

VINCULACIÓN ESTRATÉGICA PARA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA. CASO: GENERACIÓN DE TRITICUM SPP ALTO DESEMPEÑO.

JUAN MANUEL PEÑA AGUILAR

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración, México.
juan_manuelp@hotmail.com

CLAUDIA ESTEFANY NAVA GALVÁN

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración, México.
estefanyng123@gmail.com

SANJAYA RAJARAM

Resource Seeds International S. de R.L. de C.V., México.

RESUMEN

Las instituciones que actúan activamente para el desarrollo económico y social de nuestro país, son el Estado – Academia – Empresa, que están vinculadas a través de proyectos que promuevan la innovación en diferentes niveles.

Las instituciones de Educación Superior juegan un papel esencial en el sistemas vinculado de desarrollo tecnológico y de innovación, con el objetivo de incorporar los demandas del sector productivo de México en la enseñanza e investigación dentro de las Universidades, con el objetivo de solucionar problemas que ayuden al crecimiento del país.

En el marco del Programa de Estímulos a la Innovación 2014 a través de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), permitió realizar este proyecto bajo este esquema de colaboración, participando la Universidad Autónoma de Querétaro a través del Laboratorio de Gestión Tecnología e Innovación de la Facultad de Contaduría y Administración, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la empresa RSI (Resource Seeds International S. de R.L. de C.V.) con el título “Desarrollo de nuevas variedades de trigos (*Triticum spp*) mediante el mejoramiento genético tradicional para la obtención de nuevos genotipos con alto rendimiento, amplia adaptación, resistencia a patógenos, biomasa y buena calidad nutricional e industrial”. Para ello se aplicó una metodología científica que permitió evaluar las variedades desarrolladas genéticamente por el Dr. Sanjaya Rajaram premio mundial de alimentación 2014.

El presente artículo muestra los resultados obtenidos de la colaboración entre estas instituciones, y principalmente el desempeño de la Universidad Autónoma de Querétaro como uno de los pilares generadores de conocimiento, además del impacto en el desarrollo sustentable que generará el continuar desarrollando variedades nuevas resistentes a enfermedades, con más alto contenido de biomasa, menor tiempo de crecimiento y otras características mejoradas.

INTRODUCCIÓN

Desde a mediados de los 50's la autosuficiencia alimentaria ha sido un tema que se ha abordado con gran interés, el trigo (*Triticum Spp*) no se ha quedado atrás, gracias a los estudios en el Valle del Yaqui en Sonora, México a finales de los 40's conducidos por el investigador Norman Bourlag quien logro replicarlos en países como la India, Pakistán, Túnez, España, Argentina y China se logró avanzar en el desarrollo de variedades más resistentes a enfermedades, reduciendo de forma dramática la mortandad por hambruna ocasionada en los años 50's, como lo refiere Rodríguez Navarro [2012], al mencionar que el Dr. Norman Bourlag ha sido la persona que más vidas a salvado en este siglo.

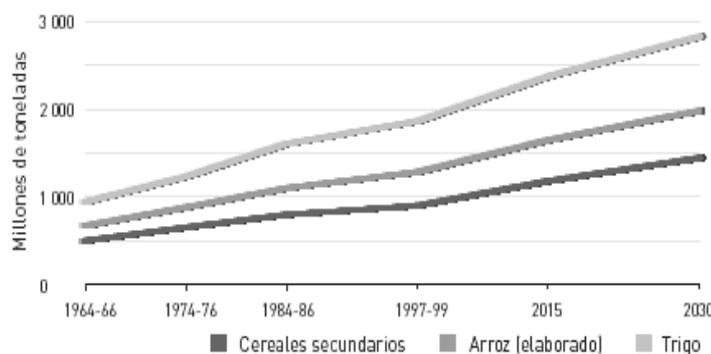
En los últimos años debido a la sobre población y el abasto de alimento como la calidad de los mismos, el abastecimiento de éstos continúa siendo un gran desafío para todos los países, que consideran al Trigo, Maíz y Arroz como los granos básicos del consumo mundial. Según

datos oficiales de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) alrededor de 705 a 870 millones de personas sufren de algún tipo de desnutrición, de los cuales, un gran número no cubren ni siquiera sus necesidades energéticas mínimas, esta cifra afecta primordialmente a África, Asia y América Latina. [FAO, 2012]

El escenario tan complejo que se presenta marca como línea primordial el fomentar la producción agrícola mundial mediante prácticas sustentables que permitan un mejor uso y conservación de los recursos naturales involucrando una producción de semillas mejoradas en: A) Menor tamaño, B) Mayor índice de Biomasa, C) Resistentes a patógenos, D) Mayor facilidad de adaptación al clima, E) Mejor comportamiento en los diferentes tipos de suelos, así como, F) Mayor captación de fotosíntesis. El incrementar la producción de alimentos entre ellos los granos básicos como el caso del trigo nos permitirá disponer de mejores cantidad alimentos en cantidad y calidad para mejorar la calidad de vida.

Los países en vías de desarrollo presentan una la demanda de cereales mayor a la producción de los mismos, ocasionando que las importaciones netas de estos países aumentaran desde 39 millones de toneladas anuales a mediados de los años 70's hasta 103 millones de toneladas en los años 90's, lo que representó pasar de un 4% a un 9% en tres décadas; se estima de acuerdo con datos de la ONU que el año 2030 se podrían importar anualmente 265 millones de toneladas de cereales, es decir, un 14% de su consumo, perjudicando así a los países más pobres, ya que tienden a ser los menos capaces de solventar el costo de sus importaciones. [FAO, 2012]

Figura 1. Proyección de demanda mundial de cereales desde 1965 hasta 2030



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Uno de los grandes legados que ha quedado en nuestro país de los trabajos de el Dr. Norman Bourlag es la creación del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) y el Dr. Sanjaya Rajaram, uno de sus más sobresalientes discípulos de Dr. Norman, quién ha colaborado muy activamente en el desarrollo de nuevas variedades, por más de 30 años a través del CIMMYT y que logro crear cerca de 500 variedades de trigo por lo que fue acreedor al Premio Mundial de Alimentación 2014 (considerado el nobel de alimentación).

Posteriormente el Dr. Sanjaya, fundó de la empresa RSI (Resource Seed International), la cual al contar con menos recursos directos, se ha apoyado del Laboratorio de Gestión de Tecnología e Innovación para realizar proyectos basados en el esquema de Triple Hélice, con la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que ha fungido como el intermediario de los recursos económicos entre ambas instituciones generadoras de tecnología y conocimientos. Este proyecto innovador aplicó en programas especiales de estímulos a la innovación, programas específicos para impulsar la investigación agrícola con la finalidad de mejorar las condiciones de vida en México, y replicables en otros países con las necesidades y condiciones similares.

Así pues, este proyecto se desarrolló mediante el modelo propuesto por Etzkowitz bajo el esquema de Triple Hélice a través del Programa de Estímulos a la Innovación 2014, el cual tiene como objeto incentivar, a nivel nacional, la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación a través del otorgamiento de estímulos complementarios, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional. [Etzkowitz, 2002]

De esta manera, se impulsó a el CIMMYT, la UAQ y la empresa RSI para seguir trabajando proyectos de desarrollo tecnológico y pruebas en campo de nuevas variedades de trigo y se presenta en este artículo los resultados derivados de la investigación bajo el modelo de triple Hélice propuesto por Henry Etzkowitz, quien define a este concepto como una expansión del papel del conocimiento en la sociedad y de la universidad en la economía. [CONACYT, 2014]

El esquema de Henry Etzkowitz [2002] propone una disminución gradual de las diferencias entre disciplinas y las áreas del conocimiento, así como entre las diferentes instancias relacionadas con la vinculación en la universidad, la empresa y el gobierno, que permite el análisis desde la óptica particular de cada caso, por pares o bien en una forma integral.

Uno de los objetivos de la Triple Hélice es la búsqueda de un modelo que refleje la complejidad del concepto de vinculación, tomando en cuenta el entorno en el cual se fundamentan las relaciones entre los agentes de la vinculación. [Navarro, 2012]

Uno de los objetivos de este proyecto de vinculación fue precisamente la colaboración entre estas instituciones y la relación de las actividades a desarrollar por parte de cada uno para asegurar el éxito de este proyecto, por parte de la Universidad Autónoma de Querétaro las actividades clave a desarrollar, fueron las siguientes:

- Supervisión, toma de datos agronómicos y patológicos, preparación de suelo, cruza de trigo en áreas de investigación.
- Evaluación en Poblaciones Segregantes.
- Evaluaciones de Rendimiento.
- Pruebas de calidad.
- Pruebas multilocales de rendimiento.
- Control y seguimiento de las pruebas en diferentes áreas geográficas establecidas por parte de la empresa, fijadas en el protocolo de proyecto.
- Informe Final ante CONACYT

El objetivo general de este proyecto fue desarrollar nuevas líneas de semillas de trigo que pudieran suplir a las que se encuentran sembradas actualmente en el agro mexicano; mediante la investigación aplicada a nivel genético de la planta; con alto potencial de rendimiento, amplia adaptación, resistencia a patógenos, biomasa y calidad nutricional e industrial examinada mediante el proceso de prueba correspondiente, y a continuación se muestran el desarrollo del proyecto y los resultados obtenidos.

DESARROLLO

Para el desarrollo del proyecto se realizó una investigación de campo para hacer un plan de siembra y mediante vigilancia tecnológica que consiste en la observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros para identificar las amenazas y oportunidades para posteriormente poder tomar decisiones con la información analizada. Una vez implementado esto se buscaba poder recopilar los datos necesarios para determinar si fue adecuado el comportamiento de las variedades a evaluar.

1. Determinación de un proyecto y plan de trabajo.

Primero fue importante determinar el proyecto a desarrollar en conjunto determinándose que lo más adecuado era la vigilancia tecnológica de nuevas variedades de trigo triticum SPP para que fueron previamente creadas por el Dr. Rajaram en la empresa RSI para poder determinar su desempeño en las condiciones propuestas. Además de establecer un plan de trabajo bajo un esquema de cronograma y escalafón donde se definieron los alcances humanos y económicos requeridos para la gestión del proyecto.

2. Selección del campo experimental.

La elección del campo experimental es más que importante para que se pueda llevar a cabo el experimento con las condiciones que se deciden evaluar y poder tener resultados sobre los proyectos de mejoramiento de semillas de trigo mediante genética tradicional. Se hizo una selección de la zona y las condiciones deseadas y de ahí se realizó un muestreo en varias localidades de la zona, lo que se buscaba obtener principalmente era un análisis de las condiciones óptimas de:

- Niveles óptimos de pH
- Salinidad
- Cationes y aniones
- Adecuada textura

En una superficie aproximada de una hectárea con antecedentes de patógenos a evaluar tales como: presencia previa de distintos tipos de rolla, pulgón y acame en el cultivo por vientos, y por último que esta tierra representara las características generales de la región del cultivo de trigo y con los servicios necesarios de acceso a agua (Riego) y conductividad eléctrica. Los resultados obtenidos del predio a elegir fueron los siguientes:

Figura 2. Informe de resultados de suelo

INFORME DE RESULTADOS SUELO				
Fecha de recepción:	27 de mayo de 2014			
Fecha de entrega de resultados:	30 de mayo de 2014			
Nombre de la muestra:	SUELO del Predio San Fandila Profundidad: 30 cm fecha 27-05-14 Superficie : 9,23 ha Riego por pozo Cultivo anterior : Alfalfa Cultivo a establecer: Trigo Rendimiento esperado 2 toneladas por ¼ de ha.			
Clave interna	(FQ-11033)			
Recipiente:	Bolsa de Plástico			
Muestreo:	Realizado por el Cliente			
Parámetro	Valor encontrado	Unidades	Interpretación (*)	
pH (En relación 1:2)	8,22	Unidades	Medianamente alcalino	
Conductividad eléctrica	0,16	dSm ⁻¹	Efectos imperceptibles de salinidad	
Materia Orgánica	1,86	%	Media	
Nitrógeno Mineralizable	32,55	KN/Ha	Aporte por ciclo (**)	
Textura	Arena	26,92	% Arcilloso	
	Arcilla	47,80		
	Limo	25,28		
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	43,25	Cmol(+)/kg	Muy Alta	
Capacidad de campo	36,25	%	No especificado	
Punto de marchitez	19,70	%	No especificado	
Fósforo aprovechable (Como P) Por Olsen	8,63	mg/kg	Medio	
Cationes intercambiables	Parámetro	Cmol(+)/Kg	mg/Kg	Interpretación (*)
	Calcio (Como Ca)	53,96	10 812,65	Alto
	Magnesio(Como Mg)	2,76	334,96	Alto
	Potasio (Como K)	1,21	471,37	Alto
	Sodio (Como Na)	0,82	88,74	No especificado

Fuente: Elaboración propia con los resultados de Laboratorio

Figura 3. Informes de resultados del agua

INFORME DE RESULTADOS		
AGUA		
Fecha de recepción:	27 de mayo de 2014	
Fecha de entrega de resultados:	29 de mayo de 2014	
Nombre de la muestra:	AGUA DEL POZO	
Clave interna	(FQ-11034)	
Recipiente:	Recipiente de plástico	
Muestreo:	Realizado por el Cliente	
Parámetro	Valor encontrado	Unidades
pH	8,08	Unidades
Conductividad eléctrica	0,32	dS/m
CATIONES	meq/L	mg/L
Calcio (Como Ca)	1,62	32,38
Magnesio (Como Mg)	0,04	0,47
Sodio (Como Na)	1,81	41,82
Potasio (Como K)	0,23	9,14
ANIONES		
Carbonatos (Como CO ₃)	0,08	2,27
Bicarbonatos (Como HCO ₃)	2,99	182,44
Cloruros (Como Cl)	0,25	8,83
Sulfatos (Como SO ₄)	0,29	14,07
CARACTERISTICAS DE SALINIDAD/SODICIDAD		
RAS (Relación de Adsorción de sodio)	1,99	
	Valor encontrado	Unidades
SE (Salinidad efectiva)	3,48	meq/L
SP (Salinidad potencial)	0,40	meq/L

Fuente: Elaboración propia con los resultados de Laboratorio

3. Selección de las variedades a evaluar.

Fue necesario obtener datos y registros de las variedades de semillas de trigo que usualmente se siembran en la zona del bajío, así como los rendimientos en toneladas por hectárea que produce, con el objetivo de realizar un estudio comparativo y conocer la viabilidad de siembra.

Dentro de la amplia gama de variedad de trigos que pertenecen a la empresa RSI (Resource Seeds International, S. de R.L. de C.V) fue necesario identificar minuciosamente las variedades que pertenecen a la misma categoría del testigo de la zona, para hacer una comparación de igualdad y equidad.

Se identificó una variedad de la zona (santa Ana) y el rendimiento promedio en la misma que rondaba en el orden de 5.5 toneladas por hectárea en un ciclo de cinco meses, la selección de las variedades de trigo representó un punto crítico e importante, como objeto base del estudio, por lo que se seleccionaron 70 variedades distintas, las cuales fueron clasificadas de la siguiente forma.

Fuerte: “PASTAS” con 50 variedades distintas.

Suave: “HARINEROS” con 20 variedades distintas.

Como parte de los resultados de este artículo solo se muestran los fuertes por ser los de mayor importancia aunque en el estudio se evaluaron ambos.

4. Diseño de experimentos.

Para buscar que el experimento tuviera una validez estadística se desarrollo un esquema de bloques de manera aleatoria y se consideraron 3 repeticiones de cada bloque con el fin de poder dar validez de acuerdo al comportamiento de las repeticiones y no de un solo bloque ya que podría llegar a ser alterado por algún factor externo. El paquete tecnológico desarrollado sirvió de guía para el desarrollo completo.

Como primer punto en el experimento se procedió a ó la preparación del terreno en la siguiente secuencia:

- a) El Barbecho: Realizado a una profundidad de 30 cm como el objetivo de incorporar los residuos de la cosecha anterior, destruir las plagas del suelo exponiéndolas al sol, aire y pájaros, aflojar la capa arable para lograr un buen desarrollo de las raíces, una mejor penetración de agua y buena aireación del suelo
- b) El Rastreo: Tiene como objetivo dejar mas uniforme la tierra y preparar la cama de siembra
- c) Nivelación : Permite evitar encharcamientos y que el agua fluya con mas facilidad en los diferentes surcos.

Atendiendo a las recomendaciones de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), con un sistema de semi-incorporación de residuos de la cosecha anterior, este sistema mantiene por lo menos un 30% de éstos, se puede realizar con uno o dos pasos de rastra permitiendo conservar el suelo y humedad del predio, lo que llevó a optimizar los recursos. [Navarro, 2014]

- a) Para el desarrollo del trigo, se requirió carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, boro y cloro. Los nutrimentos requeridos en mayor cantidad son nitrógeno, fósforo y potasio. Los demás por lo regular son abastecidos por el suelo. El carbono, hidrógeno y oxígeno se obtienen del agua y de la atmósfera.

- b) Riego: El cultivo del trigo, requirió de cuatro a cinco riegos en temporada de sequías programados a partir de la siembra; sin embargo, tanto la cantidad de agua empleada en cada riego, como el grosor de la lámina de éstos dependió del tipo de suelo, la nivelación del terreno, así como del sistema de tecnificación disponible. Tomando en cuenta que siempre el sistema rodado consumirá mayores volúmenes.

5. Clasificación de enfermedades.

Uno de los enemigos principales de el trigo es la Roya, esta roya de la planta causada por el hongo *Puccinia recóndita* f. sp tritici; se presenta al ser expuesta la planta a zonas donde puede estar presente, el determinar el comportamiento de la planta ante el mismo ya que es una de las características a monitorear, la resistencia de la planta a la presencia de la misma y su impacto en la productividad y el tiempo de espigamiento.

También es importante mencionar que la región presenta una plaga conocida como pulgón (*Schizaphis graminum*) el cual es un insecto agresivo que desde el momento de su nacimiento succiona la sabia de la planta provocando que muera por falta de nutrientes e indirectamente crea espacios dando entrada a virus y bacterias oportunistas que toman como hospedera la planta para su alojamiento y reproducción.

Figura 4. *Puccinia recóndita*



Fuente: Imagen propia tomada del cultivo

Figura 5. *Schizaphis graminum*



Fuente: Imagen propia tomada del cultivo

6. Control de malezas.

Para poder medir adecuadamente el desempeño fue necesario controlar las malezas que están presentes en la zona las principales son las conocidas de hoja ancha y hoja angosta. En el caso de hoja Ancha fue relativamente sencillo, debido a que el trigo es un cereal de hoja angosta, por lo que permitió aplicar métodos más amplios como herbicidas sintéticos. Para el

caso de malezas de hoja angosta una mala aplicación de herbicidas podría haber quemado el cultivo, más sin embargo se pueden implementar técnicas de desmezcle manual.

Figura 6. *Modiola caroliniana* (Hoja Ancha) Figura 7. *Setaria viridis* (Hoja Angosta)



Fuente: Imagen propia tomada del cultivo



Fuente: Imagen propia tomada del cultivo

7. Cosechado y Trillado

Una vez que el trigo esta maduro con humedad cercana al 13% +/- 1%, se recolecta la espiga y se evalúa el rendimiento. El tiempo de espigamiento vario con las diferentes variedades evaluadas durante la investigación en el orden de 130 días el menor hasta 160 días.

8. Seguimiento

Durante todo el proceso de monitoreo tecnológico se recopilaron diferentes variables las cuales eran recolectadas cada semana manteniendo un registro completo del proyecto. Algunas de las mediciones eran:

- Altura
- Tiempo de espigamiento
- Maduración
- Peso de la semilla
- Enfermedades

Este estudio se realizó en el predio de “SANFANDILA”, municipio de Pedro Escobedo del Estado de Querétaro, México y da continuidad a la evolución generativa de variedades de trigo existentes en el mundo probadas en territorio mexicano, tal es el caso de:

los granos fuertes (Pastas) y suaves (Harinas); con el fin de desarrollar nuevas variedades segregantes viables de (*Triticum*, spp.) para la obtención de nuevos genotipos que permitan obtener un producto con alto rendimiento, amplia adaptación, resistencia a patógenos, elevada biomasa y buena calidad nutricional e industrial bajo multiambientes existentes en la superficie del bajío de México (Estados de Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y los Altos

de Jalisco), basándose en un doble ciclo de siembra por año: Primavera – Verano y Otoño – Invierno. [Peña, 2008]

Figura 8. Ubicación geográfica SANFANDILA.



Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Maps

La siguiente representa la colocación geográfica en el campo a través de un croquis numérico las setenta variedades evaluadas, así como sus tres repeticiones distribuidas bajo un esquema de bloques al azar. Los trigos fuertes están conformados por cincuenta variedades distintas de trigos FUERTES con sus respectivas repeticiones dándonos un total de ciento cincuenta individuos a evaluar, este esquema de evaluación de bloques al azar es elegido en este tipo de trabajos, ya que determina una forma de controlar y reducir la varianza de error que se produce por los elementos externos (tipo de suelo, mano de obra, fertilización, humedad, etc.) teniendo como objetivo una mayor precisión.

Tabla 1. Plan de Siembra

160	159	158	157	156
141	142	143	144	145
140	139	138	137	136
121	122	123	124	125
120	119	118	117	116
101	102	103	104	105

FUERTES

141	142	143	144	145
140	139	138	137	136
121	122	123	124	125
120	119	118	117	116
101	102	103	104	104
100	99	98	97	96
81	82	83	84	85
80	79	78	77	76
61	62	63	64	65
60	59	58	57	56
41	42	43	44	45
40	39	38	37	36
21	22	23	24	25
20	19	18	17	16
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia con los resultados del experimento

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de las variedades de Trigo Fuertes.

Con una cantidad total de 70 variedades distintas de trigo, las primeras 50 de las variedades “FUERTES” arrojaron los siguientes parámetros en el transcurso de la evaluación como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Cuadro de evaluación de las variedades de trigo “FUERTES”

Días a espigar.	Días a Madurez.			Altura.			Peso en grs. por cada 1,000 semillas.			Espigas por m ²			% de roya en la hoja			% de roya lineal.					
	v	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3	RI	R2	R3		
1	42	38	57	68	68	69	63	63	60	45.5	46.5	47	118	130	118	10	5	10	10	10	20
2	38	40	46	64	64	64	72	61	63	46.5	48	48	103	104	101	10	20	20	10	5	20
3	50	53	53	65	66	66	69	72	76	37.5	46	40	124	134	123	5	20	20	10	10	5
4	60	60	62	71	71	71	64	65	65	39.5	44	42	180	202	180	5	5	10	10	10	20
5	44	40	38	66	65	66	63	54	62	40	36	44	133	142	129	5	10	20	5	10	5
6	62	60	58	82	82	81	74	74	75	40	37.5	35	104	114	110	10	20	10	5	5	40
7	60	58	55	89	89	89	68	77	67	45.5	52	51	110	113	100	5	20	10	10	5	10
8	62	60	58	66	65	65	79	82	85	50	46	46	139	148	142	20	10	10	5	20	10
9	64	64	62	73	72	74	73	57	68	41	43.5	51.5	135	143	139	5	5	10	40	20	10
10	58	58	60	96	96	95	57	53	61	40.5	29.5	47	146	145	140	5	40	20	10	20	10
11	42	37	37	66	65	66	49	39	51	32	50.5	34.5	106	107	117	10	5	10	10	10	20
12	54	58	50	65	65	65	66	70	64	41	39.5	41.5	111	102	118	5	10	5	20	5	20
13	55	57	57	71	70	70	72	54	57	45	40	46	124	119	132	20	10	10	5	20	20
14	60	60	54	79	79	78	65	60	66	39	40.5	41	153	148	155	5	10	5	20	5	5
15	58	60	58	64	64	64	66	68	72	36.5	31.5	34	153	150	161	10	10	10	20	10	5
16	57	55	55	70	70	69	76	82	78	41.5	40.5	40.5	145	139	135	20	5	10	20	40	10
17	57	50	50	71	70	70	61	64	70	39.5	35.5	43	142	149	150	10	10	10	5	20	10
18	65	65	65	73	73	73	79	78	76	42	21	52	163	158	165	20	5	40	5	10	10
19	62	60	64	68	69	68	68	64	66	40	43.5	34	111	116	121	5	10	10	10	5	20
20	62	62	65	73	71	72	72	75	72	40	40	34	124	118	119	5	20	10	10	20	5
21	42	40	68	65	65	64	52	54	60	41.5	42	40	132	132	130	20	40	5	10	10	10
22	60	60	62	71	71	71	72	75	69	49	48.5	49	172	181	178	5	5	20	20	5	10
23	40	58	58	64	64	64	57	59	64	40	37	42	122	116	120	10	10	5	5	20	10
24	45	45	42	66	66	66	61	53	57	33	31	40	133	130	147	10	5	10	5	20	10
25	60	54	60	68	66	66	89	75	75	49.5	49	30.5	154	142	143	5	10	20	5	20	10
26	60	55	55	65	64	65	66	68	74	43.5	45.5	52.5	143	150	158	5	5	10	10	20	5
27	47	45	47	71	73	71	49	61	61	37	39	37	164	171	168	10	5	5	5	10	10
28	58	60	60	70	68	68	65	67	74	45	38.5	50	144	154	150	10	10	10	5	5	10
29	55	60	52	73	72	71	69	68	64	38.5	38.5	39.5	154	150	153	5	10	10	5	5	20
30	64	64	64	72	71	72	62	58	76	36.5	41.5	38	143	138	135	5	20	5	10	10	5
31	46	50	46	64	65	65	73	71	71	48	47	47	90	102	111	20	20	10	40	5	5
32	64	64	62	68	68	68	76	67	71	37.5	40	39.5	168	150	148	20	5	10	20	10	10
33	64	60	64	65	65	65	72	68	145	39	40.5	48	150	143	140	20	20	10	10	5	5
34	38	36	65	65	65	65	64	69	66	38	40	38.5	164	155	159	20	20	5	5	10	10
35	68	68	65	83	83	84	62	66	66	45.5	45.5	44.5	155	161	162	20	20	10	20	5	40
36	40	42	45	65	66	66	66	77	74	51.5	50.5	51	109	100	99	20	20	10	10	10	20
37	46	40	48	95	94	95	54	63	64	36.5	26.5	39.5	107	110	101	10	20	5	5	10	10
38	57	55	50	68	68	68	79	80	82	50	49	48.5	119	106	120	40	5	10	20	40	5
39	40	42	44	69	69	69	60	70	54	43.5	47.5	32	163	160	157	5	5	5	20	10	20
40	64	64	62	108	108	109	69	68	65	32	37	45	154	148	139	20	10	10	20	10	10
41	64	64	66	128	127	126	69	66	72	36	32.5	43.5	106	98	100	20	10	10	20	10	5
42	64	66	64	81	82	81	54	46	65	41	40	44	153	149	140	10	20	10	10	5	20
43	68	64	64	72	72	72	64	65	61	55.5	52	53	106	89	97	20	10	10	5	10	20

44	68	68	64	69	70	70	69	68	63	50.5	50	55.5	142	130	141	5	20	10	5	10	20
45	62	64	64	138	138	138	72	60	63	38	38.5	47.5	116	110	95	5	10	10	10	40	20
46	45	40	50	66	66	66	58	54	59	39	41.5	37.5	103	98	110	10	5	10	5	10	10
47	62	60	62	69	69	69	65	60	62	36	28	35	136	128	132	20	10	20	10	10	5
48	62	62	64	71	71	70	74	78	81	47	44	49	103	100	94	20	10	10	10	5	5
49	60	68	64	67	65	65	76	73	74	44	42.5	47.5	118	122	131	10	20	20	10	10	10
50	36	36	40	64	64	65	60	57	56	44	46	59	102	100	101	10	20	20	10	10	10

Fuente: Elaboración propia con los resultados del experimento.

V: Variedad

R1, R2, R3: Repeticiones

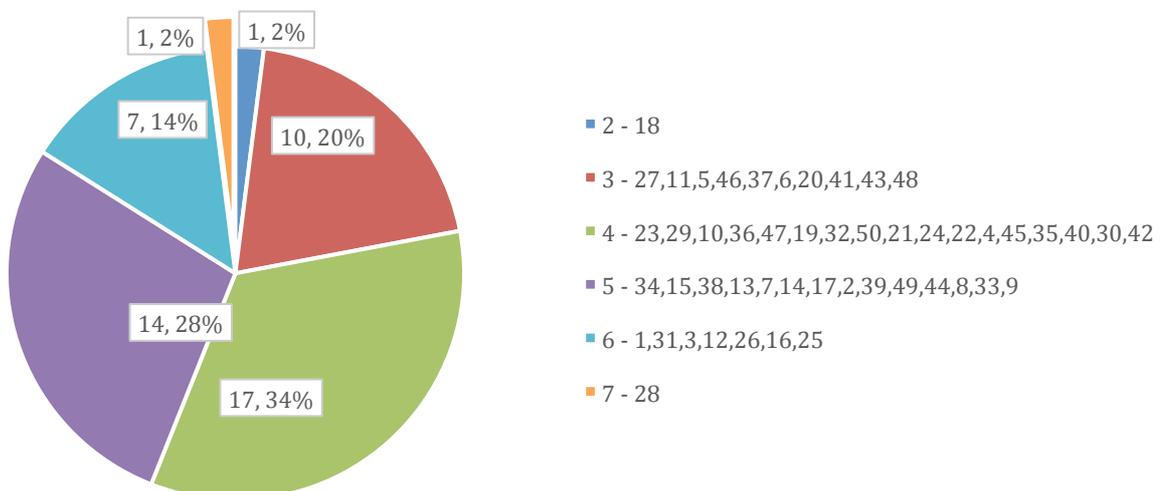
Los resultados de los datos obtenidos en campo demostró que las variedades “FUERTES” tardaron un promedio de diez días en germinar después de la siembra en un cien por ciento; cincuenta días para espigar en un sesenta por ciento; adquirir su madures en un periodo aproximado de setenta días en un noventa por ciento y en obtener una resistencia del noventa y cinco por ciento en patógenos que atacan al cultivo.

Cabe señalar que dentro del conjunto de las cincuenta variedades evaluadas se encontró una variedad, denominada 28 que cumplía con todos los parámetros óptimos tanto fenotípicos como genotípicos, capaz de heredar descendencia segregante para una producción masiva, así como siete variedades que bajo condiciones más específicas, como mayor cantidad de nutrientes y mejor manejo, pudieran alcanzar el rango óptimo.

Tabla 3. Resultados de las pruebas

# de variables cumplidas (1-7)	# variedades (1-50)	% de las 50 variedades (1%- 100%)
-----------------------------------	------------------------	--------------------------------------

Gráfica 1. Variedades “FUERTES” óptimas para las zonas del bajo de México.



Por lo tanto, de las setenta variedades que se evaluaron en este proyecto, el 16% de las variedades “FUERTES” tendrán buen rendimiento, ya que cuentan al menos seis de las siete características que están dentro de los parámetros requeridos para una producción buena en el bajo; mientras que el 28% probablemente bajo condiciones más supervisadas alcance rendimientos considerables, ya que en ambos casos el porcentaje de germinación es alta y los suelos son viables porque cuentan con componentes requeridos para su crecimiento, así mismo su nivel de resistencia a patógenos es óptimo siempre y cuando se implemente su debido paquete tecnológico.

CONCLUSIONES

Los beneficios de los resultados derivadas de esta investigación fueron las siguientes:

1. Monitoreo tecnológico aplicado a desarrollo de nuevas variedades de trigo.
2. Mejoras en la calidad y cantidad de las semillas.
3. Bajar el consumo de estos granos por importación.
4. Producción de estos granos todo el año.
5. Adaptación de la semilla en diferentes condiciones geográficas.
6. Abastecimiento de la semilla todo el año en el mercado.
7. Posibilidad de generar producción para los pequeños agricultores.
8. Implementación de la técnica y de paquete tecnológico no solo para trigo sino para todos los granos.
9. Apoyo en la economía de los pequeños productores y consumidores.
10. Conservación del medio ambiente al implementar menos pesticidas.

Así pues la aplicación de esta técnica como mecanismo para la adaptación del trigo en diferentes zonas y climas permite luchar contra la hambruna alrededor del mundo.

Cabe señalar, que el papel que la Universidad Autónoma de Querétaro desempeño, en este proyecto fue estratégico para concluir con éxito las metas establecidas por el equipo de trabajo y se logro una vinculación estratégica entre los diferentes actores de la triple hélice principalmente para desarrollar un proyecto exitoso cuyo resultado fue la generación de 2 nuevas variedades de trigo que irán a la ultima etapa de evaluación para su comercialización.

REFERENCIAS

Escorsa, P., Maspons, R., & Llibre, J. (2001). De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva (Vol. 5). Prentice Hall.

Ezkovitz, H. Leydesdorf.(2000),“The dynamics of innovation: From National Systems and «Mode 2» to a triple Helix of University-Industry-Government relations”. *Research Policy* n, 29.

Etzkowitz, Henry, (2002). Networks of Innovation: Science, Technology and Development in the Triple Helix Era. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*; 2002.

Navarro Bravo, A. (2014). Tecnologías de Mitigación. Labranza de Conservación. *Desarrollo Rural*. Extraído de: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Nuevo informe sobre el hambre: Casi 870 millones de personas sufren subnutrición crónica en el mundo. (2012). Extraído de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/161867/icode/>

Peña Bautista, R.J., Pérez Herrera, P., Villaseñor Mir, E., Gómez Valdez, M.M., Mendoza Lozano, M.A. (2008). *Calidad de la Cosecha de trigo en México. Ciclo Primavera-Verano*. México: CONASIST-CONATRIGO.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Programa de Estímulos a la Innovación. (2014). Extraído de: <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>

Rodriguez Navarro, A., Sumpsi Viñas, J. M., & García Olmedo, F. (1999). En defensa de Norman Borlaug. *El Pais*.