

*Aus dem Tropen-Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen
Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Leiter: Prof. Dr. N. Atanasiu*

Einfluß der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Ertragsstruktur bei mexikanischen Weizen*)

**The effect of Nitrogen Fertilization on the yield and
yield structure of Mexican Wheat**

Von *Iradj Eschraghi*^{°°})

1. Einführung

In den letzten Jahren wird in Fachliteratur und Presse häufig von Hochertragsorten ("high yielding varieties") bei Weizen berichtet (1, 5, 6, 12). Diese Sorten sind besonders für jene Entwicklungsländer von großer Bedeutung, in denen Brot das Hauptnahrungsmittel darstellt. Auch im Rahmen dieser Zeitschrift wurde bereits dazu Stellung genommen (2). Es handelt sich um kurzhalmlige Weizensorten, die in Mexiko durch Wissenschaftler der Rockefeller-Stiftung entwickelt wurden. In Mexiko wurden sie auch als erstem Land (seit 1962) in großem Ausmaß angebaut, mit dem Erfolg, daß Mexiko in dieser Zeit aus einem Weizenimport- zu einem Weizenexportland wurde (6, 7).

Auch andere Länder bemühen sich um die Einführung dieser Weizensorten. So werden in Indien (Stand 1968) 2,9 bis 3,2 Mill. ha (3) in Pakistan (Stand 1970) 1,6 Mill. ha (5) und in der Türkei (Stand 1967) 0,4 Mill. ha (11) angebaut. Ihre Einführung ist Gegenstand von Versuchsarbeiten auch in weiteren Ländern, wie Afghanistan, Rhodesien, Kenia, Cypern, Tunesien, Iran, Nepal, Sudan u. a. m. (2, 8, 9, 10).

[°]) Diese Arbeiten wurden mit finanzieller Unterstützung der DFG durchgeführt, wofür an dieser Stelle bestens gedankt wird.

^{°°}) Dr. Iradj Eschraghi, Diplomlandwirt, Wiss. Mitarbeiter am Tropeninstitut der Justus-Liebig-Universität Gießen, Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.

Anschrift: 6300 Gießen, Schottstr. 2—4.

Die in der ganzen Welt mit dem Anbau von mexikanischen Weizen gemachten Erfahrungen lassen den Schluß zu, daß sie eine weite ökologische Anbaubreite besitzen. Ihr Hauptmerkmal ist die Kurzhalmigkeit, wodurch sie bei hohen Stickstoffgaben nicht zu lagern brauchen und diese auch in Mehrertrag umsetzen können. Bei unseren Versuchen in Gießen erwiesen sich Sonora 64 mit 68,2 cm Halmlänge als die kürzeste und Pitic 62 mit 79,4 cm Halmlänge als die längste Sorte. Die mexikanischen Weizen unterscheiden sich daher grundsätzlich von den im allgemeinen langstrohigen herkömmlichen Weizenpopulationen, die in den Entwicklungsländern vorherrschen und eine sehr schlechte Ausnutzung des Düngers zur Kornproduktion zeigen (4).

In zweijährigen Untersuchungen auf dem Versuchsfeld Gießen (in Gefäß- und Feldversuchen) haben wir uns unter anderem mit der Reaktion dieser Sorten auf unterschiedlich hohe Stickstoffgaben (bis zu 150 kg N/ha) beschäftigt und dabei auch ihre Ertragsstruktur näher untersucht.

2. Stickstoffdüngung und Ertrag

Tabelle 1 gibt die im Gefäßversuch 1969 erzielten Kornerträge sowie die Korn-Stroh-Verhältnisse bei verschiedenen Stickstoffstufen wieder.

Tabelle 1 kann man entnehmen, daß 8 der 12 geprüften Sorten (Inia 66, Jaral 66, Nadadores 63, Noreste 66, Penjamo 62, Sonora 63, Super X und Tobarí 66) bei allen Düngungstufen — selbst bei der sehr hohen Gabe von 3,2 g N/Gefäß — einen stetigen Anstieg des Kornertrags zeigen.

Auch die übrigen Sorten reagieren positiv auf die zusätzliche späte Stickstoffgabe (2,4 + 0,8 g N/Gefäß), obwohl sie bei der Verabreichung von 2,4 g N/Gefäß eine leichte Depression im Vergleich zur nächstniedrigeren Gabe aufweisen.

Tabelle 1 zeigt ferner (von der Stickstoffstufe N = 0 g/Gefäß abgesehen) verhältnismäßig enge Korn : Stroh-Verhältnisse sowie eine Verschiebung dieses Verhältnisses zugunsten des Kornes mit Steigerung der Stickstoffgaben.

Tabelle 2 gibt Aufschluß über die Kornerträge und Korn : Stroh-Verhältnisse für die gleichen Sorten bei gesteigerten Stickstoffgaben, wie sie im Feldversuch 1969 erhalten wurden. Hier sind die gleichen Tendenzen wie im Gefäßversuch zu beobachten. Im Feldversuch treten die Sortenunterschiede sogar noch deutlicher hervor als im Gefäßversuch. Darauf und auf eine Einteilung der Sorten in drei verschiedene Ertragsklassen wurde in der bereits erwähnten Arbeit schon näher eingegangen (2). Hervorzuheben sind die Erträge der Sorten Penjamo 62, Pitic 62 und Super X, die alle über 50 dz/ha liegen und damit durchaus mit den besten deutschen Sorten konkurrieren können. Außerdem fallen die sehr engen Korn-

Tabelle 1. Gefäßversuch 1969. Erträge der untersuchten mexikanischen Weizensorten
(TM g/Gefäß und Verhältnis Korn : Stroh)

Sorte	Düngung g/Gef. N									
	0		0,8		1,6		2,4		3,2 (2,4 + 0,8)	
	Korn	K : St	Korn	K : St	Korn	K : St	Korn	K : St	Korn	K : St
Inia 66	2,0	1 : 6,1	30,7	1 : 1,5	41,7	1 : 1,2	42,6	1 : 1,2	44,8	1 : 1,1
Jaral 66	0,4	1 : 31,0	23,2	1 : 2,1	37,7	1 : 1,4	40,6	1 : 1,3	45,3	1 : 1,2
Lermarojo 64	1,5	1 : 9,8	34,5	1 : 1,3	50,1	1 : 1,2	48,5	1 : 1,1	54,6	1 : 1,1
Majo 64	7,7	1 : 1,4	40,2	1 : 1,1	51,0	1 : 1,0	47,7	1 : 1,1	49,5	1 : 1,1
Nadadores 63	7,7	1 : 1,3	41,4	1 : 1,1	54,3	1 : 1,0	57,2	1 : 1,0	57,2	1 : 1,0
Noreste 66	3,7	1 : 3,1	32,5	1 : 1,4	43,3	1 : 1,1	46,9	1 : 1,0	49,8	1 : 0,9
Penjama 62	6,2	1 : 1,8	26,4	1 : 1,9	40,8	1 : 1,3	41,0	1 : 1,3	43,2	1 : 1,4
Pitic 62	7,1	1 : 1,7	44,0	1 : 1,2	47,6	1 : 1,2	46,0	1 : 1,4	57,8	1 : 1,2
Sonora 63	1,4	1 : 8,6	29,7	1 : 1,6	41,6	1 : 1,1	42,9	1 : 1,2	48,2	1 : 1,2
Sonora 64	1,8	1 : 6,2	27,2	1 : 1,7	41,6	1 : 1,1	44,4	1 : 1,1	43,8	1 : 1,2
Super X	7,6	1 : 1,3	44,4	1 : 1,1	49,6	1 : 1,1	52,7	1 : 1,1	56,6	1 : 1,1
Tobari 66	4,5	1 : 2,1	32,9	1 : 1,3	40,8	1 : 1,3	45,1	1 : 1,2	48,0	1 : 1,2

Stroh-Verhältnisse dieser Sorten auf. Im Feldversuch reagieren die mexikanischen Weizensorten mit Kornertragssteigerungen bis zur höchsten Stickstoffgabe.

Tabelle 2: Feldversuch 1969. Erträge der untersuchten mexikanischen Weizensorten (TM dz/ha und Verhältnis Korn : Stroh)

Sorte	Düngung kg/ha N							
	0		50		100		150	
	Korn	K : St	Korn	K : St	Korn	K : St	Korn	K : St
Inia 66	26,1	1 : 0,7	38,0	1 : 0,8	46,6	1 : 0,6	45,0	1 : 0,6
Jaral 66	21,6	1 : 0,7	30,3	1 : 0,8	36,9	1 : 0,8	39,7	1 : 0,8
Lermarojo 64	31,0	1 : 0,7	40,3	1 : 0,7	47,8	1 : 0,7	52,1	1 : 0,7
Majo 64	30,6	1 : 0,6	42,9	1 : 0,8	51,6	1 : 0,6	50,2	1 : 0,7
Nadadoras 63	26,0	1 : 0,9	37,5	1 : 1,0	47,2	1 : 0,7	49,9	1 : 0,7
Noreste 66	24,7	1 : 0,7	39,7	1 : 0,7	47,3	1 : 0,7	49,5	1 : 0,6
Penjamo 62	24,1	1 : 0,7	35,2	1 : 0,8	42,2	1 : 0,8	51,7	1 : 0,8
Pitic 62	36,1	1 : 0,7	47,8	1 : 0,6	54,0	1 : 0,7	51,6	1 : 0,6
Sonora 63	32,4	1 : 0,6	37,4	1 : 0,6	40,9	1 : 0,7	45,0	1 : 0,7
Sonora 64	25,8	1 : 0,7	40,0	1 : 0,6	43,9	1 : 0,7	46,4	1 : 0,7
Super X	34,2	1 : 0,6	46,0	1 : 0,7	52,8	1 : 0,6	55,3	1 : 0,6
Tobari 66	30,0	1 : 0,6	38,7	1 : 0,6	47,5	1 : 0,6	48,5	1 : 0,6

3. Ertragsstruktur

In unseren Untersuchungen haben wir uns auch mit der Ertragsstruktur bzw. mit der Reaktion der einzelnen Ertragskomponenten auf die Düngung beschäftigt. Für den Gefäßversuch 1969 sind in Tab. 3 neben den Kornerträgen die Ertragskomponenten Einzelährenertrag (EÄE), Tausendkorngewicht (TKG) und Kornzahl/Ähre (Kz/Ä) aufgeführt, und zwar für eine Auswahl von 4 der 12 untersuchten Sorten.

Aus Tabelle 3 geht hervor, daß parallel mit der Ertragssteigerung auch eine Änderung des Einzelährenertrages, des Tausendkorngewichtes und der Kornzahl/Ähre eintritt, diese Änderungen erfolgen jedoch in unterschiedlicher Intensität. Bevor wir auf eine genauere Analyse dieser Ertragskomponenten eingehen, geben wir in Tabelle 4 auch die im Feldversuch für die gleichen Sorten erzielten Ergebnisse wieder.

Tabelle 3. Ertragsstruktur der untersuchten Weizensorten (Gefäßversuch 1969)

Sorte	Düngung g N/Gefäß	Kornertrag g/Gefäß	EÄE g/Ähre	TKG g	Kz/Ä
Sonora 63	0	1,4	0,05	40,0	1,2
	0,8	29,7	0,94	49,9	18,9
	1,6	41,6	1,10	44,9	24,7
	2,4	42,9	1,10	42,4	26,3
	2,4+0,8	48,2	1,20	43,5	26,8
Sonora 64	0	1,8	0,06	31,7	1,8
	0,8	27,2	0,81	41,5	19,5
	1,6	41,6	1,20	39,5	29,7
	2,4	44,4	1,10	33,3	33,1
	2,4+0,8	43,8	1,10	34,6	31,0
Super X	0	7,6	0,25	28,0	8,9
	0,8	44,4	1,40	36,3	39,6
	1,6	49,6	1,30	33,6	40,0
	2,4	52,7	1,40	31,9	43,7
	2,4+0,8	56,6	1,50	34,5	43,1
Tobari 66	0	4,5	0,15	32,5	4,7
	0,8	32,9	1,10	41,2	25,6
	1,6	40,8	1,10	41,2	25,7
	2,4	45,1	1,10	37,0	28,7
	2,4+0,8	48,0	1,10	37,1	28,7

Auch hier ist eine Änderung der einzelnen Komponenten mit Steigerung des Ertrags zu beobachten und ebenso wie im Gefäßversuch erfolgen die Reaktionen der einzelnen Ertragskomponenten in unterschiedlicher Intensität. Noch deutlicher zeigt sich die Reaktion der Sorten auf die Düngung, bezüglich der einzelnen Ertragskomponenten, anhand graphischer Darstellungen (Abb. 1 u. 2).

Abbildung 1 gibt den Flächenertrag und die Reaktion der Komponenten des Flächenertrages, Einzelkornertrag und Bestandesdichte wieder. Die Hyperbel gibt den jeweiligen mittleren Ertrag der vier Sorten an, welcher bei entsprechenden Kombinationen von verschiedenen Werten der dazu-

Tabelle 4. Ertragsstruktur der untersuchten mexikanischen Weizensorten (Feldversuch 1969)

Sorte	Düngung kg N/ha	EÄE g/Ähre	TKG g	Kz/Ä	Bd Ä/m ²	Korn dz/ha
Sonora 63	0	0,83	42,6	19,5	412	32,4
	50	0,89	42,7	21,1	483	37,4
	50+50	0,98	43,0	23,0	528	40,9
	50+50+50	0,98	43,9	22,6	527	45,0
Sonora 64	0	0,79	40,2	19,8	374	25,8
	50	0,86	40,7	21,1	482	40,0
	50+50	0,85	41,3	20,6	565	43,9
	50+50+50	0,92	41,5	22,1	577	46,4
Super X	0	0,98	35,8	27,9	414	34,2
	50	1,20	35,8	33,5	458	46,0
	50+50	1,30	35,0	35,2	500	52,8
	50+50+50	1,30	35,3	36,3	472	55,3
Tobari 66	0	0,90	39,2	22,9	412	30,0
	50	0,98	39,0	25,3	441	38,7
	50+50	0,94	39,7	23,8	564	47,5
	50+50+50	0,99	38,4	25,6	550	48,5

gehörigen Ertragskomponenten entsteht. Der Abbildung kann man entnehmen, daß die Sorten Sonora 63, Sonora 64 und Tobari 66 eine verhältnismäßig hohe Bestandesdichte mit einem niedrigen Ährenertrag aufweisen, während die Spitzensorte Super X einen hohen Einzelährenertrag mit mittleren Werten für die Bestandesdichte vereinigt. Bei der Differenzierung der Düngung erhöht sich bei den erstgenannten drei Sorten mit gesteigerten Stickstoffgaben die Bestandesdichte, während Super X hauptsächlich mit einer Zunahme des Einzelährenertrages reagiert.

In Abbildung 2 wird die Analyse des Ährenertrages graphisch dargestellt. Auch hier zeigt sich, daß sich Super X von den übrigen drei untersuchten Sorten unterscheidet. Das Tausendkorngewicht dieser Spitzensorte wird kaum durch die Düngung beeinflusst, während die Kornzahl/Ähre stark erhöht wird. Bei den übrigen drei Sorten werden zwar beide Komponenten durch die Düngung beeinflusst, jedoch in viel geringerem Ausmaß.

Die Untersuchungen zeigen eindeutig, daß die mexikanischen Weizen mit bemerkenswerten Ertragssteigerungen auf hohe Stickstoffgaben reagieren können. Besonders die Kornerträge sind davon betroffen. Dadurch verdienen sie zurecht die Bezeichnung Hohertragsorten. Die hohen Stickstoffgaben bewirken in erster Linie eine Zunahme der Bestandesdichte und der Kornzahl/Ähre. Das Tausendkorngewicht, welches im allgemeinen bei den mexikanischen Weizen als durchschnittlich zu bezeichnen ist, wird weniger davon beeinflusst.

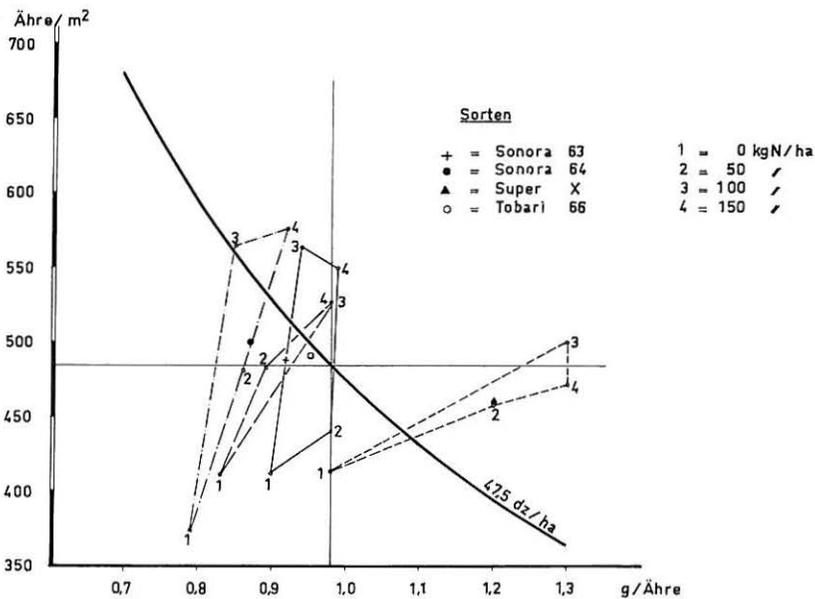


Abb. 1. Analyse des Flächenertrages vier mexikanischer Weizen. Feldversuch Gießen, 1969.

4. Zusammenfassung

In zweijährigen Gefäß- und Feldversuchen wurde die Reaktion von 12 mexikanischen Weizensorten auf hohe bis sehr hohe Stickstoffgaben geprüft. Dabei konnte folgendes festgestellt werden:

- (4.1) Die mexikanischen Weizen reagieren mit Kornertragssteigerungen auf sehr hohe Stickstoffgaben.
- (4.2) Die Kornertragssteigerungen sind höher als die Strohertragssteigerungen.

- (4.3) Die Kornmehrerträge entstehen bei den mexikanischen Weizen hauptsächlich durch eine positive Beeinflussung der Bestandesdichte und der Kornzahl/Ähre, während das Tausendkorngewicht nur geringfügig beeinflusst wird.

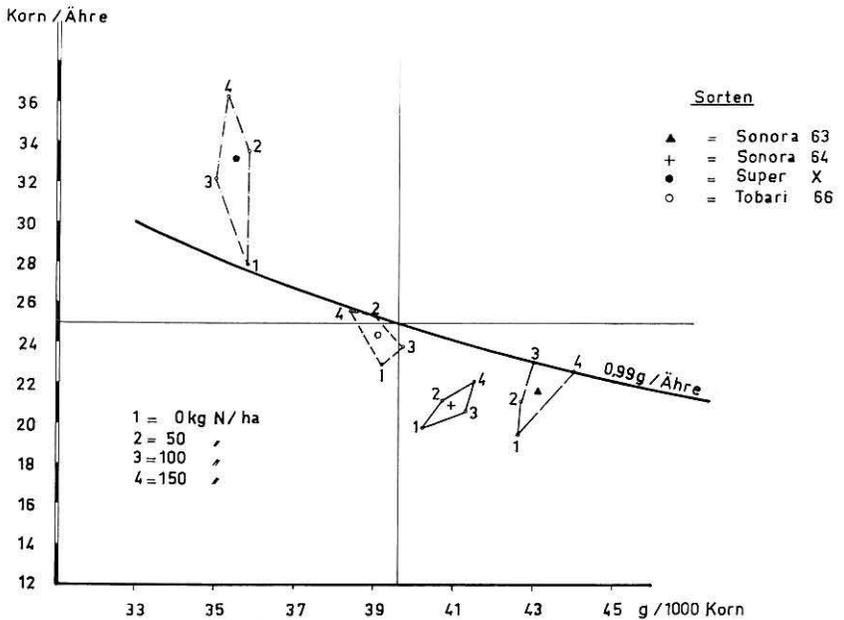


Abb. 2. Analyse des Ährenertrages vier mexikanischer Weizen. Feldversuch Gießen, 1969.

Summary

Two years investigations on 12 mexican wheat varieties have been conducted in pot and field experiments under high and very high N-fertilization. The following conclusions can be drawn from the results.

- (4.1) The mexican wheat varieties respond with an increase in the grain yield to high N-fertilization.
- (4.2) The increase in the yield of grain is greater than that of straw.
- (4.3) The height of the grain yields of the Mexican wheats was caused by the increase in the number of plants/m² and the number of grains/ear, while there was only a trivial influence on the thousand grain weight.

Literaturverzeichnis

1. Agricultural Extension Service, 1969: Certified Seed Notes, Wheat Variety Issue. — Co-operative Extension Work in Agriculture and University of California cooperating, Davis California.
2. ATANASIU, N., 1970: Zur Frage des Anbaus von mexikanischen Weizen-sorten. — *Der Tropenlandwirt* **71** (4), 12—18.
3. DE, R., 1968: The Standard of New Wheat Varieties in Inida. — Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, Case Study 1h.
4. LIPPITZ, K., 1970: Untersuchungen über Wachstum, Entwicklung, Ertrags-bildung und Nährstoffaufnahme von türkischen Weizensorten im ägäischen Raum, Dissertation Gießen 1970.
5. MUNSHI, Z., 1970: Progress with Wheat in West Pakistan. — *World Crops*, Januar/Februar, S. 32—34.
6. PRATO, J. et al., 1966: Siete Cerros 66 — Inia 66. — *California Agricul-ture*, Dez. 1966.
7. Ibid., 1968: Performance of Siete Cerros 66 and Inia 66 — Two New Wheat Varieties from Mexico. — *Agronomy Progress Report* Nr. **27**, Okt. 1968, University of California, Davis.
8. REITZ, L. und SALMON, S., 1968: Origin, History and Use of Norin 10 Wheat. — (unveröffentl. Manuskript).
9. REITZ, L., 1968: Short Wheats stand Tall. — *Yearbook of Agriculture* 1968, S. 236—239.
10. SEITZER, J., 1970: Neue Erkenntnisse im Weizenanbau Ostafrikas. — *Landwirt im Ausland* **4** (4), 100—101.
11. TOLON, N., 1967: Möglichkeiten der Ertragssteigerung im Weizenanbau der Türkei. — (unveröffentl. Manuskript).
12. WILLIAMS, J., PRATO, J. und MILLER, M., 1964: New Wheat Variety Introductions Reduce Stripe Rust Losses. — *California Agriculture* **18**, S. 8—10.
13. WRIGHT, B., 1968: The Role of Agronomy in India's Dwarf Wheat. — The Rockefeller Foundation, New Delhi, India. Presented at the American Society of Agronomy annual Meeting, Nov. 10—15, New Orleans, Louisiana, USA.