

University of Hohenheim
Institute of Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics (380)
In collaboration with Universidad Católica in Paraguay, Campus Itapúa



Master Thesis

Growth and Development of *Acrocomia* Palms in South-East Paraguay

Erik Dolch

Matriculation number: 538475

Supervisors:

Prof. Dr. Georg Cadisch

Prof. Dr. Iris Lewandowski

July, 2014

This work was financially supported by the Foundation fiat panis

7 SUMMARY

The global demand for food will rise continuously in future due to the increasing world population. However, the existing cultivable land, which is available for the production of food, remains limited. Worldwide the demand of vegetable oil for food and in addition as resource for renewable energy and chemicals industry is increasing. The use of non-or under-utilized oil crops offers the chance of enabling better income opportunities to small farmers, contributing to food security, reducing air pollution and allowing the promotion of sustainable energy supply.

A very promising palm is *Acrocomia totai*, on which is focused in this thesis. Next to a varied utilization of acrocomia palm products for food and industry, this palm is a potential renewable energy crop with a relatively high oil yield per area unit compared to other oil crops. Furthermore, acrocomia palms are an option for intercropping systems. The palm tree is still in the early stages of domestication. Therefore, most of opportunities and potentials as well as the conditions under which this can be achieved are unknown. Field research is still lacking to make fundamental statements about the eco-physiology of *Acrocomia totai*.

This study determined plenty of basic data, to enable subsequent modeling as well as knowledge about possible mixed cropping systems. This data includes interactions with soil and environment, photosynthetic radiation and light conditions, growth and development. The extensive data collection on morphological foliage and trunk characteristics of acrocomia palms was used to identify growth stages. Thereby three different growth stages were defined. Furthermore the aboveground biomass of acrocomia palms per age, the understory respectively soil vegetation could be determined. Besides, four allometric equations could be derived to predict reliable statements on acrocomia aboveground biomass by measuring non-destructive parameters like trunk height, trunk diameter or age. Measurement of light transmission ratio (LTR), leaf area index (LAI) and distribution of photosynthetic active radiation (PAR) in acrocomia palm stands delivered further knowledge about the suitability for intercropping. At given circumstances and assuming competition for water and nutrients are negligible, acrocomia palms at the first growth stage are suitable for unlimited intercropping. By estimating the yield of maize (*Zea mays L.*), for each palm stand of different age, the youngest palm stands achieves 6.8 MT per hectare. For older palm stands (69 and 88 months) intercropping with sun loving plants might be possible by accepting yield losses. However, high yield can only be enabled by shade tolerant plants, like coffee bean (*Coffea arabica L.*), or cocoa bean (*Theobroma cacao L.*). Experiences in coffee cultivation show that 40-60% of PAR is favorable for yield quality and quantity. Thus, the light transmission ratio of 42% (age 2) and 32% (age 3) would be suitable for coffee.

Recording climate characteristics inside and outside of acrocomia palm stands showed relevant influence of the palms on the microclimate.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund der stetig wachsenden Weltbevölkerung steigt auch die weltweite Nachfrage nach Lebensmitteln, wobei die vorhandene Anbauflächen, die zur Verfügung stehen, nicht unbegrenzt sind. Weltweit erhöht sich zudem die Nachfrage nach Pflanzenölen für Lebensmittel und Quelle für erneuerbare Energien und die Chemieindustrie. Die Verwendung von nicht-oder nur wenig genutzten Ölpflanzen bietet Chancen. Bessere Einkommensmöglichkeiten für Kleinbauern, Beitrag zur Ernährungssicherheit, Verringerung der Luftverschmutzung und Förderung der nachhaltigen Energieversorgung.

Eine sehr vielversprechende Palme ist *Acrocomia totai*, auf der diese Arbeit beruht. Neben einem vielfältigen Nutzung ihrer Produkte für Nahrungsmittel und Industrie, ist die Palme eine erneuerbare Energiepflanze mit hohem Ölertrag pro Flächeneinheit im Vergleich zu anderen Ölpflanzen. Darüber hinaus sind *Acrocomia* Palmen eine Option für Mischkulturen. Die Palme ist immer noch im frühen Stadium der Domestizierung. Daher sind die meisten Chancen und Potenziale sowie die Bedingungen, unter denen diese erreicht werden können noch unbekannt. Es fehlt an spezifischen Feldforschungen um grundlegende Aussagen über die Öko-Physiologie von *Acrocomia totai* zu machen. Diese Studie erzielte viele grundlegende Daten, um nachfolgende Modellierung zu ermöglichen sowie Kenntnisse über möglichen Mischfruchtanbau zu erhalten. Diese Daten beinhalten Wechselwirkungen mit Boden und Umwelt, photosynthetisch aktive Strahlung und Lichtbedingungen, Wachstum und Entwicklung. Die umfangreiche Datensammlung über morphologischen Eigenschaften von Stamm und Blattwerk der *Acrocomia* Palmen wurde verwendet, um Wachstumsstadien zu identifizieren. Drei verschiedene Wachstumsstufen wurden definiert. Außerdem wurde die oberirdische Biomasse von *Acrocomia* Palmen verschiedener Alter, sowie der Bodenvegetation bestimmt. Des Weiteren konnten vier allometrischen Gleichungen ermittelt werden, um verlässliche Aussagen über *Acrocomia* oberirdischen Biomasse durch Parameter wie Stammhöhe, Stammdurchmesser oder Alter zu treffen. Die Messung der Light Transmisson Ratio (LTR), des Blattflächenindex (LAI) und die Verteilung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) der *Acrocomia* Palme lieferte weitere Erkenntnisse über die Eignung für Mischkulturen. Bei gegebenen Umständen und unter der Annahme, dass die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe zu vernachlässigen ist, sind *Acrocomia* Palmen in ihrer ersten Wachstumsphase gut geeignet für einen uneingeschränktes Mischanbau-System. Durch Schätzen des Mais-Ertrags (*Zea mays* L.), pro Plantage verschiedener Alter, erreicht die jüngste Palmen Plantage 6,8 Tonnen pro Hektar. Für ältere Palmbestände (69 und 88 Monate) sind Mischkulturen mit sonnenliebende Pflanzen nur unter Annahme von Ertragsverlusten möglich. Hohe Ausbeute kann nur durch schattentolerante Pflanzen, wie Kaffeebohnen (*Coffea arabica* L.), oder Kakaobohnen (*Theobroma cacao* L.) erreicht werden. Erfahrungen im Kaffeeanbau haben gezeigt, dass eine Beschattung von 40-60% günstig für Qualität und Menge ist. Mit eine Lichtdurchlässigkeit von 42% (69 Monate) und 32% (88 Monate) wären diese Palm-Plantagen für Kaffee geeignet.

Die Aufnahme von Klimadaten innerhalb und außerhalb von *Acrocomia* Beständen zeigte relevanten Einfluss der Palmen auf das Mikroklimas.