



Denis Jean Sonwa (Autor)

**Biomass management and diversification within
cocoa agroforests in the humid forest zone of
Southern Cameroon**

Denis Jean Sonwa

**Biomass management and diversification within
cocoa agroforests in the humid forest zone
of Southern Cameroon**



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2853>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Summary

The aim of this work was to study diversification and evaluate biomass management in cocoa agroforests of Southern Cameroon. More specifically, research efforts were focused on (1) characteristics of farmers and their choice of species, (2) diversity of the plants associated with cocoa, (3) structure and typology, (4) phytomass, (5) litter dynamics, (6) cocoa production and (7) carbon stock of the cocoa agroforests. To collect all this information, 300 farmers were interviewed, vegetation survey was conducted in 60 cocoa agroforests, and experimental plots followed during two years in 8 representatives cocoa plantations. The following findings were obtained:

Each farmer used on average six accompanying plant species for intensification and diversification of his cocoa agroforest. Among farmers, 93 % use fruit and 81 % use non-fruit species. Some 63 % of the fruit species are exotic while 17 % of the non-fruits are high value timber (i.e. regularly exported from Cameroon).

Within each cocoa agroforest, there are on average 21 species. A total of 206 were found in all the agroforests. In fragmented forest landscapes, agroforests are less diverse. Food species tend to be more frequent while timber species are among the best shade providers (i.e. having enough basal area). Among all food plant species listed in these agroforests, 2/3 yields non-wood forest products (NWFP).

The average basal area of an agroforest is $36 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ out of which 85% are taken up by the plants associated with cocoa. Food species tend to be denser around Yaounde, while timber and medicinal species are more likely to be found in forested areas. A cluster analysis, taking into consideration the age of plantations and the density of cocoa and other trees (including *Musa* species and oil palms), allowed the identification of three types of cocoa plantations. Types A and C have lower densities of cocoa, - 918 and 1060 plants ha^{-1} , against 1757 in type B. In contrast, type A plantations have a higher density of *Musa* spp. and oil palms, while type C contains more high-value timber and indigenous fruit trees. Total tree density is highest in type B plantations.

The phytomass average is 451 Mg ha^{-1} , with associated plants accounting for 83 % of this value. Unshaded cocoa orchards contain only 56 Mg ha^{-1} of phytomass. In the phytomass contribution of plants associated with cocoa, food plants account for 15% and timber for 25%. The carbon stock obtained was 243 Mg ha^{-1} , with above ground carbon accounting for 50 to 75 % under shade conditions. Beside cocoa, the first 10 associated species account for more than half of the phytomass of the accompanying plants. Agroforests with high timber and NWFP plants (Type C) store two to three times the amount of carbon as stored under shade types A and B. Unshaded cocoa orchards stored 60 Mg ha^{-1} of carbon.

A total of 10.7 Mg ha^{-1} of litter fell, on average, in cocoa agroforests on a yearly basis. In the absence of shade, only 4.78 Mg ha^{-1} was recorded. As a result of slashing by farmers, an additional 1.21 Mg ha^{-1} of weeds is returned to the soil. The absence of shade increases this weed biomass to 3.3 Mg ha^{-1} per year. The Olson degradation rate (K) is 1.7 on average in the entire area (1.3 under unshaded conditions).

Each cocoa tree produces on average 11 healthy pods per year when well treated against black pod disease and 5 when untreated. Production of 258 to 445 Kg ha^{-1} could be obtained under shade against 768 under direct sun when fungicide is applied. When pesticides are not applied, densification of cocoa is harmful to production (only $80 \text{ Kg ha}^{-1}\text{Year}^{-1}$) against 194 or 169 where cocoa density is lower. Black pod incidence was more than 61% when fungicide was not applied.

The structure and characteristics of cocoa agroforests are affected by management methods and are influenced by the surrounding forest landscape. Understanding interactions between cocoa agroforests and other land uses as well as interactions between components within the system will help in fulfilling household needs, conserving forest resources and providing ecosystem services in an improved way.

Key words: Cocoa agroforest, Southern Cameroon, biodiversity, biomass, carbon, cocoa production, litter dynamics.

Zusammenfassung

Verwaltung und Diversifikation von Biomasse in den agroforstlichen Anbausystemen mit Kakao im humiden Wald von Süd-Kamerun

Das Ziel dieser Arbeit war es, in den Agroforstsystemen mit Kakao des Südkamerun die Diversifikation zu untersuchen und die Biomassenutzung zu analysieren. Folgende Schwerpunkte wurden in die Untersuchungen einbezogen: (1) Charakterisierung der Farmer und ihrer persönlichen Neigungen zu speziellen Pflanzenarten; (2) Diversität der Agroforstsysteme mit Kakao; (3) Struktur und Aufteilung der Agroforstsysteme mit Kakao; (4) Phytomassebildung; (5) Dynamik des Blattfalls; (6) Kakaoertrag; (7) Agroforstsysteme mit Kakao als Kohlenstoffspeicher. Insgesamt wurden 300 Farmer interviewt, Vegetationsaufnahmen in 60 verschiedenen Agroforstsystemen mit Kakao durchgeführt und acht Versuchspartellen angelegt, in denen während zwei Jahren die oben aufgeführten Prüfmerkmale erfasst und analysiert wurden. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind nachfolgend thesenhaft zusammen gefasst.

Jeder Bauer nutzt durchschnittlich 6 Arten für die Intensivierung und Diversifikation der Agroforstsysteme mit Kakao. Insgesamt haben 93% der Farmer zusätzlich fruchtliefernde Baumarten und 81 % der Farmer bevorzugen Holzarten im Kakaobestand. Die fruchtliefernden Baumarten können zu 63% den exotischen Arten zugeordnet werden und 17% der Holzarten sind Edelhölzer, welche aus dem Kamerun exportiert werden.

Innerhalb der Agroforstsysteme mit Kakao konnten durchschnittlich 21 Baumarten bestimmt werden. Insgesamt wurden 206 Baumarten in allen Agroforstsystemen mit Kakao gefunden. Die Systeme in den zersiedelten Regionen sind artenärmer. Baumarten mit essbaren Früchten treten in diesen Regionen häufiger auf, während Holzarten als gute Schattenbäume besonders in den geschlossenen Agroforstsystemen mit Kakao angetroffen wurden. Von den Arten mit essbaren Früchten sind zwei Drittel den Nicht-Holz-Waldprodukten zuzurechnen (NWFP).

Die durchschnittliche Kronenfläche von Bäumen im Kakaobestand beträgt $36 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, wobei 85 % der Agroforstsysteme mit Kakao über diesen Wert verfügen. Arten mit essbaren Früchten treten in Yaounde und dessen Umgebung häufiger auf, während Holzarten und Arten zur medizinischen Nutzung stärker in den geschlossenen Forstarealen zu finden sind. Mittels Clusteranalyse, in welche das Alter der Kakaopflanzung, deren Bestandesdichte und die Anzahl anderer Arten (einschließlich *Musa* spp. und Ölpalme) einbezogen wurden, erfolgte die Identifikation von drei Typen Agroforstsysteme mit Kakao. Typ A und C haben eine Kakaobestandesdichte von 918 und 1060 Pflanzen ha^{-1} gegenüber 1757 Kakaopflanzen ha^{-1} im Typ B. Im Typ A existiert eine höhere Dichte von *Musa* spp. und von Ölpalmen, während Typ C eine höhere Anzahl von Edelhölzern und einheimischen Obstarten enthält. Die Gesamtbaumdichte ist im Typ B am höchsten.

Der Phytomassebestand innerhalb der Agroforstsysteme mit Kakao betrug durchschnittlich 451 t ha^{-1} , mit einem Anteil von 83 % der Nichtkakaosorten an diesem Wert. Unbeschattete Kakaoflächen erreichen nur 56 t ha^{-1} . Die Agroforstsysteme mit beschattetem Kakao bilden einen durchschnittlichen Kohlenstoffspeicher von 243 t ha^{-1} , mit einem oberirdischen Anteil von 50 bis 75 %. Neben dem Kakao liefern die zehn wichtigsten Arten des Agroforstsystems mehr als die Hälfte der Phytomasse. Die Agroforstsysteme mit hohem Anteil von Holzarten (Typ C) speichern 2 bis 3mal mehr Kohlenstoff als in den Agroforstsystemen des Typs A und B. Unter nichtbeschatteten Bedingungen werden nur 60 t C ha^{-1} gespeichert.

Für den Blattfall konnte eine durchschnittliche jährliche Gesamtmenge von 10.7 t ha⁻¹ ermittelt werden. Die nichtbeschatteten Kakaoflächen erreichten nur 4.78 t Blattfall ha⁻¹. Durch die manuelle Unkrautbekämpfung werden 1.21 t ha⁻¹ in Form von Unkrautbiomasse dem Boden zugeführt. Im System nichtbeschatteter Kakao erhöht sich diese Unkrautbiomasse auf 3.3 t ha⁻¹ im Jahr. Die Olson – Degradationsrate (K) beträgt hier 1.7 im Gegensatz zu 1.3 im beschatteten Kakao.

Der durchschnittliche Ertrag je Kakaobaum beträgt in Pflanzungen mit Maßnahmen gegen *Phytophthora* spp. elf erntereife Früchte im Jahr und fünf erntereife Früchte in den unbehandelten Flächen. Der Kakaoertrag in den beschatteten Flächen lag bei 258 bis 445 kg ha⁻¹ im Jahr und betrug 768 kg ha⁻¹ in den unbeschatteten Flächen mit Fungizidbehandlung. Ohne Fungizidbehandlung sank der Ertrag in den dichten, nichtbeschatteten Kakaoflächen auf 80 kg ha⁻¹. Im Gegensatz dazu betrug der Ertrag 194 oder 169 kg ha⁻¹, in Parzellen wo die Kakaodichte niedriger war. Der Anteil an Kakaofrüchten mit *Phytophthora* – Befall erreichte 61% in den unbehandelten Parzellen.

Die Struktur der Agroforstsysteme mit Kakao ist beeinflusst durch die anbaubegleitenden Maßnahmen der Farmer und die Lebensgewohnheiten der umliegenden Bevölkerung. Das Verständnis von Interaktionen zwischen den Agroforstsystemen mit Kakao und anderen Landnutzungssystemen kann zu einer besseren Nutzung aller Systems beitragen, besonders zugunsten der Erfüllung der Lebensbedürfnisse der Bevölkerung, der Erhaltung und Pflege von Waldressourcen und der ökologischen Stabilität dieser Regionen.

Schlüsselwörter: Agroforstsysteme mit Kakao, Südkamerun, Biodiversität, Biomasse, Kohlenstoffspeicherung, Kakaoproduktion, Biomasseumsetzung.

Abbreviations

ASB:	Alternative to Slash and Burn
CATIE:	Centro Agronomo Tropical de Investigación y Enseñanza / Tropical Agricultural Center for Research and Higher Education
CDM:	Clean Development Mechanism
CERs:	Certified Emission Reductions
CGIAR:	Consultative Group on International Agricultural Research
DAAD:	”Deutschen Akademischen Austausch Dienstes ” / German Academic Exchange Service
DANIDA:	Danish Agency for Development Assistance
GIC:	«Groupe d'initiative commune » / Common initiative group.
GTZ:	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit / German Technical Cooperation
HFZ:	Humid Forest Zone
ICRAF:	International Center for Research in Agroforestry / World Agroforestry Centre
ID:	Disease Incidence
IITA:	International Institute of Tropical Agriculture
IITA-HFC:	Humid Forest Ecoregional Center of the International Institute of Tropical Agriculture
NTFP/NWFP:	Non-timber forest product / non-wood forest product
ONADEF :	Office National de Développement des Forêts / National Forestry Development Agency
STCP:	Sustainable Tree Crops Program
HVT:	High Value Timber
LVT:	Low Value Timber
USAID:	United States Agency for International Development

1. Introduction

The structure of cocoa agroforests in Southern Cameroon is similar to that of a forest, enabling it to maintain forest biodiversity as well as ecosystem services under socially and economically viable conditions. But the current interest is the result of several dynamics in the following areas: (a) certification of forest/agroforestry products, (b) ways to implement the clean development mechanism (CDM) related to tree-based projects, (c) ex and in situ conservation of forest resources, and (d) promotion of sustainable complex agroforestry systems based on indigenous knowledge in Southern Cameroon (located in the Congo Basin).

1.1 Certification of forest and agroforestry products

Progressive destruction of forests in the tropics to grow cocoa has helped in maintaining chocolate prices low in the western countries. But the current global concern about deforestation (Noble and Dirzo 1997) and the poor conditions of cocoa farmers have raised the need to produce cocoa in a sustainable way. As agriculture intensification is considered harmful to the environment (Matson et al. 1997), cocoa production under diversified shade is becoming one of the key elements of sustainability in the humid forest zone (Rice and Greenberg, 2000).

The premium price is not only determined by the biophysical characteristics of the cocoa beans, but is also linked to the socio-economic and ecological conditions under which cocoa is produced (Whiney, 2003). Growing cocoa under shade with no or less pesticides and fertilizers by smallholders has become topical, as is evident by the emergence of the organic market for chocolate and related products. The aim is not only to sustain the forest in cocoa growing areas but also to increase the income of small-scale cocoa farmers.

1.2 Clean Development Mechanism

Forest destruction contributes to about 20% of the anthropogenic CO₂ emissions responsible for global warming (Koskella et al. 2000). Assessing and monitoring the carbon stock in different land uses is gradually becoming a necessity (Brown 2002, Wessman and Vlek