

# Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos

---

*Convocatoria 2010-3*



---

## **ANEXO B. DEMANDAS DEL SECTOR 2010-3**

**Demanda Única: Mejoramiento genético de trigo.**  
**“Mejoramiento genético de trigo para generar variedades resistentes a royas, de alto rendimiento y alta calidad para una producción sustentable de trigo en México.”**

En atención a la problemática nacional en la que la I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica) tiene especial relevancia, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y las Fundaciones Produce, A.C. han identificado un conjunto de demandas y necesidades del Sector para ser atendidas por la comunidad científica, tecnológica y empresarial con el apoyo del “Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos”.

**Es importante aclarar que se espera apoyar un solo proyecto por demanda específica, ya que el Macro proyecto (multidisciplinario e interinstitucional) propuesto, debe cumplir con todos los productos esperados.**

# I. Demanda Única

## Demanda 1.1

### **Mejoramiento genético de trigo**

Mejoramiento genético de trigo para generar variedades resistentes a royas, de alto rendimiento y alta calidad para una producción sustentable de trigo en México.

#### **ANTECEDENTES**

El trigo a nivel mundial ocupa el segundo lugar en producción después del maíz, de donde alrededor del 75% del volumen de su producción se emplea de manera directa para consumo humano, el 15% para consumo animal y el resto se utiliza como semilla. La producción y consumo de trigo se han incrementado a través del tiempo, la primera con altas y bajas, mientras que el consumo de forma gradual y consistente, por ejemplo, en 1980 se produjeron cerca de 400 millones de toneladas (MT), en 1989 se lograron producir 500 MT, 10 años después se cosecharon 600 MT, mientras que en el 2009 la producción fue cercana a 670 MT, volúmenes que prácticamente se han consumido como consecuencia del crecimiento de la población. Una estrategia para enfrentar alguna crisis en la producción mundial ha sido mantener inventarios de reserva altos, los mismo que durante los 80's y 90's fueron en promedio mayores a 170 MT, sin embargo, durante la presente década en promedio han sido de 140 MT, es decir, se tiene trigo almacenado solamente para surtir por tres meses la demanda de la población mundial, y se estima, de acuerdo con la tasa de crecimiento de la producción y del consumo, que para el 2020 se tendrá un déficit de 75 MT (USDA-FAS, 2008).

Los principales países productores en 2007 fueron India (12.3%), Comunidad Europea (11.9%), Rusia (11.2%), China (10.9%) y Estados Unidos (9.4%). El rendimiento promedio a nivel mundial se incrementó durante las últimas décadas pasando de 1.26 t ha<sup>-1</sup> en los 60's, 1.68 t ha<sup>-1</sup> en los 70's, 2.14 t ha<sup>-1</sup> en los 80's, 2.55 t ha<sup>-1</sup> en los 90's y 2.75 t ha<sup>-1</sup> en la presente década. Durante el periodo 2000/07, en promedio Nueva Zelanda ocupó el primer lugar en rendimiento de trigo (7.24 t ha<sup>-1</sup>), le siguió Egipto (6.24 t ha<sup>-1</sup>) y en tercer lugar México (5.12 t ha<sup>-1</sup>) (USDA-FAS, 2008). El mercado internacional de trigo está dominado principalmente por Estados Unidos, que en promedio participa con el 25.8% de las exportaciones (2000/07), por lo tanto, las ventas al exterior de este país influyen en la dinámica del mercado; le sigue Canadá (14.3%), la Comunidad Europea (12.7%), Australia (12.4%) y Argentina (9.2%), que en total acumulan el 74.4% de las exportaciones mundiales. (USDA-FAS 2008).

El precio internacional del trigo es muy cambiante y su variación está fuertemente influenciada por la oferta-demanda y los inventarios de los países exportadores, de tal manera que en los últimos 15 años se ha cotizado entre los 150 a 412 dólares la tonelada. Con esos precios, un trigo comprado en Chicago y procesado en la región centro de México, en donde se paga en promedio un costo de 62 dólares vía flete, tendría un valor entre \$2775 hasta \$5950 la tonelada, de tal manera que en general procesar trigo importado en México no es más conveniente que el trigo nacional producido en zonas

aledañas a los centros de molienda. Durante el 2009 el precio medio del trigo importado fue de 228 dólares la tonelada, que se traduce a un precio de molienda de \$3625, el que es atractivo para el agricultor y para el industrial, ya que en la región centro de México el costo medio de servicio-flete por tonelada es de \$300, de tal manera que el productor estaría vendiendo la tonelada en el campo a \$3325.

La producción de trigo nacional y las importaciones a nuestro país han mostrado variantes en la última década. La producción nacional descendió de 3.5 a 2.8 MT del 2000 al 2004, sin embargo, a partir del 2005 ha repuntado y para 2008 se cosecharon 4.2 MT, entre otras causas, debido a la mayor productividad de las nuevas variedades. Durante el 2002 al 2007 se importaron a México más de 3 MT, llegando este volumen a 3.7 MT en el 2005; afortunadamente, el incremento en la producción nacional ha permitido reducir las importaciones de Estados Unidos de 3.5 MT a 2.4 MT y de Canadá de 1.2 MT a 350 mil toneladas. Es importante conocer dentro de nuestro escenario como país importador de trigo, principalmente de los Estados Unidos, siendo este país el principal protagonista del mercado internacional de este cereal, y que su grano es altamente demandado por razones económicas, políticas, sociales y culturales, no será el granero abastecedor de los países importadores como México, ya que sus indicadores no son alentadores, como a continuación se indica: durante los últimos 10 años la superficie sembrada se ha reducido en 20%, el rendimiento medio se ha incrementado tan sólo en 10% y sus inventarios en promedio se han reducido de aproximadamente 20 millones de toneladas (1991 al 2001) a 15 millones de toneladas (2002 a 2009), de tal manera, que sería erróneo pensar que Estados Unidos es la solución para que México surta su demanda de trigo.

### **Producción nacional y valor de la producción**

En México, el trigo representa el 21% del consumo de granos básico, ubicado en el segundo lugar después del maíz, con 52 kg consumo per cápita por año y con un volumen de ventas de la industria que estará creciendo entre 1% y 2%. Cinco estados, Sonora, Guanajuato, Baja California, Michoacán y Chihuahua, concentraron el 65% de la superficie sembrada con trigo en el 2009 que fue de 802 mil ha, destacando Sonora con el 35% del área. La producción en el 2009 fue de 4.01 MT (4.6 t ha<sup>-1</sup>) y tuvo un valor que superó los 15 mil millones de pesos. Las regiones de Mexicali y Sur de Sonora producen aproximadamente el 55% del volumen nacional y consumen tan sólo el 12%; la principal zona consumidora de trigo en México es la región centro-sur que demanda casi el 60% del total nacional. Movilizar aproximadamente 1.5 MT de Mexicali o del Sur de Sonora a la región centro es realmente incosteable, porque el costo por tonelada de Mexicali es de \$600 y del Sur de Sonora es de \$450, mientras que el flete del trigo producido en El Bajío o Los Valles Altos Centrales a los molinos de estas regiones varía de \$190 hasta \$300. Solamente recordar que el trigo importado tiene un costo por concepto de flete de 62 dólares.

En México quedó constituida la Cadena Sistema Producto Trigo (CONASIST) en octubre del 2004, dentro de la cual quedan tres eslabones bien diferenciados, el Consejo Nacional de Productores de Trigo (CONATRIGO), la Cámara Nacional de la Industria Molinera del Trigo (CANIMOLT) y la Cámara Nacional de la Industria Panadera (CANAINPA).

Actualmente, en la industria molinera existen 49 empresas que cuentan con 92 plantas de molienda de trigo; de éstas, 65 plantas están asociadas a la CANIMOLT y representan el 78% de la producción en el país; para el año 2009 la capacidad instalada de cada molino

oscila de las 40 a las 1600 toneladas diarias y la capacidad total de molienda anual es de 8.5 MT. Gracias a que se constituyó CONASIST, la relación entre productores e industriales ha ido mejorando significativamente, lo cual ha contribuido a la implementación exitosa del programa de Agricultura por Contrato, que es la operación por la que el productor vende al comprador antes de cosechar su producto, a través de la celebración de contratos de compra-venta bajo condiciones específicas de precio, volumen, calidad, tiempo, lugar de entrega y condiciones de pago, entre otros. Este programa de apoyo a la producción a sido benéfico, ya que durante el ciclo 2005/06 se firmaron 434 mil toneladas, mientras que para el ciclo 2008/09 la cifra llegó a 2.1 millones de toneladas, estrategia que ha permitido que los dos sectores mejoren sus ingresos y se fortalezca la producción nacional. Para enfrentar la problemática de desabasto nacional de trigo panificable, México debe incrementar la producción de trigos fuertes en el altiplano durante el verano y trigos suaves en El Bajío en el invierno. Esta producción debe ser firmada a través de Agricultura por Contrato, impulsando mayores inversiones dirigidas a incrementar la productividad, abatimiento de costos de producción y la adecuación del ingreso objetivo, lo que permitirá que se logre prácticamente la autosuficiencia nacional.

### **El mejoramiento genético de trigo en México, estrategias, logros y aportaciones.**

El mejoramiento genético de trigo en México, desde sus inicios a mediados de los 40's del siglo pasado a la fecha, ha trabajado durante dos ciclos agrícolas al año en ambientes ampliamente contrastados; además, ha tenido como característica ser emprendedor e innovador en sus técnicas empleadas, en sus enfoques, en el uso continuo de germoplasma y en la incorporación de genes favorables, entre otros indicadores, lo que permite resumir sus aportaciones como a continuación se indica:

La selección de líneas segregantes en el invierno y verano con diferentes fotoperiodos (Borlaug, 1969) permitió la expresión y la selección de los genes Ppd1 y Ppd2 (Rajaram, 1995) involucrados con la insensibilidad al fotoperiodo, dando como resultado la obtención de variedades con amplia adaptación en diversas partes del mundo. La roya del tallo se controló genéticamente en 1955 gracias al efecto del gene Sr2 derivado de la variedad Hope (Borlaug, 1968), que incluso a la fecha sigue siendo efectivo. La fuente de enanismo de Norin 10 permitió incorporar en los trigos mexicanos los genes Rht1 y Rht2 que causaron reducción en la altura, y que al combinarse positivamente con los genes responsables de la insensibilidad al fotoperiodo (Rajaram, 1995), permitieron durante la década de los sesenta liberar cerca de 15 variedades semi enanas y enanas que superaron la barrera de las 4.5 t ha<sup>-1</sup> en el Noroeste y llegar en ocasiones hasta a 8 t ha<sup>-1</sup> (Borlaug, 1969). Durante los años setenta y ochenta la introducción de germoplasma y la recombinación genética a través de retrocruzas entre trigos de hábito de primavera por los de hábito de invierno (IxP), así como las recombinaciones entre trigo y *Secale cereale*, permitió mejorar simultáneamente adaptación, estabilidad, rendimiento y resistencia a enfermedades, gracias a la translocación 1BL/1RS, que acarreo genes favorables como Lr26, Sr31, Yr9 y PM8 (Villareal, 1995).

Durante los años ochenta el método de pedigrí siguió utilizándose, se dio más énfasis a la evaluación de poblaciones segregantes en diferentes ambientes y se intensificó aún más la recombinación del trigo con especies compatibles como por ejemplo: *Triticum tauschii*, *Thinopyrum* spp. y *Triticum dicoccoides* (Villareal, 1995). También durante los ochenta se trabajó fuertemente para lograr la resistencia horizontal o durable a la roya de la hoja, para lo cual se fueron identificando genes menores de efectos aditivos; uno de los

primeros genes fue el complejo Lr13 derivado de Frontana (Rajaram et al., 1988), otro gen importante fue Lr34 derivado de Jupateco (Singh, 1992) y posteriormente el gen Lr46 derivado de Pavón que en su conjunto confieren resistencia durable (Huerta y Singh, 2000).

En los últimos años se ha trabajado más sobre el control genético de la roya amarilla y sobre el mejoramiento de la calidad. En roya amarilla Singh y Rajaram (1995) encontraron resistencia moderada en planta adulta en Pénjamo 62, Lerma Rojo 64, Nacozari 76 y esta resistencia es atribuida al gen Yr18 que está estrechamente ligado al Lr34 ; Singh et al. (2000) identificó el gen Yr28, mientras que Willian et al. (2003) identificaron el gen Yr 29 que está ligado al gen Lr46 y que al igual que el Yr18 y Yr28 confieren resistencia durable a la enfermedad.

En cuanto a calidad se han estudiado los patrones de calidad de los trigos mexicanos, con especial énfasis en las proteínas de reserva (gluteninas y gliadinas) que confieren mejora en la calidad, identificándose las mejores combinaciones de gluteninas de alto peso molecular (Glu-APM) y se han logrado avances importantes en la identificación de las gluteninas de bajo peso molecular (Glu-BPM) y gliadinas (Gli), lo que ha permitido un mejor direccionamiento de los cruzamientos y una selección eficiente aplicando herramientas moleculares y no moleculares para mejorar aún más la cantidad y la calidad de las proteínas de los trigos mexicanos (Peña et al. 2002; Peña et al., 2004; Trethowan et al., 2001).

Los resultados del programa de mejoramiento genético de trigo en México se pueden resumir en la liberación de 224 variedades que han sido la plataforma de la producción nacional, misma que en su momento ha sido la base del desarrollo de las industrias harinera y panadera. Por otra parte, las variedades generadas por el programa mexicano durante los 60's y 70's fueron las precursoras de la Revolución Verde que tantos beneficios causó en diversos países del mundo y que culminó con el otorgamiento del Premio Nobel de la Paz al Dr. Norman E. Borlaug. Finalmente, se estima que en la actualidad en aproximadamente el 50% de la superficie sembrada con trigo en el mundo se utiliza de alguna forma germoplasma generado por los programas de mejoramiento de trigo que operan en México.

## **Impacto del mejoramiento genético de trigo en México**

### **Germoplasma de trigo**

El rendimiento del trigo en México se ha incrementado considerablemente, de 740 kg ha<sup>-1</sup> en 1940 a 4,480 kg ha<sup>-1</sup> en el 2004 debido al continuo desarrollo de variedades mejoradas (González y Wood, 2006) con alto rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad industrial que han permitido mayores ingresos para los productores (Lantican et al., 2005) Actualmente, el énfasis del mejoramiento genético se concentra en la combinación de genes de alto rendimiento, resistencia a enfermedades diversas, la reducción del estrés causado por factores ambientales y la calidad industrial del grano (Espitia et al., 2003). Por otro lado, la incorporación acumulada de 3-4 genes menores que confieren resistencia duradera a royas, continúa siendo el instrumento más utilizado para el control de los patógenos causantes de enfermedades en México. (González y Wood, 2006); una gran proporción del trigo cristalino cultivado en México se comercializa en el mercado de exportación, mientras que el trigo harinero es cada vez más competitivo con el trigo harinero que la industria importa. En México, el INIFAP utilizando líneas mejoradas desarrolladas por el CIMMYT, liberó 202 variedades de trigo durante el periodo

1942-2002 (González y Wood, 2006) y el número a la fecha es de 226 variedades. Las variedades modernas de trigo han contribuido con incrementos promedio de 54 kg ha<sup>-1</sup> anualmente (un 0.64% de incremento) al rendimiento del trigo en el Valle del Yaqui en Sonora durante el periodo 1962-2002 (Nalley, 2007), mientras que para la región de El Bajío bajo riego es de 57 kg ha<sup>-1</sup> durante el periodo 1966-2004 y para los Valles Altos bajo temporal es de 27 kg ha<sup>-1</sup> en este periodo (Villaseñor et al., 2004).

### **Impacto económico**

El mejoramiento genético de trigo en México vivió una etapa de desarrollo y consolidación entre 1945 y 1980, gracias al apoyo económico y técnico incondicional que se brindó (González, 1992), y que lo convirtió en una actividad altamente rentable que indujo beneficios por 460 millones de dólares anuales en este periodo (Hanson et al., 1985).

González y Wood (2006) coordinaron la realización de los estudios de impacto económico de algunas las variedades liberadas por el INIFAP, cuyos resultados se indican a continuación.

#### **Salamanca S75.**

Liberada en 1975 para siembras de riego en El Bajío. Se ha sembrado durante 30 años en una superficie que supera los 2.5 millones de hectáreas. El valor actual neto (VAN) de los beneficios económicos inducidos por el uso de esta variedad es de 38 mil millones de pesos. Los beneficios económicos netos inducidos por esta aportación tecnológica representan 42 veces el presupuesto fiscal del INIFAP durante el año 2003. Ese monto equivale también a un tercio del presupuesto federal destinado al campo en el mismo año. La relación beneficio-costos, B/C, es de 84.2. La tasa interna de retorno (TIR) es 42%. La buena resistencia a las royas de Salamanca S75 evitó la aplicación de fungicidas en una superficie equivalente a 2.5 millones de hectáreas que representó un ahorro de 2000 millones de pesos.

#### **Júpare C2001.**

Liberada en el 2001 como una respuesta a la gran emergencia causada por la epifitía de una nueva raza de la roya de la hoja que venció la resistencia de todas las variedades de trigo cristalino liberadas con anterioridad al año 2000. En un esfuerzo sin precedentes y bien coordinado entre CIMMYT, INIFAP y el Patronato de agricultores de Sonora, en tiempo record fue posible generar suficiente semilla de Júpare C2001, para reemplazar las variedades susceptibles de este cereal. El costo total de generación y promoción de la variedad es de 41.0 millones de pesos del 2002. El valor actual neto (VAN) de los beneficios económicos totales inducidos por la variedad es de 511.9 millones de pesos del año 2002, cantidad equivalente a la mitad del presupuesto anual del INIFAP en el año 2004. La relación beneficio-costos, B/C, es 13.50; La tasa interna de retorno es 26.9%. Con la resistencia de esta variedad hubo ahorros por el no uso de fungicida por 350 millones de pesos durante el 2003 al 2008.

#### **Saturno S86.**

La variedad Saturno S86 se liberó en 1986 para la región de El Bajío como un complemento a la variedad Salamanca S75, y además, con 5% más de rendimiento, más tolerante al acame y con resistencia a la roya de la hoja. La generación de esta variedad tuvo un costo total actualizado de 163.1 millones de pesos a precios del año 2002. El valor actual neto (VAN) de los beneficios económicos de esta variedad en la región del Bajío es de 1,239.3 millones de pesos del año 2002. La tasa beneficio-costos, B/C, es 8.6. La tasa interna de retorno (TIR) es 16.7%.

En el Cuadro 1 se presentan los impactos de las variedades Salamanca S75, Júpare C2001 y Saturno S86, en donde se aprecia que en los tres casos la TIR supera, tanto a la tasa real de interés 9.5%, como a la tasa de rentabilidad social del capital libre de riesgo en México: 15.7% (González y Wood, 2006). Los indicadores calculados por el INIFAP, tanto para la investigación y desarrollo, como para la transferencia tecnológica del trigo, son indicativos de una alta rentabilidad, de tal manera que se confirma que el mejoramiento genético de trigo en México es una actividad altamente rentable, al grado que una sola variedad, como lo es Júpare C2001 liberada para el sur de Sonora para controlar genéticamente la raza BBG/BN, es capaz de evitar pérdidas anuales por más de hasta 320 millones de pesos (Herrera-Foessel et al., 2003). 12 Cuadro 1. Indicadores de impacto de tres variedades de trigo en México, 2002.

Cuadro 1. Indicadores de impacto de tres variedades de trigo en México, 2002.

Indicadores	Salamanca S75	Júpare C2001	Saturno S86
Gastos en investigación, difusión y extensión (millones de pesos)	457.7	41.0	163.1
Beneficios actualizados (millones de pesos)	38,549.5	552.9	1,402.4
Valor Actual Neto (millones de pesos)	38,091.8	511.9	1,239.3
Relación Beneficio-Costo	84.2	13.5	8.6
Tasa Interna de Retorno (%)	42.0	26.9	16.7

### **La nueva raza de roya del tallo Ug99, una amenaza para la producción mundial y nacional.**

La roya del tallo es la más agresiva y devastadora de las royas de los cereales; en trigo causó grandes pérdidas en México durante las décadas de los 30's y 40's del siglo XX, a tal grado que fue la causa de la intervención de científicos norteamericanos para lograr su control, el que afortunadamente se logró a mediados de los 50's gracias al efecto del gene Sr2 que aun sigue efectivo en nuestro país.

En 1999, una nueva raza de roya del tallo se identificó en Uganda y se denominó Ug99. Esta raza tiene la capacidad de vencer la resistencia del gene Sr2 y de volver susceptible a poco más del 80% de las variedades sembradas en el mundo, de tal manera que su diseminación debe de considerarse como una amenaza para la producción mundial.

**La raza Ug99**, también conocida como o TTKSK, fue identificada inicialmente en Uganda en 1998. En la Figura 1 se puede observar como para el 2005 ya se había diseminado hacia el noreste del continente africano, de ahí se pronosticaba (2006) su movimiento al continente asiático y posteriormente a la Ex-URSS y Europa. El CIMMYT ha realizado acciones importantes para conocer la magnitud del problema, con qué tipo de germoplasma se cuenta y qué germoplasma puede resolver el problema, para lo cual se ha trabajado intensamente en Kenya en los últimos cinco años; sus resultados son alentadores y han identificado líneas con resistencia como Kingbird "s", sin embargo, esta nueva raza es un componente más que se suma a los innumerables que deben de reunir las nuevas variedades.

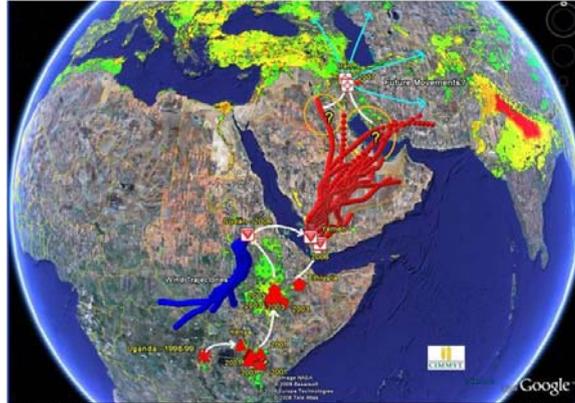


Figura 1. Aparición y diseminación de la raza Ug99.

En la Figura 2 se observa la dispersión de la Ug99 a Yemen, Sudan, Irán, norte de África, Medio Oriente y al sureste de Asia, debido al movimiento natural del aire, porque se siembran variedades susceptibles y porque prevalecen condiciones favorables para el establecimiento del patógeno. Esto ha ocasionado que muchos países productores de trigo estén en alerta, principalmente en las áreas de mayor riesgo.

Una nueva variante de la Ug99, denominada TTKST, se identificó en Kenya en el 2006, venció ahora la resistencia del gene Sr24, causó una severa epidemia en varias regiones de Kenya durante el 2007 y venció la resistencia de casi la mitad de las líneas que se habían identificado con resistencia a Ug99, lo que es aún más preocupante porque el hongo está evolucionando a formas (razas) más agresivas.

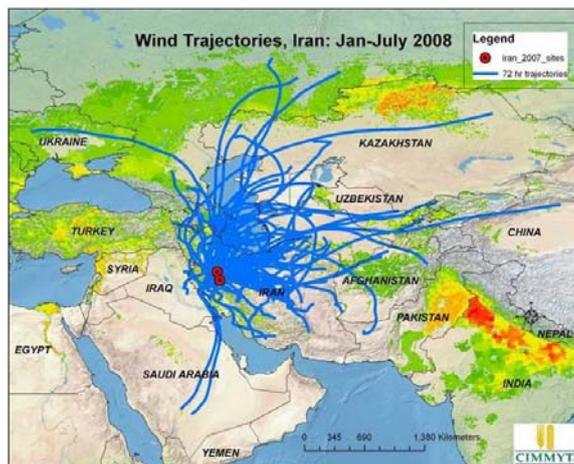


Figura 2. Diseminación de la raza Ug99 durante el 2008 hacia zonas importantes en la producción mundial de trigo.

Por la forma como se ha diseminado la Ug99, se pronostica que muy pronto estará presente en las regiones productoras de Europa; las corrientes de vientos durante el invierno de este continente hacia norte América serían la causa para que llegara a México, situación sumamente preocupante, porque todas las variedades sembradas en la actualidad son susceptibles, de tal manera que los daños de esta enfermedad podría causar crisis en el abasto nacional de trigo.

## **PROPOSITO DE LA DEMANDA**

Consolidar y darle continuidad al programa de mejoramiento genético de trigo de México, fortalecer la red de evaluación de ensayos nacionales e implementar una estrategia sobre el monitoreo de razas de royas, que en su conjunto permitan generar más y mejores variedades.

## **OBJETIVO GENERAL**

Liberar variedades de trigo de alto rendimiento y con la calidad que atiendan las necesidades de productividad de los agricultores y la demanda de la industria molinera nacional, y acelerar la producción de semilla básica para su pronta adopción en áreas de riego y temporal de México

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificación de germoplasma con alta calidad industrial para incorporar sus cualidades a las nuevas variedades.
2. Generar variedades para áreas de riego con resistencia a roya de la hoja y roya amarilla y con eficiencia en el uso del agua y de los insumos y con alto potencial de rendimiento y con la calidad que demanda la industria.
3. Generar variedades para áreas de temporal con resistencia a roya de la hoja, roya amarilla, fusarium de la espiga, tolerancia a las enfermedades foliares y sequía, con alto potencial de rendimiento y con la calidad que demanda la industria.
4. Fortalecer y mejorar la red interinstitucional de mejoramiento genético desarrollada durante el periodo 2004-2008, para utilizar eficientemente los recursos de las diferentes instituciones que la conforman.
5. Monitoreo e identificación de las razas fisiológicas de royas a nivel nacional.
6. Establecer un proceso de rápida multiplicación de semilla básica para la producción expedita de semilla certificada disponible para los productores.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Disponer de un mosaico genético de variedades mejoradas con adaptabilidad a las diferentes regiones productoras de trigo de riego y temporal del país que permitan minimizar la evolución dinámica de las razas de royas, que atiendan las demandas del mercado y permitan una producción de trigo sustentable.

## **METAS**

1. Incremento de la superficie sembrada con variedades mejoradas que minimicen las importaciones.
2. Reducción gradual de las importaciones (al 60% de las toneladas registradas para el 2009).
3. Aseguramiento del abasto de materia prima de calidad y a precio adecuado para molinos, evitando el cierre de estos.

4. Disminución de la fuga de divisas, a través de la consolidación de la producción nacional de trigo.
5. Disminución de la migración de áreas trigueras a la ciudad.
6. Mitigación de los daños y pérdidas causadas por las royas y reducción al mínimo del uso de plaguicidas contaminantes.
7. Formación de jóvenes investigadores, ya sea mediante su contratación como personal de la institución ejecutora o mediante la estancia en la formación de estudiantes de licenciatura y postgrado, para fortalecer la plantilla de investigadores de la Cadena Trigo.

## **PRODUCTOS**

Liberación de alrededor 15 variedades de trigos cristalinos (*T. durum*) y de trigos harineros (*T. aestivum*) de alto rendimiento, tolerantes a enfermedades, eficientes en el uso del agua y de buena calidad tecnológica, para que en conjunto con las variedades exitosas vigentes en las diferentes regiones productoras, se formen patrones varietales que permitan el control genético de las royas.

Paquetes tecnológicos actualizados referentes a la recomendación de las variedades más adecuadas para cada región productora del país.

Incorporación de los integrantes de la red nacional de mejoramiento genético a la base de datos del Consejo Nacional Sistema Producto Trigo.

En general, la demanda requiere una propuesta que ofrezca, acciones oportunas e incluso anticipadas a posibles efectos negativos asociados al cambio climático, entre otras proponiendo un programa de mejoramiento de trigo que permita generar variedades más eficientes en el uso de los recursos naturales y los nutrientes en general y con adaptabilidad más específica a condiciones agro climatológicas que caracterizan las diferentes áreas productoras de trigo..

## **Contacto para consultas técnicas sobre la demanda**

- **Ing. Jaime Paz Arrezola**  
SNITT  
Teléfono: (55) 56398981  
Correo Electrónico: [jpaz@snitt.org.mx](mailto:jpaz@snitt.org.mx)
  
- **Dr. Arnulfo del Toro Morales**  
SAGARPA  
Teléfono: (55) 3871-1000 ext. 33312  
Correo Electrónico: [arnulfo.deltoro@sagarpa.gob.mx](mailto:arnulfo.deltoro@sagarpa.gob.mx)