

## WPLYW HERBICYDU TITUS 25 WG NA ZMIENNOŚĆ PLONOWANIA ODMIAN KUKURYDZY NA DOLNYM ŚLĄSKU\*

RYSZARD WEBER, HANNA GOŁĘBIOWSKA

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach  
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu*

rweber@iung.pulawy.pl

**Synopsis.** W latach 2003–2005 analizowano zmienność plonowania pięciu odmian kukurydzy w zależności od sposobu zwalczania chwastów, miejscowości i roku badań. Porównywano plonowanie mieszańców kukurydzy w warunkach ochrony chemicznej (herbicyd Titus 25 WG – 60g·ha<sup>-1</sup> + Trend 90 – 0,2 l·ha<sup>-1</sup>) i mechanicznego niszczenia chwastów. Zastosowany herbicyd spowodował zmniejszone plonowanie odmian Matylda, Caraipe i Koka w porównaniu do kontroli odchwaszczonej mechanicznie. Natomiast plony odmiany Iman były porównywalne w warunkach mechanicznego i chemicznego systemu zwalczania chwastów. Odmiana Król wykazywała znaczną zmienność plonowania pod wpływem stosowanego herbicydu. Natomiast plonowanie mieszańca Koka było znacznie zróżnicowane w warunkach mechanicznego zwalczania chwastów. Zróżnicowana reakcja odmian kukurydzy na stosowany herbicyd w zależności od środowiska wskazuje, że interakcja genotypowo-środowiskowa powinna być analizowana przy użyciu tych samych środków chemicznych w analizowanych miejscowościach.

**Słowa kluczowe** – *key words*: kukurydza – *maize*, odmiany – *cultivars*, herbicydy – *herbicides*

### WSTĘP

W okresie ostatnich lat stacje hodowli kukurydzy wprowadziły do uprawy wiele odmian o krótszym okresie wegetacji, lepiej przystosowanych do warunków klimatycznych Polski. Jednak plony kukurydzy są nadal w dużym stopniu uzależnione od warunków atmosferycznych. Długotrwała susza wiosenno-letnia w roku 2006 przyczyniła się do silnego porażenia plantacji roślin głównie guzowatą i wpłynęła na wyjątkowo niskie plony. Natomiast równomierny rozkład opadów i wysokie temperatury w trakcie wegetacji w 2007 roku spowodowały zwiększenie plonów kukurydzy. Potencjalne straty w plonach powodowane przez chwasty mogą być również znaczne, dlatego zabiegi chwastobójcze należą do najbardziej opłacalnych zabiegów wykonywanych w uprawie kukurydzy. Należy jednak pamiętać, że brak przemiennego stosowania środków chwastobójczych może doprowadzić do szybkiego powstawania odporności chwastów na substancje aktywne zawarte w herbicydach [Rola i in. 2007, Termorshuizen i Lotz 2002]. W ostatnich latach nastąpił wzrost zainteresowania herbicydami stosowanymi po wschodach kukurydzy. Obecnie coraz większym zakresem stosuje się herbicydy sulfonilomocznikowe. Jednak substancje czynne tych herbicydów mogą wpływać negatywnie na plony wrażliwych odmian kukurydzy [O’Sullivan i in. 2000, Waligóra i Szpurka 2007]. Badania wykazały obniżoną skuteczność herbicydu Titus 25 WG w przypadku łącznego stosowania z fungicydami [Diehl i in. 1995]. Duża ilość mieszańców kukurydzy rejestrowanych co roku na obszarze Polski wska-

\* Opracowanie wykonane w ramach zadania 2.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB

zuje na możliwość wystąpienia znacznych różnic w reakcji poszczególnych odmian na stosowane środki chemiczne w zależności od warunków klimatyczno-glebowych.

Celem pracy była analiza wpływu herbicydu Titus 25 WG stosowanego z adiuwantem Trend 90 EC, na zmienność plonowania odmian kukurydzy na Dolnym Śląsku. Reakcję mieszańców na stosowany herbicyd oceniano w warunkach braku konkurencji ze strony chwastów.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2003–2005 w trzech miejscowościach Dolnego Śląska (Kobierzyce, Teodorów, Milejowice) na glebach zaliczanych do kompleksu pszennego bardzo dobrego. Przedplonem kukurydzy w Kobierzycach był rzepak ozimy, w Teodorowie pszenica jara, natomiast w miejscowości Milejowice kukurydza była uprawiana w monokulturze. Całość doświadczenia odchwaszczano mechanicznie w celu wyeliminowania wpływu chwastów na wielkość plonu. Doświadczenia złożono metodą losowanych bloków uwzględniając w uprawie 5 odmian kukurydzy (tab. 1). Herbicyd Titus 25 WG z grupy sulfonilomoczników zawierający w swym składzie substancję czynną rimsulfuron, stosowano łącznie z adiuwantem Trend 90 EC w dawce 60 g + 0,2 l·ha<sup>-1</sup> w fazie 3–4 liści. Zróżnicowanie plonów ziarna analizowanych odmian kukurydzy pod wpływem stosowanego herbicydu porównywano z obiektami kontrolnymi. Każdy blok doświadczenia zawierał 10 obiektów (5 odmian traktowanych badanym herbicydem i 5 odmian w postaci poletek kontrolnych). Zbiór kukurydzy przeprowadzono w fazie dojrzałości pełnej. Plony ziarna podano przy wilgotności 15%. Zmienność plonowania odmian kukurydzy w warunkach kontrolnych i pod wpływem stosowanego herbicydu analizowano przy pomocy programu statystycznego Sergen 4.

Tabela 1. Charakterystyka rolniczo-użytkowa badanych odmian kukurydzy  
Table 1. *Agriculturally usable traits of maize hybrids tested*

Odmiana <i>Cultivar</i>	Grupa wczesności <i>Earliness group</i>	Mieszańiec – <i>Hybrid</i>
Matilda	FAO 230	dwuliniowy – <i>single cross</i>
Caraibe	FAO 230–240	trójliniowy – <i>triple cross</i>
Król	FAO 270	trójliniowy – <i>triple cross</i>
Iman	FAO 300	dwuliniowy – <i>double cross</i>
Koka	FAO 240	dwuliniowy – <i>double cross</i>

## WYNIKI I DISKUSJA

Ocenę zmienności plonowania odmian w warunkach ochrony herbicydowej i kontroli w trzech miejscowościach wykonano na podstawie analizy wariancji dla syntezy za lata 2003–2005 (tab. 2 i 3). Analiza wariancji umożliwiła weryfikację następujących hipotez:

- o równości wszystkich efektów głównych dla lat,
- o równości wszystkich efektów głównych dla odmian w warunkach kontrolnych i ochrony herbicydowej,

Tabela 2. Plony ziarna odmian kukurydzy ( $t \cdot ha^{-1}$ ) w zależności od sposobu odchwaszczania (średnio 2003–2005)  
 Table 2. Grain yield ( $t \cdot ha^{-1}$ ) of corn varieties in relation to weeding method (mean of 2003–2005)

Odmiana <i>Cultivar</i>	Titus 25 WG + Trend 90 EC						Kontrola – <i>Control</i>			
	Miejscowości – <i>Locality</i>						Teodorów	Kobierzyce	Milejowice	średnio <i>mean</i>
	Kobierzyce	Teodorów	Milejowice	średnio <i>mean</i>						
Matilda	9,54	8,41	7,27	8,41	11,36	8,67	8,04	9,36		
Caraibe	8,94	6,82	5,18	6,98	11,00	8,74	7,55	9,10		
Król	10,33	9,19	7,73	9,08	11,39	9,47	8,45	9,77		
Iman	11,12	12,09	7,30	10,17	11,47	12,76	7,68	10,64		
Koka	5,56	4,65	7,20	5,80	10,46	9,53	9,92	9,97		
Średnio – <i>Mean</i>	9,10	8,23	6,94	8,09	11,14	9,83	8,33	9,77		

Tabela 3. Średnie kwadraty zmienności w ogólnej analizie wariancji  
 Table 3. Mean square variation in the overall analysis of variances

Źródło zmienności <i>Source of variation</i>	Liczba stopni swobody <i>Number of degrees of freedom</i>	Średni kwadrat <i>Mean square</i>
Lata – <i>Years</i>	2	12,06*
Miejscowości – <i>Locality</i>	2	46,45*
Środowisko – <i>Environment</i>	4	3,93**
Genotypy – <i>Genotypes</i>	9	20,30*
Genotypy x lata <i>Genotypes x years</i>	18	0,69*
Genotypy x miejscowości <i>Genotypes x locality</i>	18	4,90*
Genotypy x środowisko <i>Genotypes x environment</i>	36	0,75**
Regresja względem środowiska <i>Regression on environment</i>	9	1,03
Odchylenie od regresji <i>Regression deviation</i>	27	0,66**
Błąd doświadczeń <i>Experimental error</i>	180	0,04

\*\* – istotność na poziomie  $\alpha = 0,01$  – *significant at  $\alpha = 0.01$*

\* – istotność na poziomie  $\alpha = 0,05$  – *significant at  $\alpha = 0.05$*

- o równości wszystkich efektów głównych dla miejscowości,
- o braku interakcji odmian z miejscowościami,
- o braku współdziałania odmian z latami,
- o braku współdziałania odmian z warunkami środowiska – (lata x miejscowości).

W analizowanym okresie stwierdzono znaczący wpływ warunków atmosferycznych na zmienność plonowania badanych odmian. Również hipotezy o równości efektów głównych dla miejscowości, środowisk i odmian kukurydzy zostały odrzucone na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Plony ziarna kukurydzy zarówno na poletkach kontrolnych jak również opryskanych herbicydem były istotnie wyższe w miejscowości Kobierzyce (przedplon rzepak ozimy), natomiast uprawa kukurydzy w monokulturze (miejscowość Milejowice) spowodowała spadek plonowania badanych odmian. Wykazano również istotne współdziałanie plonów badanych odmian z warunkami środowiska. Świadczy to o znacznym wpływie warunków atmosferycznych na plony badanych odmian w poszczególnych miejscowościach w latach 2003–2005. Zmienne warunki glebowo-klimatyczne w poszczególnych latach badań jak również zróżnicowana ilość opadów w każdej miejscowości w okresie wegetacji roślin spowodowały, że plony badanych odmian cechowały się dużymi wahaniami w analizowanym okresie.

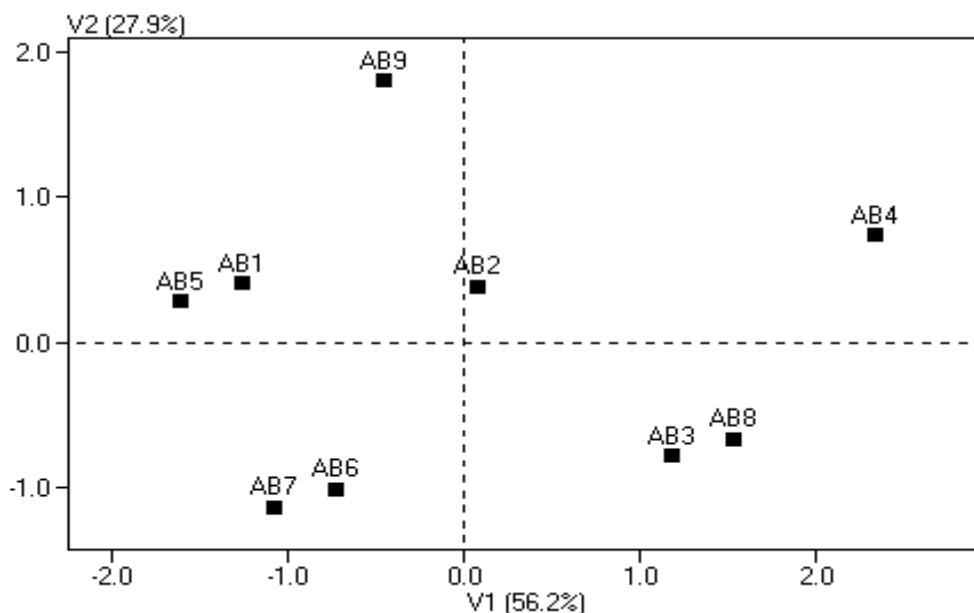
Reakcji odmian na zmiany warunków środowiska nie można wyjaśnić poprzez regresję liniową plonów poszczególnych genotypów względem efektów środowiskowych. Istotne odchy-

Tabela 4. Testowanie genotypów i ich interakcji ze środowiskiem  
 Table 4. Testing of genotypes and their interaction with environment

Odmiana <i>Cultivar</i>	Ocena efektu głównego <i>Estimate for main effect</i>	Statystyka F dla efektu głównego <i>F statistic for main effect</i>	Statystyka F dla interakcji ze środowiskiem <i>F statistic for interaction with environment</i>
<i>Obiekty z herbicydem – Treatments with herbicide</i>			
Matilda	-0,519	45,03	1,37
Caraibe	-1,947	58,37	14,84
Król	0,157	0,12	45,80
Iman	1,243	12,86	27,45
Koka	-3,122	145,21	15,32
<i>Kontrola – Control</i>			
Matilda	0,427	1,92	21,72
Caraibe	0,171	0,62	10,83
Król	0,840	24,60	6,54
Iman	1,711	132,58	5,04
Koka	1,039	11,15	22,12
Wartości krytyczne – <i>Critical values</i> ( $\alpha = 0,05$ )		7,71	2,42

lenia od regresji wskazują, że interakcja odmian z badanymi warunkami środowiska nie może być opisana prostą zależnością regresyjną. Tabela 4 przedstawia średnie odchylenia plonów poszczególnych odmian kukurydzy od średniej ogólnej oraz wielkości ich interakcji ze środowiskiem. W badanych miejscowościach w warunkach zastosowanego herbicydu Titus 25 WG i kontroli jedynie Iman odznaczał się dodatnim efektem głównym. Odmiana ta w analizowanych środowiskach wykazywała istotnie wyższy plon w porównaniu do średniej ogólnej wszystkich badanych obiektów. Natomiast odmiany Matylda, Caraibe i Koka pod wpływem stosowanego środka chemicznego wykazywały ujemne odchylenia plonów od średniej generalnej. Plony tych odmian były istotnie wyższe na polkach kontrolnych. W warunkach ochrony herbicydowej znaczną stabilnością plonowania odznaczała się odmiana Matylda. Pozostałe badane odmiany odznaczały się istotnym współdziałaniem z warunkami środowiska. Wysokie wartości statystyki F interakcji odmian Karaibe i Król z badanymi środowiskami uzyskano na obiektach opryskiwanych herbicydem Titus 25 WG. Odmiany te odznaczały się wyższą zmiennością plonowania w badanych miejscowościach na obiektach ze stosowanym środkiem chwastobójczym niż polkach kontrolnych.

Ocenę analizowanych środowisk (miejscowości) pod względem interakcji genotypowo-środowiskowej ( $G \times E$ ) przeprowadzono poprzez podział statystyki F tej interakcji na składniki odpowiadające poszczególnym kontrastom (odchyleniom) między genotypami. Odpowiednia statystyka F wyrażona w procentach statystyki F dla interakcji  $G \times E$  z ogólnej analizy wariancji pokazuje jaką część tej interakcji pochłania dany kontrast. W celu graficznego przedstawienia środowisk na płaszczyźnie wykorzystano dwie pierwsze składowe główne, które stanowią oce-

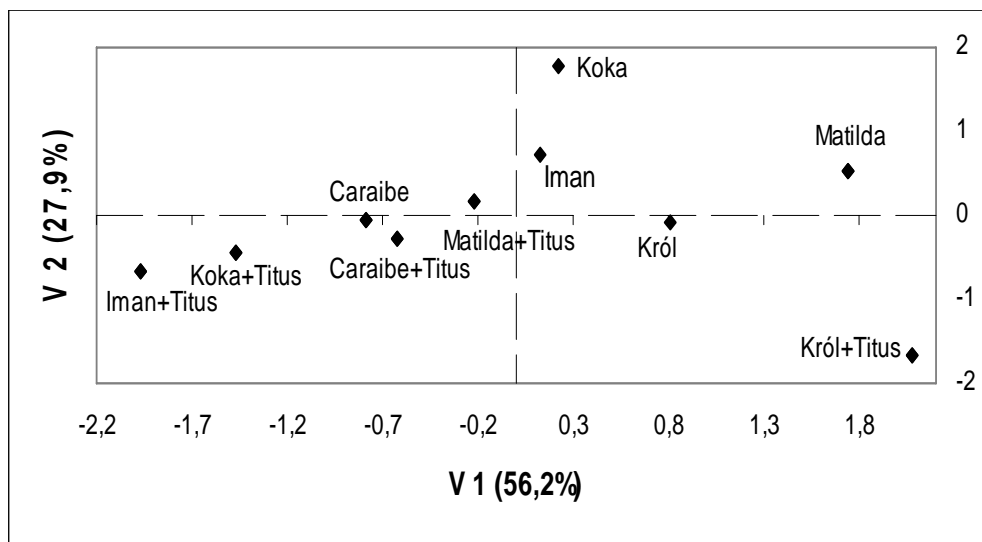


Rys. 1. Przedstawienie środowisk w układzie składowych głównych  
 Fig. 1. Distribution of environments in the system of principal components

ny zmienności plonowania pomiędzy genotypami wyliczone dla poszczególnych miejscowości. Rysunek 1 przedstawia rozmieszczenie środowisk na płaszczyźnie w układzie składowych głównych. Środowisko o wysokim udziale w interakcji G x E odznacza się dużą odległością od początku układu współrzędnych. Plony odmian w tym środowisku – miejscowości różnią się znacznie od średnich plonów uzyskanych w analizowanych latach badań w miejscowościach. Analizując rozkład zmienności środowiskowej można zauważyć znaczne rozproszenie punktów określających poszczególne miejscowości w poszczególnych latach badań. Zarówno punkty obrazujące Kobierzycę (AB1, AB4, AB7) jak również Teodorów (AB2, AB5, AB8) i Milejowice (AB3, AB6, AB9) odznaczają się dużym oddaleniem od siebie w latach 2003–2005. Świadczy to o znacznej zmienności plonów w badanych latach i miejscowościach na poletkach opryskanych herbicydem i kontroli. Znaczne zróżnicowanie plonów badanych odmian w analizowanym okresie spowodowały szczególnie nierównomierne opady oraz przejściowe okresy suszy.

Posługując się analizą składowych dualnych można badać składniki interakcji G x E ze względu na genotypy – odmiany. Genotypy w układzie składowych głównych przedstawiono na rysunku 2. Wielkość (udział) interakcji poszczególnych genotypów ze środowiskami przedstawia odcinek (wektor) wartości statystyki F wyprowadzony od każdego punktu do początku układu. Największym wpływem na sumę kwadratów odchyleń dla interakcji G x E odznaczają się odmiany Król i Iman na obiektach ze stosowanym herbicydem. Również genotypy Koka i Matylda na poletkach kontrolnych wykazywały dużą zmienność plonowania w analizowanych środowiskach. Genotypy te charakteryzują się bardziej zróżnicowanymi plonami w badanych środowiskach niż pozostałe obiekty.

Wykazana obniżona selektywność niektórych środków chemicznych wynika z interakcji herbicydu z odmianą kukurydzy w powiązaniu z zróżnicowanymi warunkami klimatycznymi [Pra-



Rys. 2. Wektorowe przedstawienie odmian kukurydzy w układzie składowych głównych  
 Fig. 2. Vectors distribution of maize cultivars in the system of principal components

czyk 2002]. Znaczne zagrożenia występują w początkowych fazach rozwoju roślin z powodu niskich temperatur i niskiej wilgotności gleby [Adamczyk i in. 2004]. Efektywność poszczególnych substancji czynnych uzależniona jest również od zmienności środowiskowej. Na zmienność tą wpływa nie tylko rozkład opadów i temperatur w trakcie wegetacji [Doohan i in. 1998], lecz również rodzaj gleby, przedplon, i system uprawy. Stosowane środki chwastobójcze wpływają nie tylko na spadek liczebności chwastów lecz w wielu przypadkach ograniczają życie biologiczne gleb i plony roślin uprawnych [Griffiths i in. 2008]. Przedstawione wyniki badań wskazują na zróżnicowaną reakcję odmian na stosowany herbicyd Titus 25 WG z adiuwantem Trend 90 EC. Reakcja ta uzależniona była nie tylko warunków atmosferycznych, lecz również od zmianowania roślin na analizowanych polach. Wysokie plony odmiany Iman zarówno na poletkach kontrolnych, jak również opryskanych herbicydem wskazują na brak ujemnej reakcji tego genotypu na analizowaną substancję czynną. Pozostałe mieszańce wykazywały spadek plonów pod wpływem zastosowanego środka chemicznego w porównaniu do obiektów kontrolnych. Przedstawione wyniki badań wskazują, że efekt działania herbicydu w dużym stopniu uzależniony jest od warunków środowiskowych nawet w obrębie określonego województwa w naszym kraju. Dlatego badania skuteczności poszczególnych substancji czynnych w powiązaniu z interakcją genotypowo – środowiskową powinny być nieodzownym elementem rejestracji nowych mieszańców kukurydzy.

## WNIOSKI

1. Odmiana Iman wykazywała wysokie plonowanie zarówno na obiektach kontrolnych jak również opryskanych herbicydem Titus 25 WG w mieszaninie z adiuwantem Trend 90 EC. Pozostałe odmiany kukurydzy odznaczały się spadkiem plonów w warunkach stosowanego herbicydu w porównaniu do obiektów kontrolnych.

2. Plonowanie analizowanych odmian było w dużym stopniu uzależnione od wielkości i rozkładu opadów jak również od przedplonu w poszczególnych miejscowościach i latach badań.
3. Wysoka wartość interakcji genotypowo – środowiskowej wskazuje, że badania skuteczności poszczególnych substancji czynnych powinny być nieodzownym elementem rejestracji nowych mieszańców kukurydzy.

### PIŚMIENNICTWO

- Adamczyk J., Rogacki J., Cygert H. 2004. Czynniki ograniczające plonowanie kukurydzy w okresie wegetacji Pam. Puł. 140: 127–136.
- Diehl K.E., Stoller E.W., Barrett M. 1995. In vivo and in vitro inhibition of nicosulfuron metabolism by terbufos metabolites in maize. Pestic. Biochem. Physiol. 51: 137–149.
- Dooan D.J., Ivany J.A., White R.P., Thomas W. 1998. Tolerance of early maturing corn (*Zea mays*) hybrids to DPX-79406. Weed Technol. 12: 41–46.
- Griffiths B.S., Caul S., Thompson J., Hackett C.A., Cortet J., Pernin C., Krogh P.H. 2008. Soil microbial and faunal responses to herbicide tolerant maize and herbicide in two soils. Plant Soil 308: 93–103.
- O'Sullivan J., Sikkema P.H., Thomas R.J. 2000. Sweet corn (*Zea mays*) cultivar tolerance to nicosulfuron. Can. Plant. Sci. 80: 419–423.
- Praczyk T. 2002. Diagnostyka uszkodzeń herbicydowych roślin rolniczych. PWRiL Poznań: ss. 144.
- Rola H., Marczevska K., Kucharski M. 2007. Zjawisko odporności chwastów na herbicydy w uprawach rolniczych. Studia i Raporty IUNG-PIB 8: 29–40.
- Termorshuizen A.J., Lotz L.A.P. 2002. Does large-scale cropping of herbicide-resistant cultivars increase the incidence of polyphagous soil-borne plant pathogens? Outlook Agricul. 31: 51–54.
- Waligóra H., Szpurka W. 2007. Ocena wrażliwości kilku odmian kukurydzy cukrowej na wybrane herbicydy. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47(3): 289–291.

R. WEBER, H. GOŁĘBIOWSKA

### EFFECT OF HERBICIDE TITUS 25 WG ON VARIABILITY OF MAIZE CULTIVARS YIELD UNDER LOWER SILESIA

#### Summary

Yield variability of five maize cultivars was analyzed over the years 2003–2005 in accordance with of weed control methods, locations and years of investigation. Yields of the five maize cultivars were compared under conditions of chemical protection (spraying with herbicide Titus 25 WG + Trend 90 EC at the dose 60 g $\cdot$ ha $^{-1}$  + 0.2 l $\cdot$ ha $^{-1}$ ) or mechanical weed control. The herbicide applied brought about the decrease of Matilda, Caribe and Koka cultivars yields in relation to control treatment (mechanical weed control). Yield of cultivar Imam was found to be similar to that obtained under mechanical weed control, instead. The Król cultivar showed the highest yield variability under herbicide treatment, alike Koka yields was diversified when mechanical weed control was applied. The diversified response of the cultivars to the herbicide applied suggests that genotype-environment interaction should be analyzed using the same chemical agents in all the experiments.