi, 1996.
				Ist charakteristisch für den laubabwerfenden Wald, der von <i>Ceiba trichistandra</i> als dominanter Art charakterisiert wird.	Best und Kessler, 1995.
<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	Strauch	Ist weit verbreitet an den südamerikanischen Küsten von Pazifik und Atlantik. 0 - 2000 m.	Findet sich in feuchten, hügeligen Gebieten. Vorhanden in anthropogen beeinflussten Gebieten, wächst auch auf steinigen, geneigten Ebenen.	Bracko und Zarucchi, 1996.
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlosperma-ceae	Baum		Lebt in wechselfeuchten, hügeligen Gebieten, auf sandig-lehmigen, gut wasserdurchlässigen Böden, auch auf steinigen Böden mit niedrigem Wassergehalt.	Gobierno del Estado de Campeche et al., 2005
				0 - 1000 m.	Vermehrt sich durch Samen. Ist auch in anthropogen beeinflussten Gebieten zu finden.



Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
			Charakteristisch für Trockenwald - Ökosysteme.	Wächst unter direkter Sonneneinstrahlung, kann Trockenheit gut vertragen. Ist eine aggressive Pionier-Art, die sich schnell in ökologisch zerstörten	<a href="http://www.rareflora.com">www.rareflora.com</a> , 2005
<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	Strauch	Wächst in den Küstengebieten Perus. Auch in der ökologischen Formation "chaparral"	Wächst auf sandigen, gut durchlüfteten Böden, wo die Feuchtigkeit niedrig ist.	ONG Naylamp, 2000
				Erträgt gut direkte Sonneneinstrahlung.	University of Florida, 2005
			Wächst in Buschlandschaften (Matorral). 0 - 1800 m.	Wächst auf anthropogen beeinflussten Ebenen, an Hängen und in steinigen Gebieten.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Croton alnifolius</i>	Euphorbiaceae	Strauch	0 - 1500 m.	Gehört zu sandigen, trockenen Gebieten. Wird von Säugetieren als Futter benutzt. Endemische Pflanze, wächst auf geneigten, steinigen Ebenen.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Croton baillonianus</i>	Euphorbiaceae	Strauch		Bevorzugt trockene Flächen und sandige Böden.	
<i>Eragrostis cilianensis</i>	Poaceae	Kraut	Wächst an der Küste Perus und ganz Südamerikas. 0 - 1500 m.	Einjährige Pflanze. Wächst auf gut durchlässigen, sandigen, armen bis leicht fruchtbaren Böden in Flussnähe und Uferlandschaften. Kommt auf anthropogen beeinflussten Kulturflächen oder zerstörten Standorten vor. Gras, das überall als Futterpflanze dient.	Bracko und Zarucchi, 1996
				Bevölkert arme Böden, vermehrt sich durch Samen	FAO, 2005
				In Weideland ist es eine invasive Pflanze, mit niedrigem Futterwert.	Hadock, 2002

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Eriotheca ruizii</i>	Bombacaceae	Baum	1500 - 2500 m.	Wächst in Berggebieten.	Bracko und Zarucchi, 1996
				Kommt zusammen mit <i>Ceiba trichistandra</i> in Savannen und laubabwerfenden Wäldern vor.	Neill, 1995-2003
<i>Erythrina edulis</i>	Fabaceae	Baum	1500 - 3000 m.		Bracko und Zarucchi, 1996
			Befindet sich in Ökosystemen des humiden, subtropischen Waldes.	Findet sich in feuchten, hügeligen Gebieten. Auch in anthropogen beeinflussten Landschaften.	Holdridge, 1978
				Wächst auf gut dränierten Böden, dient als Futterpflanze, denn ihre Samen besitzen einen hohen Eiweißgehalt.	Barrera et al., 2005
				Ist eine Pionier-Art, die unter voller Sonneneinstrahlung wächst, kann aber auch in früheren Stadien ihrer Entwicklung etwas Schatten aushalten. Wächst auf sandigen oder lehmigen Böden. Kann keine lange Dürreperiode aushalten. Die Pflanze kann durch die Symbiose mit <i>Rhizobium</i> -Bakterien Stickstoff fixieren, dient als Futter für Ziegen, Schafe und Rinder, verbreitet sich durch Samen.	Barrera, 1994
			Hat eine weite Verbreitung von Mexiko bis Bolivien.		Barrera et al., 2005
			700 - 2500 m.	Wächst zusammen mit Epiphyten und Bryophyten.	Neill, 2005
<i>Erythrina smithiana</i>	Fabaceae	Baum		Verbreitet sich in trockenen, hügeligen Gebieten.	

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Galvezia fruticosa</i>	Scrophulariaceae	Kraut	An der peruanischen Küste zu finden, in hügeligen Nebelsavannen (Lomas). 0 – 1500 m.	Kommt in feuchten Gebieten vor. Wächst auf Hängen mit starker Neigung und in anthropogen beeinflussten Gebieten.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Geoffroea striata</i>	Fabaceae	Baum	Ist im laubabwerfenden Wald und in Buschökosystemen	Findet sich in feuchten, hügeligen Gebieten .	Bracko und Zarucchi, 1996
			Im Brasilien (Banados del Izozog und Rio Parapetí). Auf 300 m ü N N. zu	Befindet sich in Uferlandschaften in Wald - und Buschgebieten, die jährlich überschwemmt werden.	Ramsar Sites Database, 2005
			In den Uferlandschaften des Flusses Iténez zu finden. Ist auch in der Savanne von Pampas del Heat, Peru, zu finden, die jährlich überschwemmt wird.		World Wildlife Fund, 2001
<i>Grabowskia boerhaaviifolia</i>	Solanaceae	Baum	Erscheint in Peru an der Küste und im Nebelwald (Lomas). 0 - 1500 m.	Erscheint in feuchten, hügeligen Gebieten, auf steinigem Boden und an Hängen.	Bracko und Zarucchi, 1996

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Haageocereus versicolor</i>	Cactaceae	Kraut	Kommt in flachen oder hügeligen Gebieten, und auf trockenen, armen Böden vor.		
				Erscheint in trockenen, hügeligen Gebieten. Kann ein Zeichen der anthropogenen Nutzung oder der Nähe der Küste sein. In Gemeinschaft mit Gräsern und Gehölzen, erscheint in der Ebenen- und Hügelformation.	Dourojani, 1978
			0 - 1500 m.	Sind endemische Pflanzen in trockenen Tälern und steinigen, geneigten Ebenen.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Heterosperma diversifolium</i>	Asteraceae	Kraut	Wächst an der Küste Perus. 0 - 4000 m.	Findet sich in feuchten, hügeligen Gebieten, in anthropogen beeinflussten Gebieten und an steinigen Hängen.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Ipomoea carnea</i>	Convolvulaceae	Strauch		Ist weit verbreitet in Gebieten mit anthropogener Nutzung. Wächst an offenen Standorten oder im Halbschatten. Toleriert die Trockenheit. Vermehrt sich vegetativ oder durch Samen.	
			Wächst in Brachland. 0 - 2000 m.	Erreicht weite Verbreitung in anthropogen benutztem Gelände, vermehrt sich vegetativ. Ist giftig für die Weidetiere.	Bracko und Zarucchi, 1996
				Die Präsenz dieser invasiven Pflanzenart folgt auf die Degradierung des Waldes.	FAO, 2000
<i>Ipomoea nil</i>	Convolvulaceae	Kletterpflanze	Ursprünglich aus Afrika. 0 - 1500 m.	Einjährige Pflanze, die in sandigen, trockenen Gebieten wächst und sich vegetativ vermehrt besitzt. In Flusstälern oder in Flussnähe zu finden, ist auch in anthropogen beeinflussten Gebieten vorhanden.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Jacquemontia prominens</i>	Convolvulaceae	Kletterpflanze	Wächst in Nebelwäldern, 0 - 1500 m.	Wächst auf hügeligen Ebenen. Ist eine aggressive Pflanze, die sich durch Ausläufer vermehrt und weite Verbreitung hat.	Bracko und Zarucchi, 1996

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	Strauch	0 - 1500 m. Weit verbreitet an der Küste.	Bevorzugt sandige, trockene, gut durchlässige Böden. Ist eine salztolerante, resistente und invasive Pflanze, die vom plötzlichen Erscheinen des Wassers nach langer Dürreperiode gut profitiert. Wächst gut in Orten, wo die Pflanzendecke verloren gegangen ist. Bevölkert anthropogen genutzte Gebiete und Kulturflächen.	Bracko und Zarucchi, 1996
			Ist in Gras- und Buschlandschaften zu	Wächst auf Böden mit mittlerer Fruchtbarkeit, konzentriert Stickstoff im Boden. Besitzt alelopatische Wirkung. Toxisch für	<a href="http://www.iss.org/database/species/ecology.asp">www.iss.org/database/species/ecology.asp</a> , 2005.
				Ist toxisch für Rinder und Schafe.	USA Dep. of Agric., Natural Resources Conservation Service,
				Wächst in Buschlandschaften in Texas.	DelRioHost.com, 2005
			Diese Pflanze kommt in den tropischen Regionen vor.	Kann auf allen Böden wachsen von sandigen bis lehmigen, aber jedenfalls mit guter Drainage.	Floridata.com
<i>Loxopterygium huasango</i>	Anacardiaceae	Baum	0 - 1000 m.	Kommt in trockenen, hügeligen Gebieten vor, wächst an stark geneigten Hängen. Kann keine Wasserakkumulation im Boden aushalten. Wird durch Abholzung stark beeinträchtigt und seine Präsenz weist auf eine begrenzte anthropogene Nutzung hin. Laubabwerfend.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Lycopersicon peruvianum.</i>	Solanaceae	Kraut	Besitzt weite Verbreitung. In Nebelwäldern. 0 - 2500 m.	In feuchten, geneigten Ebenen und auf steinigen Böden. Ist weit verbreitet in hügeligen Gebieten zu finden .	Bracko und Zarucchi, 1996
				Wächst auf reichen, gut drainierten Böden mit viel Sonnenlicht. Die Vermehrung erfolgt durch Samen.	<a href="http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Lycopersicon+peruvianum&amp;CAN=LATIND">www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Lycopersicon+peruvianum&amp;CAN=LATIND</a> , 2005

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	Strauch	Besitzt weite Verbreitung, wächst in sandigen, trockenen Gebieten, ist aber auch im Mangroven-Ökosystem zu finden.		
<i>Malvastrum scabrum</i>	Malvaceae	Strauch	0 - 3000 m. Wächst in trockenen und wechselfeuchten Gebieten.	Kommt in trockenen, hügeligen Gebieten, auf felsigem, durchlässigem Boden vor. Ist vereinbar auch mit der Vegetation von anthropogen beeinflussten, trockenen Tälern oder Weideflächen.	Bracko und Zarucchi, 1996.
<i>Mimosa acantholoba</i>	Fabaceae	Strauch	Wächst an der Küste Perus. 0 - 500 m.	In trockenen, flachen Gebieten. Vermehrt sich in anthropogen beeinflussten Gebieten	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitacea	Strauch	In den Küstengebieten Peru.	In zerstörten Landschaften zu finden.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Monvillea diffusa</i>	Cactaceae	Strauch		Wächst in trockenen, hügeligen Gebieten. <i>Monvillea</i> kann ein Zeichen der anthropogenen Nutzung oder der nahegelegenen Küste sein. Diese Kakteen erscheinen zusammen mit Gräsern und Gehölzen in Ebenen und Hügelformationen.	Dourojani, 1978
			0 - 500 m.		Van den Eynden, 2004
<i>Oxalis dombeyi</i>	Oxalidaceae	Kraut	0 - 2000 m. Erscheint in den Nebelwäldern der peruanischen Küste	Wächst auf gut durchlässigem Boden. Sehr resistent, ist auch in anthropogen genutzten Gebieten zu finden. Kann sich auf geneigter, steiniger Ebene vermehren.	Bracko und Zarucchi, 1996

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Oxalis dombeyi</i>	Oxalidaceae	Kraut	(Lomas). Ist weit verbreitet in sandigen, trockenen Gebieten.		
<i>Opuntia macbridei</i>	Cactaceae	Strauch		Vorhanden in feuchten hügeligen Gebieten, kann ein Zeichen anthropogener Nutzung sein.	
<i>Pilosocereus tweedyanus</i>	Cactaceae	Strauch		Wächst in trockenen, flachen Gebieten und in lichten Wäldern. Erscheint in Pflanzeneinheiten zusammen mit <i>Capparis</i> und <i>Prosopis</i> .	Rauh, 1956
			In Buschökosystemen. 500 - 1500 m.		Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Piqueria peruviana</i>	Asteraceae	Kraut		Kommt in feuchten, hügeligen Gebieten vor.	
<i>Pithecellobium excelsum</i>	Fabaceae	Kletterpflanze	In Galeriewäldern zu finden.	Typisch für Uferlandschaften. Kommt auch in feuchten, hügeligen Gebieten vor.	ONG Naylamp, 2000.
<i>Pithecellobium multiflorum</i>	Fabaceae	Kletterpflanze			
<i>Prosopis pallida</i>	Fabaceae	Baum	Kommt in den lichten Wäldern vor, die an der Küste liegen.	Wächst auf sandigen, trockenen, gut durchlässigen Böden.	Bonner, 1965.
				Kann Salzböden aushalten. Erscheint in Pflanzeneinheiten zusammen mit <i>Capparis</i> und Säulenkakteen.	Rauh, 1956.
			Wächst unter 500 m.		ONG Naylamp, 2000.

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Prosopis pallida</i>	Fabaceae	Baum		Die Vermehrung erfolgt durch Samen, die Pflanze wächst zuerst ganz schnell, kann aber keinen Schatten ertragen. Die Wurzel kann 53 m. erreichen.	Bonner, 1965.
				Die Pflanze kann den Grundwasserspiegel benutzen. Die Wurzel kann durch Symbiose mit Bakterien Stickstoff speichern.	Barrera, 1994.
			500 - 1500 m.	Es ist an feuchten Orten, in Schluchten oder Hügeltälern zu finden.	Bracko und Zarucchi, 1996.
<i>Pseudosicydium acariaeanthum</i>	Cucurbitaceae	Kletterpflanze	500 - 1500 m.	Resistente Liane, die Wasser im ihrem Stamm ansammeln kann, um die trockenen Jahreszeiten zu überbrücken. Wächst in wechselfeuchten Gebieten, ist auf Schluffboden zu finden.	Bracko und Zarucchi, 1996.
<i>Psittacanthus cinctus</i>	Loranthaceae	Epiphyte	Eine Epiphyte, die die feuchte Nebel ausnutzt und in trockenen und feuchten hügelartigen Gebieten wächst.		
<i>Tessaria integrifolia</i>	Asteraceae	Kraut	Wächst überall in den Küstengebieten Perus. Ist am Flussufer in Galerie-Wäldern zu finden.		Brack und Mendiola, 2000; Sánchez, 2005; Bracko und Zarucchi, 1996.
				Ist für Pionier-Gesellschaften charakteristisch.	botanypages.org., 2005
				Findet sich in Uferlandschaften in Wald- und Buschgebieten, die jährlich überschwemmt werden.	Ramsar Sites Database, 2005



Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Tessaria integrifolia</i>	Asteraceae	Kraut	Ist in den Uferlandschaften des Flusses Iténez und auch in der Savanne von Pampas del Heat, Peru, zu finden, die jährlich überschwemmt wird.		World Wildlife Fund, 2001
<i>Tetramerium nervosum</i>	Acanthaceae	Kraut	0 - 2000 m.	In feuchten, auch anthropogen beeinflussten Gebieten und Wäldern.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Tillandsia floribunda</i>	Bromeliaceae	Epiphyte	An der Küste und in den Nebelwäldern. 0 - 2500 m.	Vorhanden in nebelfeuchten hügeligen Gebieten, ebenso an steinigen und am Hang liegenden Orten.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Tillandsia multiflora</i>	Bromeliaceae	Epiphyte		Charakteristisch für nebelfeuchte, hügelige Gebiete.	
<i>Tillandsia purpurea</i>	Bromeliaceae	Epiphyte		Charakteristisch für nebelfeuchte, hügelige Gebiete.	
<i>Tillandsia usneoides</i>	Bromeliaceae	Epiphyte		Findet sich in nebelfeuchten und hügeligen, auch in mäßig feuchten Gebieten. Wächst unter Bäumen, mit indirekter Lichteinstrahlung.	Faucon, 2005
				Die Vermehrung erfolgt durch Nebentriebe.	agrodesierto, 2005
			In Nebelökosystemen zu finden. 0 - 4000 m.	Wächst in anthropogen beeinflussten Gebieten.	Bracko und Zarucchi, 1996
			In Buschlandschaften in Texas zu finden.		DelRioHost.com, 2005

Art	Familie	Lebensform	Verbreitung	Beschreibung	Literatur
<i>Tradescantia zanonii</i>	Commeliaceae	Kraut		Invasive Pflanze, die sich schnell durch vegetative und generative Vermehrung verbreitet. Braucht einen neutralen bis leicht sauren Boden, der reich an organischem Material und Wasser ist.	<a href="http://www.plantencyclo.com">www.plantencyclo.com</a> , 2005
			0 - 2000 m.	Wächst auf temporär überschwemmten Gebieten, ist auch neben den Wasserquellen zu finden.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Tragus berteronianus</i>	Poaceae	Kraut		Ist eine einjährige bis mehrjährige Graminee. Vermehrt sich durch Ausläufer.	Watson und Dallwitz, 2005
			Weist eine weite Verbreitung in trockenen Gebieten auf, ist im Zahel.	Wächst auf sandigen, steinigen Böden.	Zulekic und Zapater, 2001
			In Südafrika zu finden.		<a href="http://www.tourismnorthwest.co.za/pilanesberg/grasses.html">www.tourismnorthwest.co.za/pilanesberg/grasses.html</a> , 2004
			In Buschlandschaften in Texas verbreitet.		DelRioHost.com, 2005
			Erscheint in der Wüste Perus.	Ist im anthropogen genutzten Gebieten zu finden .	Bracko und Zarucchi, 1996.
				Besitzt als Futter einen niedrigen Wert, aufgrund seiner niedrigen Produktion von Biomasse.	<a href="http://www.that.co.za/custom/grasses/info.htm">www.that.co.za/custom/grasses/info.htm</a> , 2005.
<i>Trianthema portulacastrum</i>	Aizoacea	Kraut	0 - 500 m. An der Küste Perus verbreitet, ist in hügeligen Nebelsavannen (Lomas) zu finden.	Kommt in feuchten Gebieten vor. Vermehrt sich durch Ausläufer.	Bracko und Zarucchi, 1996

<b>Art</b>	<b>Familie</b>	<b>Lebensform</b>	<b>Verbreitung</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Literatur</b>
<i>Verbena litoralis</i>	Verbenaceae	Strauch		Wächst auf sandigen, trockenen, durchlässigen Böden. Erreicht weite Verbreitung. Wächst an offenen Standorten.	peruecológico.com.pe, 2005
			0 - 4000 m.	Benutzt auch Weideflächen, Brachlandschaften, anthropogen genutzte Wälder und ansteigende, steinige Ebenen.	Bracko und Zarucchi, 1996
<i>Ximenia americana</i>	Olacaceae	Strauch	Kommt in Savannen, an der Küste, im Trockenwald oder in Uferlandschaften vor.	Erscheint in trockenen, hügeligen Gebieten. Ist ein allein wachsender Strauch. Wächst auf armen, trockenen Böden. Die Pflanzenregeneration ist sehr langsam.	FAO, 2005

## 6.2.2 Bodenanalyse und Bewertung

Auf der Tabellen 9, 10 und 11 sind die Durchschnittswerte der Bodenanalyse der Arbeitsparzellen zu sehen. Die Bodenproben wurden während der Trockenzeit aus jeder Untersuchungsparzelle genommen und im Labor der Universidad Nacional Agraria La Molina untersucht. Die Bodenproben wurden in einer Tiefe von 30 cm entnommen. Folgende Parameter sind dabei untersucht worden: pH-Wert (1:1), Elektrische Leitfähigkeit (dS/m), Kalziumkarbonat (%), Organisches Material (%), Phosphor (ppm), Kationen-Austauschkapazität (KAK), Textur,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{+3}\text{H}^+$ .

Die Ergebnisse der beschriebenen Analysen werden für die Berechnung der gesamten Kationen, gesamten Basen und gesättigten Basen benutzt.

Nur in 4 von den insgesamt 30 Parzellen im Jagdgebiet und 4 von den ebenfalls 30 Parzellen in Las Lomas und Jaguay Negro wurden nicht alle Parameter bestimmt. Der Grund dafür war die geringe Bodenentwicklung, bzw. geringe Bodentiefe. In diesen steinigten Parzellen wurden nur der pH-Wert (1:1), die elektrische Leitfähigkeit (dS/m), Kalziumkarbonat ( $\text{CaCO}_3\%$ ), organisches Material (%), Phosphor (ppm) und Kalium (ppm) bestimmt. Die Stichproben für diese Bodenanalysen wurden aus den ersten 30 cm. entnommen (Anhang 6).

Für die Datenauswertung wurden die Durchschnittswerte für Las Lomas, Jaguay Negro und für das Jagdgebiet El Angolo berechnet und interpretiert.

Tab. 9: Bodenanalyse – Durchschnittswerte der Bodeneigenschaften

Bodenanalyse	p H-Wert	Textur	Sand %	Schluff %	Ton %	E.C. dS/m	$\text{CaCO}_3$ %	O. M. %	$\text{P}^+$ ppm	$\text{K}^+$ ppm
Jagdgebiet	5,5		54,71	24	22	0,222	0	0,85	4,74	160,8
Beurteilung	mäßig sauer	shluffige sandiger Lehm				sehr niedrig		Niedrig	Niedrig	Mäßig
LasLomas/ Jaguay Negro	6,5		55,71	28,86	15	0,174	0,132	0,59	5,14	71,44
Beurteilung	leicht sauer	sandiger Lehm				sehr niedrig		niedrig	niedrig	niedrig

Tab. 10: Bodenanalyse – Durchschnittswerte der Kationen und Anionen

	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> H <sup>+</sup>	Gesamte Kationen	Gesamte Anionen	Basen Sättigung
	me/100 g	me/100 g	me/100 g	me/100 g	me/100 g			%
Jagdgebiet	14,67	5,27	0,5329	0,41	0,132	21,05	20,91	93,89
LasLomas/ Jaguay Negro	17,81	6,13	0,3325	0,41	0,018	24,71	24,69	98,68

Tab. 11: Bodenanalyse – Durchschnittswerte Kationen-Zusammenhang und Verteilung

	Kationen Zusammenhang			Kationen Verteilung		
	K/Mg	Ca/Mg	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
Jagdgebiet	Defizit an K	Niedrig	Normal	Hoch	Niedrig	Normal
	0,101	2,782	69,704	25,05	2,532	1,949
LasLomas/ Jaguay Negro	Defizit an K	Niedrig	Normal	Hoch	Niedrig	Normal
	0,054	2,904	72,076	24,81	1,3456	1,659

### 6.2.3 Synchorologische Analyse

In der Absicht, eine umfassendere Perspektive zu gewinnen, wurden Vegetationssparzellen nach der synchorologischen Methode erstellt, die in 4.2.3 besprochen wird. Zwar sind die Arbeitsparzellen für eine detaillierte Analyse geeignet, aber wichtig ist auch die umfassendere Sicht der synchorologischen Methode. Sie ermöglicht, den räumlichen Wechsel der Vegetation und die Chorosequenz zu analysieren. Hier liegen die Ergebnisse dieser Analysen vor.

Die Vegetationsanalysen haben sich auf Jaguay Negro bezogen, wo der anthropozoogene Einfluss merklich ist, und auf El Angolo, wo dieser Einfluss dagegen sehr schwach vorkommt. Eine solche Untersuchung wurde in Las Lomas deshalb nicht durchgeführt, weil Las Lomas einen ähnlichen anthropozoogenen Einfluss wie Jaguay Negro aufzeigt.

Die Vegetationsanalyse für beide Orte beginnt an der westlichen Seite unserer beiden Arbeitsgebiete und läuft in Richtung Nordosten. Entlang dieser Strecke steigen die Luftfeuchtigkeit, die Höhenlage, die Pflanzendichte und die Artenvielfalt.

### 6.2.3.1 Synchorologie Jaguay Negro

In Richtung Jaguay Negro wurden zehn Vegetationsparzellen erstellt, um die Vegetationsgesellschaften zu analysieren (s. Tab. 12). Die Reihe der Vegetationsparzellen läuft durch den Untersuchungsraum hindurch, beginnt an der Küste und endet im Arbeitsgebiet Jaguay Negro, wo die durchschnittliche Höhenlage 269,5 m ü N N ist. Entlang dieser Reihe wurden folgende Vegetationsgesellschaften gefunden:

#### Vegetationsgesellschaft: **Wald des Flachlandes**

Als erste Vegetationsgesellschaft finden wir einen Lichtwald mit tiefem Grundwasserspiegel, auf niedriger Höhenlage und mit sandigem, ebenem Boden. Diese erste Strecke wird durch die Präsenz der Bäume *Prosopis pallida*, *Cercidium praecox* und *Capparis angulata* gekennzeichnet. Hier zeigt sich *Prosopis pallida* in seiner bekannten Rolle als der Baum, der sich bei einem tiefen Grundwasserspiegel erhalten kann (Rauh, 1956; Weberbauer, 1945), auch *Capparis angulata* erhält sich durch das Grundwasser (Bracko und Zarucchi, 1996). *Cercidium praecox* ist hier charakteristisch, eine Art, die nur entlang der Küste vorkommt und wegen der Höhenlage in den Arbeitsparzellen nicht gefunden wurde. Die Zerstörung durch anthropogenen Einfluss ist hier nicht so weit fortgeschritten, so dass diese holzliefernden Bäume sich entwickeln konnten. *Capparis angulata* liefert ein für Kunsthandwerk wertvolles Holz. Die Bäume sind aber noch relativ jung und decken nur 20% der Fläche. Übrigens sind weder Sträucher noch Kräuter zu sehen, wodurch die Gegend „despoblado“ – kahl, karg – genannt wird. Die jungen Bäume sind wahrscheinlich während des vorletzten El Niño-Phänomens entstanden. Diese Vegetationsgesellschaft gehört zur Subassoziation *Prosopo-Ximinetosum* (*Prosopis pallida*-*Ximenia americana*), die in 6.2.1.1 beschrieben wurde.

Vegetationsgesellschaft: **Anthropogen benutzter Lichtwald.** Der Baum *Prosopis pallida* und der Strauch *Cordia lutea* sind hier die wichtigsten Pflanzen. Die Abwesenheit von *Capparis angulata* spricht dafür, dass die anthropogene Nutzung hier stärker ist. Die zahlreiche Präsenz von *Cordia lutea*, einem resistenten Strauch, der den Tieren als Futter dient und als Holz und zur Herstellung von Zäunen benutzt wird, ist deshalb durch anthropogenen Einfluss zu erklären. *Cordia lutea* hat hier wegen ihres schnellen Wachstums, die dieser Pflanze bei der Lichtkonkurrenz Vorteile gibt, und aufgrund des anthropogenen Einflusses der diese Pflanze für Zaunbildung fordert, an Raum gewonnen.

Vegetationsgesellschaft: **Anthropogen zerstörter Trockenwald mit tiefem Grundwasserspiegel.** Das Relief wird durch kleine Hügel gekennzeichnet. Nun befinden wir uns in einem vom Poechos-Staudamm negativ beeinflussten Gebiet. Folgende Pflanzen machen die karge Vegetation aus: *Prosopis pallida*, *Cordia lutea* und *Ipomoea carnea*. Die größere, durch den Staudamm verursachte Tiefe des Grundwasserspiegels lässt sich auch durch die Präsenz von *Prosopis pallida* erkennen. Die anthropogene Nutzung ist hier durch die Verbreitung von *Ipomoea carnea* und *Cordia lutea* sichtbar.

Vegetationsgesellschaft: **Hügelwald.** Die durch die Hügel drastische Änderung des Reliefs hat eine gemischte Landschaft zur Folge, wo sich trockene Standorte auf den Kuppen der Hügel mit feuchteren in den Niederungen zwischen den Hügeln abwechseln. Die Kaktee *Armatocereus oligogonus* krönt die Hügel, etwas niedriger findet sich der Baum *Loxopterygium huasango*. Der Hang wird von *Cordia lutea* und *Monvillea diffusa* beherrscht. Wo der Hang in die Niederung übergeht, ist *Prosopis pallida* die wichtigste Pflanze. Die Buschvegetation, die von *Cordia lutea* und *Monvillea diffusa* bestimmt wird, zeigt den Zerstörungsgrad des Gebiets. Durch die Präsenz von den holzlifernden Bäumen *Prosopis pallida* und *Loxopterygium huasango* ist zu vermuten, dass die Zerstörung mehr durch Weidewirtschaft (Ziegenhaltung) als durch Waldwirtschaft bedingt ist. Wahrscheinlich hemmt die Nähe der Kontrollstelle Venados teilweise die Abholzung.

Vegetationsgesellschaft: **Wald zwischen Hügeln mit geringerer Feuchte.** *Prosopis pallida*, *Caesalpinia paipai* (seltene Art), *Cordia lutea*, *Haageocereus versicolor* und

*Monvillea diffusa* sind hier die Pflanzenarten. Im Unterschied zur vorherigen Vegetationsgesellschaft bedingt die niedrigere Feuchtigkeit dieser Hügel gewisse Veränderungen in der Vegetation. Vor allem wird *Loxopterygium huasango* durch *Caesalpinia paipai* abgelöst. Diese letzte Pflanze ist ein kleiner und gekrümmter Baum mit einer breiten Krone, der die Trockenheit besser aushält. Auch kommt hier die endemische Kaktee *Armatocereus cartwrightianus* an die Stelle von *Armatocereus oligogonus*. Die geringere Feuchtigkeit, die an diesem Ort im Vergleich zu dem vorherigen zu bemerken ist, erklärt sich durch die Lage dieser Hügel. Sie stehen in der Mitte der Hügellandschaft. Die Nebelfeuchtigkeit von der westlichen Seite und die Regenwolken, die aus dem Osten herkommen, werden durch andere Hügel angehalten.

Vegetationsgesellschaft: **Lichter Wald der niedrigen Hügel.** Die Bäume *Prosopis pallida* und *Caesalpinia paipai*, der Strauch *Cordia lutea* und die Kaktee *Monvillea diffusa*, die in den vorherigen Vegetationsgesellschaften wichtig sind, begleiten uns hier weiter. Diese Vegetationsgesellschaft unterscheidet sich dadurch von der vorher beschriebenen, dass *Armatocereus cartwrightianus* nicht mehr vorkommt. Das scheint damit zusammenzuhängen, dass die Hügel hier niedriger sind und das Relief weicher. Der Kontrast zwischen trockenen Kuppen und feuchteren Niederungen wird schwächer. Die Trockenheit auf den Kuppen der Hügel wird aber weiterhin durch *Caesalpinia paipai* bezeugt.

Vegetationsgesellschaft: **Prämontaner Hügelwald.** Ist durch *Prosopis pallida*, *Capparis angulata*, *Bursera graveolens*, *Caesalpinia paipai*, *Ipomoea carnea*, *Cordia lutea*, *Armatocereus cartwrightianus*, *Monvillea diffusa* und *Haageocereus versicolor* gekennzeichnet. Dass die Vielfalt der Arten höher als in den vorherigen Vegetationsgesellschaften ist, geht mit der Erhöhung der Feuchtigkeit einher. Die Erklärung dafür liegt in der prämontanen Lage des Gebiets. Die Erscheinung von *Capparis angulata* ist auch ein Indiz für die niedrigere Höhe des Standorts. Jedenfalls ist das Gebiet nicht stark anthropogen beeinflusst, denn hier sind die holzliefernden Bäume *Prosopis pallida*, *Capparis angulata* und *Bursera graveolens* präsent. Der für die Hügellandschaft typische Kontrast zwischen hohen und niedrigen Lagen besteht hier aber insoweit doch, als die Kaktee *Armatocereus cartwrightianus* wieder vorhanden ist. Auch diese Art ist ein Zeichen für die niedrigere Ausnutzung des Gebietes, denn diese



Kaktee wird für die Seilherstellung benutzt. Die Präsenz von *Ipomoea carnea* und *Cordia lutea* werfen die Frage auf, ob hier anthropogene Einfluss vorliegt.

Vegetationsgesellschaft: **Prämontaner, wechselfeuchter Hügelwald.** *Prosopis pallida*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipai*, *Ipomoea carnea* und *Cordia lutea* geben hier den Ton an. Die Pflanzendichte ist gestiegen und die Strauchschicht nimmt an Bedeutung zu. Die Nähe der Berge ermöglicht eine bessere Teilnahme dieser Gegend an den saisonalen Regen. Daher kommt auch eine Erhöhung des Grundwasserspiegels. *Loxopterygium huasango* ist plötzlich wieder vorhanden. Wir hatten diesen Baum zum letzten Mal in den 4 synchorologischen Analysen gesehen, bei den ersten Reihen von Hügeln an der westlichen Seite, wo die Nebel des Pazifiks deutlichen Einfluss haben. Hier lebt er von der Feuchtigkeit prämontanen Ursprungs und, wie üblich, von der an den Hängen der Hügel. Das Relief ist ebenso uneben wie in der vorigen Vegetationsgesellschaft, aber das Fehlen der Kaktee *Armatocereus cartwrightianus* bestätigt die etwas höhere Feuchtigkeit.

Vegetationsgesellschaft: **Prämontaner, halbdichter Hügelwald.** Ist durch *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipai*, *Cordia lutea*, *Bursera graveolens*, *Ipomoea carnea*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Lantana camara*, *Verbena litoralis* und *Malvastrum scabrum* gekennzeichnet. Eine Bereicherung der Artenvielfalt infolge der Nähe der Bergen und der entsprechenden Feuchtigkeit erlaubt das Wachstum von *Verbena litoralis* und *Malvastrum scabrum*. Diese Veränderungen, die in der vorigen Vegetationsgesellschaft bereits begonnen haben, hängen mit der Tatsache zusammen, dass die Reihe der Vegetationsgesellschaften in Richtung Nordosten geht. Wenn wir weiter in dieser Richtung fahren, nähern wir uns der äquatorialen Linie und zugleich der Andenkette. Etwas weiter in dieser Richtung liegt das Dorf Jaguay Negro und schließlich das Biosphärenreservat. Die Dichte der Strauchschicht, zu der hier *Bougainvillea pachyphylla* und *Malvastrum scabrum* beitragen, erhöht die gesamte Pflanzendichte der Vegetationsgesellschaft. Die charakteristische Pflanzenverteilung ist hier die folgende: Auf den Kuppen der Hügel ragen vereinzelte Exemplare von *Bursera graveolens* empor. Etwas weiter unten, fast gleich so hoch, ist *Loxopterygium huasango* zu sehen. Am Hang sammeln sich die kleinen Bäume *Caesalpinia paipai* in kleinen Gruppen von 2 bis 3 Exemplaren. Überall und fleckenweise sind die Büsche von *Ipomoea carnea*, *Malvastrum scabrum* und *Cordia lutea* verteilt. In niedrigerer Lage am

Hang kommen die Sträucher von *Bougainvillea pachyphylla* hinzu. *Prosopis pallida* ist hier nicht mehr vorhanden. Obwohl in dieser Vegetationsgesellschaft keine Kakteen gefunden werden, gehören diese zur Subassoziation *Monvillo-Haageoceretosum* (s. 6.2.1.1).

Vegetationsgesellschaft: **Prämontaner halbdichter, anthropogen beeinflusster Hügelwald.** *Armatocereus cartwrightianus*, *Bursera graveolens*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Caesalpinia paipai*, *Cordia lutea*, *Ipomoea carnea*, *Latana camara*, *Loxopterygium huasango*, *Malvastrum scabrum*, *Monvillea diffusa*, *Pithecellobium excelsum*, *Verbena litoralis* und *Psittacanthus cinctus* sind die hier vorkommenden Pflanzenarten. Diese Vegetationsgesellschaft befindet sich schon in der Reichweite der Ziegenherden, die in der Nähe des Dorfes Jaguay Negro extensiv gehalten werden. Bedeutende Futterpflanzen sind *Malvastrum scabrum* und *Cordia lutea*, die an den Hängen der Hügel wachsen, wo sich auch *Ipomoea carnea* und *Monvillea diffusa* verbreiten, die keine Futterpflanzen sind und gerade deshalb an die Stelle der zerstörten Arten treten. Das Auftreten der dornbuschigen Pflanzen *Pithecellobium excelsum* und *Bougainvillea pachyphylla* so wie der Kakteen *Armatocereus cartwrightianus* und *Monvillea diffusa* kann auch als Folge der Ziegenbeweidung verstanden werden. Im Vergleich zu den vorherigen Vegetationsgesellschaften ist hier die Luftfeuchtigkeit höher und ermöglicht das Wachstum der Epiphyte *Psittacanthus cinctus*. Das Wort Jaguay bezeichnet die Quelle, die durch Ansammlung von Regenwasser entsteht. In der Tat ist dieser Ort nach dem Jaguay benannt, der in seiner Nähe entspringt und durch den gleichnamigen Bach fließt. In diesem Zusammenhang ist der scheinbare Widerspruch zwischen Epiphyten und Kakteen zu erklären. Die Epiphyten benutzen die Luftfeuchtigkeit des Baches und die Kakteen vermehren sich als widerstandsfähige Pflanzen im durch die Beweidung geschwächten Ökosystem. Die Epiphyten profitieren auch von dieser Schwächung, indem sie die verbissenen Sträucher und Bäume befallen.

**Tab 12: Vegetationsgesellschaften von Jaguay Negro**

Vegetationsgesellschaft	Assoziation oder Subassoziation	Vegetationsstruktur	Pflanzenarten	Geländestruktur	Feuchtigkeit	Nutzung
Wald des Flachlandes	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Lichte Baumschicht	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Cercidium praecox</i> , <i>Capapris angulata</i>	Flachland	sehr geringe Feuchtigkeit	Geringe anthropogene Nutzung
Anthropogen benutzter Lichtwald	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Lichte Baumschicht	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Cordia lutea</i>	Hügel	geringe Feuchtigkeit	Anthropogen benutztes Lichtwald
Anthropogen zerstörter Trockenwald mit tiefem Grundwasserspiegel	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Lichte Strauchschicht	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i>	Hügel	geringe Feuchtigkeit	Stark anthropogen benutzter Wald
Hügelwald	<i>Monvilleo-Haageoceretum</i>	Lichte Strauchschicht	<i>Armatocereus oligogonus</i> , <i>Loxopterygium huasango</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Monvillea diffusa</i>	Hügel	geringe Feuchtigkeit, wechselnder Trockenheitsgrad auf und zwischen den Hügeln	Anthropogen benutzter Lichtwald
Wald zwischen Hügeln mit geringerer Feuchte.	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baum- und Strauchschicht	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Haageocereus versicolor</i> , <i>Monvillea difusa</i>	Hügel	geringe Feuchtigkeit	Anthropogen benutztes Lichtwald
Lichter Wald der niedrigen Hügel	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baum- und Strauchschicht	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Monvillea diffusa</i>	Hügel	mittlere Luftfeuchtigkeit	Anthropogen benutzter Lichtwald
Prämontaner Hügelwald	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baum- und Strauchschicht	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Capparis angulata</i> , <i>Bursera graveolens</i> , <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Ipomoea carnea</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Armatocereus cartwrightianus</i> , <i>Monvillea diffusa</i> , <i>Haageocereus</i>	Prämontaner Hügelwald	mittlere Luftfeuchtigkeit	Anthropogen benutzter Lichtwald

			<i>versicolor</i>			
<b>Prämontaner, wechselfeuchter Hügelwald</b>	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	<b>Baum- und Strauchschicht</b>	<i>Prosopis pallida, Loxopterygium huasango, Caesalpinia paipai, Ipomoea carnea, Cordia lutea</i>	<b>Prämontaner Hügelwald</b>	<b>mittlere Luftfeuchtigkeit aufgrund der Präsenz von Bergen</b>	<b>Anthropogen benutzter Lichtwald</b>
<b>Prämontaner, halbdichter Hügelwald</b>	<i>Monvillo-Haageoceretosum</i>	<b>Baum- und Strauchschicht</b>	<i>Loxopterygium huasango, Caesalpinia paipai, Cordia lutea, Bursera graveolens, Ipomoea carnea, Bougainvillea pachyphylla, Lantana camara, Verbena litoralis, Malvastrum scabrum</i>	<b>Prämontaner Hügelwald</b>	<b>mittlere Luftfeuchtigkeit des Gebiets</b>	<b>Anthropogen benutzter Lichtwald</b>
<b>Prämontaner, halbdichter anthropogen beeinflusster Hügelwald</b>	<i>Caesalpinio-Cordietum</i>	<b>Baum- und Strauchschicht</b>	<i>Loxopterygium huasango, Caesalpinia paipai, Pithecellobium excelsum, Bursera graveolens, Bougainvillea pachyphylla, Malvastrum scabrum, Latana camara, Verbena litoralis, Psittacanthus cinctus, Cordia lutea, Ipomoea carnea, Armatocereus cartwrightianus, Monvillea diffusa</i>	<b>Prämontaner Hügelwald</b>	<b>mittlere Luftfeuchtigkeit wegen des Baches</b>	<b>Anthropogen benutzter Lichtwald</b>

### 6.2.3.2 Synchorologie Jagdgebiet El Angolo

Die Vegetationsgesellschaften wurden entlang des Weges aufgenommen, der zum und durch das Jagdgebiet El Angolo führt (s. Tab.13).

Vegetationsgesellschaft: **Sehr lichter *Prosopis*-Wald.** Auf Sandboden, in niedriger Höhenlage, wachsen Bäume von *Prosopis pallida*. Keine andere Pflanzenart begleitet sie. Die Bäume sind nur 2 bis 3 m hoch und stehen ziemlich voneinander entfernt. 80% der Fläche ist Sandboden ohne Vegetation. Hier liegt der Grundwasserspiegel tief und der sandige Boden besitzt keine Wasserspeicherkapazität. Darum kann hier nur *Prosopis pallida* wachsen, der außerordentlich lange Wurzeln besitzt. Das Gebiet kann als sehr trocken bezeichnet werden.

Vegetationsgesellschaft: **Lichter Wald *Prosopis pallida*- *Cordia lutea*.** Zwischen den *Prosopis*-Bäumen wachsen hier zahlreiche Sträucher von *Cordia lutea*. Auch die Kaktee *Haageocereus versicolor* ist vorhanden, aber in sehr niedriger Zahl. Die lichte Pflanzendecke lässt 20-30 % des Bodens unbedeckt. Die Bäume von *Prosopis pallida* sind hier auch nur 2 bis 3m hoch und die Vegetation besteht größtenteils aus ausgedehnten Flecken von *Cordia lutea*. Unter den *Prosopis*-Bäumen gibt es eine dichtere Vegetation. Der anthropogene Einfluss ist hier offensichtlich. *Cordia lutea* und *Haageocereus versicolor* sind widerstandsfähige Arten, die eine andauernde Beweidung überlebt haben. Der sehr geringe Wassergehalt des Bodens begünstigt das Wachstum von Kakteen. Das Gebiet ist zwar trocken, aber der Grundwasserspiegel erlaubt das Wachsen von Sträuchern wie *Cordia lutea*.

Vegetationsgesellschaft: **Alluviale Ebene am Bach Quebrada Saucecillo.** Die Landschaft des lichten Waldes wird hier von einer breiten alluvialen Ebene unterbrochen. Mitten durch diese Ebene fließt ein schmaler Bach, sichtbarer Ausdruck des hohen Grundwasserspiegels. Die breite Ebene ist aber die Spur des letzten El Niño-Phänomens. Die riesige Wasseransammlung in diesem kleinen Becken riss die gesamte Vegetation mit sich und spülte den Boden ins Meer. Der jetzt vorhandene Boden ist sandig. Auf ihm wachsen zahlreiche Bäume von *Tamarix sp.*, eine exotische Art, die in Peru für die Wiederaufforstung von Küstengebieten benutzt wird und sonst nirgends in diesen Gebieten zu finden ist.

Vegetationsgesellschaft: **Wald der niedrigen Hügel.** *Prosopis pallida*, *Capparis angulata*, *Cordia lutea*, *Haageocereus versicolor* und *Loxopterygium huasango* bilden hier die Pflanzendecke. Die Ebene, auf der der lichte Wald sich ausdehnt, gibt schon einigen Hügeln Platz, den ersten der Hügellandschaft, die sich später entwickelt. In diesen vereinzelt Hügeln erscheint schon, wenn auch noch selten, *Loxopterygium huasango*. Bedingt durch die Präsenz von Hügeln und dem leicht lehmigen Boden, fließt das Wasser oberflächlich, sickert nicht und trägt deshalb nicht zum Grundwasser bei. Das Gebiet liegt nicht weit von der Küste, darum sind *Prosopis pallida* und *Capparis angulata* vorhanden.

Vegetationsgesellschaft: **Uferwald *Prosopis pallida*-*Vallesia glabra*.** Diese zwei Arten charakterisieren dieses feuchte Gebiet. Wir haben die ersten kleinen Hügel hinter uns gelassen und befinden uns wieder in der Nähe eines Baches unter 500 m ü NN. *Vallesia glabra* wächst in Überflutungsgebieten und in feuchten Gegenden am Ufer. *Prosopis pallida*, wie gesehen, bildet lichte Wälder in sandigen, trockenen, niedrig gelegenen Gebieten.

Vegetationsgesellschaft: **Anthropogen beeinflusster Wald der niedrigen Hügel.** Die Pflanzendecke ist hier durch *Loxopterygium huasango*, *Capparis angulata*, *Prosopis pallida* und *Haageocereus versicolor* gekennzeichnet. Die Uferlandschaft liegt schon hinter uns und wir befinden uns wieder in einem aber noch recht niedrig gelegenen Hügelwald. Die Feuchtigkeit ist aber immer noch hoch. In der Nähe liegt Burgos, ein kleines Dorf, dessen Einwohner Ziegen halten, wie es hier üblich ist. Die niedrige Höhe des Gebietes wird durch die Präsenz von *Prosopis pallida* und *Capparis angulata* gezeigt. *Loxopterygium huasango* findet einen Lebensraum auf den Hügeln. Die anthropogene Nutzung wird durch die Kaktee *Haageocereus versicolor* nachgewiesen.

Vegetationsgesellschaft: **Hügelwald.** *Prosopis pallida*, *Capparis angulata* und *Loxopterygium huasango* bilden hier die Baumschicht. Die Kakteen sind durch *Armatocereus cartwrightianus* vertreten, der auf den Kuppen der Hügel wächst, und auf den Hängen durch *Haageocereus versicolor*. Die Hügel spielen hier vollständig ihre Rolle als Feuchtigkeit anhaltende Barriere. Die Feuchtigkeit verteilt sich ungleichmäßig nach der Form der Hügel. Dadurch entsteht hier eine sehr differenzierte Vegetation.

Vegetationsgesellschaft: **Halbdichter Hügelwald**. Die Pflanzendecke besteht hier hauptsächlich aus *Prosopis pallida*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Haageocereus versicolor*, *Cordia lutea*, *Loxopterygium huasango* und *Armatocereus cartwrightianus*. Wir haben das Flachland verlassen und es treten auf mehrere Hügel. *Bougainvillea pachyphylla*, eine Buschart, die zur Dichte der Pflanzendecke beiträgt, ist an den Hängen der Hügel vorhanden. *Prosopis pallida* findet sich nur im untersten Teil der Senken.

Vegetationsgesellschaft: **Anthropogen beeinflusster Buschwald**. Die Pflanzendecke ist hier durch *Bougainvillea pachyphylla*, *Loxopterygium huasango*, *Haageocereus versicolor*, *Armatocereus cartwrightianus* und *Cordia lutea* charakterisiert. *Prosopis pallida* ist hier nicht mehr zu finden. Das Gebiet befindet sich schon über der Höhe, die für diesen Baum geeignet ist. Als einzige Baumart bleibt hier *Loxopterygium huasango*. Diese Bäume wachsen außerdem immer vereinzelt, meistens nur ein Individuum auf jedem Hügel. Die Landschaft wird nun durch Sträucher beherrscht. In der Nähe liegt das Dorf El Saucito. Das Vorhandensein von *Caesalpinia paipai* ist hier durch menschlichen Einfluss zu erklären.

Vegetationsgesellschaft: **Buschwald *Caesalpinia paipai*, *Ximenia americana***. *Loxopterygium huasango*, *Haageocereus versicolor*, *Ximenia americana*, *Cordia lutea*, *Psittacanthus cinctus* und *Bougainvillea pachyphylla* bilden hier die Vegetation. Pflanzendichte und Artenvielfalt steigen mäßig in dieser Vegetationsgesellschaft. Neu sind hier der kleine Baum *Caesalpinia paipai*, der Dornstrauch *Ximenia americana* und die Epiphyte *Psittacanthus cinctus*. Ähnlich wie früher ist hier die Strauchschicht die wichtigste. Die Sträucher besiedeln hier die Kuppen der Hügel. Vereinzelte Individuen von *Loxopterygium huasango* ragen über die Strauchschicht hinaus. Die *Caesalpinia*-Bäume bilden Gruppen von 2 oder 3 Individuen und heben sich wenig von der Strauchschicht ab. Die Feuchtigkeit ist hier höher, was das Wachstum der Epiphyte *Psittacanthus cinctus* ermöglicht, die zahlreiche Sträucher befällt.

Vegetationsgesellschaft: **Hügelwald *Loxopterygium huasango*-*Bursera graveolens***. Die Pflanzendecke ist durch *Caesalpinia paipai*, *Loxopterygium huasango*, *Bursera graveolens*, *Haageocereus versicolor* und *Cordia lutea* gekennzeichnet. Die

Pflanzenvielfalt hat sich hier merklich verringert. Die Bäume nehmen auf Kosten der Sträucher mehr Raum ein. Das ist Zeichen geringerer anthropogener Nutzung. *Bursera graveolens*, ein holzliefernder Baum, erscheint hier zusammen mit *Loxopterygium huasango*. Beide Bäume benutzen die gleiche ökologische Nische und konkurrieren deshalb hier.

Vegetationsgesellschaft: **Wald der Hügel *Prosopis pallida*-*Bursera graveolens*.** *Prosopis pallida*, *Caesalpinia paipai*, *Opuntia macbridei*, *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Capparis angulata*, *Monvillea diffusa*, *Psittacanthus cinctus*, *Ximenia americana* bilden hier die Pflanzendecke. *Prosopis pallida* und *Capparis angulata*, die kennzeichnend für das Flachland am Meer sind, stehen hier jedoch im Tal zwischen den Hügeln. Grund dafür könnten die niedrige Holznutzung und die anthropogene Ausbreitung dieser Arten sein. Der Baum *Loxopterygium huasango* ist verschwunden, *Bursera graveolens* hat seinen Platz eingenommen. Die Dominanz der Bäume hat sich etabliert. Neu zwischen den Sträuchern sind die Kakteen *Opuntia macbridei* und *Monvillea diffusa*. *Opuntia* ist nur in dieser Vegetationsgesellschaft vorhanden.

Vegetationsgesellschaft: **Präandiner mittelfeuchter Hügelwald.** Die Pflanzendecke wird hier aus *Loxopterygium huasango*, *Coccoloba ruiziana*, *Geoffroea striata*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Mimosa acantholoba*, *Ipomoea carnea*, *Haageocereus versicolor*, *Cordia lutea*, *Pseudogynoxis sunchoides* und *Psittacanthus cinctus* gebildet. Die Artenvielfalt ist deutlich gestiegen. Die Pflanzendecke wird dichter. Die Strauchschicht ist hier stärker geworden und besteht aus sechs Arten, *Coccoloba ruiziana*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Mimosa acantholoba*, *Ipomoea carnea*, *Haageocereus versicolor* und *Cordia lutea*, während es nur zwei Baumarten gibt, *Loxopterygium huasango* und *Geoffroea striata*. Wir sind schon am Eingang des Jagdgebiets El Angolo. Die Feuchtigkeit des Gebiets steigt und ermöglicht die Verbreitung von *Pseudogynoxis sunchoides* während der Trockenzeit, was ein Zeichen von relativer Feuchtigkeit während des ganzen Jahres ist. Die Präsenz von *Mimosa acantholoba* und *Ipomoea carnea* weist auf die Rinderbeweidung hin. Auch die Parasitenpflanze *Psittacanthus cinctus* profitiert von den durch Verbiss geschwächten Sträuchern.



Vegetationengesellschaft: **Präandiner Nebelwald - *Ceiba trichistandra***. Die Pflanzendecke besteht hier hauptsächlich aus *Ceiba trichistandra*, *Cochlospermum vitifolium*, *Grabowskia boerhaaviifolia*, *Coccoloba ruiziana*, *Mimosa acantholoba*, *Psittacanthus cinctus*, *Tillandsia multiflora*, *Tillandsia purpurea* und *Tillandsia usneoides*. Die erhöhte Luftfeuchtigkeit und der saisonale Regen ermöglichen das Auftreten des großen Baumes *Ceiba trichistandra* mit seinem wasserhaltigen, bauchigen, grünen Stamm und der Epiphyten der Art *Tillandsia*. Der Nebel befeuchtet die Baumkronen in den Morgenstunden. Der anthropogene Einfluss ist hier wohl niedriger, weil wir uns hier im Biosphärenreservat befinden. *Ipomoea carnea* fehlt hier vollkommen und *Mimosa acantholoba* ist seltener geworden.

Tab. 13: Vegetationsgesellschaften im Jagdgebiet El Angolo

Vegetationsgesellschaft	Assoziation oder Subassoziation	Vegetationsstruktur	Geländestruktur	Feuchtigkeit	Nutzung
Sehr lichter <i>Prosopis</i> -Wald	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baumschicht	Flachland	sehr geringe Feuchtigkeit	Anthropogen genutzter Wald
Lichter Wald <i>Prosopis pallida</i> - <i>Cordia lutea</i> .	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baum- und Strauchschicht	Flachland	geringe Feuchtigkeit	Anthropogen genutzter Lichtwald
Alluviale Ebene am Bach Quebrada Saucecillo	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Strauchschicht	Schlucht	hoher Grundwasserspiegel	Anthropogen genutzter Lichtwald
Wald der niedrigen Hügel	<i>Monvillo-Haageoceretosum</i>	Baum- und Strauchschicht	niedrige Hügel	geringe Feuchtigkeit	Anthropogen genutzter Lichtwald
Uferwald <i>Prosopis pallida</i> - <i>Vallesia glabra</i>	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baum- und Strauchschicht	Ufer	geringe Feuchtigkeit	Anthropogen genutzter Lichtwald
Anthropogen beeinflusster Wald der niedrigen Hügel	<i>Monvillo-Haageoceretosum</i>	Baumschicht	niedrige Hügel	sehr geringe Feuchtigkeit	anthropogen genutzter Lichtwald
Hügelwald.	<i>Monvillo-Haageoceretosum</i>	Baum- und Strauchschicht	Hügel	geringe Feuchtigkeit	anthropogen genutzter Lichtwald
Halbdichter Hügelwald.	<i>Monvillo-Haageoceretosum</i>	Baum- und Strauchschicht	Hügel	geringe Feuchtigkeit	anthropogen genutzter Lichtwald
Anthropogen beeinflusster Buschwald.	<i>Caesalpinio-Cordietum</i>	Strauchschicht	Hügel	geringe Feuchtigkeit	anthropogen beeinflusster Buschwald
Präandiner mittelfeuchter Hügelwald.	<i>Alternanthero-Monvilletosum</i>	Dornbuschwald	Hügel	mittelfeucht	anthropogen genutzter Wald
Buschwald <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Ximenia americana</i> .	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baum- und Strauchschicht	Hügel	geringe Feuchtigkeit	anthropogen genutzter Lichtwald
Hügelwald <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Ximenia americana</i>	<i>Caesalpinio-Cordietum</i>	Baum- und Strauchschicht	Hügel	geringe Feuchtigkeit	anthropogen genutzter Lichtwald
Wald der Hügel <i>Prosopis pallida</i> - <i>Ximenia americana</i>	<i>Prosopo-Ximenetosum</i>	Baum- und Strauchschicht	Hügel	mittelfeuchter Hügelwald	anthropogen genutzter Lichtwald
Präandiner Nebelwald <i>Ceiba trichistandra</i>	<i>Eragrost-Galvesetosum</i>	Dornbuschwald	steile Hügel	erhöhte Luftfeuchtigkeit	anthropozoogen genutzter Wald

### 6.3 Verbisschaden

Der Verbisschaden ist für beide Gebiete sehr groß. In Las Lomas/Jaguay Negro sind 85,5 % der gesamten Triebe verbissen. Das Ausmaß des Schadens ist jedoch auch im Jagdgebiet El Angolo groß, wo der Verbissprozentsatz 72,9 % beträgt. Wenn diese Zahl zweifelsohne zu hoch für ein Biosphärenreservat ist, geht sie mit einer beträchtlichen Vielfalt der Pflanzenarten einher. Die Artenvielfalt im Jagdgebiet El Angolo ist doppelt so groß wie in Las Lomas/Jaguay Negro. Während im Jagdgebiet El Angolo bis 21 verschiedene Arten in einer 10m<sup>2</sup> Parzelle gefunden wurden, konnten in Las Lomas/Jaguay Negro auf der gleichen Fläche höchstens 9 Arten festgestellt werden. Diese Tatsache kann auf einen Degradierungsprozess der Pflanzendecke zurückgeführt werden, der als Folge von Beweidungsdruck vorkommt.

Angesichts der Tatsache, dass die als Futter benutzten Pflanzen nicht zu verwandten Familien gehören, ist es unwahrscheinlich, dass die Tiere eine bestimmte Pflanzenfamilie bevorzugen. Keine Beziehung besteht zwischen Verbisschaden und Familienzugehörigkeit. Es gibt auch kein Indiz dafür, dass der Schutz vor dem Verbiss durch einen den Pflanzenfamilien gemeinsamen Faktor hervorgerufen wird.

Zunächst wurden nur die Pflanzenarten analysiert, die eine wichtige Beteiligung für die Tierernährung haben.

Die Baumarten werden selektiv verbissen und die Artenverteilung wird dadurch beeinflusst (Huss et al., 1996). Die Präferenz der Tiere hängt von der Tierart, dem Alter der Pflanze und von der Dichte des Waldes und von der dort vorhandenen Artenverteilung ab.

#### 6.3.1 Beteiligung der Pflanzenarten an der Tierernährung

Folgende Arten wurden in den Verbiss-Parzellen von Las Lomas und Jaguay Negro gefunden: *Alternanthera ficoidea*, *Cassia bicapsularis*, *Celtis triflora*, *Cordia lutea*, *Ipomoea carnea*, *Mimosa acantholoba*, *Maclura tinctoria*, *Verbena litoralis* und *Tessaria integrifolia*.

Folgende Arten wurden in den Verbiss-Parzellen von Jagdgebiet El Angolo gefunden:  
*Alternanthera ficoidea*, *Apodanthera biflora*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Brachiaria fasciculata*, *Bursera graveolens*, *Byttneria glabrescens*, *Cordia lutea*, *Maclura tinctoria*, *Ipomoea carnea*, *Mimosa acantholoba*, *Verbena litoralis*, *Lantana camara*, *Haageocereus versicolor*, *Pseudosicydium acariaeanthum*, *Heliotropium arborescens*, *Tetramerium nervosum*, *Cocoloba ruizziana*, *Carica parviflora*, *Cleome parviflora*, *Muntingia calabura*, *Aeschynomene americana*.

<b>Las Lomas und Jaguay Negro</b>					
<b>Pflanzeart</b>	<b>Durchschnittstrieb cm</b>	<b>Arthäufigkeit% / Pflanzenart</b>	<b>Verbissprozent %</b>	<b>Verbissgrad %</b>	<b>Nicht Verbissene Pflanzen %</b>
<i>Cordia lutea</i>	40,1	34,8	28,7	95,0	5
<i>Ipomoea carnea</i>	58,5	16,9	22,6	73,0	27
<i>Maclura tinctoria</i>	35,0	22,8	22,2	98,6	0,4
<i>Mimosa acantholoba</i>	8	0,6	0,5	100	0,0
<i>Alternanthera ficoidea</i>	23,8	4,1	2,0	100	0,0
Andere Arten	-	25,8	26,8	-	-
<b>TOTAL</b>	16,8	100%	100%	-	-

Tabelle 14: Verbisssschaden Las Lomas/Jaguay Negro

<b>Jagdgebiet El Angolo</b>					
<b>Pflanzeart</b>	<b>Durchschnittstrieb cm</b>	<b>Arthäufigkeit% / Pflanzenart</b>	<b>Verbissprozent %</b>	<b>Verbissgrad %</b>	<b>Nicht Verbissene Pflanzen %</b>
<i>Cordia lutea</i>	28,7	1,9	0,8	71,0	29,0
<i>Ipomoea carnea</i>	20,0	0,3	0,1	80,0	20,0
<i>Maclura tinctoria</i>	36,6	28,0	15,2	78,7	21,3
<i>Mimosa acantholoba</i>	35,0	38,6	49,7	81,2	18,8
<i>Alternanthera ficoidea</i>	32,1	15,2	6,2	98,9	0,1
Andere Arten	-	16,0	30,0	-	-
<b>TOTAL</b>	28,3	100%	100%	-	-

Tabelle 15: Verbisssschaden Jagdgebiet El Angolo

Nach Mensching, 1990: 16, ist der Desertifikationsprozess durch eine Zunahme der fressbaren Pflanzen gekennzeichnet als Folge der Überbeweidung. Hier gehen die Baumarten und nicht versbaren Straucher im Las Lomas und Jaguay Negro deutlich zu.

Die durch den Verbiss am meisten betroffenen Arten werden im Folgenden näher betrachtet:

### ***Cordia lutea***

Die Anzahl der Pflanzen von *Cordia lutea* pro Flächeneinheit in Las Lomas/Jaguay Negro, wo 113 Pflanzen/10m<sup>2</sup> gefunden wurden, ist bei weitem größer als im Jagdgebiet El Angolo, wo 6 Pflanzen/10m<sup>2</sup> vorhanden waren. Die Frequenz der Spezies gegenüber anderen Spezies ist in Las Lomas /Jaguay Negro 34,8 %, während sie im Jagdgebiet El Angolo nur 1,9 % beträgt. Der Verbissprozentsatz für beide Gebiete weicht dementsprechend deutlich voneinander ab, und zwar beträgt er für Las Lomas/Jaguay Negro 28,7 % und für das Jagdgebiet nur 0,8 %. Der Verbissgrad ist in beiden Gebieten ähnlich und beträgt 95 % in Las Lomas/Jaguay Negro und 71% im Jagdgebiet El Angolo, woraus hervorgeht, dass in beiden Gebieten praktisch alle Triebe der Art abgefressen wurden (Tab. 14 und 15).

### ***Ipomoea carnea***

Die Arthäufigkeit von *Ipomoea carnea* ist mit 16,9 % in Las Lomas/Jaguay Negro viel größer als im Jagdgebiet El Angolo, wo sie nur 0,3 % ausmacht. Der Durchschnittstrieb ist für Las Lomas/Jaguay Negro mit 58,5 cm. viel länger als für das Jagdgebiet El Angolo, wo er bei 20 cm liegt. Der Verbissgrad ist in beiden Gebieten hoch. So werden 73,0 % aller *Ipomoea carnea*-Triebe in Las Lomas/Jaguay Negro verbissen und 80% im Jagdgebiet El Angolo (Tab. 14 und 15). Es konnte so bestätigt werden, dass *Ipomoea carnea* in den Arbeitsgebieten von den Tieren gefressen wird.

### ***Maclura tinctoria***

Die Arthäufigkeit von *Maclura tinctoria* unterscheidet sich in den beiden untersuchten Gebieten nur unwesentlich. Sie liegt bei 22,8% in Las Lomas/Jaguay Negro und bei 28,0% für das Jagdgebiet El Angolo. Der Durchschnittstrieb ist für diese Art in beiden Gebieten sehr ähnlich: 35,0 cm. für Las Lomas/Jaguay Negro bzw. 36,6 cm im

Jagdgebiet El Angolo. Was den Verbissgrad angeht, ist er in beiden Gegenden sehr hoch (98,6% für Las Lomas/Jaguay Negro und 78,7% für das Jagdgebiet El Angolo). Auch der Verbissprozensatz ist mit 22,2 % in Las Lomas/Jaguay Negro und 15,2% im Jagdgebiet El Angolo für beide Gebiete ähnlich, wobei er für Las Lomas/Jaguay Negro leicht höher ist (Tab. 14 und 15).

### ***Mimosa acantholoba***

*Mimosa acantholoba* stellt in Las Lomas/Jaguay Negro nur 0,6% der gesamten dort vorkommenden Pflanzen, während sie in Jagdgebiet El Angolo mit 38,6 % sehr häufig ist. Der Durchschnittstrieb liegt bei 8 cm für Las Lomas/Jaguay Negro und bei 35,0 cm für das Jagdgebiet El Angolo. Der Verbissgrad dieser Art ist in beiden Gegenden sehr hoch und liegt in Las Lomas/Jaguay Negro bei 100% (d.h. jeder Trieb wird angefressen) und im Jagdgebiet El Angolo bei 81,2 % (Tab. 14 und 15).

### ***Alternanthera ficoidea***

Der Durchschnittstrieb ist für Las Lomas/Jaguay Negro mit 23,8 cm etwas kürzer als im Jagdgebiet El Angolo, wo er 32,1 cm lang ist, wobei der Unterschied jedoch unwesentlich ist.

Für diese Pflanzenart ist der Verbissgrad mit 100% in Las Lomas/Jaguay Negro und 98,9 % im Jagdgebiet El Angolo für beide Gebiete sehr hoch, da die Tiere eine große Vorliebe für diese Art zeigen. Der Verbissprozensatz ist für beide Gebiete niedrig und liegt bei 2,0 % in Las Lomas/Jaguay Negro und bei 6,2 % im Jagdgebiet El Angolo. Die Verbreitung in beiden Gebieten ist auch sehr gering. Die Arthäufigkeit ist für Las Lomas/Jaguay Negro mit 4,1 % sehr niedrig und für das Jagdgebiet El Angolo mit 15,19 % etwas höher (Tab. 14 und 15).

## **6.3.2 Beteiligung der Arbeitsgebiete an der Tierernährung**

### **Las Lomas/Jaguay Negro**

Die Mehrheit der von den Rehen verbissenen Triebe liegt in Höhen zwischen 11 und 40 cm. (König, 1997), diese Höhe wurde als Verbiss der Ziegen im Arbeitsgebiet

interpretiert. Der Durchschnittstrieb aller Pflanzen in Las Lomas/Jaguay Negro ist 16,8 cm. Diese Höhe entspricht dem Ziegenverbiss im Arbeitsgebiet.

Die Arthäufigkeit zeigt, dass für dieses Gebiet *Cordia lutea* (34,8%) die häufigste Art ist, während *Mimosa acantholoba* (0,6%) sehr selten ist. Diese Angaben basieren sowohl auf den Ergebnissen der Parzellen wie der synchorologischen Untersuchung.

### **Jagdgebiet El Angolo**

Beim Verbissgrad sind keine großen Unterschiede zu sehen, alle Arten besitzen einen hohen Verbissgrad.

Der Durchschnittstrieb liegt in Las Lomas/Jaguay Negro bei 16,8 cm und in dem Gebiet Jagdgebiet El Angolo bei 28,3 cm. Der grosse Unterschied ist an der Weidebelastung B.w. Pflanzenbelastung zurückzuführen. Beide Durchschnittstrieb entsprechen nach König, 1998, dem Rehverbiss.

## **7.0 Diskussion und Vorschläge**

### **7.1 *Ipomoea carnea*: Chemische Zusammensetzung und biologische Untersuchungen**

#### **7.1.1 Selenuntersuchungen der Pflanze und des Bodens**

##### **Selen in den Pflanzen der Arbeitsgebiete**

Der Selengehalt der Blätter von Pflanzen liegt normalerweise unter 1 ppm und oft sogar unter 0,1 ppm (Miltimore, et al., 1975). In den Pflanzen, die in dem Arbeitsgebiet Las Lomas gesammelt wurden, fanden sich 1,6, 4,0 und 4,5 mg/kg t. M. bzw. ppm Selen (Anhang 3), eine Menge, die nach Miltimore, et al., (1975) als hoch bezeichnet werden kann. Dieser Gehalt ist anscheinend auf den hohen Selengehalt des Bodens in Las Lomas (0,5 mg/K) zurückzuführen.

Wenn wir aber von den Ergebnissen anderer Autoren ausgehen, sind die Daten von Las Lomas nicht besonders hoch. Allerdings betonen auch die anderen Quellen den Zusammenhang zwischen dem Selengehalt im Boden und jenem in der Pflanze, der zwischen 20 und 30 ppm erreichen kann. (Olsen et al., 1942, Singh et al., 1976). Folglich weisen die verschiedenen Selengehalte in den Pflanzen von Las Lomas und Jaguay Negro auf die unterschiedliche Präsenz von Selen im Boden hin.

##### **Selen im Boden der Arbeitsgebiete**

In den meisten Böden befindet sich Selen in sehr niedriger Konzentration und oft liegt diese unter 0,2 nanogram/g Boden (Mengel und Kirkby, 2001). Von selenarmen Böden wird gesprochen bei weniger als 0,5 mg Selen/kg Boden (Gasparotto, 2000). In den Arbeitsgebieten Las Lomas/Jaguay Negro und im Jagdgebiet El Angolo liegt also der Selengehalt des Bodens über dem Durchschnitt (Anhang 4).

In Las Lomas und im Jagdgebiet El Angolo enthalten die Böden 0,5 mg Selen/kg Boden. Dieser Wert liegt an der Grenze zu "selenarm", ist jedoch höher als der Wert der meisten Böden (Gasparotto, 2000) in denen Selen in einer sehr niedrigen Konzentration, oft unter 0,2 nanogram/g Boden auftritt (Swaine, 1955, Vinogradov, 1959, Bisbjerg, 1972, Lévesque, 1974, Låg und Steinnes, 1974 alle zit. nach Elsokkary, 1978).



Der Boden von Jaguay Negro hat einen Selengehalt von 1,2 mg/kg Boden(s. Tab. 5), was als hohe Konzentration bezeichnet werden kann (Banuelos, et al., 1993).

In Jaguay Negro enthält der Boden somit mehr als doppelt so viel Selen wie in Las Lomas und im Jagdgebiet El Angolo. Dieser Faktor kann die Pflanzenverteilung beeinflussen. Im Jagdgebiet El Angolo wurde *Ipomoea carnea* nur in der Hälfte der Parzellen gefunden in Jaguay Negro dagegen in allen Parzellen.

Im Arbeitsgebiet Jaguay Negro ist das Ausgangsgestein vulkanisch, enthält deshalb auch Sulfat, weil es geologisch zur der Formation Volcánico Lancones gehört. In Las Lomas und El Angolo dagegen bildeten sich die Böden aus marinen, nicht vulkanischen Sedimenten. In El Angolo bilden die marinen Sedimente den Bodenuntergrund. In Las Lomas einige Parzellen gehören zu der geologischen Formation La Bocana, wo die Böden aus marinen, Andesit- und Karbonat-reichen Sedimente entstanden sind (s. 2.3). Hier kann die Erklärung für den unterschiedlichen Selengehalt des Bodens liegen.

### **Zusammenhang Boden - Pflanze**

Die unterschiedliche Absorptionskraft des im Boden enthaltenen Selens kann die Tatsache erklären, dass der Selengehalt in den Pflanzen nicht dem Selengehalt im Boden entspricht. Im Boden von Jaguay Negro liegt der Selengehalt bei 1,2 und in den dort entnommenen Pflanzenproben bei 0,5 mg/kg Trockenmasse. Im Boden von Las Lomas dagegen liegt der Selengehalt bei 0,5 mg/kg Boden und in den Blättern der Pflanzenproben von dort bei 4,0 mg/kg Trockenmasse.

Der Selengehalt in den Blättern der Pflanzen hat eine negative Korrelation mit dem Schwefelgehalt des Bodens, bzw. Pyrit. Sulfate und Selenate kämpfen um den gleichen Aufnahmeort in der Wurzel, weil Selen viele Ähnlichkeiten mit dem chemischen Verhalten des Schwefels hat. Deshalb kann der Selengehalt in der Pflanze auf sulfidreichen Böden gering sein. Im Jagdgebiet El Angolo (zwischen Antigua Lancones und Bocana) sind pyritreiche Böden zu finden. Es ist deshalb zu verstehen, dass der Selengehalt in der Pflanze infolge der Konkurrenz mit dem Schwefel gering ist (Marschner, 1995). Die geringe Präsenz von Selen in den *Ipomoea*-Pflanzen, wie sie sich aus den Analysen ergeben hat, widerspricht darum nicht der Tatsache, dass die

Verteilung der Pflanze mit dem Selengehalt im Boden korreliert ist. Die Frage, worauf diese Korrelation beruht, bleibt noch offen.

Während der pH-Wert in Las Lomas/Jaguay Negro bei 6,5 liegt, liegt er im Jagdgebiet El Angolo bei 5,8. Die Absorptionskraft des Bodenselens ist bekanntlich umso stärker, je niedriger der pH-Wert ist (Gissel-Nielsen et al 1984 nach Mengel 2001 s.665). Hier könnte ein Grund dafür liegen, dass trotz des hohen Selengehalts im Boden bei den Pflanzen im Jagdgebiet El Angolo niedriger Selengehalt gefunden worden ist.

Zwischen dem Selengehalt des Bodens und der *Ipomoea*-Pflanze ist eine negative Korrelation gefunden worden. Infolgedessen kann auch gesagt werden, dass *Ipomoea carnea* keine Selen akkumulierende Pflanze ist. Ihre Feldverteilung richtet sich aber nach dem Selengehalt des Bodens. So erscheint *Ipomoea carnea* als eine Pflanze, die zwar das Selen nicht speichert, aber hohen Selengehalt des Bodens tolerieren kann. Die Pflanze setzt den Mechanismus gegen den Seleneinlass erst dann ein, wenn sie eine ausreichende Menge des Elements aufgenommen hat (Wu und Huang, 1992, nach Marschner, 1995). Aufgrund dieser Toleranz kann sich *Ipomoea carnea* gerade auf jenen Flächen verbreiten, auf denen ein hoher Selengehalt die Verbreitung anderer Pflanzen erschwert.

### **7.1.2 Biologische Untersuchungen**

#### **Keimung**

Ein Grund für die niedrige Keimungsrate könnte sein, dass die Temperatur im Gewächshaus niedriger war als im Trockenwald. Aus der Saat von Februar, bei einer durchschnittlichen Temperatur von 25 Grad Celsius - Mitte des Sommers in Peru - ergaben sich 6 Pflanzen, von denen nur 5 überlebten. Die Temperatur in Piura in der gleichen Jahreszeit liegt um die 32 Grad Celsius. Im Juni herrschen in Peru schon winterliche Temperaturen. In Lima, am Standort des Experiments, liegen die Durchschnittstemperaturen dann um die 18 Grad Celsius. Die Keimungsrate von Juni war entsprechend niedriger, nur 0,83 %. Hier sind also die Keimfähigkeit und die Amplitude der Keimungstemperatur sehr gering.

Dass insgesamt nur 6 Samen von 224 gekeimt haben, kann auch dadurch erklärt werden, dass in den Samen Hemmungsstoffe vorhanden sind, die nur durch die Wirkung des Regenwassers oder andere natürliche Prozesse, wie z.B. Feuer, abgebaut werden. Auf den Arbeitsparzellen von Las Lomas/Jaguay Negro mit 8% Artmächtigkeit der Keimlinge ist die Erneuerung der Pflanzen gesichert, was auch die hohe Artmächtigkeit erklären würde, die bei 3 liegt.

Auch wenn in der Literatur keine Daten über die Keimung von *Ipomoea carnea* gefunden wurden, sind doch Angaben über Keimung bei anderen Arten von *Ipomoea* (*Ipomoea grandifolia*, *I. hederifolia*, *I. nil*, *I. quamoclit*) vorhanden. Die Samen dieser Arten wurden in einem Experiment vor der Keimung mit Schwefelsäure, Kaliumnitrat, heißem Wasser und Feuer bearbeitet. Nachgewiesen wurde, dass die Samen von *Ipomoea grandiflora*, *I. hederifolia*, *I. quamoclit*, *I. nil*, die mit Schwefelsäure behandelt wurden, eine höhere Keimungsrate zeigten (Azania et al., 2003). Feuer erhöht die Keimungsrate bei *Ipomoea grandiflora*, Hitze die Keimung von *Ipomoea nil* und *Ipomoea hederifolia* (Azania et al., 2003). Im Untersuchungsraum spielt das Feuer eine wichtige Rolle bei der Nährstoffzersetzung (s. 2.5). Zu Feuern kommt es regelmäßig, wenn die Trockenheit sehr hoch ist und die El Niño-Jahre vergangen sind.

In einem anderen Experiment wurde die Keimung von 100% der Samen von *Ipomoea hederacea* (Stoller & Wax, 1974 nach Azania et al., 2003) mit der Anwendung von Schwefelsäure erreicht. Auch Experimente mit *Ipomoea obscura* ergaben eine hohe Keimung (53,6 bis 97,2%), nachdem die Samen mit Schwefelsäure behandelt worden waren (Hardcastle, 1978 nach Azania et al., 2003). Ähnliches gilt für *Ipomoea pandurata*, bei der nach dieser Behandlung Keimungsraten von mehr als 80% (Horak & Wax, 1991, nach Azania et al., 2003) beobachtet wurden. Bei *Ipomoea obscura*, *I. aquatica* und *I. hederifolia* wurde eine Samenkeimung mit Schwefelsäure sogar bei 100% erreicht (Moaisi und Phillips, 1991, nach Azania et al., 2003).

Auf dieser Basis kann vermutet werden, dass die Keimung der Samen von *Ipomoea carnea* im Zusammenhang mit starken Witterungsprozessen steht. Betrachtet man außerdem den Umstand, dass im Gebiet Wasserknappheit herrscht, darf man z.B. annehmen, dass die Keimung von extremen Witterungsereignissen wie starken Regenfällen abhängt, die nur unregelmäßig stattfinden. Auch Waldbrände, die hier

regelmäßig vorkommen, die Nährstoffverfügbarkeit der Vegetation begünstigen und die Verjungung fördern, sind ein wichtiger Keimungsfaktor im Untersuchungsraum. Während der Trockenzeit scheint die Keimung der Samen aber nicht die einzige Form der Vermehrung zu sein. Vielmehr können wir vermuten, dass *Ipomoea carnea* sich während der trockenen Jahre eher vegetativ vermehrt. Diese Vermutung wird durch die Vegetationsanalysen unterstützt, nach denen *Ipomoea carnea* sich auch während der trockenen Monate vegetativ vermehrt.

Die Bedeutung der vegetativen Vermehrung unterstreicht auch die Aussage (Meza, 1994), dass die manuelle Kontrolle der Ausbreitung durch das Abschneiden der Triebe der *Ipomoea carnea* eher negativ wirkt und sogar die Verbreitung der Pflanze stimuliert. Gleiches wurde von den Bauern von Jaguay Negro berichtet (persönliche Mitteilung). Buschfeuer und die Verbrennung der oberflächlichen Teile der Pflanze begünstigen nicht nur die Samenkeimung sondern auch die vegetative Vermehrung durch Abbaus von Hemmstoffen und die Erneuerung des Kreislaufs der Mineralien. Feuer oder Verbrennung der Pflanze wirken also positiv auf die Pflanzenvermehrung und führen zur Verbreitung der Pflanze.

Weitere Keimungsuntersuchungen mit Wasser, Feuer und Schwefelsäure könnten zur Klärung dieser Zusammenhänge beitragen.

### **Wachstum**

Die jungen Pflanzen von *Ipomoea carnea*, die im Gewächshaus gewachsen sind, wurden von verschiedenen Schädlingen angegriffen, wie schwarzen und grünen Blattläusen, Spinnmilben, weißen Fliegen und Ameisen, die negativ auf die Wachstumsrate wirkten. Anscheinend ist der niedrige Selengehalt der Pflanze nicht ausreichend, um die Keimlinge vor Schädlingen zu schützen. Auch in dem Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro wurden natürliche Feinde von *Ipomoea carnea* gefunden. Es handelt sich um Larven der Familie *Cerambycidae*.

Es wurde empfohlen, die durch *Ipomoea carnea* besetzten Flächen mit schnell wachsenden Sträuchern wie *Cordia lutea* zu bepflanzen (Meza, 1994). Neben *Cordia lutea* kann auch *Prosopis pallida* vorgeschlagen werden. Das schnelle Wachstum von

*Prosopis pallida* in den ersten Monaten könnte durch die Lichtkonkurrenz bei der Kontrolle von *Ipomoea carnea* eine wichtige Rolle spielen. *Cordia lutea* würde durch ihre schnelle Blätterentwicklung und die Dichte ihrer Blätter in der Lichtkonkurrenz mit *Ipomoea carnea* gewinnen und dadurch die Verbreitung von *Ipomoea carnea* hemmen. Wirksam wäre die Bepflanzung von *Cordia lutea* gegen *Ipomoea* nur dann, wenn *Ipomoea* noch nicht tief verwurzelt ist, denn sie weist bis 3 m. tiefe Wurzeln auf, die Nährstoffe speichern. Die Vorteile von *Prosopis pallida* sind auch relativ. Sie wurde durch ihr schnelles Wachstum die Konkurrenz um das Licht zweifelsohne gewinnen. *Prosopis pallida* wird dann in feuchten Zeiten *Ipomoea carnea* verdrängen. Hierzu sind Lichtuntersuchungen von *Ipomoea carnea* empfehlenswert.

## 7.2 Vegetationsanalyse

### 7.2.1 Braun-Blanquet-Analyse

Die Methode dient zur Abschätzung der Abundanz (Zahl der Individuen) und Dominanz (Bedeckungsgrad) einzelner Arten. Sie ist für dieses Arbeitsgebiet aus folgenden Gründen geeignet:

- Im Untersuchungsgebiet ist der Wechsel von trockenen und feuchten Jahren durch das El Niño-Phänomen der entscheidende klimatische Faktor für die Ausbildung des Trockenwalds, d.h. für die Pflanzendeckenentwicklung.
- Die heutige Vegetationsdecke wird zudem seit mindestens 500 Jahren stark durch anthropogene Faktoren wie die Abholzung oder Waldweide beeinflusst.
- Die Pflanzendecke ist in diesem Gebiet licht, deshalb ist die Berücksichtigung der Artmächtigkeit von großer Bedeutung.
- Ein anderer Faktor, der durch die Braun-Blanquet-Methode berücksichtigt wird und hier für die Entwicklung der Assoziation und Subassoziationen relevant ist, ist die Geländeform.

Las Lomas/Jaguay Negro charakterisiert sich durch das hügelige Relief und die intensive Ziegenbeweidung. Die untersuchten Gebiete liegen am Hang von Hügeln, leiden deshalb unter einer starken Erosion. Die Bodenfeuchtigkeit variiert deshalb

innerhalb des Gebietes kleinräumig sehr stark. Drei Zonen treten deshalb regelhaft auf:

1. Die Rücken der Hügel.
2. Die Hanglagen der Hügel.
3. Die Fußhügelzone

### 7.2.1.1 Assoziation und Subassoziationen in Las Lomas/Jaguay Negro

Der Grad des anthropogenen Einflusses scheint hier mit dem Vorkommen von widerstandsfähigen indigenen Pflanzen<sup>22</sup> wie *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium ambrosoide* u. a. zu korrelieren. Die Trockenwälder des Untersuchungsgebietes unterliegen seit über 10.000 Jahren einer Bewirtschaftung mit wechselnder Intensität.

Die Assoziation *Caesalpinia paipai-Cordia lutea* (Caesalpinio-Cordietum) (Anhang 5, Spalte 13a-6a) charakterisiert sich durch 10 Differentialarten, die in allen Assoziationen präsent sind (vgl. Dierschke 1994, 324). Von diesen 10 Arten sind 60% für anthropogen beeinflusste Gebiete charakteristisch, dazu gehört ein widerstandsfähiger Neophyt. Lediglich 20% der 10 Differentialarten sind indigenen Ursprungs.<sup>10</sup>

Die Subassoziation *Prosopis pallida - Ximenia americana* (Prosopo-Ximenetosum) unterscheidet sich durch 4 Differentialarten. Im Vergleich zu den anderen Subassoziationen unterliegt diese einer geringeren anthropogenen Beeinflussung. Alle vorkommenden Pflanzen sind in dem Gebiet Indigenpflanze. *Haageocereus versicolor* ist in den Trockenwäldern von Nordperu eine Endemischeart (s. Fußnote 11).

In der Subassoziation *Monvillea diffusa - Haageocereus versicolor* (Monvillo-Haageoceretosum) ist die Abundanzverteilung der Arten sehr inhomogen. Zahlreich treten hier 7 Arten auf. Selten bis spärlich kommen weitere 7 Arten vor. Dies könnte ein Hinweis auf die Fragilität und Störungsanfälligkeit der Pflanzengesellschaft sein. Von den zahlreich vorkommenden Arten werden mehr als die Hälfte (57%) durch anthropogene Einflussnahme begünstigt (Tab. 8), 29% sind endemische Arten und die übrigen 14% sind Pionierpflanzen.

---

<sup>22</sup> Als Indigenpflanzen werden nach Kowarik, 2003, einheimische Pflanzenarten bezeichnet.

In der Subassoziation *Eragrostis ciliaensis* (Eragrostetosum), steigt die Pflanzendiversität drastisch an. Verglichen mit der Subassoziation Prosopoximenetosum ist die Artenzahl mehr als doppelt so hoch. 67% der Pflanzenarten sind für anthropogen beeinflusste Gebiete charakteristisch, davon sind 17% weideresistente Pflanzen, die an Pionierstandorten auftreten (*Lantana camara* und *Oxalis dombeyi*). Nur eine Endemit ist in dieser Subassoziation zu finden.

In dieser Analyse wird deutlich, dass dieses Arbeitsgebiet stark anthropogen beeinflusst wird, da 61% der Pflanzen verstärkt in anthropogen beeinflussten Gebieten wachsen. Weitere 9% sind Pionierarten, die offene Standorte bevorzugen. Die endemischen Arten (9%) sind aus Naturschutzgründen von besonderem Interesse. 30% der im Gebiet vorkommenden Arten sind Bäume, deren Holz vielfältig genutzt wird. Durch die Nähe zum Biosphärenreservat und mangelnde Vermarktungsmöglichkeiten für die eingeschlagenen Hölzer ist die Artenvielfalt der Bäume relativ hoch.<sup>23</sup> Die Kletterpflanzen und Epiphyten sind mit jeweils 9% im Vergleich zum Jagdgebiet El Angolo relativ schwach vertreten.

Die geringe Luftfeuchtigkeit, die niedrige Durchlässigkeit der Böden auf dem hügeligen Gelände, sind hier die Faktoren, die die Artendiversität begünstigen und die endemischen und lokalen Pflanzen trotz stärkerer anthropogener Nutzung erhalten.

Die Differentialarten für Las Lomas/Jaguay Negro sind: *Pithecellobium excelsum*, *Prosopis pallida*, *Croton baillonianus*, *Lantana camara*, *Maclura tinctoria* und *Malvastrum scabrum* (Anhang 5).

Charakteristische Pflanzengesellschaft wird hier durch *Caesalpinia paipai*, *Bursera graveolens*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Ipomoea carnea*, *Cordia lutea*, *Loxopterygium huasango* und *Maclura tinctoria* gebildet (Anhang 5).

---

<sup>23</sup> Pflanzenarten, die weniger als zweimal vorkommen, werden in der Braun-Blanquetanalyse als rar bezeichnet und nicht berücksichtigt.

### 7.2.1.2 Assoziation und Subassoziationen im Jagdgebiet El Angolo

Die heutigen Trockenwälder in diesem Untersuchungsgebiet haben sich erst in den letzten 30 Jahren, nach der Gründung des Biosphärenreservats, regeneriert. Früher gehörte das Jagdgebiet zu einer Hazienda, die hauptsächlich Viehwirtschaft mit Kühen/Rindern hatte (vgl. 3.2.2). Nur in höheren, schwer zugänglichen Berglagen konnten sich naturnahe Bedingungen erhalten. Im Jagdgebiet El Angolo scheint die Vegetation sich langsam zu regenerieren. Wenn wir die Vegetation genauer analysieren, finden wir eine gemischte Population von endemischen, einheimischen und eingeführten Pflanzen.

Die Assoziation *Bursera graveolens-Mimosa acantholoba* (*Bursero-Mimosetum*) (**Anhang 5, Spalte 35b-33a**) bildet hier die Hauptvegetation. Die Vegetation hat hier eine ganz eigentümliche Verteilung. Sie besteht aus 25 Pflanzenarten, von denen 8% Invasivearten, 16% Pflanzen indigenen Ursprungs und 4% Pflanzen sind, die eine geringe anthropogene Nutzung aufweisen. 44% der hier vorkommenden Pflanzen sind Indikatoren anthropogener Nutzung, 4% sind Endemiten und 4% Pflanzen, die in nicht anthropogen genutzten Gebieten wachsen. Die restlichen Pflanzenarten weisen keine besonderen Merkmale auf.<sup>24</sup>

Wie im Kapitel 6 erwähnt, sind hier Feuchtigkeit, Wasserverfügbarkeit und Bodendurchlässigkeit viel höher als im Arbeitsgebiet Las Lomas/Jaguay Negro (9,8% der Pflanzen der Assoziation sind Pflanzen, die auf gut dräniertem Boden wachsen). Der Boden, der aus Lodoliten besteht, besitzt eine geringe Tiefe. Deshalb sind 8% der hier vorkommenden Pflanzen solche, die auf steinigen Böden gut wachsen können.

In der Subassoziation *Alternanthera pubiflora - Monvillea diffusa* (*Alternanthero - Monvilletosum*) gibt es 11 Arten,<sup>25</sup> von denen nur eine Art (9,%) endemisch und eine Art invasiv (9%) ist. 36% sind Arten, die charakteristisch für anthropogen benutzte Gebiete sind. Im Vergleich zu der Assoziation und den Subassoziationen von Las Lomas/Jaguay Negro ist hier die anthropogene Nutzung gering.

---

<sup>24</sup> Siehe Anmerkung 16.

<sup>25</sup> Siehe Anmerkung 19.



Die Subassoziation *Eragrostis cilianensis* - *Galvesia fruticosa* (*Eragrostis* – *Galvesetosum*) hat mit 33 Arten eine viel größere Vielfalt.<sup>26</sup> Trotzdem unterscheidet sich die Pflanzenkomposition nicht viel von der vorigen Subassoziation: 27% sind hier Arten, die unter anthropogenen Bedingungen gut wachsen können, 12% sind widerstandsfähige, 6,1% tolerante und resistente, 6,1% endemische und 3% weit verbreitete Pflanzenarten. Die Artenvielfalt des Gebiets ist eng verbunden mit der geringeren anthropogenen Nutzung. Die Transhumanz mit Rindern ist ein Faktor dieser Pflanzenkomposition. Das hügelige Relief und die stark variierenden Hangneigungen sind auch Gründe für die Artenvielfalt.

Die Differentialarten für das Jagdgebiet El Angolo sind: *Ceiba trischistandra*, *Cochlospermum vitifolium*, *Coccoloba ruiziana*, *Geoffroea striata*, *Mimosa acantholoba*, *Opuntia macbridei*, *Tetramerium nervosum*, *Tillandsia floribunda*, *Tillandsia multiflora*, *Tillandsia purpurea* und *Tillandsia usneoides* (Anhang 5).

Charakteristische Artenverbindungen sind hier *Bursera graveolens*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Caesalpinia paipai*, *Chloris halophila*, *Cochlospermum vitifolium*, *Coccoloba ruiziana*, *Cordia lutea*, *Eriotheca ruizii*, *Eragrostis cilianensis*, *Ipomoea carnea*, *Mimosa acantholoba*, *Loxopterygium huasango*, *Tillandsia multiflora*, *Tillandsia purpurea* und *Tillandsia usneoides* (Anhang 5).

### **Die Vegetation in beiden Arbeitsgebieten**

Der Deckungsgrad in beiden Arbeitsgebieten ist gleichmäßig. Die Baumschicht in Las Lomas/Jaguay Negro beträgt 31,1%, während sie im Jagdgebiet beträgt 28,7% (Abb. 15). In beiden Arbeitsgebieten sprechen wir deshalb von lichtem oder sehr lichtem Wald. Der Definition von Wald nach sollten die Baumkronen mindestens 30% der Fläche decken. Der Deckungsgrad in beiden untersuchten Gebieten befindet sich also an der unteren Grenze dieses Wertes.

Merkwürdig ist der niedrige Deckungsgrad der Baumkronen im Jagdgebiet. Hier stellt sich die Frage, ob die Bezeichnung dieser Gebiete als Trockenwälder angemessen ist. Aufgrund des niedrigen Deckungsgrads und der niedrigen Niederschläge könnte dieses

---

<sup>26</sup> Siehe Anmerkung 18.

Ökosystem als Dornwaldsavanne bezeichnet werden, die durch wasserspeichernde Stämme und niedrige Schirmakazien charakterisiert ist (s.Frey und Lösch, 2004. S.365).

In der entsprechenden Tabelle (Anhang 5) wird deutlich, dass die Subassoziationen eine starke Überlappung der Artengruppen zeigen.

Die Artenverteilung im Bestand ist sehr ungleich. In den europäischen Wäldern ist die floristische Einheitlichkeit und Homogenität der Pflanzenarten sehr ausgeprägt und die Waldentwicklung viel älter. Im Vergleich zu den europäischen Wäldern besitzen die tropischen und subtropischen Wälder, auch der semiariden Gebiete, eine viel größere Artenvielfalt. Die Variabilität der Topographie und der Klimabedingungen des nordperuanischen Trockenwaldes führen zu konstanter Neubildung von ökologischen Nischen (Lugo und Moris, 1982) und zur Überlappung von Subassoziationen. Sie begünstigt die Fragilität des Ökosystems, die sich in der hohen Nischenzahl und der geringen Zahl von jeder Art äußert. Im Untersuchungsgebiet ist das unregelmäßig-regelhaft Alternieren der Trockenheitsjahre mit El Niño-Jahren ein Grund, der zur Nischenbildung führt und die Evolutionsprozesse fördert.

Die Subassoziationen zeigen eine starke Überlagerung (instabile Mikromosaik von soziologischen Artengruppen unterschiedlicher Organisationshöhe (Dierßen, 1990: 124)). Grund dafür könnten kleinräumige Pflanzengesellschaften sein, in denen Reliktarten oder endemische Arten erscheinen. Oft finden sich im Untersuchungsraum Überlagerungen im Substrat als Resultat starker Wasserschwankungen. (Drieschke 1994: 312). Beide Gründe sind hier wichtig, indem sich Subassoziationen mit endemischen und invasiven vom Wassererosion umgelagerten Arten gebildet haben.

Die niedrige Zahl von endemischen Reliktarten und die hohe Artenzahl von invasiven Pflanzen weist auf eine starke Zerstörung des Gebietes hin, die auch im Jagdgebiet El Angolo zu bemerken ist.

Die Artenvielfalt und Familienzahl ist im Jagdgebiet El Angolo merklich größer als in Las Lomas/Jaguay Negro. Die verbreiteten Pflanzenfamilien sind für Las Lomas/Jaguay Negro Fabaceae, Malvaceae und Poaceae, während für das Jagdgebiet El Angolo Fabaceae, Cactaceae und Asteraceae charakteristisch sind (Abb. 14). Die

Familienverteilung ist auch unregelmäßig, deshalb können die Familien als Schlüsselfamilien bezeichnet werden.

Die Differentialarten für Las Lomas/Jaguay Negro sind 6, von denen 4 Sträucher sind. Im Jagdgebiet sind die Differentialarten 11, von denen 5 Epiphyten sind. Während im Jagdgebiet El Angolo die Subassoziationen klar definiert werden, ist dies in Las Lomas/Jaguay Negro nicht der Fall.

Die charakteristische Artenverbindung für beide Assoziationen ist: *Cordia lutea*, *Ipomoea carnea*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipai*, *Bursera graveolens* und *Bougainvillea pachyphylla* (Anhang 5). Viele Arten erscheinen oft in mehreren Assoziationen und erlauben nicht eine klare Trennung der Assoziationen.

Durch die geringe Zahl an gesellschaftsvagen Arten und die Diferenzialarten teilen sich im Arbeitsgebiet die Assoziationen von einander klar.

### 7.2.2 Bodenanalyse und Bewertung

Die Ergebnisse der Bodenanalyse sind in den Tabellen 9, 10 und 11 zu finden.

**Zum pH-Wert:** Während der pH-Wert in Las Lomas/Jaguay Negro bei 6,5 liegt, liegt er im Jagdgebiet El Angolo bei 5,8. Der unterschiedliche pH-Wert ist auf das Ausgangsgestein zurückzuführen. Er spielt eine Rolle für die Pflanzenverteilung.

In den Untersuchungsgebieten Jaguay Negro und Las Lomas **ist das Ausgangsgestein vulkanisch** und wird nach Westen von marinen Sedimenten ergänzt; hier finden wir feldspatreichen Sandstein, Kalzite und schwarze Lodolite, deshalb ist hier der pH-Wert höher.

Die geologische Formation *Volcánico La Bocana*, wo einige Parzellen von Las Lomas liegen (Abb. 6), ist aufgebaut aus feldspatreichen Andesiten. Dieser Boden enthält auch Kalzit, Lodolit und Fossilien.

Im Tambo Grande-Becken (Las Lomas) kommt ein alluvialer Einfluss hinzu und bildet die Formation Tambo Grande. Die Oberfläche von Las Lomas, wo Pyrit und Kalzit zu finden sind, ist von Alluvionen geprägt. Das ist wahrscheinlich der Grund für den höheren pH-Wert in Las Lomas.

Das Untersuchungsgebiet El Angolo liegt auf marinem, karbonatischen Ausgangsgestein. (Abb. 6). Im Jagdgebiet El Angolo dominieren Litosole<sup>9</sup> mit hohem Gesteinsanteil an den Hängen und mit hohem Sandgehalt in den Tallagen (Fluvisol<sup>10</sup>) beide mit einer niedrigen Wasserhaltekapazität. Die Topographie und die starken Hangneigungen des Gebietes beeinflussen den Boden und waschen ihn aus, was zu dem niedrigeren pH-Wert führt.

Zur **Bodenstruktur**: Die niedrigen und konzentrierten Niederschläge sowie das junge Alter der Böden (bedingt durch die Kontinentbildung), bedingen ihre relativ geringe Degradierung.

In Las Lomas /Jaguay Negro sind Umlagerungen als Folge einzelner Starkregen für den hohen Sandgehalt verantwortlich. Im Jagdgebiet bestimmen zwei Faktoren die Bodenstruktur: Alluviale Böden mit hohem Sandgehalt konzentrieren sich auf die schmalen Auen der tief eingeschnittenen Tälchen. Der andere ist der vulkanische Ursprung, dessen Spuren an den Hanglagen zu finden sind. Die sandige bis mittlere Bodentextur, die sich aus den Analysen ergeben hat, entspricht der Beschreibung von Ríos, 1989, und ProNaturaleza, 2000.

Für beide Gebiete liegt **der Salzgehalt** (elektrische Leitfähigkeit) sehr niedrig. Der niedrige Salzgehalt wird hauptsächlich durch den vulkanischen Ursprung des Bodens verursacht.

**Der Kalziumkarbonatgehalt** ist äußerst niedrig in beiden Gebieten. Im Jagdgebiet El Angolo liegt er bei 0%, in Las Lomas/ Jaguay Negro bei 0,13%. Der alluviale Einfluss im Fall von Las Lomas/Jaguay Negro und die saisonalen Niederschläge im Jagdgebiet El Angolo sind die Gründe dafür.

**Der Gehalt an organischem Material** ist in beiden Gebiete sehr niedrig, was auf die klimabedingt geringe Biomassenproduktion und niedrige Zersetzung zurückzuführen ist (s. CDC und UNALAM, 1992).

**Der Phosphorgehalt** ist in beiden Gebieten sehr niedrig, was auch durch die niedrige Präsenz von organischem Material bedingt ist. Im Jagdgebiet El Angolo ist außerdem das marine Ausgangsgestein dafür verantwortlich.

**Der niedrige Kaliumgehalt** in Las Lomas/Jaguay Negro ist auf den aluvialen Boden zurückzuführen, was sich auch im niedrigen pH-Wert widerspiegelt. Der mäßige Kaliumgehalt für das Jagdgebiet El Angolo ist auch durch den aluvialen Einfluss, aber auch durch den maritimen Ursprung des Bodens zu erklären.

**Das Verhältnis von Calcium und Magnesium** ist in beiden Arbeitsgebieten unausgeglichen, weil der Magnesiumgehalt aufgrund des Ausgangsgesteins besonders hoch ist.

**Das Verhältnis von Kalium und Magnesium** ist in beiden Gebieten unausgeglichen, es besteht folglich ein Kaliumdefizit.

**Die Kationenverteilung** weist in beiden Gebieten einen normalen Wert auf, weil die Gehalte an Kalzium und Natrium niedrige Werte aufweisen. Der niedrige Kaliumgehalt und der hohen Magnesiumgehalt gleichen diese niedrigen Werte aus.

### **7.2.3 Vegetationsgesellschaften**

Ausgehend von den Ergebnissen der Untersuchung der Vegetationsgesellschaften wurde die Dynamik des Waldes analysiert, um die Fluktuationen festzustellen. Gefunden wurden zwei grundlegende Prozesse. Der erste besteht in einer natürlichen Entwicklung der Pflanzengesellschaften und der zweite in einer anthropogen beeinflussten Entwicklung. Diese Betrachtungen ermöglichen Aussagen über den Zusammenhang von Vegetations- und Bodenentwicklung mit und ohne anthropogenen Einfluss.

Hauptsächlich bedingt durch eine **natürliche Entwicklung des Waldes** kommt folgende Sequenz vor:

*Prosopis pallida* spielt hier die Rolle der Pionierpflanze (sie geht eine Symbiose mit Stickstoff bildenden Bakterien ein, zeigt ein schnelles Wachstum, insbesondere auch ein sehr tiefes und schnelles Wurzelwachstum). Die massive Keimung der Samen infolge der starken Regenfälle eines El Niño-Jahres entfesselt eine neue Vegetation und eine vorübergehende Ausbreitung des Waldes. Die Pflanzen, die diese außerordentliche Vegetation ausmachen, sind hauptsächlich *Prosopis pallida*, *Cordia lutea*, *Ipomoea carnea*, unter zahlreichen Kräutern und Gräsern. Die Entwicklung dieser Pflanzen braucht eine hohe Bodenfeuchte und einen hohen Grundwasserspiegel. Bis zu drei Jahre nach dem El Niño-Jahr ist der verjüngte Trockenwald von einem grünen Gürtel umgeben. Dann verringert sich allmählich die Feuchtigkeit des Bodens und der Grundwasserspiegel beginnt zu sinken. Dadurch gehen die Pflanzen mit oberflächigen Wurzeln, wie Kräuter, Gräser und Sträucher ein. In der Konkurrenz um das knappe Wasser überlebt nur der Baum *Prosopis pallida*, da nur ihre Wurzelentwicklung mit dem sinkenden Grundwasser Schritt hält. In der nächsten Phase fördert *Prosopis pallida* ein Mikroklima, indem Feuchtigkeit und Sand sich um ihn herum ansammeln, wo kleinere Pflanzen gedeihen. Nachher, in einer folgenden Phase, verliert diese Pflanzengemeinschaft an Vielfalt, bis nur *Capparis angulata* neben den *Prosopis* Bäumen weiter besteht. Wenn sich diese zwei Baumarten einmal als Wald etabliert haben, steigt langsam wieder die Feuchtigkeit an der Oberfläche des Bodens. Dieses Mikroklima begünstigt die Entfaltung der Strauchpflanze *Cordia lutea* neben den Bäumen, und auf den freien Plätzen zwischen ihnen verbreitet sich zuletzt unter direkter Sonnenstrahlung *Ipomoea carnea*, während der Regenzeit können sich auch Kräuter erneut ausbreiten.

Durch das Zusammenwirken der Pflanzendecke mit den geologischen Eigenschaften der Topographie und der alluvialen und äolischen Erosion entstehen kleine Hügel. Die Wurzelarchitektur der Sträucher hält das Bodenmaterial fest. In den verschiedenen Lagen der so entstandenen Hügel – Rücken, Hang, Fuß – sind verschiedene Feuchtigkeitsbedingungen vorhanden und so sind dort jeweils charakteristische Assoziationen zu finden. Die Entwicklung von *Caesalpinia paipai* an den Seiten der Hügel fällt auf. Auf den Rücken, wo die Feuchtigkeit gering ist, wächst die

Riesenkaktee *Armatocereus cartwrightianus*. *Cordia lutea* und *Ipomoea carnea* und andere Sträucher erscheinen verstreut am Hang. Nur am Fuß der Hügel und in den Senken dazwischen überlebt *Prosopis pallida* (Abb. 19).

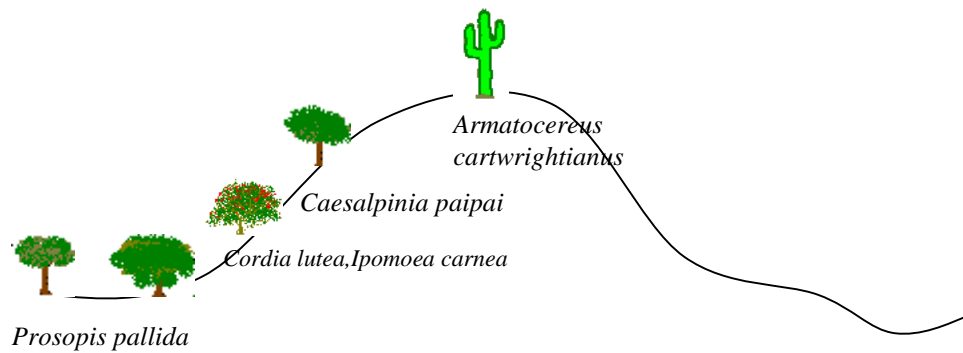


Abb. 19: Typisch Pflanzenverteilung in Hügelgebieten in Jaguay Negro

Im Laufe der Zeit werden die Hügel immer höher. *Loxopterygium huasango*, ein großer Baum, kolonisiert die Hanglagen, wo immer noch die Sträucher *Cordia lutea* und *Ipomoea carnea* wachsen. Die rankende Kaktee *Haageocereus versicolor* verdrängt allmählich die anderen Sträucher. Die Feuchtigkeitsbedingungen wie auch die Strukturen des Bodens haben sich zwischen höheren und niedrigen Lagen differenziert entwickelt. Abgetragene Bodenmaterialien (Kolluvium) sammeln sich am unteren Teil der Hügel. Von dort werden sie in den Regenmonaten weggespült.

Eine neue Phase beginnt, wenn die Kakteen *Armatocereus cartwrightianus* und *Haageocereus versicolor* verschwinden, weil sie mit der höheren Feuchtigkeit nicht kompatibel sind. Vorher bestand die Strauchschicht hauptsächlich aus *Cordia lutea*. Jetzt kommen *Bougainvillea pachyphylla* und *Ximenia americana*, zwei Dornsträucher, hinzu und die Strauchschicht wird dichter. Durch die steigende Feuchtigkeit nimmt *Bursera graveolens* den Platz von *Loxopterygium huasango* ein. Auch das Erscheinen von *Psittacanthus cinctus*, einer Epiphyte, die die Sträucher verdrängt, ist ein Zeichen der steigenden Luftfeuchtigkeit

Die neue Pflanzenkomposition besteht jetzt aus *Bursera graveolens*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Coccoloba ruiziana*, *Ximenia americana* und *Psittacanthus cinctus*. Zu

dieser Pflanzeneinheit gesellt sich jetzt *Ceiba trischistandra*, was sich auf der einen Seite durch die steigende Höhenlage des Gebietes, auf der anderen durch die niedrige Baumdecke erklären lässt. In diesem neuen Kontext spielt die ständig steigende Feuchtigkeit eine wichtige Rolle.

Überwunden wird diese Komposition durch eine neue, in der die Strauchschicht dominiert. Hier wird der Dornstrauch *Mimosa acantholoba* sehr wichtig. Die Artenvielfalt der Strauchschicht wird durch das Wiedererscheinen von *Cordia lutea* und der rankenden Kaktee *Pilosocereus tweedyanus* noch reicher.

In der letzten Phase der hier dargestellten Entwicklung kommt es zur reichsten Artenvielfalt. In der Baumschicht findet sich jetzt auch *Cochlospermum vitifolium*. Die erhöhte Dichte der Bäume bewirkt Veränderungen in der Komposition der Strauchschicht, die jetzt konkurrenzfähigere Pflanzen wie die Kaktee *Opuntia macbridei*, die dornbuschige *Mimosa acantholoba* und die knollenbildende *Ipomoea carnea* ausweist. An den Bäumen hängen charakteristisch Epiphyten der Art *Tillandsia*, die die Feuchtigkeit des Gebietes ausnutzen können.

Die zweite Sequenz ergibt sich durch anthropogenen Einfluss auf die Waldentwicklung, der eine **regressive Sukzession** durch Ökosystemdegradierung zur Folge hat.

Sie beginnt, ähnlich wie die oben vorgestellte natürliche Entwicklung, mit dem Wachstum von *Prosopis pallida* in Gesellschaft mit *Capparis angulata* und danach auch mit *Cordia lutea*. Der anthropogene Einfluss zeigt sich zuerst an der Abholzung von *Prosopis pallida*. In den so entstandenen Lichtungen vermehrt sich *Ipomoea carnea*, weil sie die direkte Sonnenstrahlung besonders gut verträgt. Infolge der Ziegenbeweidung kommt es dann zur Schwächung der Strauchschicht und zur Verbreitung der Kaktee *Haageocereus versicolor*. Die fressbaren Pflanzen leiden jetzt unter Beweidungsdruck und die Oberfläche des Bodens verdichtet sich. Die Kräuterschicht wird reicher, resistente Gräser und Kräuter wachsen als Störungszeiger. Die Endphase ist gekennzeichnet durch eine starke Wassererosion mit entsprechenden Folgen für die Bodendecke. Es kommt als Endstadium zur Desertifikation des Gebietes (Tab. 16).



Nach der Vegetationsanalyse konnten Pflanzen, die als Indikatoren der ökologischen Bedingungen dienen können, vorgeschlagen werden. Diese Pflanzenindikatoren sind in der Tabelle 17 zu finden.

Tab. 16 Vegetationsdynamik: Fortbestand extensiver Ziegenbeweidung bei natürlicher und anthropogene Standortbedingungen.

<b>Differentialarten bei natürlicher Waldentwicklung</b>	<b>Natürliche und anthropogene Standortbedingungen</b>	<b>Differentialarten bei anthropogenem Einfluss.</b>
Pionierpflanzen: <i>Prosopis pallida</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i> , Kräuter	Zur Zeit des El Niño-Phänomens.	Pionierpflanzen: <i>Prosopis pallida</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i> , Kräuter.
<i>Prosopis pallida</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i> .	Nach dem El Nino, so lange noch ausreichend feucht	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i> .
<i>Prosopis pallida</i>	Trockenheit steigt	<i>Prosopis pallida</i>
<i>Prosopis pallida</i> , <i>Capparis angulata</i>	Trockenheit steigt	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Capparis angulata</i>
<i>Prosopis pallida</i> , <i>Capparis angulata</i> , <i>Cordia lutea</i>	Abholzung	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Capparis angulata</i> , <i>Cordia lutea</i>
<i>Prosopis pallida</i> , <i>Capparis angulata</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i>	Bodenabtrag durch Wind- und Wassererosion. Ausbreitung von <i>Cordia lutea</i> als Heckenpflanze, und <i>Ipomoea carnea</i> durch mechanische Beseitigung.	<i>Cordia lutea</i> und <i>Ipomoea carnea</i> .
<i>Prosopis pallida</i> , <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i> , <i>Armatocereus cartwrightianus</i> .	“Hügel-Entwicklung”, Herausbildung eines Mikroreliefs durch Abtragung nicht bedeckter Flächen. Kleinräumige Differenzierung des Wasserdargebots. Abholzung und Beweidung.	<i>Prosopis pallida</i> , <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Cordia lutea</i> , <i>Ipomoea carnea</i> , <i>Armatocereus cartwrightianus</i> .

<p><i>Loxopterygium huasango</i>, <i>Cordia lutea</i>, <i>Ipomoea carnea</i>, <i>Armatocereus cartwrightianus</i>, <i>Haageocereus versicolor</i>.</p>	<p>„Hügel.- Entwicklung“ im fortgeschrittenen Stadium (5 – 7 m rel. Höhe). Ausbreitung der Strauchschicht und der bodenrankenden Kakteen.</p>	<p><i>Ipomoea carnea</i> .und <i>Haageocereus versicolor</i>.</p>
<p><i>Cordia lutea</i>, <i>Bougainvillea pachyphylla</i>, <i>Ximenea americana</i>, <i>Bursera graveolens</i>, <i>Psittacanthus cinctus</i>.</p>	<p>Reliefbedingte Variabilität des Wasserdargebots, Tälchen als Gunststandort. Wiederholte Versuche der Beseitigung von <i>Ipomoea carnea</i> durch Schnitt.</p>	<p><i>Ipomoea carnea</i></p>
<p><i>Mimosa acantholoba</i>, <i>Pilosocereus tweedyanus</i>, <i>Cordia lutea</i>, <i>Bougainvillea pachyphylla</i>, <i>Coccoloba ruiziana</i>, <i>Ximenea americana</i>, <i>Bursera graveolens</i>, <i>Psittacanthus cinctus</i>.</p>	<p>Weitere Feuchtigkeitssteigerung. Bodenabtrag auf den Kuppen durch anthropogenen Einfluss.</p>	<p>Zusätzliche Ausbreitung von Kräutern und Neophyten.</p>
<p><i>Cordia lutea</i>, <i>Bougainvillea pachyphylla</i>, <i>Coccoloba ruiziana</i>, <i>Ximenea americana</i>, <i>Bursera graveolens</i>, <i>Psittacanthus cinctus</i>, <i>Ceiba trichistandra</i>.</p>	<p>Weitere Verschärfung der Polarität zwischen trockenen Hügelkuppen und feuchten Talstandorten</p>	
<p><i>Mimosa acantholoba</i>, <i>Cochlospermum vitifolium</i>, <i>Opuntia macbridei</i>, <i>Ipomoea carnea</i>, <i>Tilladsiaarten</i>.</p>	<p>Allmähliche Abtragung der Hügel, Tendenz zur Verebnung mit artenarmen Standorten</p>	<p>Desertifizierung.</p>

A.S.01/08

Tab. 17: Pflanzenindikatoren

<b>Botanischer Name</b>	<b>Indikator für</b>	<b>Verbreitung</b>
<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Hügelland	Prämontan
<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Hügelland	Prämontan
<i>Bursera graveolens</i>	Kein oder geringer anthropogener Einfluss, Wechselgesellschaft.	Prämontan
<i>Caesalpinia paipai</i>	Hügelland	Prämontan
<i>Capparis angulata</i>	Verebnete, niedrig gelegene Flächen	Flachland
<i>Ceiba trichistandra</i>	Kein oder geringer anthropogener Einfluss, Wechselgesellschaft.	Übergangsgesellschaft zur montanen Landschaft
<i>Cordia lutea</i>	Anthropogener Einfluss bzw. Feuchtigkeit des Gebietes	Weit verbreitet
<i>Haageocereus versicolor</i>	Anthropogener Einfluss, Feuchtigkeit des Gebietes	Prämontan
<i>Ipomoea carnea</i>	Anthropogener Einfluss, Feuchtigkeit des Gebietes	Prämontan, Übergangsgesellschaft
<i>Loxopterygium huasango</i>	Kein oder geringer anthropogener Einfluss, Wechselgesellschaft.	Prämontan
<i>Mimosa acantholoba</i>	Anthropogener Einfluss, Wechselgesellschaft	Übergangsgesellschaft zur montanen Landschaft
<i>Prosopis pallida</i>	Sandboden, lichter Wald.	Flachland bis prämontan
<i>Psittacanthus cinctus</i>	Anthropogener Einfluss bzw. Feuchtigkeit des Gebietes	Prämontan
Tillandsiaarten	Feuchtigkeit des Gebietes	Übergangsgesellschaft zur montanen Zone

A.S.01/08

## 7.3 Verbissschaden

### 7.3.1 Beteiligung der Pflanzenarten an der Tierernährung

Wie oben erwähnt, sind *Cordia lutea*, *Ipomoea carnea*, *Maclura tinctoria*, *Mimosa acantholoba* und *Alternanthera ficoidea* die wichtigsten Pflanzen für die Tierernährung.

#### *Cordia lutea*

Die starke Präsenz von *Cordia lutea* in Las Lomas/Jaguay Negro (Anhang 5), zusammen mit dem hohen Prozentsatz der verbissenen Pflanzen zeigt eindeutig, dass diese Pflanze in beiden Gebieten von den Tieren bevorzugt wird. In Las Lomas/Jaguay Negro liefert *Cordia lutea* fast ein Drittel des Futters.

Merkwürdig ist aber die Beobachtung, dass der Durchschnittstrieb in Las Lomas/Jaguay Negro 40,1 cm, im Jagdgebiet aber nur 28,7 cm erreicht. Die Adaptationsfähigkeit von *Cordia lutea* ist ein Vorteil im überweideten Gebiet, wo die Pflanzenkonkurrenz nicht besonders stark ist. Das schnelle Wachstum ihrer Triebe findet also im fast konkurrenzfreien Raum von Las Lomas/Jaguay Negro statt, nicht so im Jagdgebiet El Angolo.

#### *Ipomoea carnea*

Aus dem Verbissgrad geht hervor, dass *Ipomoea carnea* in beiden Untersuchungsgebieten von den Tieren gern gefressen wird.

Aus den Unterschieden im Verbissprozentsatz zeigt sich jedoch, dass während in Las Lomas/Jaguay Negro *Ipomoea carnea* an der gesamten Tierernährung mit fast 1/6 (16,9%) beteiligt ist, diese Pflanze im Jagdgebiet fast gar nicht an der Tierernährung beteiligt ist. Hier liegt der Verbissprozentsatz bei nur 0.1 %, was als nicht relevant auszusehen ist (s. Prien, 1997). So kann gesagt werden, dass, wenn *Ipomoea carnea* vorhanden ist, sie gerne von den Tieren verbissen wird. Dies spielt aber im Jagdgebiet El Angolo im Verhältnis zur gesamten Ernährung keine wichtige Rolle.

Insgesamt betrachtet, ist *Ipomoea carnea* in Las Lomas/Jaguay Negro für die Tierernährung viel wichtiger als im Jagdgebiet El Angolo, und zwar sowohl, was die Häufigkeit des Vorkommens der Art als auch den Verbissprozentsatz angeht. Der

Grund dafür scheint die Adaptationsfähigkeit der Pflanze in überweideten Gebieten zu sein. Diese Anpassungsfähigkeit ist zum einen durch die schnelle Wachstumsrate der Keimlinge, zum anderen durch die Fähigkeit der vegetativen Vermehrung bedingt. In diesem Zusammenhang erklärt sich der höhere Durchschnittstrieb in Las Lomas/Jaguay Negro: *Ipomoea carnea* kann besser unter direkter Sonnenstrahlung wachsen, deshalb ist für sie die dichtere Pflanzendecke von Jagdgebiet El Angolo ein Nachteil.

### ***Maclura tinctoria***

Aus dem Verbisschäden lässt sich schließen, dass es für *Maclura tinctoria* in beiden Gebieten keine wesentlichen Unterschiede gibt, weder was die Arthäufigkeit betrifft, noch was die Präferenz der Tiere für *Maclura tinctoria* als Fraßpflanze angeht. *Maclura tinctoria* spielt also sowohl in Las Lomas/Jaguay Negro als auch in Jagdgebiet El Angolo eine wichtige Rolle bei der Tierernährung. In beiden Gebieten zeigen die Tiere eine Präferenz für diese Pflanze.

### ***Mimosa acantholoba***

Der große Unterschied bei den Verbisschäden zwischen den beiden Untersuchungsgebieten könnte darauf zurückzuführen sein, dass es in Las Lomas/Jaguay Negro eine stärkere Beweidung als im Jagdgebiet El Angolo gibt und dass diese Pflanzenart bevorzugt von den Tieren der Gegend gefressen wird. Dies hat auch zur Folge, dass diese Art durch Überweidung in Las Lomas/Jaguay Negro seltener geworden ist als im Jagdgebiet El Angolo. Auch klimatische Faktoren (Niederschlag) könnten eine Rolle spielen.

Der besonders hohe Druck auf diese Pflanze hängt damit zusammen, dass sie eine Leguminose ist. Bevorzugt wird sie aufgrund ihres hohen Protein- und Rohfasergehalts. Der Verbissprozentsatz ist in Las Lomas/Jaguay Negro sehr niedrig (0,5%), während er im Jagdgebiet El Angolo 49,7 % ausmacht. Dieser Unterschied dürfte auf die Unterschiede in der Arthäufigkeit zurückzuführen sein.

Insgesamt betrachtet lässt sich sagen, dass *Mimosa acantholoba* in Jagdgebiet El Angolo eine hohe Arthäufigkeit besitzt und auch eine wichtige Rolle in der Tierernährung spielt, jedoch in Las Lomas/Jaguay Negro durch die geringe Präsenz von geringer Bedeutung ist.

### ***Alternanthera ficoidea***

*Alternanthera ficoidea* scheint wegen ihres relativ geringen Vorkommens in der Tierernährung in beiden Gebieten keine tragende Rolle zu spielen, obwohl die Tiere eine große Präferenz für diese Art zeigen, wenn sie die Pflanze finden können. Bedingt durch die Unterschiede in der Arthäufigkeit spielt *Alternanthera ficoidea* im Jagdgebiet eine größere Rolle in der Tierernährung als in Las Lomas/Jaguay Negro, wo sie als Futterpflanze nicht ins Gewicht fällt.

## **7.3.2 Beteiligung der Arbeitsgebiete an der Tierernährung**

### **Las Lomas/Jaguay Negro**

Der Durchschnittstrieb ist bei den verschiedenen Arten sehr unterschiedlich. Bei *Mimosa acantholoba* ist er mit etwa 8 cm sehr niedrig. Für *Ipomoea carnea* liegt der Durchschnittstrieb dagegen am höchsten, 58,5 cm, was auf die Weidepräferenz zurückzuführen ist. Dadurch wird die Hypothese bestätigt, dass die Tiere diese Pflanze nicht vor den anderen vier bevorzugen.

Der Verbissprozent ist fast gleich in *Cordia lutea* (28,7%), *Ipomoea carnea* (22,6%) und *Maclura tinctoria* (22,6%). In *Mimosa acantholoba* und *Alternanthera ficoidea* ist der Verbissprozent hier sehr niedrig, weil ihre Arthäufigkeit sehr niedrig ist.

Wie in der Tabelle 14 zu sehen ist, ist der Verbissgrad für alle 5 Arten sehr hoch.

### **Jagdgebiet El Angolo**

Der Durchschnittstrieb ist in diesem Gebiet ziemlich homogen verteilt, und liegt innerhalb der nach der Literatur zu erwartenden Grenze (Götz, 1997, Huss et al., 1996, König, 1997).

Die Arthäufigkeit zeigt, dass *Maclura tinctoria* und *Mimosa acantholoba* in diesem Gebiet die höchste Beteiligung als Futterpflanzen haben, *Ipomoea carnea* und *Cordia lutea* hingegen nur sehr wenig beteiligt sind.

Der Verbissprozentsatz ist sehr unregelmäßig. Leicht zu sehen ist, dass die Tiere eine Vorliebe für *Mimosa acantholoba* haben, während *Ipomoea carnea* und *Cordia lutea* fast nicht verbissen werden (Tab. 15).

Der hohe Verbissgrad lässt sich durch den Nahrungsbedarf, aber auch durch die lange Dürreperiode, die den Verbisschaden begünstigt, erklären.

#### **7.4 Faktorenkomplex**

Die Verbreitung von *Ipomoea carnea* ist von ökologischen Bedingungen, vor allem Feuchtigkeit und Lichtverteilung, abhängig. In dieser Arbeit ist nachgewiesen worden, dass *Ipomoea carnea* in überweideten Flächen und in zerstörten Bachwäldern zu finden ist. Im Jagdgebiet, wo die Pflanzenkonkurrenz auf Grund der steigenden Pflanzenvielfalt stärker ist, ist *Ipomoea carnea* viel weniger verbreitet. Die Verbreitung von *Ipomoea carnea* ist negativ mit der Artenvielfalt korreliert und wird in beweideten Flächen stärker.

Die Beteiligung von *Ipomoea carnea* an der Pflanzendiät wurde in beiden Arbeitsgebieten nachgewiesen, mit dem Ergebnis, dass diese Pflanze von den Tieren nicht bevorzugt wird. Nur in trockenen Jahreszeiten, wenn andere Pflanzen nicht vorhanden sind, nimmt *Ipomoea carnea* für die Tierernährung an Bedeutung zu.

Im Trockenwald spielen die topographischen Eigenschaften des Reliefs eine entscheidende Rolle bei der Mikroklimabildung und dadurch auf die Pflanzenverteilung. Hier sind vor allem die verschiedenen Feuchtigkeitsstufen von Bedeutung, die in der Hügellandschaft zwischen höheren und niedrigeren Lagen bestehen. Das ökologische Gleichgewicht des Trockenwaldes, der sich im Reichtum der Pflanzenzusammensetzung widerspiegelt, wird durch das Relief, den Grundwasserspiegel und die anthropogenen Faktoren bedingt. Die prämontane Lage des Gebietes beeinflusst die Luftfeuchtigkeit des Gebietes und die Artenverteilung stark. Der andere wichtige Faktor, der die Bildung der Pflanzenassoziationen steuert, ist das El Niño-Phänomen.

Der Selengehalt von *Ipomoea carnea* liegt in Blättern, Stängeln und Samen auf einem normalen Niveau. Der Selengehalt im Boden von Jaguay Negro kann dagegen als hoch bezeichnet werden. Nachgewiesen wurde, dass der Selengehalt von *Ipomoea carnea* nicht direkt mit dem Selengehalt des Bodens korreliert ist. Die Toxizität von *Ipomoea carnea* scheint jedoch direkt mit dem Alkaloidgehalt korreliert zu sein.

*Ipomoea carnea* als invasive Pflanze verbreitet sich vegetativ auf gestörten bzw. zerstörten Flächen. Die Untersuchung hat auch gezeigt, dass die Tiere diese Pflanze als Futter vor allem während der Trockenzeit verwenden. *Ipomoea carnea* ist im Gebiet Las Lomas/Jaguay Negro Bestandteil der Buschvegetation. Sobald die Pflanzendecke, insbesondere die durch Bäume, zunimmt, sinkt die Präsenz von *Ipomoea carnea*.

Die veterinärmedizinische Forschung hat bereits belegt, dass *Ipomoea carnea* durch ihren Alkaloidgehalt toxisch auf die Ziege wirkt. Dass ihre Verbreitung durch die anthropogene Nutzung steigt, ist hier nachgewiesen worden. Diese Kausalität drückt sich in der folgenden Reihenfolge aus (Abb.16 und 17):

1. Abholzung
2. Ziegenbeweidung
3. Steigerung der Präsenz von *Ipomoea carnea*
4. Steigerung der Zahl der durch *Ipomoea carnea* vergifteten Ziegen.

Als Indikator der anthropogenen Nutzung dienen im ersten Zerstörungsgrad:

1. Die Verringerung der Baumschicht und Steigerung der Strauchschicht
2. Die Zunahme von Dornbusch-Pflanzen
3. Die Steigerung der bodenrankenden Kakteen
4. Herausbildung einer *Ipomoea carnea* Pflanzendecke
5. Anthropogene Vernichtung von *Ipomoea carnea*

Es können drei verschiedene Subassoziationen im Untersuchungsgebiet in Las Lomas/Jaguay Negro festgestellt werden und zwei im Jagdgebiet El Angolo. Las Lomas/Jaguay Negro besitzt eine geringere Pflanzenvielfalt im Vergleich zum Jagdgebiet El Angolo.



Eine ausgewogene Pflanzennutzung durch Tiere und Menschen wäre der Königsweg für die Walderhaltung. Es handelt sich also um eine Regulierung von Ziegenwirtschaft, Holzgewinnung und Waldbewirtschaftung.

Im Untersuchungsgebiet ist heutzutage kein derartiges Gleichgewicht zu erkennen.. Die Haupteinkommensquelle der Bevölkerung ist die Weidewirtschaft und die zweite Art der Landnutzung ist der Ackerbau, der aber nur saisonal betrieben werden kann. Holzgewinnung und Forstressourcennutzung werden nur gelegentlich betrieben, wobei die wichtigsten Energiequellen die Holz- und Bestockungssammlung sind. Eine zusätzliche Einkommensquelle ist die Fischerei. Eine Erweiterung der Weidewirtschaft ist auf Grund der geringen Tragfähigkeit der Trockenwälder nicht möglich. Eine bessere Waldbewirtschaftung, die die Baumregenerierung und Vermehrung berücksichtigt, wird nicht gepflegt. Sie würde aber mit niedrigem Aufwand eine Möglichkeit der Walderhaltung darstellen. Auch zu empfehlen wäre die Einführung von agrosilvopastoralen Anbausystemen, die den Bodenabtrag durch Erosion entgegenwirken würden.

Hauptsächlich die Waldweide gefährdet den Trockenwald.. Die Zahl der Weidetiere ist so stark gestiegen, dass die Beweidung zur Waldzerstörung an bestimmten Orten führte und die Desertifikation in Gang setzt. Zuerst wird die Pflanzendecke durch die Beweidung beeinträchtigt, dann kommt es zur Änderung der Pflanzenkomposition. Hier spielt *Ipomoea carnea* zunächst eine positive Rolle als Bodendecker, indem sie den Erosionsprozess bremst. Ihre Anpassungsfähigkeit an überbeweidete Standorte befähigt sie, die Wind- und Wassererosion zu verlangsamen. Noch wichtiger ist, dass *Ipomoea carnea* durch ihre chemischen Abwehrstoffe die Ziegenverbreitung hemmt.

Eine zentrale Schlussfolgerung dieser Untersuchung ist, dass der nordperuanische Trockenwald als ökologische Einheit eng mit dem mehrjährigen Zyklus der Schwankungen des Humboldtsstroms zusammenhängt. Diesem Sachverhalt hat die Forschung, besonders aber die regionale Entwicklungsplanung nicht genug Beachtung geschenkt. Die meisten Entwicklungsvorschläge ignorieren den mehrjährigen Zyklus. Das El Niño-Phänomen wird lediglich als eine unregelmäßig wiederkehrende Katastrophe wahrgenommen. Die örtliche Landwirtschaft denkt primär in einjährigen Zyklen, die aber – wie wir zeigen konnten - die Eigenschaften des Gebietes nur

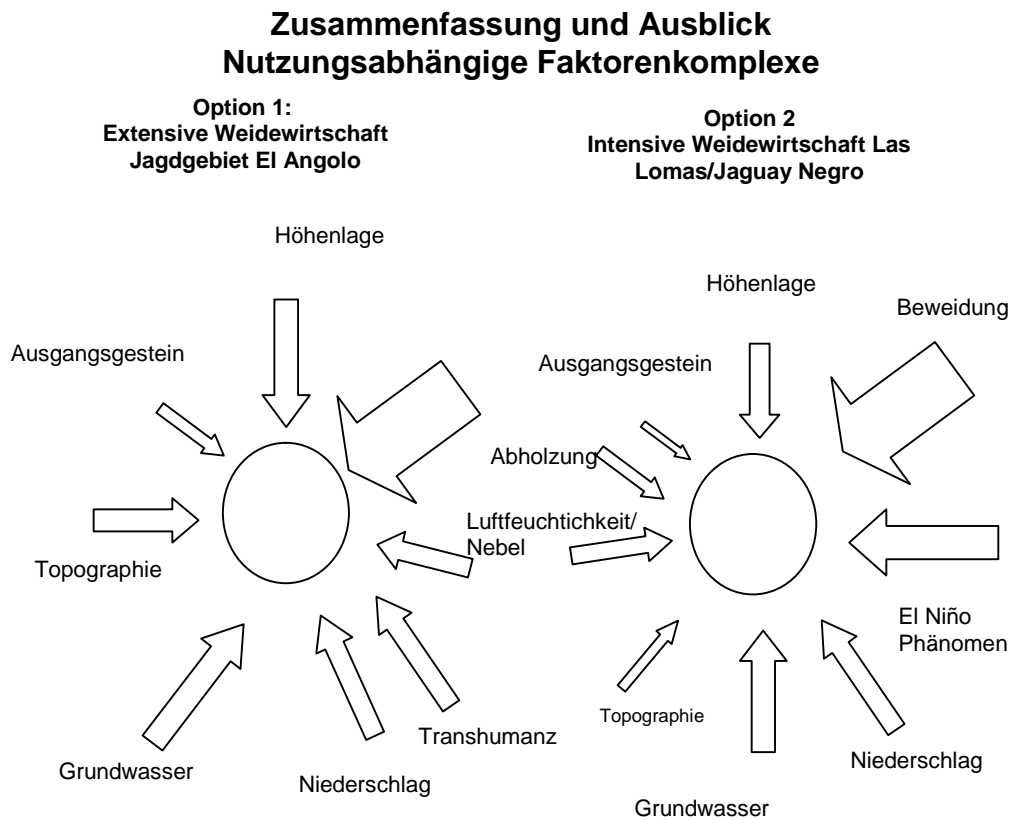
oberflächlich bestimmen. Es ist also sehr wichtig, diesen durch den El Niño-Phänomen verursachten mehrjährigen Zyklus besser zu verstehen. Eine Möglichkeit offensiv mit dem Phänomen umzugehen, wäre es, die Samen Verbreitung gleich nach dem El Niño-Phänomen aktiv zu unterstützen, was die Baumschichten regenerieren würde. Diese Maßnahme im Verbund der Weideregulierung könnte die ausgeglichene Nutzung des Trockenwald langfristig stabilisieren.

Zusammen mit den meteorologischen Ursachen müssen die ökologischen Auswirkungen dieses Klimaphänomens untersucht werden. Die anthropogene Nutzung kann diese natürlichen Bedingungen nicht übersehen. In der Tat richteten sich die traditionellen Nutzungsmuster nach der komplexen Beschaffenheit des Gebietes. Die Landbevölkerung verändert langfristig ihre wirtschaftlichen Tätigkeiten angesichts der natürlichen Veränderungen, die durch den mehrjährigen Zyklus verursacht werden. Bau- und Brennholzentnahme, Landwirtschaft, Viehhaltung und Fischerei oder Sammlung von Meeresfrüchten werden regelmäßig betrieben, aber die Relevanz der Tätigkeiten verändert sich abhängig von der jeweiligen Situation im mehrjährigen Zyklus. Die traditionellen Nutzungsmuster schließen also neben dem Trockenwald auch das Küstengebiet, den Mangrovenwald und den nördlich anliegenden Nebelwald ein. In diesem Zusammenhang spielt der Trockenwald die Rolle eines Ökoton zwischen mehreren Ökosystemen. Diese Funktionalität sollte man beibehalten.

Der nordperuanische Trockenwald ist kein einzigartiger Fall in der Welt. Häufig sind die Nutzungsmuster in subtropischen Trockengebieten oder Halbwüsten mit mehreren benachbarten Ökosystemen verflochten. Beispiele dafür sind aus Xin Jiang in China, dem Sahel in Afrika und den brasilianischen Sertaos bekannt. Niedrige Bevölkerungsdichte, variable Viehbestände und Wanderwirtschaft sind bzw. waren hier Grundprinzipien der anthropogenen Nutzung. Paradigmatisch ist der mehrjährige Gebrauch der Viehbestände, welche nicht unmittelbar in den Zeiten des Überflusses verbraucht werden, sondern als Absicherung für die schlechten Jahre dienen. Der Gleichgewichtsverlust drückt sich in der Form von humanitären Katastrophen aus, die dann eintreten, wenn der mehrjährige Zyklus Dürre-, Kälte- oder Überschwemmungsperioden verursacht.

In der Abbildung 17 sind die wichtigsten Faktorenkomplexe hierarchisch dargestellt. Die Größe und Breite der Pfeile zeigen die Wichtigkeit der Faktoren.

Abb. 17: Faktorenkomplex



A.S.01/08

### 7.5 Vorschläge zur Erreichung eines ökologischen Gleichgewichts und zur nachhaltigen Nutzung des Trockenwaldes

In Bezug auf die nachhaltige Nutzung des Trockenwaldes kommt eine jährliche regelmäßige Regulierung des Viehbestandes in Betracht, die die Vernichtung der Pflanzendecke aufhalten würde.

Eine Regulierung des Wasserabflusses während der Trockenzeiten könnte eine negative Wirkung auf die jährliche Regeneration des Grundwasserspiegels haben. Das El Niño-Phänomen spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle, indem es den Grundwasserspiegel erhöht, die Waldregenerierung alle 7 bis 10 Jahre ermöglicht und

eine neue Baumbestockung mit sich bringt. Mit der allmählichen Senkung des Grundwasserspiegels wachsen auch die Baumwurzeln, und die Konkurrenz der Bäume mit den Sträuchern wird beseitigt.

Eine Steigerung des Beweidungsdrucks würde jedenfalls die Verbreitung von *Ipomoea carnea* fördern, was mit der Zeit auch zur Regulierung der Viehbestände beitragen würde. Die toxische Wirkung von *Ipomoea carnea* macht einen Teil des Gleichgewichts des Trockenwaldes aus. Auch wenn *Ipomoea carnea* eine einheimische Pflanze ist, ist ihre starke Verbreitung ein Zeichen der Degradierung des Waldes. Das neue Gleichgewicht, das sie ermöglicht, bedeutet einen Rückgang der Bäume zugunsten der Sträucher und Kakteen.

Die Ausdehnung der landwirtschaftlichen Flächen durch Wasserspeicherungsmaßnahmen bleibt nicht ohne Folgen für den Grundwasserspiegel. Der Bewässerungsfeldbau würde sich dann nicht nur auf Kosten der Waldfläche, sondern auch zum Nachteil der Erhöhung des Grundwasserspiegels ausdehnen. Eine solche Entwicklung würde die Waldvejüngungsprozesse und das Waldwachstum beeinträchtigen. Eine agrosilvopastorale Nutzung würde aber die Bodenerosion durch die Baumschicht hemmen und den Druck auf den Wald verringern und könnte auch durch den Obstanbau eine interessante Einkommensquelle während der Trockenzeit darstellen.

Eine Steigerung der Holzgewinnung durch eine regulierte Forstnutzung kann wegen des Klimas und der Wasserverfügbarkeit nur sehr langsam erfolgen, könnten aber bei geeigneter Forstbewirtschaftung für die Puffergebiete des Biosphärenreservates eine interessante Einkommensquelle darstellen. Exotische Waldprodukte wie Leguanenfleisch, Fuchsfell und Wildfleisch, zusammen mit dem schon vorhandenen Honig und Prosopishonig (*algarrobina*), könnten u. a. gewonnen werden. In diesem Fall würde aber ein neues Problem auftreten, denn die notwendige Abgrenzung zwischen einer Regelung für die Pufferzone und der für das Reservat wäre schwer durchzusetzen.

Der Trockenwald liegt im Departamento Piura, das gegenwärtig ein starkes ökonomisches Wachstum erlebt. Infolge der Investitionen in Exportlandwirtschaft bestehen in Piura gute Straßenverbindungen und maritime Transportmöglichkeiten. Im

Vergleich zu anderen Regionen hat Piura eine gute Ausgangslage für die wirtschaftliche Entwicklung. Eine neue Nutzungsplanung des Trockenwaldes ist dringend erforderlich. Die neue Planung sollte die Forstwirtschaft, die Weidesituation und die Landwirtschaft durch spezifische Maßnahmen und Produkte ohne Störung des ökologischen Gleichgewichts verbessern.

Das Gebiet hat auch ein großes Potential für die pflanzenbiochemische Forschung. Die besonderen chemischen Eigenschaften der Pflanzen sind das Resultat ihrer Anpassung an die schwierigen Standortbedingungen. Dieses Potential, das bisher völlig unerforscht ist, würde eine interessante Perspektive für die Entwicklung des Gebietes eröffnen können. Hier sei vor allem an die Kakteen gedacht.

Erforschung und planvolle Vermehrung und Züchtung der lokalen Epiphyten, Orchideen u. a. könnte eine interessante Einkommensquelle sein, die die aktuelle Vernichtung dieser Pflanzen hemmen würde.

Wie sich die Weidewirtschaft zukünftig entwickelt, ist letztlich die zentrale Frage für die Walderhaltung. Die traditionelle Weidewirtschaft durch neue Futterpflanzen zu verbessern, ist nicht von großer Bedeutung, denn im Gebiet ist eine große Auswahl an Leguminosen vorhanden. Eine Steuerung der Beweidung durch die Verteilung von Salzblöcken oder Wasserquellen könnte sich negativ auf die Walderhaltung auswirken, wenn es nicht sehr bedacht vorgenommen wird. Die extensive Viehhaltung ist seit zwei Jahrtausenden ein wichtiger Bestandteil für das Gleichgewicht des Waldes. Das extensive Landnutzungssystem an sich und die Vegetation des Waldes haben sich in einem Prozess gegenseitiger Anpassung herausgebildet. Bei diesem System reguliert sich der Beweidungsdruck von selbst und das saisonale Potential des Gebietes wird den Umständen gemäß optimal ausgenutzt. Die Symptome von Überweidung und Desertifizierung sind jüngeren Datums und werden erst durch den zunehmenden Bevölkerungsdruck von Land- und Stadtbevölkerung verursacht. Um das ökologische Gleichgewicht zu erhalten, ist eine Begrenzung der Zahl der Weidetiere unverzichtbar, ohne das Landnutzungssystem zu ändern. Der Torfbestand oder gar eine weitere Erhöhung des gegenwärtigen Viehbesatzes hingegen wird nur zu einer beschleunigten Desertifikation führen.

In dieser Arbeit wurden die Flechten nicht berücksichtigt. Sie sind aber ein interessanter Forschungsbereich auf Grund ihrer chemischen Inhaltsstoffe und in ihrer Rolle als Pflanzenindikatoren. Diese Gruppe wurde im Trockenwald bis jetzt gar nicht erforscht. Ohne El Nino Phänomen hätte sie hier keine Lebensgrundlage.

In der Tabelle 18 wird der Stand der Forschung über den nordperuanischen Trockenwald dargestellt sowie die defizitären Bereiche.

Tab. 18. Stand der Forschung und Forschungsvorschläge

Thema	Problematik	Forschungsvorschläge
Klima	El Niño-Erscheinung	Dynamik des Waldes
Geologie	Verbreitung von spurenelementen und bestimmter vegetationsrelevanter Mineralien.	Zonierung und Landnutzungskapazitätskarte.
Boden	Degradierung und Erosion.	Abrechnung der Erosion und des Pflanzendeckenverlustes. Landnutzungskapazitätskarte.
Wasser	Desertifikation Senkung des Grundwasserspiegels Knappe Wasserverfügbarkeit	Kartierung der Wasserverfügbarkeit und des Grundwasserspiegels. Wassernutzungskapazität. Vorschläge zur forstwirtschaftlichen Nutzung.
Vegetation	Degradierung der Pflanzendecke	Definition und Dynamik der Assoziationen. Botanische Bestimmung der Endemiten, Kräuter, Gräser und Neophyten.
Naturschutz	Degradation der unter Schutz stehenden Ökosysteme.	Neue Zonierung. Erforschung von Epiphyten, Flechten und Kakteen.
Sozioökonomie	Geringes landw. Einkommen Bevölkerungswachstum. Unklare Nutzungsrechte	Marktforschung. Diversifikation.
Landschaftsnutzung	Landnutzung jenseits der Tragfähigkeit.	Berechnung der Nutzungskapazität. Forschung und Vorschläge zur Nutzungsdynamik
Ziegenhaltung	Geringe Produktion und hohe Degradation des Waldes.	Forschung zur Tierernährung, zu Gräsern und Kräutern als Futterpflanzen. Berechnung der Nutzungskapazität und Zonierung
<i>Ipomoea carnea</i>	Verbreitung	Vermehrungsuntersuchung. Untersuchung der biochemischen Inhaltsstoffe.
Biochemie	Abwährstoffe der resistenten Pflanzen	Untersuchung der biochemischen Inhaltsstoffe von Kakteen und Flechten.

## 8.0 Literaturverzeichnis

ARBONNIER, M. (2002). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD-MNHN. 571 S.

ACKERMANN, T. (1992): Physikalische Biochemie, Springer.

AGRODESIERTO. (2005): Programas agroforestales.

[www.agrodesierto.com/tillandsias.html](http://www.agrodesierto.com/tillandsias.html)

ACUAPLANT. (2005): Base de datos de plantas acuáticas: *Bacopa monnieri*.

[www.acuaplant.cl/utilidades/base\\_plantas/Basedatos/44.html](http://www.acuaplant.cl/utilidades/base_plantas/Basedatos/44.html)

ADAM, S. E., TARTUOR, G., OBEID, H., IDRIS, O. F. (1973): Effects of *Ipomoea carnea* on the liver and on serum enzymes in young ruminants. J. Comp. Path., 83 (1973): 531-542.

AIDER. (2001): Recuperación y producción sostenida de bosques y praderas, un medio de lucha contra la desertificación y la pobreza. Lima: Programa APGEP, SENREM.

ALONSO, J.R. (2003): Estudios etnofarmacológicos del género *Ipomoea*.

[www.plantasmedicinales.org/etno7.htm/](http://www.plantasmedicinales.org/etno7.htm/)

AMAYA DEL CARPIO, L.; DAVIES, F.Jr; ARNOLD, M. (2002): Mycorrhizal fungi enhance growth and Nutrient Uptake of Bush Morning Glory (*Ipomoea carnea*) Fertilized with Organic and Inorganic Sources. XXVI International Horticultural Congress. Symposium 10 (S 10): Sustainability of Horticultural Systems in the 21 st. Century – Global Issues, Problem Areas, System Designs, Stewardship of Resources, Climate Change, Sustainable Cropping Systems and Ecological Economics.

ARMIÉN, A. G. (2000): Vergleichende klinische und morphologische Untersuchungen zur spontanen und experimentellen Vergiftung durch *Ipomoea fistulosa* (Convolvulaceae) bei Ziegen. <http://Bibd.uni-giessen.de/gdoc/2000/uni>. 105 S.

ASCUE UND RODRIGUEZ. (2005): El sombrío destino de los bosques. Lima. El Comercio. 29 Oktober 2005. S. A15.

ASSOCIATION AQUARIOPHILIE.ORG. (2005): *Bacopa monnieri*.

[www.aquariophilie.org/pages/plantae\\_bacopa.php](http://www.aquariophilie.org/pages/plantae_bacopa.php).

AUF DEM HÖVEL, J., AZ. (2002): Drogen und Drogenpolitik. [www.aufdemhoevel.de/drogen.html](http://www.aufdemhoevel.de/drogen.html)

AUSTIN, D. F. (1977): *Ipomoea carnea* Jacq. vs. *Ipomoea fistulosa* Mart. ex Choisy. In: Taxon, 26 (2/3). S. 235-238.

AUSTIN, D. F (1997): Convolvulaceae (Morning glory Family). In: Taxon 45. S. 3-38. Auch als elektronische Veröffentlichung:

<http://www.fau.edu/divdept/biology/people/paper.htm>

AUSTIN, D; et al. (2001): A purgative tropical American Plant, *Ipomoea nil* (Convolvulaceae), in the Pre-Columbian Japanese Art. In: Economic Botany 55 (4). S. 515-527.

AZANIA, A., AZANIA, C., PAVANI, M., CUNHA, M. (2003): Métodos de superacao de dormencia em sementes de *Ipomoea* e *Meremia*. In: Planta daninha 21 (2). S. 203-209.

BANUELOS, G. S.; MEEK-D-W. (1990): Accumulation of selenium in plants grown on selenium-treated soil. In: Journal of enviromental quality 19 (4). S. 772-777.

BANUELOS, G.S. , G.E. CARDON, C.J. PHENE, L. WU, S. AKOHOUE, S. ZAMBRUSKI (1993): Soil boron and selenium removal by three plant species. In: Plant and Soil 148 (2). S. 253-263.

BARRERA, N. (1994): JFTA *Erythrina edulis*: multipurpose tree for tropical highlands. NFTA 94 (1). S.1.

BARRERA, N., ACERO, L., MEJÍA, M. (2005): *Erythrina edulis*. Teil II-species Descriptions *Erythrina edulis* Triana. Ex Micheli. S. 455-456.

BEST, B. J., KESSLER, M. (1995): Biodiversity and Conservation in Tumbesian Ecuador and Peru. Cambridge, U.K.: Birdlife International.

BOLLARD, E. (1983): Involvement of Unusual Elements in Plant Growth and Nutrition. In: Lauchli, A. & Bielsky, R. L. (Hrsg.): Inorganic plant nutrition. Encyclopedia of plants physiology V5 B. Berlin: Springer. S. 709-712.

BRACK, A., MENDIOLA. (2000): Ecología del Perú. Lima. Bruño. 495 S.

BRACKO, L., ZARUCCHI, J. (1996): Catalogue of the Plants and Gymmnospermes of Peru. Snt. Louis. Missouri Botanical Gardens. 1286 S.

BRUX, H., RODE, G., ROSENTHAL, G., WIEGLEB, G. und ZERBE, S. (2001): Was ist Renaturierungsökologie? In: Tagungsband „Renaturierungsökologie“ der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ), Burg (Spreewald) 21-23.02.2001, BTU Cottbus 7/2001. Wiegleb (Hrsg) S.5-25

BRYD GRAF, A. ROEHRS. (1992): *Ipomoea pes-caprae* ist eine Gruppe in der Familie Convolvulaceae. *Ipomoea pes-caprae* (L) ROTH. In: Hortica, Color encyclopedia of garden flora and indoorplants. Roehrs. New Jersey.



CAHUAS, H. (2002): Estrategias para incrementar un control forestal en el bosque seco de La Libertad. Lima. Dissertation Universidad Nacional Agraria La Molina.

CALZON, A., et al. (2000): Análisis de la estructura poblacional de un bosque de algarrobo (*Prosopis spp.*) en Cafayate. Salta. Argentina. In: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. S. 145-148.

CDC (Centro de Datos para la Conservación) und UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina). (1992): Estado de conservación de la diversidad natural de la región Noroeste del Perú. Lima. S 27-221.

CDC (Centro de Datos para la Conservación), UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina), FPCN (Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza) und HERRERA-MACBRIDE, O. (2003): Cerros de Amotape National Park Region Noth-western Peru. [www.nmnh.si.edu/botany/projects/cpd/sa/sa41.htm](http://www.nmnh.si.edu/botany/projects/cpd/sa/sa41.htm)

CIZA (Centro de Investigación en Zonas Áridas). (2004): Los bosques secos y la diversidad biológica, el Cambio climático y la lucha contra la desertificación en Tambogrande, Piura.

CONY, M. (1989): Importancia de los estudios fisiológicos, ecofisiológicos y genéticos sobre especies del género *Prosopis* para la recuperación de ecosistemas áridos degradados de América Latina. In: Bosques secos y desertificación. Lambayeque. INRENA-Proyecto algarrobo. S.255-276.

CORREA, S.; GUEVARA, M; TORRE, P. (2002): Manual de Aprovechamiento de la borrachera *Ipomoea carnea carnea* como insumo para la producción artesanal. PNUD, UNDP, APAFA, CNSJV. Tumbes. 48 S.

CORTESERO, A.M., STAPEL, J.O. and LEWIS, J. (2000): Understanding and Manipulation Plant Attributes to Enhance Biological Control. *Biological Control* 2000 (17). S. 35-49.

CUBA, A. (1998): Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la costa norte del Peru: El proyecto algarrobo in: Bosques secos y desertificación. INRENA-Proyecto algarrobo. Lima. S. 41-61.

DALÓ, N. und MOUSSATCHÉ, H. (1978): Acción tóxica de las plantas del género *Ipomoea*. In: Tarea común. Caracas. Universidad Centro Occidental. 1978 (6). S. 25-39.

DAVE'S GARDEN. (2000-2005): [www.davesgarden.com/pf/go/89594/](http://www.davesgarden.com/pf/go/89594/)

DE BALOGH, K. DIMANDE, AP, VAN DER LUGT, JJ, MOLYNEUX, RJ, NAUDÉ, TW, WELMAN, WG. (1998): *Ipomoea carnea*: The cause of a lysosomal

storage disease in goats in Mozambique. In: Garland, T.; Barr, C. (Hrsg.). Toxic plants and other natural toxicants. Cab. International. S. 428-234.

DE BALOGH, K.K.I.M, DIMANDE, A.P., VAN DER LUGT, J.J., MOLYNEUX, R.J., NAUDE, T.W., WELMAN, W.G. (1999): A lysosomal storage disease induced by *Ipomoea carnea* in goats in Mozambique. J.Vet.Diagn.Invest. 1999 (11). S. 266-273.

DE LA PUENTE, F. (1992): Distribución geográfica de las especies *Ipomoea* excluidas de la sección Batatas colectadas en el Perú, desde 1985 a 1992. Memoria del X Congreso Nacional de Biología von 02-07 August 1992. Lima. S.284.

DELRIHOST.COM. (2005): NativeDesertPlants.com.  
[www.nativedesertplants.com/products.html](http://www.nativedesertplants.com/products.html)

DEBANDI, G. (2000): Estructura de comunidades de artrópodos asociados a arbustos desérticos. In: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. S. 211-214.

DER MARDEROSIAN, A. H. und YOUNKEN, H. W. (1996): The Distribution of Indole Alkaloids Among Certain Species and Varieties of *Ipomoea*, *Rivea* and *Convolvulus* (Convolvulaceae). In: Lloydia, 2000 (29). S. 35-42.

DHARMARATNE, H.R.W., JAYASINGHE, U.L.B., WEERAWARDHENA, W.D.P.P., HERATH, H.M.T.B., FUJIMOTO, Y. (1997): Chemical investigation of *Ipomoea mauritiana*. In: ACGC Chem. Commun. 1997 (6). S. 39-41.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensociologie. Grundlagen und Methoden. Stuttgart: Ulmer. S. 683.

DIERßEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). Darmstadt: Wiss. Buch. Ges. S. 241.

DIOS, E. (1998): Análisis de la sostenibilidad de las prácticas de crianza tradicional de ganado en la Reserva de la Biosfera del Noroeste. In: Bosques secos y desertificación. INRENA-Proyecto algarrobo. S. 139-143.

DOBIAS, K. (1998): Monitoring von Wildbestand und Lebensraum in Brandenburg. AFZ / Der Wald 1998 (53). S. 301-303.

DOEPMANN, F. (1997): Traditionelle Tierheilkunde in der Sudanzone- Studien zur Aporetik mündlich tradiertes Medizinsysteme. Disertation Hochschule Hannover.  
[www.tiho-hanover.de](http://www.tiho-hanover.de)

DOUROJEANNI, M. UND PONCE, C. (1978): Los bosques nacionales del Perú. CIC.

- DUKE, J. A. (2003) Medical Botany: Phytochemicals: Chemical Activities of Plants/2. (2003). The Biochemical Activity of Plants. [www.garynull.com](http://www.garynull.com).
- DUMONT'S, (A-J), BRICKELL, C.. (1998): Pflanzen-enzyklopädie. Band I. The Royal Horticultural Society. Dumont monte Verlag. Köln. [www.tiho-hannover.de](http://www.tiho-hannover.de)
- ELSOKKARY, I.H. (1980): Selenium Distribution, Chemical Fraction and Adsorption in some Egyptian Alluvial and Lacustrine Soils. In: Pflanzenernaehr.*Bodenkd.* 1980 (143). S. 74-83.
- EMBRAPA. (2003): Gado de Corte plantas no pantanal tóxicas para bovinos. Algodao-Bravo. [www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/11algodaobravo.html](http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/11algodaobravo.html)
- EMBRAPA. (2003): Gado de Corte. Plantas no pantanal tóxicas para bovinos. Batarana. [www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/13batarana.html](http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/13batarana.html)
- FAUCON, P. (2005): Spanish Moss. [www.desert-tropical.com/plants/Bromelia/Tillandsia\\_usmenoides.html](http://www.desert-tropical.com/plants/Bromelia/Tillandsia_usmenoides.html)
- FERNANDEZ BAYON G. M., et al. (2000): Evolución del asentamiento de especies utilizadas para la recuperación biológica de zonas alteradas por la minería. In: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. Arequipa. S. 169-171.
- FERREYRA, R. (1987): Estudio sistemático de los algarrobos de la costa norte del Perú. Lima. CONCYTEC/CIID.
- FERREYRA, R. (1960): Algunos Aspectos Fitogeográficos del Perú. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Revista del Instituto de Geografía. 1960 (6). S. 41-88.
- FLORA OF NORTH AMERIKA. (2005): *Alternanthera ficoidea*. FNA 2005 (4). S. 449-450. [www.Floras.org](http://www.Floras.org)
- FLORIDATA.COM L. C. (2005): *Lantana camara*
- FLORES, M. (2002): Estudio comparativo de la germinación de 20 especies forestales del bosque seco bajo condiciones de vivero. Piura. Dissertation Universidad Nacional de Piura.S.2-10.
- FODEVARDATABANKEN. 2005: Batat sod kartoffel, ra. Darmarks Fodevarinformatik, af dering for ernaering Fodevareforskning. FVDB nr 0659.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATE. (2000): Forest Resouces Documentation, Archiving and Reserch for the Global Forest Resouces Assesment 2000. Forest Resources Assesment Programme (23). S.12, 44-47.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATE.

(2005): *Eragrostis cilanensis* (All.) Lutati.

[www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/DATA/PF000243.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/DATA/PF000243.htm).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATE.

(2005): Indigenus multipurpose trees of Tanzania: Uses and economic benefits for people- XI. [www.fao.org/docrep/X5327e/x5327elv.htm](http://www.fao.org/docrep/X5327e/x5327elv.htm)

FORBES, A., Allered, K. (2001): A Field Guide to the Flora of New Mexico. New Mexico. State University's Corona Range and Livestock Research Center. Agr. Exp. Sta. Res. S. 1-4.

FORMIGA DE ALBUQUERQUE, S. (2003): Ein Agroforstkonzept für den semiariden Nordostbrasilien. Berlin. Berliner Beiträge zu Umwelt und Entwicklung 21. S. 172.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Stuttgart. 6°Auf. Thieme. S. 172.

FREIRE ALEMÃO. (1984): Notas colhidas na provincia do Ceará. Euzébio Martins Costa In: Revista Farmaceutica (1). S.155-160.

FREY, W; LÖSCH; R: 2004. Lehrbuch der Geobotanik. 2°Auf. Elsevier. S. 528.

FUNT, R., MARTIN, J. (2001): Black Walnut Toxicity to Plant, Human and Horses. Ohio. Horticulture and Crop Science 2001. The Ohio State University.

GASPAROTTO, S. (2000): Selenium deficiency and toxicity.  
[www.goatworld.com/articles/selenium.shtml](http://www.goatworld.com/articles/selenium.shtml).

GENESTIK, K., SAHASRABUDHE, M. R. (1966): Alkaloids and lipids of *Ipomoea*, *Rivea* and *Convolvulus* and Their Application to Chemotaxonomy. In: Econ. Bot.; 1966 (20). S.416-428

GHATE, S.; CHAPHEKAR, S. B. (2002): *Plagiochasma appendiculatum* as biotest for water quality assessment. In: Environmental Pollution 108 (2002). S. 173-181.

GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE. (2005): Estudio Técnico de la segunda Aplicación Forestal de Ejido Dzibalchén, Campeche, para su declaratoria como área Natural Protegida. Mexico. Secretaría De Ecología , Universidad Autonoma De Campeche.

GÖTZ, V. (1997): Waldverjüngung und Rehe. AFZ/Der Wald 1997 (6). S. 324 - 327.

GUTIRREZ, J, R.; SERVE, PL., JAKSIE, FM. (2000): Efectos de la corriente de El Niño sobre la biota terrestre de ecosistemas áridos de sudamérica. In Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. Arequipa. S. 91-93.

- HELDT, H. (1999): Pflanzenbiochemie. Berlin. 3° Auf. Spektrum. S. 401-403.
- HERNÁNDEZ ACOSTA, I. (1985): Ramoneo de las cabras en un bosque seco tropical: Especies consumidas y su valor nutritivo. In: Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 7(1). S.64-71. UNAM. México.
- HESS, D. (1999): Pflanzenphysiologie. Stuttgart. 10° Auf. Ulmer. S. 286-293.
- HEYWOOD, V.H. (Hrsg.) (1982): Blütenpflanzen der Welt. Stuttgart. Birkhäuser.
- HILLER, K., MATTHIAS, F. MELZIG, M.F. (1999): Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen. Heidelberg. Spektrum.
- HOCQUENGHEM, A.M. (1998): Una historia del bosque seco. In: Bosques secos y desertificación. Lambayeque. INRENA-Proyecto Algarrobo. S. 231-254.
- HUECK, K. (1996): Die Wälder Südamerikas. Münschen. Fischer. S. 300- 317.
- HUECK, K., SEIBERT, P. (1981): Vegetationskarte von Südamerika. Stuttgart. 2° Auflage. Fischer. S.29-38.
- HUSS, D.; BERNARDÓN, A., ANDERSON, D., BRUN, J.M. (1996): Principios de manejo de pasturas naturales“. Chile. Food and Agriculture Organization of the United State. 2° Auf. Serie: Zonas áridas y semiáridas (6). 272 S.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). (2001): Provincia de Piura. [www.inei.gob.pe/inei4/bancogeo/200100M.HTM](http://www.inei.gob.pe/inei4/bancogeo/200100M.HTM)
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO (IGMM). (1994): Carta Geológica Nacional. Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zoritos, Tumbes y Zarumilla. Perú. Boletín 54. 88 S.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO (IGMM). (1987): Carta Geológica Nacional. Perú. Boletín 39. 1987. 83 S.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (IGM). (1971): Carta Nacional del Perú 10 B und 10 C.
- INR, DGEP. (1998): Mapa de bosques secos del departamento de Piura.
- INRENA, PORNATURALEZA. (2001): Plan Maestro del Parque Nacional. Cerros de Amotape. Perú. INRENA. S.
- INRENA. (2001): Estrategia de Conservación y Desarrollo de la Reserva de la Biosfera del Noroeste 2001- 2010. Tumbes. INRENA. S. 1-57.
- INRENA. (1998): Mapa de bosques secos del departamento de Piura. INRENA. Piura, Perú. S. 1-83.
- INRENA-PROYECTO ALGARROBO. (2001): Dinámica de la producción de los algarrobales de Lambayeque. Perú. Documento técnico 2.

INSTITUTO NACIONAL INDIGENISTA.(1994): Diccionario encicopedico de la medicina tradicional Mexicana II. México. Instituto Nacional Indigenista.

JEHN, K. (2002): Vegetationskundliche Untersuchungen an renaturierten Fließgewässern in der badischen Oberrheinebene. Institut für Geoökologie der Universität Karlsruhe.

JENNETT-SIEMS, K.; M. KALOGA; Eich, E. (1993): Novel pyrrolizidine alkalozidine alkaloids from *Ipomoea hederifolia* L. and Revised Structure of the Ipangulines. *Phytochemistry* 34(2). S. 437-440.

KARLSON, P., DOENCKE, D., KOOLMANN, J. (1994): Kurzes Lehrbuch der Biochemie. Stuttgart. 14° Auf, Thieme.

KEINER, R. (2001): Calystegine in *Solanum tuberosum* L.- Klonierung, Expression und Charakterisierung der Tropinonreduktasen I und II, putativer Enzyme des Tropanalkaloidstoffwechsels. Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000002796>

KELICH, A. (2003). Halluzinogene Rauschdrogen: Botanischer Teil. *Ipomoea violaceae* Linnaeus. [www.catbull.com/alamut/Lexicon/Pflanze/Ipomoea%20violaceae.htm](http://www.catbull.com/alamut/Lexicon/Pflanze/Ipomoea%20violaceae.htm)

KENNEWEG, H. et al. (1998): Einführung in die Landwirtschaftsplanung. Skript zu den Lehrveranstaltungen in Fach 11 Landschaftsplanung. TU-Berlin. S. 185-193.

KINDL, H. (1994): Biochemie der Pflanze. Berlin. 4°Auf. Springer. S. 268-272.

KLÄMBT, D., KREISKOTT, H., STREIT, B. (1991): Angewandte Biologie. Weinheim. VCH.

KNIPPERS, R. (2001): Molekulare Genetik. 8° Stuttgart. Auf. Thieme. S. 84-85.

KÖNIG, E. (1997): Einfluß des Rehwildverbisses auf die natürliche Verjüngung. AFZ/Der Wald 52. Deutscher Landwirtschaftsverlag. München. S. 320-323.

KOWARIK, I. (1988): Zum menschlichen Einfluß auf Flora und Vegetation. TU-B Landschaftsentwicklung in Umweltforschung. 56. S.1-28.

KUBITSCHKEK, J. (2003): Selen. [www.selenmangel.de/selen.html](http://www.selenmangel.de/selen.html).

KUTSCHERE, K. (2002): Prinzipien der Pflanzenphysiologie. Berlin. 2°Auf. Spektrum.

LAGOS, P. (1999): El Niño y el cambio climático in Vulnerabilidad frente al cambio climático. Lima. CONAM.

LÄUCHLI, A. (1993): Selenium in plants: uptake functions, and enviromental toxicity. In: Bot. Acta 1993 (106). S. 455-468.

LEDER, B. (1996): Die Bedeutung der Vogelbeere bei Sekundärsukzessionen im Eggegebirge. AFZ/Der Wald 18. München. Deutscher Landwirtschaftsverlag. S. 997-1000.

LEHNINGER, N. D. NELSON, D. und COX, M. (2001): Biochemie. Berlin. 3<sup>o</sup> Auf. Springer. S. 1123-1124.

LEJOLY, J. und LISOWSKI, S. (1992): Les genres *Merremia* et *Ipomoea* (Convolvulaceae) dans la Flore d'Afrique Centrale (Zaire, Ruwanda, Burundi). Kraków. In: *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 37 (1). S. 21-125.

LIBBERT, E. (1993): Lehrbuch der Pflanzen-physiologie. Stuttgart. 5<sup>o</sup> Auf. Fischer. S. 171.

LÖFSCHERT, W. und BEESE, G. (1981): Pflanzen der Tropen. München. BLV. Verlagsgesellschaft.

LUBERT STRYER. (1995): Biochemie. Berlin. 4<sup>o</sup> Auf. Spektrum.

LUGO, A und MORIS, G. 1982. Los sistemas ecológicos y la humanidad. OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

LUTHARDT, M. und BEYER, G. (1998): Einfluß des Schalenwildes auf die Waldvegetation. AFZ/Der Wald 53. Deutscher München. Landwirtschaftsverlag. S. 890-894.

MAGAZINE. (2001): Ayahuasca- der Zauberkraut von Amazonas.  
[www.grow.de/Archiv/Magazine /04-01/ etnobotanic /ayahuasca01.htm](http://www.grow.de/Archiv/Magazine /04-01/ etnobotanic /ayahuasca01.htm).

MARINA DEL PERÚ. (1975): Historia marítima del Perú. Kap. 5. Lima. Marina de Guerra del Perú. S. 22-61.

MARSCHNER, H. (1995): Mineral nutrition of higher plants. 2<sup>o</sup> Auf. Academic Press. London. S. 430-433, 702-773.

MARTINEZ, M. (1990): Las Plantas medicinales de México. México. 6<sup>o</sup> Auf. Ed. Botas.

MAYDELL, H.-J. von; BECKER, B.; KLUG, S.; LÜTKE, T. und PANZER, K. F. (1983): Agroförmliche Landnutzung im Einzugsbereich zentraler Orte im Sahel: Fallbeispiel Nordsenegal. Forschungsberichte des Bundesministeriums für Wirtschaftliche Zusammenarbeit, Bd. 47. Köln. Weltforum Verlag,

MEF, INEI-ENAHIV, 2000. (2001). Indicadores demográficos Piura. In: [www.mimdes.gob.pe/locales/indicadores/piura2.htm](http://www.mimdes.gob.pe/locales/indicadores/piura2.htm)

MENCHING, h. (1990): Desertifikation: ein weltweites Problem der ökologischen Verwüstung in der Trockengebieten der Erde. Darmstadt. Wiss. Buchges.

MENGEL, K UND KIRKBY, E. (2001): Principles of Plant Nutrition. Dordrecht. 5°Auf. Kluwer Academic Publishers. S. 665-667.

MEZA, I. (1994): Control de *Ipomoea carnea* en pastizales del departamento de Tumbes. Tumbes. ProNaturaleza, INIA, PREMIA. S. 12-21.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY EXTENSION. (1998): Walnut Toxicity. Ornamental Plants plus. Version 2.0-00001916.

HADOCK, M. (2000): [www.lib.ksu.edu/wildflower/stinkgrass.html](http://www.lib.ksu.edu/wildflower/stinkgrass.html).

MICHIGAN STATE UNIVERSITY EXTENSION. (2003): Heavenly Blue (Morning glory).

MILTIMORE, J. E., A. L. VANRYSWYK, W. L. PRINGLE, F. M. CHAPMAN AND C. M. KALMIN (1975): Selenium concentrations in British Columbia forages, grains, and processed feeds. Can. J. Anim. Sci., 55, S.101-111.

MIRIT, M.; WRIGHT, S. J.; HOWE, H. (2001): The Effects of neighbors on the demography of a dominant desert shrub (*Ambrosia dumosa*). Ecological Monographs, 71 (4), 2001. S. 491-509.

MISSOURI BOTANICAL GARDENS. (2005): *Alternanthera ficoidea*. Missouri Botanical Garden. 2001-2004. <http://mobot.org/plantscience/default.asp>

MOLYNEUX, R, JAMES, L., RALPHS, M., PFISTER, J., PANTER, K., NASH, R. (1994): Polyhydroxy alcaloid glycosidase from poisonous plants of global distributio: analysis and identification. In: Colegate, S. M., Dorling, P. R. (eds.) Plant-associated toxins, agrochemical, phytochemical and ecological aspects. Cab. International. S. 107-112.

MOLYNEUX, R, PAN, Y., GOLDMANN, A., TEPFER, D., ELBEIN, A. (1993): Calystegine, a novel class of alcaloid glycosidase inhibitors. Arch. Biochem. Biophys. 3004 (1). S. 81-88.

MORIZAKI, A. (1996): Lineamientos para el manejo forestal de los bosques secos de la costa Peruana. Dissertation. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. S. 19-26.

MORIZAKI, A. (1998): Política de manejo de los bosques secos in Bosques secos y desertificación. Lambayeque. INRENA-Proyecto algarrobo. S. 3-9.

NALVARTE, W., KROLL, B.; LOMBARDI, I. (1993): Plan maestro. Unidad modelo de manejo y producción forestal Dantas. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina.



- NATIONAL ACADEMY PRESS. (1980): Mineral tolerance of Domestic Animals. <http://boks.nap.edu/books/030903226/html/392.html> S. 392-393.
- NEILL, D. (2005): Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador Vegetation 1995-2003. Missouri Botanical Garden.  
[www.mobot.org/MOBOT/recherch/ecuator/vegetation.html](http://www.mobot.org/MOBOT/recherch/ecuator/vegetation.html).
- NEIVA, A.; PENNA, B. (1916): Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Rio 1916 (8). S. 85-88.
- NESSING, G.; ZERBE, S. (2002). Wild und Waldvegetation Ergebnisse des Monitorings im Biosphärenreserat Schorfheide-Chorin (Brandenburg) nach 6 Jahren. In: Allg. Forst-u.J.-Ztg.2002 (173). S. 177-185.
- NORTH WEST PARKS AND TOURISM BOARD. (1997-2004). Grasse Check list for Pilanesberg National Park-North West Province South Africa.  
[www.tourismnorthwest.co.za/pilanesberg/grasse.html](http://www.tourismnorthwest.co.za/pilanesberg/grasse.html).
- OLILIUHQVI. (1970): Feu planta *orbicularium foliorum*. Cap. XIV. Morning glory family (Convolvilaceae). In: UNODC- Bulletin on Narcotics-1970 (1-104).  
[www.unodc.org/bulletin\\_1970-01-01\\_1\\_page005.html](http://www.unodc.org/bulletin_1970-01-01_1_page005.html).
- ONG NAYLAMP PROYECTO 2000. (2000): Reserva eológica Chaparri.  
[www.regionlambayeque.gob.pe/cti-docs/chaparri.pdf](http://www.regionlambayeque.gob.pe/cti-docs/chaparri.pdf)
- OUDHIA, P. (2000): Allelopathic effects of *Ageratum conyzoides* and *Ipomoea carnea* in mustard. In: Crops. Ecol. Env. & Cons. 6 (t). S. 46-47.
- OUDHIA, P. (2001): Allelopathic Effect of Leachates and Extracts of Different Parts of an Obnoxious Weed *Parthenium hysterophorus* L. on Germanation and Seedling Vigour of Selected Crops. In: Ecol. Env. & Cons. 7 (4). S. 427-434.
- OUDHIA, P. und TRIPATHI, R. S. (1998): Allelopathic potential of *Ipomoea carnea* Jacq. In: Agric. Biol. Res. 14 (3-4). S. 1-8.
- OUDHIA, P. (2002): Ecofriendly Approaches For Pathenium Managenent: Posibilities of Comercial Explotation of Allelopathic and Medical Potential. International PARTHENIUM Rechearch – NEWs Group.
- OUDHIA, P. (2002): *Jatropha* as medicinal herb in Chhattisgarh, India: Natural occurence, Traditional medicinal knowledge and Cultivation. In: Botanical.com.  
[www.botanical.com/site/column\\_poudhia/44\\_jartropha.html](http://www.botanical.com/site/column_poudhia/44_jartropha.html)
- PARENTE, M. et al. (2000): Flora oriunda de las islas: Resultados preliminares de la expedición „Macronesia 2000“. In: Revista de la Academia Canaria de Ciencias. XII (3-4). S.11-12.

- PARROTTA, J. (1992): *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit Leucaena, Tan tan. [www.fs.fed.us/global/iitf/Leucaenaleucocephala.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/Leucaenaleucocephala.pdf). S.308-316.
- PEREVOLOTSKI, A. (1991): Sistemas de producción caprina en Piura. Piura. CIPCA. S.23-177.
- PINEDA-LÓPEZ et al. (2000): Efecto de la ganadería extensiva sobre un bosque tropical subcaducifolio en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlan, Jalisco, México. In: Avances preliminares in Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. S. 224-226.
- POTT, A.; AFONSO, E. (2002): Gado de Corte plantas no pantanal tóxicas para bovinos. Batarana. Embrapa. [www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/](http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/)
- POTT, A.; AFONSO, E. (2000): Gado de Corte Divulga. Plantas tóxicas para bovinos em Mato Grosso do sul. Embrapa. [www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD44.html](http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD44.html)
- PRONATURALEZA. (2000): Información técnica de línea base para el ordenamiento territorial de la Reserva de la Biosfera del Noroeste. Piura. ProNaturaleza. S.126.
- PRONATURALEZA. (2001): Jaguay Negro Plan de desarrollo comunitario. Piura. ProNaturaleza.S.1-33.
- PROYECTO ALGARROBO, COOPERACIÓN DE GOBIERNO DE LOS PAÍSES BAJOS. (1993): Mapa e inventario forestal de los bosques secos de Lambayeque. Lambayeque. S. 55.
- QUISPE, J. (1986): Las bravezas de mar a lo largo de la costa peruana y su relación con el fenómeno « El niño ». Lima. Dirección de Hidrografía y navegación, Ministerio de Marina del Perú.
- RAMSAR SITES DATABASE. (2005): A directory of Wetlands of International Importance. [www.wetlands.org/RDB/Ramsar\\_Dir/Bolivia/BO004D02.htm](http://www.wetlands.org/RDB/Ramsar_Dir/Bolivia/BO004D02.htm).
- RAUH, W. (1956): Die größte Gegensätze: Die Küstenwüste und die Wälder des Ostens im Umschau, 1956, (5). S. 142.
- RAUH, W. (1956): Peruanische vegetations bilder II. De Andenwesthänge. In: Umschau, 1956 (6). S. 173-174.
- RAVEN, P., EVERT, R., EVERT, H. (1988): Biologie der Pflanze. Berlin/New Jork. 2°Auf. WBG.
- REIMOSER, F. (1999): Hinweise zum richtigen Gebrauch von Verbisskennzahlen. Schweiz. Z. Forstwes. 1999 (150). S. 184-186.

RETZEK, H.O. (1996): Selen-Unverzichtbarer Therapiebestandteil. In: Curriculum Onkologikum Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Onkologie.

[www.homeopathy.at/artikel/selen.htm](http://www.homeopathy.at/artikel/selen.htm)

REYNOSO, D, HUAMAN, Z; AGUILAR, C. (2002): Methods to induce flowering in sweetpotato. Lima. Centro de Investigación de la Papa.

RICHTER, G. (1996): Biochemie der Pflanze. Stuttgart. Thiem.

RICHTER, G. (1998): Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. Stuttgart. Thiem.  
6° Auf.

RICHTER, H. (1997): Allgemeine Pflanzengeographie. Stuttgart. Teubner.

RÍOS TRIGOSO, J. (1989): Análisis del hábitat del Jagdgebiet El Angolo –Piura. Dissertation. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. S. 266.

RIPPSTEIN, J.; ESCOBAR, G.; MOTTA, F. (2003): Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia. Cali. CIAT (322). S. 138-147.

RODAS, J. und TORRES, J. (1998): Productividad primaria neta y sus principales factores ecológicos en los bosques secos de algarrobo (*Prosopis pallida*) de la costa norte del Perú; Tambogrande – Piura – Región Grau (enero 1992 – marzo 1993): Un dato fundamental para un desarrollo sostenible de los bosques secos de algarrobo. In: Bosques secos y desertificación. INRENA-Proyecto algarrobo. S. 343–359.

ROSSI, B; VILLAGRA, P. (2000): Efecto de la cobertura de *Prosopis flexuosa* sobre la composición de los estratos arbustivos y herbáceos en el monte central (Argentina) In: Memorias del Congreso IV Latinoamericano de Ecología. S.163-165.

RÜEGG, D., BAUMANN, M., STRUCH, M.; CAPT, S. (1999): Wald, Wild und Luchs - gemeinsam in die Zukunft! Ein Beispiel aus dem Berner Oberland. Schweiz. Z. Forstwes. 1999 (150). S. 342-346.

SABOGAL, A., ZERBE, S. (2004): Trockenwälder in den Nordanden Perus: Nutzung und Naturschutz. Forst und Holz 59 (3). S. 129-132.

SABOGAL, C. (1980): Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque „Copal“ Jenaro Herrera (Loreto-Perú). Lima. Dissertation. Universidad Nacional Agraria La Molina.

SACHSE, U. (1989): Die Anthropogene Ausbreitung von Berg- und Spitzahorn (*Acer pseudoplatanus* L. und *Acer platanoides* L.). Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 16. TU-Berlin. S. 104-124.

SAINT JOHN, H. (1970): Classification and Distribution of *Ipomoea pes-caprae* Group (Convolvulaceae). Stuttgart. In: Bot.Jb. 89 (4). S. 563-583.

SÁNCHEZ, E. (2005): La singularidad de los sistemas ecológicos en la isla de Cerrito. Propuesta de Conservación y Gestión. Gobierno de la provincia del Chaco. Secretaría de cultura. Argentina.

[www.chaco.gov.ar/cultura/museo%20Ciencias%20Naturales/isla05htm](http://www.chaco.gov.ar/cultura/museo%20Ciencias%20Naturales/isla05htm).

SCHERF, (1997): Wörterbuch der Biologie. Münschen. DTV.

SCHMIDT, H., GONCALVES-LINS, R. (1956): O canudo nas margens do rio Sao Francisco: Preliminares sobre seu controle com herbicidas. Pernambuco. Posto de Colonizacao de Petrolina, Pernanbuco.

SCHOPFER, P., BRENNICKE, A. (1999). Pflanzenphysiologie. 5°Auf. Springer. Berlin. S. 321.

SEBSEBE, D., AUSTIN, D. F. (1996): Generic delimitation and relationships in the tribe Hildebrandtieae (Convolvulaceae). In: Maesen, L.J. G. van der, X. M. Van der Burgt and J. M. van Medenbach de Rooy (eds.). The biodiversity of African Plants: Proceeding, XIVth AETFAT Congress, 22-27 August 1994. Wageningen. The Netherlands Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. S. 409-420.

SEIDLING, W., LÜHRTE, A.v. (1996): Spontane Gehölzentwicklung in wenig gepflegten Kiefernbeständen. Forstarchiv 1996 (67). S. 147-157.

SEINER, L. 2001. El fenomeno el niño en el Perú: reflexiones desde la historia. In Debate Agrario N°33. S. 1-18.

SHAMAN AUSTRALIS BOTANICALS. (2000): *Ipomoea muelleri*. [www.shaman-australis.com](http://www.shaman-australis.com). Netcatalog.

SHAMAN AUSTRALIS BOTANICALS. (2000): *Ipomoea violaceae*. [www.shaman-australis.com](http://www.shaman-australis.com). Netcatalog.

SHRIFT, A & VIRUPAKSHA, T.K. 1965. Biochemical differences between selenium accumulator and non accumulator Astragalus species. Bioch. Biophy. Acta. 107 (1). S. 69.

SHRIFT, A. 1969. Aspects of Selenium Metabolism in Higher Plans. In: Annual Review of Plant Physiology. 1969 (20). S. 475-494.

SHOPFER-BRENNICKE. (1999): Pflanzenphysiologie. Berlin. 5°Auf. Springer.

BONNER, F. (1965): *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. Ex Will). In: Manual of the tree of North Amerika. New York. 2°Auf. H.B.K.

SMITH, S. (2000): Die spontane Gefäßpflanzenflora zwischen Berlin Mitte und Berlin- KÖPENICK. Berlin. TBU-B Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 16. S. 164-167.

- STRASBURGER, E., SITTE, P., et al. (2002): Lehrbuch der Botanik. Heidelberg. 35. Aufl. Spektrum. S. 244, 388-390.
- STRYKER, L. (1995): Biochemie Heidelberg. 4<sup>o</sup> Aufl. Spektrum.
- SULEKIC, A., ZAPATE, M. (2001): El genero *Tragus* (Poaceae, Zoisieae) en la Argentina. In: Darwiniana 39 (3-4). S. 247-254.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. (2000): Physiologie der Pflanzen. Berlin. Spektrum.
- TARAZONA, R. (1999): Variabilidad de los bosques secos en la costa norte del Perú con relación a su distribución latitudinal. Lima. Dissertation. Universidad Nacional Agraria La Molina. S. 30-51.
- TARAZONA, R. (1998): Variabilidad de los bosques secos en la costa norte del Perú. In: Bosques secos y desertificación. Lima. INRENA-Proyecto algarrobo. S. 297–307.
- TAVARES, C. (1998): Comparación de la composición florística entre sectores naturales y manejados en las dunas litorales de la provincia de Arauco, Chile. Chile. In: Revista Geográfica. Enero- Diciembre 1998 (124). S. 8 –20.
- TEVES, N.; LAOS, G.; SAN ROMAN, C. (1999): Evaluación de la vulnerabilidad costera frente al cambio climático del Perú. In: Vulnerabilidad frente al cambio climático. Lima. CONAM. S. 175-184.
- TIRKEY, K., YADAVA, K., JHA, G., BANERJEE, N. (1989): Effect of feeding *Ipomoea carnea* leaves on goats. In: Indian Journal Animal Sciences 57 (8). S. 863-866.
- TORKANIA, C., DÖBEREINER, J., FREITAS DA SILVA, M. (1979): Plantas tóxicas da Amazonia a bovinos e outros herbívoro. Manaus. NCQ, INPA. S.95.
- TORKANIA, C., DÖBEREINER, J., CANELA, F. C. (1960): Estudos experimental sobre a toxidez do „Canudo“ em ruminantes (*I. fistulosa*). Brasil. Min. Agricultura. In: Arq. Inst. Biol. Animal 1960 (3). S. 59-71.
- TOTTENWITZ, F. und STUBBE, Ch. (1998): Losungszählmethode und Monitoringsystem. Deutscher Landwirtschaftsverlag. München. In: AFZ / Der Wald 1998 (6). S. 304 - 306.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA (UNDP) und GEF. (2002): Promoción del aprovechamiento de la borrachera (*Ipomoea carnea carnea*) como Insumo para Producción Artesanal Tumbes. Piura. [www.undp.org/sgp/cty](http://www.undp.org/sgp/cty).
- UNI. MARBURG. (2002): Die Vegetationsaufnahme – Methoden zur Erfassung von Vegetation (Skript): Teil 1. [www.uni.-marburg.de.8/8/02](http://www.uni.-marburg.de.8/8/02). S. 1-5.

- UNIVERSITY OF FLORIDA. (2005): TITULO. Center of Aquatic and Invasive Plants. 1998-2001.
- VALCARCEL, L.; VELLOSO, D'ALTERIO, F. (1965): Medidas Físico-Biológicas de recuperacao de áreas degradadas: Avaliacao das modificaes edáaficas e fitossociológicas. Conferencias sobre ecología forestal tropical. IICA.
- VAN DEN EYNDEN, V. (2004): Regional and ecological variations of wild edible plants in southern Ecuador. In: *Iyonia a journal of ecology and application* (7): 2. S. 124-132.
- VEIN. (2003): Sheep Health & Produktion. University of Sidney.  
<http://vein.library.usyd.edu.au/sheephealth/Chapter15.html>
- VERA TUDELA, J., TRIAS, J., MORALES, G., ALBÁN, L., ROMERO, J., MATOREL, M., PINADA, E. (1998): Políticas para la gestión sostenible de los bosques secos de la costa norte del Perú. Recomendaciones del seminario internacional bosque seco y desertificación. In: *Bosques secos y desertificación*. Lambayeque. INRENA-Proyecto algarrobo.
- VERDCOURT, B. (1963): *Flora of tropical east africa*. London. Crown agents for oversea governments and administration.
- VILLALOBOS, G. & DALÓ, N. (1979): Cambios histológicos en caprinos intoxicados con *Ipomoea carnea*. In: XXVIII Convention Anual de la Aso. VAC. *Acta Cient. Venez.* 30 (1). S. 138
- VITA, A. (1998): Introducción de especies con fines combustibles y forrajeros en la zona árida de Chile. In: *Bosques secos y desertificación*. Lima. INRENA-Proyecto algarrobo.
- WARAN, A., MHASAVADE, M., YEWALKAR, S., KULKARNI, P., VAISHAMPAYAN, T., DESHPANDE, P., MANCHI, S., SAHASRABUDDHE, K., PATWARDHAN, A. (2003): Environmental degradation of an urban lacustrine water body in Pune, India. Abstract for ATREE conference.  
[www.ranwa.org/pashan](http://www.ranwa.org/pashan). [www.nal.usda.gov](http://www.nal.usda.gov).
- WATSON, L., DALLWITZ, M. J. (2005): *Grass Genera of the World*. [Delta-intkey.com/grass/www/tragus.htm](http://Delta-intkey.com/grass/www/tragus.htm).
- WEBERBAUER, A. (1945): *El mundo vegetal de los Andes Peruanos*. Lima. 2º Auf. Ministerio de Agricultura. 776 S.

WEBERBAUER, A. (1930): Die Pflanzendecke Nordperus im Departamento Tumbes und angrenzenden Teilen des Departamento Piura (3°30' -5°S Br.). Leipzig-Berlin. Sonderabdruck aus Englers Bot. Jahrb, LXIII (1). S. 29-48.

WILLIAMS, M., BALLING, R. (1995): Interacciones entre la desertificación y el clima: una visión general. In: Boletín de control de la desertificación PNUMA. (25).

WORLD WILD LIFE FUND. (2001): Beni savanna (NTO702).  
[www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0702\\_full.html](http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0702_full.html).

WUNDERLIN, R., HASEN, B. (2000): *Bacopa monnieri* (Linnaeus) Pennel Herb-of-Grace, Water Hyssop. Florida. E-Flora.

WUNDERLIN, R., HASEN, B. (2005): Florida distribution maps: Atlas of Florida Vascular Plants. [www.Plantas.usf.edu](http://www.Plantas.usf.edu)

[www.cis.tugraz.at/orgc/hoegroup/naturst/skript/allelochemicals\\_low.htm](http://www.cis.tugraz.at/orgc/hoegroup/naturst/skript/allelochemicals_low.htm) (2003): Allelochemikalien

[www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr\\_html?Lycopersicon+peruvianum&CAN=LATIND](http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Lycopersicon+peruvianum&CAN=LATIND). (2005): Plant for a Future: Database Search Resultats.

[www.peruecologico.co.pe/flora\\_medic\\_gal\\_27html](http://www.peruecologico.co.pe/flora_medic_gal_27html). (2005): Plantas medicinales Verbena (*Verbena litoralis*).

[www.plantencyclo.com](http://www.plantencyclo.com). (2005): Amor de hombre: *Tradescantia*.

[www.rareflora.com/cochlospermumvitdouble.htm](http://www.rareflora.com/cochlospermumvitdouble.htm). (2005): *Cochlospermum vitifolium*. 'Floreplo', doubleflower, Buttercup Tree.

[www.that.co.za/custom/grasses/info.htm](http://www.that.co.za/custom/grasses/info.htm). (2005): Wath is Grass?

ZAKIR, M.D.; VADLAMUDI, V.P.; MORE, P. R. (1998): Some biochemically changes in *Ipomoea carnea* toxicity in Osmanabadi goats. In: Maharashtra Agric. Univ 14 (1).

ZERBE, S. (1998): Potential natural vegetation: validity and applicability in landscape planning and nature conservation. IAVS; Opulus Press Uppsala. Printed in Sweden. In: Applied. Vegetation Science 1998 (1). S. 165-172.

ZERBE, S. (1999): Konzeptionelle Überlegungen zur zukünftigen Entwicklung von Nadelholzforsten aus vegetationsökologischer Sicht. In: Arch. für Nat. Lands. (37). S. 285-304.

ZERBE, S. (2002): Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites coniferous forest plantations. In: Forest Ecology and Management 167 (2002). S. 27-42.

ZERBE, S.; MEIWES, K. J. (2000): Zum Einfluß von Weichlaubhölzern auf Vegetation und Aufgehumus von Fichtenforsten – Untersuchungen in einem zwei Jahrzehnte alten Birken – Ebereschen – Vorwald im Hoch – Solling. In: Forstw. Cbl. 119 (2000). S. 1–19. Berlin. Blackwell Wissenschafts – Verlag.

ZEVALLOS, P.; RÍOS TRIGOSO, J. (1998): Determinación botánica de 24 especies arbóreas del departamento de Lambayeque in Bosques secos y desertificación. Lima. INRENA-Proyecto Algarrobo. S. 319-341.

ZEVALLOS, P., LOPEZ, D., ASANCIO, F. (1992): Evaluación del potencial forestal de la comunidad campesina de Simiris. CEPESER. Piura. S. 15-136.



## 9.0 Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 1: Waldtypen des Trockenwaldes, nach dem Klassifikationsjahr dargestellt
- Tab. 2: Übersicht über die eingesetzten Methoden
- Tab. 3: Beschreibung der *Ipomoea*-Arten, die unter dem Namen *Ipomoea carnea* beschrieben worden sind.
- Tab. 4: Selengehalt in der Trockenmasse der Pflanzentriebe
- Tab. 5: Selengehalte in *Ipomoea carnea* und im Boden des Untersuchungsgebiets
- Tab. 6: Deckungsgrad der Lebensformen
- Tab. 7: Durchschnittshöhe der Schichten
- Tab. 8: Pflanzenbeschreibung der in Las Lomas/Jaguay Negro und Jagdgebiet El Angolo vorkommenden Pflanzen
- Tab. 9: Bodenanalyse – Durchschnittswerte der Bodeneigenschaften
- Tab. 10: Bodenanalyse – Durchschnittswerte der Kationen und Anionen
- Tab. 11: Bodenanalyse – Durchschnittswerte Kationen-Zusammenhang und Verteilung
- Tab. 12: Vegetationsgesellschaften von Las Lomas/Jaguay Negro
- Tab. 13: Vegetationsgesellschaften vom Jagdgebiet El Angolo
- Tab. 14: Verbisschaden in Las Lomas/Jaguay Negro
- Tab. 15: Verbisschaden im Jagdgebiet El Angolo
- Tab. 16: Vegetationsdynamik: Fortbestand extensiver Ziegenbeweidung bei natürlicher und anthropogene Standortbedingungen.
- Tab. 17: Pflanzenindikatoren
- Tab. 18: Stand der Forschung und Forschungsvorschläge

## 10.0 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1 Lage des Departamento Piura in Peru

Abbildung 2 Provinz Piura, 1:1.500.00

Abbildung 3 Der Norden des Departamento Piura im Satellitenbild mit der Lage der Arbeitsgebiete Las Lomas und Jaguay Negro („normale“ Weideintensität) und Jagdgebiet El Angolo (Pufferzone des Biosphärenreservats, geringe Weideintensität), 1:200.000.

Abb. 4 Interval zwieschen den El Niñojahren (1525-2006).

Abb. 5 Durchschnittliche Niederschläge im Jagdgebiet El Angolo 1995-2002.

Abb. 6 Geologische Karte mit Lage der drei Arbeitsgebiete 1:200.000

Abbildung 5 Geologischeskarte des Gebietes Las Lomas, Jaguay Negro und Jagdgebiet El Angolo, 1:200.000.

Abbildung 7 Übersichtskarte Biosphärenreservat *Reserva de la Biosfera del Noroeste*

Abbildung 8 Parzellenverteilung Las Lomas, Jaguay Negro und Jagdgebiet El Angolo, 1:200.000

Abbildung 9 Parzellenverteilung Las Lomas 1:50.000.

Abbildung 10 Parzellenverteilung Jaguay Negro, 1:50.000.

Abbildung 11 Parzellenverteilung Jagdgebiet El Angolo, 1:50.000.

Abbildung 12 Bodenprofil Las Lomas (Foto von Ana Sabogal)

Abbildung 13 Bodenprofil Jagdgebiet El Angolo (Foto von Ana Sabogal)

Abbildung 14 *Ipomoea carnea* (Foto von Ana Sabogal)

Abbildung 15 Pflanzenwachstum von *Ipomoea carnea* in cm.

Abbildung 16 Blätterentwicklung von *Ipomoea carnea*

Abbildung. 17 Familienverteilung

Abbildung 18 Lebensformen nach Artenzahl

Abbildung 119 Typische Pflanzenverteilung auf Hügelgebieten in Jaguay Negro

Abbildung 20 Faktorenkomplex

## **11.0 Anhang**

1 Botanische Liste der im Arbeitsgebiet vorkommenden Pflanzen

2 Fotos

3 Selenanalyse in der Pflanze

4 Selenanalyse im Boden

5 Braun-Blanquet Analyse

6 Bodenanalyse

Anhang 1 Botanische Liste der im Arbeitsgebiet vorkommenden Pflanzen

<b>Botanische Liste</b>	
<b>Pflanzenfamilie</b>	
<b>Bäume und Staucher (Dikotylepflanzen)</b>	
Malvaceae	<i>Abutilon reflexum</i> (Lam.) Sweet
Malvaceae	<i>Abutilon umbellatum</i> (L.) Sweet
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schlechtendal
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.
Sterculiaceae	<i>Byttneriaglabrescens</i> Benth.
Fabaceae	<i>Caesalpinia paipai</i> , Ruiz & Pav.
Capparaceae	<i>Capparis angulata</i> Ruiz & Pav. ex DC (= <i>Capparis scabrida</i> Kunth)
Capparaceae	<i>Capparis eucaliptyfolia</i> Haught
Fabaceae	<i>Cassia picta</i> G. Don
Bombacaceae	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.
Ulmaceae	<i>Celtis triflora</i> (Ruiz ex Klotzsch) Miq.
Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.
Euphorbiaceae	<i>Croton alnifolius</i> Lam.
Euphorbiaceae	<i>Croton baillonianus</i> Müll. Arg.
Bombacaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli Triana ex Micheli
Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i> Krukoff
Fabaceae	<i>Geoffroea striata</i> (Willd.) Morong
Solanaceae	<i>Grabowskia boerhaaviifolia</i> (L.f.) Schldtl
Boraginaceae	<i>Heliotropium arborescens</i> L.
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.
Fabaceae	<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i> Spurge
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.
Fabaceae	<i>Mimosa acantholoba</i> (Weberbauer)
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i> Humb. Et Bonpl ex Willd.
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i> L.
Fabaceae	<i>Prosopis pallida</i> , (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.
Sapindaceae	<i>Serjania grammatophora</i> Radlk.
Bignoniaceae	<i>Tecoma weberbaueriana</i> (Kraenzl) Melch.
Olacaceae	<i>Ximena americana</i> L.
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth
<b>Kletterpflanzen</b>	
Bignoniaceae	<i>Bignonia longifolia</i> Willd.
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea pachyphylla</i> , Heimerl ex Standl
Convolvulaceae	<i>Ipomoea nil</i> L. (Roth)
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia prominens</i> Helwig
Fabaceae	<i>Pithecellobium excelsum</i> (Kunth) Mart.
Fabaceae	<i>Pithecellobium multiflorum</i> (Kunth) Benth.

<b>Botanische Liste</b>	
Nyctaginaceae	<i>Boerhaavia erecta</i> L.
Cucurbitaceae	<i>Pseudosicydium acariaeanthum</i> Harms
Loranthaceae	<i>Psittacanthus cinctus</i> (Martius in Schultes & Schult. f.) Mart
Orchidaceae	<i>Rodriguezia estradae</i> Dodson
<b>Gräser und Herbazeen</b>	
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i> L.
Liliaceae	<i>Aloe vera</i> (L) Burman. F.
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ficoidea</i> Kemper
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pubiflora</i> (Benth.) Kuntze
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.
Scrophulariaceae	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.
Malvaceae	<i>Bastardia limensis</i> R. E. Fr.
Nyctaginaceae	<i>Boerhaavia erecta</i> L.
Poaceae	<i>Brachiaria fasciculata</i> (Sw.) Parodi
Cucurbitaceae	<i>Apodanthera biflora</i> Cogn.
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> L.
Caricaceae	<i>Carica parviflora</i> (A. DC.) Solms
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.
Poaceae	<i>Chloris halophila</i> Parodi
Poaceae	<i>Chloris mollis</i> (Ness) Swallen
Scropulariaceae	<i>Galvesia fruticosa</i> J.Gmelin
Poaceae	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.
Asteraceae	<i>Heterosperma diversifolium</i> Kunth.
Asteraceae	<i>Jungia spectabilis</i> D. Don
Acanthaceae	<i>Justicia cf. comata</i> (L.) Lam.
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven
Solanaceae	<i>Lycopersicon peruvianum</i>
Malvaceae	<i>Malvastrum scabrum</i> (Cav.) A. Gray
Sterculariaceae	<i>Melochia pyramidata</i> L.
Aizoaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.
Oxalidaceae	<i>Oxalis dombeyi</i> A. St-Hil.
Poaceae	<i>Pennisetum occidentale</i> Chase
Asteraceae	<i>Piqueria peruviana</i> (J.G. Gmel.) B. L. Rob.
Acanthaceae	<i>Ruellia grandiflora</i> (Nees( Lindau
Lamiaceae	<i>Salvia tubiflora</i> Ruiz & Pavon
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i> L.
Amaryllidaceae	<i>Stenomesson flammidum</i> Ravenna
Loganiaceae	<i>Strychnos castelneana</i> Wedd.
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.
Acanthaceae	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees
Bromeliaceae	<i>Tillandsia floribunda</i> Kunth
Bromeliaceae	<i>Tillandsia multiflora</i> Benth.
Bromeliaceae	<i>Tillandsia purpurea</i> Ruiz & Pav.
Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.
Commeliaceae	<i>Tradescantia zanoniana</i> (L) Schwartz

<b>Botanische Liste</b>	
Poaceae	<i>Tragus berteronianus</i> Schult.
Aizoaceae	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.
Asteraceae	<i>Wedelia latifolia</i> DC.
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.
<b>Kakteen</b>	
Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton Rose) Backeberg
Cactaceae	<i>Armatocereus oligogonus</i> Rauh & Backeb.
Cactaceae	<i>Haageocereus versicolor</i> (Werderm. & Backeb.) Backeb.
Cactaceae	<i>Monvillea diffusa</i> Britton & Rose
Cactaceae	<i>Neoraimondia gigantea</i> (Weberbauer)
Cactaceae	<i>Opuntia macbridei</i> Britton & Rose
Cactaceae	<i>Pilosocereus tweedyanus</i> (Britton & Rose) Byles & G.D. Rowley

## Anhang 2 Fotos



Foto 1 und 2 Arbeitsgebiet Las Lomas





Foto 3 und 4 Arbeitsgebiet Jaguay Negro





Foto N°5 und 6 Arbeitsgebiet Jagdgebiet El Angolo



Foto N°7 Jagdgebiet El Angolo

### Anhang 3 Selenanalyse in der Pflanze



**INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION**  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU



**ICP/INF-255/2003**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : ANA SABOGAL  
El Alcazar N° 135 - Surco.  
Tel: 271-8739 / 638-4845.

**ENTIDAD EJECUTORA** : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
INSTITUTO DE CORROSIÓN Y PROTECCIÓN (ICP-PUCP)  
DIRECTORA : Lic. Isabel Díaz Tang

**SERVICIO SOLICITADO** : Análisis químico en seis muestras de plantas.

**REFERENCIA** : ICP/PRO-278/2003

**FECHA** : San Miguel, 22 de octubre del 2003.

*\*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización escrita del ICP-PUCP\**



AV. UNIVERSITARIA CDRA. 18 - LIMA 32 - SAN MIGUEL - APARTADO POSTAL 1761 - LIMA 100  
TELEFONO (0051-1) 460-2870 ANEXO 267 - FAX (0051-1) 463-4068 E-mail: icp@pucp.edu.pe



**INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION**  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU



ICP/INF-255/2003

### 1. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Fueron recibidas seis (06) muestras de plantas, que según la solicitante proceden del proyecto: Estudio Ecológico de Ipomoea –Carnea, para la determinación de selenio.

Código solicitante	Código ICP- PUCP 2003AQ	Peso aproximado (g)
JNT (Jagui Negro – Tallo)	0521	105
JNH (Jagui Negro – Hojas)	0522	29
JNF (Jagui Negro – Frutos)	0523	40
LT (Las Lomas – Tallo)	0524	78
LH (Las Lomas – Hojas)	0525	30
LF (Las Lomas – Frutos)	0526	45

### 2. FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS

14.10.2003

### 3. FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS

20 a 21.10.2003

### 4. MÉTODO DE ENSAYO

Selenio: Espectroscopía de absorción atómica mediante generación de hidruros. Método ICP-PUCP basado en SM 3114 B – C empleando FIAS.

Tratamiento de muestra : Basado en AOAC 975.03 – Metals in Plants – Preparation of sample (b)

### 5. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Realizado por el solicitante.





**INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION**  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU



ICP/INF-255/2003

**6. RESULTADOS**

AQ198 ANÁLISIS DE MUESTRAS SÓLIDAS				
DESCRIPCIÓN Y UNIDADES DE MEDIDA		CÓDIGO DE LA MUESTRA		
	2003AQ	JNT (Jagui Negro – Tallo) 0521	JNH (Jagui Negro – Hojas) 0522	JNT (Jagui Negro – Frutos) 0523
<b>Selenio</b>	<b>mg/Kg</b>	0,4	0,5	0,5

AQ198 ANÁLISIS DE MUESTRAS SÓLIDAS				
DESCRIPCIÓN Y UNIDADES DE MEDIDA		CÓDIGO DE LA MUESTRA		
	2003AQ	LT (Las Lomas – Tallo) 0524	LH (Las Lomas – Hojas) 0525	LF (Las Lomas – Frutos) 0526
<b>Selenio</b>	<b>mg/Kg</b>	1,6	4,0	4,5

**EL PRESENTE INFORME CONSTA DE TRES (03) PÁGINAS DE TEXTO.**

Jefe del Laboratorio de Análisis Químico e Instrumental  
Quím. Pablo Cárdenas Z.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Instituto de Corrosion y Protección

*Isabel Díaz Tang*  
Lic. ISABEL DÍAZ TANG  
DIRECTORA

3 de 3

## Anhang 4 Selenanalyse im Boden



**INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION**  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU



**ICP/INF-004/2003**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : ANA SABOGAL  
El Alcazar N°135 – Surco.  
Tel.: 271-8739 638-4845.

**ENTIDAD EJECUTORA** : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
INSTITUTO DE CORROSIÓN Y PROTECCIÓN (ICP-PUCP)  
DIRECTORA : Lic. Isabel Díaz Tang

**SERVICIO SOLICITADO** : Análisis químico en tres muestras de suelos.

**REFERENCIA** : ICP/PRO-001/2003

**FECHA** : San Miguel, 21 de enero del 2003.

\*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización escrita del ICP-PUCP\*

AV. UNIVERSITARIA CDRA. 18 - LIMA 32 - SAN MIGUEL - APARTADO POSTAL 1761 - LIMA 100  
TELEFONO (0051-1) 460-2870 ANEXO 267 - FAX (0051-1) 463-4068 E-mail: icp@pucp.edu.pe







**INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION**  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU



ICP/INF-004/2003

### 1. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Fueron recibidas tres (03) muestras de suelos para la determinación de selenio.

<b>Código solicitante</b>	<b>Código ICP- PUCP 2003AQ</b>	<b>Peso (Kg)</b>
M-1 (Parcela Las Lomas)	001	1,1
M-2 (Lancones)	002	0,9
M-3 (Coto de Caza)	003	1,1

### 2. FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS

06.01.2003

### 3. FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS

13 y 20.01.2003

### 4. MÉTODO DE ENSAYO

Selenio:

Espectroscopía de absorción atómica mediante generación de hidruros. Método ICP-PUCP basado en SM 3114 B – C ,empleando FIAS.

### 5. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Realizado por el solicitante.



AV. UNIVERSITARIA CDRA. 18 - LIMA 32 - SAN MIGUEL - APARTADO POSTAL 1761 - LIMA 100  
TELEFONO (0051-1) 460-2870 ANEXO 267 - FAX (0051-1) 463-4068 E-mail: icp@pucp.edu.pe



INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU



ICP/INF-004/2003

## 6. RESULTADOS

AQ001		ANÁLISIS DE MUESTRAS SÓLIDAS		
DESCRIPCIÓN Y UNIDADES DE MEDIDA		CÓDIGO DE LA MUESTRA		
		M-1 (Parcela Las Lomas)	M-2 (Lancones)	M-3 (Coto de Caza)
	2003AQ	001	002	003
<b>Selenio</b>	<b>mg/Kg</b>	0,5	1,2	0,5

EL PRESENTE INFORME CONSTA DE TRES (03) PÁGINAS DE TEXTO.

Jefe del Laboratorio de Análisis Químico e Instrumental  
Quím. Pablo Cárdenas Z.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION

  
Dr. Santiago Flores Morúa  
Director Accesorio

3 de 3







## Anhang 6 Bodenanalyse



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : ANA SABOGAL DUNIN  
PROCEDENCIA : PIURA/SULLANA/LANCONES  
REFERENCIA : H.R. 4303  
FECHA : 20/08/2003

Número Muestra		pH	CE <sub>(1:1)</sub> dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O %	P ppm	K ppm
0433	Parcela 5 Coto Caza	6.0	0.26	0.00	0.50	2.3	70
0434	Parcela 6 Coto Caza	6.0	0.28	0.00	0.10	3.2	72
0435	Parcela 13 Coto Caza	5.9	0.10	0.00	0.40	6.5	158
0436	Parcela 23-60cm Coto Caza	5.9	1.12	0.00	0.10	5.6	67
0437	Parcela 23-90cm Coto Caza	5.8	0.30	0.00	0.50	3.2	94
0438	Parcela 1 Pampa Larga	8.0	0.25	2.80	0.40	1.5	48
0439	Parcela 1 Pampa Larga 60cm.	7.9	0.43	1.70	0.30	1.5	42
0440	Parcela 8 Pampa Larga 90cm.	6.5	0.10	0.00	0.10	4.0	45
0441	Parcela 1 Jaguar Negro 60cm.	6.5	0.29	0.00	0.30	2.3	23
0442	Parcela 2 Jaguar Negro	6.6	0.17	0.00	0.10	1.5	27
0443	Parcela Jaguar Negro 90cm.	7.8	0.19	0.00	0.30	2.3	26



*Ing. Rubén Bazán Tapia*  
Jefe de Laboratorio

/pdl

Av. La Universidad s/n. La Molina. Campus UNALM  
Telfs.: 349-5669 349-5647 Anexo 222 Telefax: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

**Procedencia .**

Departamento : PIURA Provincia : SULLANA Distrito : LANCONES  
Fundo :  
Referencia : H.R. 4304-060C-03 Solicitante : ANA SABOGAL DUNIN

Lab	Número de Muestra Campo	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
1645	Parcela No 25 Coto Caza	5.6	0.13	0.00	0.5	4.0	86	66	20	14	Fr. A.	19.09	13.81	4.66	0.30	0.32	0.00	19.09	19.09	100
1646	Parcela 1 Jaguar Negro	5.9	0.33	0.00	0.7	3.2	31	56	30	14	Fr. A.	20.41	15.39	4.53	0.14	0.35	0.00	20.41	20.41	100
1647	Parcela 3 Jaguar Negro	6.3	0.10	0.00	0.4	1.5	25	72	18	10	Fr. A.	24.90	19.30	5.14	0.13	0.33	0.00	24.90	24.90	100
1648	Parcela 4 Jaguar Negro	6.5	0.07	0.00	0.4	2.3	15	70	20	10	Fr. A.	20.25	13.78	5.99	0.11	0.37	0.00	20.25	20.25	100
1649	Parcela 5 Jaguar Negro	6.7	0.01	0.00	0.1	1.5	14	68	24	8	Fr. A.	25.73	19.35	5.62	0.10	0.66	0.00	25.73	25.73	100
1650	Parcela 6 Jaguar Negro	6.4	0.10	0.00	0.1	1.5	16	62	28	10	Fr. A.	32.00	24.07	7.40	0.11	0.42	0.00	32.00	32.00	100
1651	Parcela 25 Jaguar Negro	6.6	0.06	0.00	0.1	2.3	15	72	20	8	Fr. A.	27.68	19.27	7.60	0.12	0.69	0.00	27.68	27.68	100
1652	Parcela 26 Jaguar Negro	6.4	0.08	0.00	0.1	2.3	16	70	24	6	Fr. A.	18.24	10.92	6.80	0.12	0.40	0.00	18.24	18.24	100
1653	Parcela 27 Jaguar Negro	6.2	0.10	0.00	0.1	3.2	20	72	22	6	Fr. A.	28.80	20.58	7.55	0.13	0.54	0.00	28.80	28.80	100
1654	Parcela 28 Jaguar Negro	6.5	0.20	0.00	0.8	3.2	46	62	28	10	Fr. A.	23.36	16.46	6.32	0.20	0.38	0.00	23.36	23.36	100
1655	Parcela 29 Jaguar Negro	6.4	0.02	0.00	0.7	4.0	29	52	32	16	Fr.	26.40	19.94	5.89	0.16	0.41	0.00	26.40	26.40	100

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = franco Limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

La Molina 15 de Agosto de 2003

/pdl



*Rubén Bazán Tapia*  
**Ing. Rubén Bazán Tapia**  
Jefe del Laboratorio





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

**Procedencia .**

Departamento : PIURA Provincia : SULLANA Distrito : LANCONES  
Fundo :  
Referencia : H.R. 4304-060C-03 Solicitante : ANA SABOGAL DUNIN

Lab	Número de Muestra Campo	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
1634	Parcela No 14 Coto Caza	6.0	0.10	0.00	0.5	2.3	101	66	18	16	Fr. A.	21.24	15.87	4.68	0.36	0.33	0.00	21.24	21.24	100
1635	Parcela No 15 Coto Caza	5.8	0.07	0.00	0.4	3.2	69	62	16	22	Fr. Ar. A.	24.90	17.37	6.82	0.28	0.48	0.00	24.95	24.95	100
1636	Parcela No 16 Coto Caza	5.7	0.09	0.00	0.5	3.2	150	60	14	26	Fr. Ar. A.	25.56	17.98	6.64	0.51	0.43	0.00	25.56	25.56	100
1637	Parcela No 17 Coto Caza	5.6	0.06	0.00	0.8	6.5	162	64	20	16	Fr. A.	18.42	12.37	5.09	0.56	0.40	0.00	18.42	18.42	100
1638	Parcela No 18 Coto Caza	5.3	0.16	0.00	1.4	5.6	173	60	22	18	Fr. A.	20.75	14.22	5.11	0.59	0.33	0.50	20.75	20.25	98
1639	Parcela No 19 Coto Caza	6.3	0.13	0.00	1.8	5.6	243	60	24	16	Fr. A.	21.08	16.48	3.40	0.83	0.37	0.00	21.08	21.08	100
1640	Parcela No 20 Coto Caza	6.1	0.17	0.00	1.0	3.2	432	56	18	26	Fr. Ar. A.	22.24	16.43	4.10	1.36	0.35	0.00	22.24	22.24	100
1641	Parcela No 21 Coto Caza	5.9	0.08	0.00	0.8	2.3	82	54	20	26	Fr. Ar. A.	24.40	15.67	7.42	0.36	0.45	0.50	24.40	23.90	98
1642	Parcela No 22 Coto Caza	5.7	0.35	0.00	0.8	3.2	79	50	26	24	Fr. Ar. A.	21.08	13.83	6.29	0.23	0.43	0.30	21.08	20.78	99
1643	Parcela No 23 Coto Caza	5.7	0.25	0.00	0.5	2.3	87	42	22	36	Fr. Ar.	26.56	17.68	7.42	0.45	0.51	0.50	26.56	26.06	98
1644	Parcela No 24 Coto Caza	5.6	0.24	0.00	1.0	7.3	91	72	14	14	Fr. A.	21.58	14.45	6.42	0.36	0.35	0.00	21.58	21.58	100

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = franco Limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

La Molina 15 de Agosto de 2003

/pdl



*Rubén Bazán Tapia*  
**Ing. Rubén Bazán Tapia**  
Jefe del Laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

**Procedencia .**

Departamento : PIURA Provincia : SULLANA Distrito : LANCONES  
Fundo : Referencia : H.R. 4304-060C-03 Solicitante : ANA SABOGAL DUNIN

Número de Muestra	Lab	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>				
1623	Parcela 0 No 1 Coto	5.9	0.18	0.00	0.5	3.2	86	48	28	24	Fr.	26.89	19.41	6.85	0.29	0.34	0.00	26.89	26.89	100
1624	Parcela No 1 Coto Caza	5.5	0.12	0.00	0.7	2.3	70	48	24	28	Fr. Ar. A.	28.22	20.19	7.33	0.32	0.38	0.00	28.22	28.22	100
1625	Parcela No 2 Coto Caza	5.7	0.19	0.00	0.5	6.5	57	62	14	24	Fr. Ar. A.	24.56	17.03	6.93	0.23	0.37	0.00	24.56	24.56	100
1626	Parcela No 3 Coto Caza	5.8	0.14	0.00	1.5	6.5	233	54	24	22	Fr. Ar. A.	25.39	18.19	4.81	0.71	0.28	0.00	23.99	23.99	94
1627	Parcela No 4 Coto Caza	5.9	0.17	0.00	1.3	4.0	302	64	22	14	Fr. A.	21.91	13.33	4.99	0.80	0.27	0.30	19.69	19.39	88
1628	Parcela No 7 Coto Caza	5.9	0.17	0.00	0.8	4.8	256	44	36	20	Fr.	10.95	5.95	1.37	0.58	0.37	0.00	8.27	8.27	76
1629	Parcela No 8 Coto Caza	5.3	0.11	0.00	0.7	2.3	223	46	36	18	Fr.	13.77	6.84	1.77	0.59	0.30	0.00	9.50	9.50	69
1630	Parcela No 9 Coto Caza	6.6	0.22	0.00	0.8	2.3	183	32	32	36	Fr. Ar.	23.57	11.12	4.33	0.46	1.24	0.00	17.15	17.15	73
1631	Parcela No 10 Coto Caza	6.0	0.14	0.00	0.7	2.3	96	36	28	36	Fr. Ar.	30.04	23.34	7.63	0.32	0.45	0.00	31.74	31.74	106
1632	Parcela No 11 Coto Caza	6.2	0.20	0.00	0.3	2.3	133	26	32	42	Ar.	32.32	19.59	7.56	0.49	0.86	0.00	28.50	28.50	88
1633	Parcela No 12 Coto Caza	5.4	0.16	0.00	0.1	2.3	51	22	44	34	Fr. Ar.	23.24	15.45	6.57	0.26	0.96	0.00	23.24	23.24	100

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = franco Limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

La Molina 15 de Agosto de 2003

/pd/



*Rubén Bazán Tapia*  
**Ing. Rubén Bazán Tapia**  
**Jefe del Laboratorio**





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

**Procedencia .**

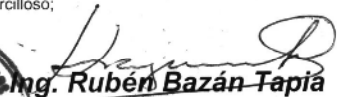
Departamento : PIURA Provincia : SULLANA Distrito : LANCONES  
Fundo : Referencia : H.R. 4304-060C-03 Solicitante : ANA SABOGAL DUNIN

Lab	Número de Muestra Campo	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
1656	Parcela 30 Jaguar Negro	6.2	0.09	0.00	0.4	4.0	19	54	34	12	Fr. A.	19.52	13.66	5.27	0.13	0.46	0.00	19.52	19.52	100
1657	Parcela No 1 Pampa Larga	6.7	0.16	0.00	0.7	4.0	214	24	38	38	Fr. Ar.	48.00	38.89	7.88	0.75	0.48	0.00	48.00	48.00	100
1658	Parcela No 2 Pampa Larga	7.2	0.42	0.00	1.5	4.8	74	68	22	10	Fr. A.	17.92	12.45	4.88	0.39	0.20	0.00	17.92	17.92	100
1659	Parcela No 3 Pampa Larga	6.7	0.16	0.00	0.8	4.8	50	40	38	22	Fr.	20.80	13.84	6.35	0.27	0.34	0.00	20.80	20.80	100
1660	Parcela No 5 Pampa Larga	6.3	0.18	0.00	1.1	5.6	58	44	36	20	Fr.	24.64	17.16	6.75	0.28	0.45	0.00	24.64	24.64	100
1661	Parcela No 6 Pampa Larga-Progreso	6.5	0.07	0.00	0.1	2.3	14	74	16	10	Fr. A.	24.80	16.62	7.30	0.29	0.59	0.00	24.80	24.80	100
1662	Parcela 6 Pampa Larga	6.5	0.12	0.00	0.4	6.5	36	54	28	18	Fr. A.	20.80	13.30	6.90	0.23	0.37	0.00	20.80	20.80	100
1663	Parcela 7 Pampa Larga	6.2	0.14	0.00	0.5	4.8	56	32	40	28	Fr. Ar. A.	29.60	21.99	7.05	0.27	0.29	0.00	29.60	29.60	100
1664	Parcela 8 Pampa Larga-30cm.	6.2	0.10	0.00	0.4	21.3	215	50	30	20	Fr.	24.00	16.59	6.35	0.78	0.28	0.00	24.00	24.00	100
1665	Parcela 8 Pampa Larga-60cm.	6.3	0.01	0.00	0.3	12.2	53	60	26	14	Fr. A.	24.64	17.13	6.64	0.54	0.33	0.00	24.64	24.64	100
1666	Parcela 9 Pampa Larga	6.1	0.09	0.00	0.4	4.0	44	54	26	20	Fr. A.	28.80	21.66	6.27	0.49	0.38	0.00	28.80	28.80	100
1667	Parcela 11 Pampa Larga	6.3	0.15	0.00	0.7	6.5	53	36	42	22	Fr.	22.56	15.44	6.44	0.38	0.30	0.00	22.56	22.56	100

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = franco Limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

La Molina 15 de Agosto de 2003

/pdl

  
**Ing. Rubén Bazán Tapia**  
Jefe del Laboratorio

