

1. 72160 : *Triticum vulgare*
L. - *coltiso*

INVESTIGACIONES SOBRE LA PRODUCCION DEL TRIGO EN MEXICO Y OBSERVACIONES SOBRE SU CULTIVO EN COLOMBIA

EMILIO A. YEPES Y. — I. A.
Auxiliar de la Sección de Agronomía *

Este trabajo es un resumen de la tesis que he presentado a la Facultad Nal. de Agronomía de Medellín, como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. De junio de 1945 a julio de 1946, fui a México comisionado por la Facultad a trabajar con los técnicos de la fundación Rockefeller, que en forma admirable desarrollan notable programa para el mejoramiento de los cultivos básicos de aquel país. Allí tuve la oportunidad de adelantar algunas investigaciones sobre los factores más importantes que rigen la producción del trigo y ofrezco los resultados como pequeño aporte al progreso del país hermano, como mínima contribución al grande ideal de la confraternidad americana y como pequeña retribución a la generosa hospitalidad que el colombiano encuentra al pisar ese noble suelo.

En seis partes he tratado de enfocar el estudio de los principales factores que gobiernan el trigo. Las cinco primeras comprenden una compilación bibliográfica sobre las investigaciones realizadas acerca de la acción de los factores históricos y económi-

(*) Resumen de la tesis presentada a la Facultad, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. 1948.

cos, climáticos, edafológicos, fitopatológicos y fitotécnicos, además de las observaciones personales sobre las condiciones especiales de dicho cultivo en México y en Colombia. La sexta parte es descriptiva del estudio experimental que adelanté para determinar la influencia combinada de los factores: agua, fertilidad del suelo, infección de las royas o polvillo, abonos, métodos y densidades de siembra y la mejor época de verificar ésta, sobre una variedad de trigo bajo las condiciones ambientales de una localidad del Valle de México.

Investigaciones y trabajos experimentales similares son necesarios en nuestro país y propongo las bases fundamentales para adelantar y llevar a feliz término un programa de mejoramiento de un cultivo que debe ser básico para mejorar nuestros sistemas de alimentación.

I — HISTORIA E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TRIGO

Desde épocas prehistóricas se ha cultivado este cereal y su calidad de alimento básico para todos los países de la zona templada, ha hecho que la calidad y la abundancia del pan sean índice seguro del adelanto de los pueblos más civilizados.

Los chinos cultivaron el trigo 28 siglos antes de la era cristiana, y aseguran que su país es el lugar de origen; los modernos investigadores aún discuten la cuna del cereal que nos ocupa, siendo la tendencia de los investigadores americanos a decidirse por las regiones secas de Asia Menor y Palestina, mientras que los rusos sostienen que el trigo se cultivó primero en las montañas de Afganistán. En todo caso el hombre lo ha cultivado extensamente y lo ha llevado a todos los lugares que ha conquistado o descubierto, de allí que los trigales doren sus espigas y proporcionen el pan en todo palmo de tierra que tenga condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la planta. En América, en Africa y en Oceanía, el cultivo del trigo sólo fue abandonado en donde las condiciones ecológicas le ponían una barrera infranqueable.

México, igual que Colombia necesitan importar trigo para su consumo interno. En países como Australia, Canada, Argentina y antes de la Guerra, Bulgaria, Turquía y Rusia, el índice de consumo era mayor de 200 kilos anuales por habitante. En México el cereal fundamental es el maíz y aquel índice es de 34,7 kilos por habitante. En Colombia este índice es más bajo aún pues en 1946

sólo fue de 14 kilos. Es pues evidente la necesidad de incrementar el consumo para mejorar la alimentación de nuestros países y la técnica dirigida por la ciencia agronómica puede triplicar los rendimientos y adaptar el cultivo en zonas en donde hoy en día está excluído.

Los bajos rendimientos que hoy día se tienen son debidos principalmente a las siguientes causas, tanto en México como en Colombia:

- 1º—A la situación ecológica desfavorable que el clima del país ofrece al desarrollo y producción de las variedades que actualmente se cultivan.
- 2º—A la falta de variedades de mayor producción y resistencia a las enfermedades, muy favorecidas por las condiciones climáticas.
- 3º—A pésimos métodos de selección y desinfección de las semillas.
- 4º—Al agotamiento de los suelos a causa de los métodos culturales impropios.
- 5º—Poco estudio sobre las necesidades de fertilizantes, mal o ningún uso de ellos debido a su alto costo por escasez en el mercado.
- 6º—Labores inadecuadas de cultivo, carencia de maquinaria adecuada, altos costos de producción por esta causa.

II — FACTORES CLIMATERICOS

La distribución de las plantas de cultivo está determinada, según Klages (1.942:73) por la influencia combinada de fuerzas fisiológicas, económicas, sociales, técnicas e históricas, pero ningún vegetal podrá prosperar como cultivo económico en una localidad determinada, a menos que presente cierto grado de adaptación a las condiciones externas que prevalecen en dicho lugar. Los procesos vitales que determinan las exigencias fisiológicas de la planta tienen límites definidos: inferior, óptimo y superior y fuera de estos límites es imposible que se puedan obtener cosechas económicas.

Caldas (Posada 1912:87), fijó con admirable precisión estos límites del cultivo en Colombia en el estudio que tituló "Nivelación de las plantas útiles que se cultivan en la vecindad del Ecuador". Basado en las alturas, que es el factor que determina

la climatología de nuestras diversas zonas agrícolas, establece lo que él llama "Término inferior" o sea las zonas situadas por debajo de los 2.000 ms. sobre el nivel del mar, en donde el trigo está excluido por la presencia de una enfermedad que denomina polvillo o sarro. El "término superior" lo fija en los 3.000 metros sobre el nivel del mar, pues observó que a alturas superiores el trigo no vegeta bien o da granos de calidad no comercial. Luego anota "yo he hallado con admiración que el nivel de los trigos más excelentes está casi en el centro de la zona de su cultivo, tan distante del término inferior como del superior; y he trazado una tercera línea que llamo *término de los mejores trigos*"... "Es preciso convenir que esta ley que acabamos de establecer admite muchas modificaciones, que influyen sobre ella: la *humedad*, la *situación local del terreno*, la *calidad de éste su proporción para las corrientes de aire*, la *abundancia o falta de lluvia* y demás meteoros que pudiéramos alegar.

Es muy completo el cuadro que traza Caldas, gran precursor de las investigaciones agronómicas en nuestro país, sobre los requisitos climatéricos del cultivo de trigo. Los diversos factores del clima, humedad, temperatura, luz, vientos etc. ejercen una acción decisiva sobre el desarrollo de la planta, y es preciso adelantar un estudio muy completo de los requisitos de ésta con el fin de corregir en lo posible las irregularidades que en cada zona se presenten.

Precipitaciones entre 500 y 1000 mm. y temperaturas que vayan ascendiendo paulatinamente desde 4 grados durante la germinación de la semilla hasta 25 o más para la maduración, son las condiciones óptimas para nuestro cereal. Bajo condiciones de menos precipitación de 500 mm. se hace necesario planear sistemas de riego de auxilio. Si las precipitaciones son excesivas será necesario el avenamiento. Pero la combinación de alta humedad y temperaturas por sobre los 18°C. es fatal para el trigo porque es segura la presencia del polvillo o royas, enfermedad que limita el cultivo en nuestras zonas medias y calientes, por falta de variedades muy resistentes al agente causal. Obtenidas éstas, dichas zonas serán las mejores para el trigo.

Desde el punto de vista ecológico, las relaciones humedad temperatura son fundamentales para el trigo. El dato de las solas precipitaciones vale muy poco, si no se pueden conocer los demás

factores que influyen sobre la evaporación y la precipitación. La germinación de la semilla empieza a los 0°C, pero es apenas normal entre los 4° y 5° como límite inferior, siendo el superior al rededor de 30° y el óptimo a los 23°C. Después de germinar, la plantita necesita para brotar e iniciar su desarrollo, temperaturas superiores de 10°C. Hasta la formación de las espigas la temperatura debe ir ascendiendo hasta los 18°C y la planta tiene un gran requisito de humedad y se beneficia con toda el agua disponible que no esté por sobre el límite de saturación del suelo. Para el período de la fructificación las temperaturas deben subir por sobre 25 grados centígrados y la planta sólo necesita humedad en los primeros estados de formación del grano. Para la perfecta maduración es necesario que haya un período conveniente de sequía.

Las mejores regiones mundiales productoras de trigo se encuentran en la zona templada con climas continentales moderadamente húmedos y moderadamente fríos en donde el trigo tiene los requisitos climáticos adecuados. En México el requisito de temperatura se cumple en parte, pero es necesario el riego porque las precipitaciones son nulas o muy escasas en la época del cultivo. En Colombia en cambio el trigo debe crecer en un período térmico constante, siendo preciso luchar contra esta circunstancia adversa.

III — FACTORES EDAFOLOGICOS, FISIOGRAFICOS Y BIOLOGICOS

La elección de suelos inadecuados o el empleo de sistemas equivocados para laborar las tierras de cultivo, trae consigo el fracaso de toda empresa agrícola cuya finalidad la constituye la obtención del máximo de rendimiento con el mínimo de costo. Es pues de primera importancia el estudio cuidadoso de las características físicas y químicas que influyen en la capacidad del suelo para dar la máxima producción, la manera de conservar su fertilidad o de corregir las deficiencias que tenga con el fin de adaptar los distintos cultivos y obtener los más promisorios resultados.

Entre los mejores suelos del mundo para trigo, están los suelos oscuros "chernozem". Son formados en regiones templadas o tienen un alto porcentaje de materia orgánica, de fósforo y de potasio; pH de 7 a 7,5, buen contenido de nitrógeno y muy buen

drenaje. La vegetación natural es de pastos. Se caracterizan por su color oscuro y una capa variable en espesor de humus en un medio saturado de bases; la estructura es granular debido a la alta proporción de calcio y riqueza en materia orgánica. El color gris oscuro determina la zona de mayor humedad y el café las de menor humedad. Los suelos "Chesnut" o castaños, formados bajo condiciones más secas, se diferencian de aquéllos porque tienen menos materia orgánica y más concentración de carbonatos, por lo cual son más alcalinos, pueden ser pobres en nitrógeno. También bajo condiciones de riego, pueden ser muy adecuados para el trigo.

En Colombia no tenemos en nuestra actual zona triguera suelos de estos grandes grupos, pues ellos se han formado bajo condiciones de alta precipitación y temperatura frías, lo cual hace que sea muy grande la lixiviación de las sales solubles y se acumule el humus en los horizontes superiores. Por lo general son deficientes en calcio y en fósforo y la vegetación son bosques.

El trigo según Morgan (1.938:760) resiste mejor que el maíz la aireación pobre de los suelos pesados. El requisito de nitrógeno es moderado pues un exceso de este elemento favorece el vuelco durante los últimos estados de crecimiento. El requisito de fósforo es alto, sin embargo el potasio raramente es factor limitante en los suelos apropiados.

Es también exigente en calcio y no tolera mucho la acidez. Prospera bien, sin embargo, en suelos ligeramente ácidos de pH. de 6.5 pero su medio natural es el neutro o ligeramente alcalino. Alcalinidad mayor rebaja considerablemente los rendimientos. Se adapta bien a todos los tipos de suelo, menos a los arenosos pero prefiere suelos de textura algo pesada, pues sus raíces son superficiales y en los suelos arenosos tiende a volcarse. La capacidad de imbibición de agua, función de la textura y estructura, es de gran importancia. Ella indica la cantidad de agua que queda retenida en los espacios porosos. Los suelos de textura fina, tienen la mayor capacidad de imbibición; cuando tienen estructura granular son excelentes para trigo.

Un suelo de cultivo debe estar también bien aireado. La aireación favorece el intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera; mantiene el suelo provisto de oxígeno, vital para las raíces de las plantas y contribuye a la movilización del ácido carbónico.

La vida orgánica en el interior del suelo, tiene una influencia decisiva en su fertilidad. La temperatura adecuada, la humedad y el oxígeno, su reacción y los elementos nutritivos, favorecen la vida de una infinidad de seres que llevan a cabo los procesos de humificación, amonificación, nitrificación y sulfificación, efectuando transformaciones profundas y dándole al suelo un carácter dinámico. Todos los restos de plantas y animales que se incorporan al suelo, constituyen la materia orgánica. Bajo condiciones adecuadas, el material orgánico va siendo desorganizado y descompuesto, hasta mezclarse con la masa mineral. En los procesos intermedios se van acumulando los productos resistentes a la descomposición, en forma de *humus*, que es una masa coloidal, homogénea, coherente y oscura y formada por grasas, ceras, ligninas, etc.; la elevada capacidad de imbibición de agua, la acción coagulante con las sales y ácidos del suelo, las propiedades coloidales de adsorción y retención de bases, el efecto de mejorar las propiedades físicas del suelo, hacen del humus uno de los constituyentes más importantes del suelo.

El trigo necesita una buena reserva de materia orgánica y un manejo adecuado del suelo para conservar y acrecentar dicha reserva. Un exceso de ella sin embargo es perjudicial porque provoca un exagerado crecimiento con el consiguiente debilitamiento de los tallos lo cual ocasiona el volcamiento.

Pero un suelo óptimo puede llegar a ser improductivo a causa de condiciones físicas, químicas o biológicas que interfieren con la aprovechabilidad de los nutrientes o que modifique substancialmente el hábitat subterráneo de las plantas de cultivo. El desarrollo del suelo dice De Turk (1.937:93) es un proceso constructivo, pero las fuerzas que contribuyen a la descomposición del material original, pueden reducirlo una vez completado el ciclo de formación, a un bajo nivel de fertilidad.

Fuera de las pérdidas naturales del suelo debidas a los procesos naturales de meteorización, pueden enumerarse otras fuentes de pérdidas entre las cuales figuran a) pérdidas ocasionadas por factores mecánicos: *erosión, malos sistemas de cultivo*, etc. b) pérdidas por solución de los nutrientes en las aguas de drenaje, c) pérdidas por utilización de éstos por las plantas de cultivo. Claro está que estas dos últimas fuentes de pérdidas pueden corregirse añadiendo al suelo los nutrientes que se le han quitado,

pero cuando las aguas arrastran el suelo con su reserva de materia orgánica, ya nunca podrá restituirse su condición original.

Scarseth y Chandler (1.938:373) demostraron que el P aplicado en forma de superfosfato se perdía arrastrado por erosión en un 60% y en forma de superfosfato en un 80%. Observaron también que en esta forma se pierden grandes cantidades de potasio y calcio. Los horizontes erosionables, son por su naturaleza, los de mejor constitución física; el agua de escurrimiento arrastra dichos horizontes y el agricultor se ve precisado a cultivar el subsuelo de baja fertilidad.

En Colombia es grave el problema de la erosión, pues la mayoría de los cultivos se verifican en terrenos muy inclinados. Es preciso pues, una gran campaña de defensa y restauración de suelos, auspiciada por el Ministerio de Agricultura, pues la zona triguera está excluida de la campaña de igual finalidad de la Federación de Cafeteros.

Las prácticas de control de la erosión y de conservación de la materia orgánica, deben estar incluidas en el programa de buen manejo del suelo con rotaciones adecuadas. Es necesario un estudio cuidadoso de las mejores plantas leguminosas que puedan cultivarse y su empleo como abonos verdes, plantas forrajeras o proporcionadoras de granos para alimentación animal o humana.

La técnica moderna exige además, para la conservación de la fertilidad del suelo, con el fin de restaurarle los nutrientes que se van agotando en el transcurso de los años de cultivo, el empleo de fertilizantes químicos. Esta práctica exige un estudio cuidadoso de los múltiples factores que intervienen en su perfecta utilización.

IV — FACTORES QUE AFECTAN LA SANIDAD DEL TRIGO

Paralela a la conservación del suelo para sostener los rendimientos de un cultivo, está la lucha contra las enfermedades y plagas, cuya severidad e intensidad se acrecientan con el mal manejo del suelo, las prácticas del monocultivo y la ignorancia de los métodos de control de las principales afecciones que en un momento dado pueden nulificar los esfuerzos de la producción agrícola y reducir los rendimientos en forma desastrosa para la economía del agricultor.

Fuera del vuelco o acame de origen no parasitario, de los daños ocasionados por las heladas o el granizo, sólo hay tres enfermedades que limitan tanto en México como en Colombia la producción triguera: Las royas o polvillo de los cereales, el carbón apestoso y las pudriciones de las raíces.

Las condiciones ecológicas favorecen en los dos países el desarrollo de estas enfermedades. Para el carbón apestoso hay un método de control que puede dar buenos resultados y es la desinfección de las semillas, que hoy en día se hace a base de productos mercuriales. Sin embargo el método más seguro se basa en la aplicación de los conocimientos de la Genética, para la obtención de variedades resistentes, de mayor producción y mejor adaptación a las condiciones ambientales.

En este campo se pueden obtener maravillas y se logrará ampliar la zona de cultivo colombiana, adaptando variedades a nuestros climas medios y semi calientes.

Las plagas que afectan el trigo en el campo no son hasta el momento de importancia. En los graneros sí se presentan algunos insectos que dañan los granos como los Tenebriónidos, algunos Curculionidae, el *Citophilus granarius*, el *Eucalandra cetulosa*, los *Ephestia* y los *Pharinales*. Deben controlarse y se precisa la campaña de construcción de silos apropiados para la conservación y perfecta desinfestación de los granos.

PARTE V — FACTORES TECNICOS

El conocimiento de la acción de cada uno de los factores naturales sobre el desarrollo de un vegetal determinado de importancia económica, es el medio fundamental en el cual se basa la ciencia agronómica para planear técnicamente su cultivo, para incrementar hasta el máximo su productividad; mejorar en lo posible la calidad de los productos y aumentar la resistencia a los factores adversos, adaptándolo a medios al parecer desfavorables. Ello se obtiene mediante experimentación continua, sabia y metódicamente planeada.

Es así como, mediante la irrigación; métodos apropiados de cultivo; la corrección, mejoramiento y fertilización de los suelos; la obtención de variedades de mejor adaptación, resistencia a las enfermedades y mayor producción y la maquinización del cultivo, se ha logrado aumentar el área de distribución de éstos, aprove-

chando regiones consideradas como improductivas o naturalmente inadecuadas, mejorar los rendimientos y garantizar las inversiones de trabajo y capital, para asegurar los esfuerzos de la producción agrícola. Es esta la acción del hombre sobre la naturaleza y ella misma le da los medios para someterla a su dominio.

Irrigación es la aplicación de agua a las tierras, cuando la precipitación no es suficiente para llenar los requisitos de humedad de los cultivos. Se considera como objetivo principal el proporcionar toda el agua necesaria a la planta en donde no hay precipitaciones apreciables, es la llamada IRRIGACION PERMANENTE, o la cantidad necesaria para suplir las irregularidades o deficiencias de las lluvias, denominándose entonces irrigación de auxilio.

Con el fin de emplear técnicamente los beneficios del riego, es preciso estudiar, a) la utilización y las pérdidas de agua por las plantas; b) las relaciones del agua con el suelo; c) las cantidades de agua que deben suministrarse en cada uno de los períodos vegetativos de la planta; d) los coeficientes de riego; e) los métodos de riego; f) los períodos de riego.

Las variedades que se vayan a cultivar es preciso seleccionarlas por su precocidad, productividad, calidad de los granos, resistencia a las heladas, resistencia a las enfermedades, a la sequía cuando no se dispone de riego, al vuelco y al desgrane.

La semilla para una misma variedad se debe seleccionar por peso, tamaño, pureza, energía de germinación, etc.

Hay necesidad de determinar las mejores épocas de siembra. Los métodos más adecuados de preparación del terreno, la profundidad a que ha de quedar enterrada la semilla, la densidad de la plantación, el mejor y más económico sistema de siembra, las labores de cultivo, de defensa de la plantación y los métodos de recolección más adecuados y baratos.

Cook y Baten (1938:735) traen un recuento de la literatura sobre fertilizantes para trigo y demuestran que éste es uno de los cultivos que mejor responden a la aplicación de abonos comerciales. Citan a Thatcher quien en 1925 demostró que una acertada combinación de N-P-K es el factor de mayor significación para aumentar los rendimientos. Bradfield en 1936 y Miller en 1933, según aquellos autores, demostraron que la aplicación de fósforo aumenta el tamaño y densidad de los granos de trigo. El fosfato

tiene una gran acción para aumentar el número de macollos que forman espiga, que es un factor de gran significación para aumentar los rendimientos. Es pues necesario determinar exactamente mediante pruebas en el campo y la respuesta de las mismas plantas la necesidad de fertilizantes.

Una conipilación de la literatura sobre cada uno de estos factores ha sido incluida en mi trabajo de tesis con el fin de ilustrar la importancia de la experimentación agrícola y así poder recomendar las prácticas que realmente son efectivas con el fin de poder aumentar la producción.

VI — PARTE EXPERIMENTAL

Con el objeto de determinar la mejor época de siembra, la cantidad de agua, y el número de riegos más adecuados, la influencia de dichos riegos sobre la infección de las royas o polvillo de los cereales, la mejor fórmula de abonamiento y la cantidad de semilla por unidad de superficie lo mismo que el método mejor de sembrarla, para una variedad de trigo en la región de Chapingo, estado de México, se planearon dos experimentos: el primero sobre épocas de siembra y el segundo, complejo, para determinar el efecto combinado de los demás factores sobre el rendimiento del trigo.

El primero se diseñó para ser ejecutado por el método de bloques randomizados o sea distribuídos al azar con 3 repeticiones.

La siembra se distribuyó durante un período de dos meses y medio, épocas comúnmente empleadas en la región desde el 15 de Octubre hasta el 1º de Enero. Se sembró a máquina a razón de 50 kilos por hectárea y se abonó convenientemente con nitrógeno y fósforo a razón de 40 kilos de N y 80 de P₂O₅ por hectárea. El cuadro siguiente muestra los resultados obtenidos:

Cuadro N^o 1

Tratam.	Rendimiento Kgrs/Ha.	Dif. en K/Ha con trat. 3º	% de au- mento	Dif. Sig. Kgrs/Ha.	Per. veget. días.
15 Obre.	1.630	440	21.2		183
1 Nbre.	1.540	530	25.6		177
15 Nbre.	2.070	—	—		166
1 Dbre.	1.860	210	—		157
15 Dbre.	1.680	390	18.8		146
1 Enero	620	1,450	70.0	316	140

A primera vista resalta lo inadecuado de las siembras tardías. La diferencia de 1.450 kgrs. por hectárea presentada entre las siembras del 15 de noviembre y 1º de Enero, es bien significativa y muestra un aumento en los rendimientos del 70%.

La siembra del 1º de Diciembre sólo acusa una merma de 210 kilos con la del 15 de noviembre lo cual no es significativo, por lo cual puede deducirse que la mejor época de siembra fluctúa entre el 15 de noviembre y 1º de diciembre.

Otro dato de mucho interés se dedujo de la duración de los períodos vegetativos en relación con las siembras tempranas, cuyo período es más largo.

El segundo experimento se diseñó por el método de parcelas divididas pero muy modificado con el fin de poder efectuar sin peligro los diferentes riegos. Comprendía:

1º Riego *A* tal como se acostumbra en la región dando sólo tres riegos.

Riego *B*, aumentando el número de éstos para darlos cada que la plantación demostrara síntomas de estar sufriendo por sequía. Se dieron 6 riegos.

2º Determinar el efecto de los riegos más numerosos sobre las infecciones de las royas, porque los agricultores sostienen que los riegos numerosos facilitan la propagación de la enfermedad. Al efecto se planeó defender una parte de los bloques de los diferentes riegos con azufre que se ha demostrado es eficaz como protector, aunque no siempre económico, repitiendo los mismos tratamientos sin espolvoreaciones.

3º Encontrar cuál es la fórmula más económica de abonamiento y la principal deficiencia del suelo para lo cual se dispusieron fórmulas de la siguiente manera:

40-80-0 + N + P — K
0-80-0 — N + N — K
40- 0-0 + N — P — K
0- 0-0 — N — P — TESTIGO

El potasio no se empleó por saberse que el suelo lo tiene en suficiente cantidad. 40 son kilos de N y 80 kilos de P₂O₅ que se calculan para las parcelas del experimento utilizando sulfato de amonio con un 20% de N y superfosfato con 18% de anhídrido fosfórico.

4º Determinar cuál es la mejor densidad y método de siembra con los siguientes tratamientos:

25	Kgrc/Ha.	al voleo
50	"	" "
50	"	a máquina
75	"	al voleo
75	"	a máquina.

La siembra a razón de 25 kilos por hectárea a máquina no se pudo efectuar porque fué imposible graduar la máquina para dicha cantidad. Cada tratamiento se repitió 4 veces para cada uno de los 2 grandes bloques con diferentes cantidades de riego y cuatro veces los tratamientos 40-80-0 y 0-0-0 para cada bloque de riego en los sub-bloques defendidos con azufre contra las royas.

Los resultados fueron los siguientes:

1º *Efecto del agua sobre la infección de las royas.*

Las temperaturas fueron muy bajas y la humedad relativa también baja no permitieron infecciones graves de la enfermedad a pesar de que se inocularon las líneas de plantas muy susceptibles a la infección en los bordes del experimento. El *Puccinia graminis tritici* no se presentó y el *P. glumarum* atacó en un pequeño porcentaje los lotes no protegidos con S. *No hubo ninguna influencia de la humedad en los bloques bien regados en el ataque de las royas.*

2º *Efecto del riego.*

La influencia del riego es significativa. El análisis estadístico del efecto del riego da como significativa una diferencia de 240 kilos. Los resultados promedios para los dos bloques dan para el riego *A* en las parcelas sin abono 1.372 kilos por hectárea y en las correspondientes al riego *B* 1.822 kilos lo cual representa un aumento en rendimiento de 446 kilos. Para las parcelas abonadas el aumento fue de 468 kilos.

Cantidades excesivas de agua, disminuyen la densidad del grano. El por ciento general para el lote *A* en relación del grano con la paja formada es de 23.6 y en el lote *B* es de 20.8. La mayor producción del lote *B* compensa la menor proporción de grano, pero es necesario ampliar la experimentación sobre economía de agua, pues podría resultar posible que con 4 ó 5 riegos fuera su-

ficiente para obtenerse un adecuado aumento en rendimiento. La lámina aproximada de agua suministrada fue de 12 cms. por riego y con pequeñas precipitaciones que cayeron durante el período vegetativo el coeficiente de riego fue de 41.3 cms. para el lote *A* y 77.3 para el lote *B*.

La práctica generalizada de dejar sufrir el trigo por falta de agua durante los estados de macollamiento y encañamiento debe ser rechazada porque en estos estados es cuando mayor requisito de agua tiene.

3º *Efecto de los fertilizantes.*

La aplicación oportuna de los fertilizantes es el factor que más puede elevar los rendimientos. La observación del cuadro número 2 dará una idea de los resultados obtenidos:

Cuadro N° 2

EFECTO DE LOS FERTILIZANTES EN LOS 2 NIVELES DE RIEGO

Riego	trata- miento	N° de ma- collos por planta	Altura en cms.	Fecha de formación las. esp.	fecha madu- ración	Rendim. Kgr./Ha	difer. con 40-80 Kgrs.	Difer. signif.
A	40-80-0	6.1	90.00	II/19	IV/18	2.540	—	410 Kgrs.
	40-0-0	4.2	74.00	II/26	IV/27	1.380	1.160	
	0-80-0	5.8	94.50	II/19	IV/18	2.070	470	
	0-0-0	4.2	82.25	II/26	IV/27	1.350	1.190	
B	40-80-0	7.2	105.50	II/21	IV/22	2.880	—	560 Kgrs.
	40-0-0	5.8	86.00	II/26	IV/28	1.820	1.060	
	0-80-0	7.5	106.25	21/II	IV/22	2.920	—	
	0-0-0	5.6	87.75	26/II	IV/28	1.800	1.080	

La diferencia promedia de más de 1.100 kilogramos debida al fósforo es muy significativa. Bajo condiciones deficientes de humedad el nitrógeno del suelo puede ser un problema y así se observa que en el lote mal regado hay una diferencia significativa de 470 kilos debida a la aplicación de nitrógeno.

Es interesante observar las diferencias notables que se presentan en favor de los tratamientos con fósforo en macollamiento, rendimiento y altura de las plantas al momento de verificar la cosecha. También es notable observar el adelanto en la maduración de una semana debida a la correcta aplicación de fósforo.

Los análisis de tallos durante el período vegetativo y el análisis del suelo están íntimamente correlacionados con los datos obtenidos.

4º *Efecto de las densidades y métodos de siembra.*

Las siembras verificadas a razón de 25 kilos por hectárea dan una plantación demasiado rara con mal aprovechamiento del suelo. Las siembras a razón de 50 kilos muestran que la plantación tiene suficientes matas. Las parcelas con 75 kilos se presentan muy densas y hay una gran competencia natural entre las plantas. El cuadro N° 3 demuestra los resultados obtenidos.

Las siembras a máquina tienen sobre las verificadas al voleo la gran ventaja de la uniformidad de la plantación. La competencia entre las plantas es entonces menor y la distribución en hileras separadas a 20 cms. facilita la aireación en la plantación. En las siembras al voleo es preciso enterrar la semilla con un rastrollo, y ésta queda a diferentes profundidades por lo cual la germinación es muy irregular.

En el riego *B* hay diferencia significativa a favor de las siembras a máquina. En efecto: el promedio de todas las siembras verificadas a máquina es de 2.550 kilos de grano por hectárea y de 2.240 kilos para las siembras al voleo, lo que da una diferencia de 315 kilogramos siendo 316 la diferencia significativa. En el lote *A* siempre hay una diferencia de 240 kilos a favor de la siembra a máquina, pero no es significativa porque el análisis estadístico exige una diferencia de 400 kilos.

Queda demostrado que la siembra verificada a razón de 50 kilos a máquina es suficiente. La siembra a razón de 75 kilos a máquina da menor rendimiento que aquella sobre todo en las par-

Cuadro Nº 3

Comparación del número de tallos con espiga, de macollos, número de plantas por metro cuadrado, de altura de las plantas y rendimiento para densidad de siembra y abonamiento en los dos niveles de riego.

Riego	Tratamiento	40-80-0				Testigo 0-0-0				
		Nº plantas por metro 2	Nº macollo por mata	Tallos c. espiga p. metro 2.	Rendim. Kgrs/Ha.	Altura cis.	Altura cis.	Nº macollos p. mata	Tallos c. espiga mt. 2	Rendim. Kgrs/Ha.
A	50 Máquina	81	6.10	488	2.540	90.0	82.25	5.10	408	1.380
	50 voleo	71	6.10	433	2.530	92.2	76.00	5.00	355	1.300
	75 máquina	117	5.13	600	2.380	95.5	76.7	4.33	518	1.400
	75 voleo	108	5.46	590	1.740	92.7	80.2	4.06	438	1.240
	25 voleo	45	7.26	327	1.900	87.5	77.7	5.96	268	1.490
B	50 Máquina	81	7.26	581	2.880	105.5	87.75	6.10	488	1.820
	50 voleo	71	7.53	535	2.790	103.5	82.75	6.10	433	1.690
	75 máquina	117	5.76	674	2.720	102.2	88.25	5.13	600	1.970
	75 voleo	108	6.33	684	2.050	100.6	90.50	5.46	590	1.920
	25 voleo	45	8.63	388	2.360	104.0	84.75	7.26	397	1.730

celas abonadas. En las parcelas sin abono no hay una verdadera diferencia en las dos densidades de siembra, pero es preciso estudiar la economía de 25 kilos de semilla a favor de la siembra de 50 kilos.

La siembra a razón de 25 kilos, al voleo, muy acostumbrada en la región, es insuficiente, y el mejor macollamiento debido a la poca o ninguna competencia entre las plantas, no compensa la diferencia en rendimiento.

La uniformidad de la plantación, el buen macollamiento, mejor germinación de la semilla, mejor desarrollo vegetativo, mayor rendimiento son las razones que pueden alegarse en favor de la siembra de 50 kilos de semilla a máquina.

CONCLUSIONES

Es de justicia reconocer el mérito de los trabajos sobre mejoramiento del trigo que se han hecho en "La Picota" en donde se han seleccionado algunos trigos criollos, se han obtenido algunos híbridos interesantes y aclimatado variedades de trigos importados de mejores rendimientos. La campaña que hasta el presente se ha hecho para tecnificar el cultivo ha dado excelentes resultados. Pero esta labor ha resultado insuficiente por el pequeño personal dedicado a dichos trabajos, las apropiaciones presupuestales ridículas para adelantar una obra que abarque todos los aspectos del problema en cada una de las zonas productoras y la falta de continuidad en los programas, debido a cambios frecuentes en la política o en la administración de los organismos gubernamentales encargados de orientar los trabajos de investigación.

Es pues necesario elaborar, aprobar y financiar un plan armónico de experimentación e investigación para el mejoramiento del trigo, que debe comprender:

- 1º Un estudio muy completo de las condiciones climatéricas de las zonas trigueras actuales y de las que en un futuro próximo podrían ser promisorias, para estudiar la influencia de cada uno de los factores del clima sobre el desarrollo del trigo y sobre los organismos patógenos que afectan su sanidad.
- 2º Reconocimiento y clasificación de los suelos más apropiados para el cultivo del cereal, con el fin de zonificar las áreas de

producción y recomendar las prácticas fundamentales de buen uso, conservación y restauración de los suelos.

- 3º Estudio metódico de todos los factores técnicos: Riegos de auxilio y avenamientos; selección y desinfestación de semillas; épocas de siembra; adaptación y mejoramiento de variedades de gran resistencia a las enfermedades, buen rendimiento y buen valor farinográfico; fertilizantes, rotaciones, buen uso del suelo, etc.; labores adecuadas de cultivo para cada zona, etc., etc.
- 4º Análisis estadístico de la producción, rendimientos, costos, comercio, distribución y demás factores económicos que contribuyen a hacer promisorio al agricultor el cultivo del trigo y orienten al gobierno para verificar el control necesario de la producción, importación y distribución y lo capaciten para hacer en forma adecuada el fomento del cultivo.

Experimentos planeados para determinar el efecto de algunos factores importantes en el rendimiento del trigo en una parte del Valle de México, dieron los siguientes resultados:

- 1º La mejor época de siembra resultó ser del 15 de noviembre al primero de diciembre. Siembras tardías son inadecuadas porque el período térmico no le es favorable y hay mayor competencia con las malezas. Las siembras muy tempranas tampoco son adecuadas para las variedades precoces.
- 2º La protección con azufre, probada por primera vez en México, resultó eficaz contra el *Puccinia glumarum*. La temperatura y la humedad relativa, muy bajas impidieron la infección en los tratamientos no protegidos del *P. graminis tritici*.
- 3º El trigo debe ser regado en épocas oportunas si hay condiciones deficientes de precipitación. Un exceso de agua, sin embargo, hará disminuir el por ciento de grano en relación con la paja y retarda la maduración.
- 4º Bajo condiciones similares a las de los suelos de la región en la cual se verificaron los experimentos, los cultivos de trigo responden en forma muy significativa a la aplicación de superfosfato que tenga 80 kilos de anhídrido fosfórico, para una hectárea.
- 5º Bajo condiciones de deficiente humedad en el suelo, las plantas no utilizan bien las reservas de nitrógeno de éste y pue-

- den mermar su rendimiento por esta causa.
- 6º Las siembras hechas a máquina son más eficientes que las verificadas al voleo. La siembra hecha a razón de 50 kilos por hectárea resultó ser la más eficaz.
- 7º Los rendimientos de una variedad de trigo pueden aumentarse a 100% mediante buenos sistemas de riego, abonamiento, protección contra las enfermedades, oportuna época, densidad y método de siembra.
- 8º La experimentación agrícola cuesta dinero, pero las inversiones que el país haga en este ramo fundamental, se pagan con creces por los resultados que se logran y que benefician a la vez a los productores, a los consumidores y alivian al país de fuertes cargas por concepto de importaciones para suplir los déficits de producción.
- 9º El cultivo de trigo dejará de ser exótico y será un cultivo básico, aún en zonas en donde no se conoce, si se adelanta un plan perfecto de experimentación sobre este cereal.

BIBLIOGRAFIA

- Cook, R. L. y Baten.** The effect of fertilizer on the length of winter wheat heads. Journ. Amer. Soc. Agron. **30**: 735-742. Tabl. 10. 1938.
- De Turk, E. E.** Conservación del suelo desde el punto de vista de la Química del mismo. (Tit. traducido) Journ. Amer. Soc. Agron. **29**: 93-112, fig. 4. 1937.
- Morgan, M. F. et al.** Requisitos de suelo de las plantas económicas, (título traducido). U. S. Dept. of Agric. Year-book **1938**: 753-766.
- Klages, K. H. W.** Geografía ecológica de los cultivos (Tt. traducido). 1-615. 1942.
- Posada Eduardo.** Obras de Caldas. Serie Bibl. Hist. Nal. **9**: I) XXVII, 1-569. 1912.
- Scarséth, G. D. y W. V. Chandler.** Losses of phosphate from light textured soil in Alabama and its relation to some aspects of soil conservation. Journ. Amer. Soc. Agron.: **30**: 361-374. 1938.