
Elección del genotipo de trigo para su uso en sistemas de producción en relevo con algodón, maíz y sorgo

O. H. Moreno-Ramos, M. H. Herrera-Andrade*, J. C. González-Núñez y R. A. Salazar-Gómez

Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Block 611, Valle del Yaqui

Choosing wheat genotype to use in a relay production system with cotton, corn and sorghum

Abstract

The crop relay system pretends to match the society aids (increase yield and quality of food) with those of the agriculturist, who pretends to develop in a rational scenario to gain enough earnings to live properly and guarantee their permanence and prosperity at the agro business.

The development of the proper technology for the agro production implies several aspects like the contribution of wheat genotype to the productivity of the system.

Under this purpose was evaluated the effect of five wheat flour and five durum wheat genotypes in four production systems. On three of the systems was used the relay technique: wheat/cotton (RTA), wheat/corn (RTM) and wheat/sorghum (TT).

The results showed that the relay technique does not affect the production of wheat. The variety of wheat has an establishment and initial growing effect of the relay crop (cotton, wheat and sorghum). The three used crops were recovered, progressed and yielded properly. On this information was not found interaction between the wheat variety and the production system, that is why the genotype election is such as the traditional one. The relay system can give profits 21 times bigger than corn, 3.4 times bigger than cotton and almost nine times to the traditional sorghum. The net income at the best was 1770 dills/ha for RTA and RTS, and 191 dills/ha for RTM.

Key words: wheat *Triticum aestivum*, production systems, relay Intercropping systems, economical analysis.

Resumen

Los sistemas de cultivos en relevo pretenden converger los objetivos de la sociedad (producir alimentos abundantes y de buena calidad) con los del agricultor, quien aspira a desempeñarse en un escenario racional, para obtener ganancias suficientes con el fin de sufragar su existencia con decoro, que le garanticen además su permanencia y prosperidad en el negocio agrícola.

El desarrollo de la tecnología óptima para la producción agrícola involucra varios aspectos, entre los que destaca la contribución del genotipo a la productividad del sistema. Con este propósito, se evaluó el efecto de cinco genotipos de trigo harinero y cinco de trigo duro, en cuatro sistemas de producción. Tres de los sistemas incluyeron la técnica de relevo: trigo por algodón (RTA), trigo por maíz (RTM) y trigo por sorgo (RTS); en el cuarto se utilizó como testigo el sistema de producción tradicional de trigo solo (TT).

Los resultados indicaron que la técnica de relevo no afecta la producción del trigo. La variedad de trigo tiene efecto en el establecimiento y crecimiento inicial del cultivo en relevo (algodón, maíz o sorgo). Los tres cultivos empleados en el relevo se recuperaron, progresaron y rindieron adecuadamente. En esta información no se encontró interacción entre la variedad de trigo y el sistema de producción, por lo que la elección del genotipo es semejante a la que se hace en forma tradicional.

Los sistemas de relevo pueden aportar una ganancia hasta 21 veces mayor que el maíz, 3.4 veces que el

*Autores de correspondencia
Email: hermelinda111@hotmail.com

algodonero y casi 9 veces la del sorgo tradicional. El ingreso neto en el mejor de los casos fue de 1770 dólares por ha⁻¹ para RTA y RTS y de 191 dólares por ha⁻¹ para RTM.

Palabras claves: trigo *Triticum aestivum*, sistemas de producción, sistemas de relevo, análisis económico.

Introducción

El cultivo de relevos es una asociación muy interesante ya que mediante el arreglo cronológico se pretende minimizar su interacción, para lo cual la época de relevo debe de escogerse de tal manera que el primero de ellos esté en su etapa de baja demanda por factores de crecimiento (llenado de grano) y el segundo inicie su ciclo de vida. En las situaciones anteriormente mencionadas, la competencia por factores de crecimiento es mínima (Moreno-Ramos *et al.*, 2015). En condiciones de agricultura empresarial, el uso de estos sistemas de producción ha estado limitado porque la mecanización es obligada y la siembra del cultivo en relevo es difícil o imposible con la maquinaria y el sistema de siembra convencional.

En el Noroeste de México, la agricultura es de tipo empresarial y Moreno-Ramos *et al.*, 1995 afirman que, dados los ciclos de desarrollo de los cultivos, es posible llevar a cabo la técnica de relevo con el propósito de hacer coincidir los objetivos sociales (producir alimentos) con los del agricultor (ganar más y reducir el riesgo agronómico).

Durante 1979-80, en el sur de Sonora se llevó a cabo un trabajo en la secuencia trigo-soya, con el objetivo de lograr cuatro cultivos por año, en lugar de los dos convencionales. Para ello se usaron 2 cultivos de invierno (trigo-garbanzo), 2 de primavera (sorgo y algodonero), 2 de verano (soya y ajonjolí) y 2 de otoño (sorgo y maíz); se formó con ellos todas las secuencias posibles. Trigo y garbanzo (en invierno) se sembraron en surcos a 60 cm y en los casos donde se iba a realizar relevo, se sembraron a surco salteado, de manera que el algodonero o el sorgo (en primavera), se sembraron por el surco que quedaba sin plantar. La idea era cosechar el trigo y el garbanzo para sembrar ajonjolí o soya en el surco desocupado. Desafortunadamente, el sorgo y el algodonero resultaron muy agresivos y no fue posible establecer el cultivo de verano. Sin embargo, el primer paso estaba dado y de esta manera nació el relevo de trigo por algodonero y por sorgo, en el sur de Sonora (Moreno-Ramos *et al.*, 1997).

Agricultores de Iowa utilizaron el relevo de trigo por soya y los resultados fueron de 3700 a 4400 kg por ha⁻¹ de trigo y 2200 a 2900 ton por ha⁻¹ de soya por lo que tal sistema se empezó a evaluar (Prochaska, 2004 y Marking, 1985). Bechard citado por Ehmke y Barnes (1985), relevaron trigo y avena con soya y los resultados fueron: 3360, 5383, 1954 y 740 kg por ha⁻¹ de trigo, avena, soya (con trigo) y soya (con avena) respectivamente. Mencionaron los autores la posibilidad de usar cebada en lugar de trigo o avena, por ser más precoz que éstos, lo que daría cierta elasticidad en el sistema. Sin embargo, la cebada presentaba una mayor cantidad de problemas agronómicos y de manejo del sistema, que habrían de resolverse en poco tiempo (Moreno-Ramos *et al.*, 2015).

El sistema fue rediseñado y se siguió evaluando los últimos diez ciclos agrícolas con resultados bastante atractivos (Moreno-Ramos *et al.*, 1997), como se evidencia en la tabla 1. Las diferencias en los cuatro cultivos entre los dos sistemas de producción fueron pequeñas y estadísticamente no significativas al 5% de P[E(I)], por lo que se afirma que los cuatro cultivos pueden aportar rendimientos semejantes bajo los sistemas de relevo y el tradicional.

Tabla 1. Prueba de t para las diferencias en la producción entre el sistema tradicional y de relevo (promedio de 10 años) para cada cultivo

Estimador	Diferencias medias en producción tradicional-relevo (kg por ha ⁻¹)				
	Trigo	Algodón	Maíz	Sorgo	General
Media \bar{y}_d	-59	63	82	39	31
Varianza S_d^2	13701	6108	13791	24244	16269
DEMedia S_d	39.02	27.63	39.14	51.90	21.26
t Calc	-1.52	2.29	2.09	0.76	1.47
t Tab 0.05	2.31	2.31	2.31	2.31	2.03
t Tab 0.01	3.36	3.36	3.36	3.36	2.72

t Calc = t calculada

t Tab 0.05 y 0.01 = t de las tablas o teórica al 5 y al 1% de probabilidad de cometer error tipo I

El relevo de cultivos de invierno con algodonero conserva y permite la abundancia de depredadores de los áfidos del algodón (*Aphis gossypii* Glover).

Los resultados 1992-1994 en Texas indicaron que este efecto fue mayor cuando el primer cultivo fue canola (Phoofolo *et al.*, 2010). La abundancia de áfidos fue menor en los cultivos de relevo; lo que sugiere que, si se pretende conducir el algodón sin aplicar insecticidas, esta técnica podría contribuir a reducir su número y retrasar el incremento de la población de áfidos del algodón (Parajulee *et al.*, 1997).

En China, el relevo de trigo por algodón (Zhang, 2007) se realiza en grandes áreas. Con respecto a la eficiencia del nitrógeno, en promedio, el contenido de éste elemento por unidad de área fue menor en relevo (110 a 127 kg por ha⁻¹), aunque la producción de biomasa fue inferior. La absorción de nitrógeno decreció durante la fase de asociación, pero se recuperó posteriormente, por lo que su eficiencia fisiológica no se modificó. El rendimiento relativo varió de 1.4 a 1.7, mientras que la eficiencia relativa total varió de 1.3 a 1.4, lo que indica que el relevo utiliza más nitrógeno por unidad de producción (Zhang, *et al.*, 2008).

Moreno-Ramos *et al.*, 2015 afirman que al relevar trigo con sorgo la estructura de la planta de trigo (la altura, la forma de la hoja y la capacidad para producir macollos) modifican el comportamiento de las plantas de sorgo, cuyo efecto competitivo se manifiesta retardando sus eventos fenológicos. En condiciones del trabajo, el rendimiento del trigo fue de 7032, 6645 y 6560 kg de grano por ha⁻¹ para las variedades Júpare, Borlaug y CMH98542 respectivamente. Las variedades de sorgo más atractivas para el sistema fueron en orden de importancia: BR57, DK50 y Zafiro, con rendimientos de 7052, 7051 y 6949 kg de grano por ha⁻¹ respectivamente. Desde el punto de vista de su rentabilidad, la combinación formada por Júpare (trigo) y Dekalb BR57 (sorgo) fue la más atractiva, con ganancia neta de 947 dólares por ha⁻¹.

El objetivo de este trabajo fue seleccionar el genotipo de trigo apropiado para los sistemas de producción de trigo en relevo con algodón, maíz y sorgo. En consecuencia, la hipótesis propone la existencia de interacción entre los genotipos de trigo y el sistema de producción. De manera central se supone que: 1. Los genotipos de ambos cultivos representan adecuadamente la variabilidad pertinente a los sistemas de producción involucrados en el trabajo. 2. El tipo de suelo es representativo del correspondiente al área de los suelos de barrial en el sur de Sonora

(Verticxerofluvert) (Moreno-Ramos *et al.*, 2014) y 3. La tecnología de producción empleada en el manejo agronómico es la apropiada a los sistemas de producción involucrados.

Materiales y método

Para definir el genotipo de trigo apropiado para estos sistemas de producción se llevaron a cabo cuatro experimentos en serie, que consistieron en relevar 5 variedades de trigo duro (Altar, CIRNO, Júpare, Aconchi y Rafi) y 5 variedades de trigo harinero (Villa Juárez, Borlaug, Ónavas y Tepahui) con algodón, maíz y sorgo. Adicionalmente se realizó un experimento en el cual se manejaron los cultivos por separado.

El diseño experimental fue de cuatro experimentos en serie (trigo tradicional [TT], relevo trigo-almorronado [RTA], relevo trigo-maíz [RTM] y relevo trigo-sorgo [RTS]). Cada uno consistió de 10 variedades, que se presentan en la Tabla 1. El diseño de cada experimento fue bloques al azar, con cuatro repeticiones; la parcela experimental fue de cuatro surcos de 1 m de ancho por 5 m de largo, para cosechar los dos centrales. Todo el lote se fertilizó cuando se sembró el trigo, con 150 y 40 kg de N y P₂O₅.ha⁻¹ respectivamente, y al primer riego del cultivo en relevo (una vez cosechado el trigo), con 250 kg de N por ha⁻¹ respectivamente. Las variedades del cultivo en relevo y/o segundos cultivos fueron: algodón DP-912, Maíz V-455 y Sorgo Dekalb BR57.

El experimento se ubicó en la manzana 611, en el Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui; el trigo se sembró el 18 de noviembre de 2012 en surcos a metro, con dos hileras a 40 cm en el lomo y los segundos cultivos se establecieron con el último riego del trigo, el 10 de marzo de 2013 (113 días después de la siembra).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en el estudio, promedio de cuatro repeticiones, se presentan en la tabla 2. Para todos los sistemas de producción la variedad de trigo con menor rendimiento fue Tacupeto en relevo con algodón, con 6456 kg de grano por ha⁻¹; la mayor producción de grano se logró con dos variedades: CIRNO y Júpare en el sistema Tradicional (TT) con 7429 y 7421 kg de grano por ha⁻¹. Para los experimentos en relevo, en promedio, el rendimiento de grano de trigo resultó 76 kg por ha⁻¹ menor que la media del sistema convencional, diferencia que no fue estadísticamente significativa. Aun cuando las diferencias entre variedades son matemáticamente ciertas, es claro que se comportan de la misma manera al cambiar el sistema de

producción, lo que implica que, al menos en el grupo de los genotipos empleados, no existe preferencia por alguno de ellos para su uso en el relevo, lo que significa que para la elección usará los mismos criterios que los correspondientes a la siembra tradicional, lo que no da apoyo a la hipótesis planteada.

Para las 10 variedades de trigo utilizadas en el trabajo (Tabla 2) el rendimiento promedio en los sistemas de relevo varió de 7025 a 6905 kg de trigo por ha⁻¹ en RTS y RTA respectivamente. Esta diferencia de 120 kg no fue estadísticamente significativa, de acuerdo con el análisis de la varianza, llevado a cabo con la información para trigo (Tabla 3 y Figura 1). Para los tres sistemas de relevo, el rendimiento promedio del trigo fue de 6953 kg por ha⁻¹, semejantes al sistema tradicional

Tabla 2. Rendimientos (kg por ha⁻¹) de los tres sistemas de relevo en comparación con los de forma tradicional, para los cultivos involucrados.

Variedad	Tipo	Trigo relevado por			Media Relevo	Trigo Tradic	Segundos cultivos		
		Algodón	Maíz	Sorgo			Algodón	Maíz	Sorgo
Altar	D1	7207	6959	6944	7004	6900	4040	4189	6116
CIRNO	D2	7321	7210	7103	7211	7429	3844	4110	5427
Júpare	D3	7248	7090	7306	7215	7421	3975	4025	6197
Aconchi	D4	7092	7133	7123	7049	7122	3871	4227	6013
Rafi	D5	7002	7176	7233	7104	7168	3936	4261	6205
V. Juárez	H1	6613	6714	7060	6796	6591	4133	3902	5573
Borlaug	H2	6844	6902	7048	6998	7096	3913	4036	6026
Ónavas	H3	6714	6930	6815	6819	7021	3970	4138	5751
Tepahui	H4	6737	6815	6890	6880	7046	4039	4631	5848
Tacupeto	H5	6274	6367	6728	6456	6497	3846	4286	6091
Media	D	7174	7114	7142	7116	7208	3933	4162	5992
Media	H	6636	6745	6908	6790	6850	3980	4199	5858
Media general		6905	6929	7025	6953	7029	3957	4181	5925
C M E		138073	181286	136934	152098	167613	225307	283581	316386
F Calculada		10.88	6.82	17.95	11.883	11.06	1.42	1.23	1.52
C V %		6.01	6.87	5.74	6.2067	5.17	11.3	14.62	11.9
DMS(0.05)		519.2	596.2	518.1	544.5	561	498	560	730
Rto. tradicional						7029	4150	4806	6038

D1 a D5 = Trigo Duro 1 a Duro 5, H1 a H5 = Trigo Harinero 1 a Harinero 5,
CME = Cuadrado Medio del error, CV = Coeficiente de variación
DMS= Diferencia mínima significativa

de 7029 kg por ha⁻¹. Estos resultados, son congruentes a los indicados por el autor en diferentes publicaciones. En definitiva, la técnica de relevo no afecta la producción de trigo, lo que se explica por el hecho de que el intercalado del segundo cultivo se lleva a cabo cuando el trigo prácticamente completó su ciclo de desarrollo y por ende sus necesidades por nutrientes y otros factores de crecimiento son bajas, que es la hipótesis general que se plantea en estos sistemas de producción. Aparentemente, la forma en que se lleva a cabo este intercalado en relevo no ocasiona daño físico y el efecto de competencia esperado es prácticamente nulo, como lo indican los resultados obtenidos no publicados por Moreno de 2002-2010, presentados en la Tabla 1. Debe destacarse que los resultados que se presentan difieren de los

encontrados en otras latitudes, donde se da una reducción en la producción de ambos cultivos que participan en este tipo de asociación; lo que quizá pueda explicarse en base a los arreglos topológico y cronológico del sistema de producción en relevo.

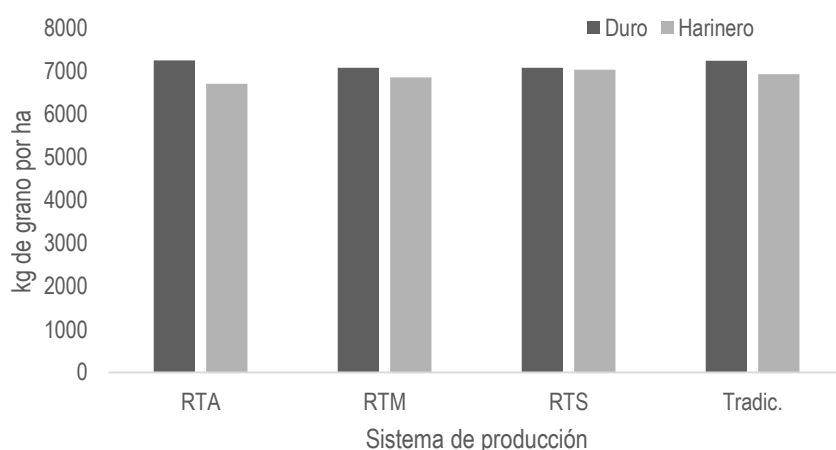
Aun cuando en los datos presentados en la tabla 2 hay en apariencia un comportamiento diferente de las variedades de trigo al cambiar el sistema de producción, el análisis de la varianza (Tabla 3) indicó que dicho comportamiento es aleatorio. Las variedades de alto rendimiento en el sistema tradicional, también lo serán en el sistema de relevo. Así, por ejemplo, los trigos duros en este experimento rindieron ligeramente más (375 kg por ha⁻¹) que los harineros, lo que es una situación frecuente en el noroeste de México. Esta diferencia fue estadísticamente significativa al 1% de P[E(I)],

Tabla 3. Análisis combinado de la varianza para el cultivo del trigo en los cuatro sistemas de producción

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft		P[F]
					0.05	0.01	
Repeticiones	3	889068	296356.00	2.200	3.863	6.992	0.157663
Sistemas	3	1405496	468498.67	3.478	3.863	6.992	0.063722
Error (a)	9	2339655	259961.67				
Variedades	9	9898855	1099872.78	8.165	1.862	2.385	5.69E-19
S*V	27	2264688	83877.33	0.623	1.525	1.525	8.07E-01
Error (b)	132	17781378	134707.41				
Total	159	34579140					

GL= Grados de libertad, SC= Sumas de cuadrados, CM= cuadrados medios,

Fc= Frecuencia calculada, Ft= Frecuencia tabulada, S*V= Sistemas por variedades, P[F]= Probabilidad de F



RTA= Relevo trigo-algodón, RTM= Relevo trigo-maíz, RTS= Relevo trigo-sorgo

Figura 1. Rendimiento en grano de trigo promedio de 10 variedades en los cuatro sistemas de producción estudiados

sin embargo, de acuerdo con este análisis de varianza, la interacción entre la variedad y el sistema de producción no resultó significativa (Figura 1 y Tabla 3).

Una vez cosechado el trigo, se procedió a calificar el vigor y la cantidad de plantas (Tabla 4). La información parece indicar que en las etapas iniciales de desarrollo, las plantas de los cultivos involucrados fueron afectadas drásticamente por el tipo de variedad de trigo usada. En apariencia, el índice se modifica con la altura y la precocidad del genotipo de trigo, lo que resulta en que los más altos índices se lograron con los genotipos como Borlaug, cuya planta es enana tipo E3 (70-80 cm) y de ciclo vegetativo intermedio y con Aconchi, que fue precoz y de altura intermedia (80-85 cm). El resto de los genotipos tiene comportamiento intermedio

3936, 4,261 y 6205 kg por ha⁻¹ de algodón, maíz y sorgo respectivamente en relevo con trigo. Lo anterior contradice la apreciación visual, ya que la apariencia del cultivo en la etapa inicial fue la tercera más mala; el resto fue muy cercano al promedio. Este mismo hecho se presentó con el rendimiento de maíz en relevo con variedad Júpare, donde fue sorprendente la recuperación del cultivo en relevo con esta variedad, pues se observó un establecimiento deficiente pero con rendimientos cercanos al promedio.

Los rendimientos promedio (Tabla 2) en relevo fueron de 3957, 4025 y 6197 kg por ha⁻¹ de algodón, maíz y sorgo respectivamente; resultados muy parecidos a los obtenidos bajo la técnica tradicional con 4150, 4806 y 6038 kg por ha⁻¹ para algodón, maíz y sorgo respectivamente, a excepción

Tabla 4. Evaluación visual del vigor de las plántulas de los cultivos en relevo después de la cosecha del trigo

Variedad	Tipo	Código	Altura	Floración	Algodón	Maíz	Sorgo	Promedio
Altar	Duro	D1	88	85	5.2	4.4	5.2	4.9
CIRNO	Duro	D2	84	83	5.6	7.2	6.0	6.3
Jupare	Duro	D3	94	87	4.8	3.2	4.8	4.3
Aconchi	Duro	D4	80	82	7.2	7.6	6.8	7.2
Rafi	Duro	D5	92	84	4.4	4.0	4.0	4.1
Villa Juárez	Harinero	H1	92	85	6.8	6.6	7.2	6.9
Borlaug	Harinero	H2	78	84	6.5	6.2	6.2	6.3
Ónavas	Harinero	H3	95	84	5.2	5.2	5.6	5.3
Tepahui	Harinero	H4	92	83	5.2	4.4	4.4	4.7
Tacupeto	Harinero	H5	97	83	5.6	4.8	6.4	5.6
Media Duros			88	84	5.4	5.3	5.4	5.4
Media Harineros			89	84	5.9	5.4	6.0	5.8
Media General			88	84	5.7	5.4	5.7	5.6
Correlación con			Altura		-0.78	-0.77	-0.61	-0.77
Correlación con			Flor		-0.38	-0.59	-0.27	-0.46

debido a que su fenotipo también lo es. Ésta información se refiere exclusivamente a la calificación visual en etapas iniciales y no es indicador de su comportamiento y rendimiento posterior.

Como puede observarse en la Tabla 2, los rendimientos de los segundos cultivos no se modificaron por efecto de la variedad de trigo. Las diferencias observadas fueron pequeñas; sólo destacó el rendimiento de algodón bajo relevo en la variedad Rafi, donde la calificación visual fue relativamente baja (4.4, 4.0 y 4.0, tabla 4) y que en teoría debería asociarse con bajos rendimientos de los segundos cultivos, pero no fue así. Como puede constatare en la Tabla 2, el rendimiento de trigo en relevo con algodón, maíz y sorgo para ésta variedad fue de 7002, 7176 y 7233 kg de trigo por ha⁻¹ y de

del maíz que rindió 781 kg por ha⁻¹, bajo la técnica de relevo

Se encontró alta correlación entre la altura de las plantas de trigo y la calificación visual del establecimiento de las plantas de los segundos cultivos en la asociación en relevo, como puede observarse en la Tabla 4. Esta correlación es negativa, lo que implica que mientras mayor sea la altura de la planta de trigo, menor será el índice de establecimiento, lo que da apoyo a la hipótesis planteada.

Análisis económico

Para el análisis económico se consideró las relaciones entre los precios y los productos que se presentan en la Tabla 5. Con esta lista de precios, se procedió a calcular el ingreso neto atribuible a cada

integrante del sistema de producción, en base a la siguiente fórmula (1):

$$INS = (RT * PT) + (RC2 * PC2) - CPT - CPC2 - RT \quad (1)$$

Donde:

INS = Ingreso Neto del Sistema

RT = Rendimiento Trigo

PT = Precio trigo

RC2 = Rendimiento segundo cultivo en relevo

PC2 = Precio segundo cultivo en relevo

CPT = Costo producción trigo

CPC2 = Costo producción segundo cultivo en relevo

RT = Renta de la tierra

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 6 y como se puede observar, los sistemas de relevo trigo con algodón, maíz y sorgo aportaron ingresos netos promedio de 1601, 115 y 1572 dólares por ha⁻¹ respectivamente. Los ingresos netos fueron de 430, 152 y 186 dólares por ha⁻¹ para los mismos cultivos en forma tradicional y el ingreso neto para el cultivo de trigo fue de 222 dólares por ha⁻¹. Al respecto, pocos agricultores usan la alternativa de

maíz de verano y sus rendimientos comerciales son entre cinco y seis toneladas por ha⁻¹, con lo que su rentabilidad (232 dólares por ha⁻¹) es un poco más atractiva, pero aún baja.

Como puede observarse en la figura 2, el ingreso neto por sistema de producción, fue diferente por variedad, puesto que los trigos duros tuvieron un mayor rendimiento que los harineros, diferencia que aporta alrededor de 200 dólares por ha⁻¹ adicionales. En lo que se refiere a sistemas de producción, puede observarse que los sistemas de relevo de trigo por algodón y sorgo aportaron ganancias similares (cercasas a los 1580 dólares por ha⁻¹); mientras que la ganancia lograda en el sistema de relevo trigo con maíz fue muy baja (115 dólares en promedio) incluso menor que las correspondientes a los sistemas tradicionales de producción.

Puesto que el riesgo agronómico en el cultivo del algodón es casi cuatro veces el correspondiente al sorgo y que su ganancia esperada es casi la misma, el sistema de producción más pertinente, para las condiciones del noroeste de México aparentemente es el relevo de trigo por sorgo. Las

Tabla 5. Supuestos en el análisis económico en USA dólares

Cultivo	Precio del producto*	Costo del cultivo**		Renta tierra	Rt	Int
		Tradicional	Relevo			
Trigo	320	1314	1338	670	6.998	255
Algodón	789	2139	2131	670	4.15	465
Maíz	289	1314	1084	670	4.806	75
Sorgo	245	858	630	670	6.038	179

Rt= Rendimiento tradicional, Int= Ingreso neto tradicional

1 dólar =15 pesos

* Incluye apoyos a la comercialización

** Fuente: SAGARPA , 2012

Tabla 6. Ingreso neto para 12 variedades de trigo en 4 sistemas de producción

Variedad	Tipo	Trigo relevado por			Media relevo	Trigo solo
		Algodón	Maíz	Sorgo		
Altar	Duro	1770	127	1642	1180	180
CIRNO	Duro	1638	188	1730	1185	349
Jupare	Duro	1727	130	1771	1209	347
Aconchi	Duro	1659	-20	1489	1043	81
Rafi	Duro	1544	72	1559	1059	243
Villa Juárez	Harinero	1552	105	1443	1033	219
Borlaug	Harinero	1618	185	1475	1093	227
Ónavas	Harinero	1588	191	1663	1147	251
Tepahui	Harinero	1304	-40	1275	846	51
Tacupeto	Harinero	1615	213	1669	1166	266
Media	Duro	1684	157	1695	1179	279
Media	Harinero	1517	64	1448	1010	164
Media	Media	1601	115	1572	1095	222
Ingreso C. Tradicional		430	152	186		

variedades de trigo duro son las más adecuadas, en función de su rendimiento y precio del producto en el mercado.

Con respecto a los índices de eficiencia en el uso de los recursos, se observa en la tabla 7 que el relevo de trigo por maíz no es una alternativa viable en el sur de Sonora, porque su ingreso relativo es muy bajo, incluso el 20% del que corresponde al algodón tradicional y en el mejor de los casos solo 50% por encima de los que corresponden al cultivo tradicional de maíz. Esto se debe a que los

adopción, es el relevo trigo-sorgo el que tiene una mayor posibilidad.

Conclusiones

El genotipo de trigo puede afectar el establecimiento y desarrollo inicial del cultivo en relevo con éste; sin embargo, tal hecho no se manifestó en el desarrollo posterior y producción de estos cultivos.

Aun cuando la mejor opción parece ser genotipos

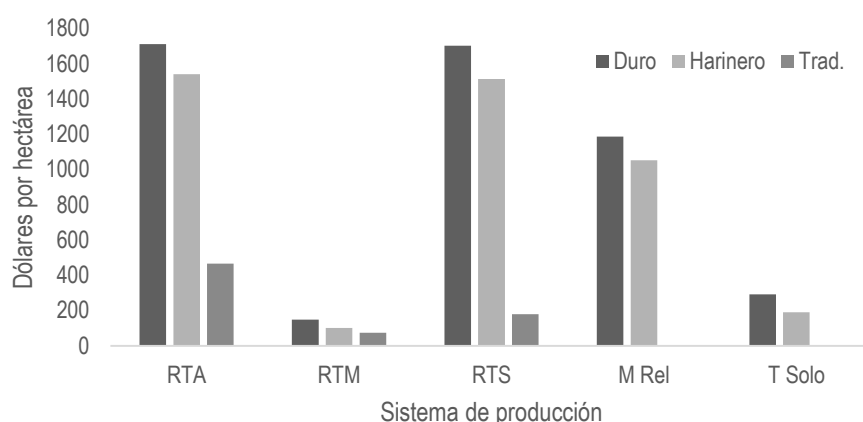


Figura 2. Ingreso neto para cada tipo de variedad en cuatro sistemas de producción

Tabla 7. Ingreso relativo de los sistemas de relevo con respecto a los cultivos tradicionales.

Sistema de producción	Ingreso relativo Relevo-Tradicional		
	Algodón	Maíz	Sorgo
RTA	3.4	21.3	8.9
RTM	0.2	1.5	0.6
RTS	2.4	21.0	8.8
Media	2.4	14.6	6.1

RTA= Relevo trigo-algodón, RTM= Relevo trigo-maíz, RTS= Relevo trigo-sorgo

rendimientos del maíz en primavera son muy bajos porque no se dispone de germoplasma adaptado a las condiciones de la región.

Los otros dos relevos aportaron índices de eficiencia semejantes en relación al cultivo tradicional de algodnero (3.4 y 2.4) y maíz (21.3 y 21.0). Con respecto al sorgo, los índices fueron aceptables (8.9 y 8.8), aunque más altos que los de algodnero tradicional; esto se debe a que el precio del sorgo es relativamente bajo. Sin embargo, dada su factibilidad en lo que se refiere a la posibilidad de

precoces y de porte enano, la información aquí presentada no aporta evidencias en este sentido.

Aparentemente el relevo más rentable, es de trigo con algodnero; el más simple y factible, es el de trigo con sorgo.

La ganancia aportada por los sistemas de relevo puede ser ocho veces la aportada por el sistema tradicional para producir trigo, o también cuatro veces la correspondiente al cultivo del algodnero.

La elección del genotipo de trigo en este trabajo no está afectada por el sistema de producción, por lo

que se escoge, aquella con mayor rendimiento en el sistema tradicional.

Referencias

- Ehmke, V. y Barnes, H. 1985. Wheat may be dethroned as double cropping. *Soybean digest*, 45: 68-69.
- Marking, S. 1985. Intercropping: Farmer's plants beans between the wheat. *Soybean digest*, 45: 84-86.
- Moreno-Ramos O. H., Herrera-Andrade M. H., González Núñez J. C. y Cruz- Medina I. R. 2015. Interacción entre variedades de sorgo y trigo en la producción del sistema de relevo trigo por sorgo. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 11: 87-94.
- Moreno-Ramos, O. H., Herrera-Andrade, M. H., Cruz-Medina, I. R. y Turrent-Fernández, A., 2014. Estudio de la tecnología de producción de trigo por agrosistema, para señalar necesidades de información. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5: 1351-1363
- Moreno-Ramos, O. H., Salazar-Gómez, J. M., Carrillo-Méndez L. E., Cano-Ávila M. de J., Duarte-Ramírez J. J., Morales-Cuen A. y Sayre, K. D., 1997. El relevo de trigo por sorgo: una estrategia para integrar actividades agrícolas y pecuarias. Folleto Técnico N° 31
- Moreno-Ramos, O. H., Salazar-Gómez, J. M., Cano-Ávila, M. J., Duarte-Ramírez, J. J. y Camacho-Casas, M. A. 1995. Los sistemas de cultivos en relevo, su uso en la agricultura empresarial del noroeste de México. Folleto Técnico No. 25.
- Parajulee, M. N., Montandon, R. y Slosser, J. E. 1997. Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) in Texas cotton. *International Journal of Pest Management*, 43: 227-232.
- Phoofolo, M. W, Giles, K. L. y Elliot N. C. 2010. Effects of relay-intercropping sorghum with winter wheat, alfalfa, and cotton on lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) abundance and species composition. *Environmental Entomology*, 39: 763 - 774
- Prochaska, S. C. 2004. Modified relay intercropping. *Horticulture and Crop Science*, AGF-504-01: 1-5
- Zhang, L. 2007. La productividad y el uso de recursos en el algodón y el trigo intercalado en relevo. Tesis de Ph D. Universidad de Wageningen, Wageningen, Países Bajos, 198 pp.
- Zhang, L. J., Spiertz, H. J., Zhang, S., Li, B. y Van Der Werf, W. 2008. Nitrogen economy in relay intercropping systems of wheat and cotton. *Plant and soil*. 303: 55-68..