

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Institut für Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen

Prof. Dr. Bruce E. Allison

**Wasseraufnahme, Entwicklung und Wachstum von Sorghum bei
phänologisch orientierter Bewässerung in der Negev-Wüste (Israel)**

Diplomarbeit

im Fach Allgemeine Agrarwissenschaften

eingereicht von

Klaus J. Droppelmann

Stuttgart-Hohenheim, im August 1993

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der Vater und Sohn Eiselen-Stiftung, Ulm

Kurzfassung

Die Wassernutzungseffizienz von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen gewinnt im Hinblick auf die knapper werdende Ressource Wasser weltweit immer mehr an Bedeutung. Ziel dieser Arbeit war es, die Auswirkungen von phänologisch orientierter Bewässerung auf die Wasseraufnahme sowie die pflanzliche Entwicklung von Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) unter den ariden Klimabedingungen der Zentralnegev-Wüste zu untersuchen. Außerdem sollte geklärt werden, ob die Wassernutzungseffizienz (WNE) von Sorghum durch Bewässerungsplanung positiv beeinflusst werden kann.

Während der Trockenzeit 1992 wurde auf der "Experimental Farm Avdat" ein Bewässerungsplanungsversuch mit Sorghum durchgeführt. Das Experiment war mit 5 Behandlungen und einer Kontrolle zu je 3 Wiederholungen angelegt. Den Pflanzen standen zwei Wasserquellen zur Verfügung. Das aus der Überflutung der Versuchspartzellen stammende, gespeicherte Bodenwasser und das Bewässerungswasser, das im Rahmen der Behandlungen zugeführt wurde. Die phänologisch orientierten Behandlungen bestanden aus verschiedenen Bewässerungszeiträumen. Es wurde pro Behandlung jeweils eines der vier definierten Stadien: Jugendphase, Generative Frühphase, Generative Spätphase bzw. Reifephase bewässert. Den Pflanzen der Vorsaats-Bewässerung stand ausschließlich das im Boden gespeicherte Wasser der Vorsaats-Flutung zur Verfügung. Eine durchgängig bewässerte Kontrolle diente zum Vergleich. Der Bodenwassergehalt wurde in etwa einwöchigen Abständen mit einer Neutronensonde gemessen. Die Meßergebnisse waren Grundlage für die Berechnung der Bewässerungsmengen. Die Aufnahme der phänologischen Entwicklung erfolgte ebenfalls wöchentlich. Die oberirdische Biomasse wurde an 7 Terminen während der Vegetationsperiode und zur Ernte beprobt. Eine Kleinwetterstation diente zur Aufnahme der Globalstrahlung, der trocken- sowie feucht-adiabatischen Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit. Anhand der Klimadaten wurde die potentielle Verdunstung nach der Penman-Gleichung errechnet.

Im Anschluß an die Bewässerungsgaben in den Behandlungen Jugendphase und Generative Frühphase schöpften die Pflanzen den Bodenwasserspeicher sehr schnell und nahezu vollständig aus. Daraus folgert sich eine starke Förderung des Wurzelsystems in diesen Behandlungen durch die Bewässerungen. Die zur Reifephase bewässerten Pflanzen konnten nur 50%

IV

des zugeführten Wassers aufnehmen und hinterließen somit ein aufgesättigtes Bodenprofil. Die Pflanzen der Kontrolle deckten ihren Wasserbedarf fast vollständig aus den Bewässerungsgaben, so daß der Bodenwassergehalt zur Ernte nur geringfügig unter den zu Versuchsbeginn abgesenkt wurde. Pflanzenwasserstreß bewirkte vor der Blüte eine Reduktion in der Anzahl der Körner pro Rispe von durchschnittlich 1200 auf 550 bei verzögerter phänologischer Entwicklung. Während der Kornfüllung beschleunigte Wasserstreß die Abreife der Körner und führte zu einer Abnahme des Tausendkorngewichtes von 27,7 g in der Kontrolle auf 15,1 bzw. 14,0 in den ersten beiden phänologischen Behandlungen. Die Wassergabe im Stadium Schossen bis Teigreife steigerte das Gewicht der Körner dieser Behandlung um 20% über das der Kontrolle. Die Bewässerungsgaben induzierten in den Behandlungen eine zweite Bestockungsphase, die sich hauptsächlich in einer Zunahme der vegetativen Trockenmasse auswirkte. Der "harvest index" war daher in der Kontrolle und der Vorsaat-Bewässerung mit 0,43 bzw. 0,36 am höchsten. Die weiteren Behandlungen erreichten Werte zwischen 0,33 und 0,22.

Die WNE von Sorghum wurde durch die Bewässerungshandlungen nicht gesteigert. Die statistische Auswertung ergab für die WNE der Trockenmasse keine Unterschiede zwischen der Kontrolle und den ersten drei Behandlungsterminen sowie der Vorsaat-Bewässerung. Bezüglich der WNE für den Kornertrag schnitt die Kontrolle mit 10,8 kg/ha pro mm am besten ab. Die phänologisch orientierten Behandlungen und die Vorsaat-Bewässerung lagen zwischen 8,4 kg/ha pro mm für die Gen. Frühphase und 4,8 kg/ha pro mm für die Reifephase.

Abstract

Due to the worldwide increasing scarcity of water as a resource, the efficient use of water is a critical issue in agricultural production. The objectives of this study were to determine water uptake and growth of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in the arid climate of the central Negev highlands as influenced by phenologically controlled irrigation schedules.

The experiment was conducted on the "Experimental Farm Avdat" during the 1992 growing season. The trails were in a randomized block design with 6 treatments and 3 replications. Four phenological (juvenile phase, early generative phase, late generative phase and grainfilling), well watered, which served as a control, and unirrigated treatments were investigated. The plants were grown on stored water plus the irrigation water. Soil water content was measured weekly. The obtained data was used to assess the irrigation amount. Once weekly the phenological development of the plants was recorded. Leaf area and dry matter samples were taken at 7 dates during the vegetation period and at harvest. Global radiation, dry and wet bulb temperature and wind speed were collected and used to compute potential evapotranspiration by the Penman equation.

Soil water depletion at harvest was enhanced by irrigating the juvenile and early generative phase. Therefore these first two treatments used the available sources of water to the greatest extent of all treatments. The grainfilling treatment did not utilize 50% of the irrigation water that was applied. The well watered plants relied entirely on the irrigation water. Plant water stress before anthesis accelerated phenological development and reduced the number of seeds per panicle by more than 50%. After anthesis grainfilling was shortened by water stress and grain weight was reduced from 27.7 g in the well watered treatment to 15.1 g in the juvenile phase and 14.0 g in the early generative phase. Late generative phase yielded 20% heavier seeds compared to the well watered treatment. With all phenological irrigation treatments, vegetative dry matter was increased by tillering. The harvest indices ranged from 0.33 (early generative phase) to 0.22 (late generative phase) for the phenologically controlled irrigation treatments. The well watered and unirrigated treatments had values of 0.43 and 0.36 respectively.

VI

Water use efficiency was not improved by water application at any specific point of time. There were no statistical differences in water use efficiency (WUE) for total dry matter except in the grainfilling treatment. WUE for grain yield was highest in the well watered control. The plants produced 10.8 kg ha^{-1} of grain per mm of water. In the remaining treatments, WUE varied from 8.4 kg ha^{-1} per mm for the early generative phase to 4.8 kg ha^{-1} per mm for the grainfilling stage.