

## Estudio de la tecnología de producción de trigo por agrosistema, para señalar necesidades de información\*

### Study on the production of wheat technology per agro-system, for pointing out needs of information

Oscar Humberto Moreno-Ramos<sup>1</sup>, María Hermelinda Herrera-Andrade<sup>81</sup>, Isidro Roberto Cruz-Medina<sup>2</sup> y Antonio Turrent-Fernández<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui. Block 611, Valle del Yaqui, Municipio de Bácum, Sonora. México. C. P. 85000 Tel 01 643 4357100. (moro4405@yahoo.com).

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, Colonia Centro. C. P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora. México. Tel 01 644 4109000. (rcruz@itson.mx). <sup>3</sup>Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Textcoco, km 13.5. Coatlínchan, Textcoco, Estado de México. C. P. 56250. Tel. 01 595 9212657. (aturrent@cablevision.net.mx). <sup>8</sup>Autora para correspondencia: hermelinda111@hotmail.com.

## Resumen

La tecnología de gran visión generada en los campos experimentales puede tener sesgos en la realidad, lo cual puede reducir ampliamente su eficiencia y eficacia. En el sur de Sonora, la estratificación del ambiente para la producción, es función del tipo de suelo, donde pueden distinguirse dos escenarios contrastados; entisoles (aluviones) ligero en el lecho del río, pesado a los lados y en las zonas de inundación y vertisoles (barriales) dominados por la arcilla; los más cercanos son los profundos, luego los compactados y finalmente los pedregosos. En cada uno de estos agrosistemas, se recolectó información sobre las prácticas empleadas en el manejo del trigo durante 2007 y 2010. Con esta información, se realizó un análisis de correlación, un análisis de estabilidad y uno de regresión por pasos. En suelos de aluvión, ampliar el intervalo de riegos afectó adversamente rendimientos y lo contrario sucedió en suelos de barrial pedregoso. Retrasar la fecha de siembra afectó rendimientos en suelos de barrial. La probabilidad de respuesta a las adiciones de fósforo fue baja, excepto en suelos de barrial compactado. Las aplicaciones de insecticidas fueron oportunas en suelos de aluvión, éstas tuvieron fallas en barriales pedregosos. El rastreo es la única práctica que admiten suelos de aluvión, en el resto afectó adversamente la producción. En suelos de barrial

## Abstract

Great vision technology generated in the experimental fields may have biases in reality, which can reduce their efficiency and effectiveness. In southern Sonora, stratification production environment is a function of soil type, which can distinguish two main contrasting scenarios; Entisols (alluvium) light in the river bed, heavy on the sides and in flood zones, and Vertisols (clays) dominated by clay; nearby are deeper, then compacted and finally the stony ones. In each of these agro-systems, information on management practices in wheat were collected during 2007 and 2010. With this information, a correlation analysis, stability analysis and, a stepwise regression were performed. In alluvial soils, expanding the range of risks adversely affected yields and the opposite happened in stony clayed soils. Delaying the planting date affected yields in clay soils. The probability of response to additions of phosphorus was low, except in compacted clayed soils. Insecticide applications were on time in alluvial soils, these were flawed in stony clayed soils. Dragging is the only practice that allowed alluvial soils, in the rest it affected adversely the production. In compacted clayed soils, dragging negatively affected wheat production. To the extent that habitat productivity was higher, the quantified variables were less predictable, probably because of the higher availability of information.

\* Recibido: abril de 2014

Aceptado: septiembre de 2014

compactado, el rastreo afectó negativamente la producción de trigo. En la medida en que la productividad del hábitat fue mayor, las variables cuantificadas tuvieron menor capacidad predictiva, probablemente por la mayor disponibilidad de información procedente de la investigación.

**Palabras clave:** *Triticum aestivum*, agro hábitats, análisis de estabilidad, regresión por pasos.

## Introducción

El sur de Sonora, comprende los municipios de Guaymas, Empalme, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Cajeme, Benito Juárez, Navojoa, Etchojoa y Huatabampo, cuya actividad es básicamente agrícola, así como los municipios serranos Álamos, Quiriego, Rosario y Yécora, con características fisiográficas de montaña. En su conjunto el sur de Sonora, tiene una superficie de 41 399 km<sup>2</sup> (22.3% del estado) en la que habitan 80 5547 personas (41.6% de la población de Sonora), de ahí que su densidad de población es de 19.49 habitantes por km<sup>2</sup> INEGI (2010). Geográficamente OEIDRUS (2010), se ubica entre los paralelos 26° 15' y 28° 37' latitud norte y los meridianos 108° 25' y 110° 09' longitud oeste del meridiano de Greenwich. Su altura varía de 0 a 2 150 msnm (Figura 1).

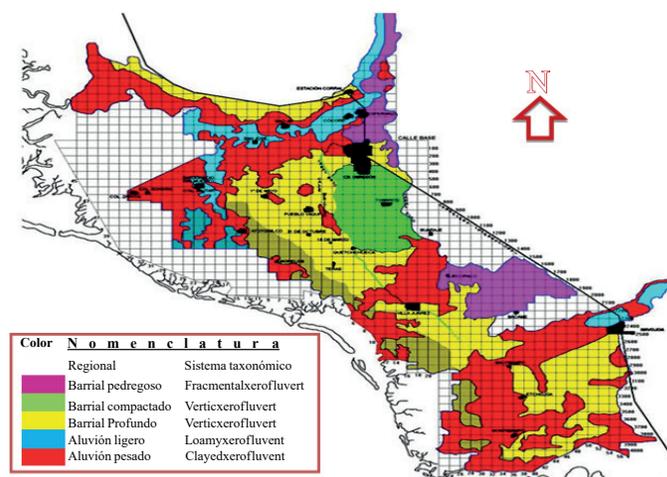
Desde el punto de vista de su fisiografía, el sur de Sonora, puede dividirse en dos grandes regiones: El área de riego en la Figura 1 y el área de temporal. Nuestra publicación se refiere al área de riego, donde se colectó información mediante encuestas de 236 parcelas de productores cooperantes, 52 en el Delta del Río Mayo, 23 en las comunidades Indígenas Yaquis y el resto en la margen derecha del delta del Río Yaqui. La región es sumamente plana, los problemas que existían en los meandros abandonados de los ríos, fueron subsanados mediante la nivelación en 95%. La caída natural es de 1.5 a 2 metros al millar en dirección noreste suroeste, con dirección al mar. Por el hecho de ser una región tan plana, la climatología es prácticamente constante y en definitiva tendrá poca influencia en la productividad de éstas 236 parcelas.

Desde el punto de vista de su funcionamiento, la llegada de la mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*) a la región, acabó con los cultivos de hoja ancha (soya, algodón, ajonjolí, etc.) y la región dispone de muy pocas alternativas que compitan con el trigo, motivo por el cual, entre 90 y 95% del área se ha sembrado con trigo los últimos 20 años.

**Keywords:** *Triticum aestivum*, agro-habitats, stability analysis, stepwise regression.

## Introduction

Southern Sonora includes the municipalities of Guaymas, Empalme, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Cajeme, Benito Juárez, Navojoa, Etchojoa and Huatabampo, whose activity is primarily agricultural, and the mountain towns Álamos, Quiriego, Rosario and Yécora, with mountain physiographic features. Together the southern Sonora has an area of 41 399 km<sup>2</sup> (22.3% of the State) in which live 805 547 people (41.6% of the population of Sonora), hence its density is 19.49 inhabitants per km<sup>2</sup> (INEGI, 2010). Geographically, OEIDRUS (2010) is located between the parallels 26° 15' and 28° 37' north latitude and the meridian 108° 25' and 110° 09' west longitude; the elevation varies from 0 to 2 150 m (Figure 1).



**Figura 1. Los agro hábitats en el área de riego del sur de Sonora.**  
**Figure 1. Agro-habitats in the irrigation area of southern Sonora.**

From the point of view of its physiography, southern Sonora can be divided into two main regions: the irrigated area in Figure 1 and the rainfed area. Our publication refers to the area of irrigation, where the information was collected through surveys of 236 plots of cooperating producers, 52 in the Mayo River Delta, 23 in the Yaquis Indigenous communities and, the rest on the right bank of the Yaqui River Delta. The region is extremely flat; the problems that existed in the abandoned river meanders were corrected by levelling at 95%. The natural fall is 1.5 to 2 thousand meters southwest to the northeast, towards the sea. By being such a flat region, the weather is almost constant and ultimately will have little influence on the productivity of these 236 plots.

Los suelos en el Valle del Yaqui se dividen en dos grandes grupos: Los suelos claros de la margen del río (Río Muerto) y los del valle viejo o suelos rojos, cada uno de ellos con sus variaciones. Todos los suelos son muy uniformes, profundos y fértiles, contienen fosfatos, potasio y calcio en forma de yeso. La textura y la topografía varía con la forma y el tiempo con el cual el agua puede aplicarse. Arvizu y Laird (1955), describen los suelos del área de acuerdo a tres tipos dominantes, citados como los suelos de Río Muerto, los de Valle Viejo y los de Valle Nuevo, los primeros con alto contenido de limo y los otros dos arcillosos, todos ellos fértiles, casi planos con pendiente general de un metro por kilómetro en dirección hacia el mar.

Los suelos de la región fueron descritos por De la Peña, Ochoa y Rodríguez Gómez citados por Moreno, *et al.* (1993) en base a la clasificación climática geográfica de Docuchaiev. De tales trabajos, se dispone: en el Valle del Yaqui de la descripción pero no del plano, en el río mayo del plano pero no de la descripción y de las comunidades indígenas Yaquis de ambos el plano y la descripción.

El objetivo de este trabajo fue establecer las necesidades de información para producir trigo cuando cambia el agrosistema, en el área de riego sur de Sonora. La hipótesis de trabajo es que la tecnología propuesta al productor es insensible al cambio en el agro hábitat.

## Materiales y métodos

La parte cartografiable del agro hábitat se llevó a cabo mediante estudios del paisaje (Alejos *et al.*, 2006; Monasterio y Saltella, 2009) y su parte de funcionamiento, el agronicho, a través de los estudios de las prácticas de producción.

Para cada agro hábitat se utilizaron dos sitios de referencia, donde se describieron los perfiles de suelo y se colectaron muestras que se analizaron en el laboratorio de suelos del Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, ubicado en el Block 611, Valle del Yaqui, Sonora. Los sitios considerados fueron los siguientes:

Aluvión ligero: block 419 lote 1 y block 423 lote 10  
 Aluvión pesado: block 411 lote 5 y block 417 lote 7  
 Barrial profundo: block 905 lote 10 y block 907 lote 12  
 Barrial compactado: block 608 lote 8 y block 1010 lote 4  
 Barrial pedregoso: block 1834 lote 10 y block 1838 lote 12

From the point of view of its operation, the arrival of the white fly (*Bemisia argentifolii*) to the region, ended the broadleaf crops (soybeans, cotton, sesame, etc.) and the region has quite few alternatives that compete with wheat, for this reason between 90 and 95% of the area is planted with wheat the last 20 years.

Soils in the Yaqui Valley are divided into two groups: the light soils of the riverbank (Dead River) and the old valley or red soils, each with its variations. All soils are uniform, deep, fertile with phosphates, potassium and calcium as gypsum. The texture and topography varies with the form and the time at which the water can be applied. Arvizu and Laird (1955), described the soils of the area according to three dominant types, referred to as the soils of Dead River, the Old Valley and New Valley, the first with high silt and clay the other two, all fertile, nearly flat with general slope of one meter per kilometre towards the sea.

The soils of the region were described by De la Peña, Ochoa and Rodríguez Gómez cited by Moreno *et al.* (1993) based on the geographical climate classification by Docuchaiev. From such work: in the Yaqui Valley of the description but not the plane in May of plane but not on the description and the indigenous communities Yaquis of both the plane and description.

The aim of this study was to establish the information needs to produce wheat when the agro-system changes in the irrigation area of south Sonora. The working hypothesis is that the proposed technology producer is insensitive to changes in the agro-habitat.

## Materials and methods

The mappable of the agricultural habitat was carried out by landscape studies (Alejos *et al.*, 2006; Monasterio y Saltella, 2009) and part of operation, agro-niche, through studies of production practices.

For each agro-habitat, we used two reference sites, describing soil profiles, and samples were collected and, analysed in the soil laboratory of the Technological Institute of the Yaqui Valley, located in Block 611, Yaqui Valley, Sonora. The sites considered were:

Light alluvium: block 419 and block 423 lot 1 lot 10  
 Heavy alluvium: block 411 lot 5 and lot 7 block 417

Esta información comprendió a 236 productores cooperantes; 23 en las comunidades Yaquis, 162 en el distrito de riego 141 (Valle del Yaqui) y 51 en el distrito de riego 148 (valle del Mayo) esta información se refiere a los principales elementos de la fórmula que emplea el residente. 23 de las parcelas correspondieron a aluvión ligero, 46 a aluvión pesado, 55 a barrial profundo, 63 al barrial compactado y 48 al barrial pedregoso. Con la información colectada se formaron 20 variables, las cuales fueron nominadas como se muestra en el Cuadro 1.

Deep clays: block 10 and block 905 lot 907 Lot 12  
Compacted clays: block 8 and block 608 lot 1010 lot 4  
Stony clays: block 1834 block 1838 lot 10 and lot 12:

This information comprised 236 cooperating producers; 23 in the Yaquis, 162 communities in the irrigation district 141 (Valle del Yaqui) and 51 in the irrigation district 148 (“Valle del Mayo”) this information refers to the main elements of the formula used by the resident. 23 plots corresponded to light alluvium, 46 heavy alluvium, 55 deep clays, 63 compacted

### Cuadro 1. Variables usadas en el trabajo.

Table 1. Variables used in the work.

| Variable        | Significado                        | Variable        | Significado                               |
|-----------------|------------------------------------|-----------------|---|
| X <sub>1</sub>  | Agrohábitat                        | X <sub>2</sub>  | Variedad de trigo                         |
| X <sub>3</sub>  | Fecha de siembra                   | X <sub>4</sub>  | Densidad de siembra                       |
| X <sub>5</sub>  | Nitrógeno aplicado en la siembra   | X <sub>6</sub>  | Nitrógeno complementario                  |
| X <sub>7</sub>  | Fosforo                            | X <sub>8</sub>  | Días entre la siembra y el primer auxilio |
| X <sub>9</sub>  | Días entre la siembra y 2° auxilio | X <sub>10</sub> | Días entre siembra y 3° auxilio           |
| X <sub>11</sub> | Aplicación de insecticida          | X <sub>12</sub> | Aplicación de herbicida                   |
| X <sub>13</sub> | Aplicación de fungicida            | X <sub>14</sub> | Días entre la siembra y la cosecha        |
| X <sub>15</sub> | Cinceleo                           | X <sub>16</sub> | Barbecho                                  |
| X <sub>17</sub> | Rastreo                            | X <sub>18</sub> | Método de siembra                         |
| X <sub>19</sub> | Tabloneo                           | X <sub>20</sub> | Floteo                                    |
| X <sub>21</sub> | Nitrógeno total                    | Y               | Rendimiento                               |

Con ésta información, se corrió en principio el análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russel (1966); Alejos *et al.* (2006); Iltis (2006); Baharami *et al.* (2008); García *et al.* (2009) y posteriormente los datos se separaron en cinco conjuntos, uno por cada hábitat, después se llevó a cabo un análisis de correlación de las variables colectadas contra el rendimiento, para finalmente someter la información en cada hábitat al análisis de regresión progresiva modificada (Stepwise) y de esta manera elegir variables en cada uno de los hábitat para explicar los cambios en el rendimiento (SAS Institute, 2004; Slaughter y Delwiche, 2010).

## Resultados y discusión

El análisis físico y químico de los horizontes detectados, se presenta en el Cuadro 2. Esta información indica que en el área existen dos condiciones de producción, una nominada como los suelos de barrial, arcillosos, de color café oscuro, a café rojizo, cuya característica central es

clays and 48 to the stony clayed soils. With the information collected, 20 variables were formed, which were nominated as shown in Table 1.

With this information, we used the stability analysis, proposed by Eberhart and Russell, (1966); Alejos *et al.* (2006); Iltis (2006); Baharami *et al.* (2008); García *et al.* (2009) and, subsequently the data were separated into five sets, one for each habitat, then conducted a correlation analysis of the variables collected versus yield to finally submit the information of each habitat to the modified progressive regression analysis (stepwise) and thus, choose variables in each habitat to explain changes in yield (SAS Institute, 2004; Slaughter and Delwiche, 2010).

## Results and discussion

The physical and chemical analysis of the horizons detected is presented in Table 2. This information indicates that two conditions of production, nominated for clay soils,

que forman grietas cuando se secan, que pueden llegar a profundidades mayores de dos metros. La otra categoría es la de los suelos de aluvión, cuya característica central es que después del riego o una lluvia fuerte forman costras relativamente gruesas (hasta de 5 cm) una vez que se secan, lo cual condiciona su manejo agronómico.

clay, dark brown to reddish brown, which exist in the area central feature is forming cracks when dry, which can reach depths higher than two meters. The other category is the alluvial soil; whose central feature is that after irrigation or heavy rainfall are relatively thick crust (up to 5 cm) after drying, which affects their agronomic management.

## Cuadro 2. Las características físicas y químicas de los suelos del sur de Sonora.

Table 2. Physical and chemical soil properties in southern Sonora.

| Característica | Método          | Unidad                | Aluviones (entisoles) |      |        |      | Barriales (vertisoles) |      |            |      |           |      |
|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|------|--------|------|------------------------|------|------------|------|-----------|------|
|                |                 |                       | Ligero                |      | Pesado |      | Profundo               |      | Compactado |      | Pedregoso |      |
|                |                 |                       | A                     | B    | A      | B    | A                      | B    | A          | B    | A         | B    |
| Color          | Carta           | ---                   | CC                    | CC   | CC     | CO   | CR                     | CR   | CO         | CC   | CO        | CC   |
| Drenaje        |                 |                       | MR                    | MR   | E      | E    | Mo                     | Mo   | Lm         | Mo   | Mo        | Mo   |
| Arena (a)      | Hidrómetro      | (%)                   | 40                    | 25   | 28     | 35   | 24                     | 35   | 43         | 40   | 49        | 47   |
| Limo (l)       | "               | (%)                   | 40                    | 45   | 32     | 40   | 21                     | 23   | 15         | 15   | 14        | 16   |
| Arcilla(r)     | "               | (%)                   | 20                    | 30   | 40     | 33   | 55                     | 42   | 42         | 45   | 37        | 38   |
| Textura        | Triángulo       |                       | Fa                    | F    | Mr     | F    | r                      | r    | r          | r    | r         | Mr   |
| K Asim.        | Pech            | kg ha <sup>-1</sup>   | 265                   | 220  | 380    | 350  | 560                    | 560  | 420        | 420  | 560       | 560  |
| P Aprov        | Bray P1         | kg ha <sup>-1</sup>   | 35                    | 55   | 30     | 30   | 20                     | 25   | 25         | 25   | 26        | 25   |
| MO             | Walkley         | (%)                   | 0.7                   | 0.8  | 0.95   | 0.7  | 0.85                   | 0.35 | 0.8        | 0.5  | 0.98      | 0.25 |
| pH             | Potenciómetro   | -log[H <sup>+</sup> ] | 7.75                  | 7.85 | 7.75   | 7.95 | 7.8                    | 7.8  | 7.9        | 7.9  | 7.54      | 7.58 |
| Hcc            | Olla de presión | (%)                   | 30                    | 30   | 34     | 30   | 39                     | 36   | 36         | 36   | 32.3      | 35.1 |
| Hpmp           | M. de presión   | (%)                   | 12                    | 12   | 15     | 12   | 19                     | 17   | 17         | 17   | 15.2      | 17.5 |
| ρ <sub>a</sub> | Cilindro        | (g cm <sup>-3</sup> ) | 1.45                  | 1.45 | 1.35   | 1.45 | 1.28                   | 1.25 | 1.25       | 1.25 | 1.28      | 1.25 |

CC=(10YR7/4) café claro; CO=(10YR4/2) café oscuro; CR=(7.5RY5/6) café rojizo Hcc=humedad a la capacidad de campo; Hpmp=humedad al punto de marchitamiento permanente; MR= muy rápido; E= eficiente, Mo= moderado; Lm= limitado; Fa= franco arenoso; F= franco; r= arcilla; mr= migajón arcilloso; A= profundidad 0-60 cm; B= profundidad 60-200 cm; ρ<sub>a</sub>= densidad aparente.

Con las características físicas y químicas de los perfiles representativos mencionadas anteriormente, fue posible establecer correspondencia de nomenclatura regional con la del sistema taxonómico de suelos de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 2006; Soil Survey Staff, 2010), como se presenta en el Cuadro 3, lo cual es indispensable, si se tuviera la necesidad de extrapolar los resultados fuera de la región.

Desde el punto de vista de la descripción edafológica, estos suelos son de origen reciente, formados por relleno de los ríos que drenan la región. En todos los casos, su perfil está ahora dado por un horizonte Ap, formado cuando los suelos se abrieron al cultivo por la aplicación de labranza profunda, entre 30 hasta 60 cm, mediante un implemento conocido como Ruter, que penetra a esta profundidad y el

With the physical and chemical characteristics of representative profiles mentioned above was possible to map regional nomenclature with the taxonomic system of soil of the United States (Soil Survey Staff, 2006, Soil Survey Staff, 2010), as presented in the Table 3, which is essential if the need to extrapolate the results outside the region have.

From the point of view of pedological description, these soils are of recent origin, formed by filling the rivers draining the region. In all cases, the profile is now given by Ap horizon, formed when the soil cultivation opened by applying deep cultivation, between 30 to 60 cm, using an implement known as Ruter, this penetrating depth and horizon C, representing the parent material, in this case the filling material flows carried by rainwater.

horizonte C, que representa el material parental, en este caso el material de relleno acarreado por las corrientes pluviales.

Con el promedio de la información del rendimiento por hábitat se formó el cuadro 4. En este cuadro puede observarse que desde el punto de vista de la producción de trigo los agrohábitats tienen gran influencia en el rendimiento; el aluvión pesado, con rendimiento promedio de 7 257 kg de grano por ha, resultó casi 400 kg ha<sup>-1</sup> de grano superior a los suelos de barrial profundo y barrial compactado (6 863 y 6 738 kg ha<sup>-1</sup>) cuyo rendimiento fue similar; todos ellos, con rendimiento promedio superior a los de barrial pedregoso y aluvión ligero, cuyo rendimiento resultó de 6 364 y 5 632 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente; esto significa que el potencial productivo de los suelos de aluvión pesado, los mejores suelos de la región, es casi dos toneladas superior al correspondiente a los suelos de barrial pedregoso y aluvión ligero.

Como se aprecia en el Cuadro 4, Átil, fue el genotipo con mayores rendimientos promedio de 7 048 kg ha<sup>-1</sup>, similar a Rafi, con 6 906 kg ha<sup>-1</sup>; Borlaug, con 6 469 kg ha<sup>-1</sup>, resultó de rendimientos intermedios y finalmente, las variedades Júpare y Tacupeto, con 6 200 y 6 231 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, resultaron las de menor producción en este trabajo. Este tipo de análisis son frecuentes en la bibliografía, son consecuentes con los indicados por González *et al.* (2007); Monasterio y Santella (2009); Palemón *et al.* (2012), todos ellos mediante el modelo de Eberhart y Russell (1966).

**Cuadro 4. Rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) por hábitat para las seis variedades de trigo usadas en el estudio.**  
**Table 4. Average yield (kg ha<sup>-1</sup>) for habitat for the six wheat varieties used in the study.**

| Agrohábitat        | Variedad de trigo empleada |         |        |       |          |       |
|--------------------|----------------------------|---------|--------|-------|----------|-------|
|                    | Átil                       | Borlaug | Júpare | Rafi  | Tacupeto | Media |
| Aluvión ligero     | 6 196                      | 5 816   | 4 961  | 5 731 | 5 456    | 5 632 |
| Aluvión pesado     | 8 399                      | 6 870   | 7 141  | 7 647 | 6 228    | 7 257 |
| Barrial profundo   | 7 313                      | 6 800   | 6 784  | 7 311 | 6 108    | 6 863 |
| Barrial compactado | 6 941                      | 6 394   | 6 277  | 7 449 | 6 629    | 6 738 |
| Barrial pedregoso  | 6 390                      | 6 464   | 5 839  | 6 394 | 6 735    | 6 364 |
| Media (genotipo)   | 7 048                      | 6 469   | 6 200  | 6 906 | 6 231    | 6 571 |

El análisis de estabilidad (Cuadro 5) usando el modelo de Eberhart y Russel (1966), indicó que la mayor estabilidad se logró en este trabajo con los genotipos Júpare, Rafi y Átil con coeficientes de regresión de 1.4, 1.3 y 1.3 respectivamente, cuya tendencia general es de respuesta

**Cuadro 3. Los agro hábitats de la zona de riego del sur de Sonora.**

**Table 3. Agro-habitats in the area of irrigation in southern Sonora.**

| Nomenclatura regional | Área ocupada |       | Equivalencia con el sistema Taxonómico del SSS-USA |
|-----------------------|--------------|-------|--|
|                       | (Ha)         | (%)   |  |
| Barrial pedregoso     | 34 400       | 9.23  | Fracmentalxerofluvert                              |
| Barrial compactado    | 31 200       | 8.37  | Verticxerofluvert                                  |
| Barrial profundo      | 114 801      | 30.79 | Verticxerofluvert                                  |
| Aluvión ligero        | 13 170       | 3.63  | Loamyxerofluent                                    |
| Aluvión pesado        | 95 702       | 25.67 | Clayedxerofluent                                   |

With the average yield information for habitat, Table 4 was formed. In this table can be seen that from the point of view of the wheat production, agro-habitats have great influence on yield; heavy alluvium, with average yield of 7 257 kg of grain per ha, almost 400 kg ha<sup>-1</sup> higher than compacted clay soils and deeper clays (6 863 and 6 738 kg ha<sup>-1</sup>) grain whose yield was similar ; all of them, superior than stony and light alluvium clays on average, whose yield was in 6364 and 5 632 kg ha<sup>-1</sup>, respectively; this means that the productive potential of soils of heavy alluvium, the best soils of the region, is almost two tonnes higher than that for stony soils and light alluvial clays.

As seen in Table 4, Átil was the genotype with higher average yields of 7 048 kg ha<sup>-1</sup>, similar to Rafi, with 6 906 kg ha<sup>-1</sup>; Borlaug, with 6 469 kg ha<sup>-1</sup> resulted in intermediate yields and finally the Júpare and Tacupeto varieties, with 6 200 and 6 231 kg ha<sup>-1</sup>, respectively, were the lowest entry in this

adecuada al incremento en el índice ambiental. El resto de los genotipos (Tacupeto y Borlaug), resultaron a juzgar por su coeficiente de regresión (0.431 y 0.645), con baja respuesta a la intensidad del ambiente, lo que significa que son de comportamiento atractivo, para terrenos con baja productividad natural.

Con la información disponible se corrió un análisis de correlación, ya que la hipótesis a probar, fue que las diferencias en rendimiento entre productores dentro de un agrohábitat pueden explicarse por diferencias en el manejo del cultivo. Los resultados se presentan en el Cuadro 6, donde puede observarse que la asociación de las diferentes variables con el rendimiento fue baja lo que indica que no se están considerando las variables de mayor influencia en el rendimiento.

En los suelos de aluvión ligero, se encontró al rendimiento de trigo correlacionado negativamente con las adiciones de N ( $X_5$  y  $X_6$ ), de fósforo ( $X_7$ ), días al primer riego de auxilio ( $X_8$ ), la labranza en general ( $H_{15}$  a  $X_{18}$ ), lo que podría indicar que la tecnología de producción tiene serias limitaciones en este hábitat; es decir, se está aplicando más N y P del necesario, se está aplicando tardíamente el primer riego de auxilio y el resto de los riegos se está aplicando muy temprano. Esta información indica también que debe revisarse el efecto de las diferentes prácticas involucradas en la labranza del suelo. Aun cuando las correlaciones fueron significativas solo para N complementario, época de aplicar el primer riego de auxilio y N total, es evidente que los programas de investigación deberán poner énfasis en éstas variables.

En el caso de los suelos de aluvión pesado, los de mayor potencial productivo de la región, las correlaciones en general fueron bajas, lo que indica que la tecnología de producción es cercana a la apropiada, como se observa en el Cuadro 6, de manera significativa el rendimiento se incrementó con el número de rastreos ( $X_{17}$ ) y se redujo al cambiar el método de siembra ( $X_{18}$ ) también con la aplicación de la cuchilla niveladora ( $X_{20}$ ), lo que parece contradecir la experiencia regional, pues los suelos en estos dos primeros hábitats son de muy fácil manejo, desde el punto de vista de las operaciones de labranza.

En los suelos de barrial profundo de alto potencial productivo, las correlaciones fueron bajas, lo que indica que la tecnología de producción es más o menos adecuada a las circunstancias de este nicho agroecológico. La correlación negativa que se observa con la nivelación o emparejado con la cuchilla niveladora, indica que esta variable afecta negativamente la producción de trigo en este hábitat.

work. This type of analysis is common in the literature, consistent with those reported by González *et al* (2007); Monasterio and Santella (2009); Palemón *et al.* (2012), all by Eberhart and Russell model (1966).

The stability analysis (Table 5) using the model of Eberhart and Russell (1966) indicated that higher stability was achieved in this work with the Júpare, Rafi and Átil genotypes with regression coefficients of 1.4, 1.3 and 1.3 respectively, which general tendency is to respond appropriately to the increase in environmental index. The other genotypes (Tacupeto and Borlaug), were judging by its regression coefficient (0.431 and 0.645), with low response to the intensity of the environment, which means they are of attractive behaviour for soils with low natural productivity.

#### Cuadro 5. Análisis de estabilidad de los genotipos de trigo empleados en el trabajo.

Table 5. Stability analysis of wheat genotypes employees at work.

| Variedad | $b_0$ | $b_1$ | $R^2$ | CME     | Fcalc  | $S_b$  |
|----------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|
| Átil     | 7 048 | 1.275 | 0.8   | 20 7770 | 11.74  | 0.1379 |
| Borlaug  | 6 469 | 0.645 | 0.894 | 18 765  | 33.3   | 0.0125 |
| Júpare   | 6 201 | 1.371 | 0.977 | 11 787  | 239.87 | 0.0078 |
| Rafi     | 6 907 | 1.278 | 0.928 | 50 604  | 48.47  | 0.0336 |
| Tacupeto | 6 321 | 0.431 | 0.274 | 252 394 | 1.11   | 0.1675 |

$b_0$ = ordenada al origen;  $b_1$ = coeficiente de regresión;  $R^2$ = coeficiente de determinación; CME= cuadrado medio del error; Fcalc= F calculada;  $S_b$ = desviación estándar del coeficiente de regresión.

With the information available a correlation analysis was run, as the hypothesis to be tested was that differences in yield between producers within an agro-habitats can be explained by differences in crop management. The results are presented in Table 6, where it can be observed that, the association of different variables with the yield was low indicating that they are not considering the most influential variables on yield.

In soils of light alluvium, we found that the wheat yield negatively correlated with the additions of N ( $X_5$  and  $X_6$ ), phosphorus ( $X_7$ ), days to first watering ( $X_8$ ), tillage generally ( $H_{15}$   $X_{18}$ ), which may indicate that the production technology has serious limitations in this habitat; i.e., applying more N and P than necessary, applying late the first watering and other irrigation, and being applied too early. This information should be reviewed also indicates that the effect

**Cuadro 6. La correlación con rendimiento, de las variables cuantificadas en el trabajo para las diferentes condiciones de producción.****Table 6. The correlation with yield, quantified variables at work for different production conditions.**

| Var             | Aluviones |      |        |      | Barrales |      |            |       |           |        |
|-----------------|-----------|------|--------|------|----------|------|------------|-------|-----------|--------|
|                 | Ligero    |      | Pesado |      | Profundo |      | Compactado |       | Pedregoso |        |
|                 | r         | P[r] | r      | P[r] | r        | P[r] | r          | P[r]  | r         | P[r]   |
| X <sub>3</sub>  | -0.32     | 0.14 | 0      | 0.99 | -0.16    | 0.25 | -0.05      | 0.7   | -0.19     | 0.23   |
| X <sub>4</sub>  | -0.19     | 0.18 | 0.18   | 0.22 | 0.17     | 0.23 | -0.06      | 0.65  | -0.06     | 0.69   |
| X <sub>5</sub>  | -0.26     | 0.23 | 0.21   | 0.16 | -0.17    | 0.22 | -0.08      | 0.59  | 0.41      | 0.06   |
| X <sub>6</sub>  | -0.14     | 0.53 | 0.04   | 0.77 | -0.04    | 0.79 | 0.16       | 0.27  | -0.58     | 0.0001 |
| X <sub>7</sub>  | -0.28     | 0.19 | 0.19   | 0.19 | 0.12     | 0.21 | 0.01       | 0.92  | -0.02     | 0.91   |
| X <sub>8</sub>  | -0.05     | 0.83 | 0.02   | 0.9  | 0.03     | 0.8  | -0.05      | 0.73  | 0.4       | 0.008  |
| X <sub>9</sub>  | 0.43      | 0.04 | -0.15  | 0.31 | -0.15    | 0.27 | -0.04      | 0.77  | 0.16      | 0.3    |
| X <sub>10</sub> | 0.28      | 0.18 | -0.01  | 0.97 | -0.02    | 0.86 | -0.03      | 0.82  | 0.12      | 0.44   |
| X <sub>11</sub> | 0.14      | 0.54 | 0.2    | 0.18 | -0.1     | 0.47 | 0.49       | 0     | -0.1      | 0.54   |
| X <sub>12</sub> | -0.25     | 0.24 | -0.07  | 0.66 | 0.05     | 0.72 | -0.09      | 0.55  | -0.05     | 0.76   |
| X <sub>13</sub> | --        | --   | 0.1    | 0.51 | --       | --   | --         | --    | --        | --     |
| X <sub>14</sub> | 0.21      | 0.33 | 0.13   | 0.37 | 0.18     | 0.2  | -0.06      | 0.65  | 0.35      | 0.02   |
| X <sub>15</sub> | -0.45     | 0.03 | -0.02  | 0.9  | -0.15    | 0.27 | 0.02       | 0.9   | -0.17     | 0.29   |
| X <sub>16</sub> | -0.3      | 0.16 | 0.18   | 0.24 | -0.08    | 0.53 | -0.25      | 0.07  | 0.06      | 0.71   |
| X <sub>17</sub> | -0.32     | 0.13 | 0.4    | 0.01 | -0.01    | 0.92 | -0.22      | 0.11  | 0.24      | 0.13   |
| X <sub>18</sub> | 0.27      | 0.27 | -0.35  | 0.02 | 0.17     | 0.23 | 0.24       | 0.1   | 0.06      | 0.69   |
| X <sub>19</sub> | -0.05     | 0.83 | 0.04   | 0.81 | 0.1      | 0.46 | -0.27      | 0.001 | -0.5      | 0.0001 |
| X <sub>20</sub> | 0.39      | 0.06 | 0.27   | 0.06 | -0.22    | 0.12 | 0.2        | 0.17  | 0.53      | 0.0003 |
| X <sub>21</sub> | -0.29     | 0.19 | 0.14   | 0.34 | -0.03    | 0.83 | 0.05       | 0.71  | 0.42      | 0.006  |

Var= variable; r= coeficiente de correlación; P= probabilidad de significancia del coeficiente de correlación, X<sub>3</sub> a X<sub>21</sub> tienen el mismo significado que en el Cuadro 3, --= no hay correlación.

En los suelos de barrial compactado, se encontraron más variables asociadas de manera positiva con la producción. El efecto fue claro en la aplicación de insecticidas (X<sub>11</sub>), el barbecho (X<sub>16</sub>) el método de siembra (X<sub>18</sub>) y el tabloneo (X<sub>19</sub>), que es una forma de aplanar el suelo, para eliminar terrones y configurar el sistema. El modelo seleccionó X<sub>11</sub> (aplicación de insecticida), X<sub>12</sub> (aplicación de herbicida), X<sub>16</sub> (barbecho), X<sub>17</sub> (rastreo) y X<sub>19</sub> (tabloneo), que son operaciones de labranza. La bondad de ajuste del modelo fue bastante baja en los dos últimos agrohábitats.

Finalmente en los suelos de barrial pedregoso, la información indicó la existencia de siete variables con coeficiente de correlación relativamente alto con el rendimiento, todas ellas con signo positivo. Nitrógeno (X<sub>3</sub> y X<sub>6</sub>), en apariencia

of the different practices involved tilling the soil. Although, the correlations were significant only for supplemental N, the first time to apply supplemental irrigation and total N, it is clear that research programs should emphasize these variables.

In the case of heavy alluvium soil, the higher potential region, the correlations were generally low, indicating that the production technology is close to appropriate, as shown in Table 6, so yield increased significantly with the number of scans (X<sub>17</sub>) and reduced by changing the seeding method (X<sub>18</sub>) also with the implementation of the grader-blade (X<sub>20</sub>), which seems to contradict the regional experience, as soils in these first two habitats are quite easy to use, from the point of view of tillage operations.

se está aplicando una dosis baja, el primer riego de auxilio ( $X_8$ ), se está aplicando temprano, lo que ocasiona bajas en los rendimientos de trigo, no se dispone de explicación, pero el retardo en el tiempo de cosecha ( $X_{14}$ ), se asoció con un mayor rendimiento y finalmente, ambas tablonero y floteo con cuchilla niveladora ( $X_{19}$  y  $X_{20}$ ), están afectando positivamente el rendimiento de trigo en este hábitat.

Con esta misma información, se corrió también un análisis de regresión progresiva modificada (Stepwise), para seleccionar el mejor conjunto de variables para un nivel de probabilidad que se elige a priori. Las ecuaciones seleccionadas mediante esta técnica, se presentan en el Cuadro 7. En todos los casos se agregó los cuadráticos y las interacciones, pero la aportación a la  $R^2$  fue en ocasiones negativa, motivo por el cual se usan los modelos lineales.

In deep soils highly productive clays, the correlations were low, indicating that the production technology is more or less appropriate to the circumstances of this agro-ecological niche. The negative correlation observed with levelling or paired with the doctor blade, indicates that this variable negatively affects wheat production in this habitat.

In compacted clayed soils, they found more variables positively associated with production. The effect was clear in the application of insecticides ( $X_{11}$ ), fallow ( $X_{16}$ ) planting method ( $X_{18}$ ) and “tablonero” ( $X_{19}$ ), which is a way to flattening the soil to remove lumps and configure the system. The model selected  $X_{11}$  (insecticide application),  $X_{12}$  (herbicide application),  $X_{16}$  (fallow),  $X_{17}$  (dragging) and  $X_{19}$  (“tablonero”), which are tillage operations. The range of fit of the model was quite low in the last two agro-habitats.

**Cuadro 7. Variables seleccionadas mediante regresión progresiva modificada en la información.**  
**Table 7. Selected variables by modified progressive regression of the information.**

|       | Aluviones<br>Ligero | Pesado            | Barriales<br>Profundo | Compactado        | Pedregoso          |
|-------|---------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| Ord.  | 10121               | 5526              | 7953.62               | 7176.62           | 10756              |
| $b_1$ | -14.944 $X_4$       | 8.412 $X_{10}$    | -21.016 $X_3$         | -573.745 $X_{11}$ | -30.683 $X_3$      |
| $b_2$ | -378.137 $X_{16}$   | -814.031 $X_{15}$ | 16.715 $X_4$          | -96.068 $X_{12}$  | -15.078 $X_6$      |
| $b_3$ | 617.428 $X_{17}$    | -417.67 $X_{16}$  | 15.585 $X_5$          | -138.428 $X_{16}$ | -13.865 $X_7$      |
| $b_4$ | -10.095 $X_{19}$    | 1304.271 $X_{17}$ | 1.312 $X_7$           | -348.374 $X_{17}$ | -25.651 $X_9$      |
| $b_5$ | -2576.046 $X_{20}$  | -665.55 $X_{18}$  | -210.53 $X_{15}$      | 155.626 $X_{18}$  | 424.151 $X_{11}$   |
| $b_6$ | 1051.981 $X_{21}$   | 3.975 $X_{21}$    | -706.126 $X_{20}$     | 154.832 $X_{20}$  | -1520.569 $X_{19}$ |
| $R^2$ | 0.78                | 0.45              | 0.28                  | 0.33              | 0.71               |
| Fcalc | 9.76                | 5.52              | 3.01                  | 3.01              | 14.04              |
| P[F]  | <0.0001             | 0.0003            | 0.0144                | 0.0144            | <0.001             |

$X_3$ -  $X_{21}$  tienen el significado asignado en el Cuadro 3; Ord= ordenada al origen;  $b_1$  a  $b_6$ = coeficientes de regresión para las variables involucradas.

El modelo seleccionado para el hábitat de los suelos de aluvión ligero, empleó las variables densidad de siembra, barbecho, rastreo, tablonero, floteo y nitrógeno total ( $X_4$ ,  $X_{16}$ ,  $X_{17}$ ,  $X_{19}$ ,  $X_{20}$  y  $X_{21}$  respectivamente). En apariencia la densidad de siembra y la labranza en general, están asociadas con un decremento de la producción de trigo, mientras que rastreo y nitrógeno total se asociaron con el incremento de la producción. La  $R^2$  resultó de 0.78, que es adecuada, desde el punto de vista de los objetivos del trabajo.

En los suelos de aluvión pesado, el modelo seleccionado emplea las variable días al tercer riego de auxilio, cinceleo, rastreo, método de siembra y nitrógeno total ( $X_{10}$ ,  $X_{15}$ ,  $X_{17}$ ,  $X_{18}$

Finally, in stony clayed soils, data indicated the existence of seven variables with relatively high coefficient of correlation with yield, all with positive sign. Nitrogen ( $X_3$  and  $X_6$ ), apparently it is applying a low dose, the first watering ( $X_8$ ), is being implemented early, resulting in low yields of wheat, not available explanation, but delay in harvest time ( $X_{14}$ ), was associated with higher yield and finally, both “tablonero” and “floteo” with grader-blade ( $X_{19}$  and  $X_{20}$ ), are positively affecting wheat yield in this habitat.

With this same information, we also ran a modified progressive regression analysis (stepwise), to select the best set of variables to a probability, which is chosen a priori.

y  $X_{21}$  respectivamente) con un coeficiente de determinación también bajo (40%). En contraste con el hábitat anterior, el efecto de la rastra en este caso fue positivo y de casi una tonelada por el paso de este implemento por el terreno. En este caso, el cinceleo también afectó negativamente la producción con  $427 \text{ kg ha}^{-1}$ . En este agrohábitat, el cambio del método de siembra en surcos al tradicional afectó en  $747 \text{ kg ha}^{-1}$ .

En los suelos de barrial profundo, las correlaciones de las diferentes variables con el rendimiento fueron bajas, lo que ocasionó que la selección de variables por el modelo arroje una  $R^2$  de 20%, lo que podría indicar por un lado que el rendimiento aparentemente es insensible a los cambios en estos factores y por otro lado que el uso de estas variables está en su nivel apropiado.

En los suelos de barrial compactado, se encontraron más variables asociadas de manera positiva con la producción. El efecto fue claro en la aplicación de insecticidas ( $X_{11}$ ), el barbecho ( $X_{16}$ ) el método de siembra ( $X_{18}$ ) y el tabloneo ( $X_{19}$ ), que es una forma de aplanar el suelo, para eliminar terrones y configurar el sistema. El modelo seleccionó  $X_{11}$  (aplicación de insecticida),  $X_{12}$  (aplicación de herbicida),  $X_{16}$  (barbecho),  $X_{17}$  (rastreo) y  $X_{19}$  (tabloneo), que son centralmente operaciones de labranza. La bondad de ajuste del modelo fue bastante baja en los dos últimos agrohábitats.

En el hábitat de la zona de ampliación o también nominada como de barrial pedregoso, las variables que se asociaron negativamente con el rendimiento fueron: la densidad de siembra ( $X_3$ ), la fertilización con nitrógeno ( $X_6$ ) y fósforo ( $X_7$ ), el periodo entre la siembra y el segundo riego de auxilio ( $X_9$ ) y la nivelación con tablón ( $X_{19}$ ), lo que aparentemente significa que estos factores de la producción se están usando en exceso (semilla, nitrógeno y tablón) mientras que el segundo riego de auxilio en este hábitat se está aplicando tardíamente. La aplicación de insecticidas ( $X_{11}$ ), se asoció con una mayor producción de trigo, lo que podría significar que se da la presencia de insectos plaga, que aparentemente no están monitoreados adecuadamente y que afectan negativamente la producción, cuando estos no se controlan. El coeficiente de determinación resultó 71%, que es aparentemente alto.

La información consigna que las variables que explican las diferencias en los rendimientos, son diferentes con el cambio en el hábitat, lo que definitivamente, está de acuerdo con los objetivos planteados en este trabajo.

Selected equations by this technique are presented in Table 7, in all cases the quadratic and interactions are added, but the contribution to  $R^2$  was negative sometimes due the linear models used.

The selected habitat for the light alluvium soil model used the variables density, fallow, dragging, “tabloneo”, “floteo” and total nitrogen ( $X_4$ ,  $X_{16}$ ,  $X_{17}$ ,  $X_{19}$ ,  $X_{20}$  and  $X_{21}$ , respectively).

Apparently, the seeding and tillage are generally associated with a decrease in the production of wheat, while dragging and total nitrogen were associated with increased production. The  $R^2$  was 0.78, which is suitable from the point of view of the objectives of the work.

In heavy alluvial soils, the selected model uses the variables days at the third supplementary irrigation, piercing, dragging, seeding method and total nitrogen ( $X_{10}$ ,  $X_{15}$ ,  $X_{17}$ ,  $X_{18}$  and  $X_{21}$ , respectively) with a coefficient determination also low (40%). In contrast to the previous habitat, the effect of drag in this case was positive and nearly a ton by the passage of this implement to the ground. In this case, piercing also negatively affected production with  $427 \text{ kg ha}^{-1}$ . In this agro-habitat, changing the method of planting in rows affected in the traditional  $747 \text{ kg ha}^{-1}$ .

In deep clayed soils, correlations of different variables to yield were low, resulting in the selection of variables for the model to yield a  $R^2$  of 20%, which could indicate that the yield side apparently insensitive to changes in these factors and, moreover, that the use of these variables is at its proper level.

In compacted clayed soils, we found more variables positively associated with production. The effect was clear in the application of insecticides ( $X_{11}$ ), fallow ( $X_{16}$ ) planting method ( $X_{18}$ ) and “tabloneo” ( $X_{19}$ ). The model selected,  $X_{11}$  (insecticide application),  $X_{12}$  (herbicide application),  $X_{16}$  (fallow),  $X_{17}$  (dragging) and  $X_{19}$  (“tabloneo”), which are centrally tillage operations. Range of fit was quite low in the last two agro-habitats.

In the habitat of extension area, also called stony clayed soils, the variables that were negatively associated with yield were: planting density ( $X_3$ ), nitrogen fertilization ( $X_6$ ) and phosphorus ( $X_7$ ), the period between planting and the second supplemental irrigation ( $X_9$ ) and the levelling board ( $X_{19}$ ), which apparently means that these factors of production are being used in excess (seed, nitrogen and board) while

En los entisoles (aluviones), la variable  $X_{16}$  (barbecho), se asoció siempre con reducciones en los rendimientos, las otras dos variables,  $X_{17}$  y  $X_{21}$  (rastreo y aplicación de nitrógeno total), tuvieron siempre efecto positivo. El caso del barbecho aparentemente es explicable, puesto que estos suelos son sumamente friables y el efecto de la labranza profunda es poco probable; pero por el hecho de formar costras cuando se secan, la labranza superficial, mediante el uso de la rastra, podría ser deseable. La respuesta a las aplicaciones de nitrógeno es una constante en la región; sin embargo, el hecho de que la respuesta sea positiva podría indicar que la tecnología usada es deficiente en lo que se refiere a este elemento nutritivo. El resto de las variables relacionadas con la preparación del suelo, en general afectaron negativamente la producción del trigo en estos dos hábitats.

En los vertisoles (barriales), puede decirse que no hay variables comunes a los tres hábitats. De acuerdo con los análisis en los barriales profundos y compactados, no se detectaron variables asociadas con la producción, lo que podría significar que la tecnología de producción es adecuada a las circunstancias del productor, lo que puede ser el resultado de que 100% de la investigación en agronomía se ha llevado a cabo en el hábitat de los suelos de barrial compactado, donde se ubica actualmente el Campo Experimental Norman Borlaug (CENEB-CIRNO-INIFAP) a partir de 1955. En el hábitat de los suelos de barrial profundo, se llevó a cabo la investigación de 1870 a 1954, en los terrenos de Ontagota (Manzana 407) y posteriormente en la manzana 611, donde se ubicó el campo agrícola experimental el Yaqui y actualmente terrenos propiedad del Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui. En ambos hábitats, los coeficientes de determinación, fueron muy bajos (28 y 33% para barrial profundo y compactado respectivamente), lo que implica que al menos las variables cuantificadas en este trabajo, no tienen relación con los cambios en la tecnología de producción, es decir está cercana al óptimo.

En el caso del barrial pedregoso ( $R^2=71\%$ ), aparentemente el rendimiento está afectado negativamente por la fecha de siembra ( $X_3$ ), lo que concuerda con la experiencia regional, en el sentido de que la fecha de siembra es más estricta en los barriales, sobre todo donde las condiciones de producción son menos adecuadas para este cultivo. La aplicación de N con el primer riego de auxilio ( $X_6$ ), redujo la producción de trigo. La aplicación de fósforo ( $X_7$ ), también se asoció con bajas en la producción, en apariencia porque son suelos relativamente recientes en lo que se refiere a su uso en la agricultura alrededor de 1978. Como puede observarse en

the second supplemental irrigation in this habitat is being implemented late. The application of insecticides ( $X_{11}$ ) was associated with increased production of wheat, which could mean that given the presence of insect pests, which apparently are not adequately monitored and that negatively affect production, when they are not controlled. The coefficient of determination was 71%, which is apparently high.

The information establishes that, the variables explain the differences in yields, differ with the change in the habitat, which definitely agrees with the goals outlined in this paper.

In the Entisols (alluvium), the  $X_{16}$  (fallow) variable is always associated with reductions in yield, the other two variables,  $X_{17}$  and  $X_{21}$  (dragging and application of total nitrogen), always had a positive effect. The case of fallow is apparently explicable, since these soils are quite friable and the effect of deep tillage is unlikely; but the fact that when dried makes crusts over the shallow tillage, by using the drag may be desirable. The response to nitrogen applications is a constant in the region; however, the fact that a positive response may indicate that the technology used is poor concerning this nutrient. The rest of the variables related to soil preparation, generally affected negatively wheat production in these two habitats.

In Vertisols (clays), we can say that there are no common variables to the three habitats. According to the analysis in deep, compacted clays, no variables associated with production were detected, which could mean that the production technology is appropriate to the circumstances of the producer, which may be the result of 100% agronomy research has been conducted in the habitat of compacted clay soils, where now stands the Experimental Field Norman Borlaug (CENEB-CIRNO-INIFAP) from 1955 in the habitat of deep clay soils are conducted research from 1870 to 1954 in the grounds of Ontagota (Block 407) and later in the block 611, where the experimental agricultural field the Yaqui, land currently owned by the Technological Institute of the Yaqui Valley. In both habitats, the coefficients of determination were quite low (28 and 33% for deep and compacted clays respectively), implying that at least quantified variables in this study are unrelated to changes in production technology, i.e. it is close to optimal.

In the case of stony clayed soils ( $R^2=71\%$ ), apparently the yield is negatively affected by planting date ( $X_3$ ), consistent with regional experience in the sense that the planting date is

los Cuadros 6 y 7, el efecto del retraso en el segundo riego ( $X_9$ ), ocasionó una reducción del rendimiento, lo que podría significar deficiencias en la tecnología de uso y manejo del agua en este hábitat.

Como es frecuente, el paso del tablón ( $X_{19}$ ), como un elemento que permita la correcta configuración del suelo, redujo el rendimiento. La única variable que afectó positivamente la producción de trigo en este hábitat, fue la aplicación de insecticidas ( $X_{11}$ ), que de nuevo manifiesta el hecho de la presencia de insectos plaga, que podrían afectar seriamente la producción de trigo en este hábitat.

Los resultados obtenidos en este trabajo, indican que en la medida en que las condiciones de producción son menos favorables, se encuentra una mayor cantidad de variables de diagnóstico, lo que podría significar la existencia de limitantes de la producción, que no han sido abordadas formalmente por la investigación tradicional.

## Conclusiones

Por su rendimiento y habilidad para responder a la intensificación del ambiente, las variedades Rafiy, Átil, resultaron las mejores en este ciclo agrícola.

Resulta conveniente revisar la tecnología de uso y manejo del agua; toda vez, que hay inconsistencias cuando cambia el hábitat.

El retraso en la fecha de siembra de trigo afectó los rendimientos sólo en los suelos de barrial pedregoso.

La probabilidad de respuesta a las adiciones de fósforo fue baja, excepto en los suelos de barrial compactado.

Las aplicaciones de insecticidas se llevaron a cabo oportunamente en los suelos de aluvión y tuvieron fallas en los barriales pedregosos.

El subsoleo, el barbecho y casi todos los elementos de la labranza, afectaron adversamente la producción de trigo.

El rastreo es la única práctica de labranza que admite los suelos de aluvión, el resto afectaron adversamente la producción.

stricter in the clays, especially where production conditions are less suitable for this crop. The application of N with the first watering ( $X_6$ ) reduced the production of wheat. The application of phosphorus ( $X_7$ ) also associated with low production, apparently because they are relatively recent soils in regard to their use in agriculture around 1978. As shown in Tables 6 and 7, the effect of delay in the second irrigation ( $X_9$ ), caused a decrease in yield, which could mean gaps in technology use and water management.

As usual, stomping ( $X_{19}$ ) as a factor enabling the correct configuration of the ground, reduced yield. The only variable that positively affected the production of wheat in this habitat was the application of insecticides ( $X_{11}$ ), which again shows the fact of the presence of insect pests, which could seriously affect wheat production.

The results in this work indicate that to the extent that the production conditions are less favourable, a higher number of diagnostic variables are found which could mean the existence of production constraints, which have not been formally addressed by traditional research.

## Conclusions

For its yield and ability to respond to intensified environment, Rafiy, Átil, varieties did better in this agricultural cycle.

It is appropriate to review the technology and management of water-use; After all, there are inconsistencies when the habitat changes.

The delay in planting date affected wheat yields only for stony clayed soils.

The probability of response to additions of phosphorus was indeed low, except in the compacted clayed soils.

Insecticide applications were made on time for the alluvial soils and were flawed in stony clayed soils.

Ripping, fallowing and almost all elements of tillage, adversely affected the production of wheat.

Dragging is the only tillage practice that supports the alluvial soils, the rest adversely affected production.

En los suelos de barrial compactado, el rastreo afectó negativamente la producción de trigo.

En la medida en que la productividad del hábitat fue mayor, las variables cuantificadas tuvieron menor capacidad predictiva.

En base a la información analizada, la tecnología de producción es diferente cuando cambia el hábitat, lo cual da apoyo a la hipótesis que se planteó y por lo tanto el objetivo propuesto se cumple.

In compacted clay soils, dragging negatively affected wheat production.

To the extent that habitat productivity was higher, the quantified variables were less predictive.

Based on the information analysed, the production technology is different when the habitat changes, which supports the hypothesis that was raised and therefore, the proposed objective is met.

*End of the English version*



## Literatura citada

- Alejos, G.; Monasterio, P. y Rea, R. 2006. Análisis de la interacción genotipo ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del estado Yaracuy, Venezuela. *Agron. Trop.* 56(3):369-384.
- Arvizu, R. Z. y Laird, R. J. 1958. Fertilización de trigo en el Valle del Yaqui. México. Oficina de Estudios Especiales (OEE)- Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAGAR). Folleto técnico Núm. 26. 35 pp.
- Bahrami, S.; Reza, B. M.; Salari, M.; Soluki, M.; Ghanbari, A.; Vahabi, S. A. and Kazemipour, A. 2008. Yield stability analysis in hullless barley (*Hordeum vulgare* L.). *Asian J. Plant Sci.* 7(6):589-593.
- Bucio, A. L. 1966. Environmental and genotype-environment components of variability. *England. Inbred. Heredity.* 21(3):387-397.
- Cortés, J. J. M.; Fuentes, D. G.; Ortiz, E. J. E.; Tamayo, E. L. M.; Cortés, M. E. C.; Ortiz, A. A. A.; Félix, V. P. y Armenta, C. I. 2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora, México. CENEB-CIRNO-INIFAP. Libro técnico Núm. 6. 240 p.
- Eberhart, S. A. and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *USA. Crop Sci.* 6:36-40.
- García, M. P. J.; Cabrera, P. S.; Pérez, C. A. A.; Silva, D. R. J.; Álvarez, P. R. M.; Marín, R. C. A.; González, J. A.; Del amo, R. S. y Guri, G. F. 2007. Los nuevos caminos de la agricultura. Procesos de conversión y perspectivas. México. Plaza Valdés UIA. 121-128.
- González, T.; Monteverde, E.; Marín, C. y Madriz, P. M. 2007. Comparación de tres métodos para estimar estabilidad del rendimiento en nueve variedades de algodón. *Venezuela. Interciencia* 32(5):344-348.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Censos de población. 2010. México, D. F. [inegi.org.mx](http://inegi.org.mx).
- Iltis, H. H. 2006. Origins of polystichy in maize. *In: Staller, J. E., Robert, H. T. and Bruce, F. B. Histories of maize. Multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication, and evolution of maize.* USA. Elsevier, Academic Press. 3-53.
- Monasterio, P. P. y Santella, Q. M. D. 2009. Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de cultivares de maíz de endospermo normal y QPM en zonas agroecológicas de Venezuela. *Agron. Trop.* 59(4):119-127.
- Moreno, R. O. H.; Salazar, G. J. M.; Tamayo, E. L. M. y Martínez, C. J. L. 1993. Tecnología de producción para la siembra de trigo en surcos, en el noroeste de México. SAGAR-INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. Folleto técnico Núm. 22. 35 p.
- Moreno, R. O. H.; Valenzuela, C. E.; González, R. A.; Zayre, K. D. y Ortíz, M. I. 1998. Tecnología de alta eficiencia para la producción de trigo. SAGAR-INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. Folleto técnico Núm. 28. 38 p.
- Oficina estatal de información para el desarrollo rural sustentable del estado de Sonora (OEIDRUS). 2010. México. [http://www.oeidrusportal.gob.mx/oeidrus\\_son/](http://www.oeidrusportal.gob.mx/oeidrus_son/).
- Palemón, A. F.; Gómez, M. N. O.; Castillo, G. F.; Ramírez, V. P.; Molina, G. J. D. y Miranda, C. S. 2012. Estabilidad de cruza intervarietales de maíz (*Zea mays* L.) para la región semicálida de Guerrero, México. *Agrociencia.* 46(2):133-145.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute. 2004. SAS user's guide. Statistics. Version 8. SAS Inst., Cary, NC, USA. Quality, and elemental removal. *J. Environ. Qual.* 622 p.
- Slaughter, S. J. and Delwiche, L. D. 2010. The little SAS book for enterprise guide 4.2. SAS Institute. Cary, NC, USA. 346 p.
- Soil Survey Staff (SSS). 2006. Claves para la taxonomía de suelos. USDA. Nat. Res. Cons. Serv. Trad por Solorio, O. C. A. y Gutiérrez, C. M. C. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS). Montecillo, Texcoco, Estado de México. 331 p.
- Soil Survey Staff (SSS). 2010. Keys to soil taxonomy. Eleven Edition. Soil Conservation Service. USDA-USA.