

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE SALVATIERRA**



**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES  
PRODUCTOS QUÍMICOS Y BIOESTIMULANTES  
EN CUANTO AL RENDIMIENTO, CALIDAD Y  
DESARROLLO DEL CULTIVO DE CEBADA MALTERA  
(*Hordeum vulgare*) EN LA ZONA DE BAJÍO MEXICANO”**

**TITULACIÓN INTEGRAL  
(TESIS)**

**Elaborada por:**

**LUIS ANTONIO ALVAREZ CANELO**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**Director Interno: Ing. M.C. Javier Arreguín Soto**

**Director Externo: Dra. Ma. Guadalupe Valadez Bustos**

**Salvatierra, Gto.**

**Septiembre, 2023**

Salvatierra, Guanajuato, **27/abril/2023**

Oficio No. IIAS/65/2023

ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. ING. LIZBETH ESTEFANÍA ESCOBAR PANIAGUA  
Jefe del Departamento de Servicios Escolares  
ITESS

PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto de titulación integral para su impresión y realización del acto de examen profesional:

Nombre del estudiante y/o egresado:	Luis Antonio Alvarez Canelo
Carrera:	INGENIERÍA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE
No. de control:	AG15110015
Nombre del proyecto:	"Evaluación del efecto de diferentes productos químicos y bioestimulantes en cuanto al Rendimiento, calidad y desarrollo del cultivo de cebada maltera ( <i>Hordeum vulgare</i> ) en la zona de bajío mexicano"
Producto:	TESIS

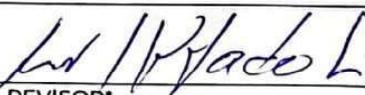
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica*



Pedro Eduardo Moreno Zacarías  
Coordinador de Ing. Innovación Agrícola

		
DIRECTOR Ing. M. en C. Javier Arreguín Soto	REVISOR* Ing. M. E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado	REVISOR* Ing. M. C. Javier Hurtado Loé

\* solo aplica para el caso de tesis o tesina

c.c.p. Expediente



Manuel Gómez Morín No. 300 Comunidad de Janicho, Salvatierra, Guanajuato, C.P. 38933  
Tels. 466 688 06 31 y 466 663 98 00 Ext. 128, e-mail: pemoreno@ites.edu.mx. tecnm.mx |  
www.ites.edu.mx



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SALVATIERRA**  
**COORDINACIÓN DE INNOVACIÓN EN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

TESIS

Presentada por:  
*Luis Antonio Alvarez Canelo*

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para  
obtener el título de

**INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

Aprobado por

---

*Ing. M.C. Javier Arreguin Soto*

Director de Tesis (Interno)

---

*Dra. Ma. Guadalupe  
Valadez Bustos*

Director de Tesis(externo)

---

*Ing. M.E. Walter Manuel  
Zúñiga Maldonado*  
Revisor

---

*Ing. M. C. Javier  
Hurtado Loe*  
Revisor

---

Dr. Pedro E. Moreno Zacarías  
Coordinador de Innovación en Agrícola Sustentable

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra (ITESS):**

Por abrirme sus puertas y permitirme continuar mis estudios, conocer a tantas personas y formarme como la persona que hoy soy.

### **A la Dra. Ma. Guadalupe Valadez Bustos y al Ing. Zeferino Fernández Vera**

Por guiarme durante mis prácticas profesionales y en el proceso de realización de este estudio, además de sus consejos y tiempo.

### **A la Lic. Verónica Pohls Covarrubias**

Por su apoyo y múltiples consejos que me brindo durante mis estancias como estudiante en el ITESS.

### **A mis profesores del Instituto Tecnológico Superior De Salvatierra**

Quien ayudaron a formarme en el ámbito de la agricultura, a través de sus enseñanzas y regaños.

### **A mis compañeros de especialidad.**

Con quienes viví muchas aventuras, aprendí y prácticamente se volvieron mi segunda familia.

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

**Antonio e Irma.**

Por darme su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida, ser mi fuente alegría y la principal razón de ser como hoy soy, gracias a ellos estoy en el lugar que me encuentro.

### **Mis Hermanos**

**Jesús e Ian**

Por estar para mí siempre, cuidarme y seguir mis locuras.

“Hay tres cosas en la vida que una vez que pasaron no regresan, el tiempo, las palabras y las oportunidades, nunca debemos de arrepentirnos solo aprender, para no cometer los mismos errores.”

# ÍNDICE

ÍNDICE .....	I
ÍNDICE DE CUADROS .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
RESUMEN .....	VIII
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	8
1.4. OBJETIVOS .....	9
1.4.1. Especifico.....	9
1.4.2. Generales .....	9
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. ANTECEDENTES.....	10
2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	20
2.2.1. CULTIVO DE CEBADA.....	20
2.2.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA. ....	20
2.2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA CEBADA.....	21
2.2.4. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN .....	21
2.2.5. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO .....	22
2.2.6. NUTRIENTES ESENCIALES.....	23
2.2.7. ETAPAS FENOLÓGICAS.....	23
2.2.8. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	27
2.2.9 MALEZAS. ....	29
2.2.10. PLAGAS.....	30
2.2.11 NEMATODOS .....	33
2.2.12. ENFERMEDADES .....	34
2.2.13. DESCRIPCIÓN DE VARIEDADES .....	39
2.2.14. CONTROL QUÍMICO Y USO DE BIOFERTILIZANTES .....	39
CAPITULO 3: MATERIALES Y METODOS .....	45
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	45

3.2. MATERIALES.....	45
3.2.1. Físicos.....	45
3.2.2. Biológicos.....	46
3.2.3. Químicos.....	46
3.3. FASE DE CAMPO .....	47
3.3.1. Labores culturales.....	47
3.4. PRODUCTOS EVALUADOS.....	50
3.5. VARIABLES A EVALUAR .....	52
3.6 EMPRESA "A" .....	56
3.7. EMPRESA "V" .....	58
3.8. EMPRESA "D".....	62
3.8.2. "Cf" – "Cf" (Insecticidas).....	65
3.8.3. "Ax", "Po" y "Va" (Fungicidas).....	69
3.8.4. Mh - Fi Am- Ale (Herbicidas).....	72
3.9. EMPRESA "F".....	75
3.9.1. "Au" – "St" (Biofertilizante).....	75
3.9.2. "All" - "Bf" (Insecticidas).....	78
3.9.3. "Sd" (Fungicida).....	80
3.9.4. "Ha"- "Ay" (Herbicidas).....	83
3.10. COSECHA .....	85
3.11. TRILLADO.....	85
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	86
4.1 Porcentaje de germinación .....	86
4.2. Control de Malezas .....	87
4.3 Control de Pulgón .....	89
4.4 Control de royas .....	90
4.5 Muestreo de altura de planta, Número de espigas y Número de granos por espiga.....	92
4.5.1. Altura de planta. ....	92
4.5.2. Número de Espigas por Ft <sup>2</sup> .....	94
4.5.3. Grano por Espiga.....	95
4.5.5. Variable Rendimiento.....	96
4.5.6. Variable Peso Hectolitrito .....	99

4.5.7 Grano para malta .....	102
4.5.8. Porcentaje de proteína .....	104
CAPITULO 5: CONCLUSIONES .....	106
BIBLIOGRAFIA .....	108

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro. 1. Descripción de los plaguicidas, bioestimulantes y coadyuvantes aplicados .....	50
Cuadro. 2. Dosis y fechas de aplicación del bioestimulante “Ju” .....	57
Cuadro. 3. Dosis y fechas de aplicaciones de bioestimulantes e inoculación de semilla.....	61
Cuadro. 4. Fechas de aplicación y dosis del bioestimulante “Zf” .....	64
Cuadro. 5. Dosis y fechas de aplicación de insecticidas de la empresa “D” .....	67
Cuadro. 6. Dosis y fechas de aplicación de Fungicidas de la empresa “D”. .....	70
Cuadro. 7. Dosis y fechas de aplicación de herbicidas de la empresa “D”. .....	73
Cuadro. 8. Fechas de aplicación y dosis de bioestimulantes “Au” – “St” .....	77
Cuadro. 9. Dosis y fechas de aplicación de insecticidas de la empresa “F” .....	79
Cuadro. 10. Dosis y fechas de aplicación de Fungicida de la empresa “F” .....	82
Cuadro. 11. Dosis y fechas de aplicación de herbicidas de la empresa “F” .....	84
Cuadro. 12. Promedio de plantas emergidas en un periodo de tiempo de 21 dds (días después de la siembra). .....	86
Cuadro. 13. Promedio de plantas emergidas de la empresa V en un periodo de 21 dds .....	86
Cuadro. 14. Registro de malezas de hoja ancha, antes de la aplicación de herbicidas (27 dds) y después de la aplicación (47 dds). .....	87
Cuadro. 15. Conteo de pulgones antes y después de aplicación de insecticidas, a los 60 dds y 90 dds. ....	89
Cuadro. 16. Porcentaje de hojas infestadas por roya en el cultivo de cebada maltera var. P102, antes y después de la aplicación de fungicidas, a los 79 dds y 111 dds. ...	91
Cuadro. 17. Resultados de análisis de proteína de cebada de INIFAP campus Celaya. ....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. A) Morfología de planta de cebada. B) Espiga de variedad de cebada 2H. C) Espiga de cebada variedad 6H ( <a href="https://lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-de-la-cebada.html">https://lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-de-la-cebada.html</a> ).....	20
Fig. 2 Mapa de producción mundial de cebada maltera donde los países en color café más oscuro son los que presentan una mayor producción en toneladas de este cereal, mientras que los países con menor producción presentan un color café más tenue ( <a href="https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-cebada.">https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-cebada.</a> ).....	22
Fig. 3. Planta de cebada con dos macollos: uno avanzando en su desarrollo y otro pequeño que no llegará a ser productivo ( <a href="http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/macollo.htm">http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/macollo.htm</a> ).....	24
Fig. 4 Planta de cebada en etapa de encañado ( <a href="http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/encanado.htm">http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/encanado.htm</a> ). ....	25
Fig. 5. Planta en la etapa de hoja bandera, presentando las primeras espigas ( <a href="https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/espigadu.htm">https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/espigadu.htm</a> ) .....	26
Fig. 6. Espiga de cebada de la variedad P102.....	26
Fig. 7 Etapa de madurez fisiológica de cultivo de cebada, mejor conocida como llenado de grano ( <a href="https://www.margenes.com/archives/45124">https://www.margenes.com/archives/45124</a> ).....	27
Fig.8. Etapas fenológicas del cultivo de cebada maltera y descripción botánica de la planta de cebada ( <a href="http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada.htm">http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada.htm</a> ). ....	29
Fig. 9. Hoja de cebada infestada por plaga de pulgón amarillo.....	30
Fig. 10. Larva de <i>Lema melanopa</i> es un coleóptero de la familia de los crisomélidos. ( <a href="https://www.agroramon.com/wordpress/lema-melanopa-babosilla/">https://www.agroramon.com/wordpress/lema-melanopa-babosilla/</a> ).....	31
Fig. 11. Escarabajo <i>Cyclocephala</i> sp en etapa larval ( <a href="https://generacionverde.com/blog/plagas-es/gallina-ciega/">https://generacionverde.com/blog/plagas-es/gallina-ciega/</a> ). ....	32
Fig. 12. Saltamontes sobre una espiga de planta de trigo ( <a href="https://www.pxfuel.com/es/search?q=insecto+en+trigo">https://www.pxfuel.com/es/search?q=insecto+en+trigo</a> ). ....	32
Fig. 13. Ejemplar de <i>Anguina tritici</i> , mejor conocido como nematodo de la espiga ( <a href="https://borauhermanos.com/plagas-de-cereales-nematodo-de-la-espiga/">https://borauhermanos.com/plagas-de-cereales-nematodo-de-la-espiga/</a> ). ....	33
Fig. 14. Espigas de cebada con carbón cubierto, una enfermedad causada por los hongos <i>Ustilago nuda</i> .....	34

Fig. 15. Espigas de cebada con carbón cubierto, una enfermedad causada por los hongos <i>Ustilago hordei</i> . ( <a href="https://es.123rf.com/photo_90053216_espigas-de-cebada-con-carb%C3%B3n-cubierto-una-enfermedad-causada-por-los-hongos-ustilago-hordei-.html">https://es.123rf.com/photo_90053216_espigas-de-cebada-con-carb%C3%B3n-cubierto-una-enfermedad-causada-por-los-hongos-ustilago-hordei-.html</a> ). .....	35
Fig. 16. Hojas de cultivo de avena con el hongo <i>Erysiphe graminis</i> ( <a href="http://www.plantasyhongos.es/herbarium/hm/Blumeria_graminis.htm">http://www.plantasyhongos.es/herbarium/hm/Blumeria_graminis.htm</a> .....	36
Fig. 17. Hoja de cebada con presencia de roya parda ( <i>Puccinia anomala</i> ).....	37
Fig. 18. Hojas de cebadas enfermas <i>Helminthosporium sativum</i> ( <a href="https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1268-helminthosporiosis-reticular-de-la-cebada-pyrenophora-teres">https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1268-helminthosporiosis-reticular-de-la-cebada-pyrenophora-teres</a> ).....	38
Fig. 19. Cultivo de cebada enferma con (BYDV) <a href="https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv">https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv</a> .....	38
Fig. 20. Cultivo de cebada de variedad P102 en el cual se realizó la evaluación de los diferentes plaguicidas. ....	39
Fig. 21. A) Parcela demostrativa donde se llevo a cabo el proyecto. B) Granero Agrimastov (Cortesía de Google maps).....	45
Fig. 22. Barbecho realizado en parcela donde el cultivo anterior fue maíz ( <a href="http://www.pendolo.mx">www.pendolo.mx</a> ) .....	47
Fig. 23. Implementación de la rastra de discos para desmoronar los terrones presentes en la parcela ( <a href="https://www.deere.com.mx/es/equipo-de-labranza/rastras-de-discos/">https://www.deere.com.mx/es/equipo-de-labranza/rastras-de-discos/</a> )	47
Fig. 24. Nivelación de terreno agrícola mediante niveladora laser ( <a href="http://www.ingenieriagpsmexico.com/nivelacion/">http://www.ingenieriagpsmexico.com/nivelacion/</a> .....	48
Fig. 25. La fertilización de fondo se realizó utilizando la sembradora.....	48
Fig. 26. La siembra fue hecha utilizando una sembradora John Deere 8250 .....	49
Fig. 27. tabla de conversión de volumen de semilla de cebada en peso hectolitro. .	54
Fig. 28. Variables evaluadas. A) Porcentajes de germinación. B) Número de malezas. C) Porcentaje de roya. D) Conteo de pulgones. E) Altura de la planta. F) Número de espigas por pie cuadrado. G) Número de granos por espiga. H) Determinación de impurezas. I) Determinación de humedad. J) Peso hectolitrico. K) Determinación de tamaño de grano para uso maltero. ....	55

Fig. 29. Distribución de los Tratamientos de la Empresa "A".....	56
Fig. 30. Distribución de los Tratamientos de la Empresa "Va". .....	59
Fig. 31. Inoculación de semilla P102.....	60
Fig. 32. Distribución de los Tratamientos de bioestimulantes de la Empresa "D".....	63
Fig. 33. Distribución de los Tratamientos de insecticidas de la Empresa "D". .....	66
Fig. 34. Distribución de los Tratamientos de fungicidas de la Empresa "D". .....	69
Fig. 35. Distribución de los Tratamientos de herbicidas de la Empresa "D".....	72
Fig. 36. Distribución de los Tratamientos de bioestimulantes de la Empresa "F".....	76
Fig. 37. Distribución de los Tratamientos de insecticidas de la Empresa "F". .....	79
Fig. 38. Distribución de los Tratamientos de Fungicida de la Empresa "F".....	81
Fig. 39. Distribución de los Tratamientos de Herbicidas de la Empresa "F". .....	83
Fig. 40. Altura de plantas obtenidas en la aplicación de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102 . .....	92
Fig. 41. Numero de espigas comprendidas por pie cuadrado en los tratamientos de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102. ....	94
Fig. 42. Promedio de Granos por espiga en los de tratamientos de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102. ....	95
Fig. 43. Rendimiento obtenido en la aplicación de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102. ....	97
Fig. 44. Peso hectolitrito del grano en el cultivo de cebada maltera var. P102 en los tratamientos Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) .....	100
Fig. 45. Comparación de tratamientos de Bioestimulantes (A) y Fungicidas (B) en porcentaje de grano destinado a la fabricación de malta, tamizado por 3 diferentes cribas.....	102
Fig. 46. Comparación de tratamientos de Insecticidas (A) y Herbicidas (B) en porcentaje de grano destinado a la fabricación de malta, tamizado por 3 diferentes cribas.....	103

## RESUMEN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es uno de los cuatro principales cereales de importancia mundial junto con el trigo, el maíz y el arroz. Su valor comercial se encuentra en el grano de donde se extrae la malta que se requiere para la fabricación de cerveza. Nuestro país se encuentra en el 7° séptimo lugar como productor, el estado de Guanajuato es una de las principales zonas productoras en México. Sin embargo, existen factores de origen biótico y abiótico que afectan la calidad y rendimiento del cultivo por lo que es fundamental el uso de diferentes plaguicidas y bioestimulantes para contrarrestar los efectos ocasionados por estos factores. No obstante, estudios actuales han confirmado que, el uso excesivo de estos no solo está dañando los ecosistemas, sino también está afectando la salud de los agricultores y consumidores. En la actualidad la industria cervecera en México está en la búsqueda de productos que ayuden al control de enfermedades, plagas, malezas y problemas de origen biótico, pero buscando reducir al máximo la huella de impacto ambiental. Con base en lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de diferentes plaguicidas y bioestimulantes para el control de malezas, enfermedad, plagas y deficiencias nutrimentales que llegaran a afectar al cultivo de cebada, además evaluar en efecto que generaban en cuanto al rendimiento, calidad y desarrollo del cultivo. El Experimento se desarrolló en dos fases: 1) Campo y 2) Laboratorio. En la primera fase se realizó la aplicación y evaluación de los Insecticidas, Herbicidas, Fungicidas y Bioestimulantes. Se evaluaron el porcentaje plantas emergidas, el porcentaje de roya, conteo de pulgones, número malezas, altura de la Planta, número de espigas por pie cuadrado y número de granos por espiga, mientras que en la fase de laboratorio de obtuvieron las variables de Rendimiento, Peso hectolitrico, tamaño de grano de uso maltero y porcentaje de proteína. Los resultados mostraron que los diferentes productos aplicados lograron cumplir con su función, En los herbicidas se observó un control mayor del 95% de la maleza de hoja ancha, siendo el herbicida **Mh** (2,4-D y Dicamba) el que presentó un mejor efecto sobre la aparición de nuevas malezas. Los insecticidas aplicados lograron controlar y disminuir la población de pulgones en el

cultivó, a los 26 días de la aplicación (dpa), el insecticida **All** (Imidacloprid) presentó el mayor control sobre las poblaciones de pulgones con un 99%. Los fungicidas lograron controlar y disminuir la roya presente en las hojas de cebada en un 90%, los resultados a 20 dda presentaron un control del 100% de roya con **Ax** (Azoxystrobin). El mayor rendimiento obtenido fue de 7.4 Ton/ha el cual se presentó en el tratamiento **Au + St** (Ácido gama amino butírico + Ácido Glutámico), mientras que el valor más alto de peso hectolitrico fue de 67 Kg/L el cual se presentó en el tratamiento **All** (insecticida), en el caso de los bioestimulantes el producto **Ju** presentó un peso hectolitrico con 65 Kg/L. En cuanto al porcentaje de grano maltero la empresa Heineken – México está utilizando la criba 6/64" X 3/4, para elegir el grano óptimo para malta, los resultados de mejor tamaño de grano se presentaron en los tratamientos de bioestimulantes. La variable de porcentaje de proteína solo se evaluó para la empresa **A** donde el testigo presentó valores más altos del porcentaje de proteína, dándonos como referencia que la aplicación de bioestimulante **Ju** ayudó a reducir la proteína presente en el grano de cebada, cabe resaltar que el uso de plaguicidas no genera un efecto negativo a la hora del desarrollo del cultivo.

## SUMMARY

Barley (*Hordeum vulgare* L.) is one of the four main cereal grains of global importance along with wheat, maize, and rice. Its commercial value is found in the grain from the malt required for the manufacture of beer. Our country is in the 7th seventh place as a producer, the state of Guanajuato is one of the main producing areas in Mexico. However, there are factors of biotic and abiotic origin that affect the quality and yield of the crop, so the use of different pesticides and biostimulants is essential to counteract the effects caused by these factors. However, current studies have confirmed that the excessive use of these is not only damaging ecosystems but is also affecting the health of farmers and consumers. Currently, the brewing industry in Mexico is searching for products that help control diseases, pests, weeds, and problems of biotic origin, but seeking to reduce the environmental impact footprint as much as possible. Based on the above, the objective of the present investigation was to evaluate the effect of different pesticides and biostimulants on the control of weeds, disease, pests, and nutritional deficiencies that would affect the barley crop, in addition to evaluating the effect that they generated as soon as the yield, quality, and development of the crop. The Experiment was developed in two phases: 1) Field and 2) Laboratory. In the first phase, the application and evaluation of Insecticides, Herbicides, Fungicides, and Biostimulants was carried out. The percentage of emerged plants, the percentage of rust, aphid count, number of weeds, plant height, number of spikes per square foot, and number of grains per spike were evaluated, while in the laboratory phase the yield variables were obtained, Hectoliter weight, grain size for malt use, and protein percentage. The results showed that the different products applied managed to fulfill their function. In the herbicides, a greater than 95% control of broadleaf weeds was observed, with the herbicide Mh (2,4-D and Dicamba) being the one that presented the best effect on the appearance of new weeds. The applied insecticides were able to control and reduce the population of aphids in the crop, 26 days after application (DAA), the insecticide All (Imidacloprid) presented the greatest control over aphid populations with 99%. The fungicides were able to control and reduce the rust present in barley leaves by 90%, the results at 20 days presented a 100% control of rust with Ax (Azoxystrobin). The highest yield obtained was 7.4 Ton/ha which was presented in

the Au + St treatment (gamma-aminobutyric acid + Glutamic Acid), while the highest value of hectoliter weight was 67 Kg/L which was presented in the All treatment (insecticide), in the case of biostimulants, the Ju product presented a hectoliter weight of 65 Kg/L. Regarding the percentage of malting grain, the company Heineken - Mexico is using the 6/64" X 3/4 sieve, to choose the optimal grain for malt, the results of the best grain size were presented in the biostimulant treatments. The protein percentage variable was only evaluated for company A where the control presented higher values of the protein percentage, giving us as a reference that the application of Ju biostimulant helped reduce the protein present in the barley grain, it should be noted that the use of pesticides does not generate a negative effect when it comes to crop development.

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN.

La cebada, es una planta autógama monocotiledónea perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). De gran importancia tanto para humanos y animales, es el quinto cereal más cultivado en el mundo. Su centro de origen fue el sureste de Asia y África. (SAGARPA, 2011).

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es la principal materia prima de la industria cervecera. La cebada presenta su principal valor comercial del grano del que se extrae la malta que se requiere para la fabricación de cerveza, existiendo en menor proporción, para la producción de forraje (INIFAP, 2011). La malta puede ser de distintos cereales, pero la más popular es la cebada, ya que ningún otro es tan eficiente como la cebada, esto es debido a que la cebada tiene un alto contenido de almidón, lo que genera más azúcares, y por lo tanto es mucho más fácil el proceso cervecero. Este cereal ocupa el cuarto lugar en importancia, después del trigo, maíz y arroz, esto es debido a que tiene una amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones.

Actualmente, de una lista de 125 países, México ocupa a nivel internacional el 7° séptimo lugar como productor, el 1er lugar como exportador, y el 15° lugar como importador de cerveza. En América Latina, México es el 3er país en consumo de esta bebida, per cápita 60 litros de cerveza por año (gobierno). México es el principal proveedor de cerveza en el mercado internacional pues representa el 21.32 % del valor de exportaciones mundiales. No obstante, la producción nacional de la cebada durante la última década se redujo a 9.54 % en el periodo de 2003 al 2016 (SAGARPA, 2017). En el 2015 las exportaciones mexicanas de cerveza representaron un alto porcentaje de las importaciones de este producto en países como Estados Unidos con un 65.96%. Las principales zonas productoras en México se encuentran en el centro del país, principalmente en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Puebla y Michoacán. Donde en el 2018 se exportaron 3400 millones de lt de cerveza y se obtuvo un valor de exportaciones de 3000 millones de dólares aproximadamente.

El cultivo de la cebada maltera es uno de los más importantes del país donde de acuerdo con datos de SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera) en el año 2020 se sembraron un total de 63,834 mil hectáreas, donde el estado de Guanajuato aporta 42,772 mil ha sembradas, convirtiéndose en el principal estado productor de este cereal.

Al igual que otros cereales, el cultivo de cebada se ve afectada con una serie de factores de origen biótico y abiótico los cuales afectan la calidad y rendimiento del cultivo. Entre los hongos fitopatógenos que atacan al cultivo de cebada se encuentran diversos géneros como: *Alternaria*, *Puccinia*, *Fusarium*, *Tilletia*, *Erysiphe*, *Septoria*, *Helminthosporium*, *Cladosporium*, *Pythium* y *Ustilago* (Christensen y Kauffman., 1969; CIMMYT, 1986). En el caso de infecciones de etiología bacteriana en cultivo de cebada, se encuentran el género *Xanthomonas translucens* pv. *Undolosa*, *Xanthomonas campestris* pv. (Navarrete *et al.*, 2014). En el caso de plagas se encuentran pulgones de los géneros (*rhopalosiphum spp*, *Schizaphis spp*) y los trips (*Haplothrips tritici*). En el caso de las malezas se encuentra la mostaza amarilla, verdolaga, correhuela, hierba amargosa, quelite, avena silvestre, alpiste y carretilla (Rosales, 1999). En cuanto a los factores abióticos encontramos que las diferencias nutricionales en las plantas son el resultado de bajos niveles de nutrientes en el suelo o debido a que éstos se encuentran en forma no disponible para las plantas, toxicidad del suelo, sequías, exceso de humedad, entre otros.

Debido a estos problemas diversas empresas orientadas a la fabricación de diferentes productos químicos se han enfocado en la creación de plaguicidas como lo son Herbicidas, Insecticidas, Fungicidas y Biofertilizantes para el control o prevención de estos factores bióticos y abióticos. No obstante, estudios actuales han confirmado que, el uso excesivo de estos no solo está dañando los ecosistemas, sino también está afectando la salud de los agricultores y consumidores.

En la actualidad la industria cervecera en México está en la búsqueda de productos que ayuden al control de enfermedades, plagas, malezas y problemas de origen biótico como los son el estrés hídrico o deficiencias nutrimentales buscando reducir al máximo la huella de impacto ambiental, por su parte la empresa Heineken México es una de las

empresas más preocupadas por el medio ambiente y la sustentabilidad, la cual busca ampliar su catálogo de agroquímicos, por lo que continuamente está en la búsqueda de proveedores de insumos agrícolas sea maquinaria o agroquímicos. Esto debido a que año con año se va condicionando el uso permitido de ciertos productos, la razón es el constante cambio en las normas que tienen como finalidad disminuir el porcentaje de residuos permitidos en la planta, semilla o grano destinado a la obtención de malta.

Heineken México cuenta con una lista de productos estrictamente prohibidos, en los que se encuentran ingredientes activos como lo son Paraquat el cual es un Herbicida, Metamidofos, Metamilo, Paration metílico, Malation, Permetrina, Acefato, Triclorfon y Carbarilo los cuales son insecticidas, Heineken se rige a través de la Norma de la Unión Europea de calidad de semillas, entorno a esto Heineken está en la búsqueda constante de nuevos plaguicidas y fertilizantes foliares que cumplan con las normas establecidas por la FAO y la Unión Europea para poder ser aplicados en el cultivo de cebada maltera (*Hordeum Vulgare L.*)

Un óptimo desarrollo de la planta de cebada afecta directamente a la calidad del grano, la calidad final de la malta depende de las propiedades fisicoquímicas del grano de la cebada, ya que en el proceso del malteado las reservas nutritivas son transformadas en sustratos requeridos en la para la elaboración de la cerveza (Ruiz, 2006), el grano maduro de la cebada está compuesta de carbohidratos, compuestos nitrogenados, lípidos, vitaminas y sales minerales (López *et al*, 2007). Existen diversas enfermedades de la cebada, la mayoría de las cuales provocan una disminución importante del rendimiento, tenido bajadas de la productividad de la cosecha, hasta de un 40% (Agroptima, 2016). Por lo que la sanidad del cultivo de cebada es fundamental a la hora de obtener granos de calidad de uso maltero, que además debe presentar diversos estándares de calidad como lo son los establecidos en la norma mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003 la cual dicta que se deben cumplir con los parámetros de cierto porcentaje de impurezas, grano dañado, propiedades organolépticas, humedad y germinación.

En la norma mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003, se establecen las condiciones y características que debe reunir la cebada maltera para su comercialización. El grano

debe tener entre 11.5 y 13.5% de humedad, poseer una germinación mínima de 85%, tamaño de grano para uso maltero de 85% (grano retenido en una criba de 5.5/64" X 3/4"), un máximo de 5% de granos desnudo o quebrados, impurezas 2%, grano dañado hasta 10%, mezclas hasta 10% y peso por hectolitro, en cebadas de seis hileras como mínimo 56 kg hL, mientras que en cebadas de dos hileras esta debe tener como valor mínimo 58 kg hL (González *et al*, 2016)

A partir del año 1943 en México y el mundo se dio un importante incremento de la producción agrícola con la llegada de la revolución verde, la cual consistió en la adopción de una serie de prácticas y tecnologías, entre las que se incluyen la siembra de variedades de cereal como lo son el trigo y maíz, principalmente, las cuales eran variedades más resistentes a los climas extremos y a las plagas, así como el uso de fertilizantes y plaguicidas. Desde este momento el uso de agroquímicos se ha convertido en una actividad cotidiana para aumentar los rendimientos por unidad de superficie. A pesar de que el uso de plaguicidas y fertilizantes se realiza de manera usual existe poca información donde se evalué el efecto que estos productos tienen en los cultivos que son aplicados.

Por lo que en esta investigación se evaluó el efecto de diferentes herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes pertenecientes a cuatro empresas agrícolas (**A**, **V**, **F**, **D**) en cultivo de cebada maltera. Los productos fueron probados en la variedad P102 (2H) para evaluar el rendimiento y calidad de cebada maltera, en la zona del bajo mexicano. Los parámetros que fueron evaluados en dicha investigación fueron: Número de espigas por pie cuadrado, Número de granos por espiga, Altura de la planta, días a floración, días a madurez, rendimiento de Grano, Peso Hectolitro, y Porcentaje de grano aprovechable para malta. El software InfoStat fue el utilizado para realizar los análisis estadísticos de los datos implementando el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas se realizó un ANOVA (Análisis de Varianza), de igual forma se realizó la prueba de comparación de medias de LSD de Fisher con un  $\alpha=0.1$ . Para la empresa **A** únicamente se evaluó la variable de porcentaje de proteína en semilla.

En cuanto a los resultados obtenidos a la hora de evaluar el efecto de cada uno de los productos aplicados en el cultivo, el bioestimulante formulado a base de compuestos bioactivos, Mg, Fe, Zn de la empresa **A** fue el que presento mejores resultados en cada una de las variables evaluadas, reflejado en un rendimiento aproximado de 6.5 Ton/ha.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el uso de plaguicidas y fertilizantes de origen químico se han convertido en una práctica constante en la agricultura. Su aplicación, tiene como finalidad, generar un control o prevención de problemas en el cultivo de origen biótico (plagas, enfermedades y malezas); y de origen abiótico (deficiencias nutricionales, estrés hídrico, altas temperaturas, anoxia, etc.).

Sin embargo, el uso desmedido de estos productos origina un impacto negativo sobre el ecosistema y la salud a los organismos vivos. A nivel mundial, la producción de plaguicidas orgánicos sintéticos aumento desde los inicios del siglo XX. No obstante, la producción y uso de estos compuestos, han aumentado la carga de estas sustancias en la atmósfera, hidrósfera, suelos y sedimentos, lo que ha provocado episodios críticos de contaminación en el ambiente (Galán *et al.*, 2003).

La contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques, contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales, el uso inadecuado de los mismos por parte de la población, que frecuentemente son empleados para contener agua y alimentos en los hogares ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico como son animales y plantas principalmente y factores abiótico suelo, aire y agua, representando un peligro de salud pública.

Los plaguicidas tienen efectos nocivos en la salud, debido a que estas sustancias pueden ingresar a nuestro organismo ya sea por estar en contacto con la piel, nuestras vías respiratorias, digestivas u oculares, provocando intoxicaciones, generando síntomas como son dolor de cabeza, visión borrosa, temblores, náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal, debilidad muscular, irritación en la piel, convulsiones entre los más comunes, se han comprobado que varios plaguicidas inhiben la comunicación intercelular y actúan como promotores de tumores (ACHS, 2017).

Considerando las consecuencias que conlleva el uso de plaguicidas y fertilizantes de origen químico es necesario el manejo integrado de plagas y enfermedades en los cultivos, donde se realicen monitoreos apropiados antes de las aplicaciones de los agroquímicos para determinar si son necesarios, y se realice la búsqueda de nuevos productos que tengan el mismo efecto sobre las plagas y enfermedades, pero que estos generen un menor impacto al ecosistema y a la salud de los agricultores.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El uso de agroquímicos y fertilizantes en la producción agrícola son necesarios para lograr cultivos con altos rendimientos, libres de plagas, enfermedades y para reducir el estrés provocados por factores abióticos.

Los insumos agrícolas son generalmente de rápida acción, efectivos y económicamente accesibles para la mayoría de los agricultores. Pero el uso indiscriminado de éstos, repercuten en la erosión y desertificación de los suelos, provocan contaminación del agua, agotamiento de las reservas naturales y disminución de los rendimientos, contaminación al medio ambiente, aparición de nuevas plagas y enfermedades, disminución de la diversidad genética, resistencia genética de organismos perjudiciales y complicaciones de salud.

Teniendo en consideración las consecuencias que presentan la implementación de estos productos, empresas enfocadas al ámbito agrícola preocupadas por reducir la problemática de contaminación y salud han optado por la creación y utilización de productos amigables con el medio ambiente, estos productos son conocidos como de etiqueta verde o de origen orgánico, los cuales son productos que normalmente no ofrecen peligro, siempre y cuando sean aplicados con las estrictas normas de seguridad, tal es el caso de la empresa cervecera Heineken la cual en la búsqueda de ampliar y mejorar su catálogo de productos, ha tomado como medida preventiva la prohibición de productos que contengan como ingrediente activo como lo son Paraquat el cual es un Herbicida, Metamidofos, Metamilo, Paration metílico, Malation, Permetrina, Acefato, Triclorfon y Carbarilo que son insecticidas, los cuales se han comprobado que producen efectos nocivos a la salud de agricultor y dejan una considerable huella de contaminación.

Por lo tanto; la empresa Heineken – México está en constante evaluación de diferentes plaguicidas y fertilizantes, que puedan ser aplicados en el cultivo de cebada maltera, tales productos deben cumplir las normas de calidad de la Unión Europea, la cual busca la producción de granos de calidad. La prioridad de la constante evaluación de productos es reducir al mínimo los residuos químicos permitidos en el grano destinado a la producción de malta.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Especifico.**

Ampliar el catálogo de productos químicos permitidos de la empresa Heineken México, mediante la evaluación de distintos plaguicidas y bioestimulantes provenientes de diferentes empresas, aplicados para el control de problemas bióticos y abióticos en el cultivo de cebada maltera (*Hordeum vulgare*).

### **1.4.2. Generales**

- Evaluar el efecto de Fungicidas, Herbicidas, Insecticidas de 2 empresas comerciales en cuanto al rendimiento, calidad y desarrollo del cultivo de Cebada Maltera (*Hordeum vulgare*) en la zona del bajío Mexicano.
- Evaluar el efecto de Fertilizantes (Bioestimulantes) de 4 empresas comerciales en cuanto al rendimiento, calidad y desarrollo del cultivo de Cebada Maltera (*Hordeum vulgare*) en la zona del bajío Mexicano.

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

En el año de 1996 se evaluó la susceptibilidad de seis insecticidas de diferentes grupos toxicológicos en adultos de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) de dos a seis días de edad, procedentes de Chapingo, México y Tepoztlán, Morelos. Utilizando la concentración letal media (CL50) y concentración letal noventa y cinco (CL95) de los seis insecticidas. Se encontró que la colonia de Chapingo fue susceptible a endosulfán, imidacloprid, metamidofós, dimetoato, metomil y permetrina mientras que la colonia de Tepoztlán fue susceptible a endosulfán e imidacloprid, tolerante a dimetoato, metomil y permetrina, y resistente a metamidofós (Ortega-Arenas *et al*, 1998).

En el estado de Veracruz, México, se siembra anualmente arroz de temporal, debido a problemas de sequía favorece la presencia de hongos como *Pyricularia oryzae* Cav. (quema de arroz) y *Cercospora oryzae* Miyake. (Mancha angosta). Por lo que con el objeto de conocer el comportamiento de fungicidas se evaluó la eficacia del Azoxystrobin en el control de estos hongos, se evaluó la incidencia, número de lesiones en 20 plantas, índice de intensidad, el rendimiento de grano y fitotoxicidad. Los tratamientos evaluados fueron: Azoxystrobin a 0,2, 0,4 y 0,6 l/ha vs Tiabendazol a 0,5 kg/ha y un testigo sin aplicación. Se encontró que el Azoxystrobin obtuvo mejores resultados que Tiabendazol y éste a su vez que el testigo no tratado. El mejor control para *Pyricularia oryzae* y *Cercospora oryzae* y el mayor rendimiento de grano se logró cuando se aplicó Azoxystrobin en dosis de 0,6 l/Ha, aunque con 0,2 y 0,4 l/Ha de este fungicida tuvo un buen control de estas enfermedades. Ninguno de los fungicidas causó toxicidad al arroz (Becerra – Tosquy, 2001).

Durante el ciclo de temporal de primavera-verano de 1999 en el municipio de Zapopan, Jalisco en la zona cañera se evaluaron cuatro tratamientos 3 a base del herbicida 2,4-D con dosis (i.a/Ha) de 480 gr, 720 gr y 960 gr y uno de Hierbamina a una dosis (i.a/Ha) de 720 gr, además de un testigo siempre limpio y un testigo absoluto (sin control de maleza). De acuerdo a los resultados obtenidos indicaron que el 2,4-D a las dosis de 720 y 960 gr/Ha ejerció un control durante los primeros cuarenta días superior al 80%

de *Tithonia tubaeformis* y *Amaranthus hybridus*. Las especies *Bidens pilosa*, *Simsia sp.* y *Sicyos angulatus* presentaron mayor tolerancia a la acción de los tratamientos a base de 2,4-D. Sin embargo, los tratamientos a base de 2,4-D a 720 y 960 gr/Ha ejercieron un control superior al 80% únicamente durante los primeros 20 días posteriores a la aplicación. El 2,4-D a la dosis de 480 gr/ha no resultó suficiente para el control de especies de hoja ancha que presentaron una altura superior a los 25 cm al momento de la aplicación y en especial en especies como *Bidens pilosa*, *Simsia sp.* y *Sicyos angulatus*. Ninguno de los tratamientos a base del herbicida 2,4-D aplicados en posemergencia ocasionaron síntomas de toxicidad en plantas de caña de azúcar (Chavez,2003).

Se determinó el efecto de la aplicación separada o combinada del aceite sintético del ajo, la solarización y el uso del fungicida tebuconazole sobre la densidad de poblaciones naturales de esclerocios de *Sclerotium Cepivorum* Berk. Para reducir la incidencia de la pudrición blanca e incrementar el rendimiento de ajo (*Allium Sativum*). La investigación se realizó en Cortázar, Guanajuato, México durante el periodo de noviembre de 1995 a mayo de 1997. El tebuconazole a solo 1.6 % la incidencia de la pudrición blanca, produciendo un rendimiento de 5 toneladas por hectárea, fue el único tratamiento cuyo efecto disminuyo la densidad final de los esclerocios hasta la cosecha del ajo (Delgadillo *et al*, 2004).

Durante el año 2001 se estableció un experimento en tres localidades del centro y norte del estado de Veracruz, México, con el objeto de conocer la efectividad de la mezcla formulada de los herbicidas picloram + fluroxipir, picloram + 2,4-D y picloram + metsulfurón metil en el control de escobilla (*Sida acuta*), olín (*Croton reflexifolius*) y puzgual (*C. cortesianus*), tres especies importantes de malezas perennes de pastizales tropicales. Se evaluaron las mezclas de picloram + fluroxipir a dosis de 40 + 40, 60 + 60 y 80 + 80 gr/100 lts de agua; picloram + 2,4-D a 64 +240 y 96 + 360 gr/100 lts de agua y picloram + metsulfurón metil a 64 + 4 gr/100 lts de agua. Se determinó el control por los tratamientos sobre las tres malezas y su toxicidad a los pastos. Los mejores controles de escobilla y puzgual se obtuvieron con las dosis altas e intermedia de picloram + fluroxipir, con valores promedio superiores a 90%. Esta mezcla superó

significativamente en control a los tratamientos de picloram + 2,4- D y picloram + metsulfurón metil. Con las dosis altas de picloram + fluroxipir y de picloram + 2,4-D, se obtuvieron controles de olín de 55 y 46%, respectivamente (Esqueda *et al*, 2010).

En los años 2007 y 2008 en el norte de Tamaulipas, México se evaluaron en campo algunas opciones para el control químico de malezas de hoja ancha en sorgo en pre y post emergencia. Los herbicidas que evaluaron fueron: amicarbazone y atrazina aplicados preemergencia un día después de la siembra ; prosulfuron , 2,4-D amina, carfentrazone + 2,4-D, dicamba; bromoxinil y bentazona aplicados postemergencia. Los herbicidas aplicados preemergencia resultaron un buen control de polocote (*Helianthus annuus* L.) y quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats), sin causar daños al sorgo. En el caso de herbicidas postemergencia aplicados en sorgo de seis hojas como fue prosulfuron mostró un buen control de polocote en ambos años, pero el control de quelite fue medio en 2008 y en ningún año controló al trompillo (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) La mezcla de carfentrazone + 2,4-D 1 y 2,4-D mostraron buen control de maleza, aunque causaron daños al sorgo y redujeron su rendimiento. Dicamba se comportó en forma similar al 2,4-D en control de maleza, pero causó menores daños al sorgo y no disminuyó su rendimiento controló eficientemente al polocote y al quelite, pero no tuvo efectos sobre trompillo. Bentazona tuvo un control regular de polocote, pero no fue eficiente en quelite y trompillo. Los resultados indican que hay varias opciones para el control de polocote y quelite, y que para lograr el control de trompillo se debe incluir un herbicida hormonal como 2,4-D o dicamba (Rosales, 2011).

En un invernadero del Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, se realizó un experimento en Tomate, dicho experimento se llevó a cabo en los meses de febrero a agosto del 2007. Donde los tratamientos consistieron en aplicaciones foliares de ácido glutámico en concentración de 0.00, 1.25, 2.50, 5.00, 10.00 y 20.00 gr/lts. Se hicieron cinco aplicaciones, y el intervalo entre aplicaciones fue de tres semanas; la primera se realizó cuatro semanas después del trasplante. La fuente de ácido glutámico fue el ácido glutámico hidrociorado ( $C_5H_9NO_4 \cdot HCl$ ) al 99.5 % de concentración. Observado que con la aplicación vía foliar se logró disminuir el

contenido de nitratos en plantas de *Allium tuberosum* Rottler Spreng, lo que muestra su efecto en la incorporación del nitrógeno en compuestos orgánicos, ya que se incrementaron la síntesis de clorofila, el contenido de aminoácidos libres y la proteína soluble, así como azúcares solubles, llegando a la conclusión que la aplicación foliar de ácido glutámico favorece la formación de clorofila b, además que el efecto acumulado de la aplicación de ácido glutámico provoca incremento en la actividad de la glutamina sintetasa, lo que se refleja en mayor producción de frutos (Serna-Rodríguez *et al.*,2011).

Durante el ciclo agrícola primavera-verano 2009 en las instalaciones del INIFAP - Campo Experimental Valle de México se evaluó la efectividad biológica de los fungicidas Epoxiconazole, Tebuconazole y Flutriatol para el control de roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth.) en cebada. Los productos evaluados son a fungicidas orgánicos del grupo de los triazoles. En cada experimento se utilizaron tres dosis (alta, media y baja) del fungicida a evaluar y dos testigos como punto de referencia para evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad. Para la evaluación de la efectividad biológica se determinó la incidencia y severidad de la enfermedad mediante: densidad de uredias (DU), rendimiento de grano, peso hectolítrico, peso de mil granos, etapa fenológica del cultivo con relación a los días después de la siembra (EFC). Los resultados obtenidos indican que los fungicidas Epoxiconazole y Tebuconazole, pueden tener un buen control de la enfermedad a dosis de 500 y 450 mL ha<sup>-1</sup> respectivamente (González *et al.*, 2013).

El cultivo de fresa es extremadamente sensible al ataque de plagas, por lo cual su cuidado y manejo son muy complejos. Entre las plagas que más afectan al cultivo de fresa se identifican la araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) la cual daña a las plantas perforando y extrayendo el contenido de las células de la hoja, ocasionando reducción del vigor, conduciendo a una cosecha reducida hasta en un 60 %. Por lo que, en el año del 2012 en Zamora, Michoacán se evaluó la efectividad biológica de (Bifentrina - Abamectina), donde se emplearon tres tratamientos del insecticida con dosis de 0.6, 0.7 y 0.8 L/ha. Obteniendo como resultado que el insecticida ofrece un control muy

aceptable de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en la zona de Zamora, presentado mejores resultados de control con la dosis de 0.8 L/Ha (Delgadillo, 2013).

Las principales zonas productoras de trigo de temporal en México se encuentran están ubicadas en los Valles Altos Centrales, los estados que comprenden a esta zona son México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, donde las principales problemáticas que sufren son la sequía, heladas, roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* W.) y roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.), enfermedades que son una amenaza constante en la producción de trigo nacional y mundial. Por lo que en INIFAP Campo Experimental Valle de México se evaluó el efecto de la aplicación de un funguicida en el rendimiento de grano. Durante el ciclo P-V/2013 en 17 variedades y tres líneas uniformes de trigo harinero en las localidades de Nanacamilpa, Velasco, La Concepción y Juchitepec. Para control de la roya se realizaron dos aplicaciones del funguicida Azoxystrobin+Propiconazole (Quilt®) 0.8 L ha<sup>-1</sup> con intervalo de 15 días al iniciar la aparición de 50% de la hoja bandera. Hubo diferencias altamente significativas para localidades, variedades y aplicación o no de funguicida. Las diferencias en rendimiento con y sin aplicación de funguicida variaron desde 1.2 % en la línea avanzada Chicalote “s” hasta 43 % en la variedad Cortázar S-94. La mayoría mostraron reducciones de rendimiento mayor a 20 % (Hortelano *et al*, 2014).

En el año 2011 se estableció un estudio en Iguala (Gro), México en donde se analizó el crecimiento y rendimiento de dos variedades de Maíz uno criollo (Vandeño) y otro híbrido (H-562) en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno. Los tratamientos consistieron en la inoculación a la semilla con el biofertilizante, a razón de 1 kg de *Glomus* y 0.4 kg de *Azospirillum* en 20 kg de semilla de maíz. Se emplearon tres niveles de fertilización 0, 80, 160 kg N ha<sup>-1</sup>, los cuales se aplicaron de forma fraccionada, la mitad de N a los 10 días después de la siembra (dds) y el resto a los 40 dds. La densidad de población fue de 6.25 plantas por m<sup>-2</sup> y con distancia entre surcos de 80 cm. En Vandeño el uso de biofertilizante y 160 kg N ha<sup>-1</sup> incrementó la materia seca durante el desarrollo del cultivo, pero no fue significativo para el rendimiento del grano. En cuanto al índice y duración de área foliar, el más alto fue con 80 y 160 kg N ha<sup>-1</sup>, lo que ocasionó la mayor, pero no así en la. En relación con H-562, la más alta

producción de materia seca total y rendimiento de grano fue con 160 kg N ha<sup>-1</sup>, asimismo se incrementó el índice y duración de área foliar, que generó la más alta tasa de crecimiento del cultivo y asimilación neta (Aguilar *et al*, 2015).

Durante el mes de abril de 2014, en el municipio de Tancítaro, Michoacán se evaluó la eficacia de los insecticidas Sulfoxaflor, Spirotetramat, Imidacloprid, Flonicamid y Pimetrozine para el control de la plaga Psílido del aguacate y Trioza aguacate. Los resultados obtenidos fueron mostraron que a 7 días después de la aplicación una la menor población de ninfas en el tratamiento con el insecticida spirotetramat, seguido de imidacloprid, a los 14 días estos dos insecticidas presentaron igualdad estadística, seguidos de sulfoxaflor y flonicamid, mientras que pimetrozine fue igual al testigo absoluto. A los 21 días los insecticidas spirotetramat, imidacloprid y flonicamid fueron estadísticamente iguales y los mejores tratamientos en el control del psílido. En la última toma de datos a los 28 días, spirotetramat, imidacloprid y flonicamid continuaron ejerciendo control sobre la plaga, siendo más notorio el efecto de spirotetramat con la menor población, seguidos de sulfoxaflor a diferencia de pimetrozine y el testigo absoluto que continuaron con el incremento de las poblaciones del insecto. Llegando a la conclusión que el insecticida spirotetramat fue el insecticida de mayor efectividad biológica para el control del psílido del aguacate, seguido de imidacloprid y flonicamid, manteniendo siempre sus poblaciones en niveles bajos de infestación (Lemus-Soriano y Santos-González, 2015)

En los meses de Abril y Mayo de 2014, en la localidad de Apipilulco, Cocula, Guerrero donde se evaluó la efectividad biológica de los insecticidas clorpirifós, benzoato de emamectina, spinoteram, novaluron, deltametrina y zeta cipermetrina contra *Spodoptera frugiperda*, donde se realizaron cuatro evaluaciones antes de la aplicación y a los 7, 14 y 21 días después de esta, evaluándose el número de plantas con daño de gusano cogollero en 25 plantas elegidas al azar en cada parcela experimental. los resultados obtenidos demostraron que los insecticidas a las dosis evaluadas presentaron de 45 a 56 % en la disminución de daño, así como una reducción del 86 al 95 % en el número de larvas en los diferentes tratamientos a los 21 días después de la aplicación (Tejada *et al*, 2016).

Por su parte en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Gómez Palacio, Durango se evaluó el efecto foliar de sustancias químicas involucradas en la tolerancia al estrés hídrico en el crecimiento de plantas de frijol dicho trabajo se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero. Las sustancias evaluadas fueron la prolina, glicina betaína, ácido glutámico, nitrato de potasio y ácido ascórbico a dos concentraciones diferentes. A los 60 y 80 días después de la siembra se midió el área foliar (AF), el peso seco de las hojas, raíz, tallo y hojas, transpiración, contenido relativo de agua, y clorofila. Los resultados indicaron que existen evidencias de que la aplicación foliar de glicina betaína, a una concentración de 20 y 40 mM, y ácido glutámico, a una concentración de 3 y 5 mM, reducen los efectos adversos del déficit hídrico en el crecimiento de la planta (Villa-Castorena *et al*, 2016).

En el estado de San Luis Potosí, México, en los meses de mayo a junio del 2017 se realizó un estudio en el con el objetivo de evaluar la efectividad biológica del insecticida Singular 350 SC (Imidacloprid) para el control del pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehntner) en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Se implementó un diseño de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres dosis del insecticida Singular 350 SC (Imidacloprid), un control regional y un control absoluto, sin aplicación de insecticida. Se realizaron dos aplicaciones a intervalo de siete días, a partir de que se constató la presencia de la plaga en el cultivo, en la fase de floración. Las tres dosis de Singular 350 SC presentaron buenas eficacias de control del número de colonias vivas e infestación del pulgón amarillo, superiores al 85 % desde la primera y segunda fecha de evaluación respectivamente. Sobresalieron los tratamientos de Singular 350 SC a dosis de 250 y 300 mL ha<sup>-1</sup>, con porcentajes de eficacias superiores al 85 % desde la primera evaluación (Perales *et al*, 2019).

*Moniliophthora roreri* causa la moniliasis la cual es una enfermedad fúngica que más afecta fruto del cacao en América, con pérdidas hasta del 100 %. En México, el empleo del control químico de esta enfermedad es escaso, debido principalmente a la falta de productos seleccionados por su efectividad sobre *M. roreri* por lo que, en el

municipio de Jalpa de Méndez, Tabasco, se seleccionaron dos plantaciones de cacao para evaluar la eficacia de los fungicidas sistémicos ebuconazol, propiconazol, azoxystrobin y trifloxystrobin sobre *M. rozeri*. En cuanto a los resultados obtenidos el trifloxystrobin, el tebuconazol y el propiconazol inhibieron el 100 % del moniliasis en todas las dosis evaluadas; el azoxystrobin mostró una eficiencia de 78 % (Torres *et al*, 2019).

En el INIFAP campo experimental Valle de México en la localidad de Juchitepec se llevó a cabo un experimento donde se evaluó el efecto de fungicidas sobre caracteres agronómicos, rendimiento y tizones foliares en trigo, dicho proyecto se llevó a cabo en el año del 2016. El estudio se llevó a cabo en tres localidades de Valles Altos del centro de México, donde se probaron ocho fungicidas sistémicos y tres de contacto. Los fungicidas sólo tuvieron efecto altamente significativo en los días a madurez, donde la azoxistrobina + propiconazole retrasó la madurez de la planta hasta en 8 días comparado con el testigo. Todos los fungicidas redujeron el área foliar dañada hasta en 63.3 % y aumentaron el rendimiento de grano hasta en 56 %. Los fungicidas a base de azoxistrobina y los de la familia de los triazoles indujeron el efecto stay-green (demora en la senescencia foliar) y mejoraron la sanidad de las plantas. Se observó una correlación positiva entre días a madurez y rendimiento de grano, y negativa entre el porcentaje de área foliar dañada y rendimiento de grano. La aplicación de fungicidas foliares para el manejo de manchas y tizones foliares en trigo se recomienda como una alternativa para proteger el cultivo y aumentar el rendimiento en trigo (Mariscal-Amaro *et al*, 2020).

En el valle del Yaqui, Sonora, México se realizó un estudio evaluando la eficacia de tritosulfurón + dicamba en el control de maleza de hoja ancha en maíz, así como, evaluar la fitotoxicidad sobre el cultivo y su rendimiento, además de hacer una comparación de control con el herbicida comercial a base de dicamba + 2,4-D Amina. Los resultados muestran que tritosulfurón + dicamba controló de manera regular y el testigo regional un control medio, aunque no fueron suficientes en la práctica, ambos herbicidas controlaron de manera regular la maleza desde 15 dda. Se requirió una dosis de 250 G/ha-1 de tritosulfurón + dicamba, para obtener un control suficiente en de

maleza y superar al testigo regional a 30 dda; aunque este efecto fue reducido 45 dda a un control medio e igualada por su dosis baja y por el testigo regional. Ninguno de los tratamientos fue fitotóxico al cultivo, como para afectar su producción (Tamayo *et al*, 2020).

Actualmente correhuela (*Convolvulus arvensis*) se ha convertido en una problemática en el cultivo de maíz en el sur de Sonora, por lo que se requiere de herbicidas que la controlen eficazmente en la postemergencia del cultivo y con selectividad a los híbridos de interés. En el valle del Yaqui, Sonora, México se realizó un estudio aplicando siete tratamientos que incluyeron: 1. Fluoroxypir, 2. Fluoroxypir, 3. Topramezone + dicamba, 4. 2,4- D, 5. Dicamba, 6. Testigo comercial (dicamba + 2,4-D [dicambel + Agramina]) y 7. Testigo sin aplicación. Se registró el control 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos. Los resultados muestran que 30 dda, sólo dicamba y el testigo regional controlaron suficientemente en la práctica a la especie y el control fue medio para el resto de los tratamientos. A los 45 dda, solo Fluoroxypir y dicamba controlaron correhuela de manera suficiente en la práctica, aunque no registraron diferencias significativas con el testigo regional. Solo dicamba mantuvo un control suficiente en la práctica 60 dda. El mayor rendimiento corresponde a 2,4-D amina (León *et al*, 2020).

En el poblado de Cocula, Guerrero se realizó un estudio donde se evaluados siete tratamientos 1) Nicosulfurón + 2,4-D; 2) Nicosulfurón + atrazina; 3) Nicosulfurón + dicamba; 4) Rimsulfurón + 2,4-D; 5) Rimsulfurón + dicamba; 6) Rimsulfurón + atrazina y 7) Testigo sin aplicación. Los muestreos se realizaron a los 7, 15, 30 y 60 días después de la aplicación donde se evaluaron variables número de malezas y porcentaje de control. Con las aplicaciones de nicosulfurón y rimsulfurón en mezcla con 2,4-D, dicamba y atrazina se lograron niveles de control mayor o igual al 90% por 30 días sobre las malezas *Sorghum halepense* y *Panicum reptans*. Los herbicidas nicosulfurón + dicamba y rimsulfurón + atrazina controlaron a las malezas *Melampodium divaricatum* y *Argythamnia neomexicana* por 30 días. La maleza *Kallstroemia maxima*, fue controlada en un 100% con la aplicación de nicosulfurón + dicamba. Llegando a la conclusión de que la aplicación de nicosulfurón y rimsulfurón

logran el mejor control sobre las monocotiledóneas y en las dicotiledóneas, el mayor control se observó con la aplicación de nicosulfurón + dicamba, sin embargo, la aplicación de rimsulfurón con atrazina y 2,4-D generó la mejor rentabilidad (Aguilar-Carpio *et al.*, 2021).

## 2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.2.1. CULTIVO DE CEBADA

La cebada (*Hodeum vulgare*) es una planta anual monocotiledónea, representada por dos especies: *Hordeum distichum* comúnmente llamada cebada cervecera y *Hordeum hexastichon* que se usa como forraje.

Es una planta autogama que pertenece a la familia de las gramíneas. Las espigas se encuentran unidas en forma de raquis. Dispuestas de forma que estas se recubren unas a otras, las glumas son alargadas y agudas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano. Es una planta de hojas estrechas y de color verde claro, en el punto en que el limbo se separa del tallo, al terminar la zona envainadora de la hoja, se desarrollan dos estipulas que se entrecruzan por delante del tallo y una corta lígula dentada aplicada contra este. La planta posee flores que poseen tres estambres y un pistilo de dos estigmas (SAGARPA, 2016).

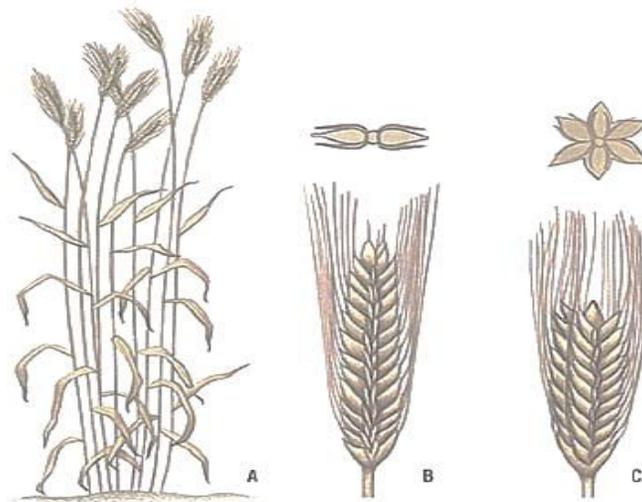


Fig. 1. A) Morfología de planta de cebada. B) Espiga de variedad de cebada 2H. C) Espiga de cebada variedad 6H (<https://lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-de-la-cebada.html>).

### 2.2.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA.

La importancia económica de la cebada radica en la obtención de malta para la fabricación de cerveza. La cebada ocupa el cuarto lugar en importancia entre los

cereales, después del trigo, el maíz y el arroz. Representa las dos terceras partes de los granos que demanda el mundo. En el mes de noviembre 2019, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) proyecta que la Producción Mundial de Cebada 2019/2020 alcanzaría los 155.84 millones de toneladas. En el año 2018 los estados de Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, México y Zacatecas concentraron más del 89% del total de la cebada producida en México.

### **2.2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA CEBADA**

La cebada pertenece a la subfamilia Poideae, dentro de la familia Poaceae, la cual incluye plantas tanto cultivadas como silvestres. Todos los tipos de cultivados se agrupan en una sola especie polimorfa *Hordeum vulgare* L. (Mateo, 2005).

De acuerdo con Stein *et al.* (2013). La clasificación taxonómica completa de *Hordeum vulgare* L

**Reino:** *Plantae*

**Subreino:** *Tracheobionta*

**División:** *Magnoliophyta*

**Clase:** *Liliopsida*

**Orden:** *Cyperales*

**Familia:** *Poaceae*

**Género:** *Hordeum*

**Especie:** *Hordeum vulgare*

### **2.2.4. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) fue una de las primeras especies domesticadas. Estudios arqueológicos la sitúan en el Neolítico y aparentemente es originaria del suroeste de Asia, ubicando el centro de origen en Etiopía basados en la alta diversidad fenotípica existente. Los primeros tipos que aparecieron fueron las de dos carreras y

más tarde aparecieron los de seis carreras, aproximadamente hace 9 500 años. La primera cebada que se cultivó fue la de dos carreras. Es posible que este tipo proceda de una especie similar a la actual *Hordeum vulgare*, subespecie *spontaneum*. La cebada de cuatro y seis carreras ha sido el resultado de mutaciones ocurridas en la naturaleza; las cebadas cultivadas se clasifican en cebadas de dos carreras (*Hordeum vulgare distichum*) y cebadas de seis carreras (*Hordeum vulgare hexastichum*). (Bothmer *et al.*, 2003).

El cultivo de cebada cuenta con una amplia distribución por el mundo encontrando como principal país productor a Rusia (17,992,517 Ton), seguido por Alemania (10,730,500 Ton) y en el tercer puesto a Francia (10,306,008 Ton), mientras que México (978,349 Ton) se encuentra en el puesto 27 (Atlas Big, 2018-2020)

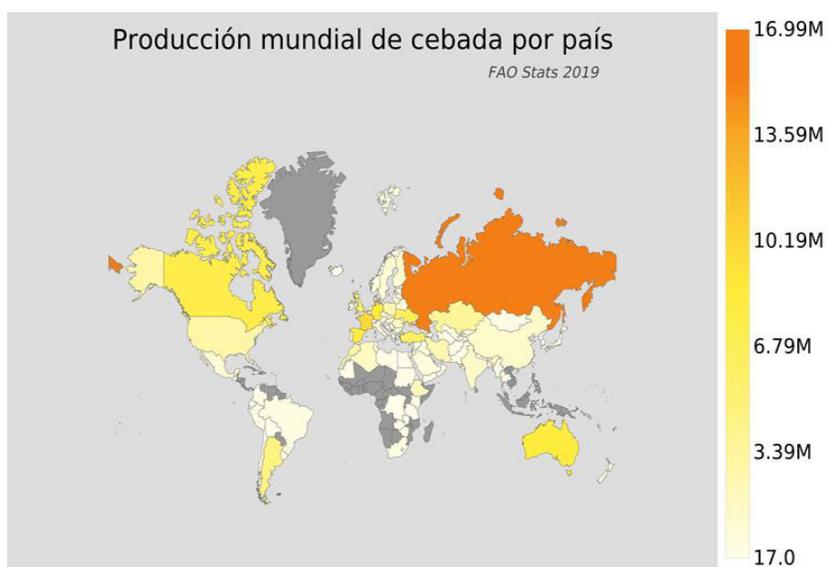


Fig. 2 Mapa de producción mundial de cebada maltera donde los países en color café más oscuro son los que presentan una mayor producción en toneladas de este cereal, mientras que los países con menor producción presentan un color café más tenue (<https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-cebada>).

### 2.2.5. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

La cebada se adapta a diversos tipos de suelo, en general, se desarrolla bien en suelos ligeros bien drenados y en migajones con buena fertilidad. La textura óptima es de tipo franco y migajón-arenoso. Le favorecen suelos de textura media (FAO, 1994). La cebada se puede sembrar desde los 2400 a 3500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), requiere de 500 a 700 mm de precipitación y una temperatura promedio entre los 10 a

20 ° C. se adaptada bien todos los tipos de suelo con buena profundidad y drenaje para evitar encharcamientos y con ello lograr un desarrollo radicular. Prefieren suelos con pH entre 5.5 a 7.5 (Peña-Herrera, 2011)

## **2.2.6. NUTRIENTES ESENCIALES**

### **2.2.6.1.Nitrógeno**

Determinante en el crecimiento y desarrollo de la planta. Es fundamental al principio del desarrollo del cultivo, Aumenta la calidad de la cebada cervecera.

### **2.2.6.2.Fosforo**

Mejora la precocidad de la cebada y el desarrollo de sus raíces, fundamental durante la germinación y nacencia, da vigor al cultivo, participa en la formación de la espiga y del grano.

### **2.2.6.3.Potasio**

Esencial para el crecimiento de la planta ya que tiene efectos en el peso y tamaño de los granos

### **2.2.6.4. Magnesio**

Mejora la concentración de proteínas y lípidos en el grano.

### **2.2.6.5. Azufre**

Mejora el vigor de la planta, es fundamental durante el ahijado hasta el encañado.

## **2.2.7. ETAPAS FENOLÓGICAS**

### **2.2.7.1. Siembra**

En Guanajuato la época de siembra comprende del 25 de diciembre al 25 de enero, debido a que en este estado el clima es más fresco y el periodo de lluvias se presenta más tarde, condición que no interfiere en la cosecha.

### 2.2.7.2. Germinación

La emergencia dura entre 5 a 10 días según la temperatura y humedad del suelo (Rasmusson, 1985). Después de la germinación, el coleóptilo llega a la superficie y la primera hoja emerge.

### 2.2.7.3. Amacollamiento

Los macollos o tallos secundarios aparecen de las yemas axilares del primer tallo. El número de macollos por planta es influenciado por la densidad y la genética del cultivar, así como también de factores ambientales. Por lo general una planta desarrolla entre uno y seis tallos sin embargo dentro de lugares favorables muchas veces se presentan ocho (Briggs, 2008). Dependiendo de la densidad de siembra y disponibilidad de agua y nutrientes el macollo presenta una relevancia ya que el número y vigor de éstos determinará el porcentaje significativo de espigas por metro cuadrado (Arellano, 2010) (Fig. 3).

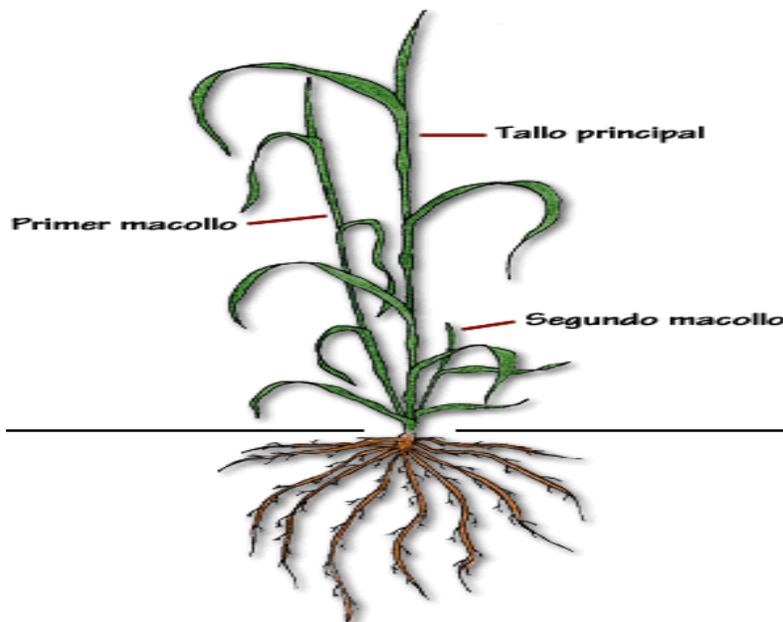


Fig. 3. Planta de cebada con dos macollos: uno avanzando en su desarrollo y otro pequeño que no llegará a ser productivo ([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/cebada/macollo.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/macollo.htm)).

#### **2.2.7.4. Encañado**

El encañado inicia con la aparición del primer nudo, además es posible visualizar la futura espiga, presentando un tamaño de aproximadamente 5 mm. A partir de este momento comienza un rápido crecimiento de los tallos, los cuales, durante la etapa de encañado, van estructurándose con base en la formación de nuevos nudos y entrenudos. Al finalizar la etapa del encañado se presentan las aurículas de la hoja bandera y aparecen las aristas o barbas en la espiga (Arellano, 2010) (Fig. 4).



Fig. 4 Planta de cebada en etapa de encañado ([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/cebada/encanado.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/encanado.htm)).

#### **2.2.7.5. Hoja bandera**

La hoja bandera es la última hoja que emerge del tallo, generalmente es más pequeña que las otras y se encuentra posicionada justo por debajo de la espiga o panícula en las gramíneas. La morfología de la hoja bandera afecta significativamente el rendimiento de las gramíneas, calidad del grano, madurez y otros parámetros (Fig.5).



Fig. 5. Planta en la etapa de hoja bandera, presentando las primeras espigas ([https://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/trigo/espigadu.htm](https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/espigadu.htm))

#### **2.2.7.6. Espigamiento**

El espigamiento se presenta de los 58 a 68 días y se caracteriza por la emergencia de las aristas y por la presencia de espiguillas primordiales (Rasmusson, 1985). Días después del espigamiento, ocurre la aparición del primer estambre y la apertura de las flores. La floración se completa en dos días (Arellano, 2010) (Fig.6).



Fig. 6. Espiga de cebada de la variedad P102

### **2.2.7.7. Madurez y formación del grano**

La madurez fisiológica ocurre entre los 106 y 123 días, dependiendo del ambiente y de la fecha de siembra. Después de la polinización, el crecimiento del grano dentro de la flor es muy rápido, terminando al séptimo día, a las dos semanas comienza el estadio de grano pastoso. El llenado del grano depende del suministro de carbohidratos y citoquininas. Al final de esta expansión las células acumulan carbohidratos, proteínas y el llenado del grano en la cebada se completa en 30 días después de la antesis (Arellano, 2010) (Fig.7).



Fig. 7 Etapa de madures fisiológica de cultivo de cebada, mejor conocida como llenado de grano (<https://www.margenes.com/archives/45124>)

## **2.2.8. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

### **2.2.8.1. Raíz**

La cebada tiene dos tipos de sistemas de raíces, seminales y adventicias. La profundidad del alcance de las raíces depende de la condición, textura y estructura del suelo, así como de la temperatura (Box, 2008). Las raíces seminales tienen como principal función el anclaje de la planta y la obtención de nutrientes que ocupa la planta joven en el período comprendido entre la germinación y la formación de la corona. Estas raíces desaparecen en la planta adulta porque dejan de cumplir su función. Las raíces adventicias, se desarrollan en la base del tallo y son numerosas, siendo más

grandes y ramificadas que las raíces seminales. Los dos tipos de raíces se encuentran cubiertas de pelos absorbentes (Newman y Newman, 2008).

#### **2.2.8.2. Tallos**

El tallo de la cebada presenta corona principal, además de producir macollos secundarios. El tallo es una estructura cilíndrica con entrenudos huecos, separados por entrenudos sólidos o articulaciones transversales con septos. En la planta hay entre seis y siete entrenudos. El entrenudo basal es el más corto, mientras que el diámetro de los entrenudos disminuye hacia la parte superior de la planta. El pedúnculo es la última parte del tallo entre el entrenudo y el collar que marca la transición hacia el raquis en la espiga (Newman y Newman, 2008).

#### **2.2.8.3. Hojas**

Las hojas de la cebada son lineales con un ancho de 5-15 mm, ubicándose alternadamente en el tallo. La hoja presenta en su estructura una envoltura, lámina, aurículas y lígula. La hoja superior u hoja bandera, es a menudo la hoja más pequeña, no obstante, su vaina está más desarrollada y ofrece protección a la espiga tierna antes de su emergencia (Newman y Newman, 2008).

#### **2.2.8.4. Inflorescencia**

Las unidades de floración (las espiguillas) se unen directamente al raquis, que es la extensión del tallo que soporta la espiga. Existen tres espiguillas en cada nudo de la espiga, llamados trillizos, alternados en lados opuestos de la espiga. Cada espiguilla se compone de dos glumas, que son brácteas vacías y un florete que incluye la lemma, la palea, y los componentes reproductivos cerrados (Box, 2008)

#### **2.2.8.5. Granos**

El grano de cebada está compuesto por la cascarilla, la raquilla y el fruto. El fruto está formado por el pericarpio y la semilla. En la cebada de seis hileras, todas las espiguillas de un triplete son fértiles y capaces de desarrollar granos. Las semillas laterales tienden a ser ligeramente asimétricas y, en algunas variedades son más pequeñas que el grano central. En la cebada de dos hileras sólo la espiguilla central es fértil, mientras que las espiguillas laterales son más pequeñas con estambres reducidos, un ovario rudimentario y el estigma; por lo tanto, las espiguillas laterales de la cebada de dos

hileras son estériles y sólo una sola semilla se produce en cada nudo de la espiga (Komatsuda *et al.*, 2007).

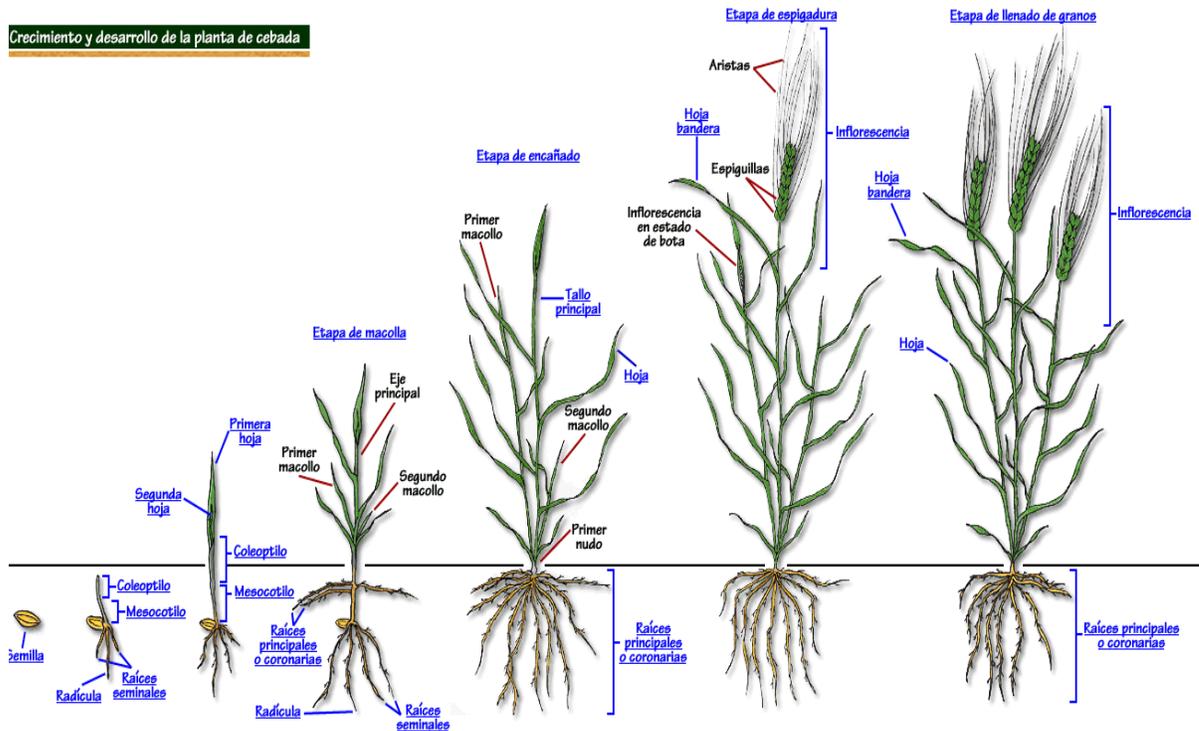


Fig.8. Etapas fenológicas del cultivo de cebada maltera y descripción botánica de la planta de cebada ([http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/cebada.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada.htm)).

### 2.2.9 MALEZAS.

Las malezas presentes en los cultivos de invierno están constituidas por una amplia diversidad de especies de hoja ancha, como las que integran la familia de las crucíferas y las gramíneas entre las principales malezas que afectan al cultivo de cebada maletera se encuentra la mostaza amarilla (*Brassica campestris*), hierba amargosa (*Abrisia artemi*), manzanilla (*Anthemis arvensis*), verdolaga (*Portulaca oleracia*), correhuela (*Convolvulos arvensis*), quelite (*Chenopodium álbum*), avena silvestre (*Avena fatua*) Alpiste (*Phalaris canariensis L.*), colza silvestre (*Brassica napus*), carretilla (*Medicago hispida*). El combate de las malezas debe hacerse antes de la preemergencia y después de la postemergencia para reducir la población al máximo y evitar la

competencia con el cultivo durante el periodo crítico. Para controlar las malezas en cebada se pueden emplear 2 métodos los cuales son Preventivo y Químico (Rosales, 1999).

#### **2.2.10. PLAGAS**

Entre las principales plagas que afectan a la cebada se encuentran.

##### **2.2.10.1. Pulgones.**

Producen importantes daños en la cebada, sobre todo el primero de ellos, pues es el principal vector del Virus del Enanismo Amarillo. Entre las principales especies podemos citar al pulgón amarillo (*Metopolophium dirhodum*), el pulgón de la espiga (*Sitobium avenae*), el pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*), el pulgón de la avena (*Rhopalosiphum padi*). Numerosos insecticidas fosforados y carbamatos brindan un control adecuado de la plaga (Rosales, 1999) (Fig.9).



Fig. 9. Hoja de cebada infestada por plaga de pulgón amarillo

### 2.2.10.2. Larva del insecto (*Lema melanopa*)

Se alimenta del parénquima de las hojas de cebada produciendo aparentes pérdidas de masa fotosintética, en caso de ataques de intensos consumen totalmente las hojas y pueden llegar a cortar los tallos en la base de las espigas y provocar grandes pérdidas (Rosales, 1999) (Fig.10).



Fig. 10. Larva de *Lema melanopa* es un coleóptero de la familia de los crisomélidos. (<https://www.agroramon.com/wordpress/lema-melanopa-babosilla/>)

### 2.2.10.3. Gallina ciega

Estos insectos provocan severos daños a las raíces de los cultivos atacados, que incluyen además de los cereales de invierno, se han identificado dos especies principales: el bicho candado (*Diloboderus abderus*) y el escarabajo claro (*Cyclocephala sp.*), esta plaga provoca los mayores daños en otoño, invierno y primavera, mientras los adultos tienen su período de mayor actividad desde diciembre hasta marzo (Rosales, 1999) (Fig.11).



Fig. 11. escarabajo *Cyclocephala* sp en etapa larval (<https://generacionverde.com/blog/plagas-es/gallina-ciega/>).

#### 2.2.10.4. Saltamontes

Saltamontes y langostas son una de las plagas más graves del cultivo en muchas áreas del mundo. Los saltamontes se alimentan de las hojas y provocan daños en los márgenes o cortan grandes porciones del tejido de las hojas, llegando a mordisquear los brotes. La hembra pone alrededor de 200 a 400 huevos por un periodo de algunas semanas (Rosales, 1999) (Fig. 12).



Fig. 12. Saltamontes sobre una espiga de planta de trigo (<https://www.pxfuel.com/es/search?q=insecto+en+trigo>).

### 2.2.11 NEMATODOS

Los nematodos también perjudican los cultivos de la cebada, sobre todo en años de otoño poco lluviosos. Los síntomas del ataque de nematodos se presentan en zonas concretas de las parcelas infectadas formando rodales en los que las plantas se desarrollan con mucha dificultad, enanizándose y amarilleando. Las especies que parásitan las plantas de cereales producen granos mecánicos, nódulos en las raíces, agallas y distorsión de alguna parte de la planta; Nematodo de la Agalla (*Anguina tritici*) y Nematodo nodulador de raíces (*Meloidogyne spp.*). Los nematicidas y los fumigantes del suelo son efectivos para controlar la mayoría de los nematodos, pero rara vez son económicos en cultivos de cereales. El control más efectivo se logra por medio de rotaciones de cultivos que incluyen especies resistentes (Rosales, 1999) (Fig. 13).



Fig. 13. Ejemplar de *Anguina tritici*, mejor conocido como nematodo de la espiga (<https://borauhermanos.com/plagas-de-cereales-nematodo-de-la-espiga/>).

## 2.2.12. ENFERMEDADES

### 2.2.12.1. Carbón volador (*Ustilago nuda*)

La infección tiene lugar cuando se están desarrollando los granos en la espiga. Las esporas del hongo, transportadas por el aire, caen sobre los granos en crecimiento, germinan y penetran en ellos. Estos conservan su apariencia externa completamente normal, pero al sembrarlos la nueva planta está completamente invadida por el hongo, apreciándose la invasión en las espigas, quedando reducidas al raquis, cubierto de



Fig. 14. Espigas de cebada con carbón cubierto, una enfermedad causada por los hongos *Ustilago nuda*.

polvo negro, que se disemina por el aire, propagándose así la enfermedad. En la actualidad, el control de carbón volador se logra mediante el tratamiento de las semillas infectadas con carboxina y sus derivados de carboxanilida antes de sembrar (Rosales, 1999) (Fig.14)

### 2.2.12.2. Carbón vestido (*Ustilago hordei*)

Las espigas atacadas presentan un aspecto externo normal, pero tienen los granos llenos de polvo negro. Cuando los granos infectados se siembran, las esporas que contienen penetran dentro de la plántula, invadiendo las zonas de crecimiento (Infoagro, 2020) (Fig.15).



Fig. 15. Espigas de cebada con carbón cubierto, una enfermedad causada por los hongos *Ustilago hordei*. ([https://es.123rf.com/photo\\_90053216\\_espigas-de-cebada-con-carb%C3%B3n-cubierto-una-enfermedad-causada-por-los-hongos-ustilago-hordei-.html](https://es.123rf.com/photo_90053216_espigas-de-cebada-con-carb%C3%B3n-cubierto-una-enfermedad-causada-por-los-hongos-ustilago-hordei-.html)).

### **2.2.12.3. Cenicilla**

La cenicilla es una enfermedad causada por el hongo (*Erysiphe graminis*), que ataca a las hojas cuando la humedad en el ambiente es alta. El hongo que la causa se desarrolla sobre las hojas haciendo que los tejidos se vuelvan primero amarillos, después cafés y poco a poco van muriendo. Por la parte de atrás de las hojas aparecen manchas algodonosas de color gris. Más tarde aparecen unas puntas negras sobre las hojas, que son las fructificaciones del hongo. El control de la cenicilla en los cereales se realiza por medio de la aplicación de fungicidas sistémicos como el Ethirimol, Triadimenol y Triforine, utilizados en el tratamiento de semillas (Rosales, 1999) (Fig.16).



Fig. 16. Hojas de cultivo de avena con el hongo *Erysiphe graminis* ([http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Blumeria\\_graminis.htm](http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Blumeria_graminis.htm))

#### **2.2.12.4. Royas de la hoja.**

La roya de la hoja es una enfermedad que se presenta extensamente en muchas zonas productoras de cebada del mundo, pero las pérdidas del cultivo son ligeras. El desarrollo y las diseminaciones de la roya de la hoja de la cebada se ven favorecidos por estados de tiempo húmedos y calientes. Entre las royas más comunes se conoce a roya parda (*Puccinia anomala*), la cual produce pequeñas pústulas sobre las hojas de color pardo anaranjado y después de color negro y la roya amarilla (*puccinia glumarium*), la cual produce sobre las hojas y vainas pústulas amarillentas dispuestas en líneas paralelas (Infoagro, 2020) (Fig.17).



Fig. 17. Hoja de cebada con presencia de roya parda (*Puccinia anomala*)

#### **2.2.12.5. Tizón Foliar (*Helminthosporium sativum*)**

Es el patógeno agresivo que ataca la cebada, el cual causa manchas foliares, pudriciones de raíz y corona, destrucción de los nudos, tizón de la espiga y caída de la plántula. La infección con *H. sativum* puede presentarse en cualquier etapa del desarrollo de las plantas, pero los síntomas son más pronunciados después de espigar. En las raíces, coronas y vainas de las hojas inferiores de las plántulas infectadas se presentan lesiones necróticas café oscuro. Las infecciones que se presentan en raíces y corona antes o durante la floración del grano o causando el arrugamiento del grano. El desarrollo de esta enfermedad es mucho más rápido a temperaturas sobre 20°C (Rosales, 1999) (Fig.18).



Fig. 18. Hojas de cebadas enfermas *Helminthosporium sativum* (<https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1268-helminthosporiosis-reticular-de-la-cebada-pyrenophora-teres>)

#### **2.2.12.6. Virus del enanismo amarillo (BYDV)**

Los síntomas se manifiestan en las hojas, pues estas se tornan amarillentas, engrosadas y rígidas. Se produce un retraso en la formación de las espigas. La infección temprana puede disminuir en más de un 20% el rendimiento. Este virus es transmitido por un gran número de especies de pulgones. Las temperaturas próximas a 20°C favorecen el desarrollo de la enfermedad (Infoagro, 2020) (Fig.19).



Fig. 19. Cultivo de cebada enferma con (BYDV) <https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv>

## **2.2.13. DESCRIPCIÓN DE VARIEDADES**

### **2.2.13.1. P102**

Presenta un tipo de espiga de 2 hileras, con una altura de 90 a 100 cm, susceptible a pulgones, días de espigamiento 76 a 81 días, días de madures fisiológica de 125 a 130 días, días de cosecha de 135 días a 140 días (HEINEKEN, 2017-2018) (Fig.20).



Fig. 20. Cultivo de cebada de variedad P102 en el cual se realizó la evaluación de los diferentes plaguicidas.

## **2.2.14. CONTROL QUÍMICO Y USO DE BIOFERTILIZANTES**

A partir de la Revolución Industrial, se observó un crecimiento de las zonas urbanas con una dependencia de las rurales para la obtención de los alimentos, lo cual requería de una mayor producción, almacenamiento y protección de estos. En consecuencia, hubo un incremento sustancial de producción de sustancias químicas como parte del sostenimiento del desarrollo industrial y de la agricultura, por lo que la rama química lanzó al mercado sustancias de toxicidad inespecífica, pero de bajo costo. Desde las épocas tempranas del surgimiento y desarrollo del hombre, se tuvo la necesidad de combatir las plagas que afectaban sus cultivos y productos con el uso de sustancias capaces de eliminarlos. (Del Puerto *et al*, 2014).

Debido al alza en la contaminación producida por el uso descontrolado de los plaguicidas y fertilizantes de origen químico, diversas empresas preocupadas por esta problemática han evolucionado presentando y lanzando al mercado productos de

origen orgánico o con menor impacto negativo al ambiente, pero buscando el control de los factores bióticos y abióticos que afectan a los cultivos. Entre estas empresas se encuentran:

#### **2.2.14.1. BIOESTIMULANTES / FERTILIZANTES**

Se aplicaron y evaluaron un total de 7 bioestimulantes divididos en dos de la empresa **F**, uno de la empresa **D**, tres de la empresa **V** y uno de la empresa **A**.

Para la empresa **A** se evaluó un fertilizante foliar (**Ju**) elicitor, compuesto por bioactivos antiestresantes y los tres elementos que promueven la fotosíntesis (magnesio, hierro y zinc).

El primer biostimulante (**Au**) de la empresa **F**, cuyo contenido de Ácido gama amino butírico y Ácido Glutámico ayuda a aumentar la calidad y rendimiento de los cultivos, acelera la maduración de ciertas hortalizas, aumenta la fijación de la raíz, haciendo más temprana la floración y amarre de frutos, más rápida la germinación de la semilla y enraizamiento.

El segundo producto evaluado de la misma empresa fue un extracto natural de algas marinas (**St**) ricas en hormonas vegetales y otros compuestos orgánicos que estimulan el crecimiento del cultivo (Cuadro 1).

El fertilizante evaluado (**Zf**) de la empresa **D** contaba con una composición de nitrógeno y de zinc, este es un fertilizante inorgánico. El cual cubre los requerimientos de Zinc dentro de la planta, tanto foliares como radiculares, teniendo efectos positivos en la producción.

En la empresa **V** se aplicaron y evaluaron tres bioestimulantes el primero fue un mejorador del proceso de germinación (**Rd**), el cual promueve el desarrollo durante la primera etapa de la planta. El segundo producto fue un bioestimulante foliar (**Me**) de origen vegetal y producción biológica, este bioestimulante favorece la superación rápida del atraso del crecimiento vegetativo causado por heladas, asfixia radical, granizadas y cualquier situación de estrés provocada a la planta.

El último estimulante evaluado a esta compañía fue un abono orgánico mineral NK Líquido 6-0-2 (**Bf**), los productos de composición de este producto se obtuvieron de

destilación de la uva, residuos de tejidos animales y metales pesados Clase A. Este producto natural está diseñado para mejorar y estandarizar el tamaño de la fruta.

#### 2.2.14.2. INSECTICIDAS

Se evaluaron cuatro insecticidas, dos de la empresa **D** y dos de la empresa **F**.

El primer insecticida (**Cf**) de la empresa **D** pertenece al grupo de los neonicotinoides que actúa por contacto e ingestión, puede ser absorbido por las hojas o raíces y se trasloca de forma sistémica, por lo que posee un efecto prolongado contra daños por insectos chupadores, Los insectos tratados muestran de inmediato los síntomas de envenenamiento con excitación y parálisis.

Mientras que el segundo insecticida (**CI**) está compuesto por dos ingredientes que combinan modos diferentes de acción. Une el poder de un insecticida neonicotinoide, así como de un piretroide. El insecticida actúa por contacto e ingestión y es absorbido por las hojas y aplicado por aspersión foliar. Los insectos tratados muestran inmediatamente los síntomas del envenenamiento con excitación y paralipsis.

Para la empresa **F** se evaluó un insecticida (**AI**) el cual es una mezcla que cuenta con dos modos y mecanismos de acción diferentes. Actúa por contacto e ingestión, con actividad sistémica (vía raíz) y translaminar (vía follaje). Se recomienda para el control de las siguientes plagas: Pulgón Amarillo (*Melanaphis sacchari*), Gallina Ciega (*Phyllophaga ravida*), Trips (*Frankliniella occidentali*), Mosquita Blanca (*Bemisia tabaco*), Gusano de Alambre (*Agriotes lineatus*).

El segundo insecticida (**Bf**) pertenece al grupo químico de las Piridinocarboxamidas. Tiene actividad translaminar en aplicación al follaje y actividad sistémica vía acropétala aplicado al suelo. Actúa por contacto e ingestión. Una vez que el producto entra en contacto con la plaga, ésta deja de alimentarse debido al efecto antialimentario. Se recomienda para el control de las siguientes plagas: Pulgón Lanífero (*Eriosoma lanigerum*), Pulgón verde (*Myzus persicae*), Pulgón amarillo (*Monellia caryella*), Mosquita Blanca (*Bemisia tabaco*), Trips (*Thrips tabaci*), Paratrioza (*Bactericera cockerelli*), Chinche Lygus (*Lygus hesperus*).

### 2.2.14.3.FUNGICIDAS

Se evaluaron 3 fungicidas para la empresa **D** y uno para la empresa **F**

El primer fungicida (**Po**) evaluado es un fungicida selectivo y de contacto, con actividad preventiva, curativa y erradicante. Altamente sistémico y translaminar, penetra por las hojas. Impide el crecimiento de los tubos germinativos del hongo. Produce la encapsulación de los haustorios por la misma planta. Inhibe la síntesis de ergosterol, constituyente de la membrana celular del hongo, bloqueando el funcionamiento de la enzima demetilasa C14.

El segundo fungicida (**Va**) pertenece al grupo de los triazoles con acción preventiva, curativa y erradicante; controla especies de hongos que producen enfermedades tales como royas, manchas foliares y oidios. Influye en el proceso de biosíntesis del ergosterol en los hongos patógenos impidiendo la formación de las paredes celulares

El último fungicida (**Ax**) de esta empresa es de actividad traslaminar, efecto preventivo y curativo. Fuerte inhibidor de la germinación de las esporas e impide crecimiento micelial. Así como un fuerte efecto antiesporulante de amplio espectro.

En el caso de la empresa **F** es un fungicida que, al ser aplicado en las hojas, es absorbido presentando movimiento translaminar y un ligero movimiento a través de las nervaduras de la hoja vía xilema. Se recomienda para el control de las siguientes enfermedades: Roya del café (*Hemileia vastatrix*), Roya común (*Puccinia sorghi*), Roya común del follaje (*Puccinia triticina*), Cenicilla polvorienta (*Podospharea fuliginea*), Cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*).

### 2.2.14.4.HERBICIDAS

De la empresa **D** se realizó la evolución de 3 herbicidas mientras que para la empresa **F** se evaluaron 2 herbicidas.

El primer producto a evaluar de la empresa **F** fue un herbicida (**Ha**) de postemergencia para el control de malas hierbas dicotiledóneas en cereales, maíz, alfalfa y praderas. Herbicida sulfonilurea, que es absorbido por vía foliar y radicular con rápida translocación por el xilema y floema hacia los tejidos meristemáticos. Actúa como

inhibidor de la enzima acetolactato sintetasa (ALS), bloqueando la síntesis de los aminoácidos esenciales isoleucina, leucina y valina y deteniendo la división celular y el crecimiento de la planta.

El segundo herbicida (**Ay**) a evaluar es un producto del grupo de las sulfonilureas formulado en gránulos dispersables en agua, es absorbido a través del follaje de maleza de hoja ancha, inhibiendo rápidamente el crecimiento de la maleza susceptible. Las hojas de las plantas se tornan cloróticas entre 1 a 3 semanas después de la aplicación, seguido por la muerte del punto de crecimiento.

El primer herbicida (**Mh**) de la empresa D usado en aplicación post-emergente a la maleza y al cultivo. Para el control de malezas de hoja ancha en maíz, sorgo, potreros, caña de azúcar y trigo.

El segundo herbicida (**FiAm**) es de acción postemergencia, empleado para el control de malezas de hoja ancha. Aplique directamente sobre las malezas evitando afectar otros cultivos. debido a su mecanismo de acción de la auxina sintética al momento de ser absorbida por las hojas y se traslapa a los meristemos de la planta, produciendo un crecimiento insostenible y descontrolado el cual produce un torcimiento del tallo, marchitez de las hojas y posterior muerte de la maleza. Controla un alto rango de malezas de hoja ancha presentes en los diferentes cultivos agrícolas.

El ultimo herbicida (**Ale**) a evaluar de esta empresa tiene es un herbicida del grupo de las sulfonilureas que se aplica en post-emergencia y que controla la maleza de hoja ancha en potreros o pastizales establecidos.

#### **2.2.14.5. COADYUVANTES**

Se utilizaron coadyuvantes para mejorar el efecto de los productos a evaluar.

La empresa “A” uso dos coadyuvantes durante las aplicaciones de los diferentes productos a evaluar el primer fue (**Ag ABC**) el cual es un producto con características de acidificante, humectante, dispersante y penetrante. El producto logra preparar el agua de aspersion con un pH óptimo. Regula el pH del agua para prevenir la degradación de agroquímicos sensibles a hidrólisis alcalina. Mejora la penetración de agroquímicos por lo que garantiza la efectividad de productos de acción sistémica.

Reduce la formación de espuma que se genera en las mezclas de agroquímicos y el segundo fue (**Ag RP**) el cual es un producto que actúa como penetrante - dispersante y humectante. El producto hace que se rompa la tensión superficial del agua logrando que ésta penetre en espacios donde normalmente sería sumamente difícil hacerlo, provocando así mayor retención de humedad. El cual es un catalizador que evita el taponamiento de los sistemas presurizado lo cual vuelve más eficiente al proceso de aspersión, estos productos son utilizados para asegurar una mayor efectividad de los agroquímicos.

Por su parte la empresa “**D**” el primer producto que utilizo fue **KI** el cual es un potenciador, acondiciona el agua de aspersión logrando mayor efectividad de herbicidas, fungicidas e insecticidas, además de favorecer la penetración de herbicidas post-emergentes de manera rápida al tejido vegetal. Esto fundamentalmente cuando el agua de aspersión tiene la condición de agua con alta o media dureza. El segundo producto fue **FII Ex** un coadyuvante no iónico que actúa como dispersante, penetrante y humectante, permite que las partículas de los plaguicidas aplicados en conjunto con este producto se distribuyan de una manera y uniforme y penetren en las hojas o insectos y facilita la distribución uniforme de los plaguicidas en aspersión. Puede ser utilizado en mezcla con; herbicidas y defoliantes, insecticidas y fungicidas, fertilizantes foliares y en aplicaciones aéreas, el último producto fue **ImpH** el cual es un agente acidificante del pH del agua. Disminuye la descomposición química que sufren los plaguicidas cuando el agua tiene un pH elevado. Es un agente acondicionador de agua para aspersión y diseñado para ser utilizado en mezcla con plaguicidas, por lo que se deberán observar las precauciones que se especifiquen en la etiqueta del producto. Es un agente acidificante y amortiguador del pH del agua, que puede disminuir la descomposición de la hidrólisis alcalina a los plaguicidas en contacto con el agua para aspersión de pH elevado.

## CAPITULO 3: MATERIALES Y METODOS

### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El trabajo se realizó en dos fases: 1.- **Fase de campo**, la cual se llevó a cabo en la comunidad de Cupareo, Salvatierra, Guanajuato (20.220559, -101.000826) el cual presenta un tipo de suelo vertisol, con un clima semicalido subhúmedo, en donde se evaluó el efecto de los diferentes insecticidas, herbicidas, fungicidas y biorreguladores en el cultivo de cebada maltera (Fig. 21, [A]); 2.- **Fase de laboratorio**, la cual se realizó en las instalaciones del granero Agrimasztov (20.428227, -101.194189), ubicado en el pueblo San Vicente de Garma, sobre la carretera Valle de Santiago-Salamanca, en la ciudad de Valle de Santiago, Guanajuato (Fig. 21, [B]).



Fig. 21. A) Parcela demostrativa donde se llevo a cabo el proyecto. B) Granero Agrimasztov (Cortesía de Google maps).

### 3.2. MATERIALES.

#### 3.2.1. Físicos

- Cinta métrica (50 mts)
- Flexómetro
- Pie cuadrado
- Estacas
- Lápiz
- Marcador permanente
- Guantes
- Lentes
- Mascarillas
- Sembradora
- Trilladora estacionaria
- Hoz dentada

- Letreros
- Etiquetas
- Rafia
- Cuaderno de campo
- Sacos
- Cámara fotográfica
- Balanza analítica
- Mochilas aspersoras (manuales y mecánicas)
- Overol
- Bolsas plásticas (3 Kg)
- Determinador de humedad (Seedburo 1200 D)
- Probeta
- Embudo
- Cribas (5.5, 6 y 7)
- Palas

### **3.2.2. Biológicos**

- Semilla de cebada variedad P102 (*Hordeum Vulgare*)

### **3.2.3. Químicos**

- Fertilizantes (DAP, Fosfonitrato, Urea y Tierra)
- Herbicidas (Ha, Ay, Mh, Fi Am, Ale)
- Fungicidas (Po, Va, Ax, Sd)
- Insecticidas (Cf, Cl, All, Bf)
- Bioreguladores (Ju, Au, St, Zf, Rd, Me, Bt)
- Coadyuvantes (Ag ABC, Ag RP, Fll ex, Kl)

### 3.3. FASE DE CAMPO

#### 3.3.1. Labores culturales

- a) **El barbecho:** Se realizó a una profundidad de 30 cm para aflojar y airear el suelo en tal forma que se facilite el desarrollo radicular de las plantas y se enterraran las malas hierbas y los restos del cultivo anterior (Fig.22).



Fig. 22. Barbecho realizado en parcela donde el cultivo anterior fue maíz (www.pendolo.mx)

- b) **Rastro:** Se efectuó después del barbecho, mediante la utilización de la rastra para desbaratar los terrones que se formaron durante el barbecho, de tal manera que el suelo quedo blando y suelto para facilitar el trabajo de la nivelación (Fig.23).



Fig. 23. Implementación de la rastra de discos para desmoronar los terrones presentes en la parcela (<https://www.deere.com.mx/es/equipo-de-labranza/rastras-de-discos/>)

- c) **Nivelación:** Se llevó a cabo para lograr una mejor distribución del agua, evitar así que se encharque en las partes bajas y que en las partes altas las plantas no reciban humedad (Fig. 24).



Fig. 24. Nivelación de terreno agrícola mediante niveladora laser (<http://www.ingenieriagpsmexico.com/nivelacion/>)

- d) **Fertilización:** La cebada una planta muy exigente en elementos nutritivos durante la primera fase de su ciclo vegetativo, disminuyendo después sus necesidades hasta llegar a anularse. La fertilización de fondo hecha por Ha fue de (93 N - 62 P - 5 K) + 6 S + 3 Ca, mediante una mezcla de 300 Kg. DAP: 40%, Urea: 40%, Fosfonitrato: 10% y Tierra: 10%. Se realizó una segunda fertilización después de un mes de realizada la siembra, donde se utilizó una dosis de 250Kg de Urea por hectárea (Fig. 25).



Fig. 25. La fertilización de fondo se realizó utilizando la sembradora

- e) **Siembra:** Se realizó el día 3 de enero del 2020, el tipo de siembra implementada en este proyecto fue a chorrillo, la cual se utiliza para la distribución de semillas de tamaño pequeño e incrementa la humedad disponible para el cultivo. Se realizó una densidad de siembra de 130 kg de semilla por Ha. Se tuvo un arreglo topográfico de Melgas de 1.5 mts.



Fig. 26. La siembra fue hecha utilizando una sembradora John Deere 8250

- f) **Riegos:** El método de riego implementado fue el de gravedad. **1ro:** 06 de enero, **2do:** 09 de febrero, **3re:** 10 de marzo, **4to:** 03 de abril.
- g) **Delimitación de parcelas:** Se realizaron calles de 1 metro de ancho con la finalidad de delimitar los paquetes tecnológicos, y con ello evitar la interacción entre los productos a evaluar, eliminando las plantas de cebada que estaban dentro del área que sería destinada a la creación de las calles, en el caso de las plantas que no se eliminaron por completo se implementó la aplicación del herbicida Paraquat.

### 3.4. PRODUCTOS EVALUADOS

En esta investigación se evaluaron siete bioestimulantes, cuatro insecticidas, cuatro fungicidas y tres herbicidas de diferentes empresas internacionales y nacionales (Cuadro 1).

Cuadro. 1. Descripción de los plaguicidas, bioestimulantes y coadyuvantes aplicados

Empresa	Símbolo	Ingrediente activo	Porcentaje	Sistémico/contacto
<b>Bioestimulantes / Fertilizantes</b>				
A	Ju	Compuestos Bioactivos, Mg, Fe, Zn		Sistémico
F	Au	Ácido gama amino butírico y Ácido Glutámico	29 % / 29 %	Sistémico
F	St	Algas marinas, N, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Mn, Fe, Zn, Cu, B, Mo y Citocininas	20%, 3.8%, 3 %, 1.75%, 0.02%, 0.01%, 36.4 ppm, 142 ppm, 8.7 ppm, 100 ppm	Sistémico.
D	Zf	Nitrogeno y Zinc	3% y 39%	Sistémico
V	Rd	Nitrógeno(N) orgánico, Nitrógeno (N) ureico, Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua, Carbono (C) orgánico, Manganeso (Mn) EDTA y Molibdeno (Mo)	2.0%, 2.0%, 3.5%, 11.8%, 2.0 % y 0.5%.	Sistémico
V	Me	Aminoácidos, Nitrógeno total, Carbono (C) orgánico, Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua	35 %, 7%, 23% y 4.5%,	Sistémico

V	Bt	Nitrógeno(N) orgánico, Nitrógeno (N) ureico, Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua y Carbono (C) orgánico.	3%, 3%, 2% y 14%	Sistémico
<b>Insecticidas</b>				
D	Cf	Imidacloprid	30 %	Ambos
D	Cl	Imidacloprid y Bifentrina	18 % y 6%	Ambos
F	All	Bifentrina y Imidacloprid	4.5% y 23%	Ambos
F	Bf	Flonicamid	50%	Ambos
<b>Fungicidas</b>				
D	Po	Epoconazol	12%	Contacto
D	Va	Tebuconazol	24%	Sistémico
D	Ax	Azoxystrobin	23%	Sistémico
F	Sd	Azoxystrobin	11%	Sistémico
<b>Herbicidas</b>				
F	Ha	tifensulfurón-metil	50%	Sistémico
F	Ay	Metsulfuron metil	60%	Sistémico
D	Mh	2,4-D y Dicamba	68% y 22%	Sistémico
D	FiAm	2,4-D	49%	Sistémico
D	Ale	Metsulfurón metil	60%	Sistémico

### 3.5.VARIABLES A EVALUAR

- a) **Porcentaje de germinación:** El porcentaje de plantas germinadas fue realizado en cada melga de la parcela el día 24 de enero del 2020, a 21 dds (días después de la fecha de siembra). El muestreo se realizó utilizando un pie cuadrado, el cual era colocado al azar sobre la melga, realizando el conteo de las plantas comprendidas dentro del área del pie cuadrado (Fig.28. [A]).
- b) **Número de Malezas:** El método de muestreo para contabilizar malezas presentes en el cultivo fue utilizando el pie cuadrado como área de muestreo y considerando toda planta diferente de cebada como maleza, se hicieron dos muestreos, el primero fue el 30 de enero del 2020 a 27 dds y el segundo fue el día 20 de febrero a 47 dds, dichos muestreos se registraron de forma separada las malezas de hoja ancha y angosta (Fig. 28. [B]).
- c) **Porcentaje de roya.** El muestreo se llevó a cabo en las melgas centrales de cada tratamiento evitando la primera y última melga de los tratamientos que son los bordos, se utilizó el pie cuadrado para la delimitación del área a muestrear, el muestreo se realizó de forma visual observando el porcentaje de roya presente en cada una de las plantas comprendidas en el pie cuadrado, los resultados fueron registrados en hojas de Excel, se realizaron dos muestreos, el primero el día 22 de marzo a 79 dds y el segundo el día 14 de abril a 111 dds. Dichos muestreos únicamente fueron hechos en las empresas D y F. (Fig.28. [C]).
- d) **Conteo de pulgones:** El muestreo se llevó a cabo en las melgas centrales de cada tratamiento, ignorando la primera y última melga, utilizando el pie cuadrado para la delimitación del área a muestrear, el conteo se realizó de forma visual contando los áfidos encontrados en cada una de las plantas comprendidas en el pie cuadrado, registrando los datos obtenidos en una hoja de excel, dichos muestreos fueron realizados los días 2 y 30 marzo del 2020 (Fig.28 [D]).
- e) **Altura de la Planta:** Se realizaron 4 muestreos por repetición en cada uno los tratamientos. El muestreo se llevó a cabo en las melgas centrales de cada

tratamiento evitando las melgas bordos, se utilizó el pie cuadrado para la delimitación del área a muestrear, para obtener el valor de altura de planta se seleccionó una al azar y se midió con ayuda del flexómetro. (Fig.28 [E]).

- f) **Número de Espigas por pie cuadrado:** Se realizaron 4 muestreos por repetición en cada uno los tratamientos. El muestreo se llevó a cabo en las melgas centrales de cada tratamiento evitando las melgas bordos, se utilizó el pie cuadrado para la delimitación del área a muestrear, para obtener el valor de espigas por pie cuadrado, se contaron todas las plantas que se encontraban dentro del área a muestrear. (Fig.28 [F]).
- g) **Número de granos por Espiga:** Se realizaron 4 muestreos por repetición en cada uno los tratamientos. El muestreo se llevó a cabo en las melgas centrales de cada tratamiento evitando las melgas bordos, se utilizó el pie cuadrado para la delimitación del área a muestrear, para obtener el valor de numero de granos por espiga se tomaron 5 plantas al azar y se realizó el conteo de los granos de cada espiga. (Fig.28. [G]).
- h) **Determinación de impurezas:** Se colocaron 100 gr de semilla sobre la criba de 4.5/64" x 1/2", la que se coloca sobre una charola de fondo liso. Se cribó el grano (agitándose firmemente de 1 a 2 minutos) y se separó con la mano las impurezas que hayan quedado sobre la criba. Las impurezas y el grano delgado de cebada que pasaron la criba se separan. El total de impurezas se pesan, tomando la lectura en gramos, la cual es el equivalente al contenido de impurezas expresado en %. Se deberá redondear las fracciones obtenidas. (Fig.28. [H]).
- i) **Determinación de humedad:** Se colocaron 250 gramos de semilla en el determinador de humedad Seedburo 1200 D (Motomco). El resultado obtenido en el equipo es expresado en porciento. (Fig.28 [I]).
- j) **Peso Hectolítrico:** Se pesaron 110 gr libras de impurezas y se vaciaron en un embudo. Se coloca el embudo en la probeta y se libera la válvula para dejar caer el grano en la probeta. Esta operación se repite dos veces y se anota el promedio

obtenido (volumen leído), finalmente se consulta la tabla correspondiente (Fig. 27.) para conocer el valor en kg/hl. (Fig.28. [J]).

Tabla para determinar Kg/hl							
Volumen N Kg/hl		Volumen N ml Kg/hl		Volumen N ml Kg/hl			
1	2	1	2	1	2	1	2
150	73.37	184	59.85	218	50.52		
152	72.4	186	59.21	220	49.88		
154	71.44	188	58	222	49.56		
156	70.49	190	57.92	224	49.23		
158	69.51	192	57.28	226	48.59		
160	68.86	194	56.64	228	48.27		
162	67.9	196	56	230	47.95		
164	66.93	198	55.67	232	47.3		
166	66.29	200	55.03	234	46.98		
168	65.65	202	54.38	236	46.66		
170	64.68	204	54.06	238	46.34		
172	64.04	206	53.42	240	45.69		
174	63.07	208	52.77	242	45.37		
176	62.43	210	52.45	244	45.05		
178	61.78	212	51.81	246	44.73		
180	61.14	214	51.49	248	44.41		
182	60.6	216	50.84	250	44.08		

Fig. 27. tabla de conversión de volumen de semilla de cebada en peso hectolitrito.

k) **Determinación de tamaño de grano para uso maltero:** Se pesaron 500 gr. y se depositó el grano en la criba de 10/64” x 3/4”, la que se coloca sobre una criba de 5.5/64” x 3/4” y una charola de fondo liso. Se agitó firmemente, las partes de espigas y el material grueso que queden sobre la criba de 10/64” x 3/4” se eliminan. (Fig.28 [K]).

El grano que quedo en la criba de 5.5/64” x 3/4” se continúa agitándose de 1 a 2 minutos, separando los granos que no sean cebada, así como las impurezas.

Se pesan el grano que quedó sobre la criba de 5.5/64” x 3/4” y también el que quedó entre las aberturas de la criba.

l) **Rendimiento:** La estimación del rendimiento se realizó para cada tratamiento y en cada una de las empresas evaluadas, ajustándolo al 13% de humedad.

m) **Porcentaje de Proteína:** (Esta variable únicamente se determinó para la empresa "A"). El contenido de proteína total se reporta en % de base seca. La humedad es determinada por pérdida de peso a 130°C y la proteína a partir del análisis de nitrógeno total de la muestra.



Fig. 28. Variables evaluadas. A) Porcentajes de germinación. B) Número de malezas. C) Porcentaje de roya. D) Conteo de pulgones. E) Altura de la planta. F) Número de espigas por pie cuadrado. G) Número de granos por espiga. H) Determinación de impurezas. I) Determinación de humedad. J) Peso hectolitrico. K) Determinación de tamaño de grano para uso maltero.

### 3.6 EMPRESA "A"

Para la empresa "A" la cual es una empresa internacional que se especializa en la fabricación y comercialización de biorreguladores de crecimiento, fertilizantes foliares y coadyuvantes se evaluó el producto "Ju"® el cual es un fertilizante foliar (magnesio, hierro y zinc),

Las variables evaluadas para esta empresa fueron el porcentaje de germinación, altura de la planta, número de espigas por pie cuadrado, número de granos por espiga, determinación de impurezas, determinación de humedad, peso hectolitrico, determinación de tamaño de grano para uso maltero, rendimiento y porcentaje de proteína, esta última +variable solo fue evaluada para esta empresa.

#### a) Unidad Experimental

La unidad experimental para este ensayo fue de 360 m<sup>2</sup> (6 melgas de 1.5 m de ancho x 40 m de largo), con 4 repeticiones de cada tratamiento. El Tamaño total de la parcela fue de 5,000 m<sup>2</sup>.

#### b) Diseño estadístico.

Se utilizo el diseño de bloques completos al azar, donde; T1: Testigo y T2: La aplicación del producto "Ju"® (Fig.29)

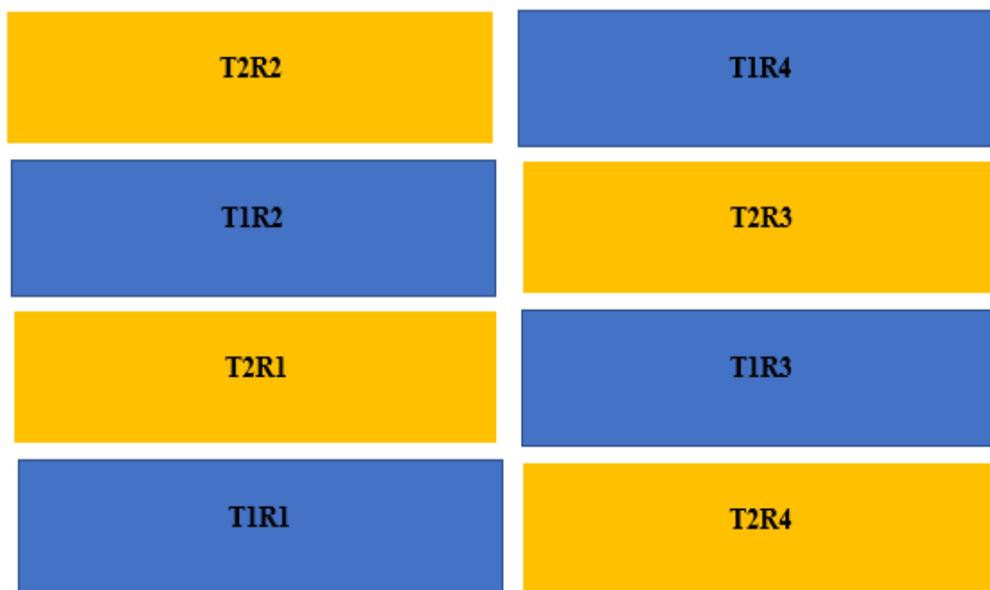


Fig. 29. Distribución de los Tratamientos de la Empresa "A".

**c) Aplicación del Bioestimulante "Ju"®.**

Se realizaron dos aplicaciones del producto "Ju"®

<b>TRAT</b>	<b>DOSIS</b>	<b>APLICACIÓN</b>	<b>EPOCA DE APLICACIÓN</b>	<b>PRODUCTO</b>
T1	TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNO
T2	2 lt /Ha	FOLIAR	1.- Fase de Espigamiento (19 de Marzo del 2020)  2.- Llenado de grano (Grano Lechoso) (13 de Abril del 2020)	<b>JU</b>  (Aplicaciones)

Cuadro. 2. Dosis y fechas de aplicación del bioestimulante "Ju"

1. Para poder realizar las aplicaciones del producto fue necesario calcular el gasto de agua que se hacía en una repetición de la unidad experimental. El gasto se calculó añadiendo 10 litros de agua a la bomba de aspersión, simulando el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la bomba en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza.
2. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de "Ju".

**Unidad experimental:** 360 m<sup>2</sup> x 4 Rep. = 1440 m<sup>2</sup>

**Dosis de "Ju":** 2 lt/Ha.

**Dosis de “Ag ABC”:** 0.5 ml/ lt de agua.

**Dosis de “Ag RP” (Coadyuvante):** 0.5 ml/ lt de agua

Los cálculos que se realizaron para la determinación de la dosis del producto por unidad experimental fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} & 2000 \text{ ml ("Ju")} - 10,000 \text{ mts}^2 \text{ (Ha)} \\ & \underline{\text{X}} \quad \quad \quad - 1440 \text{ mts}^2 \\ & = 288 \text{ ml} + 10\% = \mathbf{300 \text{ ml de "Ju"}.} \end{aligned}$$

3. Durante la primera aplicación se generó un gasto de 9 litros por repetición, por lo que se prepararon.

18 lts de agua (2 repeticiones) + 150 ml de "Ju" + 9 ml de “Ag ABC” + 9 ml de “Ag RP”.

Mientras que, para la segunda aplicación, se realizó un gasto de 13 litros por repetición por lo que la preparación fue:

13 lts de agua (1 repetición) + 75 ml de "Ju" + 6.5 ml de “Ag ABC” + 6.5 ml de “Ag RP”.

4. La preparación era hecha en un contenedor de 20 litros donde se agregaba el agua, “Ag ABC”, “Ag RP” y "Ju" respectivamente, la cual se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación del biorregulador en cada una de las repeticiones. Las aplicaciones de los productos siempre se recomiendan realizarse antes de la media día y con una velocidad del viento no mayor a 10 km/hr.

### **3.7. EMPRESA “V”**

En el caso de “V”, la cual es una empresa líder en el desarrollo y la venta de bioestimulantes y otros nutrientes especializados; se realizó la evaluación de los productos “Rd” ® el cual ayuda a mejorar el porcentaje de germinación, “Me” ® y “Bt” ® los cuales son estimulantes del crecimiento vegetal, por lo cual se evaluaron las

variables de porcentaje de germinación, altura de la planta, número de espigas por pie cuadrado, número de granos por espiga, determinación de impurezas, determinación de humedad, peso hectolitrico, determinación de tamaño de grano para uso maltero y rendimiento.

**a) Unidad experimental.**

La unidad experimental fue de 240 m<sup>2</sup> (4 melgas de 1.5 m de ancho x 40 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

**b) Diseño estadístico.**

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde; T1: testigo, T2: Semilla inoculada (“Rd” ®) y T3: Semilla inoculada (“Rd” ®) + “Me” ® + “Bt” ® (Fig. 30).

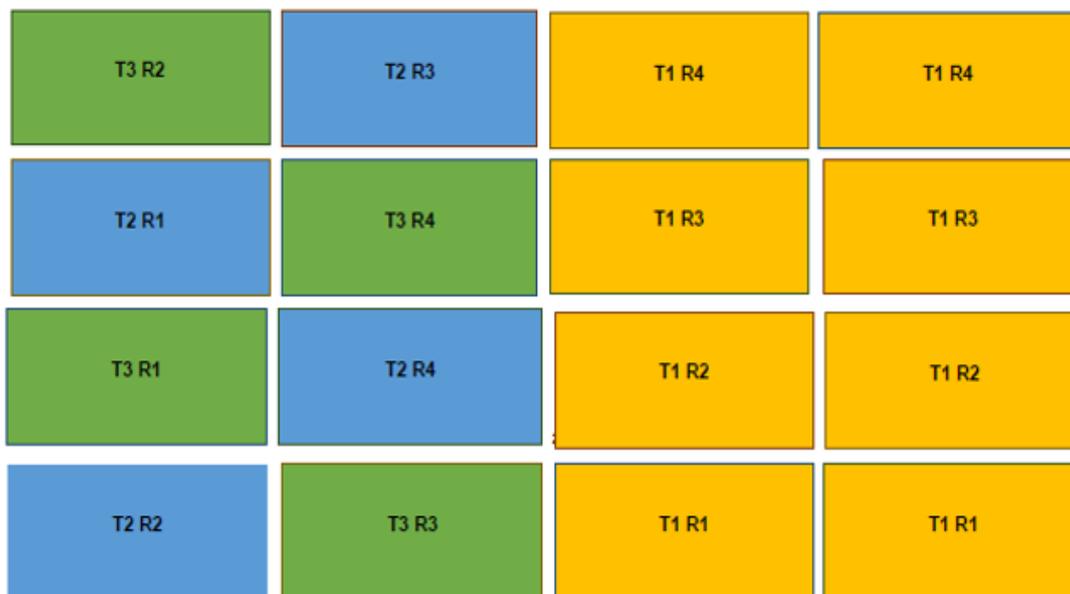


Fig. 30. Distribución de los Tratamientos de la Empresa "Va".

**c) Inoculación de semilla**

**Unidad experimental:** 240 m<sup>2</sup> x 8 Rep. = **1920 m<sup>2</sup>**

**Dosis de “Rd” aplicada:** 0.5 Lt/Ha.

La inoculación de la semilla se realizó el día 03 de enero del 2020, el mismo día de la siembra, el proceso de la inoculación fue llevado a cabo en bolsas plásticas de 85 x 105 cm, las cuales fueron dejadas en el suelo y sobre ellas se depositó la semilla de cebada, se utilizaron en total 5 bolsas en las cuales se dividió los 130 kg de semilla, una vez dividida y extendida la semilla en cada una de las bolsas se continuo con la aplicación de “Rd” la cual consistió en bañar la semilla por la parte de arriba, posteriormente se voltio la semilla y se revolvió con la finalidad de que toda la semilla quedara impregnada, para finalizar el proceso únicamente se dejó secar la semilla a la intemperie (Fig. 31).



Fig. 31. Inoculación de semilla P102.

#### d) Aplicación de Me + Bt

Cuadro. 3. Dosis y fechas de aplicaciones de bioestimulantes e inoculación de semilla

TRAT	DOSIS	APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN	PRODUCTO
T1	TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNO
T2	0.5 Lt/ha	INOCULACIÓN EN SEMILLA	(03 de Enero 2020)	Rd
T3	1 Lt/ha  5ml / Lt de Agua	FOLIAR  FOLIAR	1. Amacollo (30 DDS)  (08 de febrero del 2020)  2. Espigamiento  (19 De Marzo 2020)	Rd + Me  Rd + Me +Bt

1. El gasto se calculó añadiendo 10 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la mochila en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza.
2. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de “Me” para la primera aplicación y “Bt” para la segunda.

**Unidad experimental:** 240 m<sup>2</sup> x 4 Rep. = **960 m<sup>2</sup>**

**Dosis de “Me”:** 1 lt/Ha.

**Dosis de “Bt”:** 1 lt/ Ha

$$1000 \text{ ml ("Me")} - 10,000 \text{ mts}^2 \text{ (Ha)}$$

$$\frac{X}{-960 \text{ mts}^2}$$

$$= 9.6 \text{ ml} + 10\% = \mathbf{100 \text{ ml de "Me"}}$$

$$1000 \text{ ml ("Bt")} - 10,000 \text{ mts}^2 \text{ (Ha)}$$

$$\frac{X}{-960 \text{ mts}^2}$$

$$= 9.6 \text{ ml} + 10\% = \mathbf{100 \text{ ml de "Bt"}}$$

3. Durante las dos aplicaciones se generó un gasto de 4.20 litros por repetición, por lo que se prepararon:

1ra aplicación:

17 lt de agua (4 repeticiones) + 100 ml de **"Me"**

2da aplicación:

17 t de agua (4 repeticiones) + 100 ml de **"Me"** + 100 ml de **"Bt"**.

4. La preparación era hecha en un contenedor de 20 litros donde se agregaba el agua, **"Me"** y **"Bt"** respectivamente, la cual se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersion y comenzando con la aplicación del biorregulador en cada una de las repeticiones.

### **3.8. EMPRESA "D".**

Es una empresa mexicana dedicada a la formulación, distribución y comercialización de agroquímicos: insecticidas, herbicidas, fungicidas, coadyuvantes y especialidades. En este proyecto se realizó la evaluación de insecticidas: **"Cf"** y **"Cf"** para control de pulgón, para prevención y tratamiento de roya, se aplicaron tres fungicidas los cuales fueron **"Va"**, **"Ax"** y **"Po"**, para control de hoja ancha se realizó la aplicación y comparación de los herbicidas **"Mh"**, **"FiAm"** y **"Ale"**, en el caso de fertilizantes se evaluó **"Zf"**.

Enfocado en los productos aplicados para esta empresa las variables que se evaluaron fueron el porcentaje de germinación, número de malezas, porcentaje de roya, conteo de pulgones, altura de la planta, número de espigas por pie cuadrado, número de granos por espiga, determinación de impurezas, determinación de humedad, peso hectolitrico, determinación de tamaño de grano para uso maltero y rendimiento.

### 3.8.1. “Zf” Bioestimulantes

#### a) Unidad experimental.

La unidad experimental fue de 262.5 m<sup>2</sup> (7 melgas de 1.5 m de ancho x 25 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

#### b) Diseño estadístico.

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde; T1: testigo, T2: aplicación del producto “Zf” (Fig.32).

T1R2	T2R4
T2R2	T1R4
T1R1	T2R3
T2R1	T1R3

Fig. 32. Distribución de los Tratamientos de bioestimulantes de la Empresa "D".

### c) Aplicación del Bioestimulante (Zf)

Se realizaron 3 aplicaciones del producto “Zf”

Cuadro. 4. Fechas de aplicación y dosis del bioestimulante “Zf”

TRAT	DOSIS	APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN	Fertilizantes
T1	TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNO
T2	1ra: 0.5 L /Ha 2 da. 1.0 L/ Ha	FOLIAR	(3 Aplicaciones)  1. Amacollo (21 - 02 - 2020)  2. Espigamiento (24 - 03 - 2020)  3. Llenado de grano (14 - 04 - 2020)	Zf

1. El gasto se calculó añadiendo 18 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la bomba en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 15 litros por 2 repeticiones.
2. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de “Zf”.

**Unidad experimental:** 262.5 m<sup>2</sup> x 4 Rep. = 1050 m<sup>2</sup>

**Dosis de “Zf”:** 0.5 lt/Ha

**Dosis de “Kl”:** 0.5 Lt/Ha.

**Dosis de “ImpH” (Coadyuvante):** 0.5 ml/ lt de agua

**Dosis de “Fll Ex”:** 0.5 ml/ lt de agua.

3. Se trabajó con un gasto final de 15 litros para dos repeticiones, por lo que se calculó la dosis de “Zf” para este volumen de agua, lo que nos da:

**58 ml de “Zf”** para 2 Unidades Experimentales.

4. Se realizó el cálculo de las dosis de “Kl”, “ImpH” y “Fll Ex”.

**Dosis de “Kl:”** 0.5 ml/Ha

**52.5 ml de “Kl”**

**Dosis de “ImpH” y “Full Ex”:** 0.5 ml/ lt de agua

**7.5 ml de “ImpH” y “Full Ex”**

5. Para las cuatro repeticiones se trabajó con un gasto de 7.5 litros por repetición, por lo que se prepararon.

15 lts de agua (2 repeticiones) + 58 ml de “Zf” + 52.5 ml de “Kl” + 7.5 ml de “ImpH” + 7.5 ml de “Fll Ex”.

6. La preparación era hecha en un contenedor de 20 litros donde se agregaba los 15 litro de agua, después se agrega el regulador de pH “ImpH”, seguido del producto que nos permite encapsular el calcio “Kl”, después el coadyuvante, dispersante, penetrante y humectante “Fll ex”, y finalmente el fertilizante “Zf”, y se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación del fertilizante foliar en cada una de las repeticiones.

### **3.8.2. “Cf” – “Cl” (Insecticidas)**

#### **a) Unidad experimental.**

La unidad experimental fue de 240 m<sup>2</sup> (4 melgas de 1.5 m de ancho x 40 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

**b) Diseño estadístico.**

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde; T1 y T4: testigos, T2: “CP” y T3: “CI” (Fig.33).

T3R1	T1R2	T2R3	T4R4
T2R1	T4R2	T3R3	T1R4
T4R1	T3R2	T1R3	T2R4
T1R1	T2R2	T4R3	T3R4

Fig. 33. Distribución de los Tratamientos de insecticidas de la Empresa "D".

**c) Aplicación de Insecticidas**

Se realizaron monitoreos en la parcela de validación sobre el umbral de pulgones (*Schizaphis graminum*), y se decidió realizar una aplicación de cada uno de los insecticidas, debido al monitoreo realizado.

Cuadro. 5. Dosis y fechas de aplicación de insecticidas de la empresa “D”

<b>TRAT</b>	<b>DOSIS</b>	<b>APLICACIÓN</b>	<b>EPOCA DE APLICACIÓN</b>	<b>PRODUCTOS</b>
<b>T1</b>	0.5 L/ Ha	FOLIAR	04 -03 -2020	<b>Testigo</b> (Cipermetrina)
<b>T2</b>	250 ml / Ha	FOLIAR	04 -03 -2020	<b>Cf</b> (Imidacloprid)
<b>T3</b>	50 ml / 100 L de Agua	FOLIAR	04 -03 -2020	<b>CI</b> (Imidacloprid y Bifentrina)

1. El gasto se calculó añadiendo 18 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la mochila en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 16.3 litros por 2 repeticiones.
2. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de Cf y de Cl.

**Unidad experimental:** 240 mts<sup>2</sup> x 4 Rep. = **960 mts<sup>2</sup>**

**Dosis de “CI”:** 50 ml/ 100 lts de agua

**Dosis de “Cf”:** 250 ml / Ha

**Dosis de “KI”:** 0.5 lt/Ha

**Dosis de “ImpH” (Coadyuvante):** 0.5 ml/ lt de agua

**Dosis de “Fll ex”:** 0.5 ml/ lt de agua.

3. Se trabajó con un gasto final de 32.6 litros para cuatro repeticiones, por lo que se calculó la dosis de “Cf” y “Cl” para este volumen de agua.

**24 ml de “Cf” para 960 mts<sup>2</sup>.**

**16.3 ml de “Cl” para 32.6 lt de agua**

4. Se realizó el cálculo de las dosis de “Kl”, “ImpH” y “Fll Ex”.

**48 ml de “Kl” en 960 mts<sup>2</sup>**

**16.3 ml de “Im pH”**

**16.3 ml de “Fll ex”**

5. Durante las dos aplicaciones de cada producto, generando un gasto de 33 litros por las 4 repeticiones por lo que prepararon.

16.5 lts de agua (2 repeticiones) + 8.15 ml de “Cl” + 24 ml de “Kl” + 8.15 ml de “Im pH” + 8.15 ml de “Fll ex”.

16.5 lts de agua (2 repeticiones) + 12 ml de “Cf” + 24 ml de “Kl” + 8.15 ml de “Im pH” + 8.15 ml de “Fll ex”.

6. La preparación se hizo en un contenedor de 20 litros donde se agregaba los 16.5 litro de agua, después se agregó “ImpH” el cual es un regulador de pH, seguido del producto que nos permite encapsular el calcio “Kl”, después el coadyuvante, dispersante, penetrante y humectante “Fll ex”, y finalmente el insecticida a evaluar “Cl” o “Cf”, se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación de los insecticidas en cada una de las repeticiones.

### 3.8.3. “Ax”, “Po” y “Va” (Fungicidas)

#### a) Unidad experimental.

La unidad experimental fue de 240 m<sup>2</sup> (4 melgas de 1.5 m de ancho x 40 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

#### b) Diseño estadístico.

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde; T1: testigo, T2: “Va”, T3: “Ax” y T4: “Po” (Fig.34).

T3R1	T1R2	T2R3	T4R4
T2R1	T4R2	T3R3	T1R4
T4R1	T3R2	T1R3	T2R4
T1R1	T2R2	T4R3	T3R4

Fig. 34. Distribución de los Tratamientos de fungicidas de la Empresa "D".

#### c) Aplicación de Fungicidas

Se realizaron monitoreos en la parcela de validación sobre el porcentaje de roya presente en cada una de las plantas comprendidas en el pie cuadrado.

Cuadro. 6.Dosis y fechas de aplicación de Fungicidas de la empresa “D”.

<b>TRAT</b>	<b>DOSIS</b>	<b>APLICACIÓN</b>	<b>EPOCA DE APLICACIÓN</b>	<b>FUNGICIDAS</b>
<b>T1</b>	0.4 l/Ha	FOLIAR	24 - 03- 2020	<b>Testigo</b> CIPROCONAZOLE
<b>T2</b>	0.5 l / Ha	FOLIAR	24 - 03- 2020	<b>Va</b> (Tebuconazol)
<b>T3</b>	0.5 l / Ha	FOLIAR	24 - 03- 2020	<b>Ax</b> Azoxystrobin)
<b>T4</b>	1 l / Ha	FOLIAR	24 - 03- 2020	<b>Po</b> (Epoconazol)

1. El gasto se calculó añadiendo 20 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la mochila en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo se gastó se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 20 litros por 2 repeticiones.
2. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de los fungicidas.

**Unidad experimental:** 240 mts<sup>2</sup> x 4 Rep. = **960 mts<sup>2</sup>**

**Dosis de “Va”:** 500 ml/ Ha

**Dosis de “Ax”:** 500 ml / Ha

**Dosis de “Po”:** 1 lt / Ha

**Dosis de “Kl”:** 0.5 lt/Ha.

**Dosis de “Im pH” (Coadyuvante):** 0.5 ml/ lt de agua

**Dosis de “Fll ex”:** 0.5 ml/ lt de agua.

3. Se trabajó con un gasto final de 40 litros para las cuatro repeticiones, por lo que se calculó la dosis de “Ax”, “Po” y “Va” para este volumen de agua.

**96 ml de “Po” en 960 mts<sup>2</sup>.**

**48 ml de “Ax” en 960 mts<sup>2</sup>.**

**48 ml de Va en 960 mts<sup>2</sup>.**

4. Se realizó el cálculo de las dosis de “Kl”, “ImpH” y “Fll ex”.

**48 ml de Kl en 960 mts<sup>2</sup>**

**20 ml de Im pH para 40 litros de agua**

**20 ml de Fll ex para 40 litros de agua**

5. Durante la aplicación de cada producto para las 4 repeticiones se prepararon.

20 lts de agua (2 repeticiones) + 48 ml de “Po” + 24 ml de “Kl” + 10 ml de “Im pH” + 10 ml de “Fll ex”.

20 de agua (2 repeticiones) + 24 ml de “Ax” + 24 ml de “Kl” + 10 ml de “Im pH” + 10 ml de “Fll ex”.

20 de agua (2 repeticiones) + 24 ml de “Va” + 24 ml de “Kl” + 10 ml de “Im pH” + 10 ml de “Fll ex”.

6. La preparación se realizó en dos partes en un contenedor de 40 litros donde se agregaba los primeros 20 litros de agua, agregando primero el producto “ImpH”

el cual se encarga de regular el pH del agua, seguido del producto que nos permite encapsular el calcio “Kl”, después el coadyuvante, dispersante, penetrante y humectante “Fl ex”, y finalmente el fungicida “Va”, “Po” y “Ax”, se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación de los fungicidas en cada una de las repeticiones.

### 3.8.4. Mh - Fi Am- Ale (Herbicidas)

#### a) Unidad experimental.

La unidad experimental fue de 240 m<sup>2</sup> (4 melgas de 1.5 m de ancho x 40 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

#### b) Diseño estadístico.

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde; T1: testigo, T2: “Ale”, T3: “Mh” y T4: “Fi Am” (Fig.35).

T3R1	T1R2	T2R3	T4R4
T2R1	T4R2	T3R3	T1R4
T4R1	T3R2	T1R3	T2R4
T1R1	T2R2	T4R3	T3R4

Fig. 35. Distribución de los Tratamientos de herbicidas de la Empresa "D".

### c) Aplicación de Herbicidas

Se realizaron 1 aplicaciones de cada Herbicida.

Cuadro. 7. Dosis y fechas de aplicación de herbicidas de la empresa "D".

TRAT	DOSIS	APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN	PRODUCTO
<b>T1</b>	1.0 L/ Ha	FOLIAR	04 - 02- 2020	TESTIGO (2,4-D)
<b>T2</b>	12 g / Ha	FOLIAR	04 - 02- 2020	<b>Ale</b> (Metsulfurón metil)
<b>T3</b>	1.0 L/ Ha	FOLIAR	04 - 02- 2020	<b>Mh</b> (DICAMBA y 2,4-D)
<b>T4</b>	1.0 L/ Ha	FOLIAR	04 - 02- 2020	<b>Fi Am</b> (2,4-D)

1. En el laboratorio del Tecnológico de Salvatierra se calculó la dosis en gramos del producto Ale, por lo que se realizó el pesado de 1.2 gr el cual fue el equivalente a los 960 mts<sup>2</sup> de la unidad experimental.
2. Para poder realizar las aplicaciones del producto fue necesario calcular el gasto de agua que se hacía en una repetición de la unidad experimental, la cual era 4 melgas de 40 metros de largo cada una, el gasto se calculó añadiendo 20 litros

de agua simple a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la mochila en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 16.5 litros por 2 repeticiones .

3. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de los fungicidas

**Unidad experimental:**  $240 \text{ mts}^2 \times 4 \text{ Rep.} = 960 \text{ mts}^2$

**Dosis de “Mh”:** 1 lt / Ha

**Dosis de “Fi Am”:** 1lt / Ha

**Dosis de “Ale”:** 12 gr / Ha

**Dosis de “KI”:** 0.5 lt/Ha.

**Dosis de “Im pH” (Coadyuvante):** 0.5 ml/ lt de agua

**Dosis de “Fll ex”:** 0.5 ml/ lt de agua.

4. Se trabajó con un gasto final de 16.5 litros para dos repeticiones, por lo que se calculó la dosis de “Mh”, “Fi Am” y “Ale” para este volumen de agua.

**96 ml de “Mh” en 960 mts<sup>2</sup>.**

**96 ml de “Fi Am” en 960 mts<sup>2</sup>.**

**1.2 gr de “Ale” en 960 mts<sup>2</sup>.**

5. Se realizó el cálculo de las dosis de “KI”, “ImpH” y “Fll ex”.

**48 ml de KI en 960 mts<sup>2</sup>**

**16.5 ml de Im pH para 33 litros de agua**

**16.5 ml de Fll ex para 33 litros de agua**

6. Durante la aplicación de cada producto para las 4 repeticiones se prepararon:

16.5 de agua (2 repeticiones) + 48 ml de “Mh” + 24 ml de “Kl” + 8.5 ml de “Im pH” + 8.5 ml de “Fll ex”.

16.5 de agua (2 repeticiones) + 48 ml de “Fi Am” + 24 ml de “Kl” + 8.5 ml de “Im pH” + 8.5 ml de “Fll ex”.

16.5 de agua (2 repeticiones) + 0.6 gr de “Ale” + 24 ml de “Kl” + 8.5 ml de “Im pH” + 8.5 ml de “Fll ex”.

7. La preparación se realizó en dos partes en un contenedor de 40 litros donde se agregaba los 33 litros de agua, agregando primero el producto “ImpH” el cual se encarga de regular el ph del agua, seguido del producto que nos permite encapsular el calcio “Kl”, después el coadyuvante, dispersante, penetrante y humectante “Fll ex”, y finalmente el herbicida “Mh”, “Fi Am” y “Ale”, se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación de los herbicidas de forma foliar en cada una de las repeticiones.

### **3.9. EMPRESA “F”**

Es una empresa de presencia mundial, líder en el sector químico y de protección de cultivos. Dedicada a la formulación, distribución y comercialización de agroquímicos: insecticidas, herbicidas, fungicidas, coadyuvantes y especialidades. En este proyecto se realizó la evaluación de los herbicidas “Ha” y “Ay” para control de hoja ancha. Para prevención y tratamiento de roya, se aplicó el fungicida “Sd”; en el caso del control del pulgón los insecticidas aplicados fueron “All” y “Bf”, y los fertilizantes aplicados fueron “Au” y “St” con los cuales se buscaba mejorar el rendimiento del cultivo.

Por lo tanto, se realizó la evaluación de las variables porcentaje de germinación, número de malezas, porcentaje de roya, conteo de pulgones, altura de la planta, número de espigas por pie cuadrado, número de granos por espiga, determinación de impurezas, determinación de humedad, peso hectolitrico, determinación de tamaño de grano para uso maltero y rendimiento.

#### **3.9.1. “Au” – “St” (Biofertilizante)**

##### **a) Unidad experimental.**

La unidad experimental fue de 157.5 m<sup>2</sup> (7 melgas de 1.5 m de ancho x 15 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

**b) Diseño estadístico.**

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde; T1: testigo, T2: aplicación de productos combinados “Au” + “St” (Fig: 36).

T1R2	T2R2
T2R3	T1R3
T2R1	T2R4
T1R1	T1R4

Fig. 36. Distribución de los Tratamientos de bioestimulantes de la Empresa "F".

**c) Aplicación del Bioestimulantes (“Au” – “St”)**

Se realizaron 3 aplicaciones.

Cuadro. 8. Fechas de aplicación y dosis de bioestimulantes “Au” – “St”

TRAT	DOSIS	APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN	Fertilizantes
T1	TESTIGO	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNO
T2	St  Au	FOLIAR	(3 Aplicaciones)  4. Amacollo (21 - 02 - 2020)  5. Espigamiento (24 - 03 - 2020)  6. Llenado de grano (14 - 04 - 2020)	2 lt/ha  300gr/ha

1. En el laboratorio del Tecnológico de Salvatierra se calculó la dosis en gramos del producto “Au”, por lo que se realizó el pesado de 19 gr el cual fue aplicado al T2 con sus cuatro repeticiones.
2. El gasto se calculó añadiendo 10 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la bomba en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 17 litros por 4 repeticiones.
3. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de los bioestimulantes.

**Unidad experimental:**  $157.5 \text{ m}^2 \times 4 \text{ Rep.} = 630 \text{ m}^2$

**Dosis de “St”:** 2 lt/Ha

**Dosis de “Au”:** 300 gr/ha

4. Se trabajó con un gasto final de 17 litros para cuatro repeticiones, por lo que se calculó la dosis de los bioestimulantes para este volumen de agua, lo que nos da:

**19 gr de Au** para  $630 \text{ mts}^2$

**126 ml de St** para  $630 \text{ mts}^2$

5. Para las cuatro repeticiones se trabajó con un gasto de 17 litros

17 lts de agua (4 repeticiones) + 19 gr de “Au” + 126 ml de “St”

6. La preparación era hecha en un contenedor de 20 litros donde se agregaba los 17 litros de agua, después se agrega el bioestimulante granulado “Au” y finalmente el fertilizante líquido “St”, y se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación del fertilizante foliar en cada una de las repeticiones.

### **3.9.2. “All” - “Bf” (Insecticidas)**

#### **a) Unidad experimental.**

La unidad experimental fue de  $180 \text{ m}^2$  (6 melgas de 1.5 m de ancho x 20 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de  $5,000 \text{ m}^2$ .

#### **b) Diseño estadístico.**

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde; T1: testigos, T2: “All” y T3: “Bf” (Fig. 37).

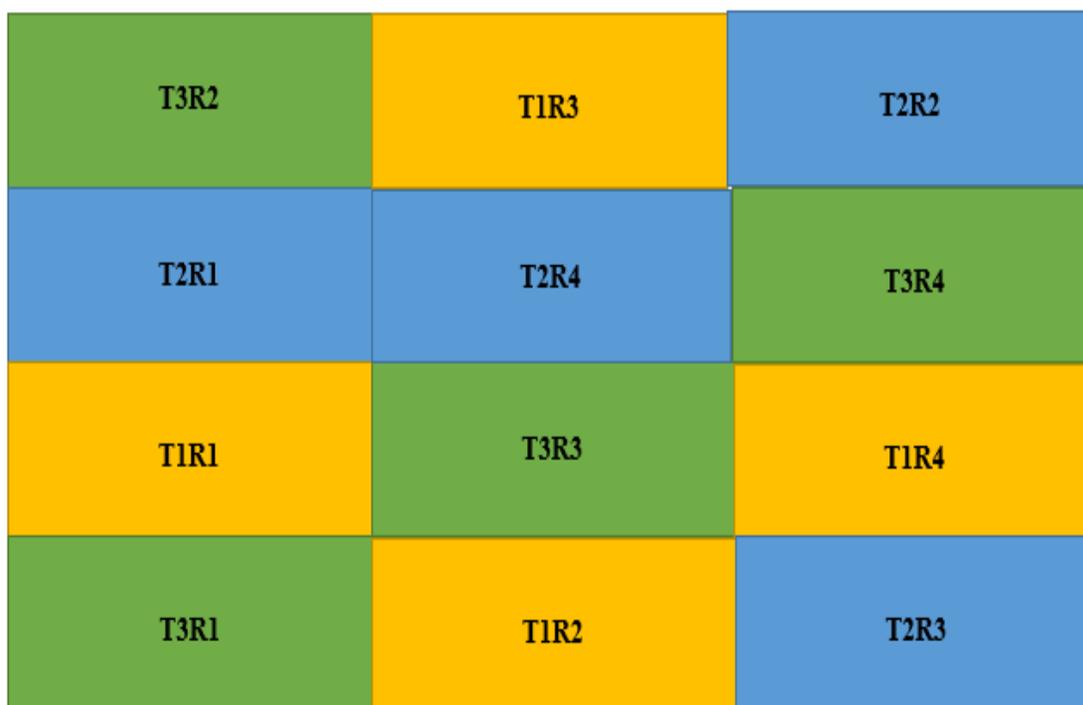


Fig. 37. Distribución de los Tratamientos de insecticidas de la Empresa "F".

### c) Aplicación de Insecticidas

Se realizaron monitoreos en la parcela de validación sobre el umbral de pulgones (*Schizaphis graminum*), y se decidió realizar una aplicación de cada uno de los insecticidas, debido al monitoreo realizado.

Cuadro. 9. Dosis y fechas de aplicación de insecticidas de la empresa "F"

TRAT	DOSIS	APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN	PRODUCTOS
T1	0.5 L/ Ha	FOLIAR	04 -03 -2020	Testigo (Cipermetrina)
T2	250 ml / Ha	FOLIAR	04 -03 -2020	All (Bifentrina + Imidacloprid)
T3	150 gr/ha	FOLIAR	04 -03 -2020	Bf (Flonicamid)

1. En el laboratorio del Tecnológico de Salvatierra se calculó la dosis en gramos del producto “Bf”, por lo que se realizó el pesado de 12 gr el cual fue el equivalente a los 720 mts<sup>2</sup> de la unidad experimental.
2. El gasto se calculó añadiendo 10 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la bomba en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 9 litros por 2 repeticiones.
3. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de los insecticidas.

**Unidad experimental:** 180 m<sup>2</sup> x 4 Rep. = 720 m<sup>2</sup>

**Dosis de “All”:** 250 ml /Ha

**Dosis de “BF”:** 150 gr/ha

4. Se trabajó con un gasto final de 18 litros para cuatro repeticiones, por lo que se calculó la dosis de “Bf” y “All” para este volumen de agua.

**12 gr de Bf** para 720 mts<sup>2</sup>

**20 ml de All** para 720 mts<sup>2</sup>

5. Para las cuatro repeticiones se trabajó con un gasto de 18 litros

18 lts de agua (4 repeticiones) + 12 gr de “Bf”

18 lts de agua (4 repeticiones) + 20 ml de “All”

6. La preparación era hecha en un contenedor de 20 litros donde se agregaba los 18 litro de agua, después el insecticida a evaluar “BF” o “All”, se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación foliar en cada una de las repeticiones.

### **3.9.3. “Sd” (Fungicida)**

**a) Unidad experimental.**

La unidad experimental fue de 180 m<sup>2</sup> (6 melgas de 1.5 m de ancho x 20 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

**b) Diseño estadístico.**

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde T2: **Sd** y T3: Testigo (Fig. 38)

T3R2	T1R3	T2R2
T2R1	T2R4	T3R4
T1R1	T3R3	T1R4
T3R1	T1R2	T2R3

Fig. 38. Distribución de los Tratamientos de Fungicida de la Empresa "F".

**c) Aplicación de Fungicidas**

Se realizaron monitoreos en la parcela de validación sobre el porcentaje de roya presente en cada una de las plantas comprendidas en el pie cuadrado.

Cuadro. 10. Dosis y fechas de aplicación de Fungicida de la empresa “F”

<b>TRAT</b>	<b>DOSIS</b>	<b>APLICACIÓN</b>	<b>EPOCA DE APLICACIÓN</b>	<b>PRODUCTOS</b>
<b>T2</b>	500 ml/ha	FOLIAR	24 - 03- 2020	<b>Sd (Azoxystrobin)</b>
<b>T3</b>	0.4 l/Ha	FOLIAR	24 - 03- 2020	<b>Testigo ( Ciproconazole)</b>

1. El gasto se calculó añadiendo 10 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la bomba en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 9 litros por 2 repeticiones.
2. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de los bioestimulantes

**Unidad experimental:**  $180 \text{ m}^2 \times 4 \text{ Rep.} = 720 \text{ m}^2$

**Dosis de “Sd”:** 500 ml /Ha

3. Se trabajó con un gasto final de 18 litros para cuatro repeticiones, por lo que se calculó la dosis de “Sd” para este volumen de agua.

**36 ml de Sd para 720 mts<sup>2</sup>**

4. Para las cuatro repeticiones se trabajó con un gasto de 18 litros

18 lts de agua (4 repeticiones) + 36 ml de “Sd”

5. La preparación era hecha en un contenedor de 20 litros donde se agregaba los 18 litro de agua, después el Fungicida a evaluar “Sd”, se revolvía hasta lograr

una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación foliar en cada una de las repeticiones.

### 3.9.4. “Ha”- “Ay” (Herbicidas)

#### d) Unidad experimental.

La unidad experimental fue de 180 m<sup>2</sup> (6 melgas de 1.5 m de ancho x 20 m de largo), para cada uno de los tratamientos, con 4 repeticiones cada tratamiento. Tamaño total de la parcela de 5,000 m<sup>2</sup>.

#### e) Diseño estadístico.

Se implementó el diseño de bloques completos al azar, donde T1: “Ha” + “Ay” y T3: Testigo (Fig. 39)

T3R2	T1R3	T2R2
T2R1	T2R4	T3R4
T1R1	T3R3	T1R4
T3R1	T1R2	T2R3

Fig. 39. Distribución de los Tratamientos de Herbicidas de la Empresa "F".

### f) Aplicación de Herbicidas

Se realizaron 1 aplicación de los herbicidas en conjunto.

Cuadro. 11. Dosis y fechas de aplicación de herbicidas de la empresa “F”

TRAT	DOSIS	APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN	PRODUCTO
T3	1.0 L/ Ha	FOLIAR	04 - 02- 2020	TESTIGO (2,4-D)
T2	25 g / Ha 8 gr / Ha	FOLIAR	04 - 02- 2020	Ha (tifensulfurón-metil) Ay (Metsulfuron metil)

1. En el laboratorio del Tecnológico de Salvatierra se calculó la dosis en gramos de los productos “Ha” y “Ay”, por lo que se realizó el pesado de 1.8 gr y 0.6 gr respectivamente, los cuales fue el equivalente a los 720 mts<sup>2</sup> de la unidad experimental.
2. El gasto se calculó añadiendo 10 litros de agua a la mochila de aspersión empezando a simular el proceso de fumigación, una vez terminado la prueba se vaciaba el agua sobrante de la bomba en un contenedor y se medía para conocer el gasto de agua aproximado, el proceso del cálculo de gasto se realizó dos veces para obtener una mayor certeza, obteniendo un gasto aproximado de 9 litros por 2 repeticiones.
3. Conociendo el gasto que se tendría por repetición se prosiguió a calcular la dosis de aplicación de los bioestimulantes

**Unidad experimental:** 180 m<sup>2</sup> x 4 Rep. = 720 m<sup>2</sup>

**Dosis de “Ha”:** 25 gr /Ha

**Dosis de “Ay”:** 8 gr /Ha

4. Se trabajó con un gasto final de 18 litros para cuatro repeticiones

**1.8 gr de Ha** para 720 mts<sup>2</sup>

**0.6 gr de Ay** para 720 mts<sup>2</sup>

5. Para las cuatro repeticiones se trabajó con un gasto de 18 litros

18 lts de agua (4 repeticiones) + 0.6 gr de “Ay” + 1.8 gr de “Ha”.

6. La preparación era hecha en un contenedor de 20 litros donde se agregaba los 18 litro de agua, después los herbicidas a evaluar “Ha” + “Ay”, se revolvía hasta lograr una mezcla homogénea, finalizando con el llenado de la mochila de aspersión y comenzando con la aplicación foliar en cada una de las repeticiones.

### **3.10. COSECHA**

La cosecha se realizó el día 4 de mayo del 2020 de forma manual con ayuda de un implemento llamado hoz de diente, haciendo 3 muestreos (1 m de largo x 1.5 m de ancho), por repetición para cada uno de los tratamientos de cada empresa, el área destinada a cosechar se realizó con ayuda de la hoz, se retira la espiga de la cebada cortando desde el pedicelo de la planta, cuidando generar el menor daño a los granos de la espiga. El material recolectado fue depositado dentro de costales rotulados con los datos de: Empresa, Tratamiento, Repetición, número de muestreo.

### **3.11. TRILLADO**

El proceso de trillado de la semilla fue realizado mediante una trilladora de gasolina, en las instalaciones del granero Agrimasztov/Heineken, donde la espiga de cebada cosechada en Cupareo era desgranada, posteriormente la semilla era limpiada para eliminar el mayor porcentaje de residuos procedentes de la espiga, una vez limpia, ésta era depositada nuevamente en los respectivos costales rotulados con la información del proyecto.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Porcentaje de germinación

La germinación de las semillas de cebada debe tener lugar dentro de 7 a 10 días después de la siembra, dependiendo la variedad, el proceso de germinación se ve condicionado por diversas determinantes como lo son la humedad, oxígeno, tipo de suelo, nutrientes y temperatura. Tomando en cuenta las condicionantes, se realizaron pruebas de campo para conocer los datos de porcentaje de emergencia. Teniendo los primeros brotes de plantas a los 6 días después del primer riego y una germinación total a los 10 días. La prueba de porcentaje de emergencia se realizó 11 días después de observar que el proceso había concluido (cuadro 12 Y 13).

Cuadro. 12. Promedio de plantas emergidas en un periodo de tiempo de 21 dds (días después de la siembra).

EMERGENCIA		
Empresa	Plantas/ft <sup>2</sup>	Plantas/m <sup>2</sup>
V	90	200
A	87	193
F	94	208
D	106	235

Debido a las características edafológicas que presentaba el suelo donde se realizó la siembra se observó un mayor índice de germinación en la empresa D, destacando del resto de las empresas, incluso presentando mejores resultados que la empresa V en la se inoculo la semilla con un mejorador de geminación.

Cuadro. 13. Promedio de plantas emergidas de la empresa V en un periodo de 21dds

EMERGENCIA			
Tratamiento	Plantas/ft <sup>2</sup>	Plantas/m <sup>2</sup>	C. V.
Testigo	77	172	18
Rd	102	228	17

C. V: Coeficiente de variación

La empresa V presento un mayor índice de plantas emergidas a los 21 días después del riego de emergencia, esto debido al efecto de la inoculación de la semilla con el producto **Rd** el cual es un tratamiento que mejora el proceso de germinación en las plantas y promueve un fuerte efecto “iniciador” durante la etapa de desarrollo inicial; ocasionando un aumento de energía en la germinación y estimulando los procesos metabólicos y el crecimiento inicial de las plántulas.

#### 4.2. Control de Malezas

El control de malezas es una práctica fundamental en la agronomía, debido a que con la eliminación de este tipo de vegetación se evita la competencia por los nutrientes presentes en el suelo, lo cual beneficia al cultivo a tener un mejor desarrollo, el conteo de malezas se realizó a los 27 dds, mientras que la aplicación de los herbicidas evaluados por parte de las empresas D y F se realizó a 32 dds, el segundo muestreo de conteo de malezas fue hecho a los 47 dds donde se registraron la presencia de nuevas malezas y permanencia de malezas viejas.

Cuadro. 14. Registro de malezas de hoja ancha, antes de la aplicación de herbicidas (27 dds) y después de la aplicación (47 dds).

Empresa	Producto	Tratamiento	No. Maleza/ft <sup>2</sup> (M1)	Maleza Vieja (M2)	Maleza Nueva(M2)
			Hoja Ancha	Hoja Ancha	Hoja Ancha
TESTIGO F	(2,4-D)	TEST	88	1	33
F	Ha+Ay	T2	65	2	30
TESTIGO D	(2,4-D)	TEST	56	0.125	62
D	Mh	T3	62	3	21
D	FiAm	T4	57	0	28
D	Ale	T2	53	0.125	34

M1: Muestreo realizado 27 dds

M2: Muestreo realizado 47 dds

Después de la aplicación de los cinco Herbicidas se logró observar un control mayor del 95 % sobre la maleza de hoja ancha presente en el cultivo, mostrado los mejores resultados el tratamiento **FiAm** el cual tiene como ingrediente activo (2, 4-D) el cual logro un 100% de control de la maleza, a través de estos resultados se busca encontrar nuevas opciones de control de malezas de hoja ancha para ser incorporadas al catálogo de productos utilizados por la empresa Heineken México para el control de problemas bióticos.

Autores como Chávez (2003), Esqueda *et al* (2005), Esquer y Martínez *et al* (2020) indicaron que los herbicidas cuyo ingrediente activo es Dicamba y 2-4 D mostraron un buen control de diversas malezas de hoja ancha en los cultivos de trigo y maíz. En otro estudio realizado en Maíz por Aguilar-Carpio *et al.* (2021) reportaron que algunas malezas de hoja ancha como es el caso de Quesito (*A. neomexicana*) presentó susceptibilidad a la combinación de herbicidas hormonales (2,4-D y Dicamba) con otros herbicidas (Nicosulfurón y Rimsulfurón), ya que la maleza mostró una malformación en las hojas y necrosis.

Rosales *et al.* (2011), observaron en el cultivo de sorgo, que la aplicación de Dicamba + 2,4-D, presento un control del 90 %, sobre *Amaranthus palmeri* y *Helianthus annuus*, a los 45 dda. En el año 2014, Metzler y Ahumada controlaron las poblaciones de *Conyza*, *Commelina* y *Oenothera* utilizando 2,4-D y Dicamba antes de la siembra de soja, maíz y sorgo; estos autores observaron que el control era inconsistente en condiciones de insuficiente humedad del suelo, al aplicar estos herbicidas. La adición de Dicamba aumentó la eficacia de glifosato y 2-4 D, lo que sugiere una acción de control preemergente.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio coinciden con los autores previamente citados, donde al aplicar los herbicidas **Mh** y **FiAm** (2-4 D + Dicamba; 2-4 D), se encontró alta efectividad (>95 %) en contra de malezas de hoja ancha en el cultivo de Cebada Maltera variedad P102. En cuanto al herbicida que genero un posible retraso en la emergencia de nueva maleza de hoja ancha, fue **Mh** (2,4-D y Dicamba) teniendo un menor número de nuevos brotes de hoja ancha.

Coincide con los resultados observados en nuestro estudio; ya que, cuando aplicaron una combinación de herbicidas hormonales como es el caso de 2,4-D y Dicamba, encontraron un control residual de malezas de hoja ancha, y observaron con el paso de los días que el herbicida iba aumentando su efectividad y porcentaje de control siempre y cuando tenga las condiciones apropiadas.

### 4.3 Control de Pulgón

El pulgón verde es la principal plaga que afecta al cultivo de cebada, el problema con esta plaga reside en atacar las hojas de las plantas a las cuales al momento de chupar su savia genera accesos para la entrada de enfermedades o en algunos casos, el mismo aparato bucal picador/ chupador ya está infectado con diversos virus, el problema radica en primer instancia que en las hojas se reduce su capacidad fotosintética, generando una disminución en el rendimiento, o en casos extremos se genera la muerte de la planta (Torcho *et al.*,2012)

Cuadro. 15. Conteo de pulgones antes y después de aplicación de insecticidas, a los 60 dds y 90 dds.

Empresa	Producto	Tratamiento	M1	M2
			Pulgones /ft <sup>2</sup>	Pulgones /ft <sup>2</sup>
Testigo D	Cipermetrina	T1	72	15
D	Cf	T2	44	4
D	Cl	T3	52	8
Testigo F	Cipermetrina	T1	55	19
F	All	T2	82	1
F	Bf	T3	32	4

M1: Muestreo realizado 60 dds

M2: Muestreo realizado 90 dds

Todos los insecticidas aplicados lograron controlar y disminuir la población de pulgones en el cultivo, a los 26 días después de la aplicación (dda), se observó que el insecticida **All** de la empresa F presentó el mayor control sobre las poblaciones de pulgones con un 99% en el cultivo de cebada maltera en comparación con los 3 insecticidas restantes; siendo **Cl** el insecticida que presentó el menor control (85%).

La eficiencia del imidacloprid radica en su modo de acción, por ser un insecticida de ingestión pues al momento en que los insectos ingieren o entran en contacto con imidacloprid, se une a las células nerviosas, lo cual afecta la transmisión de impulsos nerviosos y causa temblores y otros problemas del sistema nervioso, dichos efectos pueden causar la muerte del insecto (OEHHA,2022).

Perales *et. al* (2019) identificaron que el insecticida Singular 350 SC, cuyo ingrediente activo fue (Imidacloprid), aplicado al cultivo de sorgo presento un control en el número de colonias vivas e infestación del pulgón amarillo, superiores al 85 % desde la primera y segunda fecha de evaluación.

Los resultados de los autores anteriormente citados concuerdan con lo observado en este estudio, donde, los insecticidas utilizados con ingrediente activo "Imidacloprid", **Cf**, **Cl** y **All**, lograron controlar y disminuir la población de pulgones en un (91 %, 85 % y 99 %). Al utilizar un insecticida con ingrediente activo Flonicamid se logró controlar en un 88 % la incidencia de pulgones en el cultivo de Cebada maltera variedad P102.

#### **4.4 Control de royas**

La enfermedad de la roya no es catalogada como un factor biótico que ocasione grandes pérdidas económicas en los cultivos, sin embargo, es una enfermedad foliar que afecta al cultivo de cebada. Las plantas afectadas producen menor número y peso de grano, se tienen datos promedio que reportan pérdidas de 20 a 30% en el rendimiento final. Para el manejo de esta enfermedad es recomendable evitar el uso de variedades susceptibles, la excesiva fertilización nitrogenada, una alta densidad de siembra y el uso de fungicidas de prevención y control en el caso de que ya exista presencia de esta enfermedad (González *et al.*, 2013).

Cuadro. 16. Porcentaje de hojas infestadas por roya en el cultivo de cebada maltera var. P102, antes y después de la aplicación de fungicidas, a los 79 dds y 111 dds.

Empresa	Producto	Tratamiento	M1		M2	
			Hojas afectadas/ft <sup>2</sup>	(%)	Hojas afectadas/ft <sup>2</sup>	(%)
Testigo	Ciproconazol e	T1	7	14	0.62	6
D	Va	T2	5	10	0.25	1.25
D	Ax	T3	9	15	0	0
D	Po	T4	4	15	0.37	2
Testigo	Ciproconazol e	T1	2	4	1.63	7
F	Sd	T2	6	22	0.5	2.50

M1: Muestreo realizado 79 dds

M2: Muestreo realizado 111 dds

Los fungicidas aplicados lograron controlar y disminuir la aparición de la roya a los 26 días después de la aplicación (dda) presentado un control superior al 90%. Los resultados a 20 dda presentaron un control del 100% de roya con el fungicida **Ax** el cual presenta como ingrediente activo Azoxystrobin, su modo de acción inhibe el proceso respiratorio de los hongos, resultando especialmente eficaz para impedir la germinación de esporas y el desarrollo inicial del patógeno, este actúa sobre la cadena de transferencia de electrones entre los citocromos b y c1 bloqueando y frenando la síntesis de ATP. Con ello impide la producción de energía del hongo provocando su muerte (Syngenta, 2022)

Los fungicidas **Sd**, **Va** y **Po** lograron controlar y disminuir la roya presente en las hojas de cebada en un 90% aproximadamente. Por otro lado, los resultados obtenidos concuerdan por los autores González *et al.*, 2013, quienes informaron que los fungicidas a base de Epoxiconazole y Tebuconazol lograron tener un control de roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth.) en cebada. En este experimento los Fungicidas **Va** están formulados a base de Tebuconazol y **Po** tiene como ingrediente activo Epoxiconazole.

## 4.5 Muestreo de altura de planta, Número de espigas y Número de granos por espiga

La altura promedio de la variedad P102 se encuentra entre los 90 y 100 cm, presentando 24 granos por espiga (Heineken, 2018). En relación de las variables a evaluar no se encontraron diferencias significativas entre cada uno de los plaguicidas aplicados pues el promedio de altura de las plantas muestreadas oscilaba en los 84 cm, en cuanto al número de espigas por  $\text{ft}^2$  la media se encontraba en las 80 espigas y en los granos por espiga la media era de 24 granos.

### 4.5.1. Altura de planta.

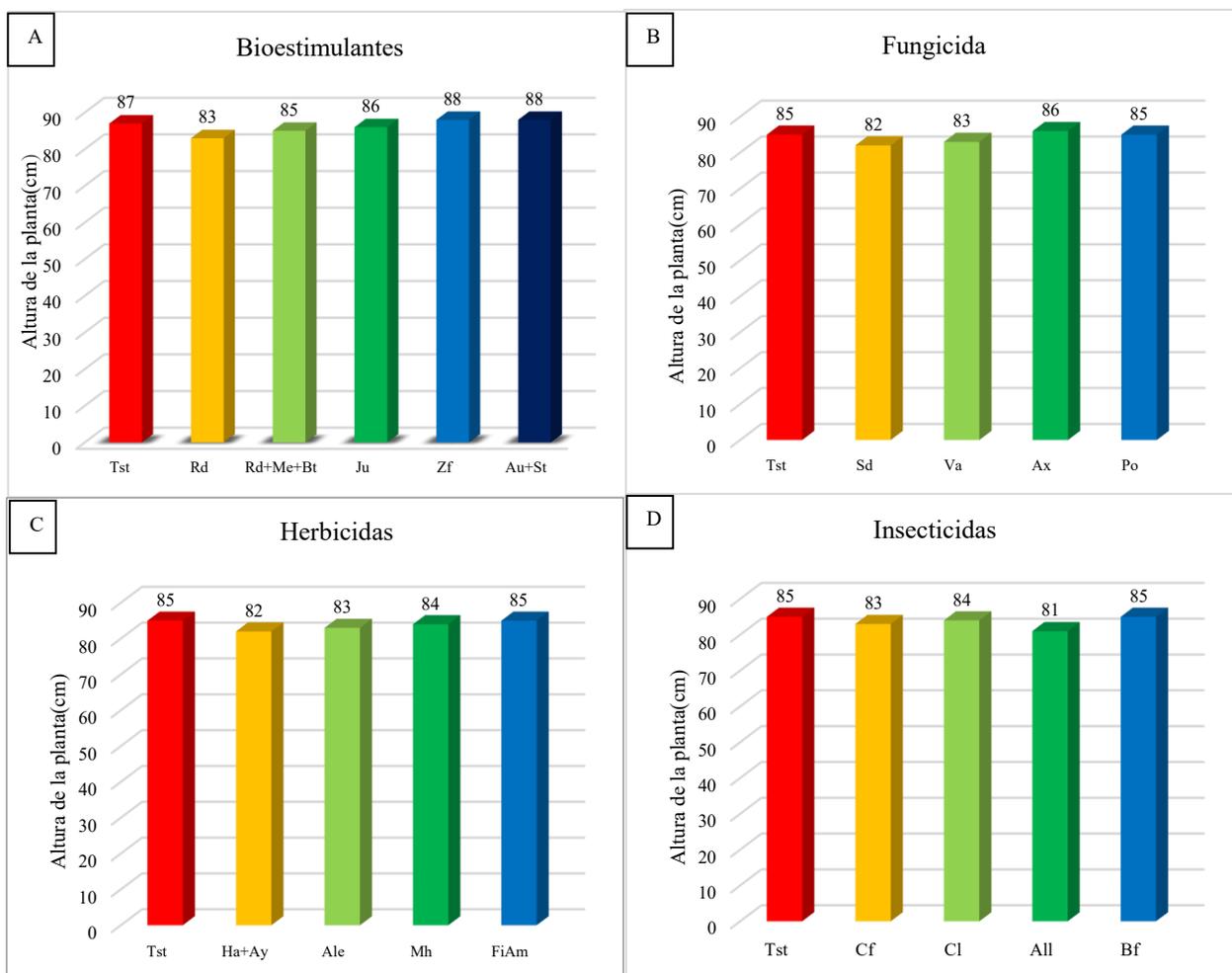


Fig. 40 Altura de plantas obtenidas en la aplicación de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102 .

Los datos de alturas más sobresalientes se encontraron en los paquetes tecnológicos de bioestimulantes siendo **Zf** de la empresa **D** y **Au+St** de la empresa **F** los tratamientos que presentaron las mayores alturas, existiendo una diferencia de 5cm con respecto al tratamiento **Rd** de la empresa **V** donde se aplicó el mejorador de germinación. El tratamiento donde se aplicó el mejorador de germinación más los dos bioestimulantes **Me+Bt** presento una diferencia de 3 cm con respecto a los tratamientos de la empresa D y F; en el caso de la empresa A (Ju) la diferencia fue de 2 cm con **Zf** de la empresa **D**.

Las alturas de las plantas en los tratamientos de fungicidas evaluados estuvieron prácticamente a la par con las alturas de los tratamientos de los bioestimulantes lo que nos demuestra que la aplicación de los diferentes fungicidas no afecto al desarrollo del cultivo, el fungicida que presento la mayor altura fue **Ax** de la empresa **D** existiendo una diferencia de 4 cm con respecto a **Sd** de la empresa F.

Los resultados de altura en los herbicidas fueron muy parecidos existiendo una diferencia de 3cm entre la mayor y menor altura encontrada, siendo **FiAm** de la empresa **D** y el testigo los dos tratamientos con las alturas más altas.

En el caso de los insecticidas, las alturas fueron similares en los 4 tratamientos y el testigo, siendo este último y **Bf (F)** donde se encontraron las plantas de mayor altura, el insecticida **All** fue el tratamiento donde se presentaron las menores alturas. Es importante mencionar que la aplicación de los diferentes plaguicidas no genero efectos negativos al cultivo, pues no se encontraron alturas menores a las esperadas.

#### 4.5.2. Número de Espigas por Ft<sup>2</sup>

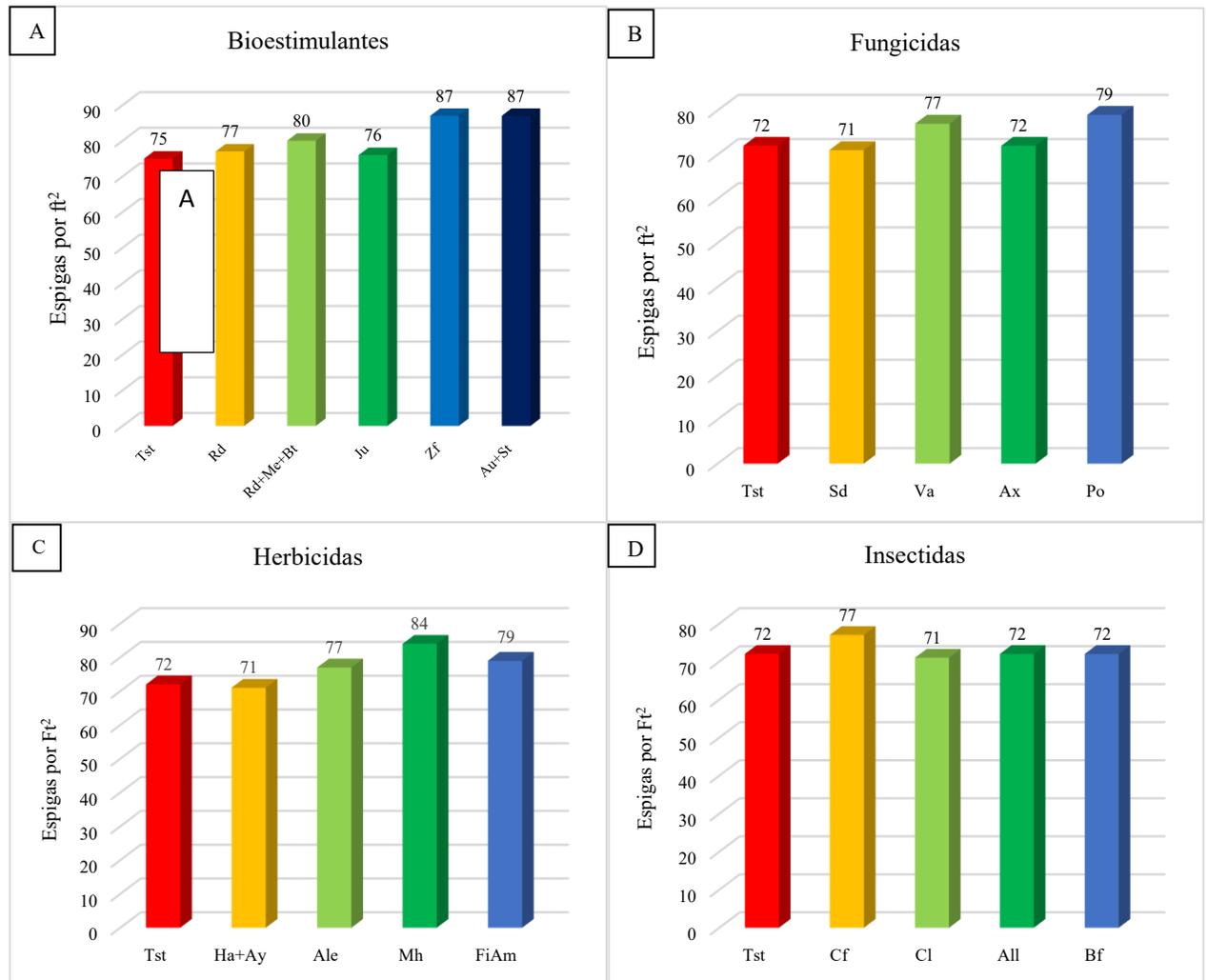


Fig. 41. Número de espigas comprendidas por pie cuadrado en los tratamientos de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102.

En los tratamientos de bioestimulantes se observó una diferencia de 11 espigas por Ft<sup>2</sup> entre el valor más alto y bajo, siendo **Zf (D)** y **Au+ St (F)** los valores más altos con 87 espigas; el tratamiento **Rd+Me+Bt** donde se aplicó el mejorador de germinación y los bioestimulantes. (Fig.41[A])

En cuanto a los fungicidas evaluados en este experimento, **Va** y **Po**, pertenecientes a la empresa D; se observaron 5 y 7 espigas más por ft<sup>2</sup> que las observados en el tratamiento testigo, lo cual, nos ocasiono un mayor rendimiento al momento de la cosecha en el cultivo de Cebada. (Fig 41[B]).

Los herbicidas además de controlar las malezas obtuvieron buenos resultados en cuanto al número de espigas por ft<sup>2</sup>; siendo **Mh** el herbicida con el mayor promedio de esta variable con un valor de 84 espigas, mientras que **Ha+Ay** estuvo debajo del testigo con 71 espigas. (Fig.41[C])

El insecticida que presento un mayor número de espigas por ft<sup>2</sup>, fue **Cf** con 77 espigas, existiendo una diferencia de 5 espigas en respecto al testigo (72 espigas/ft<sup>2</sup>). En cuanto a los demás insectidas probados en este experimento, no se observó ninguna diferencia significativa en esta variable. (Fig.41[D])

#### 4.5.3. Grano por Espiga.

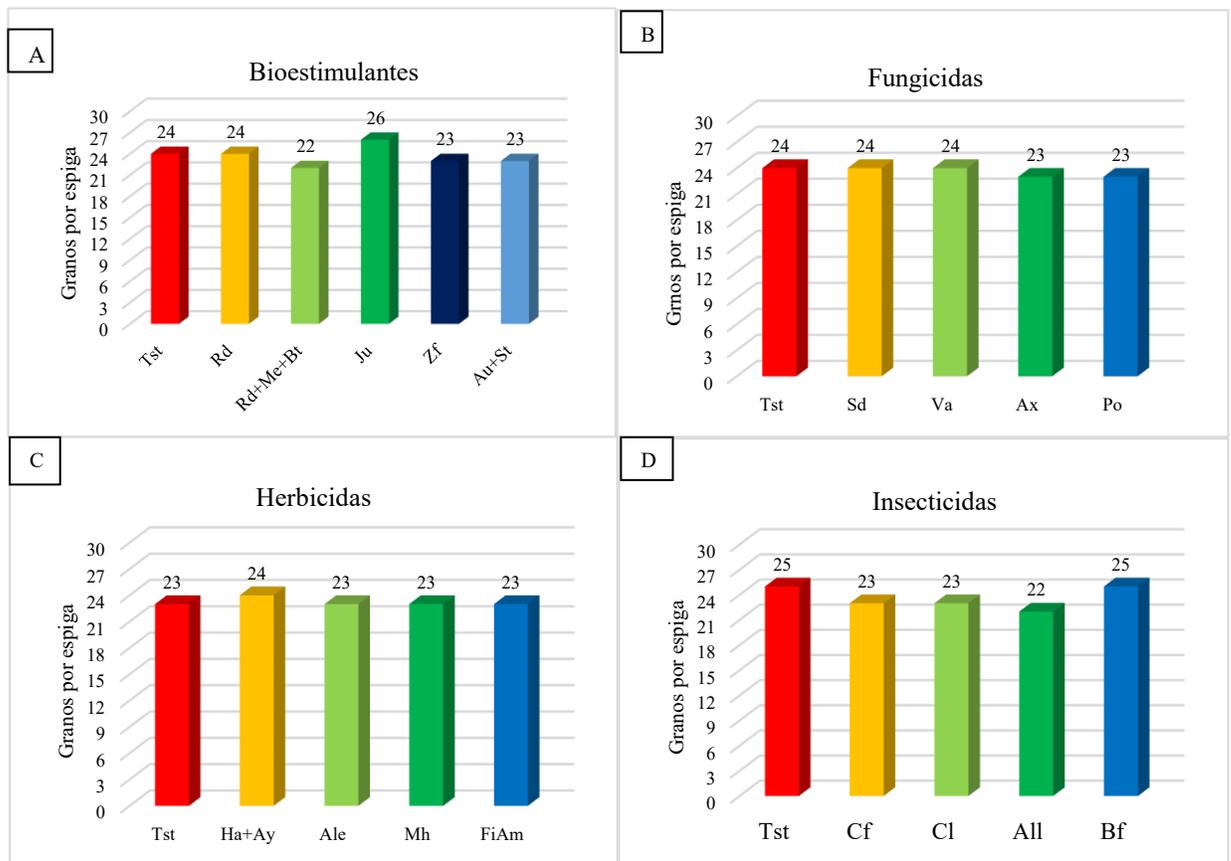


Fig. 42. Promedio de Granos por espiga en los de tratamientos de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102.

En el parámetro de granos por espiga el valor más alto se presentó en los bioestimulantes, más específicamente en **Ju** de la empresa **A** con un total de 26 granos por espiga, estando 2 granos arriba del promedio que se espera para una variedad 2H.

Realizando el análisis estadístico pertinente, no se observaron diferencias significativas de los tratamientos con respecto al testigo. (Fig.42[A])

En los tratamientos de fungicidas y herbicidas (ver Fig.42[B y C])), no se observaron diferencias significativas en ningún tratamiento con respecto al testigo. Observándose entre 23 y 24 granos por espiga en todos los tratamientos evaluados.

Es importante mencionar que el segundo valor más alto en el parámetro de granos por espiga se encontró en los insecticidas con 25 granos en el tratamiento **Bf** lo que nos ayuda a confirmar que el uso de plaguicidas no genera un efecto negativo a la hora del desarrollo del cultivo, los insecticidas de la empresa D presentaron el mismo número de granos (23), en el insecticida **All** fue donde se encontraron el menor número de granos (22).

#### **4.5.5. Variable Rendimiento**

Esta variable es una de las de mayor importancia en el ámbito agrícola pues es la pauta para conocer la producción esperada, en qué condiciones se encuentra el grano y si existe un efecto negativo en la aplicación de los plaguicidas evaluados en este proyecto de investigación. En México se espera que un cultivo de cebada maltera de riego tenga un rendimiento aproximado de 6 Ton/ha siempre y cuando el cultivo tenga los requerimientos edafológicos esenciales para que la planta de cebada tenga un buen desarrollo.

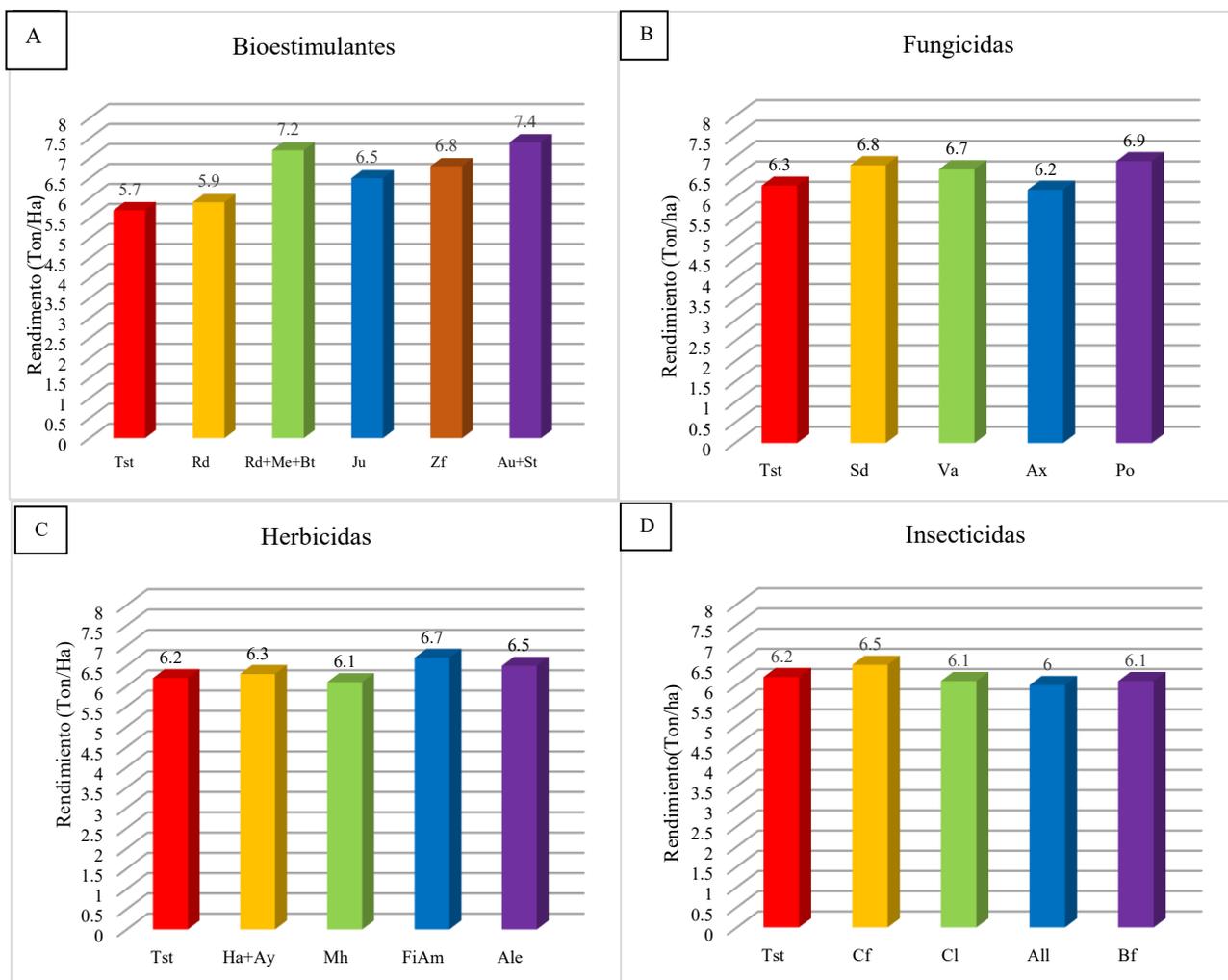


Fig. 43. Rendimiento obtenido en la aplicación de Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D) en el cultivo de cebada maltera var. P102.

Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos de Bioestimulantes presentándose el mayor rendimiento en la empresa **F** donde se aplicó la combinación de **Au + St** donde los ingredientes activos son Ácido gama amino butírico y Ácido Glutámico los cuales ayuda a aumentar la calidad y rendimiento de los cultivos, acelera la maduración, aumenta la fijación de la raíz, haciendo más temprana la floración y amarre de frutos, más rápida la germinación de la semilla y enraizamiento, lo cual se vio reflejado en el rendimiento existiendo una diferencia de 1.7 Ton/Ha en relación al testigo donde no se realizó la aplicación de fertilizante foliar.

En la región del bajío, que comprende los estados de Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco; es la zona de mayor productividad del país en cuanto a Cebada Maltera (Pérez-Ruiz *et al.*, 2015); según datos publicados de la SIAP (2020), se obtuvo un rendimiento de Cebada de 5.9 T/Ha. Los rendimientos obtenidos en el ciclo 2020 en este experimento fueron de 6.4 T/Ha. Lo cual nos demuestra que los productos utilizados y evaluados en este proyecto, lograron mantener un manejo agronómico óptimo para el crecimiento y desarrollo de las plantas de Cebada.

El tratamiento donde se utilizó el mejorador de germinación **Rd**, obtuvo un mayor rendimiento de 200 kg/ha con respecto al testigo, en cambio el tratamiento donde se aplicó este mismo producto (**Rd**), más los fertilizantes foliares Me+ **Bt** aumento 1.5 Ton/ha con respecto al testigo. El fertilizante **Zf** de la empresa **D** presento una diferencia de 1.1 Ton/Ha en comparación con el testigo. (Fig.43[A])

Estos resultados coinciden con los publicados por otros autores como Serna-Rodríguez *et al.*, (2011) el cual realizo aplicaciones de ácido glutámico en cultivo de tomate teniendo como resultado un incremento en la actividad de la glutamina sintetasa, lo que se reflejó en mayor producción de frutos. En este experimento, el tratamiento **Au+St** proveniente de la empresa **F**, también contenía ácido glutámico, y se observó un aumento en el rendimiento de 1.7 t/ha con respecto al testigo. (Fig.43[A])

En el caso de los fungicidas probados en estos experimentos, los rendimientos obtenidos fueron superiores al testigo. El fungicida **Po** de la empresa **D**, fue el que obtuvo el rendimiento más alto con 6.9 Ton/ha, teniendo una diferencia de 600 Kg/ha con respecto al testigo. El fungicida **Ax** mostró un rendimiento muy parecido con respecto al testigo (6.2 T/Ha). Lo cual significa, que no provoca una reducción en el rendimiento, porque si mantiene el cultivo libre de royas. (Fig.43[B])

En cuanto a los herbicidas evaluados, la **FiAm** (Empresa D) mostro los rendimientos más altos, con una diferencia de 500Kg/Ha con respecto al testigo. Cabe resaltar, que lo importante en este estudio fue evaluar, el efecto de los herbicidas, con respecto a las malezas de hoja ancha. Sin embargo, al eliminar eficientemente las malezas, se logró aumentar el rendimiento en el cultivo. (Fig.43[C])

La aplicación de los herbicidas no repercute en el desarrollo y producción del cultivo de cebada, al contrario, en algunos ingredientes activos provocaron un aumento del rendimiento, debido al control eficiente de maleza, lo cual elimina la competencia por agua, luz y nutrientes en el cultivo de interés.

Todos los insecticidas evaluados lograron controlar eficientemente la presencia de pulgón (*Schizaphis graminum*), sin ocasionar fitotoxicidad en las plantas de cebada, ni afectando el rendimiento en el cultivo. Además, en el insecticida Cf se observó un mayor rendimiento con respecto al testigo (300 kg/ha) (Fig.43[D]).

#### **4.5.6. Variable Peso Hectolitrito**

Es el parámetro que debe de conocer el productor agropecuario, este se define como el peso en kilogramos de un volumen de grano de 100 litros. Es un valor muy útil porque resume en un solo valor qué tan sano es el grano. Esto es importante porque cuanto más sano sea, será menor la cantidad de impurezas, granos dañados o quebrados, picados, fusariosos o con presencia de cualquier enfermedad, el peso hectolítrico es una buena estimación tanto de la calidad física del grano, como de la calidad maltera, el promedio de Peso Hectolitrito en cebada cervecera esta en el rango de 62 a 65 Kg/L. En cebadas de seis hileras como mínimo 56 kg hL, mientras que en cebadas de dos hileras esta debe tener como valor mínimo 58 kg hL. (González-González *et al.*, 2016)

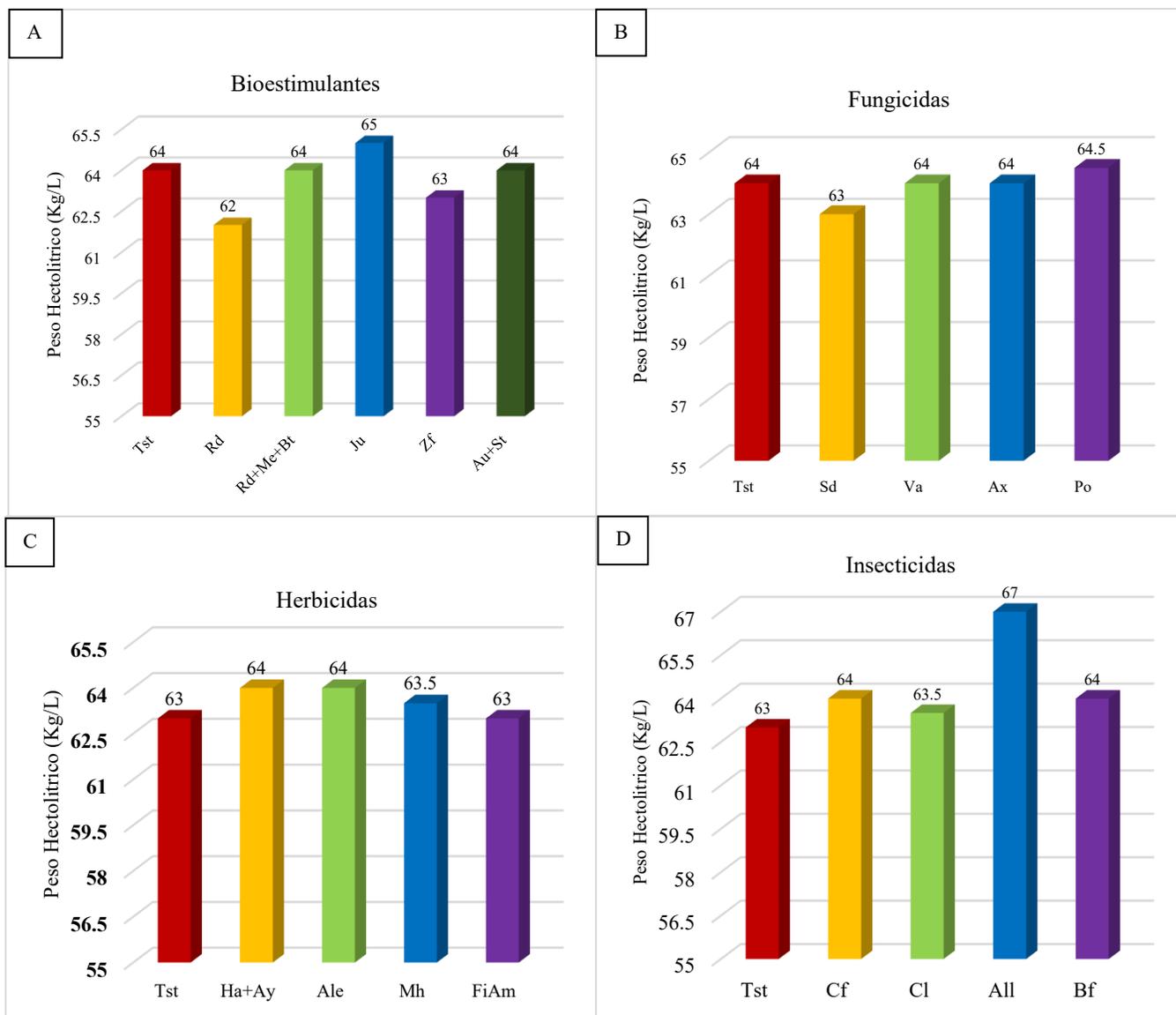


Fig. 44. Peso hectolitrico del grano en el cultivo de cebada maltera var. P102 en los tratamientos Bioestimulantes (A), Fungicidas (B), Herbicidas (C) e Insecticidas (D)

El valor más alto de peso hectolitrico fue de 67 Kg/L el cual se presentó en el tratamiento **All** (insecticida) de la empresa **F** lo cual nos demuestra que el uso de plaguicidas no afecta el óptimo desarrollo de los cultivos; en el caso de los bioestimulantes el producto **Ju** encabezó las gráficas de peso hectolitrico con 65 Kg/L; Una diferencia de 3 Kg/L en relación al producto **Rd** (Mejorador de germinación) el cual fue el más bajo. (Fig.44[A])

Los valores de Peso Hectolitrico en los tratamientos de los fungicidas fueron muy parecidos entre si, y no se observaron diferencias significativas con respecto al testigo. (Fig.44[B])

En el caso de los Herbicidas probados en estos experimentos, los valores obtenidos fueron superiores al testigo, siendo **Ay** y (**Ha+Ay**) los tratamientos con los datos más altos, seguidos por **Mh** y **FiAm**, este último estuvo a la par con el testigo con un peso de 63 Kg/L. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. (Fig.44[C])

Para los insecticidas como ya se mencionó, fue donde se presentó el valor más alto con el producto **All**, y el resto de los insecticidas evaluados fueron superiores al testigo; lo cual, nos demuestra la alta eficiencia agronómica, en el manejo de todos los productos evaluados en este experimento. (Fig.44[D])

### 4.5.7 Grano para malta

En la norma Mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003, se establecen las condiciones y características que debe reunir el grano para ser considerado apto para su utilización en la fabricación de malta el cual establece un porcentaje superior a 85% de grano retenido en una criba de 5.5/64” x 3/4”. El llenado del grano que determina el peso y tamaño está influenciado grandemente por la disponibilidad de agua y temperaturas óptimas. (González-González *et al.*, 2016)

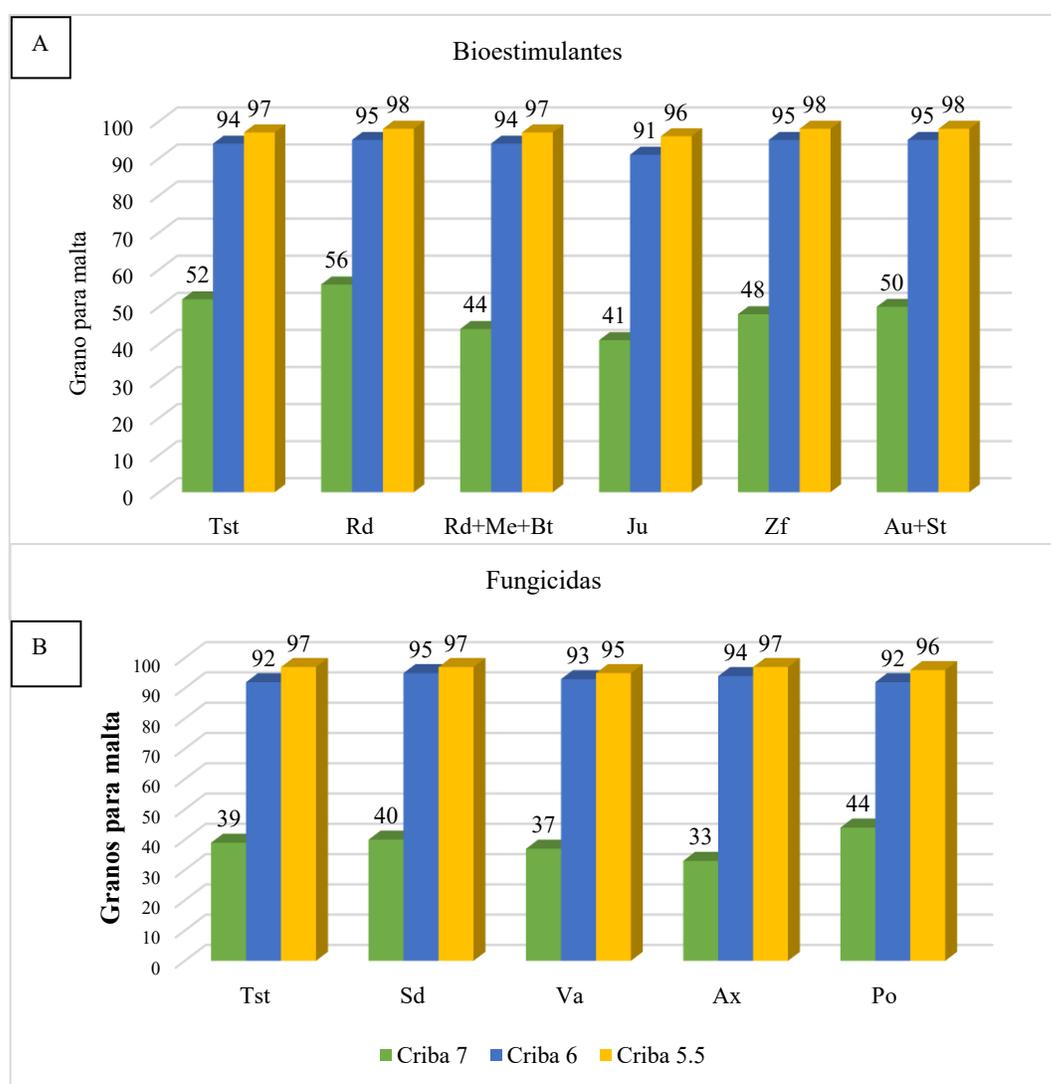


Fig. 45. Comparación de tratamientos de Bioestimulantes (A) y Fungicidas (B) en porcentaje de grano destinado a la fabricación de malta, tamizado por 3 diferentes cribas

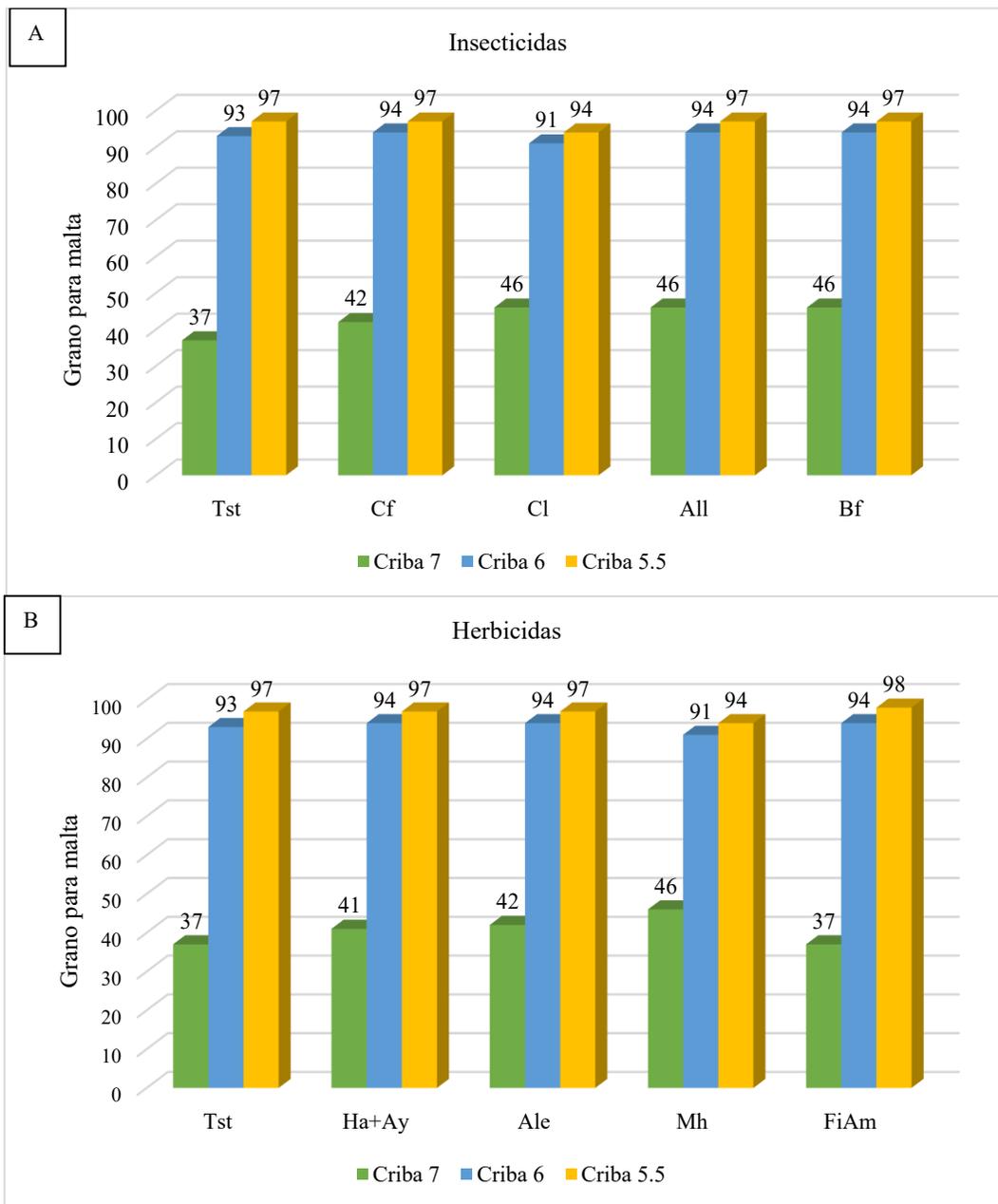


Fig. 46. Comparación de tratamientos de Insecticidas (A) y Herbicidas (B) en porcentaje de grano destinado a la fabricación de malta, tamizado por 3 diferentes cribas.

En cuanto al porcentaje de grano maltero, durante este estudio, se observaron diferencias entre los productos evaluados, la empresa Heineken – México está utilizando la criba 6/64" X 3/4, con filtro para elegir el grano óptimo para malta, los resultados de mejor tamaño de grano se presentaron en los tratamientos de

bioestimulantes mientras que los tratamientos de fungicidas se encontraron los grano de tamaño más pequeño, la criba 7 fue donde se presentaron mayores diferencias en cuanto al porcentaje de grano aprovechable, mientras que en las cribas 5.5 y 6 los resultados eran más homogéneos.

En la empresa Heineken, la calidad del grano para malta es obtenido a través de la criba 6/64'', en algunos estudios se ha establecido que se recomienda un porcentaje superior a 85% de grano retenido en una criba de 5.5/64'' x 3/4''. En este estudio realizado se obtuvo un porcentaje superior al 90% de grano retenido en una criba de 6/64''.

#### **4.5.8. Porcentaje de proteína**

Las sustancias nitrogenadas tienen una gran importancia en la calidad de la malta pues estas tienen una influencia positiva en el gusto de la cerveza, el mantenimiento de la estabilidad de la espuma y la nutrición de las levaduras. Por estos motivos se establece que una cebada no puede tener menos de 8,5% de proteína .

Pero las proteínas en exceso tienen una influencia muy negativa en la calidad industrial de la cebada cervecera.

- A) **En el malteado:** niveles altos de proteína causan una germinación errática y aumentan las pérdidas o merma del malteo.
- B) **En el mosto:** un porcentaje muy elevado de proteínas aumenta la proporción de las proteínas de alto peso molecular solubles en el mosto, trae dificultades de filtrado, aumenta la intensidad del color y perjudica el gusto.
- C) **En la cerveza:** niveles altos de nitrógeno soluble en el mosto, se combinan con los polifenoles ocasionando enturbiamiento en frío de la cerveza.

Cuadro. 17. Resultados de análisis de proteína de cebada de INIFAP campus Celaya.

Muestra Agroenzimas	Humedad (%)	Proteína (% base seca)				
		R1	R2	R3	Promedio	SD
Testigo 1	9.3	11.1	11.1	11.3	11.2	0.12
Testigo 2	9.0	12.6	12.2	12.5	12.4	0.23
Testigo 3	9.4	9.7	9.9	9.9	9.8	0.13
Testigo 4	9.3	10.9	11.1	11.0	11.0	0.08
<b>PROMEDIO DEL TESTIGO</b>					<b>11.5</b>	
JU (1)	9.1	10.9	10.8	10.8	10.8	0.07
JU (2)	9.0	10.3	10.1	10.2	10.2	0.10
JU (3)	9.2	10.9	10.6	11.0	10.8	0.21
JU (4)	9.0	11.1	11.0	11.0	11.0	0.09
<b>PROMEDIO DEL TRATAMIENTO</b>					<b>10.7</b>	

El testigo presento valores más altos del porcentaje de proteína, dándonos como referencia que la aplicación de bioestimulante **Ju** ayudo a reducir la proteína presente en el grano de cebada, como se menciona al reducir el porcentaje de proteína en la cebada aumento el porcentaje de carbohidratos lo que nos da como respuesta un aumento en la cantidad y calidad de malta, otro efecto relacionado a la baja de proteínas es que también existe un aumento de acción de enzimas

## CAPITULO 5: CONCLUSIONES

Los diferentes productos evaluados tuvieron efectos distintos sobre el cultivo a la hora de evaluar las variables de rendimiento, peso hectolitrico, grano de uso maltero, altura de la planta, espigas por pie cuadrado y granos por espiga. En los tratamientos de bioestimulantes, fue donde se observaron los valores más altos (7.4 T/Ha) y con diferencias significativas con respecto al testigo.

Los rendimientos en los demás productos evaluados (Insecticidas, Fungicidas y Herbicidas), no se observaron diferencias significativas con respecto al testigo, lo cual sugiere que producen un manejo agronomico óptimo para el desarrollo en Cebada Maltera.

El peso hectolítico que es una estimación de la calidad física del grano, está establecida en un rango de 62 a 65 Kg/L para obtener una adecuada calidad maltera. En este estudio se establecieron valores superiores al rango mencionado anteriormente, los tratamientos con mayor peso hectolitrito fueron el insecticida **All** y el bioestimulante **Ju (67 y 65 kg/L)**, demostrando que la aplicación de los tratamientos evaluados en este ensayo no genera un efecto adverso sobre las características físicas del grano.

La criba que se utiliza generalmente para determinar el grano de uso maltero es la 5.5/64'', pero algunas empresas como es el caso de Heineken han optado por utilizar las criba 6/64'', utilizando como porcentaje base el 85% es decir que todo grano analizado después de pasar por la criba no puede ser menor a este porcentaje, los mejores resultados de tamaño de grano se encontraron en los tratamientos Bioestimulantes con los productos **Zf** de la empresa D y **Au+ St** de la empresa F, para el resto de los productos evaluados los datos presentados se encontraban en un rango del 91% al 94%.

Se realizaron dos aplicaciones de insecticidas, las cuales lograron combatir eficientemente las poblaciones de estos áfidos, con el transcurso de los días el insecticida **All** (Imidacloprid) fue el que presento mayor control en la población de pulgones (*Schizaphis graminum*) manteniendo un porcentaje mayor al 95%.

Los Herbicidas evaluados en este ensayo lograron combatir las malezas de hoja ancha con una sola aplicación, en cuanto al herbicida que presento un mejor efecto sobre la aparición de nuevas malezas fue **Mh** (2,4-D y Dicamba), en el cual se observó un control sobre la aparición de nuevos brotes, además de detener el desarrollo de las malezas presentes antes de la aplicación de los herbicidas.

Solo se realizó una aplicación de fungicidas los cuales fueron efectivos para controlar el problema de Roya en el experimento, el fungicida **Ax** fue el único que presento un 100% de control de la roya de la hoja a 20 dda el cual presenta como ingrediente activo Azoxystrobin.

## BIBLIOGRAFIA

- **ACHS.** (28 de Septiembre de 2017). Obtenido de Estos son los síntomas de intoxicación por plaguicidas: <https://www.achs.cl/portal/ACHS-Corporativo/MediosACHS/Paginas/Riesgo-por-exposicion-aplaguicidas.aspx>. recuperado el 12 de Enero del 2021.
- **Aguilar-Carpio C., Aguilar-Mariscal I., Aguilar-Carpio A.,** (2021). EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DEL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN EL CULTIVO MAÍZ (EFFICIENCY AND PROFITABILITY OF CHEMICAL WEED CONTROL IN CORN CROP). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 24 (2021). Tlayacapan, Morelos, México.
- **Aguilar Carpio, Cid, Escalante Estrada, José Alberto Salvador, & Aguilar Mariscal, Immer.** (2015). Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en clima cálido en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno. *Terra Latinoamericana*,33(1)5162.[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018757792015000100051&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018757792015000100051&lng=es&tlng=es).
- **Atlas Big** (2018-2020). Producción mundial de cebada por país: <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-cebada>. Recuperado el 10 de febrero del 2021.
- **Becerra, E.; Tosquy, O.** (2001). EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL AZOXYSTROBIN PARA EL CONTROL DE *Pyricularia oryzae* Cav.Y *Cercospora oryzae* Miyake. EN ARROZ DE TEMPORAL EN VERACRUZ, MÉXICO. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 12(1): 105-109. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/17293/16780>
- **BOTHMER R.; SATO, K.; KOMATSUDA, T. YASUDA, S.; FISCHBECK G.** (2003). The domestication of cultivated barley. In *Diversity*

in Barley. Ed. Bothmer R Von. Hintum T van, Knüpffer H, Sato K. Elsevier Science B.V., Amsterdam, NL p. 127.

- **BOX, A.** (2008). The biology of *Hordeum vulgare* L. (Barley). Australian Government: Department of health and ageing. Consultado 21 jun 2020 Disponible:  
<http://agencysearch.australia.gov.au/search/search.cgi?collection=agencies&profile=ogtr&query=barley&Submit=Search>.
  
- **Castañeda-Saucedo, María Claudia, López-Castañeda, Cándido, Colinas-De León, María Teresa B, Molina Moreno, Juan C, & Hernández-Livera, Adrián.** (2009). Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia*, 34(4), 286-292. Recuperado en 02 de septiembre de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S03781844200900040013&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S03781844200900040013&lng=es&tlng=es).
  
- **Cerveceros de México** (6 de Noviembre, 2020). Los secretos del cultivo de cebada en México, Consultado el 3 de noviembre del 2021. Disponible <https://cervecerosdemexico.com/2020/11/06/secretos-cultivo-cebada-mexico/>.
  
- **CHAVEZ GONZALEZ OCTAVIO ALONSO.** (2003)" EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD BIOLOGICA DeL HERBICIDA 2,4-D PARA EL CONTROL DE MALEZA DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN JALISCO, MEXICO"  
[http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1230/Chavez\\_Gonzalez\\_Octavio\\_Alonso.pdf?sequence=1](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1230/Chavez_Gonzalez_Octavio_Alonso.pdf?sequence=1).
  
- **Delgadillo Jáuregui, A.** (2013). "EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE REGALIA MAXX Y ATHENA EW EN FRESA". UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA CENTRO UNIVERSITARIO' DE CIENCIAS

BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO.

[http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5527/Delgadillo\\_Jauregui\\_Alfonso\\_De\\_Jesus.pdf?sequence=1](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5527/Delgadillo_Jauregui_Alfonso_De_Jesus.pdf?sequence=1).

- **Delgadillo Sánchez, Felipe; Zavaleta Mejía, Emma; Aguilar Laguna, Arturo; Arévalo Valenzuela, Alfredo; Torres Pacheco, Irineo; Valdivia Alcalá, Ramón; Garzón Tiznado, José Antonio.** (2004) Manejo de la pudrición blanca (*sclerotium cepivorum* berk.) del ajo en Guanajuato, México Agricultura Técnica en México, vol. 30, núm. 1, enero-junio, pp. 41-52 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Texcoco, México
  
- **Del Puerto Rodríguez, Asela M, Suárez Tamayo, Susana, & Palacio Estrada, Daniel E.** (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 52(3), 372-387. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S156130032014000300010&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S156130032014000300010&lng=es&tlng=es).
  
- **Esqueda Esquivel Valentín A., Tosquy Valle Oscar H., Rosales Roble Enrique.** (2005). EFECTIVIDAD DE LA MEZCLA PICLORAM Y FLUROXIPIR EN EL CONTROL DE MALEZAS PERENNES DE PASTIZALES TROPICALES. Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. Km. 34 Carr. Veracruz-Córdoba. Apdo. Postal 429, 91700, Veracruz, Ver., México.
  
- **Esqueda. V.; Tosquy. O; Rosales. E.** (2005). EFECTIVIDAD DE LA MEZCLA PICLORAM Y FLUROXIPIR EN EL CONTROL DE MALEZAS PERENNES DE PASTIZALES TROPICALES. AGRONOMÍA MESOAMERICANA 16(2):185-190

- **FAO.** (1994). ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements datábase. Versión 1.0. AGLS. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. FAO. Roma, Italia.
  
- **Galán-Huertos, E., J. L. Gómez-Ariza, N. Bellinfante Crocci, P. Aparicio-Fernández.** (2003) Contaminación de suelos por compuestos orgánicos. Informe final. Sevilla, España. 185 p.
  
- **García C. y Rodríguez G.** (2012). PROBLEMÁTICA Y RIESGO AMBIENTAL POR EL USO DE PLAGUICIDAS EN SINALOA. septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3 Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 1-10.
  
- **García, Petra M, & Mejía, José.** (2005). Control químico de malezas en maíz en un sistema de siembra directa. *Agronomía Tropical*, 55(3), 363-380. de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002192X200500030003&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X200500030003&lng=es&tlng=es).
  
- **González González, Miguel, Zamora Díaz, Mauro, Huerta Zurita, Ramón, & Solano Hernández, Salomón.** (2013). Eficacia de tres fungicidas para controlar roya de la hoja en cebada maltera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(8), 1237-1250. Recuperado en 20 de mayo de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000800010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000800010&lng=es&tlng=es).
  
- **González González, Miguel, Zamora Díaz, Mauro, & Solano Hernández, Salomón.** (2016). Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(1), 159-171. Recuperado en 14 de octubre de 2021, de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016000100159&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000100159&lng=es&tlng=es)

- **Heineken México.** (2017- 2018). Recomendaciones técnicas: Manejo del cultivo de cebada maltera para la producción de semilla. Cuauhtémoc Moctezuma. 30 p.
- **INIFAP.** (2011). Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí, Barrio de Santa Catarina Delegación Coyoacán, México, 1ra. ed. p. 56.
- **KOMATSUDA, T.; POURKHEIRANDISH, M.; HE, C., AZHAGUVEL, P.; KANAMORI, H.; PEROVIC, D.; STEIN, N.; GRANER, A.; WICKER, T.; TAGIRI, A.; LUNDQVIST, U.; FUJIMURA, T.; MATSUOKA, M., MATSUMOTO, T.; YANO, M.** (2007). Six-rowed barley originated from a mutation in a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2(1): 104.
- **Laura Delia Ortega-Arenas, A. L.-T.-M.-H.-R.-O.** (1998). SUSCEPTIBILIDAD A INSECTICIDAS EN ADULTOS DE MOSQUITA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* (WEST.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) DE TEPOZTLAN, MORELOS, MEXICO. (*Agrociencia.* <https://www.agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1552/1552>).
- **Lemus-Soriano, Braulio Alberto y Santos-González, Francisco** (2015). INSECTICIDAS DE DIFERENTE MODO DE ACCIÓN PARA EL CONTROL DEL PSÍLIDO DEL AGUACATE *Trioza aguacate* Hollis & Martin EN TANCÍTARO, MICHOACÁN. Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” UMSNH. Paseo Lázaro Cá. *Entomología Mexicana* Vol. 2: 739-743.

- **León Martínez, Jesús Roberto., Tamayo Esquer, Luis Miguel., Fanny Isela Parra Cota y Luis Miguel Tamayo Peñuñuri (2020),** EVALUACIÓN DE HERBICIDAS Y MEZCLAS PARA EL CONTROL DE CORREHUELA *Convolvulus arvensis* L. EN LA POSTEMERGENCIA DE MAÍZ EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO. Sociedad Mexicana De La Ciencia De La Maleza, Memoria Del Xli Congreso Nacional De La Ciencia De La Maleza, 115-120.
  
- **Lyon, D. J., Kniss, A. y Miller, D. (2007).** Carfentrazone improves broadleaf weed control in proso and foxtail millets. *Weed Technology*. 21: 84-87.
  
- **López P, Patricia, Prieto G, Francisco, Gaytán M, Marcela, y Román G, Alma Delia. (2007).** CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE DIFERENTES VARIEDADES DE CEBADA CULTIVADAS EN LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO. *Revista chilena de nutrición*, 34(1), 71-77. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000100008>.
  
- **MARISCAL-AMARO, Luis A. et al. (2020).** Efecto de fungicidas sobre caracteres agronómicos, rendimiento y tizones foliares en trigo de temporal en México. *Rev. fitotec. mex* [online]., vol.43, n.1, pp.71-78. Epub 28-Dic-2020. ISSN 0187-7380. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.71>
  
- **Metzler M.J. y Ahumada M. (2014).** Estrategias de barbechos para el control de las malezas otoño-inverno-primaveral mediante el uso de herbicidas residuales., Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Paraná, Argentina.
  
- **Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA). (2019).** Preguntas y Respuestas de Salud Sobre los Productos Insecticidas Merit®,

Consultado el 10 de Enero del 2022. Disponible <https://oehha.ca.gov/media/downloads/pesticides/factsheet/hqameritspanishfinalmarch2016.pdf>.

- **Peña Herrera, D.** (2011). Manejo integrado del cultivo de trigo y cebada. Módulo de capacitación para capacitadores. Módulo 3. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (44p.). Quito – Ecuador.
- **Perales-Rosas, Daniel, Hernández-Aro, Maykel, Valle-de la Paz, Mairiel, & Peralta-Fernando, Agustín.** (2019). Efectividad biológica de Singular 350 SC para el control de *Melanaphis sacchari* en *Sorghum bicolor*. *Centro Agrícola*, 46(1),3136.[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025357852019000100031&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852019000100031&lng=es&tlng=es).
- **Pérez-Ruiz, Zamora-Díaz, Mejía-Contreras, Hernández-Livera, y Solano-Hernández.** (2015). ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN CEBADA MALTERA EN EL BAJÍO, MÉXICO, Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Coatlinchan, Texcoco, Estado de México,México. *ex Agro-Ciencia*. 31(3): 12-19
- **Santa Rosa, René Hortelano; Villaseñor Mir, Héctor Eduardo; Martínez Cruz, Eliel; Espitia Rangel, Eduardo.** (2014). CONTROL QUÍMICO DE ROYA AMARILLA EN TRIGO HARINERO DE TEMPORAL EN LOS VALLES ALTOS DE MÉXICO. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de MéxicoMéxico Vol. 2 Núm. 2: 38-44 (2014).

- **Rosales-Ledesma, J.C.** (1999). El cultivo de La Cebada (*Hordeum vulgare*) y sus principales Plagas y Enfermedades. UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO DIVISION DE AGRONOMIA: DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- **Rosales, R. E., Sánchez-de la Cruz, R. y Cerda-García, P. A.** (2011). Control químico de malezas de hoja ancha en sorgo para grano. Revista Fitotecnia Mexicana. 34(4): 269-275.)
- **Ruiz S, Yuridia.** (2006). Elaboración y Evaluación de Maltas Cerveceras de diferentes variedades de Cebada (*Hordeum Vulgare*) producidas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Basicas e Ingenieria Área Académica de Química. Estado de Hidalgo; México. P. 1-5
- **SAGARPA** (2011). Manejo integrado del cultivo de la Cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí. Folleto Técnico N° 40. Campo experimental San Luis Potosí. S.L.P. 35 p.
- **SIAP** (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera) en el año 2020.
- **Solano Hernández, Salomón, Zamora Díaz, Mauro, Gámez Vázquez, Francisco Paúl, García Rodríguez, Juan José, Sánchez de la Cruz, Ricardo, Ireta Moreno, Javier, Díaz Espino, Febronio, & Garza García, Ramón.** (2009). Alina, nueva variedad de cebada maltera para riego en El Bajío. Agricultura técnica en México, 35(4), 471-473. Recuperado en 23 de junio de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S056825172009000400012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S056825172009000400012&lng=es&tlng=es).

- **Serna-Rodríguez, José Reynaldo, Castro-Brindis, Rogelio, Colinas-León, María Teresa, Sahagún-Castellanos, Jaime, & Rodríguez-Pérez, Juan Enrique.** (2011). Aplicación foliar de ácido glutámico en plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mili.). Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(1), 9-13. Recuperado el 2 de Febrero de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027152X2011000100003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027152X2011000100003&lng=es&tlng=es).
  
- **Stubbs, R.W., J.M. Prescott, E.E. Saari y H.J. Dubin.** Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) México. 1986.
  
- **Syngenta.** (2021). Ficha Técnica AMISTAR. Consultado el 02 feb. 2022. Disponible en: <https://www.syngenta.co.uk/product/crop-protection/fungicide/amistar>.
  
- **Tamayo Esquer, Luis Miguel; Mancillas Nieblas, Maritza Araceli; León Martínez, Jesús Roberto; Parra Cota, Fanny Isela; Ruvalcaba Estrada Sergio; Tamayo Peñuñuri, Luis Miguel** (2020). EFICACIA DEL HERBICIDA TRITOSULFURÓN + DICAMBA “CONDRAZ” PARA EL CONTROL DE MALEZA DE HOJA ANCHA EN MAÍZ EN EL SUR DE SONORA. MÉXICO. Sociedad Mexicana De La Ciencia De La Maleza, Memoria Del Xli Congreso Nacional De La Ciencia De La Maleza, 65-70.
  
- **Tejeda-Reyes, M.A., Solís-Aguilar, J.F., Díaz-Nájera, J.F., Peláez-Arroyo, A., Ayvar-Serna, S. y Mena-Bahena, A.** (2016). EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN MAÍZ EN COCULA, GUERRERO. Posgrado en Entomología y Acarología.

Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Texcoco, estado de México.

- **Tocho, Erica F.; Marino De Remes Lenicov, Ana M.; Castro, Ana M.**(2012) Evaluación de la resistencia a *Schizaphis graminum* (Hemiptera: *Aphididae*) en cebada Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, vol. 71, núm. 1-2,pp. 1-10 Sociedad Entomológica Argentina Buenos Aires, Argentina <https://www.redalyc.org/pdf/3220/322028525001.pdf>.
  
- **Villa-Castorena, Ma. Magdalena; catalán-Valencia, Ernesto Alonso; Inzunza-Ibarra, Marco Antonio; Macías Rodríguez, Hilario; Jacobo-Salcedo María del Rosario.** (2016). CRECIMIENTO DE PLANTAS DE FRIJOL COMO UNA RESPUESTA A LA APLICACIÓN FOLIAR DE SUSTANCIAS QUÍMICAS. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID RASPA Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo, México. 35140. (20-05-2021)
  
- **Zamora, D. M; Solano, H. S. y Sevilla, P. E.** (2003). La Cebada Maltera (*Hordeum vulgare* L.) Cereal fundamental en la historia del Campo Experimental Valle de México. SAGARPA-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Chapingo, Estado de México, México. p. 31-38 (Publicación Especial Núm. 1).