



Master Thesis

**Impact of cacao cropping systems, varieties and crown related parameters on cherelle wilt and yield**

Lisa Mader

Matriculation number: 497367

First Supervisor: Prof. Dr. Georg Cadisch

Second Supervisor: PD Dr. Frank Rasche

This work was financially supported by the Foundation fiat panis

Stuttgart-Hohenheim, October 2017

## Abstract

In nature, cacao (*Theobroma cacao* L.) grows in the shaded understorey of rain forests. Due to the increased demand in the last decades, farmers are removing shade trees and growing cacao in unsustainable full-sun monocrop systems, which usually result in higher yields after a few years. Yield losses might occur due to several pests and diseases. A high number of pods are lost at the very early stage of fruit development, called 'cherelle wilt'. It is a physiological reaction of the tree. However, the fundamental reason for the abortion of the small pods has not been identified. There are presumptions that light interception plays a crucial role. Hence, this study was carried out to examine the influence of crown related parameters (crown volume, foliage density and light transmission under crown) on cherelle wilt. Further, the effect of variety and cropping system on wilting and yield were evaluated. In 2008, a long-term trial was established in the Alto Beni region, in Bolivia, where five different cropping systems are compared, i.e., full-sun monocultures (MONO) and agroforestry systems (AF) under conventional (CONV) and organic (ORG) management and a successional agroforestry system (SAFS). In addition, twelve different cacao tree varieties are grown. In this master's thesis, the commercial (ICS 6, ICS 95) and local varieties (IIa 22, III 6) and the hybrid TSH 565 were tested. The crown related parameters were assessed for each individual tree. In order to get a description of the shape of the crown volume, a coordinate system was created directly in the field. Afterwards, the light interception was determined with an above and below crown measurement by using the LAI 2200C plant canopy analyzer. The parameters foliage density and crown volume were calculated by using software FV2200. During biweekly phenological monitoring, the numbers of cherelle wilt was counted. Flowering and leaf flush were scored in a range of 0-4 according to their degree of expression. Significantly ( $p < 0.05$ ) highest cherelle wilt ratio was observed in SAFS (49.9%). The variety TSH 565 had the lowest cherelle wilt ratio (12.7%). In MONO CONV highest yield of (3.8 kg cacao beans/tree) and in SAFS of (1.6 kg cacao beans/tree) lowest yield were observed. The varieties III 6 (3.5 kg cacao beans/tree) and IIa 22 (4.3 kg cacao beans/tree) had a superior yield performance and suitable for organic systems. No influence of crown related parameters on cherelle wilt was detected. Further, cherelle wilt was not negatively affected by the shade proportion in AF's, whereas heavy shade in SAFS caused a higher cherelle wilt. Higher crown volume and foliage density led to higher yields in all cropping systems and varieties. Higher cherelle wilt occurrence was detected simultaneously with flowering incidence, whereas increased leaf flush was observed to be slightly shifted in time after the cherelle wilt occurrence. It was found that high yields can be achieved despite high numbers of wilted cherelles. Numerous factors (e.g. water availability, nutrient status of the tree, light incidence and microclimate) are likely to influence the abortion of small fruits and should be addressed in further studies

Keywords: Agroforestry systems, crown volume, monocultures, organic farming, systems comparison.

## Resumen en español

La influencia del sistema de cultivo, de las variedades y los parámetros relacionados con la copa sobre el marchitamiento prematuro (cherelle wilt) y el rendimiento.

En la naturaleza el cacao crece bajo la sombra de los bosques tropicales. Como consecuencia del aumento de la demanda de cacao en las últimas décadas, los productores han eliminado los árboles de sombra que tradicionalmente crecían con el cacao. El cacao está actualmente cultivado mayoritariamente en monocultivos insostenibles sin sombra, porque en general el rendimiento es más alto a corto plazo. Las plagas y enfermedades causan pérdidas en el rendimiento. Pero el marchitamiento de los frutos en una fase temprana, el llamado "cherelle wilt", tiene un gran efecto sobre la producción. El marchitamiento prematuro de los frutos está causado por una reacción fisiológica del árbol, pero sus causas no son bien conocidas. Hay presunciones que la incidencia de luz tiene una gran influencia. Por lo tanto, este estudio se realizó para determinar la influencia de los parámetros de la copa (volumen de la copa, la densidad de follaje y la transmisión de luz debajo de la copa) sobre el marchitamiento de los frutos. Además, está evaluado el efecto de las variedades y del sistema de cultivo sobre el marchitamiento de los frutos y el rendimiento

En el 2008, FiBL estableció el ensayo de largo plazo en la región Alto Beni en Bolivia, se comparan cinco sistemas de cultivo cuáles son monocultivos sin sombra (MONO) y sistemas agroforestales (AF) gestionado orgánico (ORG) y convencional (CONV) y un sistema agroforestal sucesional (SAFS). Además, se cultivan doce variedades de cacao. En esta tesis se comparan las variedades comerciales (ICS 6, ICS 95) y locales (Ila 22, III 6) y el híbrido THS 565. Los parámetros relacionados con la copa, se midió de manera individual por cada árbol. Para recibir la descripción de la copa se estableció un sistema de coordenadas directamente en el campo. Después, se midió con el analizador LAI-2200 la intercepción de luz por encima y debajo de la copa. Con el software FV2200 se calcularon los parámetros. Durante la investigación de fenología será registrado el número de cherelles. Además, se evalúa la floración y flushing entre el gama 0-4, según el grado de expresión. SAFS (49%) tiene valor significativamente ( $p < 0.05$ ) más alto marchitamiento de los frutos. La variedad THS 565 tuvo el valor/cherelle wilt más bajado (12.7%). Se encontró el rendimiento más alto en MONO CONV (3.8 kg granos de cocoa/árbol) y el más bajo en el SAFS (1.6 kg granos de cocoa/árbol). El mayor rendimiento se midió en las variedades III 6 (3.5 kg granos de cocoa/árbol) e Ila 22 (4.3 kg granos de cocoa/árbol) además son adecuados para cultivar en sistemas orgánicos. No se han detectado una influencia de los parámetros relacionados con la copa sobre cherelle wilt. Adicional, cherelle wilt no tuvo una influencia negativa con la proporción de la sombra de los AF's mientras sombra intensa (SAFS) ha causado valores más alto de cherelle wilt. Valores más alto del volumen de la copa y densidad de foliage han causado más rendimiento en todos los sistemas de cultivo y las variedades. Durante la floración y flushing se han registrado una mayor incidencia de cherelle wilt. Los valores más alto de volumen de la copa y la densidad de foliage resultan en mayor rendimiento en variedades y sistema de cultivo. El marchitamiento de los frutos ha aumentado simultáneamente durante la floración, mientras el flushing ha desplazado el cherelle wilt en el tiempo después.

Se encontró que se puede alcanzar altos ingresos pese a los altos números de cherelle wilt. Números factores (por ejemplo: disponibilidad de agua, estado nutricional, la incidencia de luz y el microclima) probablemente influye el aborto de pequeños frutos y deberán ser analizadas en nuevos estudios.

Palabras clave: sistema agroforestal, volumen de la copa, monocultivo, agricultura orgánica, comparación de los sistemas.