Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

BACHELOR ARBEIT

Wirkung der Fledermaus auf die Keimung und das Wachstum der Baumart *Prunus guanaiensis* in Cundinamarca, Kolumbien

vorgelegt von

Anna Schellenberg

Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften (MIN)

Fachbereich Geowissenschaften

Studiengang: B.Sc. Geographie International

Matrikelnummer: 6788878

Erstgutachter: Dr. Elke Fischer

Zweitgutachter: Dr. Olaf Conrad

Angemeldeter Titel (am 18.04.2019):

Wirkung der Fledermaus auf die Keimung und das Wachstum der Baumart *Prunus guanaiensis* in Cundinamarca, Kolumbien

Danksagung – Agradecimiento

Hiermit möchte ich meinen Dank an alle Personen, die mich in der Durchführung meiner Forschung unterstützt haben, aussprechen. Zu aller erst möchte ich dem „Parque Natural Chicaque“ danken für die Bereitstellung von Materialien und Raum sowie die zur Verfügung gestellte Zeit. Ein besonderes Dankeschön geht an meinen Praktikumsleiter Willy Camelo, der mich bei wissenschaftlichen Fragen und der Ausarbeitung des Versuchsablaufs unterstützt hat. Danke sage ich allen Personen, die mich bei der Erhebung der Daten unterstützt haben. Mein Dank geht an: Leonie, Jasper, Dana, William, Stefan, Leila, Bertille, Coline und die Mitarbeiter des Parks Chicaque. Zudem möchte ich meiner Betreuerin an der Universität Hamburg, für die Unterstützung im Prozess der Auswertung und des Schreibens danken, danke Elke Fischer.

Quiero agradecer todas las personas, cuales me ayudaren en mi investigación. Primero quiero agradecer el Parque Natural Chicaque, por dar me el espacio, los materiales y el tiempo necesario para realizar mi investigación. Quiero expresar mi agradecimiento especial a Willy Camelo, por apoyar me con preguntas científicas y con el desarrollo del plan experimental de la investigación. Gracias a todas las personas que me ayudaron en tomar los datos. Gracias: Leonie, Jasper, Dana, William, Stefan, Leila, Bertille, Coline y los trabajadores del Parque Chicaque. Además, quiero agradecer mi tutora de la Universidad de Hamburgo, Elke Fischer.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 5
2. Stand der Forschung 7
2.1. Baumart *Prunus guanaiensis* 7
2.2. Einfluss der Fledermaus auf Samen unterschiedlicher Baumarten 8
3. Material & Methoden 10
3.1. Untersuchungsgebiet 10
3.2. Versuchsablauf 11
3.3. Bestimmung der erforschte Fledermausart und Baumart 15
3.4. Datenauswertung 16
3.5. Fehleruntersuchung 17
4. Ergebnisse 19
4.1. Keimungserfolg der Samen 19
4.2. Dauer bis zur Keimung der Samen 20
4.3. Wachstum des Keimlinges in den ersten vier Wochen nach Keimung 22
4.4. Monatliche Betrachtung der Größe der Jungpflanzen 24
5. Diskussion 26
5.1. Keimungserfolg der unterschiedlichen Samenklassen 26
5.2. Dauer bis zur Keimung der Samen 26
5.3. Wachstum in den vier Wochen nach Keimung und die Unterschiede zwischen den Klassen 28
5.4. Entwicklung der Jungpflanzen in den darauffolgenden Monaten 29
5.5. Untersuchung der Aktivität der Fledermaus im Untersuchungsgebiet 30
6. Fazit 32
6.1. Zusammenfassung der Resultate 32
6.2. Ausblick 33
7. Literaturverzeichnis 34
8. Abbildungsverzeichnis 35
9. Anhang 37

1. Einleitung

Pflanzenarten passen sich durch die Ausbildung von nährstoffreichen Früchten an die Ausbreitung durch Tiere an (HOWE, SMALLWOOD 1982: S.203). Die sogenannte Zoochorie beschreibt all die Prozesse, bei denen Diasporen bzw. Samen durch Tierarten verbreitet werden (ILUZ 2011: S. 201). In den Tropen werden in manchen Gebieten 90% der Samen durch Tiere verbreitet (ILUZ 2011: S. 203). Zur Ausbreitung der Samen kommt es, indem Tiere das Fruchtfleisch der Samen abfressen oder die Frucht verdauen und den Samen defäkieren. Dies kann positive, negative oder gar keine Auswirkungen auf die Keimung des Samens haben (HOWE 1986: S. 146, 209, 219, 257). Zu den möglichen ausbreitenden Tieren, gehört die Fledermaus (HOWE, SMALLWOOD 1982: S.203).

Es wird vermutet, dass das Fressverhalten der Fledermaus durch diesen Vorgang Einfluss auf die Baumart Prunus guanaiensis hat. Diese wird im Naturpark „Parque Natural Chicaque“ in Cundinamarca, Kolumbien angepflanzt und zur Wiederaufforstung genutzt. Im Rahmen des Studiums wurde ein Praktikum im Naturpark Chicaque absolviert und im Projekt der Wiederaufforstung mitgearbeitet. Während des Besuches im Untersuchungsgebiet, erzählten AnwohnerInnen, dass Fledermäuse in der Nacht die Früchte von den Bäumen der Art *Prunus guanaiensis* fressen und die Samen danach fallen lassen. Daraufhin wurden die am Boden liegenden Samen untersucht und die Vermutung der Anwohner spiegelte sich im Aussehen der Samen bzw. Früchte wider.
Diese Beobachtung bot den Anreiz für die vorliegende Forschungsarbeit. Ziel der Forschung war es, die Symbiose zwischen der Fledermaus und der Baumart *Prunus guanaiensis* zu erforschen.
Es wurde die folgende Forschungshypothese aufgestellt:

Untersucht wird wie das Verhalten der Fledermaus, welche das Fruchtfleisch der Früchte der Baumart *Prunus guanaiensis* abfrisst und die Samen dann fallen lässt, um zu zeigen ob und wie die Fledermaus auf die Keimung und das Wachstum der Samen wirkt.

Im Rahmen der Forschung wurden 400 Samen gepflanzt, die sich aus Samen der unterschiedlichen Klassen zusammensetzten (siehe Kapitel *3.2. Versuchsablauf*). Während der Forschung wurde die Keimungsdauer, das Wachstum in den ersten vier Wochen und die monatliche Höhe der Jungpflanzen der unterschiedlichen Samenklassen dokumentiert.

Im folgenden Absatz soll die Relevanz der durchgeführten Forschung beschrieben werden. Wie schon erwähnt, werden die Samen der nativen Baumart *Prunus guanaiensis* zur Wiederaufforstung genutzt, somit sind die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung relevant um bei der Samenauswahl bei weiteren Anbauversuchen die jeweils schneller keimenden bzw. schneller wachsenden Samen auszuwählen. Eine mögliche positive Symbiose kann wichtig sein für die Verbreitung und Aufrechterhaltung der Populationen der Baumart *Prunus guanaiensis*. Besonders in dem untersuchten Gebiet, welches für landwirtschaftliche Zwecke in der Vergangenheit größtenteils entwaldet wurde, ist es interessant zu wissen, inwieweit, bei Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzung, die Fledermaus die Wiederausbreitung der nativen Art *Prunus guanaiensis* beeinflussen kann. Zudem kann, bei Feststellung von einer sich positiv auswirkenden Symbiose, dieses Wissen genutzt werden, um für den Erhalt von Rückzugsgebieten für Fledermäuse zu argumentieren. Die durchgeführte Forschung kann zudem als Grundlage dafür dienen, den Zusammenhang zwischen dem Einfluss der Fledermaus und der Verbreitung der Baumart *Prunus guanaiensis* zu erforschen und erklären zu können.

In der vorliegenden Bachelor Arbeit werden der jetzige Stand der Forschung vorgestellt, der Versuchsablauf beschrieben sowie die Ergebnisse ausgewertet und interpretiert. Abschließend werden mögliche weiterführende, an dieses Thema anknüpfende Forschungsfelder vorgestellt.

2. Stand der Forschung

2.1. Baumart *Prunus guanaiensis*

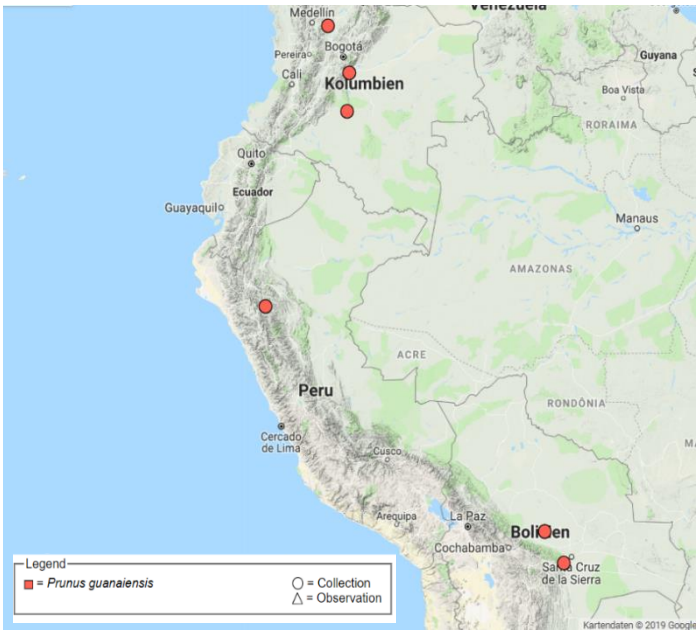


Abbildung 1 Verbreitung der Art Prunus guanaiensis

Die untersuchte Baumart *Prunus guanaiensis* gehört zu der Pflanzenfamilie Rosaceae (HERBARIO MEDEL 2007: S.177). Das Verbreitungsgebiet der Art ist weitgehend unbekannt, es gibt jedoch einzelne geodatierte Punkte in Südamerika. Populationen wurden im Norden von Bolivien, Kolumbien, Ecuador (in der Karte nicht eingezeichnet) und Peru datiert (siehe Abbildung 1) (ACHÁ MACIAS 2013: S. 41). In Kolumbien wurden Populationen in Fusagasuga, Cundinamarca datiert, das gleiche *Departamento* (Politische und Administrative Erstunterteilung Kolumbiens, es gibt 32 *departamentos* (FEDERACIÓN NACIONAL DE DEPARTAMENTOS 2019)) in dem das Untersuchungsgebiet dieser Forschung liegt (ACHÁ MACIAS 2013: S. 40). Ebenfalls in Kolumbien wurden Vorkommen der Art *Prunus guanaiensis* in Antioquia in der Literatur festgehalten.

In der Literatur wird beschrieben, dass die Art auf der Höhe von 500-1700m über dem Meeresspiegel verbreitet (ACHÁ MACIAS 2013: S. 41). Die in dieser Forschung datierte Höhe des Untersuchungsgebiets liegt bei 1960m (eigene Angaben) außerhalb des definierten Rahmens. Der Baum wird 5-15m groß; die Rinde (lat. Cortex) ist grau und dunkel, leicht rissig, aber eher glatt. Das Blatt ist oval-elliptisch förmig und leicht zugespitzt. Junge Blätter sind rot lila verfärbt (ACHÁ MACIAS 2013: S. 41), die Blattoberfläche ist lederartig. Die Frucht ist kugelförmig (HERBARIO MEDEL 2007: S.183).

In der bis jetzt veröffentlichten Literatur tauchen keine Dokumentationen zur Untersuchung des Zusammenwirkens der Fledermaus und der Art *Prunus guanaiensis* auf (Stand 18.04.19). Das folgende Kapitel (2.2 Einfluss der Fledermaus auf Samen unterschiedlicher Baumarten) befasst sich mit allgemeinen Symbiose-Phänomenen zwischen Fledermäusen und Baumarten, unbeachtet der untersuchten Region oder Artzusammensetzung innerhalb der Symbiose.

2.2. Einfluss der Fledermaus auf Samen unterschiedlicher Baumarten

In tropischen Wäldern sind 50-75% der Früchte der Baumarten an den Konsum von Wirbeltieren und Tieren angepasst (HOWE; SMALLWOOD 1982: S.209). Die Baumarten konkurrieren mit nährstoffreichem Fruchtfleisch um Ausbreiter. Besonders in den Tropen, wo die Konkurrenz auf Grund von Artenreichtum höher ist als anderswo, bilden sie besonders große und nährstoffreiche Früchte aus (HOWE; SMALLWOOD 1982: S.216). Unterschiedliche Studien in den Tropen zeigen, dass Fledermäuse Früchte und deren Samen auf zwei unterschiedliche Weisen konsumieren. Bei Früchten mit vielen kleinen Samen, werden die Samen verschluckt, passieren den Verdauungstrakt und werden mit dem Kot zusammen defäkiert. Fledermäuse haben einen sehr schnellen Verdauungsvorgan, von ca. 20-45 Minuten. Deswegen ist es wahrscheinlich, dass der Samen bei der Passage des Verdauungstraktes nicht beschädigt wird (UTZURRUM; HEIDEMANN 1991: S.311). Sind die Samen der Früchte zu groß zum Verschlucken, werden sie ausgespuckt (IZHAKI; KORINE; ARAD 1994: S.335). Nicht immer einzeln, sondern in manchen Fällen auch gesammelt in einer faserigen kugelförmigen Masse (TANG; MUKHERJEE; SHENGTI 2007: S.125).

Fledermäuse und Vögel sind wichtige Verbreiter von nativen Samen und machen es möglich, dass fragmentierte Waldstücke wieder verbunden werden (GALINDO-GONZÁLES; GUEVARIA; SOSA 2000: S. 1693). Es ist bekannt, dass die Fledermaus zur Ausbreitung von Baumarten beiträgt, indem sie die Samen verschluckt und an einem anderen Ort wieder ausscheidet (UTZURRUM; HEIDEMANN 1991: S.311). Dies kann die Kolonialisierung einer Art in neuen Gebieten über einen langen Zeitraum unterstützen und nachdem ein neuer Ort erreicht wurde, die Stabilisierung der neuen Population sichern (VOIGT; FARWIG; JOHNSON 2011: S. 355). Bei jenen Samen, die zu groß sind, um den Verdauungstrakt zu passieren, kann die Fledermaus (Szenario A) die Frucht pflücken, das Fruchtfleisch direkt am Nahrungsbaum fressen und den Samen dort fallen lassen, oder (Szenario B) zu einem Rastplatz fliegen, das Fruchtfleisch dort abfressen und den Samen am Rastplatz fallen lassen. Welches der beiden Szenarien eintritt, kann nicht für Fledermausarten oder Samenarten pauschalisiert werden (IZHAKI; KORINE; ARAD 1994: S.340). In einer Forschung, durchgeführt in Costa Rica, wurden Fledermäuse beobachtet, wie diese mit der Frucht bis zu 10km zurücklegten. Schon beim Zurücklegen der Strecke kam es dazu, dass die Fledermaus Samen fallen ließ. Dies unterstützt die flächendeckende Verbreitung der dort untersuchten Baumart (JANZEN; MILLER; HACKFORTH-JONES 1976: S. 1072).

Neben dem Einfluss der Fledermaus auf die Verbreitung der Samen, wurde die Auswirkung der Fledermaus auf die Keimung und das Wachstum der Samen in unterschiedlichen Forschungen untersucht. Deutlich wird, dass sich das Wachstums- und Keimverhalten je nach Fledermaus und Baumart unterscheidet. Es kann kein allgemeines Fazit gezogen werden. Unterschieden wird, ob die

Samen defäkiert oder ausgespuckt werden (eigene Angaben). In der von TANG; MUKHERJEE; SHENGTI durchgeführten Forschung dauerte es einen Tag länger, bis 50% der Samen, die von der Fledermaus ausgespuckt wurden, keimten, im Vergleich zu den Kontrollsamen. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass sich das Fressverhalten der Fledermaus nicht positiv auf die Keimung auswirkt (TANG; MUKHERJEE; SHENGTI 2007: S.126). Im Fall der erforschten Fledermausart *Rousettus aegyptiacus* konnte kein Unterschied beim Keimungserfolg (Anteil der gekeimten Samen innerhalb der untersuchten Stichprobe) der unterschiedlich behandelten Samen (ausgespuckt, defäkiert, unberührt) erkannt werden. Jedoch keimten die unterschiedlichen Gruppen der Samen in unterschiedlichen Zeiträumen (IZHAKI; KORINE; ARAD 1994: S.335). Jene Baumarten, deren Samen durch Tiere verbreitet werden, bilden ihre Früchte in niederschlagsreichen Monaten aus, wie auch im Fall der Art *Prunus guanaiensis* in Kolumbien (HOWE; SMALLWOOD 1982: S.213). Die Keimung der unterschiedlich behandelten Samen, zu unterschiedlichen Zeiträumen erhöht die Überlebungschancen bei unregelmäßigen Starkregenereignissen, da nicht alle Keimlinge zur gleichen Zeit keimen und dem potenziellen Risiko ausgesetzt sind (IZHAKI; KORINE; ARAD 1994: S.335).

Eine Forschung zur Fledermausart *Epomophorus wahlbergi*, die Auswirkungen von Fledermäusen auf den Keimungserfolg von Samen invasiver Arten verglich, zeigt, dass die von der Fledermaus ausgespuckten Samen im Vergleich zu den ganzen Früchten, signifikant schneller keimen (JOORDAAN; JOHNSON; DOWNS 2012: S. 959). Jene Samen, die keine Fruchtschale haben, d.h. defäkiert oder ausgespuckt wurden, keimen schneller, und stehen damit in geringerer Konkurrenz gegenüber später keimenden Samen. Zudem ist die Gefahr vor Krankheitserregern und Fressfeinden geringer (JOORDAAN; JOHNSON; DOWNS 2012: S. 960). Die Relevanz der Fledermaus als Schutzmechanismus gegenüber Krankheitsbefall zeigt die von HEER; ALBRECHT; KLAKO durchgeführte Studie: 92% der Samen ohne Fruchtschale keimten (defäkiert oder künstlich durch Menschen entfernt), während die ganzen Früchte nach wenigen Tagen durch schnell wachsende Pilze zerstört wurden (HEER; ALBRECHT; KLAKO 2010: S.425). Einen ebenfalls höheren Keimungserfolg, im Vergleich zu den Kontrollsamen, wurde bei den Samen der Baumart *Melia azedarach* beobachtet, wenn die Fruchtschale durch Fledermäuse abgegessen wurde (VOIGT; FARWIG; JOHNSON 2011: S. 356).

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Fledermaus sich unterschiedlich auf Keimung und Ausbreitung von Samen unterschiedlicher Baumarten auswirkt. Es kann kein allgemeiner Rückschluss, der für alle Arten gültig ist, gezogen werden. Zum Verständnis der Symbiose zwischen

Fledermaus und Baumart, müssen weitere Forschungen, wie die an der Art *Prunus guanaiensis*, durchgeführt.

3. Material & Methoden

3.1. Untersuchungsgebiet



Abbildung 2 Untersuchungsgebiet eingeordnet in der Region bzw. Kolumbien

Die Größe der untersuchten Fläche beträgt ca. 1794m^2 (≈41*44m), das Untersuchungsgebiet liegt in der Nähe von der Ortschaft San Antonio de Tequendama in Cundinamarca, Kolumbien. Die Fläche liegt auf einer Höhe von ungefähr 1960m und zählt damit zur subandinen Gebirgsstufe. Das Untersuchungsgebiet weist Hanglage auf, die einen Höhenunterschied von 31m auf der Fläche ausmacht und somit eine Steigung von ca. 52° berechnet werden kann. Die untersuchte

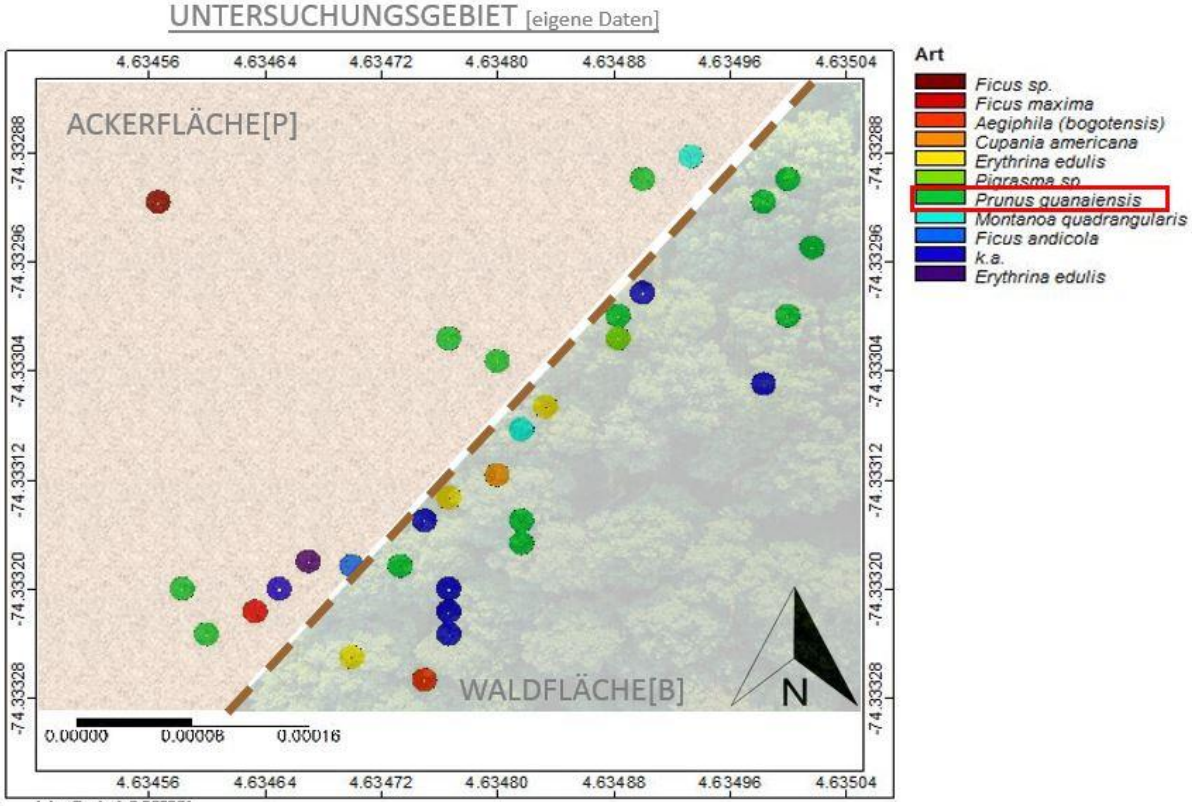


Abbildung 3 Zusammensetzung der Baumarten im Untersuchungsgebiet

Fläche lässt sich in zwei Zonen unterteilen: Wald- und Ackerfläche. Die Ackerfläche wird zeitweise zum Grasen von Kühen genutzt. Während der Erhebung der Daten und Sammeln der Samen lag die Fläche jedoch schon mehrere Monate brach. Vor Beginn der Forschung wurde beim Eigentümer der Fläche sichergestellt, dass keine Pestizide oder Düngemittel auf der Ackerfläche eingesetzt wurden. Die Waldfläche schließt an die Ackerfläche an und wird durch einen Zaun von dieser getrennt.

Zu Forschungsbeginn, am 11.04.2018, wurden die Koordinaten der unterschiedlichen Bäume, die auf der Fläche stehen, aufgenommen und nach Möglichkeit die Familie und Art bestimmt. Die auf der Karte (siehe Abb. 3) hellgrün eingefärbten Punktdaten gehören zur untersuchten Art *Prunus guanaiensis.* Sie ist die dominierende Baumart auf der Fläche. Die Arten der dunkelblau-farbigen Punkte (k.a.) konnten nicht bestimmt werden. Datiert wurden alle Bäume, in deren Nähe Samen der Art *Prunus guanaiensis* gefunden wurden. Das Untersuchungsgebiet schließt alle diese Bäume ein. Als Baum definiert wurden die Pflanzen, die mindestens einen Durchmesser von 12cm aufwiesen.

Die an das Untersuchungsgebiet angrenzenden Flächen werden größtenteils landwirtschaftlich genutzt. Da das Untersuchungsgebiet an einem Berghang liegt, wird oberhalb des Untersuchungsgebiets mit zunehmender Steigung die landwirtschaftliche Nutzung immer geringer. Das Pflanzen der gesammelten Samen und die Beobachtung der Keimung und des Wachstums fand im Parque Natural Chicaque statt. Dieser liegt ca. 8km südöstlich vom Untersuchungsgebiet auf einer Höhe von ca. 2200m. Das dort dominierende Ökosystem ist der immer feuchte Nebelwald.

3.2. Versuchsablauf

Der 11.04.2018 markiert den Beginn der Forschung. Es wurden auf dem Untersuchungsgebiet 1041 Samen vom Boden aufgesammelt. Dabei wurde zwischen Acker- und Waldfläche unterschieden. Begonnen wurde am unteren Teil des Berghangs. Mehrere Personen in einer Reihe lasen die Samen entlang der gesamten Fläche auf, wobei sie sich langsam den Hang aufwärtsbewegten. So wurde sichergestellt, dass aus allen Bereichen des Untersuchungsgebiets Samen in die Stichprobe mit aufgenommen wurden. Ebenfalls am 11.04.2018 wurden die Daten der auf der Fläche stehenden Bäume erhoben (siehe Kapitel 3.1. Untersuchungsgebiet).

Daraufhin wurden die Samen gezählt und klassifiziert. Unterschieden wurde zwischen zwei Überklassen: die Samen, die auf der Ackerfläche(P) gesammelt wurden, und die Samen, die auf der Waldfläche(B) gesammelt wurden. Die beiden Überklassen wurden wiederum unterteilt in solche Samen, deren Fruchtfleisch von Fledermäusen abgegessen wurden (M), und jene Samen, die teilweise durch Fledermäuse abgegessen wurden, jedoch an denen immer noch teilweise Fruchtfleisch vorhanden war (MC). Diese Samen (MC) wurden durch Biss- und Greifspuren identifiziert. Die Samen, die als ganze Frucht gesammelt wurden, das Fruchtfleisch war also noch vorhanden, wurden

als normale Samen(N) klassifiziert. In dieser Forschung als Fruchtfleisch bezeichnet wird das Exokarp (das äußere Abschlussgewebe der Frucht) zusammen mit dem Mesokarp, die Gewebeschicht zwischen der Fruchtschale und der Samenschale (LIEBEREI; Reisdorff 2012 S.41). Die Anzahl der gesammelten Samen setzt sich wie in der abgebildeten Tabelle dargestellt zusammen:

Klassifizierung	Waldfläche(B)	Ackerfläche(P)	Summe (B+P)
Fruchtfleisch durch Fledermäuse abgegessen (M)	196	373	569
Fruchtfleisch durch Fledermäuse teilweise abgegessen (MC)	49	23	72
Ganze Frucht, Samen mit Fruchtfleisch (N)	14	386	400
Summe	259	782	1041



Abbildung 4 Beispiel Samen, Samenschale durch Fledermaus abgegessen (M)



Abbildung 5 Beispiel Samen, Samenschale teilweise durch Fledermaus abgegessen (MC)



Abbildung 6 Beispiel Samen, Ganze Frucht, Samen mit Samenschale (N)

Abb. 4-6 zeigen Beispiele für die unterschiedlich klassifizierten Samen. Die Lagerung der Samen ab dem 11.04.2018 bis zur Einpflanzung der Samen fand im Gewächshaus des Parks *Parque Natural Chicaque* statt. Am 19.04.2018 wurde damit begonnen, die Erde für das Säen der Samen vorzubereiten. Die verwendete Erde stammte von einem Erdhaufen, der durch eine Schlammlawine im Jahr 2004 nahe dem Gewächshaus aufgeschüttet worden war. Um die Erde von größeren organischen Substanzen, Steinen und Insekten zu befreien, wurde diese gesiebt. Die Siebdurchlässigkeit des Siebes betrug 3mm. Anschließend (am 20.04.2018) wurden 400 zylinderförmige Plastiktüten mit einer Höhe von 21cm und einem Durchmesser von 11cm mit der vorbereiten Erde befüllt.

Am selben Tag wurden die Samen auf Pilz- und Bakterienbefall geprüft. Dazu wurde eine sogenannte Wasserprobe durchgeführt: Die Samen wurden in einen Eimer, gefüllt mit frischem Wasser (Wasser entnommen aus dem Gebirgsbach, der ebenfalls als Trinkwasserquelle im Gebiet dient), gelegt und all jene Samen, die an der Oberfläche schwammen, wurden aussortiert. Diese Wasserprobe basiert auf der Annahme, dass sich bei Bakterien-/Pilzbefall aufgrund der Aktivität der Organismen im Inneren des Samens Sauerstoff bildet, und der Samen deswegen an der Oberfläche schwimmt. Durch die Wasserprobe wurden insgesamt 10 Samen aussortiert: Diese waren alle von Fledermäusen abgefressen worden. Sieben stammten von der Waldfläche (BM) und drei von der Ackerfläche (PM). Nach der Wasserprobe betrug die Gesamtanzahl der Samen 1031 Stück.

Am 21.04.2018 wurden die Samen eingepflanzt. Um den Einfluss des Speichels der Fledermäuse auf die Keimung und das Wachstum der Samen zu testen, wurden 80 Samen aus der Klasse der ganzen Früchte(N) entnommen und per Hand das Fruchtfleisch abgepult. Hierbei wurden Handschuhe getragen, um die Samen nicht zu kontaminieren. Aus logistischen Gründen war es nicht möglich, alle 1031 Samen einzupflanzen, es wurde eine repräsentative Stichprobe von 400 Samen ausgewählt, die sich wie folgt zusammensetzt:

Klassifizierung	Waldfläche(B)	Ackerfläche(P)	Summe (B+P)
Fruchtfleisch durch Fledermäuse abgegessen (M)	90	90	180
Fruchtfleisch durch Fledermäuse teilweise abgegessen (MC)	20	20	40
Ganze Frucht, Samen mit Fruchtfleisch (N)	10	90	100
Fruchtfleisch abgepult (NH)	keine	80	80
Summe	120	280	400

Bevor die Samen gepflanzt wurden, wurden alle Pflanzentüten auf die Klassen aufgeteilt und nummeriert, um die anschließende Datenaufnahme einfacher zu gestalten und das Unterscheiden der Keimlinge möglich zu machen. Jedem Samen wurde so eine Samennummer zugeordnet, die auch die



Abbildung 7 Keimungspunkt Samen



Abbildung 10 Organisation der eingepflanzten Samen

Klassifizierung nach Fundort und Samenzustand (nicht/teilweise/ganz vorhandenes Fruchtfleisch durch Mensch/Fledermaus entfernt) beinhaltet. Folgende Nummern wurden definiert: BM 01-90, BMC 01-20, BN 01-10; PM 01-90, PMC 01-20, PN 01-90, PNH 01-80. Die genaue Definition der Abkürzungen ist in der folgenden Tabelle nachzulesen.

B	Waldfläche
P	Ackerfläche
M	Fruchtfleisch durch Fledermäuse abgegessen
MC	Fruchtfleisch durch Fledermäuse teilweise abgegessen
N	Ganze Frucht gepflanzt
NH	Fruchtfleisch per Hand abgepult

Die Samen wurden in 1,5cm Tiefe eingepflanzt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Samen so eingepflanzt wurden, dass der Punkt am Samen, aus dem der Keimling entsteht, nach oben zeigt (siehe Abb. 7). Anschließend wurden alle gepflanzten Samen großzügig gegossen. Im Verlauf der Forschung wurden alle Samen/Keimlinge 2-3mal in der Woche gegossen. Verwendet wurde dazu eine Brause am Ende eines Gartenschlauches, sodass die Samen möglichst gleichmäßig gegossen wurden. Zudem wurde alle drei bis vier Wochen das Unkraut entfernt. Nach der Pflanzung wurden täglich alle Samen auf Keimung überprüft.



Abbildung 9 Keimung, Beispiel Foto der Keimung Samen BM16

Nach genau drei Wochen keimte der erste Samen (PM03). Am Keimungsdatum wurde von jedem Keimling ein Foto aufgenommen. Und von diesem Datum ausgehend wurde im Zeitraum von vier Wochen wöchentlich die Größe des Keimlinges genommen. Das bedeutet, dass sich die Daten der Messungen je nach Keimling unterscheiden. Die Größe des Keimlinges wurde von der Erdoberfläche bis zum Sprossvegetationspunkt gemessen. Verwendet wurde ein Geodreieck, um die Ablesung der Größe in einem Winkel von ungefähr 90° durchführen zu können und Messunterschiede zu vermeiden. Von jenen Samen, die im Zeitraum vom 14.05.-03.09.2018 gekeimt sind, wurde die Größe in den ersten vier Wochen gemessen und aufgenommen. Nach dem 03.09.2018 konnten die Samen aus logistischen Gründen nicht mehr täglich untersucht

werden. Nach diesem Datum keimten jedoch nur noch fünf weitere Samen (PM76, PM81, BM76, PN11, BN08). Ab dem 14.07.2018 wurde alle vier Wochen die Größe aller Keimlinge, die bis dato gekeimt waren, erfasst. Beim monatlichen Erfassen der Größe wurden die Keimlinge auf Befall und Verletzungen untersucht, wie zum Beispiel das Absterben der Sprossspitze oder das Entwickeln eines zweiten/dritten Keimlings aus demselben Samen. Insgesamt wurde sechsmal, im Abstand von vier Wochen, die Größe aller Keimlinge erfasst und die Keimlinge untersucht (14.07.2018, 10.08.2018, 07.09.2018, 06.10.2018, 03.11.2018, 28.11.2018.). Am 28.11.2018 wurde die Datenerhebung beendet. All die Samen, die nach dem 28.11.2018 gekeimt sind, wurden in der Forschung nicht mehr berücksichtigt. Betrachtet man jedoch die geringe Anzahl der gekeimten Samen in den letzten Monaten der Forschung, ist es wahrscheinlich, dass nach Beendung der Forschung keine große Anzahl von Samen keimten. Der gesamte Forschungszeitraum beläuft sich somit auf sieben Monate und acht Tage: 21.04.-28.11.2018.

3.3. Bestimmung der erforschte Fledermausart und Baumart

Um die erforschte Art *Prunus guanaiensis* zu bestimmen, wurde ein Professor der Ökologie der Universität *Pontificia Universidad Javeriana* zu Rate gezogen. Außerdem wurden am 11.04.2018 Vegetationsproben genommen und detaillierte Fotos gemacht. Diese wurden mit einem Bestimmungsbuch der Region abgeglichen und bestätigen das Ergebnis des Professors.



Abbildung 10 Fund tote Fledermaus

Mitarbeiter des Programmes der Wiederaufforstung des Parks Chicaque sammeln jährlich im Untersuchungsgebiet Samen, um diese für das Wiederaufforstungsprojekt des Parks zu nutzen. Im Jahre 2016 (20.06.2016) fanden sie eine tote Fledermaus, welche sich in einem Netz verheddert hatte. Diese Fledermaus war wahrscheinlich Teil der erforschten Symbiose, da sie in der direkten Nähe zu einem Baum der Art *Prunus guanaiensis* gefunden wurde. Sie maßen die unterschiedlichen Körperteile der Fledermaus aus, um die Art zu bestimmen:

Länge des Körpers	4,6cm
Länge der Ausgebreitenden Flügel	13cm
Länge der Extremitäten	2,1cm
Länge der Ohren	1,3cm

Um die Art zu bestimmen, wurde ein Zoologe, der sich mit Fledermäusen der Region auskennt, zu Rate gezogen, jedoch waren die erhobenen Daten und das Foto nicht ausreichend, um die Art zu bestimmen. Notwendiger Faktor zur Bestimmung der Art ist die Größe und Form des Kiefers der Fledermaus, diese Daten wurden nicht erhoben. Die Fledermausart konnte also nicht bestimmt werden. Um das Verhalten der Fledermäuse (das Abfressen der Samenschale der Art *Prunus guanaiensis*) zu beweisen, wurden Tierfallkameras installiert.



Abbildung 11 Installation Tierfallkamera

Diese wurden am 04.05.2018 um 19:00 installiert und bis zum 05.05.2018 09:00 aktiviert. Die verwendeten Kameras waren Nachtsichtkameras, die bei Detektion einer Bewegung vor der Linse ein Video aufnehmen bis die Bewegung nicht mehr vorhanden war. Insgesamt wurden drei Kameras auf Bäumen der Art *Prunus guanaiensis* installiert. Zwei davon auf vier und eine auf sieben Meter Höhe. Dabei wurde die Linse jeweils auf einen nahen liegenden Ast fokussiert. Zum Anlocken der Fledermäuse wurde versuchsweise auf die Äste gekochte Gemüselasagne (kein anderes Lockmittel vorhanden gewesen) gelegt. Die Forschungsgruppe verbrachte die Nacht am Untersuchungsgebiet und es wurde versucht, so wenig Geräusche wie möglich zu machen. Leider war die Installation der Kameras nicht erfolgreich. Es konnten keine brauchbaren Aufnahmen der Fledermäuse gemacht werden, um Erkenntnisse über das Fressverhalten der Fledermaus zu gewinnen.

3.4. Datenauswertung

Die erhobenen Daten des Versuches teilten sich auf in: die Daten der Keimung, die Größe des Keimlinges in den ersten vier Wochen und die Daten der monatlichen Erhebungen. Für die allgemeine statistische Auswertung wurden die Daten der unterschiedlichen Flächen in den Unterklassen zusammengefasst und neu definiert. Die Datenbeschriftung sieht wie folgt aus:

Datenbeschriftung bei Datenaufnahme	Datenbeschriftung für statistische Berechnung
BM01-BM90	M01-M90
BN01-BN10	N01-N10
PM01-PM90	M91-M180
PN01-PN90	N11-N100
PNH01-PNH80	H01-H80

Die Unterklassen BMC und PMC (Samen gesammelt auf Ackerfläche und Waldfläche, die teilweise von Fledermäusen abgegessen wurden) mussten aus der statistischen Auswertung ausgeschlossen werden, da sie keinen ausreichende Stichprobengröße aufwiesen und keiner anderen Unterklasse zugeordnet werden konnten.

Die statistische Auswertung wurde mit den Programmen „IBM SPSS Statistics 23“ und „Excel 2013“ durchgeführt. Die in den durch Excel erstellten Grafiken auffallenden Unterschiede wurden auf ihre Signifikanz in SPSS überprüft. Die Daten wurden mit dem Shapiro-Wilk auf eine Normalverteilung getestet, jedoch waren nur drei der einundzwanzig Datenreihen normalverteil. Deshalb wurde in der weiteren statistischen Auswertung davon ausgegangen, dass die Daten insgesamt nicht normalverteilt sind. Für den Test auf Unterschiede wurde der Kruskal-Wallis Test (H-Test) gewählt, um den Unterschied der zentralen Tendenzen zwischen den Gruppen zu erkennen. Da der Kruskal-Wallis Test nur eine allgemeine Tendenz zwischen den Gruppen beschreibt und nicht spezifisch, welche Gruppen genau sich unterscheiden, wurde anschließend ein Post-hoc-Test durchgeführt. Der ausgewählte Post-hoc-Test, ist der Dunn-Bonferroni Test, der die Effektstärke der unterschiedlichen Tendenzen berechnet (UNIVERSITÄT ZÜRICH 2018). Für alle statistischen Berechnungen wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 festgelegt.

3.5. Fehleruntersuchung

Während der Forschung konnte man nicht immer persönlich durchgehend vor Ort sein, deswegen wurde teilweise die Datenerhebung an MitarbeiterInnen und PraktikantenInnen des Parks Chicaque delegiert. So kam es, dass unterschiedliche Personen die Größe der Keimlinge erhoben haben, die womöglich unterschiedliche Vorstellungen hatten, wo genau der Sprossvegetationspunkt sitzt. Dies kann zu Messungenauigkeiten geführt haben. Zudem gab es auf Grund von Missverständnissen eine Lücke in der Datenerhebung von zwei Wochen: vom 27.07. bis zum 07.08. wurden weder die wöchentlichen Größen der in den letzten vier Wochen gekeimten Keimlinge erhoben, noch die Keimungsdaten der neu gekeimten Samen notiert. Am 07.08. wurden jene Samen, die in den

vorherigen zwei Wochen gekeimt waren, untersucht und auf Grundlage, der Größe des Keimlings, das Datum der Keimung geschätzt.

Die fehlenden Größen in dem Datensatz der Beobachtung des Wachstums in den ersten vier Wochen nach der Keimung wurden durch die folgende Formel berechnet:

$$\left(\left(\frac{Größe\ 07.08. - Größe\ letzte\ Messung\ (1W\ vorher)}{Anzahl\ der\ Tage, die\ seit\ letzter\ Messung\ vergangen\ sind}\right) * 7\right) + Größe\ letzte\ Messung$$

Bei dieser angewandten Formel geht man jedoch davon aus, dass die Keimlinge linear mit der Zeit gewachsen sind. Dies ist aber wahrscheinlich nicht der Fall gewesen.

Im Laufe der Forschung wurde mindestens monatlich das Unkraut um die Keimlinge und Samen herum entfernt. In den letzten zwei Monaten des Forschungszeitraums konnte dies jedoch aus logistischen Gründen nicht mehr durchgeführt werden. Ein starker Unkrautwuchs erschwert in der Regel die Keimung, sodass die in diesem Zeitraum gekeimten Samen anderen Bedingungen unterlagen, als die vorherig gekeimten Samen. Dies kann ebenfalls zu Unregelmäßigkeiten in den Statistiken führen.

Das Gebiet, in dem die Forschung durchgeführt wurde, zählt zu dem tropischen Raum und unterliegt hiermit keinen Jahreszeiten bzw. keinen starken Wetterumschwüngen. Jedoch herrschen Trocken- und Regenzeiten, die sich in ihren klimatischen Eigenschaften unterscheiden und jeweils zweimal jährlich stattfinden und ca. drei Monate dauern. Da die erforschten Samen und Keimlinge sich in einem überdachten Gewächshaus befanden, hat der Niederschlag keinen besonderen Einfluss auf die Forschung (bis auf die unterschiedliche Luftfeuchtigkeit). Jedoch unterscheidet sich die Temperatur in der Trocken- und Regenzeit, welches sich auf die Forschung auswirken kann. Die Regenzeit findet von März bis Mai und von September bis November statt und die Trockenzeit von Juni bis August und von Dezember bis Februar. Die genauen Auswirkungen der unterschiedlichen Witterungsverhältnisse auf das Wachstum und die Keimung der Samen der Art *Prunus guanaiensis* können nicht festgestellt werden. Trotzdem muss davon ausgegangen werden, dass die Witterungsverhältnisse ein weiterer Einflussfaktor sind und der Zustand des Samens bei Einpflanzung (M, N, H) nicht als einziger beeinflussender Faktor gesehen werden kann.

Bei Beendigung der Forschung am 28.11.2018 waren von 400 gepflanzten Samen 287 Samen gekeimt, es ist nicht auszuschließen, dass später weitere Samen gekeimt haben.

Die wenig erfolgreiche Untersuchung mit Tierfallkameras lässt sich auf unterschiedliche Faktoren und Umstände zurückführen. Zum einem ist das Aufstellen von Tierfallkameras nur für eine Nacht

selten ausreichend, um ausreichende, verhaltensbeweisende Aufnahmen zu erlangen. Zudem waren die Batterien der Kameras bei der Montage nicht ausreichend geladen und zwei der drei Kameras sind im Laufe der untersuchten Zeit ausgegangen. Oftmals zur Anlockung von Fledermäusen verwendet wurde Obst (Bsp. Banane), im Fall dieser Forschung wurde jedoch kein Obst zum Untersuchungsgebiet mitgebracht. Das verwendete Lockmittel war nicht auf die Ernährungsweise der Fledermaus angepasst. Zudem wurde sich, vor Platzierung des Lockmittels, mit chemischen Insektenschutzmittel eingesprüht. Es ist möglich, dass das Lockmittel indirekt in Kontakt mit dem Mittel kam, dies ist vermutlich nicht förderlich für das Anlocken von Fledermäusen. Ein weiterer Faktor, der höchstwahrscheinlich zum Fernbleiben der Tiere beigetragen hat, ist das Aufschlagen des Camps für die Nacht in unmittelbarer Nähe zum Untersuchungsgebiet. Zwar wurde versucht, sich so still wie möglich zu verhalten, trotzdem kann die Anwesenheit von Menschen abschreckend auf die scheuen Tiere gewirkt haben.

4. Ergebnisse

4.1. Keimungserfolg der Samen

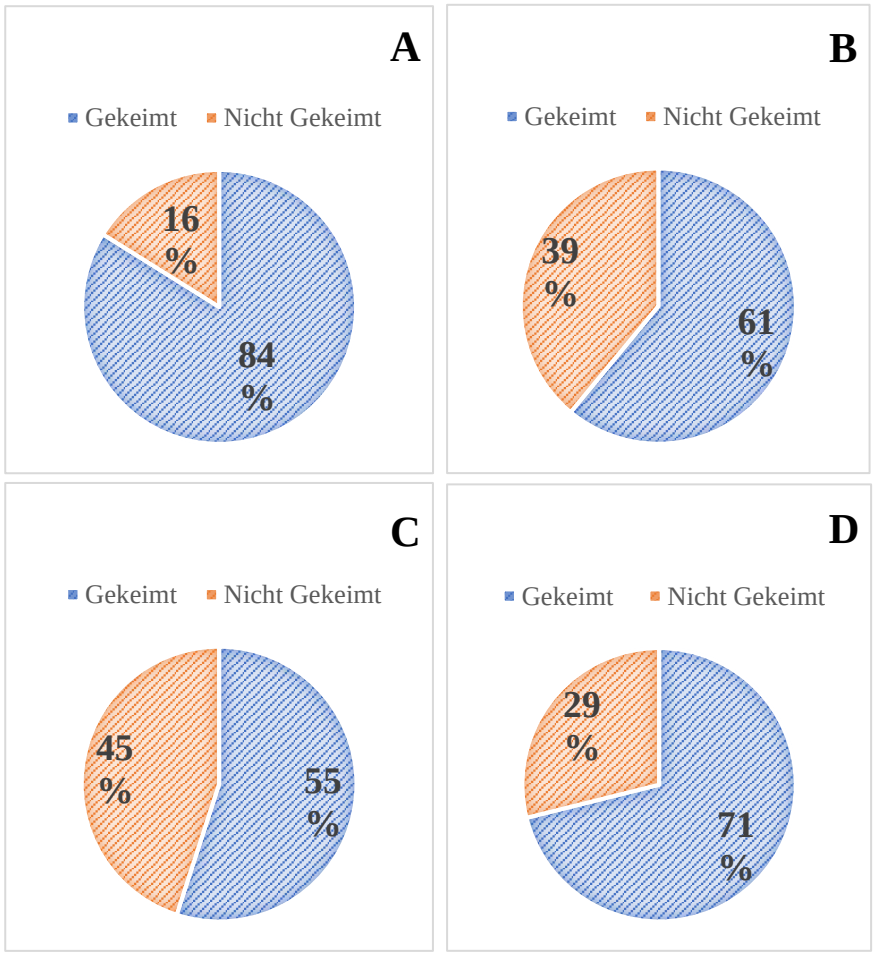


Abbildung 12 Keimungsanteil an Gesamtanzahl der gepflanzten Samen der unterschiedlichen Klassen. A = Durch Fledermaus abgegessen (M); B = Ganze Frucht gepflanzt (N); C = Fruchtfleisch entfernt (H); D= Alle gepflanzt

Im Folgenden sollen die beobachteten Ergebnisse der Keimung der Samen der unterschiedlichen Klassen vorgestellt werden. Die Abbildung 12 zeigt den Anteil der gekeimten Samen an der Anzahl der gepflanzten Samen in den unterschiedlichen Klassen innerhalb des Forschungszeitraumes (21.04.-28.11.2018). Wobei das letzte Diagramm (D) die 360 gepflanzten Samen (jene Samen, die in die statistische Auswertung mit auf-genommen wurden; ohne BMC und PMC) betrachtet und damit den durchschnittlichen

Keimungserfolg der gesamten Stichprobe zeigt. Insgesamt sind 71% der Samen der Stichprobe im untersuchten Zeitraum gekeimt. Das Diagramm A zeigt den Keimungsanteil der Samen, welche durch die Fledermäuse abgegessen wurden (M), diese weisen den höchsten Keimungsanteil auf. Mit 84% keimten die Samen der Klasse M am erfolgreichsten und liegen damit über dem durchschnittlichen Keimungserfolg aller Samen. Die Früchte, die ganz gepflanzt wurden (mit Fruchtschale), die Samenklasse N, weisen einen Keimungsanteil von 61% auf und liegen damit unter dem Durchschnitt. Die Klasse mit dem geringsten Keimungsanteil ist die Klasse der Samen, deren Fruchtfleisch durch den Untersuchenden entfernt wurde (H). Hier keimten nur 55% der gepflanzten Samen, 16 Prozentpunkte weniger als im Durchschnitt.

4.2. Dauer bis zur Keimung der Samen

Alle Samen wurden am 21.04.2018 gepflanzt. Die Tage, die vergangen sind, bis der Samen gekeimt ist, beschreibt die Keimungsdauer. Abbildung 13 zeigt den prozentualen Anteil der Anzahl der gekeimten Samen pro Tag an der Gesamtanzahl der Samen pro Klasse. Deutlich wird, dass jene Samen, die durch die Fledermäuse abgefressen wurden (M), früher anfingen zu keimen. Drei

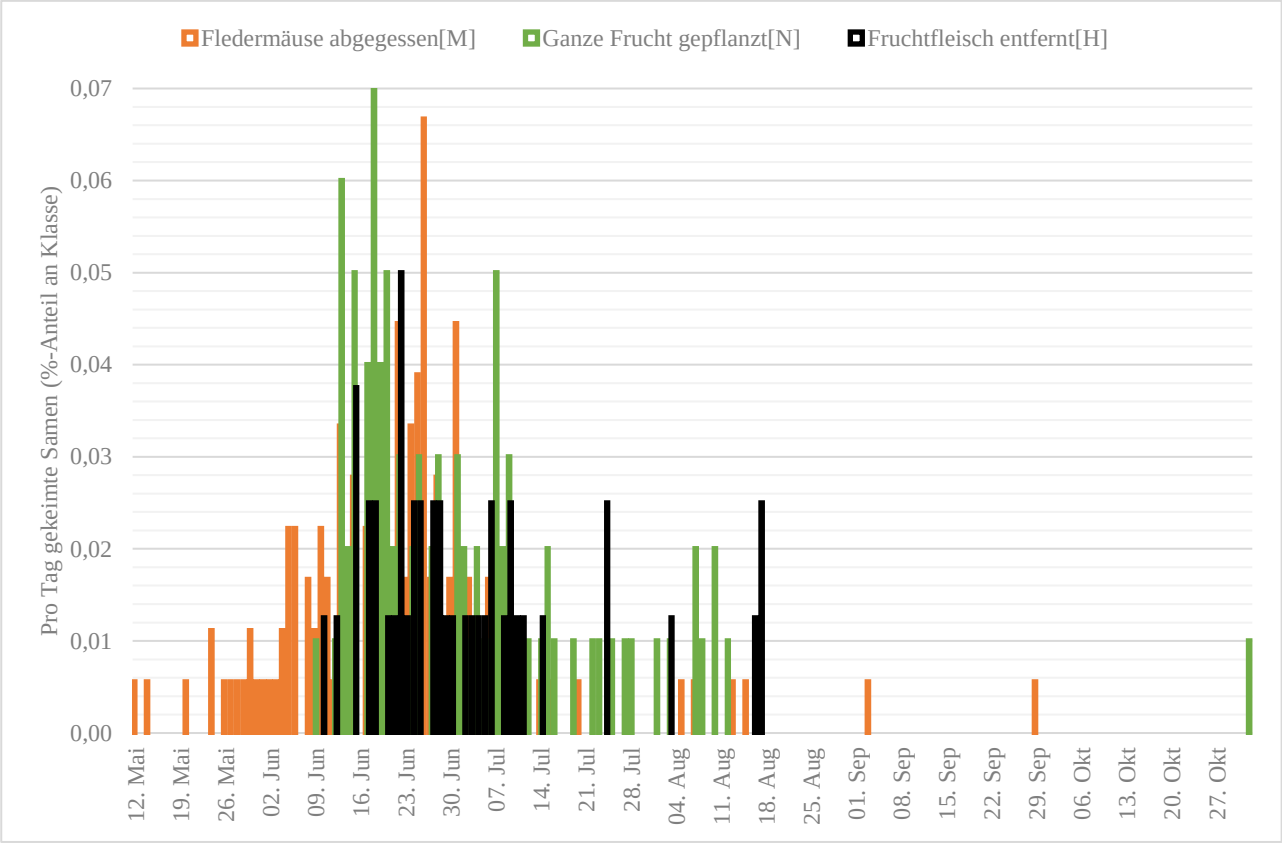


Abbildung 13 Prozentualer Anteil der gekeimten Samen im Forschungszeitraum (21.04.-28.11.2018)

Wochen nach Einpflanzung der Samen, am 12.05., keimten die ersten Samen der Klasse M. Vier Wochen später (09.06.) begonnen die Samen, welche mit ihrer Fruchtschale eingepflanzt wurden (N), zu keimen. In den folgenden zwei Wochen (09.-23.06.) weisen die Samen der Klasse N den höchsten

prozentualen Keimungsanteil pro Tag auf. Am 10.06. fingen die Samen, deren Samenschale per Hand entfernt wurde (H), an zu keimen. Die Samen der Klasse H dominieren zwar an einigen Tagen im prozentualen Anteil der Keimung pro Tag, jedoch lässt sich dies nicht auf einen bestimmten Zeitraum beschränken. Bis zum 18.08. keimte der Hauptanteil der Samen (≈98,95% der insgesamt gekeimten Samen), danach keimten nur noch vereinzelt und unregelmäßig weitere Samen der Klassen M und N.

Klasse	Nach wie vielen Tagen sind 50% der Samen gekeimt?
Fledermäuse abgefressen (M)	65
Ganze Frucht gepflanzt (N)	97
Samenschale entfernt (H)	94

Die dargestellte Tabelle zeigt, wie viele Tage vergangen sind, bis 50% der in der jeweiligen Klasse gepflanzten Samen gekeimt sind. Den kürzesten Zeitraum weisen die Samen auf, deren Fruchtfleisch vorher durch Fledermäuse abgefressen wurde (M). Nach 65 Tagen waren hier 50% der Samen gekeimt. Knapp einen Monat später erreichten die Samen, deren Fruchtschale abgepult wurde (H), die 50%-Marke, 94 Tage nach Einpflanzung der Samen. Die ganz eingepflanzten Früchte unterscheiden sich in ihrer Dauer bis zu Keimung im Vergleich zur Stichprobe H (abgefressenes Fruchtfleisch) nur gering, 50% der Samen keimten nach 97 Tagen.

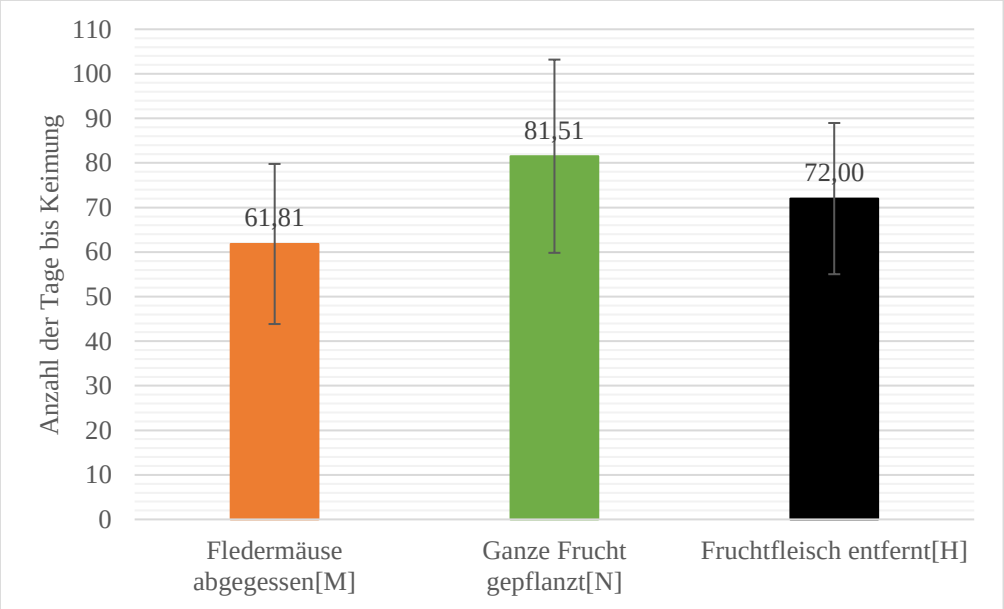


Abbildung 14 Mittlere Keimungsdauer der unterschiedlichen Samenklassen (in Tagen) mit Standardabweichung

Vergleicht man nun den Mittelwert der Keimungsdauer in den unterschiedlichen Klassen (M/N/H), erlangt man ähnliche Ergebnisse wie bei der Untersuchung der Dauer bis zur 50% Keimungsmarke (siehe oben dargestellte Tabelle). Die geringste durchschnittliche Dauer bis zur Keimung (61,81 Tage), weisen die abgefressenen Samen (M) auf. 72 Tage vergingen im Durchschnitt bis zur Keimung der Samen, deren Fruchtfleisch per Hand entfernt wurde (H). Die längste Dauer bis zur Keimung mit 81,51 Tagen weisen die Früchte auf, die ganz gepflanzt wurden. Nach diesem Vergleich kann gesagt werden, dass sich die drei Klassen in ihrer Keimungsdauer signifikant voneinander unterscheiden.

4.3. Wachstum des Keimlinges in den ersten vier Wochen nach Keimung

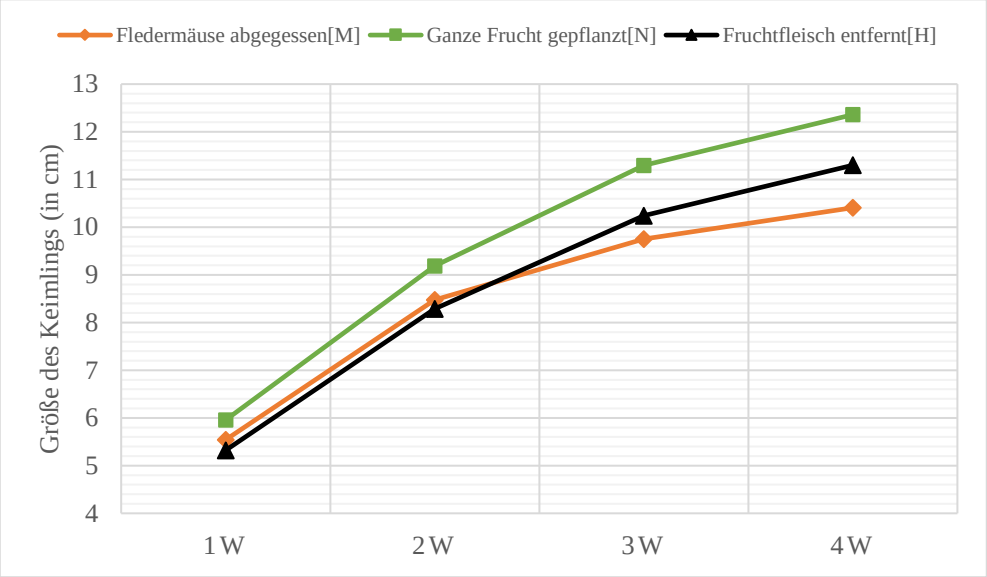


Abbildung 22 Mittelwert der Größen der Keimlinge 1-4 Woche nach der Keimung (in cm)

Das folgende Kapitel beleuchtet die Ergebnisse der Beobachtung des Wachstumes in den ersten vier Wochen nach der Keimung. Betrachtet man die Abbildung 15, wird deutlich, dass sich die gemittelte Größe in der ersten Woche der Beobachtung kaum zwischen den Klassen unterscheidet. Lediglich die Keimlinge, die als ganze Frucht gepflanzt wurden (N), sind minimal größer. Es kann in der ersten Woche kein signifikanter Unterschied zwischen den Klassen ermittelt werde. In der zweiten und dritten Woche kann festgestellt werden, dass die Keimlinge, deren Samen ganz gepflanzt wurden, also keine Interaktion mit Fledermäusen stattgefunden hat, eine signifikant höhere gemittelte Größe vorweisen. Zwischen der Samenklasse M (abgefressenes Fruchtfleisch) und jener Samen, deren Fruchtfleisch per Hand entfernt wurde (Samenklasse H), gibt es in der zweiten Woche kaum einen Unterschied der Keimlingsgröße. In der dritten Woche ist die gemittelte Größe der Keimlinge der Samenklasse H geringfügig kleiner als die Größe der Keimlinge der abgefressenen Samen. Es kann aber kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. In der vierten und letzten Woche sind die Unterschiede zwischen den drei Klassen eindeutig erkennbar. Einen signifikanten Unterschied kann man zwischen der Klasse M (Fruchtfleisch durch Fledermaus abgefressen) und der Klasse N (ganze Frucht gepflanzt) feststellen. Ebenfalls signifikant ist der Unterschied der Keimlingsgröße in der vierten Wochen zwischen der Samenklasse M und der Samenklasse H. Die Keimlinge der Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde (Klasse H), und die Keimlinge, die aus der ganzen Frucht entstanden sind, zeigen auf der Grafik Unterschiede auf, diese sind aber nicht signifikant.

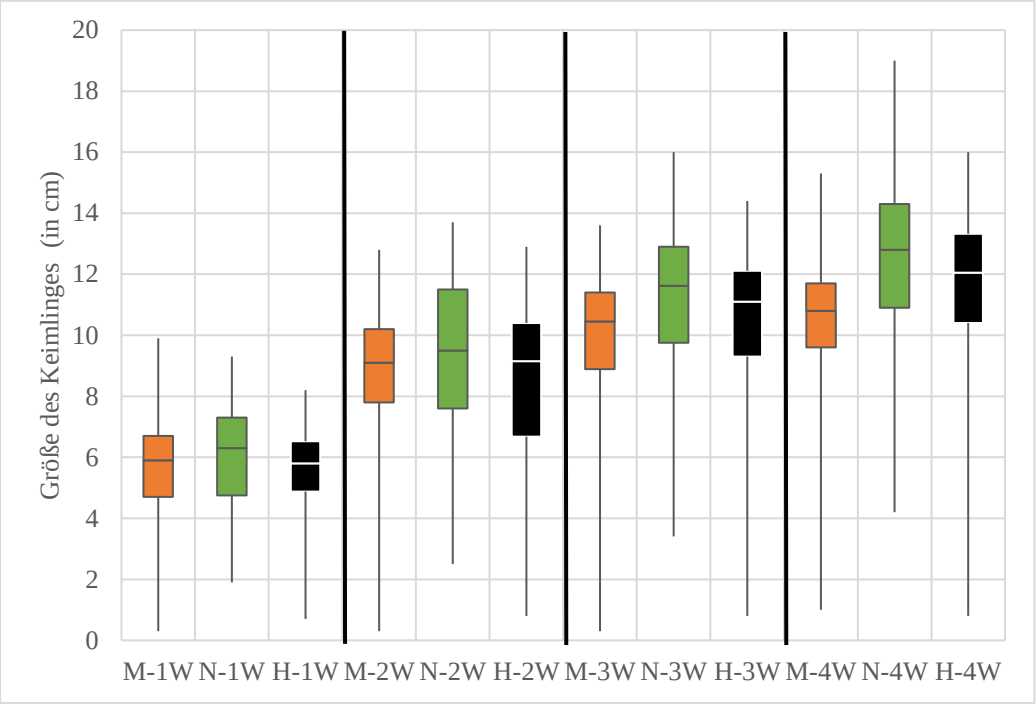


Abbildung 16 Verteilung der Daten. Größe Keimling (in cm) in den ersten vier Wochen nach der Keimung. Fledermäuse abgegessen =M; Ganze Frucht gepflanzt =N; Fruchtfleisch entfernt = H

Betrachtet man den Median (dargestellt im Boxplot Diagramm Abbildung 16) als Kontrolle zu dem Mittelwert, erkennt man, dass, ähnlich wie beim Mittelwert, der Median in den ersten zwei Wochen der Beobachtung in den unterschiedlichen Klassen auf einer ähnlichen Höhe liegt. In der dritten und vierten Woche unterscheidet sich der Median zwischen den Klassen jedoch. Das bedeutet, dass, auch wenn man die Ausreißer (Keimlinge, die aus nicht bekannten Gründen extrem langsam oder extrem schnell gewachsen sind) der Datenreihen, die in den Mittelwert mit einspielen, aus der Beobachtung ausnimmt, Unterschiede zwischen den Samenklassen, besonders in den letzten zwei Wochen (3W und 4W) zu erkennen sind. Vergleicht man die Daten, die zwischen dem ersten und dritten Quartil, also innerhalb der Box (siehe Abbildung 16 Boxplot Diagramm) liegen (Interquartilbereich) und die 50% der Daten, die außerhalb des Interquartilbereiches liegen, wird deutlich, dass die Ausreiser einen größeren Datenbereich ausmachen. Besonderes die ersten 25% der Daten (1. Quartil) machen einen großen Anteil aus. Es gibt also im Vergleich zwischen den ersten 25% und den letzten 25% der Daten mehr Keimlinge, die in den ersten vier Wochen eine eher kleinere Größe erreichen, als Keimlinge, die eine besonders hohe Größe erreichen. Vergleicht man den Datenbereich zwischen den unterschiedlichen Klassen (M/N/H), wird deutlich, dass die Daten der Samenklasse N (ganze Frucht gepflanzt) in den ersten drei Wochen weniger streuen, als die Daten der Klasse M & H. In der 4. Woche nach der Keimung gibt es eine ähnlich hohe Streuung der Daten in allen drei Klassen.

4.4. Monatliche Betrachtung der Größe der Jungpflanzen

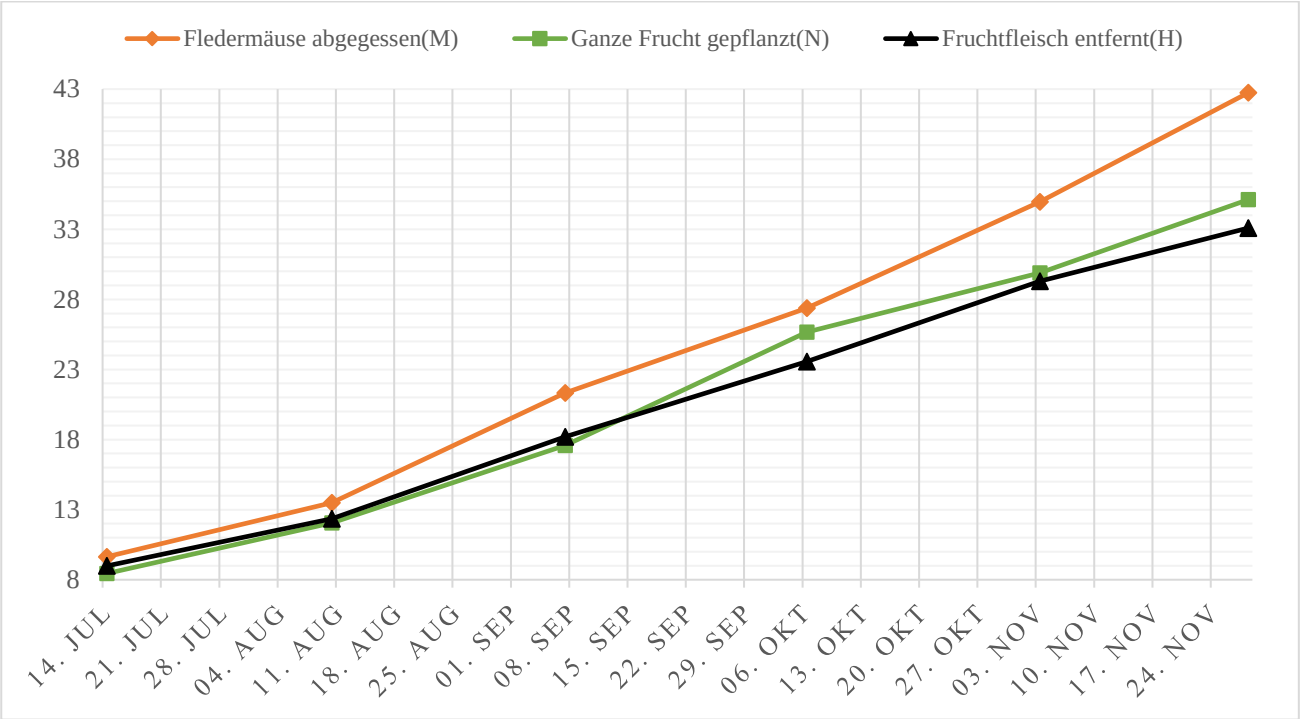


Abbildung 17 Monatliche Betrachtung der Größe der Jungpflanzen (in cm) (14.07-28.11.2018) (unterschiedliche Keimungszeitpunkt nicht einberechnet).

Das abgebildete Diagramm 17 (Abbildung 17) stellt die Entwicklung der Jungpflanzen in den Monaten Juli- November dar. Innerhalb dieses Zeitraumes wurde die Größe der Keimlinge alle vier Wochen erhoben. Jeweils monatlich wurde an nur einem Datum die Größe aller bis dahin gekeimten Samen gemessen. Wichtig ist, dass hierbei die unterschiedlichen Keimungszeitpunkte nicht einberechnet sind. Das bedeutet, dass, wenn ein Keimling früher gekeimt ist, dieser natürlich mehr Zeit hatte sich zu entwickeln. Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, keimten die unterschiedlichen Samenklassen in der Regel zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Die Samen, die der Fledermaus ausgesetzt waren (Samenklasse M), keimten durchschnittlich nach 61,81 Tagen. Die Samen der Klasse H nach 72 Tagen und die Samen, die mitsamt Fruchtschale und -fleisch gepflanzt wurden, zeigen eine gemittelte Keimungsdauer von 81,51 Tagen auf. Man kann also die Ergebnisse des Kapitels *4.3. Wachstum des Keimlinges in den ersten vier Wochen nach Keimung* und die Ergebnisse der monatlichen Beobachtung nicht vergleichen. Betrachtet man nun die Entwicklung in den ersten zwei Monaten (14.07.; 10.08.) (siehe Abbildung 17), wird deutlich, dass in diesem Zeitraum kaum ein Unterschied zwischen den unterschiedlichen Klassen der gepflanzten Samen erkannt werden kann. Ein geringer Unterschied kann bei der signifikant früher gekeimten Klasse der Samen deren Fruchtfleisch durch Fledermäuse abgefressen wurde (M), in den ersten zwei Monaten erkannt werden. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Nach 12 Wochen (07.09.) ist die gemittelte Größe der Jungpflanzen, deren Samen durch Fledermäuse abgefressen wurden (M), signifikant

größer als die Größe der Jungpflanzen, die sich aus der ganzen gepflanzten Frucht entwickelt haben (N). Die Jungpflanzen, die aus den per Hand abgepulten Samen entstanden sind (Klasse H) und die Klasse M unterscheiden sich zwar erkennbar, jedoch nicht signifikant. Ein Unterschied zwischen den Jungpflanzen der Klasse H und derer, die sich aus der in der ganzen gepflanzten Frucht (N) entwickelt haben, ist nicht zu erkennen. Im dritten Monat (06.10.) gleichen sich die verschiedenen Klassen in ihrer gemittelten Größe wieder mehr. Es sind zwar Unterschiede zu erkennen, diese sind jedoch geringer als im vorherigen Monat und nicht signifikant. Die Größe der Jungpflanzen der Samenklasse M unterscheiden sich weniger als im Vormonat zur Samenklasse N. Die Jungpflanzen der Samenklasse M sind im Vergleich zu Samenklasse H größer, ähnlich wie im Monat davor, jedoch ist der Unterschied nicht signifikant. In den letzten acht Wochen der Forschung (03.11.; 28.11.) kann an beiden Datenerhebungsterminen ein deutlicher Unterschied zwischen den Klassen an der Abbildung 17 abgelesen werden. Sowohl am 03.11. als auch am 28.11. sind die Jungpflanzen der Samenklasse M signifikant größer, im Vergleich zu den beiden anderen Klassen. Die Samenklassen N und H unterscheiden sich am 03.11. kaum in ihrer gemittelten Größe der Jungpflanzen. Am darauffolgenden Termin ist der Unterschied zwar größer (die Jungpflanzen der Klasse N sind geringfügig größer), aber nicht signifikant.
Zusammenfassend kann man feststellen, dass in den ersten zwei Monaten der Erhebung (14.07. und 10.08.) kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen beobachtet werden kann. Am 07.09. sind die Jungpflanzen der Samenklasse M kurzzeitig signifikant größer als die Pflanzen der Samenklasse N, im darauffolgenden Monat (06.10.) können jedoch wiederrum keine signifikanten Unterschiede beschrieben werden. In den letzten zwei Monaten sind die Jungpflanzen der Samenklasse M signifikant größer als die der Samenklasse N und H.

Um das Kapitel der Ergebnisse abzuschließen, muss erwähnt werden, dass zusätzlich zu den im Verlauf des Kapitels vorgestellten statistischen Berechnungen, die im Methodenteil beschrieben sind, Oberklassen Ackerfläche (P) und Waldfläche (B) untersucht wurden. Hierbei wurden die unterschiedlichen Datenreihen (Keimungsdauer, Wachstum (1W, 2W, 3W, 4W), monatliche Größe Jungpflanzen) auf signifikante Unterschiede zwischen den beiden Klassen Ackerfläche (P) und Waldfläche (B) untersucht. Dabei wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Bei weiteren Versuchsdurchläufen kann also der Aufwand der Differenzierung der Samen zwischen den beiden Flächen eingespart werden.

5. Diskussion

5.1. Keimungserfolg der unterschiedlichen Samenklassen

Betrachtet man die Ergebnisse im Kapitel 4.1., so stellt man fest, dass die Fledermaus einen positiven Einfluss auf den Keimungserfolg hat. Der Anteil der gekeimten Samen an der Gesamtanzahl der gepflanzten Samen ist prozentual höher als in den anderen Klassen. Vergleicht man den Keimungsanteil der Klasse der Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde (Samenklasse M), und die Klasse jener Samen, deren Fruchtfleisch per Hand abgepult wurde (Samenklasse H), erkennt man, dass aus dem Einfluss der Fledermaus ein 29% höherer Anteil der gekeimten Samen resultiert. Es kann also festgestellt werden, dass die Wirkung des Verhaltens der Fledermaus sich nicht nur darauf beschränkt, dass die Samenschale nicht mehr vorhanden ist und deswegen der Samen besser keimt. Es wirken andere Faktoren, die die Keimung beeinflussen. Diese Faktoren sind bis jetzt unbestimmt. Möglich wäre, dass die Zusammensetzung der Mundflüssigkeit der Fledermaus und der in dieser enthaltenen Stoffe die Keimung beeinflussen. Um dies zu bestätigen oder zu widerlegen, muss eine weitere Forschung durchgeführt werden.

Aus den Ergebnissen geht ebenfalls hervor, dass die Fruchtschale auch einen Einfluss auf die Samen hat. Der Keimungsanteil der als ganze Frucht gepflanzten Samen (Samenklasse N), ist 6% höher als der Anteil der Samen, deren Fruchtschale per Hand abgepult wurde (Samenklasse H). Dies bedeutet, dass die Fruchtschale einen positiven Einfluss auf die Keimung hat. Dieser positive Einfluss ist jedoch im Vergleich zum Einfluss der Fledermaus auf die Keimung deutlich geringer. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass das Verhalten der Fledermaus, welche das Fruchtfleisch abisst, einen deutlichen positiven Einfluss auf die Keimung der Samen der Art *Prunus guanaiensis* hat. Warum dies so ist, muss in einer weiterführenden Forschung untersucht werden.

5.2. Dauer bis zur Keimung der Samen

Um die Analyse der Ergebnisse einfacher zu gestalten, wurde das abgebildete Boxplot Diagramm erstellt (siehe Abbildung 18). Daraus wird deutlich, dass die Keimung der Samen, deren Fruchtfleisch durch Fledermäuse abgefressen wurde (Samenklasse M), und die der Samen, die als ganze Frucht gepflanzt wurden (Samenklasse N), sich auf einen größeren Zeitraum verteilt. Vergleicht man die Keimungsdauer der Samenklasse M und der Samenklasse N, wird deutlich, dass die Samen der Klasse N stabiler keimen. Es gibt wenige Ausreißer und der Anteil des Interquartilbereiches an der gesamten Verteilung der Daten ist höher. Das bedeutete, dass ein größerer Anteil der Samen (als im Vergleich zur Samenklasse M) in einem kürzeren Zeitraum keimt. Warum dies so ist, ist nicht feststellbar. Eine denkbare Erklärung ist jedoch, dass dadurch, dass alle gesammelten ganzen Früchte ähnlich grün

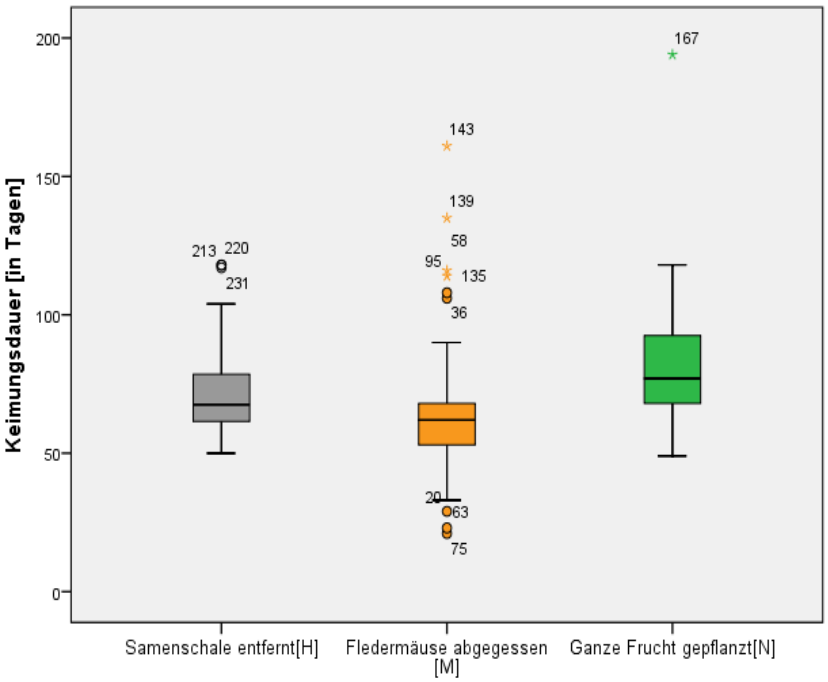


Abbildung 18 Keimungsdauer der unterschiedlichen Samenklassen. Box-Plot.

verfärbt waren, einen ähnlichen Grad an Reife hatten, als sie gepflanzt wurden, sie deswegen nach einer ähnlichen Dauer keimten. Bei den Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde (Samenklasse M), ist dagegen nicht klar, wie weit fortgeschritten die Samenruhe bei den unterschiedlichen Samen war, denn Samen können im Normalfall 1-2 Jahre überdauern bis gute Umweltbedingungen für die Keimung herrschen und der Prozess der Keimung in Gang gebracht wird (CAMPBELL 2016: S. 1079). Beim Sammeln der Samen konnte nicht eingeschätzt werden, wie lange sich die unterschiedlichen Samen der Klasse M schon in der Samenruhe befanden oder wie weit der Keimung vorausgehende Prozesse schon fortgeschritten waren. Zudem ist die Samenreifung stark abhängig von Außenfaktoren und kann sich deswegen schwierig verallgemeinern lassen (SCHOPFER; BRENNICKE 2010: S. 475). Dies kann die größere Anzahl der Ausreißer bei der Keimungsdauer der Samen aus der Klasse M erklären (siehe Abbildung 18).

Betrachtet man die Mittelwerte der unterschiedlichen Klassen und versucht diese zu erklären, wird deutlich, dass die Klasse der Samen, die in Kontakt mit der Fledermaus standen, nach einem kürzeren Zeitraum keimten, als die Samen der Klasse N und H. Dies kann man mit zwei Annahmen erklären. Es gibt die Erkenntnis, dass bei Samen, die den Verdauungstrakt von Fledermäusen oder anderen Tieren passieren, die Samenschale chemisch angedaut wird und deswegen die Samen früher keimen (CAMPBELL 2016: S. 1079). Man kann also vermuten, dass die Substanzen im Mund der Fledermaus zu ähnlichen Prozessen wie die im Verdauungstrakt führten. Dies müsste aber in einer weiterführenden Forschung untersucht werden. Eine andere Annahme ist, dass bekanntlich die Keimung eines Samens nach der Quellung stattfindet. Der Samen nimmt Wasser auf und das Wachstum wird wieder aufgenommen (CAMPBELL 2016: S. 1079). Daraus könnte man interpretieren, dass die Samen, die ohne Fruchtschale gepflanzt wurden (Samenklasse M und H), früher in direkten Kontakt mit Wasser kamen. Sie konnten durch das fehlende Fruchtfleisch wahrscheinlich das Wasser

einfacher aufnehmen und somit die Prozesse der Keimung nach kürzerer Zeit in Gang bringen. Dies würde erklären, warum die Samen der Klasse M und H signifikant früher keimen als die Samen der Klasse N. Dass die Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde (Samenklasse M), signifikant früher keimen, als die Samen, deren Fruchtfleisch per Hand abgepult wurde (Samenklasse H), ist auf den Einfluss der Fledermaus zurückzuführen. Über die genauen Faktoren, die durch die Fledermaus auf den Samen wirken, lässt sich nur spekulieren. Man kann aber davon ausgehen, dass im Gelände das Überleben der abgefressenen Samen durch die signifikant frühere Keimung höher ist, da sie einer geringeren Konkurrenz gegenüber später keimenden Samen ausgesetzt sind und die Gefahr von Fressfeinden und Krankheitserregern geringer ist (JOORDAAN; JOHNSON; DOWNS 2012: S. 960). Ein weiterer Erklärungsansatz wäre, dass die Fledermaus bei ihrer Auswahl der Früchte nur jene Früchte wählt, die überreif bzw. reifer sind (HOWE, SMALLWOOD 1982: S.203), da diese einen höheren Zuckergehalt haben. Die Samen dieser Früchte sind in ihrer Entwicklung eventuell schon etwas fortgeschrittener und keimen deswegen nach kürzerer Zeit. Um dies zu beweisen, müsste eine Enzymatische Analyse des Fruchtfleisches in unterschiedlichen Stadien durchgeführt werden, wobei der Glucose Gehalt gemessen wird, um die eben aufgestellte Thesen zu belegen (SCHOPFER; BRENNICKE 2010: S. 96).

Welche genauen Auswirkungen die unterschiedliche Dauer bis zur Keimung auf die Population der Baumart *Prunus guanaiensis* hat, wird im Folgenden erklärt. Da die Keimung sich auf einen längeren Zeitraum verteilt, ist die Überlebenschance der ganzen Population bei unvorhersehbaren Extremereignissen (Zum Beispiel Starkregenereignisse) höher (IZHAKI; KORINE; ARAD 1994: S.335). Betrachtet man die Niederschlagsverteilung in Cundinamarca, so erkennt man, dass die höchsten Niederschläge im Monat Mai fallen. Das Vorkommen von Starkregenereignissen (10-20mm pro Tag) ist in den Monaten April, Mai, Juni, September, Oktober, November anteilig an den Tagen des Monats am höchsten (METEOBLUE 2019). Vergleicht man nun den Keimungszeitraum und die Niederschlagsverteilung, dann wird deutlich, dass im Fall der Baumart *Prunus guanaiensis* ein Risiko für das erfolgreiche Überleben des Keimlinges besteht, welches sich negativ auf einzelne Individuen auswirken kann und deswegen ein Verteilen der Keimung auf einen längeren Zeitraum sich positiv auf die Population auswirken kann. Um genauere Erkenntnisse zu gewinnen, wäre es interessant, das Keimverhalten der unterschiedlichen Samenklassen im Gelände zu beobachten.

5.3. Wachstum in den vier Wochen nach Keimung und die Unterschiede zwischen den Klassen

Die Ergebnisse zeigen, dass Keimlinge der Samen, die als ganze Frucht gepflanzt wurden (Samenklasse N), ab der zweiten Woche eine größere Größe erreichen bzw. schneller wachsen, als

die Keimlinge der Samen der Samenklasse M und H. In der vierten Woche sind auch die Keimlinge der Samen, deren Fruchtfleisch abgepult (Samenklasse H) wurde, signifikant größer als diejenigen der Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde (Samenklasse M). Dies lässt darauf schließen, dass das Fruchtfleisch, welches an den Samen angrenzt, zwar die Keimung hemmt (siehe Kapitel 5.2.), aber sich auf das Wachstum nach zwei bis vier Wochen positiv auswirkt. Die Keimlinge der Samenklasse N (ganze Frucht gepflanzt) sind signifikant größer (2W,3W,4W) als die Samen, deren Fruchtfleisch von Fledermäusen abgefressen wurde (Samenklasse M). Man geht also davon aus, dass das Fruchtfleisch eine wachstumsfördernde Funktion hat. Diese Funktion könnte eine höhere Nährstoffverfügbarkeit sowie eine Schutzfunktion sein. Dies sind aber rein spekulative Annahmen und müssten durch weitere Beobachtungen bestätigt werden. Dass in der vierten Woche die Keimlinge der Samenklasse H (Fruchtfleisch per Hand entfernt) signifikant größer sind als die Keimlinge, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde (Samenklasse M), lässt vermuten, dass nicht nur das Fruchtfleisch eine positive Auswirkung auf das Wachstum in den ersten vier Wochen hat, sondern auch, dass die Fledermaus einen negativen Einfluss auf das frühe Wachstum hat. Da dies nur in der letzten Woche der Erhebung der Fall ist, muss die Annahme, dass sich das Verhalten der Fledermaus negativ auf das Wachstum auswirkt, mit Vorsicht betrachtet werden. Eine Wiederholung des Versuches kann die Annahme bestätigen oder ablehnen.

5.4. Entwicklung der Jungpflanzen in den darauffolgenden Monaten

Die Ergebnisse der Daten der monatlichen Größen der unterschiedlichen Keimlinge sind mit Vorsicht zu betrachten, da die unterschiedlichen Keimungszeitpunkte nicht aus den Statistiken herausgerechnet werden konnten (genaue Erklärung siehe Kapitel 4.3). Die Annahme, dass die erhobenen Daten auf Grund der unterschiedlichen Keimungszeitpunkte nicht analysiert werden können, ist allerdings nicht ganz schlüssig, da der Unterschied zwischen den verschiedenen Samenklassen durch unterschiedliche Keimungszeitpunkte sich eigentlich im gesamten Zeitraum relativ beständig auf die Größe der Jungpflanzen auswirken sollte. In diesem Fall nimmt die positive Entwicklung der Größen im Verlauf der sechs Monate der Jungpflanzen der Samenklasse M zu. Man könnte also vermuten, dass die Relevanz der verfrühten Keimung mit voranschreitender Zeit an Einfluss verliert und sich daraus resultierend auf Grundlage der Daten aus den beiden letzten Erhebungsterminen feststellen lässt, dass der Einfluss der Fledermaus sich positiv auf das langzeitige Wachstum auswirkt. Dies ist leider rein spekulativ, und um die eben aufgestellte These zu belegen, muss eine weitere Datenerhebung durchgeführt werden, bei der die monatlichen Daten jeweils angepasst auf das Datum der Keimung der unterschiedlichen Keimlinge erhoben werden. Die Ergebnisse beschreiben also den allgemeinen Erfolg der unterschiedlichen Samenklassen und dienen

nicht als Variable, um das langfristige Wachstum zu erforschen und zu beschreiben. Daraus hervorgehend kann man sagen, dass die Fledermaussamen (Samenklasse M) ab dem 03.11.2018 eine signifikant größere Höhe erreichten als die Samenklassen N und H. Die Ergebnisse der Größe der Jungpflanzen aus abgefressenen Samen, sowohl im Vergleich zur Klasse N (ganze Frucht gepflanzt), als auch zur Klasse H (Fruchtfleisch per Hand abgepult) beweisen, dass nicht allein das fehlende Fruchtfleisch die erfolgreichere Entwicklung der Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde, erklären kann, sondern zusätzlich andere Faktoren, die von der Fledermaus ausgehen, auf den Entwicklungserfolg wirken. Diese Faktoren sind jedoch laut dem jetzigen Stand der Forschung unbekannt.

5.5. Untersuchung der Aktivität der Fledermaus im Untersuchungsgebiet

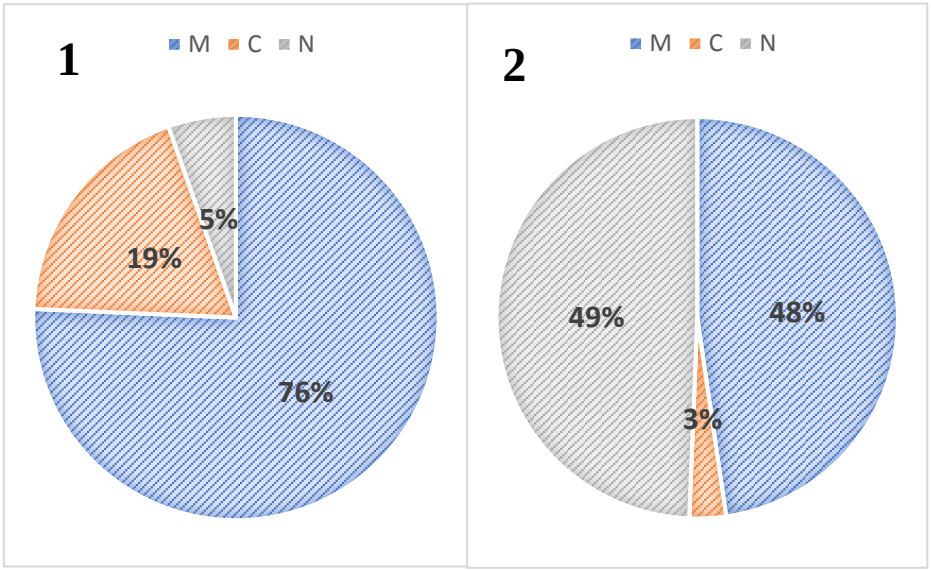


Abbildung 19 Zusammensetzung der gefundenen Samen der unterschiedlichen Klassen: Fledermäuse abgegessen (M); Teilweise abgegessen (C); Ganze Frucht (N) auf den unterschiedlichen Flächen: Samen der Waldfläche (B) = Grafik 1 und Samen der Ackerfläche = Grafik 2

Da die Untersuchung der Aktivität der Fledermaus durch die Installation von Tierfallkameras im Untersuchungsgebiet nicht erfolgreich war, kann nur die Verteilung der Samen und Baumarten im Untersuchungsgebiet untersucht werden, um auf das Verhalten der Fledermaus rückzuschließen. Wie schon im Kapitel 3.1 beschrieben, teilt sich das Untersuchungsgebiet in Wald- und Ackerfläche auf. Betrachtet man die Zusammensetzung der Samen in den jeweiligen Gebietsteilen, wird deutlich, dass im Bereich der Waldfläche (Abbildung 19, Grafik 1) der prozentuale Anteil der Samen, die in den Kontakt mit der Fledermaus gekommen sind, höher ist als der Anteil auf der Ackerfläche. Als Samen, die mit der Fledermaus in Kontakt gekommen sind, bezeichnet man die Samen der Klasse M (Samen, deren Fruchtfleisch komplett abgefressen wurde) und die Samen, deren Fruchtfleisch nur teilweise von der Fledermaus abgefressen wurde (Klasse C). Anteilig an den Samen, die auf der Waldfläche gefunden wurden, waren 95% (siehe Abbildung 19, Grafik 1) in Kontakt mit Fledermäusen, während auf der Ackerfläche nur 51% der Samen von der Fledermaus beeinflusst wurden (siehe Abbildung 19, Grafik 2). Diese prozentuale Zusammensetzung

kann man wie folgt erklären: zum einem sind auf der Waldfläche mehr Individuen der Baumart *Prunus guanaiensis* vertreten, welches die Nahrungsaufnahme für die Fledermausart einfacher gestaltet, weil diese kürzere Abstände zurücklegen muss, um von Individuum zu Individuum zu kommen. Ein anderer Faktor, der die unterschiedliche Zusammensetzung der Samen auf den jeweiligen Flächen erklären kann, ist, dass die Waldfläche geschützter ist. Die Bäume stehen näher aneinander als auf der Ackerfläche, wo die Bäume eher freistehen (siehe Abbildung 3). Die Waldfläche ist für die Fledermaus wahrscheinlich deswegen attraktiver, weil sie dort vor Feinden besser geschützt ist. In der Literatur wird immer wieder erwähnt, dass die Fledermaus die Verbreitung von unterschiedlichen Samen unterstützt (GALINDO-GONZÁLEZ; HEER; HOWE; IZHAKI; JANZEN; RIBEIRO MELLO; TANG; VOIGT). Am Tag der Sammlung der Samen im Untersuchungsgebiet und der Datierung der Bäume wurden Samen unter anderem unter dem Baum der Art *Ficus sp.* gefunden (in der Abbildung 3 eingekreist).

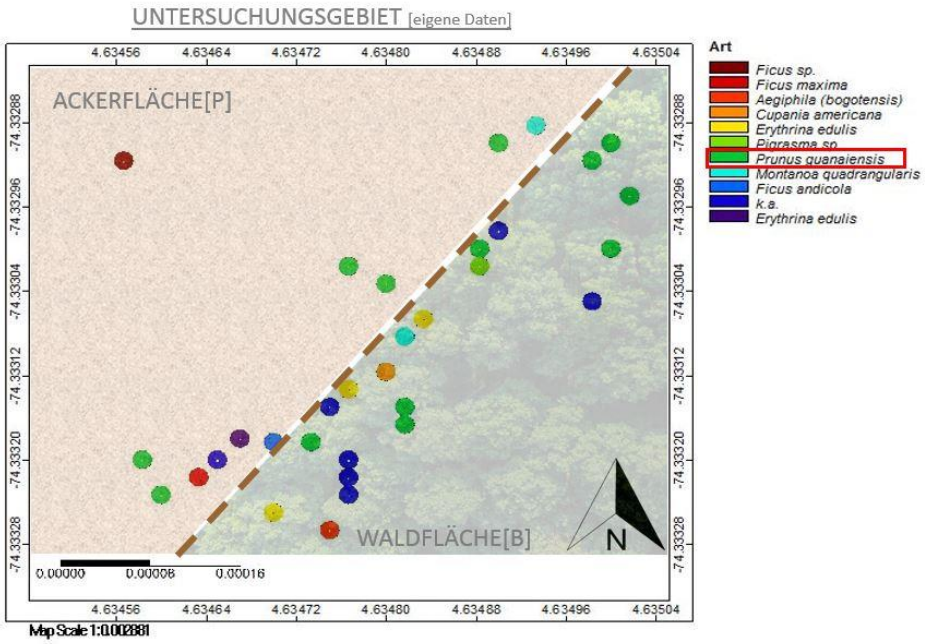


Abbildung 3 Zusammensetzung der Baumarten im Untersuchungsgebiet

Dieser befindet sich ca. 15 Meter (Berechnung mit Hilfe der Koordinaten) von dem nächsten Individuum der Art *Prunus guanaiensis* (in der Abb. 3 grün eingefärbte Punkte) entfernt. Man kann also davon ausgehen, dass es vorkommt, dass die Fledermaus mit der gepflückten Frucht vom Nahrungsbaum zum Rastplatz fliegt und damit als möglicher Ausbreiter fungieren kann. Ein weiterer Vorteil, der sich aufgrund der Verteilung der Samen durch die Fledermaus ergibt, ist, dass durch die weite Verstreuung der Samen diese besser vor dem Befall von Bakterien und Pilzen geschützt sind. Denn Bakterien und Pilze breiten sich meistens am Nahrungsbaum aus, da dort ein höheres Aufkommen von Samen vorhanden ist (JANZEN; MILLER; HACKFORTH-JONES 1976: S. 1074-1075). Zudem ist es für die Fledermausart von Vorteil, ihre Zeit am Nahrungsbaum zu verringern, indem sie die Frucht am Rastplatz verzerrt, da die Konkurrenz innerhalb der Art am Nahrungsbaum größer ist (IZHAKI; KORINE; ARAD 1994: S 341). Wie groß die zurückgelegten Entfernungen durchschnittlich sind und wie häufig diese zurückgelegt werden, müsste in einer weiterführenden Forschung

untersucht werden, um genaue Rückschlüsse auf das Fressverhalten der Fledermaus und dessen Einfluss auf die Ausbreitung der Samen zu ziehen.

6. Fazit

6.1. Zusammenfassung der Resultate

In dem aktuellen Stand der Forschung spiegelt sich kein allgemeingültiges Ergebnis über die Auswirkungen der Fledermaus auf die Keimung und das Wachstum von Samen wider. In der durchgeführten Forschung wurde die Baumart *Prunus guanaiensis* beobachtet. Zusammenfassend ließ sich erkennen, dass die Fledermaus eine positive Wirkung auf den Keimungserfolg und die Dauer bis zur Keimung hat. Die Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurden (Samenklasse M), keimen prozentual häufiger und nach einer signifikant kürzeren Zeit.
Im Gegensatz dazu ist das an den Samen angrenzende Fruchtfleisch von Bedeutung für das Wachstum in den ersten vier Wochen nach der Keimung. Ab der zweiten Woche sind die Keimlinge, deren Samen als ganze Frucht gepflanzt wurden (Samenklasse N), signifikant größer als die Samen der Samenklasse M und H. In der vierten Woche nach der Keimung sind die Keimlinge der Samen der Klasse H signifikant größer als die Keimlinge der Samenklasse M.
Betrachtet man die monatliche Entwicklung der Größe der Jungpflanzen in den unterschiedlichen Klassen als Variable, um den allgemeinen Erfolg der unterschiedlichen Samenklassen zu beschreiben (kann nicht als Variable für das Langzeitwachstum gelten, da unterschiedliche Keimungszeitpunkte nicht betrachtet wurden), wird deutlich, dass die Jungpflanzen der Samen, deren Fruchtfleisch durch die Fledermaus abgefressen wurde (Samenklasse M), eine positive Auswirkung der Fledermaus erkennen lässt. Am 07.09.; 03.11.; und 28.11. waren die Jungpflanzen, deren Samen unter dem Einfluss der Fledermaus standen (Samenklasse M), signifikant größer als die Samen, die als ganze Frucht gepflanzt wurden (Samenklasse N). Ab dem 03.11. konnten signifikant größere Höhen der Jungpflanzen der Samenklasse M im Vergleich zu den Samen, deren Fruchtfleisch per Hand abgepult wurde (Samenklasse H), beobachtet werden.

Abschließend kann man sagen, dass die Fledermaus Teil einer sich für die Baumart *Prunus guanaiensis* positiv auswirkende Symbiose ist. Das Verhalten der Fledermaus, das Fruchtfleisch abzufressen, wirkt sich positiv auf die Keimung aus und damit ist das Ausbreiten von *Prunus guanaiensis* wahrscheinlicher. Die verkürzte Dauer bis zur Keimung vermindert das Risiko von Befall durch Krankheiten, Schädlinge oder Prädatoren (JOORDAAN; JOHNSON; DOWNS 2012: S. 960). Betrachtet man das monatliche Wachstum, erkennt man eine allgemeine positive Auswirkung der

Fledermaus auf das Wachstum der Jungpflanzen. Man kann abschließend noch vermuten, dass die Fledermaus im Fall von *Prunus guanaiensis* Teil der Dispersion ist.

Erklärungsansätze, um die eben dargestellten positiven Auswirkungen durch die Fledermaus auf die Entwicklung der Art *Prunus guanaiensis* zu erklären, sind im Diskussionsteil dargestellt worden, jedoch sind dieses nur Vermutungen und müssen durch weiterführende Forschungen bestätigt werden.

6.2. Ausblick

Die durchgeführte Forschung wirft viele Fragen auf, die durch weiterführende Untersuchungen und Forschungen beantwortet werden könnten und mit denen sich die Ergebnisse dieser Forschung besser erklären lassen würden.

Zum einen ist es wichtig für eine bessere Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext, die Fledermausart oder gegebenenfalls die Fledermausarten zu bestimmen. Im Zuge der Erforschung der Fledermaus wäre es von großem Interesse, ihr Fressverhalten weiter zu erforschen. Hiermit könnte man genauere Rückschlüsse auf den Einfluss der Fledermaus auf die Dispersion der Samen der Baumart *Prunus guanaiensis* erhalten. Dieses Wissen könnte zudem genauere Vorstellungen über die Notwendigkeit (für das Verbreiten und Überleben der Population der Baumart) der Symbiose zwischen der Fledermausart und der Baumart *Prunus guanaiensis* geben. Um weitere Erkenntnisse über die Dispersion durch Tiere im Gebiet der *Prunus* Art zu gewinnen, wäre es interessant, außerhalb des Untersuchungsgebietes in größerem Rahmen die Fläche auf Samen von *Prunus guanaiensis* zu untersuchen, die Fundstellen und weitere Individuen der Baumart zu datieren und anhand einer erstellten Karte die Flugwege der Fledermausart vom Nahrungsbaum zum Rastplatz zu erforschen. Zudem wäre es interessant, eine Nährstoffanalyse des Fruchtfleisches der Samen durchzuführen und damit zum einen den Einfluss auf das Wachstum des Keimlinges in den ersten vier Wochen der Samenklasse N (ganze Frucht gepflanzt) erfassen zu können. Zum anderen ist es interessant zu wissen, welche Nährstoffe im Fruchtfleisch liegen und in wie weit sich die Baumart *Prunus guanaiensis* auf die Fledermaus in ihrer Nährstoffzusammensetzung angepasst hat.

Um genauere Vorstellungen über das langzeitige Wachstum der Jungpflanzen innerhalb der unterschiedlichen Samenklassen zu gewinnen, wäre es außerdem interessant, einen erneuten Versuchsablauf durchzuführen und diesmal jeweils die monatlichen Erhebungstermine auf die unterschiedlichen Keimungsdaten anzupassen. Somit hätte man zuverlässigere Ergebnisse zum Wachstumsverhalten der unterschiedlichen Samenklassen und den genauen Einfluss der Fledermaus auf das Wachstum. Allgemein wäre das Wiederholen des Versuchsablaufs vorteilhaft, um die Ergebnisse zu vergleichen und bis jetzt nicht aufgefallene Besonderheiten in diesem Versuchsablauf zu erkennen und zu erklären.

7. Literaturverzeichnis

ACHÁ MACIAS, I. A.(2013): El género Prunus (Rosacea) en Bolivia: Novedades en su Sistemática. – Tesis de grado para optar al título de Licenciatura en Biología.

CAMPBELL, N. A. (2016): Biologie. Kapitel 38: Fortpflanzung und Biotechnologie der Angiospermen. 10. Auflage. Pearson Verlag.

FEDERACIÓN NACIONAL DE DEPARTAMENTOS (2019): Gobernadores. https://fnd.org.co/gobernadores.html Zugriff 18.04.2019

GALINDO-GONZÁLEZ, J.; GUEVARA, S.; SOSA, V.J. (2000): Bat- and Bird- Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. – In: Conversation Biology Volume 14, No. 6, December 2000

HERBARIO MEDEL UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLIN (2007): Estudios sobre el género Prunus (Rosaceae) en el Neotrópico: novedades taxonómicas y nomenclaturales para Colombia. - In: Anales del Jardín Botánico de Madrid 64(2): 177-190, julio-diciembre 2007.

HEER, K.; ALBRECHT, L.; KLAKO, E.K.V. (2010): Effects of ingestion by neotropical bats on germination parameters of native free-standing and strangler Wgs (Ficus sp., Moraceae). – In: Oecologia (2010) 163:425-435

HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. (1982): Ecology of Seed dispersal. – In: Ann Rev. Ecol. Syst. 1982. 13:201-228

HOWE, H.F. (1986): Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. - In: D.R Murray (ed.) Seed Dispersal. Academic, New York, pp. 123–190.

ILUZ, D. (2011): Zoochory: The dispersal of plants by animals. – In: SECKBACH, J.; DUBINSKY, Z. (2011): All flesh is grass. Plant-Animal Interrelationships. Springer Verlag.

IZHAKI, I.; KORINE, C.; ARAD, Z. (1994): The effect of bat (Rousettus aegyptiacus) dispersal on seed germination in eastern Mediterranean habitats. – In: Oecologia 101: 335-342

JANZEN, D. H.; MILLER, G. A.; HACKFORTH-JONES, J.; POND, C.M.; HOOPER, K.; JANOS, D.P. (1976): Two Costa Rican bat-generated seed shadows of andira inermis (leguminosae). – In: Ecology (1976) 57: pp. 1068-1075

JOORDAAN, L.; JOHNSON, S.D.; DOWNS, C.T. (2012): Wahlberg's epauletted fruit bat (Epomophorus wahlbergi) as a potential dispersal agent for fleshy-fruited invasive alien plants: effects of handling behaviour on seed germination. – In: Biol Invasions (2012) 14:959–968

LIEBEREI, R.; REISDORFF, C. (2012): Nutzpflanzen. 8. Auflage. Georg Thieme Verlag KG.

METEOBLUE (2019): Climate Cundinamarca. Departamento del Magdalena, Colombia, 9.66°N 74.2°W 90m asl. https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/cundinamarca_colombia_3685416 Zugriff 16.05.2019

RIBEIRO-MELLO, M. A.; KALKO, K. V.; RODRIGUES-SILVA, W. (2008): Movements of the Bat Sturnira lilium and Its Role as a Seed Disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic Forest. – In: Journal of Tropical Ecology, Vol. 24, No. 2 (Mar., 2008), pp.225-228

SCHOPFER, P.; BRENNICKE, A. (2010): Pflanzenphysiologie. 7. Auflage. Springer Verlag.

TANG, Z.; MUKHERJEE, A.; SHENGTI, L.; CAO, M; LIANG, B.; CORLETT, R.T.; ZHANG S. (2007): Effect of ingestion by two frugivorous bat species on the seed germination of Ficus racemosa and F. hispida (Moraceae). – In: Journal of Tropical Ecology (2007) 23:125-12 7

UNIVERSITÄT ZÜRICH (2018): Datenanalyse mit SPSS. Unterschiede. Zentrale Tendenzen. Kruskal - Wallis-Test. https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/kruskal.html Zugriff 07.05.19

UTZURRUM, R.C.B.; HEIDEMAN, P.D. (1991): Differential Ingestion of Viable vs Nonviable Ficus Seeds by Fruit Bats. – In: Biotropica 23(3): 311-312

VOIGT, F.A.; FARWIG, N.; JOHNSON, S.D. (2011): Interactions between the invasive tree Melia azedarach (Meliaceae) and native frugivores in South Africa. – In: Journal of Tropical Ecology. Vol. 27, No. 4 (July 2011), pp. 355-363

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1, S. 6, Verbreitung der Art Prunus guanaiensis. – aus: NEOTROPICAL PLANT PORTAL. http://hasbrouck.asu.edu/neotrop/plantae/collections/map/googlemap.php?usethes=1&taxa=90889 Zugriff 17.05.2019

Abbildung 2, S. 9, Untersuchungsgebiet eingeordnet in der Region bzw. Kolumbien. – aus: GOOGLE MAPS. Zugriff 17.05.2019

Abbildung 3, S. 9 & 30, Zusammensetzung der Baumarten im Untersuchungsgebiet. – SCHELLENBERG: Eigene erstellte Karte. Erstellt mit Saga Gis (Version: saga-6.3.0)

Abbildung 4, S. 11, Beispiel Samen, Samenschale durch Fledermaus abgegessen (M). – SCHELLENBERG: Eigene Aufnahme.

Abbildung 5, S. 11, Beispiel Samen, Samenschale teilweise durch Fledermaus abgegessen (MC) – SCHELLENBERG: Eigene Aufnahme.

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6, S. 11, Beispiel Samen, Ganze Frucht, Samen mit Samenschale (N) – SCHELLENBERG: Eigene Aufnahme.

Abbildung 7, S. 12, Keimungspunkt Samen – SCHELLENBERG: Eigene Aufnahme.

Abbildung 8, S. 12, Organisation der eingepflanzten Samen – SCHELLENBERG: Eigene Aufnahme.

Abbildung 9, S. 13, Keimung, Beispiel Foto der Keimung Samen BM16 – SCHELLENBERG: Eigene Aufnahme.

Abbildung 10, S. 14, Fund tote Fledermaus – CAMELO W.

Abbildung 11, S. 15, Installation Tierfallkamera – SCHELLENBERG: Eigene Aufnahme.

Abbildung 12, S. 18, Keimungsanteil an Gesamtanzahl der gepflanzten Samen der unterschiedlichen Klassen. A = Durch Fledermaus abgegessen (M); B = Ganze Frucht gepflanzt (N); C = Fruchtfleisch entfernt (H); D= Alle gepflanzt – SCHELLENBERG: Eigen erstellte Grafik.

Abbildung 13, S. 19, Prozentualer Anteil der gekeimten Samen im Forschungszeitraum (21.04.-28.11.2018) – SCHELLENBERG: Eigen erstellte Grafik.

Abbildung 14, S. 20, Mittlere Keimungsdauer der unterschiedlichen Samenklassen (in Tagen) mit Standardabweichung – SCHELLENBERG: Eigen erstellte Grafik.

Abbildung 15, S. 21, Mittelwert der Größen der Keimlinge 1-4 Woche nach der Keimung (in cm) – SCHELLENBERG: Eigen erstellte Grafik.

Abbildung 16, S. 22, Verteilung der Daten. Größe Keimling (in cm) in den ersten vier Wochen nach der Keimung. Fledermäuse abgegessen =M; Ganze Frucht gepflanzt =N; Fruchtfleisch entfernt = H – SCHELLENBERG: Eigen erstellte Grafik.

Abbildung 17, S. 23, Monatliche Betrachtung der Größe der Jungpflanzen (in cm) (14.07-28.11.2018) (unterschiedliche Keimungszeitpunkt nicht einberechnet). – SCHELLENBERG: Eigene erstellte Grafik.

Abbildung 18, S. 26, Keimungsdauer der unterschiedlichen Samenklassen. Box-Plot. – SCHELLENBERG: Eigene erstellte Grafik.

Abbildung 19, S. 29, Zusammensetzung der gefundenen Samen der unterschiedlichen Klassen: Fledermäuse abgegessen (M); Teilweise abgegessen (C); Ganze Frucht (N) auf den unterschiedlichen Flächen: Samen der Waldfläche (B) = Grafik 1 und Samen der Ackerfläche = Grafik 2 – SCHELLENBERG: Eigene erstellte Grafik.

9. Anhang

SPSS Ausgabe

Deskriptive Statistiken

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
KD_M	151	21	161	61,81	17,962
KD_N	61	49	194	81,51	21,681
KD_H	44	50	118	72,00	16,966
G1_M	150	0,30	9,90	5,5420	1,78958
G1_N	59	1,90	9,30	5,9576	1,83840
G1_H	44	0,70	8,20	5,3216	2,07853
G2_M	149	0,30	12,80	8,4758	2,50892
G2_N	58	2,50	13,70	9,1879	2,83227
G2_H	44	0,80	12,90	8,2864	3,03825
G3_M	148	0,30	13,60	9,7497	2,62440
G3_N	56	3,40	16,00	11,2929	2,49077
G3_H	44	0,80	14,40	10,2409	3,15295
G4_M	149	1,00	15,30	10,4080	2,38069
G4_N	57	4,20	19,00	12,3596	2,87215
G4_H	44	0,80	16,00	11,3000	3,44498
Valid N (listwise)	44				

Gruppenstatistiken

Gruppe		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
KD_M	Wald	73	59,4795	16,38861	1,91814
	Acker	78	64,0000	19,16639	2,17017
G1_M	Wald	73	5,3589	1,75189	0,20504
	Acker	77	5,7156	1,81891	0,20728
G2_M	Wald	72	8,2431	2,44499	0,28814
	Acker	77	8,6935	2,56399	0,29219
G3_M	Wald	71	9,4106	2,42541	0,28784
	Acker	77	10,0623	2,77437	0,31617
G4_M	Wald	72	10,1526	2,13583	0,25171
	Acker	77	10,6468	2,57991	0,29401

9. Anhang

Gruppe		Mittelwert	Standardabweichung
Keimungsdauer	Wald[B]	59,4795	16,38861
	Acker[P]	64,0000	19,16639
Größe 1W	Wald[B]	5,3589	1,75189
	Acker[P]	5,7156	1,81891
Größe 2W	Wald[B]	8,2431	2,44499
	Acker[P]	8,6935	2,56399
Größe 3W	Wald[B]	9,4106	2,42541
	Acker[P]	10,0623	2,77437
Größe 4W	Wald[B]	10,1526	2,13583
	Acker[P]	10,6468	2,57991

Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
GM_14.07	143	0,01	16,00	9,6374	3,36522
GM_10.08	146	2,00	27,10	13,4815	4,29447
GM_07.09	149	3,20	33,10	21,3272	6,11162
GM_06.10	149	8,30	46,00	27,3732	7,23378
GM_03.11	150	6,80	59,40	34,9625	9,85952
GM_28.11	148	10,80	74,20	42,7399	11,64664
GN_14.07	42	0,01	16,00	8,4431	3,73041
GN_10.08	56	1,50	18,30	12,0518	3,91389
GN_07.09	59	4,30	30,70	17,5831	5,84964
GN_06.10	59	4,20	39,80	25,6593	7,23752
GN_03.11	61	1,20	45,90	29,8885	9,67776
GN_28.11	61	1,20	55,20	35,1148	11,41779
GH_14.07	37	0,03	15,60	8,9841	4,11585
GH_10.08	39	1,50	16,70	12,3436	4,07533
GH_07.09	43	6,20	30,70	18,2000	7,39427
GH_06.10	43	3,70	40,20	23,5581	8,42347
GH_03.11	43	10,20	51,70	29,2907	9,50022
GH_28.11	43	9,30	55,90	33,0907	10,78011
Gültige Werte (Listenweise)	20				

9. Anhang

Tests auf Normalverteilung

	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz
KD_M	0,863	151	0,000
KD_N	0,798	61	0,000
KD_H	0,854	44	0,000
G1_M	0,930	150	0,000
G1_N	0,963	59	0,071
G1_H	0,882	44	0,000
G2_M	0,882	149	0,000
G2_N	0,946	58	0,012
G2_H	0,898	44	0,001
G3_M	0,852	148	0,000
G3_N	0,975	56	0,307
G3_H	0,861	44	0,000
G4_M	0,888	149	0,000
G4_N	0,971	57	0,178
G4_H	0,884	43	0,000

Kruskal Wallis Test – Gruppe 1 = Fruchtfleisch durch Fledermäuse abgegessen (M); Gruppe 2 = Ganze Frucht gepflanzt; (N) Gruppe 3 = Fruchtfleisch per Hand abgepult (H)

KD – Keimdauer

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std. Fehler	Standard Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
1,00-3,00	-44,095	12,680	-3,478	,001	,002
1,00-2,00	-83,381	11,229	-7,426	,000	,000
3,00-2,00	39,287	14,639	2,684	,007	,022

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.
Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G1W – Größe Keimling erste Woche

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von G1W ist über die Kategorien von Gruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,283	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G2W – Größe Keimling zweite Woche

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von G2W ist über die Kategorien von Gruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,232	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G3W – Größe Keimling dritte Woche

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std. Fehler	Standard Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
1,00-3,00	-17,415	12,315	-1,414	,157	,472
1,00-2,00	-42,556	11,252	-3,782	,000	,000
3,00-2,00	25,141	14,449	1,740	,082	,246

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.
Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G4W – Größe Keimling vierte Woche

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std. Fehler	Standard Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
1,00-3,00	-24,070	12,405	-1,940	,052	,157
1,00-2,00	-36,053	11,260	-3,202	,001	,004
3,00-2,00	11,983	14,509	,826	,409	1,000

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.
Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G14.07 – Größe Keimling 14.07

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von G14.07 ist über die Kategorien von Gruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,184	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G10.08 – Größe Keimling 10.08

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von G10.08 ist über die Kategorien von Gruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,328	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G07.09 – Größe Keimling 07.09

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std. Fehler	Standard Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
2,00-3,00	-20,617	14,450	-1,427	,154	,461
2,00-1,00	44,920	11,300	3,975	,000	,000
3,00-1,00	24,303	12,391	1,961	,050	,150

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.
Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G06.10 – Größe Keimling 06.10

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von G06.10 ist über die Kategorien von Gruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,168	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G03.11 – Größe Keimling 03.11

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std. Fehler	Standard Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
3,00-2,00	1,704	14,515	,117	,907	1,000
3,00-1,00	38,993	12,528	3,113	,002	,006
2,00-1,00	37,289	11,288	3,304	,001	,003

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.
Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

G28.11 – Größe Keimling 28.11

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std. Fehler	Standard Test-statistik	Sig.	Angep. Sig.
3,00-2,00	4,651	14,403	,323	,747	1,000
3,00-1,00	47,956	12,450	3,852	,000	,000
2,00-1,00	43,305	11,222	3,859	,000	,000

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.
Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist , 05.

T-Test auf Unterschiede zwischen der Wald- und Ackerfläche

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
KD_M	Varianzen sind gleich	0,131	0,718	-1,553	149	0,123	-4,52055	2,91139	-10,27350	1,23240
	Varianzen sind nicht gleich			-1,561	147,821	0,121	-4,52055	2,89636	-10,24416	1,20307
G1_M	Varianzen sind gleich	0,004	0,950	-1,222	148	0,224	-0,35668	0,29186	-0,93343	0,22007
	Varianzen sind nicht gleich			-1,223	147,961	0,223	-0,35668	0,29156	-0,93285	0,21949
G2_M	Varianzen sind gleich	0,152	0,697	-1,096	147	0,275	-0,45045	0,41103	-1,26274	0,36184
	Varianzen sind nicht gleich			-1,098	146,941	0,274	-0,45045	0,41037	-1,26144	0,36054
G3_M	Varianzen sind gleich	0,036	0,849	-1,516	146	0,132	-0,65177	0,42991	-1,50142	0,19787
	Varianzen sind nicht gleich			-1,524	145,598	0,130	-0,65177	0,42757	-1,49682	0,19327
G4_M	Varianzen sind gleich	0,320	0,573	-1,269	147	0,207	-0,49411	0,38949	-1,26383	0,27560
	Varianzen sind nicht gleich			-1,277	144,908	0,204	-0,49411	0,38704	-1,25908	0,27085

9. Anhang

GPS Daten Untersuchungsgebiet

Baum-nummer	GPS Nummer	GPS	Höhe	Familie	Art
1	193	N4° 38.080' W74° 19.991'	1943 m	Fabacea	Erythrina edulis
2	194	N4° 38.082' W74° 19.991'	1948 m	Asteracea	*lila Blüte*
3	194	N4° 38.082' W74° 19.991'	1948 m	Moracea	Ficus andicola
4	195	N4° 38.089' W74° 19.985'	1951 m	Asteracea	Montanoa quadrangularis
5	196	N4° 38.075' W74° 19.992'	1947 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
6	197	N4° 38.086' W74° 19.981'	1959 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
7	198	N4° 38.094' W74° 19.974'	1964 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
8	199	N4° 38.096' W74° 19.973'	1968 m	Asteracea	Montanoa quadrangularis
9	200	N4° 38.100' W74° 19.974'	1969 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
10	201	N4° 38.099' W74° 19.975'	1969 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
11	202	N4° 38.100' W74° 19.980'	1971 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
12	203	N4° 38.101' W74° 19.977'	1971 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
13	204	N4° 38.099' W74° 19.983'	1973 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
14	205	N4° 38.099' W74° 19.983'	1974 m	Myrtacea	*???*
15	206	N4° 38.094' W74° 19.979'	1965 m	Lauraceae	*???*
16	207	N4° 38.093' W74° 19.980'	1964 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
17	208	N4° 38.093' W74° 19.981'	1964 m	Simaroubaceae	Pigrasma sp.
18	209	N4° 38.090' W74° 19.984'	1960 m	Fabacea	Erythrina edulis
19	210	N4° 38.088' W74° 19.982'	1961 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
20	211	N4° 38.089' W74° 19.989'	1961 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
21	212	N4° 38.089' W74° 19.990'	1961 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
22	213	N4° 38.088' W74° 19.987'	1961 m	Sapindacea	Cupania americana
23	214	N4° 38.085' W74° 19.989'	1959 m	???	???
24	215	N4° 38.086' W74° 19.992'	1962 m	???	???
25	216	N4° 38.085' W74° 19.996'	1963 m	Verbenacea	Aegiphila (bogotensis)
26	217	N4° 38.086' W74° 19.993'	1961 m	???	???
27	218	N4° 38.086' W74° 19.994'	1960 m	Lauraceae	*???*
28	219	N4° 38.084' W74° 19.991'	1959 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
29	220	N4° 38.086' W74° 19.988'	1960 m	Fabacea	Erythrina edulis
30	221	N4° 38.082' W74° 19.995'	1957 m	Fabacea	Erythrina edulis
31	222	N4° 38.079' W74° 19.992'	1957 m	Lauraceae	*???*
32	223	N4° 38.078' W74° 19.993'	1955 m	Moracea	Ficus maxima
33	224	N4° 38.076' W74° 19.994'	1954 m	Rosacea	Prunus guanaiensis
34	225	N4° 38.074' W74° 19.975'	1958 m	Moracea	Ficus sp.

„Versicherung an Eides statt

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit im Studiengang BSc International Geographie selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel – insbesondere keine im Quellenverzeichnis nicht benannten Internet-Quellen – benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere weiterhin, dass ich die Arbeit vorher nicht in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht habe und die eingereichte schriftliche Fassung der auf dem elektronischen Speichermedium entspricht.“

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die Arbeit in der Bibliothek des Instituts für Geographie ausgestellt wird.

Ort, Datum Unterschrift