



# Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



## Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Fitomejoramiento
Tema estratégico (ANA/PEP):	Producción y multiplicación de semillas mejoradas				
Línea de investigación:	Mejoramiento genético de cebada				
Título del proyecto:	ESTABILIDAD DEL CARACTER STAY-GREEN EN CEBADA FORRAJERA IMBERBE				
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)	25,000	El proyecto es:	Nuevo	Continuación	X
Tipo de investigación:	Básica	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicada	<input type="checkbox"/>	Tecnológica
Vinculación:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	Fondos concurrentes:
Cooperante(s):	Rancho Beta Santa Mónica S.P.R. de R. L. de C.V				
Entidad (es):	Nuevo León, Coahuila		Municipio (s):	Navidad, San Pedro de las Colonias, Buenavista Saltillo	
Localidades:	Campo experimental Navidad "Ing. Humberto Treviño Siller"; Ejido San Lorenzo; Campo Experimental Buenavista				
A realizar durante el(los) año(s):	2 años				
Participantes		Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma	
Responsable	Modesto Colín Rico	0203	552		
Colaborador:	Víctor Manuel Zamora Villa	0203	2602		
Colaborador:	María Alejandra Torres Tapia	0203	2771		
Colaborador:	Martha Alicia Jaramillo Sánchez	0203	1739		
Colaborador:					
Colaborador:					
		Grado por obtener	Matrícula	Firma	
Tesista:	Amacalli Lira Moreno	Licenciatura	41143397		
Programa Docente:	Ingeniero Agrónomo en Producción				
Tesista:	Jesús Pérez García	Licenciatura	41143280		
Programa Docente:	Ingeniero Agrónomo en Producción				
Tesista:	Marco Polo Barraza Martín	Licenciatura	41144734		
Programa Docente:	Ingeniero Agrónomo en Producción				
	Vo. Bo.		Autoriza		
Firma y sello					
Nombre	Dr. Alfonso López Benítez Jefe de Departamento		Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación		

- Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

1.-Titulo del proyecto

Presupuesto solicitado:

ESTABILIDAD DEL CARACTER STAY-GREEN EN CEBADA FORRAJERA IMBERBE	\$25,000.00
-----------------------------------------------------------------	-------------

2.- Introducción

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es un cultivo originario de Asia y Etiopía, y se considera como una de las plantas más antiguas del mundo; originalmente se cultivó en Egipto, Grecia y China. En la mayor parte de Europa, Estados Unidos y Canadá se siembra en la época de primavera. Es resistente a la sequía y puede cultivarse en suelos poco profundos y pedregosos; existen algunas variedades que son resistentes a la salinidad, con lo cual se mejoran los rendimientos en zonas de litoral. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta más de 4 mil metros sobre el nivel de éste.

De acuerdo con su volumen de producción, la cebada ocupa el cuarto lugar en importancia en el mundo, después del maíz, trigo y arroz, cultivos que pertenecen al grupo de cereales de mayor importancia, tanto por su producción como por el volumen que se destina al consumo humano. Sin embargo, la cebada junto con sorgo, avena y centeno (conocidos como cultivos secundarios) se producen en menor cantidad, entre ellos destaca cebada por obtener una mayor producción; la demanda de consumo se centra fundamentalmente en Arabia Saudita, Canadá, China, Estados Unidos, Rusia, Turquía, Ucrania y la Unión Europea para la elaboración de cerveza.

En México, también a pesar de ser el principal insumo para la industria cervecera se tiene la alternativa de emplear variedades forrajeras que sirvan para pastar, cortarse y almacenarse en silos o para cosechar, tanto en grano como en verde para forraje, específicamente en alimentación de ganado vacuno, porcinos y en la avicultura.

En los últimos años se han generado líneas imberbes de cebada forrajera, con una cierta característica de stay-green, probablemente debida a la ocurrencia de una lenta movilización de nutrientes hacia la espiga o mayor permanencia del follaje.

Estas características se han estudiado en otras especies de cultivos como ballico, sorgo, arroz, trigo donde el stay-green se asocia con la retención de la capacidad de la fotosíntesis y rendimiento de grano (Gentinetta *et al.* 1986; Thomas y Howarth 2000). Sin embargo, en cebada a pesar de que se ha detectado la característica, no se tiene información alguna de la causa y estabilidad de la misma o el papel que desempeña, ya sea en la actividad metabólica de la planta (funcional) o solo en acumulación de pigmentos (cosmético), la respuesta puede tener una gran utilidad en la producción y mejoramiento de la especie con fines forrajeros.

La ocurrencia del carácter stay-green se ha estudiado desde puntos de vista diversos: determinación visual, fisiológica o marcadores moleculares. Desde el punto de vista fisiológico, la degradación de la clorofila es una conversión de la Chl "a" en una Chl "b" durante el proceso de senescencia foliar en el reverdecimiento o reverdecimiento inducido, esta relación se mantiene estable o incrementa.

Cuando se evalúan diversas características y con base en ellas se desea hacer selección, es preferible usar algún índice que mejora la eficiencia de la selección considerando al mismo tiempo las características más relevantes, a las cuales el investigador puede asignar un peso específico de acuerdo a la finalidad deseada (Jones y Qualset, 1984; Ortiz *et al.*; 2003). Existen pocos reportes sobre la asociación o medición simultáneamente de la humedad del follaje en hojas, tallos y espigas en especies que tienen esta característica de stay-green, pero aún más escasos los que reportan el efecto de la característica en la calidad de forraje y semilla.

Objetivos

Estudiar la estabilidad del carácter stay-green en líneas imberbes de cebada forrajera y su eficiencia en la calidad de forraje y semilla.

Objetivos específicos

- Evaluar la estabilidad del carácter stay-green progenies en cebada mediante el NDVI (índice de vegetación normalizado), temperatura, contenido de clorofila, densidad índice estomático.
- Seleccionar genotipos sobresalientes en base a la calidad del forraje y de semillas, mediante pruebas físicas, fisiológicas y bioquímicas.
- Evaluar la respuesta de los genotipos sobresalientes por la adición de nitrógeno en la expresión del carácter,

### Hipótesis

La presencia del carácter stay-green es estable en al menos una línea imberbe de cebada forrajera a través de diferentes niveles de fertilización nitrogenada, debido a la presencia y actividad de clorofila en la planta, manifestándose en la calidad de forraje y semilla.

### 3.-Revisión de Literatura

#### **Importancia económica de cereales**

La demanda de producción de cereales a nivel mundial, cada vez es más notable en sus distintas finalidades de uso alimentario e industrial, donde de acuerdo a las predicciones para el 2050, existirá un déficit de abastecimiento según el Foro de cómo alimentar al mundo por expertos de alto nivel en el 2016 por la FAO, en la perspectiva de la agricultura mundial, celebrado en Roma Italia (2009), debido a que la población mundial puede aumentar en más de un tercio (2 300 millones de personas) entre 2009 y 2050. Teniendo estimaciones de la producción total de cereales a nivel mundial de 2, 568.0 millones de toneladas en el 2016; llegando a producir realmente 1,328.0 millones de toneladas de cereales secundarios, grupo al que pertenece la producción de cebada.

En México, según el informe del año 2016 del SIAP y la SAGARPA, indicó que se cuenta con una superficie de 109.3 millones de hectáreas de producción; sin embargo, sólo 4 de cada 10 hectáreas se destinan a la producción de alimentos. Del total de la producción agrícola en 2014, el 73% se comercializó, el 23% se utilizó en el autoconsumo de los componentes humano o animal y el 4% restante se perdió durante la cosecha, el transporte o en el almacenamiento; la oferta de producción de cebada en promedio del 2014 al 2016 fue de 1,447.70 ton, con una existencia inicial 402.13 ton, teniendo una producción de 913.07 ton e importaciones de 132.5 ton y demandas en el mercado nacional de 1,447.7 ton, de las cuales 729.83 ton fueron de uso industrial 89.73 ton para pecuario, 52.8 ton semilla para siembra, con una merma de 20.7 ton y consumo total 892.43 ton; teniendo una disponibilidad para consumo más de 1,447.4 ton, ya que de exportación se tiene en promedio tan solo 0.3 ton.

Esta demanda de alimentos, ha sido una consecuencia del aumento de la ingesta media de calorías en el mundo, aunado a los cambios de hábitos alimenticios o dietas de las personas, en que las formas de consumo de alimentos se están haciendo más similares en todo el mundo, incorporando alimentos más caros y de mayor calidad, como alimentos derivados de animales (carne y productos lácteos); años atrás la cebada fue utilizada como alimento humano, pero a medida que el trigo fue ganando importancia, la cebada pasó a transformarse en material para la fabricación de cerveza y como forraje para los animales (Newman y Newman 2008); lo que promovió investigaciones para estudiar sobre sus atributos, por presentar un rápido desarrollo del cultivo, producir forraje y/o grano en relativamente menor tiempo y costo en comparación con otros cereales, dando lugar a la generación de nuevos genotipos mejorados que ofrecen buena calidad forrajera (Colín *et al.*, 2007) e industrial (Callejo, 2002; Serna Saldivar, 2001).

Así mismo, en la búsqueda de materia prima a base de cereales para un mercado bioenergético, puede ser potencialmente enorme para aquellos países en que la mayor contribución en su desarrollo global depende de la agricultura, y requiera adoptar nuevos materiales genéticos, métodos de producción más eficaces y sostenibles, además de adaptarse a los cambios climáticos que hoy en día se han convertido en una amenaza para todos incluyendo a las grandes potencias mundiales, por lo que la cebada tiene algunas ventajas sobre otros cereales del mismo ciclo por ser más vigorosa, resistente a la sequía, salinidad y puede cultivarse en suelos marginales.

#### **Descripción agronómica de cebada**

Sin embargo, debemos destacar el hecho de que las variedades que actualmente se utilizan en nuestra área de influencia fueron formadas y desarrolladas en el Bajío Mexicano con condiciones de suelo y agua consideradas de alto potencial productivo, de tal manera que al establecerlas en el norte de México se comportan muy diferente al de aquellas áreas. Existen variedades para forraje que pueden tener mayor producción y rendimiento en comparación a las comerciales destinadas a la producción de malta, no obstante se ofrecen a menor precio y son pocas disponibles en el mercado, estas variedades tienen la ventaja en que el agricultor puede comercializar cuando el producto alcance el mejor precio, pues se pueden ofrecer en grano o en forraje verde como alimento para ganado (Colín *et al.*, 2007 y 2009).

Es importante reconocer que dentro de la comercialización de semillas el ofrecer variedades nuevas, diferentes y estables; se debe descartar entre lo nuevo y diferente una característica sobresaliente como es la resistencia, tolerancia o rendimiento.

Este último, es influido por diferentes factores característicos de la planta como son: a) altura de la planta, dado por la disponibilidad de nitrógeno; b) características de la hoja, donde el ángulo y posición de la hoja están estrechamente correlacionado con el nitrógeno; c) capacidad de amacollamiento, tanto por el espacio entre y el número de tallos que pueden estar juntos (tipo cerrado) o dispersos (tipo abierto); d) espiga, la relación paja-grano (índice de cosecha); e) la selección de variedades para alto rendimiento: Sin embargo, los factores más influyentes para el rendimiento en cebada y otros cereales son los niveles de nitrógeno, espaciamiento entre plantas, medio ambiente y en cierto grado de diferencia varietal (Ferraris y Couretot, 2006; Flores *et al.*, 2014); que en condiciones normales de crecimiento, produce alto rendimiento, buen peso y un producto forrajero (Poehlman, 1981).

Una fertilización tardía vía foliar propicia altos rendimientos pero que están asociados frecuentemente con una baja concentración de proteínas en la semilla (Prystupa *et al.*, 2006, 2008), dosis altas de fertilización produce rendimientos elevados de semillas como es en la variedad Esperanza (Núñez *et al.*, 2001).

Se menciona que el momento óptimo de corte de cebada forrajera es al inicio de floración y en estado vegetativo cuando se van alimentar borregos en crecimiento u ovejas en comienzo de gestación; si el cultivo acepta más de un corte, el momento óptimo sería en estado vegetativo avanzado, independientemente del estado fisiológico de los ovinos (Orcarberro y Briseño, 1983). Existe una correlación entre distintos caracteres, que pueden ahorrar esfuerzo y tiempo en la selección de genotipos superiores (Colín *et al.*, 2009; Calvo, 2016); sobre todo en líneas imberbes de cebada entre forraje seco total con peso de hojas, tallos y espiga dando un alto valor de calidad de forraje (Colín *et al.*, 2007, Guzmán, 2009; Hernández, 2009). Algunas de estas características se pueden determinar de manera indirecta mediante el uso de tecnología infrarroja a través de NDVI (Verhulst *et al.*, 2010), la cual se correlaciona con la producción de biomasa total (Zajac *et al.*, 2013), el contenido de nitrógeno (Melchiori, 2006), transpiración de la planta, temperatura de la planta e inclusive con la densidad estomática (Cristiano *et al.*, 2010; Ramírez *et al.*, 2013).

### **Mejoramiento genético**

En los últimos años, el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, generó más de 45 líneas hermanas de cebada forrajera imberbe, producto de la cruce entre la variedad GABY-AN con la variedad comercial ESPERANZA liberada por el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). GABY-AN, al igual que su progenie presentan un carácter de stay-green, que puede representar una ventaja para producir rendimientos mayores a otras variedades y especies como la avena que se usa ampliamente durante otoño-invierno (Colín *et al.*, 2007).

### **Carácter genético de stay-green**

Una producción de forraje con características de stay-green es de suma importancia, al mantenerse el follaje casi siempre verde y llegar en un tiempo más retardado a ponerse amarillo- (Thomas y Howarth 2000). Este carácter ha sido reportado para varios cultivos donde cebada forma parte de ellos (Thomas y Smart, 1993) e incluso se ha hecho una clasificación de las diversas formas en que se puede presentar éste carácter, algunos de cuyos tipos pueden ser funcionales o meramente cosméticos (Thomas y Howarth, 2000), algunos de estos tipos y/o efectos se han estudiado con más profundidad en sorgo (Borrell *et al.*, 2000; Mahalakshmi y Bidinger, 2002), trigo duro (Spano *et al.*, 2003), trigo harinero (Del Blanco *et al.*, 2000; Joshi *et al.*, 2007) y ballico (Kingston-Smith *et al.*, 1997) entre otros. Sin embargo en cebada éste carácter poco se ha estudiado y difundido acerca del papel que desempeña, ya sea en la actividad metabólica de la planta (funcional) o solo en acumulación de pigmentos (cosmético), la respuesta puede tener una gran utilidad en la producción y mejoramiento de la especie.

Entre otras ventajas fisiológicas que pudiera aportar este carácter, es el que las especies resisten a la sequía en post floración, contribuyendo a una mejora en la alta producción bajo condiciones de sequedad y resistencia a enfermedades (Rosenow *et al.*, 1983, Marcel-Ribaut, 2006), o incluso se ha especulado que si se tarda la senescencia en la fase terminal de madurez, puede llevar al rendimiento aumentado y puede mejorar la calidad de grano o semilla (Cha *et al.*, 2002).

La calidad de la semilla es un concepto agronómico múltiple, es un término relativo y significa el grado de excelencia cuando se compara con un estándar aceptable, engloba a un conjunto de atributos o componentes físicos, fisiológicos,

genéticos y sanitarios (Popinigis, 1985; Mendoza *et al.*, 2004; Castañeda *et al.*, 2009).

El componente o calidad física presenta un alto valor de semilla pura, mínimo de semillas de malezas de otros cultivos y materia inerte, además de contemplar el contenido de humedad, el tamaño, la uniformidad y densidad (Walter y Orlando, 2009; López, 1983). El componente fisiológico está determinado principalmente por la viabilidad y germinación de las semillas (González *et al.*, 2008). La viabilidad de las semillas se refiere a la proporción de individuos vivos en un lote de semillas, a través de la conductividad eléctrica, que evalúa indirectamente el grado de estructuración de las membranas celulares la cantidad de iones lixiviados dentro de la solución de imbibición (Soto y Valiengo, 2011), y la germinación de las semillas, que refiere a una serie de procesos morfológicos y fisiológicos, de transformación del embrión en una plántula normal (Coll *et al.*, 1995).

Cuando se evalúan diversas características y con base en ellas se desea hacer selección, es preferible usar algún índice que mejora la eficiencia de la selección considerando al mismo tiempo las características más relevantes, a las cuales el investigador puede asignar un peso específico de acuerdo a la finalidad deseada (Jones y Qualset, 1984; Ortiz *et al.*; 2003). Existen pocos reportes sobre la asociación o medición simultáneamente de la humedad del follaje en hojas, tallos y espigas en especies que tienen esta característica de stay-green, pero aún más escasos los que reportan el efecto de la característica en la calidad de forraje y semilla.

#### 4.- Procedimiento Experimental

##### **Localización del área experimental**

Para poder llevar a cabo este proyecto se considerarán diferentes condiciones y localidades por lo que se dividirá en tres formas de estudio Campo, Invernadero y Laboratorio.

##### Campo

Se considerarán tres localidades para el estudio en campo.

- 1) Campo Experimental Buenavista de la UAAAN (Localidad 1), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; se encuentra a una altura de 1,742 msnm; entre las coordenadas 25°23' longitud norte y 101°00' longitud oeste; temperatura media anual es de 16.8 °C, con una precipitación media anual de 350 a 450 mm.
- 2) Campo experimental Navidad "Ing. Humberto Treviño Siller" de Navidad, Nuevo León (Localidad 2); ubicada en la Colonia agrícola de Navidad, del municipio de Galeana, N.L. a 84 Km de la ciudad de Saltillo, Coahuila; por la carretera 57 (Saltillo - San Roberto); localizada entre las coordenadas geográficas 25° 04' de latitud norte y 100° 37' de longitud oeste; y a una altitud de 1895. La temperatura media anual es de 14.6°C, la precipitación media anual es de 492 mm.
- 3) Rancho Beta Santa Mónica S.P.R. de R. L. de C.V., Ejido San Lorenzo, Municipio San Pedro de las Colonias, Coahuila de Zaragoza (Localidad 3); Localizado a 25° 43' 26.0" longitud norte y 103° 09' 12.0" longitud oeste, con una temperatura promedio de 21.2 °C y una precipitación pluvial de 181 mm.

##### Laboratorio

Se realizará en los Laboratorios de Producción de semillas del CCDTS y Biotecnología-Cultivo de tejidos del Departamento de Fitomejoramiento, todos pertenecientes a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se localiza al sur de Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 22" latitud norte y 101° 00" longitud oeste, con una altura de 1,742 msnm.

##### **Material genético**

Se estudiarán 20 líneas progenies de cebada forrajera imberbe, producto de la cruce entre la variedad GABY-AN con la variedad comercial ESPERANZA liberada por el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), desarrollados por el Programa de Cereales de Grano Pequeño de Invierno de la UAAAN; utilizando como testigos a dos variedades comerciales Cerro prieto y GABY-AN, una avena (cv Cuauhtémoc), una línea de trigo (AN-266-99) y un triticale (cv Eronga-83).

##### **Metodología para establecer el grado y tipo de stay-green**

Los materiales se sembrarán bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, a una densidad de 100 kg ha<sup>-1</sup> en parcelas de 6 surcos de 3.0 m de longitud, espaciados a 0.4 m, con una fertilización de 120-80-00.

Durante su desarrollo se registrarán la etapas fenológicas de acuerdo a la escala de Zadocks *et al.* (1974) y en el embuche se etiquetarán 10 plantas por parcela con la hoja bandera totalmente emergida para realizar lecturas semanales del contenido de clorofila con el clorofilómetro SPAD-420, hasta la madurez fisiológica.

Del resto de la parcela experimental se determinará visualmente la senescencia del follaje (días transcurridos desde la siembra al 50% de las hojas bandera amarillas) y madurez fisiológica (días transcurridos entre la siembra al 50% de

pedúnculos amarillos), lo cual indicará el cese de translocación de asimilados hacia la espiga, calculando el grado de stay-green como la diferencia entre días a senescencia menos días a madurez fisiológica (del Blanco *et al.*, 2000). Para determinar si la característica es de tipo funcional o cosmético se realizarán lecturas semanales de intercambio gaseoso y actividad fotosintética con el fotosintetómetro portátil LI-QOR comparado con el método colorimétrico evaluando las clorofilas a y b (AOAC, 1970) aplicando la ecuación de Arnon (Holden, 1976).

#### **Metodología para determinar la permanencia o estabilidad del carácter**

Se realizarán siembras en tres localidades contrastantes para establecer experimentos en uno los cuales se medirá la respuesta del carácter al déficit hídrico, planteándose en principio el uso de un diseño de parcelas divididas con riegos como parcela grande y genotipos como parcela chica, aplicando 3 niveles de riego: a) solo el riego de siembra, b) el riego de siembra y un auxilio y c) el riego de siembra y dos auxilios. La densidad de siembra, fertilización y tamaño de parcela igual a la descrita en el apartado anterior.

Para estudiar la respuesta del carácter a la adición de nitrógeno, se usará un diseño similar al anterior, solo que en la parcela grande se colocarán las dosis de nitrógeno: 0, 60, 120, 180 y 240 kg de N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> y en la parcela chica los genotipos.

#### **Metodología para determinar el efecto del carácter en la calidad de semilla y forraje.**

En cada uno de los experimentos planteados en las fases anteriores se realizarán muestreos semanales de planta completa a partir de la etapa de espigamiento, separando las fracciones (hoja, tallo y espiga) determinando el peso seco acumulado y el contenido de humedad presente en cada muestreo.

A partir del segundo muestreo se determinará el incremento de peso seco de la semilla de al menos 30 espigas por parcela, con el fin de determinar la etapa fenológica de madurez fisiológica (máximo peso seco del grano), y relacionarlo con la etapa visual de la escala de Zadoks *et al.* (1974).

De la semilla obtenida en cada muestreo se determinará la calidad su fisiológica mediante la metodología de la ISTA (2010): pruebas de viabilidad bioquímica, con el método topográfico utilizando 2, 3, 5 trifenil cloruro de tetrazolio y viabilidad fisiológica, mediante la capacidad de emergencia fisiológica; prueba de germinación, evaluando porcentaje de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar, así como la determinación de vigor, a través de las pruebas de tasa de crecimiento de plántula, longitud media de plúmula, longitud media de radícula, índice de velocidad de emergencia y pruebas de estrés, donde la semilla se somete a temperaturas y humedades relativas por tiempos prolongados (evejecimiento acelerado); a temperaturas bajas en suelos infectados con humedad controlada (prueba fría); humedades controladas en temperaturas alternas de acuerdo con la metodología de la AOSA (1992).

Las fracciones que integran la biomasa serán analizadas mediante NIRS para determinar los contenidos de proteína cruda, energías de mantenimiento, ganancia y lactancia, fibras detergente neutro y ácida, así como su digestibilidad para determinar el valor nutritivo de las fracciones y de la biomasa total.

El análisis conjunto de la información generada en condiciones de manejo normal, fertilización nitrogenada y déficit hídrico permitirá determinar el impacto del carácter en la calidad de semilla y forraje.

#### **Análisis estadístico**

La significancia para las variables contenido de clorofila, temperatura, NDVI, estado de senescencia, densidad e índice estomático, serán analizados con el paquete Statistical Analysis System (SAS, Ver 6, 2009), donde se aplicará el modelo de análisis de varianza bloques completos al azar. Para la comparación de medias de las diferentes variables registradas en el experimento se utilizará la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), a un nivel de significancia  $\alpha \leq (0.05)$ . La información a través de ambientes se analizará mediante un análisis de bloques al azar combinado sobre ambientes para detectar la estabilidad del carácter y las medias de los genotipos se usarán para realizar análisis de componentes principales. Las relaciones causales entre las variables estudiadas se verificarán mediante la utilización de modelos de regresión y correlación simple y múltiple.

La información a través de ambientes se analizará con un análisis de bloques al azar combinado sobre ambientes para detectar la estabilidad de la calidad de semilla y las medias de los genotipos se usarán para realizar análisis de componentes principales. Las relaciones causales entre las variables estudiadas se verificarán mediante la utilización de modelos de regresión y correlación simple y múltiple. Las variables de respuesta al fertilizante nitrogenado, serán analizados con el paquete Statistical Analysis System (SAS, Ver 6, 2009), mediante un diseño de parcelas divididas, considerando como parcela grande las dosis y como parcela chica los tratamientos de fertilización, la información obtenida a través de los muestreos se analizará como parcelas subdivididas, donde la parcela grande serán los muestreos, la parcela mediana las dosis de nitrógeno y la parcela chica los genotipos. Para la comparación de medias de las diferentes variables registradas en el experimento se utilizará la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), a un nivel de significancia  $\alpha \leq (0.05)$ . Para determinar el tipo de efecto que provocan las dosis de fertilización

se realizarán polinomios ortogonales y se obtendrá su función de respuesta.

Cronograma de Actividades para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisión de Literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Siembra de materiales genéticos Localidad 3	X											
Evaluación de parámetros de calidad forrajera y staygreen Localidad 3		X	X	X								
Siembra de materiales genéticos Localidad 2	X											
Evaluación de parámetros de calidad de forraje y staygreen Localidad 2			X	X	X							
Evaluación de parámetros de calidad de semilla Localidad 2 y 3						X	X					
Siembra de materiales genéticos Localidad 1		X										
Evaluación de parámetros de calidad de forraje y staygreen Localidad 1				X	X	X						
Evaluación de parámetros de calidad de semilla Localidad 1							X					
Análisis Estadístico					X	X	X					
Resultados y Discusión								X	X			
Redacción de Borrador de artículo científico y escritura de tesis									X	X		
Participación en congreso y presentación de tesis										X	X	X

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Siembra de materiales genéticos Localidad 2 y 3	5,000											
Siembra de materiales genéticos Localidad 1		2,500										
Evaluación de parámetros de calidad forrajera y staygreen Localidad 2 y 3		2,500	2,500	5,000								
Evaluación de parámetros de calidad forrajera y staygreen Localidad 1			500	500	500							
Evaluación de parámetros de calidad de semilla Localidad 2 y 3						2,000	2,000					
Evaluación de parámetros de calidad de semilla Localidad 1							2,000					
Participación en congreso y presentación de tesis												

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2018	Año estimado de conclusión	2019
---------------	------	----------------------------	------

5.-Productos Esperados

- Además de generar información para entender el carácter de referencia, al finalizar el proyecto se pretende contar con la formación de recursos humanos: tres de licenciatura, se contempla también la publicación de un artículo científicos en revistas indizadas y dos participaciones en congreso.

6.-Literatura Citada

- Association Of Official Analytical Chemists (AOAC). 1970. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 11th Ed. Washington, D.C. US Government Printing Office, 1970.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1992. Vigor Testing handbook. Contribution No.32 to the handbook of seed testing). USA. 6:1-126.
- Borrell A.K., Hammer G.L. y, Henzell R.G. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Sci 40:1037-1048.

- Calvo V.D. 2016. Selección de nuevas líneas de cebada imberbe por su comportamiento forrajero a partir de las fracciones: tallos, hojas, espigas y de grano. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 64.
- Callejo, G.M.J. 2002. Industrias de cereales y derivados. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid Pp. 24-35.
- Castañeda, M. C., López C., Colinas M.T., Molina J. y, Hernández A. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia*. 34(4): 286-292.
- Colín R.M., Zamora V.V.M., Lozano del R.A.J., Martínez Z.G. y, Torres T.M.A. 2007. Caracterización y selección de nuevos genotipos imberbes de cebada forrajera para el norte y centro de México. *Téc Pecu Méx* 45(3):249-262.
- Colín R.M., Zamora V.V.M., Torres T.M.A. y, Jaramillo S.M.A. 2009. Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en el norte de México. *Téc Pecu Méx* 47(1):27-40.
- Cristiano, P.M., G. Posse, Bella Di C.M. y, Jaimes F.R. 2010. Uncertainties in fPAR estimation of grass canopies under different stress situations and differences in architecture', *International Journal of Remote Sensing*. 31(15):4095-4109.
- Cha K.W., Lee Y.J., Koh H.S., Nam Y.W. y, Pack N.C. 2002. Isolation, characterization and mapping of the stay green mutant in rice. *Theor Appl Genet* 104, 156-532.
- Del Blanco I.A., Rajaram S., Kronstad W.E. y, Reynolds M.P. 2000. Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Sci* 40:1257-1263.
- Ferraris G. y Couretot L. 2006. Estudio de la interacción nitrógeno \* azufre sobre el rendimiento mediante la aplicación de fertilizantes líquidos. Campaña 2005/2006. Experiencia en el cultivo de trigo. Proyecto Regional Agrícola Centro Regional Bs. Norte: 181-186.
- Flores E.I., Moreno C.H., Figueroa V.U. y, Potisek Y.MdelC. 2014. Disponibilidad de N y desarrollo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) aplicación de biosólidos. *Terra Latinoamericana Volumen 32 No. 2* pp 99-105.
- González, G., Mendoza F.M., Covarrubias J., Morán N. y, Acosta J.A. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. *Agricultura técnica en México*. 34(4):421-430.
- Guzmán P.Y. 2009. Producción de biomasa, relación Hoja-tallo y correlaciones en líneas de cebada forrajera imberbe (*Hordeum vulgare* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. Saltillo Coahuila. México.
- Hernández J. E. 2009. Comportamiento de líneas elite de cebada forrajera imberbe (*Hordeum vulgare* L.) para producción de materia seca y relación hoja-tallo en el Norte de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. Saltillo Coahuila. México.
- Holden M. 1976. *Chlorophylls in Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments*. T. W. Goodwin, 2nd Ed., Academic Press, London, v.2, p. 2-37.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2009. International rules for seed testing Edition 2009. The International Seed Testing Association, Zürichstr. 50 CH-8303 Bassersdorf, Switzerland. ISBN-13 978-3-906549-53-8.
- Jones K.A. y Qualset C.O. 1984. Breeding crops for environmental stress tolerance. In: G.B. Collins y J.G. Petolino, eds. *Applications of Genetic Engineering to Crop Improvement*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk, Publishers.
- Joshi A.K., Kumasi M., Singh V.P., Reddy C.M., Kumar S., Rane J. y, Chand R. 2007. Stay green trait: variation, inheritance and its association with spot blotch resistance in spring wheat (*Triticum aestivum* L). *Euphytica* 153: 59-71.
- Kingston-Smith, A.H., Thomas, H. y Foyer, C.H. 1997. Chloro- phyll a fluorescence, enzyme and antioxidant analyses provide evidence for the operation of alternative electron sinks during leaf senescence in a stay-green mutant of *Festuca pratensis*. *Plant Cell Environ*. 20: 1323-1337.
- López M. V. 1983. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Mahalakshmi, V. y Bidinger F. R. 2002. Evaluation of stay-green sorghum germplasm lines at ICRISAT. *Crop Science*, 42(3), 965-974.
- Marcel-Ribaut J. 2006. Drought adaptation in cereals (*Crop Science*). Food Products Press, Editon Illustrated, University of Minnesota. ISBN 166022778; 978156022778.
- Melchiori R.J.M., Caviglia O.P., Faccendini N., Bianchini A. y, Raun W.R. 2006. Evaluación de refertilización nitrogenada basada en la utilización de un sensor óptico. INTA EEA Paraná. Actualización Técnica en maíz. Serie Extensión nº 41 p 33:36.
- Mendoza, M., Latournerie L., Moreno E., Castañón G., Cruz J., De León C. y, García J. G. 2004. Cambios en la calidad de la semilla de maíz durante su desarrollo y maduración. *Agronomía Mesoamericana*. 15(2):155-160.
- Nuñez V.J.A., Grageda C.O.A., Vuelvas C.M.A. y, Peña C. J.J. 2001. Absorción de nitrógeno (15N) por el cultivo de cebada en relación con la disponibilidad de agua en "el Bajío", Guanajuato, *Revista Terra* 20: 57-64.
- Orcarberro R. y Briseño H.V.M. 1983. Valor nutritivo y rendimiento de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) Ópalo en distitos estados de desarrollo. *Revista Charpingo* Pp.42, 85.
- Ortiz M, Silva H., Silva P. y Acevedo E. 2003. Estudio de parámetros hídricos foliares en trigo (*Triticum aestivum* L.) y su uso en selección de genotipos resistentes a sequía. *Revista chilena de historia natural*, 76(2), 219-233. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200008>
- Poehlman J. M. 1981. *Mejoramiento Genético de las cosechas*. Primera edición. Ed. Limusa. México.
- Popinigis F. 1985. *Fisiología da semente*. 2a. ed. Brasil. 269 p.
- Prystupa P., Ferraris G., Loewy T., Bergh R., Ventimiglia L., GutierrezB.F.H. y Couleot L. 2008. Fertilización de cebada cervecera cv. Scarlett: IV. Estimación de la respuesta del contenido proteico a la fertilización nitrogenada. XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Portero de los Funes (SL). Manejo y conservación del agua y suelo, riego y drenaje. 239 p.
- Prystupa P., Gutierrez B. F.H., Salvagiotti F., Ferraris G. y, Couretot L. 2006. Measuring corn response to fertilization in the



Northern Pampas. Better Crops 90: 25-27.

- Ramírez G.F., Roblero T.V., Foroughbakhch P. R., Benavides M.A. y, Alvarado M.A., 2013. Variabilidad de polen, densidad y tamaño de stomas en autotetraploides y diploides de *Physalis ixocarpa*. Botanical Sciences 91 (1):11-18.
- Rosenow D.T., Quisenberry J.E., Wendt C.W. y, Clark L.E. 1983. Drought tolerance sorghum and cotton germoplasm. Agric. Water Mang. 7:207-222.
- SAS Institute Inc. 2009. Base SAS® 9.1.3 Procedures Guide. Second Edition, Vol. 4. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 398 p.
- Serna Saldivar, S.R.O. 2001. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. AGT Editor, México D.F. pp 3-23.
- Soto, J. L. y S. Valiengo. 2011. Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas en *Zeyheria tuberculosa*. Bosque, Valdivia. 32(2):197-202.
- Spano G., Di Fonzo N., Perrota C., Platani C., Ronga G., Lawlor D.W., Napier J.A. y, Shewry P.R. 2003. Physiological characterization of 'stay green' mutants in durum wheat. J of Exp Bot 54:1415-1420.
- Thomas H. y Howarth C.J. 2000. Five ways to stay green. J Exp Bot 51:329-337.
- Thomas H. y Smart C.M. 1993. Crops that stay green. Ann Appl Biol 123:193-201.
- Verhulst N., Govaerts B. y, Fuentes P. M. 2010. Sensor portátil GreenSeeker™ para la medición del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI): Una herramienta para la evaluación integral de las prácticas agronómicas. Parte A: Conceptos y estudios de caso. México, D.F.; CIMMYT.
- Walter Q, y Orlando C. 2009. La importancia del insumo de la semilla de buena calidad. Inédito. Oficina Nacional de Semillas.
- Zadoks J. C., Chang T. T. y, Konzak C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, Volume 14. 415-421.
- Zajac C.C.; Vallejos A.G.; Zajac E.E. y, Galantini J. 2013. Análisis del rendimiento en cereales de invierno mediante mapas de rendimiento y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en el Sudoeste Bonaerense, Argentina. Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia 29(2):95-102.