

Universität Hohenheim

**Institut für Bodenkunde und Standortlehre
Prof. Dr. Karl Stahr**

Diplomarbeit

**Die Bestimmung der Zersetzbarkeit verschiedener
Streupflanzen und ihr Einfluß auf die Mobilisierung
der Nährstoffe N, P, K, Mg und Ca
in einem Ferrali-Haplic-Acrisol in Süd-Benin**

eingereicht von
Fritz Oehl
im Studiengang
Allgemeine Agrarwissenschaften

Hohenheim, im April 1996

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der Eiselen-Stiftung Ulm

5 Zusammenfassung

Die wachsende Bevölkerungsdichte im Süden der Republik Benin zwingt zu einer höheren Nahrungsmittelproduktion und zu einem steigenden Flächenbedarf des ackerbaulichen Anbaus bzw. zu einer Steigerung der Erträge. Schon heute gibt es kaum noch ältere Brachen des ursprünglichen Überganges zwischen laubabwerfendem Regenwald zur südlichen Guineasavanne. Die Brachezeiten werden zunehmend verkürzt und den Flächen fehlt die Möglichkeit, sich selbst zu regenerieren. Die Brachen degenerieren vielmehr zu artenarmen sekundären Strauch- bzw. Grasbrachen, die die wichtigen Funktionen der früheren längeren Brachen nur noch in begrenztem Umfang erfüllen können. So kommt es durch häufigere Ernten und erhöhten Auswaschungsverlusten zu einer beschleunigten Degradation der Böden, was sich vor allem im Verlust an organischer Substanz und den Nährstoffen N und K, aber auch P, Mg und Ca und somit in einem Produktivitätsverlust ausdrückt.

In den letzten 15-20 Jahren wurden im subhumiden Westafrika zunehmend Anbausysteme entworfen und getestet, die nach den dortigen Gegebenheiten als „No“- bzw. „Low-Input“-Systeme die Funktionen der früheren Brachen übernehmen und bei absolut längeren Anbauphasen, d.h. bei Verlängerung der Anbauphasen oder Verkürzung der Brachezeiten den steigenden Nahrungsbedarf der Bevölkerung, decken sollen.

Der Rückführung von Nährstoffen über Ernterückstände wie aus dem Unterboden kommt in solchen Systemen zentrale Bedeutung zu. Recycling aus dem Oberboden ausgewaschener Nährstoffe ist zum Beispiel durch gelenkte Brachen oder den gezielten Anbau geeigneter Agroforstbäumen möglich. In dieser Arbeit sollte die Zersetzbarkeit der Blätter von vier solchen Baumarten (*Acacia auriculiformis*, *Cassia siamea*, *Gliricidia sepium* und *Leucaena leucocephala*) bei gleichzeitigem Anbau von Mais bestimmt werden. Es wurde die Höhe der Nährstofffreisetzung aus ihrer Streu bestimmt, indem mit Hilfe der „Litter-Bag“-Methode bei einer Ausbringmenge von 5 t/ha Trockenmasse nach 4, 8 und 12 Wochen die jeweiligen Verluste an Trockenmasse und an den Nährstoffen N, P, K, Mg und Ca ermittelt wurden. Um den Einfluß von Makro- und Mesofauna auf die Zersetzung besser einschätzen zu können, wurden für die „Bags“ Netze zweier verschiedener Maschenweite gewählt (0,1 und 4 mm), um Bodentieren wie Regenwürmern den Zutritt in die Netze zu ermöglichen oder zu verwehren. Desweiteren wurden zu Beginn des Versuchs, nach 6 und 12 Wochen Bodenproben gezogen, um die Veränderungen im Oberboden (0-10 cm und 10-20 cm) während einer Anbauperiode besser fassen zu können und den Einfluß der Streuart auf die Mobilisierung der genannten Nährstoffe zu dokumentieren. Weiterhin sollte auch der Einfluß auf die Nährstoffaufnahme des Mais festgehalten werden. Dafür wurden nach 4, 8 und 12 Wochen Maispflanzen geerntet und die Trockenmassebildung und die Nährstoffgehalte der genannten Elemente bestimmt. Schließlich wurden einfache Nährstoffbilanzen gerechnet, die Eignung der Streuart hinsichtlich der Steigerung von Erträgen und der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit diskutiert und ein mögliches Modell vorgestellt, das diese Streuart in angelegten Kulturbrachen verlangt für ein Recycling verlorener Nährstoffe aus dem Unterboden und zur Düngung und Ertragssteigerung von Anbaukulturen auf Nachbarflächen.

Im einzelnen ergaben sich folgende Ergebnisse: Die „schnell“ zersetzbaren Arten *Gliricidia* und *Leucaena* setzten die höchsten Mengen an Nährstoffen aus der Streu frei. Dies führte zu einer zwischenzeitlichen Erhöhung des Gesamtstickstoffs, des Nitratstickstoffs, des verwitterbaren und verfügbaren Phosphors und des austauschbaren Kaliums in der Bodentiefe 0-10 cm und auch zu den höchsten Trockenmasse- und Kolbengewichten. Auch *Cassia* brachte, ohne die Bodenwerte nach 6 Wochen zu erhöhen, gegenüber *Acacia* bei höherer Nährstofffreisetzung höhere Trockenmasse- und Kolbenerträge. Am Versuchsende hatten in allen Varianten die Mengen an Nitratstickstoff, an verfügbarem Phosphor und an austauschbarem K und Ca deutlich abgenommen. Der verwitterbare Phosphor dagegen war nur in der *Acacia*-Variante vermindert, während er in den übrigen Varianten leicht erhöht wurde. Als ertragslimitierende Nährstoffe wurden N und P identifiziert. Auch mit K war dieser Ferrali-Haplic Acrisol nur mäßig versorgt. Kalium würde aufgrund der relativ hohen Maisentzüge und der leichten Auswaschbarkeit bei Beibehaltung des Anbaus ebenfalls spätestens im dritten Jahr in Mangel kommen.

7 Summary

Determination of the decomposition of different mulch species and its influence on the mobilization of the nutrients N, P, K, Mg and Ca on a Ferrali-Haplic Acrisol in Southern Benin

The increasing density of population in Southern Benin asks for a higher food production and for a more intensive landuse in order to produce more agricultural crops. Today there are only few older fallows in the original transition zone between tropical forest and the Southern Guinea savannah. The periods of fallow decrease more and more and the fields lose their capability to regenerate. Rather the fallows degenerate to secondary shrub or grass fallows, poor of species, which can hardly fulfil the necessary functions of the older fallows. Because of more frequent yields and higher losses by leaching, soil degradation is accelerated, this means a loss of soil organic matter, a loss of nutrients and therefore a loss in soil productivity.

In the subhumid zone of West Africa new agricultural systems have been designed and tested during the last 15-20 years. They are called „No-“ or „Low-Input“-systems and should replace the functions of the original fallows with the aim of ensuring the population's increasing needs for food by extending the times of cultivation and shortening the times of fallow. The recycling of nutrients from the subsoil and to leave the crop residues on the field are of central importance. One possible measure is to plant agroforestry trees to recycle the lost nutrients from the subsoil.

In this research the decomposition of leaves from four well-known agroforestry species (*Acacia auriculiformis*, *Cassia siamea*, *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*) was determined with simultaneous cultivation of corn. The nutrient release of the different kinds of mulch was studied using the „litter-bag“-method, depositing 5 tons/ha leaf dry matter in the fields and determining the losses of dry matter and the nutrients N, P, K, Mg and Ca after 4, 8, and 12 weeks. In order to estimate the influence of macro- and mesofauna on the decomposition, bags of two different mesh sizes were used (0,1 and 4 mm) to enable soil animals like earth worms to enter the bag or to prevent them from doing so. Further at the beginning of the trial, after 6 and 12 weeks the topsoil in the depths 0-10 cm and 10-20 cm was investigated in order to identify the changes of soil chemical properties during one period of cultivation and to estimate the influence of the mulch species on mobilization of the mentioned nutrients. Moreover the influence on the uptake of nutrients of the crops should be recognized. For this purpose, after 4, 8 and 12 weeks, corn was harvested and the formation of dry matter and the amounts of the mentioned nutrients in the dry matter were determined. Lastly simple nutrient balances were calculated, the suitability of the different sorts of mulch to increase the corn yields and to sustain the soil fertility was discussed and a possible model was proposed, which demands these mulch species in simultaneous fallows for the recycling of lost nutrients from the topsoil, for green manuring and the increase of crop yields in adjoining fields.

The results achieved by this research are as follows: The „fast“ decomposing species *Gliricidia* and *Leucaena* released the highest amounts of nutrients. After 6 weeks this resulted in an increase in the amount the total nitrogen, the nitrate values, the weatherable and the available phosphorus and the exchangeable potassium in the depth of 0-10 cm. The biomass and corn production rose as well. Also the mulch of *Cassia* with its higher release of nutrients caused a higher biomass and corn production if compared with *Acacia*, but it could not elevate the soil values. At the end of the trial the amounts of nitrate, of available phosphorus and of exchangeable K and Ca decreased distinctly. On the other hand the weatherable phosphorus decreased only with *Acacia*, while it was lightly elevated with the three other species. N and P were identified as the yield-limiting nutrients in this Ferrali-Haplic Acrisol. Additionally the supply of K was only moderate in this tropical soil. Because of K export by the yields and high losses by leaching, at the latest in the third year K would become an important yield-limiting factor, too, if the cultivation continued.