

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**CONTROL BIOLÓGICO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*
LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) CON DOS CONCENTRACIONES
DE *Beauveria bassiana* EN TRES VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays* L.)
EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE SAPECHO**

NADHIR BOLIVIA ZANGA MAMANI

La Paz – Bolivia

2020

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

CONTROL BIOLÓGICO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*
LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) CON DOS CONCENTRACIONES
DE *Beauveria bassiana* EN TRES VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays L.*)
EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE SAPECHO

Tesis de Grado
Presentado como requisito
para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

NADHIR BOLIVIA ZANGA MAMANI

Asesor(es):

Ing. Ph.D José Yákov Arteaga García _____

Tribunal Examinador:

Ing. Marco Antonio Echenique Quezada _____

Ing. Freddy Cadena Miranda _____

Ing. Celso Ticona Quispe _____

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador _____

La Paz – Bolivia

2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Creador del Universo y a la Virgen de Copacabana por estar siempre acompañándome en todo momento en el transcurso en esta etapa de mi vida, hasta culminar con mi sueño de ser Profesional.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme formado en sus aulas durante 5 años, así mismo a todo el plantel Docente y Auxiliares de Docencia de la Carrera de Ingeniería Agronómica que me impartieron sus conocimientos.

A la Estación Experimental de Sapecho, por permitirme realizar el trabajo de campo, especialmente al Ing. Jhonny Ticona Aliaga Director de la E.E S que en paz descansa y a todo el personal técnico administrativo.

A mi Asesor el Ing.Ph.D José Yákov Arteaga García por sus enseñanzas, consejos y su tiempo, especialmente en la parte estadística, así como por sus valiosas y acertadas sugerencias en el desarrollo de la tesis.

A mi tribunal revisor, al Ing. Freddy Cadena Miranda, Ing. Celso Ticona Quispe, y al Ing. Marco Antonio Echenique Quezada, por sus observaciones y correcciones en el proceso de realización de la tesis.

A Todas las personas que de una y otra manera colaboraron con la realización de la presente investigación en campo.

De la misma manera a mis amistades y compañeros de la Facultad, con quienes compartí gratos momentos.

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mi Querida Mamá Blanca y a mis Queridos hermanos: Mauricio y Ximena, por ser mi asiento y mi fortaleza constante en todo momento de la vida.

Convencida estoy, de que ni el esfuerzo ni el tiempo empleados con un objetivo claro y concreto de vida son vanos, cuando con una firme y clara convicción se quiere llegar a cumplir con una meta trazada. Nadhir 20/08/2020

CONTENIDO GENERAL

	pág.
INDICE GENERAL.....	ii
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE GRAFICOS.....	vi
INDICE DE IMÁGENES.....	vii
INDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix

INDICE GENERAL

	pág.
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	2
1.2.	2
1.3.	3
1.3.1.	3
1.3.2.	3
1.4.	3
CAPITULO II	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1.	4
2.1.1.	4
2.1.2.	4
2.1.3.	5
2.1.4.	6
2.1.5.	6
2.1.6.	6
2.1.7.	6
2.1.8.	7
2.1.9.	8
2.1.10.	8
2.1.11.	9
2.1.12.	9
2.2.	12
2.2.1.	12
2.2.2.	12
2.2.3.	13
2.2.4.	13
2.2.5.	13
2.2.6.	14
2.3.	14
2.3.1.	14
2.3.2.	14
2.3.3.	15
2.3.4.	15
2.3.5.	16
2.3.6.	18
2.3.7.	18

2.3.8.	Beauveria bassiana.....	18
2.3.8.1	Modo de acción.....	18
2.3.8.2	Clasificación Taxonómica del hongo Beauveria bassiana.....	20
2.3.8.3	Generalidades de Beauveria bassiana.....	21
2.3.8.4	Ciclo y via de infección de Beauveria bassiana.....	21
2.4	Factores ambientales y persistencia del hongo.....	23
2.4.1	Factores bióticos.....	24
2.5.	Factores abióticos.....	24
2.5.1.	Temperatura.....	24
2.5.2.	Humedad relativa.....	25
2.6.	Plagas afectadas por el hongo Beauveria bassiana.....	25
2.7.	Incidencia.....	26
2.8.	Severidad.....	26
2.8.1.	Porcentaje de eficacia de Abbot modificada.....	26
CAPITULO III	LOCALIZACIÓN.....	27
3.1.	Ubicación geográfica.....	27
3.2.	Condiciones agroecológicas.....	28
CAPITULO IV	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.1.	Materiales.....	31
4.1.1.	Material biológico.....	31
4.1.2.	Material vegetal.....	31
4.1,3.	Equipos y Maquinaria.....	32
4.1.4.	Material de campo.....	32
4.1.5.	Material de escritorio.....	33
4.2.	Metodología.....	33
4.2.1.	Preparación del terreno.....	33
4.2.2.	Siembra.....	33
4.2.3.	Labores culturales.....	33
4.2.4.	Control de malezas.....	33
4.2.5.	Aporque.....	34
4.2.6.	Cosecha.....	34
4.2.7.	Preparación del hongo Beauveria bassiana.....	34
4.2.8.	Aplicación de Beauveria bassiana en los tratamientos.....	34
4.3.	Desarrollo de la Investigación.....	35
4.3.1.	Diseño experimental.....	35
4.3.2.	Caracterización de Área experimental.....	35
4.3.3.	Modelo lineal aditivo.....	35
4.3.4.	Descripción de los tratamientos.....	36
4.3.5.	Croquis experimental.....	37

4.3.6.	Análisis Estadístico.....	37
4.3.7.	Croquis de la parcela.....	37
4.3.8.	Variables de respuesta.....	38
4.3.9.	Análisis económico.....	40
CAPITULO V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
5.1.	Números de hileras.....	41
5.2.	Longitud de mazorca.....	42
5.3.	Peso de 100 granos.....	42
5.4.	Peso de mazorca.....	43
5.5.	Numero de granos por mazorca.....	44
5.6.	Altura de planta.....	46
5.7.	Numero de hileras por mazorca.....	46
5.8.	Diámetro de mazorca.....	47
5.9.	Numero de granos por mazorca.....	48
5.10.	Diámetro de tallo.....	50
5.11.	Numero de mazorcas por planta.....	50
5.12.	Incidencia.....	51
5.13.	Severidad.....	53
5.2.	Análisis de severidad.....	54
5.3.	Análisis global.....	57
5.4.	Temperatura.....	58
5.5.	Estimación de la mejora del daño por ataque del gusano cogollero.....	59
5.6.	Análisis de regresión entre severidad vs. Incidencia.....	60
5.7.	Evaluación de la eficacia de la aplicación del hongo Beauveria bassiana.....	60
5.8.	Análisis de costos parciales.....	62
CAPITULO VI	CONCLUSIONES.....	63
CAPITULO VII	RECOMENDACIONES.....	65
	BIBLIOGRAFIA.....	66
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Análisis de Varianza para la variable número de hileras.....	41
Tabla 2. Análisis de Varianza para la variable longitud de mazorca.....	42
Tabla 3. Análisis de Varianza para la variable peso de 100 granos.....	42
Tabla 4. Análisis de Varianza para la variable peso de mazorca.....	43
Tabla 5. Análisis de Varianza para la variable número de granos por mazorca.....	44
Tabla 6. Prueba Duncan para la variable número de granos por mazorca.....	45
Tabla 7. Análisis de Varianza para la variable altura de planta.....	46
Tabla 8. Análisis de Varianza para la variable número de hileras por mazorca.....	46
Tabla 9. Análisis de Varianza para la variable diámetro de mazorca.....	47
Tabla 10. Análisis de Varianza para la variable número total de granos por mazorca..	48
Tabla 11. Prueba Duncan para la variable número total de granos por mazorca.....	49
Tabla 12. Análisis de Varianza para la variable diámetro de tallo.....	50
Tabla 13. Análisis de Varianza para la variable número de mazorcas por planta.....	50
Tabla 14. Análisis de Varianza para la variable Incidencia.....	51
Tabla 15. Prueba Duncan para la variable Incidencia.....	52
Tabla 16. Análisis de Varianza para la variable Severidad.....	53
Tabla 17. Prueba Duncan para la variable Severidad.....	53
Tabla 18. Promedio de Mortalidad de larvas primera aplicación.....	60
Tabla 19. Eficacia.....	61
Tabla 20. Promedio de Mortalidad de larvas segunda aplicación.....	61
Tabla 21. Eficacia.....	61

INDICE DE GRAFICOS

	Pág
Gráfico 1. Porcentaje de Severidad vs. Tiempo para Co.....	55
Gráfico 2. Porcentaje de Severidad vs. Tiempo para C1.....	56
Gráfico 3. Porcentaje de Severidad vs. Tiempo para C2.....	57
Gráfico 4. Porcentaje de Severidad vs. Tiempo.....	58
Gráfico 5. Temperatura promedio(°C).....	58
Gráfico 6. Prueba Duncan para granos por mazorca.....	45
Gráfico 7. Prueba Duncan para número total de granos por mazorca.....	49
Gráfico 8. Prueba Duncan para Incidencia.....	51
Gráfico 9. Prueba Duncan para Severidad.....	54
Gráfico 10. Porcentaje mejora de daño por ataque del gusano cogollero.....	59
Gráfico 11. Incidencia vs. Severidad.....	60

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Ubicación del Municipio de Palos Blancos.....	27
Imagen 2.	Ubicación Geográfica de la Estación Experimental de Sapecho.....	28

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Corrida de datos.
- Anexo 2.** Promedio de datos originales de Campo.
- Anexo 3.** Datos de temperatura.
- Anexo 4.** Gastos y materiales requeridos para la investigación.
- Anexo 5.** Delimitación de las unidades experimentales.
- Anexo 6.** Siembra de las tres variedades.
- Anexo 7.** Primeros cotiledones.
- Anexo 8.** Plantas emergidas al 100%.
- Anexo 9.** Toma de datos.
- Anexo 10.** Primeros daños registrados en la planta por el cogollero.
- Anexo 11.** Colocado de alambre tejido.
- Anexo 12.** Hongo *Beauveria bassiana*.
- Anexo 13.** Preparación del hongo.
- Anexo 14.** Aspersión del hongo.
- Anexo 15.** Plagas registradas en campo.
- Anexo 16.** Larvas infestadas por el hongo.
- Anexo 17.** Etapa de formación de las mazorcas variedad Chiriguano-36.
- Anexo 18.** Etapa de formación de las mazorcas Guapurú-9536.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado Control biológico del gusano cogollero (*spodoptera frugiperda* lepidoptera: noctuidae) con dos concentraciones de *beauveria bassiana* en tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) en la Estación Experimental de Sapecho, planteó los objetivos: estudiar el comportamiento agronómico de tres variedades del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.), determinando la severidad e incidencia ocasionado por el gusano cogollero, y evaluándose la concentración óptima de entomopatógeno complementado con el análisis de costos parciales en el cultivo de Maíz. Para la investigación se utilizaron dos variedades mejoradas de maíz: Chiriguano-36, Guapurú-9536, y una variedad local (Reventón) y tres concentraciones de *Beauveria bassiana*, bajo un arreglo de parcelas divididas llevada a cabo en un diseño de bloques completamente al azar, donde las principales variables de respuesta fueron: Altura de planta, longitud y peso de mazorca, número total de granos por mazorca, eficacia, incidencia y severidad. Como resultado final de la evaluación con entomopatógenos en el control biológico de cogollero se determinó que la variedad Chiriguano-36 fue la que evidenció el mayor margen de reducción del porcentaje de Severidad, ya sea por un efecto de resiliencia genotípica ó la acción conjunta de las características propias de la variedad y el hongo *beauveria bassiana*. Así mismo, se concluye que la segunda Concentración 68 gr. por mochila de 20 litros fue la mejor en la variedad Chiriguano-36, reduciendo el ataque del gusano cogollero hasta un 14,57%. La variedad Reventón (local) fue susceptible al ataque del gusano cogollero, con un 20% más de Severidad e Incidencia en comparación con las Variedades Chiriguano-36 y Guapurú-9536 debido a la consistencia en la estructura de las hojas. Durante todo el periodo crítico de estadio larval, en la variedad Reventón se controló la severidad por efecto de la aplicación hasta un 30% en comparación con la Variedad Chiriguano-36 hasta 18,35%, y en la Variedad Guapurú-9536 donde por efecto genotípico de variedad bajó hasta un 27,17%. Finalmente, se concluye que durante todo el periodo crítico de estadio larval del gusano cogollero, en la variedad Reventón se disminuyó la severidad por efecto de la aplicación en comparación con la Variedad Chiriguano-36 y Guapurú-9536 con 14,95% y 24,22% respectivamente. Y de acuerdo al análisis de costos parciales, la concentración de 52 g fue la mejor.

SUMMARY

The present research work entitled Biological control of the fall armyworm (Spodoptera frugiperda lepidoptera: noctuidae) with two concentrations of Beauveria bassiana in three varieties of corn (Zea mays L.) At the Sapecho Experimental Station, set out the objectives: to study the agronomic behavior of three varieties of the maize crop (Zea mays L.), determining the severity of damage caused by the fall armyworm, and valuating the optimal entomopathogen concentration complemented with the analysis of partial costs in the Maize crop. For the research, two improved varieties of corn were used: Chiriguano-36, Guapurú-9536, and a local variety (Reventón) and three concentrations of Beauveria bassiana, under an arrangement of divided plots carried out in a completely randomized block design. , where the main response variables were: plant height, ear length and weight, total number of grains per ear, efficacy, incidence and severity. As a final result of the evaluation with entomopathogens in the biological control of fall armyworm, it was determined that the variety Chiriguano-36 was the one that showed the greatest margin of reduction in% of Severity, either due to a genotypic resilience effect or the joint action of the characteristics of the variety and the Beauveria bassiana fungus. Likewise, it is concluded that the second Concentration 68 g per 20-liter backpack was the best in the Chiriguano-36 variety, reducing the fall armyworm attack by up to 14.57%. The Reventón (local) variety was susceptible to the fall armyworm attack, with 20% more Severity and Incidence compared to the Chiriguano-36 and Guapurú-9536 Varieties due to the consistency in the structure of the leaves. During the entire critical period of larval stage, in the Reventón variety the severity was controlled due to the effect of the application up to 30% compared to the Chiriguano-36 variety up to 18.35%, and in the Guapurú-9536 variety where by effect variety genotypic decreased to 27.17%. Finally, it is concluded that during the entire critical period of the larval stage of the fall armyworm, in the Reventón variety the severity was decreased due to the effect of the application compared to the Chiriguano-36 and Guapurú-9536 varieties with 14.95% and 24, 22% respectively. And according to the partial cost analysis, the 52 g concentration was the best.

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN.

El cultivo de maíz es originario de Mesoamérica (México y Guatemala), es considerado como el segundo cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de producción y valor económico, se adapta muy bien en zonas tropicales y valles.

Según ANAPO (2013), indica que los principales departamentos productores de maíz son Santa Cruz, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba, alcanzando el 92% del total de la producción nacional. Según CAO (2010), indica que del total de la producción de maíz amarillo el 55.6% es destinado para la Avicultura, el 16.7% al consumo humano, el 21.5% a la ganadería y el 6.1% a la exportación. A diferencia del maíz blanco que el 86% es para el consumo humano, el 11% para los animales y el 3% para la exportación.

En nuestro país, el cultivo de maíz ha logrado ocupar un espacio importante en la alimentación urbana y rural, por sus bondades nutritivas, constituyéndose como fuente de energía, carbohidratos y azúcares. La producción de maíz es tradicional en el trópico boliviano, en la región del Alto Beni parte de los agricultores que se dedican a este rubro, perciben ingresos adicionales para su economía, sin embargo el manejo inadecuado y la falta de control de plagas ha dado lugar a la disminución del rendimiento.

El agente causal que produce esta baja en el rendimiento, es el gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*), uno de los insectos plaga de importancia económica que confronta el cultivo de maíz, que afecta seriamente a la planta en fase vegetativa también ocasiona daños externos e internos en el fruto, depreciando de esta manera el producto para la comercialización y causando pérdidas al agricultor.

Actualmente existe un renovado interés en el uso de hongos entomopatógenos como agentes biorreguladores, de ahí la necesidad de adoptar nuevas tecnologías en el control de plagas orientando las investigaciones hacia el uso de los bioinsecticidas que actúan de manera similar a los plaguicidas convencionales, pero no presentan las características indeseables de estos, como la resurgencia de plagas, inducción de enfermedades y contaminación del medio ambiente.

El hongo entomopatogeno *Beauveria bassiana* de amplia distribución geográfica, es considerado como uno de los principales enemigos naturales de plagas y vectores insectiles.

Se ha demostrado mediante varios estudios que *B. bassiana* se constituye, en un importante controlador biológico de insectos como *Hypothenemus* sp., *Epitrix* sp., Crysomelidos, *Euscepes* sp. y otros insectos de órdenes coleóptera y lepidóptera.(Probioma, 2003).

En la región de Alto Beni se presentan elevados porcentajes de infestación del gusano cogollero del maíz, debido a las malas prácticas culturales por ejemplo, siembras reiterativas del mismo cultivo por varias gestiones agrícolas, el uso de material de propagación infestado y cosechas tardías fuera del tiempo adecuado. Según los datos obtenidos en la zona, el porcentaje de daño que causa el gusano cogollero asciende de un 45 a 70%.

La falta de conocimiento sobre el control y manejo de *S. frugiperda* han originado su diseminación por toda la zona, ante esta situación los agricultores tratan de retrasar los daños que ocasiona esta plaga recurriendo a métodos rústicos como cosechas a destiempo, antes de que el fruto haya alcanzado la madurez fisiológica.

1.1 Planteamiento del problema.

A nivel mundial la producción de maíz se constituye en uno de los principales cultivos con fines alimenticios y comerciales que en algunas ocasiones se ve afectado por la plaga agrícola *Spodoptera frugiperda*, es así que, como medida de control el productor emplea sólo productos químicos que ocasionan que dichas especies de lepidópteros generen con el tiempo resistencia a esos productos agrícolas y además que se produzca una contaminación ambiental; lo que se constituye en un problema que necesita ser resuelto.

1.2 Justificación.

Por tal motivo, en la presente investigación considerándose la urgente necesidad de contar con métodos de control de plagas efectivos y alternativos al empleo de insecticidas químicos; se planteó estudiar el efecto de la aplicación de *Beauveria bassiana* como agentes de control biológico de *Spodoptera frugiperda* en tres variedades de maíz.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* en el control del gusano cogollero del maíz.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el comportamiento agronómico de las tres diferentes variedades del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.)
- Establecer el porcentaje de daño ocasionado por el gusano cogollero y la severidad del ataque.
- Determinar la dosis de aplicación según la concentración óptima del entomopatógeno *B. bassiana*.
- Realizar análisis de costos parciales para la producción del cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de *Beauveria bassiana* B.

1.4. Hipótesis.

H₀= el empleo del control biológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) con dos concentraciones de *Beauveria bassiana* en tres variedades de maíz no presenta efecto.

H_a= el empleo del control biológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) con dos concentraciones de *Beauveria bassiana* en tres variedades de maíz presenta diferencias o al menos una de ellas es diferente.

CAPITULO II.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.3. Características generales del cultivo

2.3.2. Origen del maíz

El origen del maíz es un problema aun no resuelto totalmente por los botánicos. Puesto que se desconoce en forma silvestre y parece cierto que esta planta se cultivaba ya en América en el periodo precolombino (Serratos, 2009).

Según Otegui y López (2004), señalan que el maíz es de Mesoamérica y existen varios centros de diversidad que llega hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica a lo largo de la cordillera de los Andes, Gear (2006), indica que se realizó una selección y transformación (domesticación), que iniciaron los indígenas americanos hace más de 8000 años, el maíz cultivado ganó varias cualidades nutricionales, pero perdió la capacidad de sobrevivir en forma silvestre. El Teosinte (su ancestro), sin embargo, aún se encuentra como gramínea salvaje en México y Guatemala.

2.3.3. Importancia del cultivo de Maíz

Hoy día el maíz es el segundo cultivo más importante del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total (FAO, 2011).

Ávila (2006), indica que en Bolivia se destina aproximadamente unas 200 000 toneladas métricas de maíz para el consumo humano directo, de las cuales 140 000 toneladas son producidas en la zona andina y 60 000 toneladas en las zonas bajas del país. El consumo humano representa aproximadamente 240 calorías diarias per cápita en la población nacional, cifra relativamente baja con relación a otros países de América Latina, a diferencia del área rural que es posible imaginar un consumo cercano a las 400 calorías diarias aportadas por el maíz.

El maíz es un componente esencial en la dieta de sus habitantes, en especial de los agricultores de bajos ingresos, aportando con el 50% a 60% de energía que el ser humano precisa en su dieta diaria (Romero, 2007).

Acebey (2005), asegura que el maíz en Bolivia, constituye el segundo cultivo más importante desde el punto de vista de seguridad alimentaria, después de la papa, logrando alcanzar una superficie de 301.650 ha, cultivado gran parte en forma tradicional, es parte de casi todos los sistemas de producción agrícola, cultivándose en diferentes latitudes y altitudes.

Según Weber & Bleiholder (1990), citado por Meier (2001), presenta un sistema para una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento y desarrollo para todas las especies en este caso del Maíz (*Zea mays* L):

2.3.4. Producción mundial de Maíz

Según FAO (2013), indica que la producción mundial de maíz blanco llega a unos 80-90 millones de toneladas, cantidad relativamente pequeña en comparación con la producción anual de 900 millones de toneladas de maíz amarillo, según USDA, (2014) estas cifras la encabeza Estados Unidos con 32% del total mundial producido seguido por China 24%, a esos dos países les siguen Brasil, la Unión Europea, Argentina, Ucrania y México. Según MIFIC (2007), indica que el maíz blanco se cultiva casi exclusivamente para el consumo humano y tiene una enorme trascendencia para la nutrición y seguridad alimentaria en diversos países en desarrollo.

El volumen comercializado en el mercado mundial supera los 2 millones de toneladas métricas al año, según la FAO, (2006) resulta insignificante en comparación con los embarques de maíz amarillo, que promedian unos 60 millones de toneladas en los últimos años, principalmente destinados a alimentar a los animales.

(Singap, 2013) indica que la producción mundial de maíz blanco se estima en 90.76 millones de toneladas. Entre el año 2000 al 2012, se registró un crecimiento de 2.84%, siendo Estados Unidos el principal productor mundial de maíz blanco en los últimos años, debido a la gran inversión que destina a las investigaciones de mejoramiento de semillas, variedades, control de plagas y enfermedades.

USDA, 2014. Indica que el total de la producción de maíz blanco, cerca de 11.6% se exporta y el 88.4% es para el consumo interno.

2.3.5. Producción de Maíz en Bolivia

Según ANAPO (2013), indica que los principales departamentos productores de maíz son Santa Cruz, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba, alcanzando el 92% del total de la producción nacional. Según CAO (2010), indica que del total de la producción de maíz amarillo el 55.6% es destinado para la Avicultura, el 16.7% al consumo humano, el 21.5% a la ganadería y el 6.1% a la exportación. A diferencia del maíz blanco que el 86% es para el consumo humano, el 11% para los animales y el 3% para la exportación. El CIPCA (2012), muestra en la tabla 1 la producción de maíz amarillo y choclo por departamento en Bolivia en la campaña 12/13.

2.3.6. Morfología del cultivo

Según Parsons (1992), el cultivo del maíz es de régimen anual. Su ciclo vegetativo oscila entre 80 y 120 días, desde la siembra hasta la cosecha. La estructura del maíz es la siguiente:

2.3.7. Semilla

Newkom & Buchi (1979), menciona que el pericarpio, protege a la semilla, tanto antes como después de la siembra. Su peso es de alrededor de 6% del peso total de grano.

El peso del endospermo es de aproximadamente el 82% del peso total del grano (Newkom y Buchi, 1979).

Reyes (1990), menciona que en un tercio de los cromosomas que están en el endospermo son del progenitor masculino y dos tercios del progenitor femenino; el número de cromosomas es de $3n$.

La semilla tiene un peso aproximado de 12% del peso total del grano (Newkom y Buchi, 1979)

2.3.8. Raíz

El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrientes también mantiene a la planta erecta algunos científicos encontraron que el sistema de raíces adventicias seminales constituye cerca del 52% y que el sistema de nudo de las raíces el 48% de la masa total de las raíces de la planta de maíz (Ripusudan et, al 2001).

La raíz en general está representada por una a cuatro raíces seminales, que pronto dejan de funcionar como tales, ya que proceden directamente del cariósido. El sistema radicular localizado en la corona, se ramifica en raíces secundarias, terciarias, etc., hasta rematar en cada uno de los pelos radiculares, es en estos pelos donde se presentará el máximo de absorción del agua y de los nutrientes del suelo. El maíz tiene la particularidad de desarrollar también raíces adventicias, situadas en los primeros nudos del tallo (Reyes, 1990).

Reyes (1990), menciona que el maíz tiene un sistema radicular bien definido en tres estadios. Al germinar, emergen las raíces temporales o embrionarias que nacen en el primer nudo, las raíces permanentes que nacen en el segundo nudo de la plántula o nudo superior del mesocotilo y las raíces adventicias que emergen de los nudos basales de la planta en crecimiento activo.

- **Raíz seminal**, Este tipo de raíz está representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministra nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas.
- **Raíces adventicias**, El sistema radicular de una planta es casi totalmente de tipo adventicio. Puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.
- **Raíces de anclaje**, sostén o soporte; este tipo de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén realizan la fotosíntesis Parsons (1992).

2.3.9. Tallo

El maíz es una planta cuyo tallo es una caña formada por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menor grosor en los entrenudos superiores. En cada nudo funciona la hormona que determina la erección de la caña.

El tallo del maíz difiere de otros cereales en que es sólido y lleno de medulas. Los nudos sirven para dar más resistencia al tallo, además son los puntos donde se forman todos los brotes laterales, tales como raíces, ramas (hijos), hojas y mazorca, es leñoso y cilíndrico. El número de los nudos varía de 8 a 25, con un promedio de 16 nudos. En el momento de la elongación de los estigmas, la proteína en el tallo es de 11 a 12%, que luego de la fecundación (duración del llenado del grano), disminuye. Parsons (1992).

2.3.10. Hojas

Según Parsons (1992), la vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos. Su color usual es verde pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 y 25.

Las hojas nacen en los nudos en la parte inferior inmediata a las yemas florales femeninas, su distribución es alterna a lo largo del tallo. (Reyes, 1990).

También los nutrientes utilizados para el llenado del grano provienen de la actividad fotosintética de las hojas activas, también de las reservas acumuladas precedentemente en los tallos.

La longitud y la anchura de las hojas (área foliar), aumentan desde las hojas inferiores hacia las superiores. El grosor de las hojas aumenta desde la base hacia el ápice de la planta. Al momento de la aparición de los estigmas, el contenido de nitrógeno es más alto en la décima tercera hoja, que en las situadas arriba o debajo de estas. El contenido de fósforo fue más alto en la hoja superior y menor hacia la hoja de la base.

2.3.11. Flor

El maíz es una planta monoica de flores unisexuales muy separadas y bien diferenciadas en la misma planta. Las flores que producen los granos de polen, en donde está el gameto masculino, se localizan en la inflorescencia terminal llamada "panícula", "espiga". Las flores pistiladas se localizan en las yemas florales que emergen en las axilas de las hojas, estas, en el proceso de su desarrollo, se denominan yema floral pistilada, elote, elocinte y mazorca. (Reyes, 1990).

La inflorescencia de la flor masculina se presenta como espiga o panoja.

Las espiguillas se encuentran en pares, una sésil, la otra pediculado.

Los pares de espiguillas se orientan en dos hileras alternadas, a lo largo de las ramas laterales del tallo floral. El eje central superior o terminal lleva más de dos hileras.

Flor masculina. Cada una está formada por glumelas, estambres, y un pistilo rudimentario.

Par de glumelas.

Tres estambres fértiles.

Pistilo rudimentario.

Inflorescencia pistilada. Consta de ramas, hojas y estigma. Rama lateral modificada. Los entrenudos son muy cortos.

Hojas. Éstas cubren la inflorescencia.

Estigma. Recibe el polen. Se le conoce como cabello de elote.

Mazorca. Cada planta tiene de una a tres mazorcas, según las variedades y condiciones ambientales.

Granos

2.3.12. Taxonomía

La clasificación taxonómica del cultivo de maíz se presenta de la siguiente manera (Valladez, 2010).

Reino.....	Plantae
División.....	Magnoliophyta
Subdivisión.....	Pteropsidae
Clase.....	(Monocotiledonea)
Subclase.....	Commelinidae
Grupo.....	Glumiflora
Orden.....	Poales
Familia.....	Poaceae
Subfamilia.....	Panicoideae
Tribu.....	Maydeae
Género.....	Zea
Especie.....	mays

2.3.13. Características fenológicas

Según Weber & Bleiholder (1990), citado por Meier (2001), presenta un sistema para una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento y desarrollo para todas las especies en este caso del Maíz (*Zea mayz* L):

Estadio principal 0. Germinación

Semilla seca

Comienza la imbibición de la semilla

Imbibición completa de la semilla

Radícula (raíz embrional), emergida de la semilla

Coleóptilo, emergido de la semilla

Emergencia: el coleóptilo atraviesa la superficie

Del suelo (se abren grietecitas en la superficie)

Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas (tallo principal)

Una hoja está desplegada o desarrollada, si la lígula es visible, o si la punta de la próxima hoja es visible, el alargamiento de la caña puede ocurrir antes del estadio 19; en tal caso continuar con el estadio principal 30.

1ra hoja, a través del coleóptilo

1ra hoja, desplegada

2 hojas, desplegadas

3 hojas, desplegadas

Los estadios continúan hasta

9 o más hojas, desplegadas

Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal del tallo principal

Comienzo del alargamiento de la caña

Primer nudo, detectable

2 nudos, detectables

3 nudos, detectables

Los estadios continúan hasta

9 o más nudos, detectables

El penacho puede salir antes del estadio 39; en este caso, continuar con el estadio principal 5.

Estadio principal 4. Aparición del órgano floral (tallo principal)

Comienzo de la salida del penacho: el penacho es

Detectable en lo alto de la caña

Visible el extremo del penacho

Mitad de la emergencia del penacho: la mitad del

Penacho empieza a separarse

Fin de la emergencia del penacho: penacho,

Completamente fuera y separado

Estadio principal 5. Floración (tallo principal)

(M) Estambres de la parte central del penacho, visibles

(F) Punta de la mazorca, saliendo de la vaina foliar

(M) Comienza a desprenderse el polen.

(F) Puntas de los estigmas, visibles

(M) Las partes altas y bajas del penacho, en flor

(F) Estigmas, completamente emergidos

(M) Floración finalizada

(F) Los estigmas secándose

Fin de la floración; estigmas, completamente secos

Estadio principal 6. Formación del fruto

Comienzo del desarrollo del grano: granos, en el estadio de "ampollitas"; alrededor de 16 % de materia seca

Lechoso temprano

Granos de la mitad de la mazorca, blanco amarillentos; contenido lechoso; alrededor de 40 % de Materia seca.

Casi todos los granos han alcanzado su tamaño final

Estadio principal 7. Maduración de frutos y semillas

Pastosa temprano: el contenido de los granos, blando; Alrededor de 45 % de materia seca

Estadio pastoso (= Madurez de silaje): los granos amarillentos a amarillo (según la variedad); Acerca del 55 % de materia seca.

Madurez fisiológica: puntos o rayas negras, visibles en la base de los granos, acerca de 60 % de materia seca

Madurez completa: granos duros y brillantes; acerca de 65 % de materia seca

Estadio principal 8. Senescencia

Planta totalmente muerta, tallos se quiebran artes cosechadas

2.4. Requerimientos edafo-climaticos

2.4.2. Suelo

Según Bartolini (1990), la planta de maíz se adapta a distintos tipos de suelo; sin embrago, desarrolla mejor en suelos de textura media, bien drenados, aireados y profundos.

La profundidad media del suelo destinado al cultivo de maíz, debe ser en lo posible de 0.60 a 1 m, si se quiere obtener buenos rendimientos.

El suelo típico de textura franca a franca arcillosa retiene alrededor de 200 mm de agua por metro de profundidad. De esta aproximadamente 100 a 120 mm se pueden agotar sin afectar el rendimiento (Hurtado, 2010).

El maíz debe rotarse con leguminosas, papa, algodón y otros cultivos que no sean gramíneas, con el objetivo de equilibrar nutrientes del suelo, mejor explotación del suelo en profundidad y de romper el ciclo biológico de plagas y enfermedades (Manrique et al, 1993).

2.4.3. Ph

El maíz requiere preferentemente suelos neutros, pudiéndose desarrollar en un rango de pH de 5.5 hasta 8.0. Tolera la salinidad hasta 8.0 mmhos/cm.(Hurtado (2010).

2.4.4. Pendiente

Hurtado (2010), indica que para asegurar el mínimo de erosión en las parcelas de maíz se deben construir los surcos con una pendiente menor al 1 % y se deben cuidar los caudales minuciosamente. Para una pendiente de 0.1 % se pueden utilizar caudales de 6.3 litros por segundo. Para pendiente de 0.5 % se permiten caudales de 1.26 litros por segundo por surco, y para pendientes de 1 % solo de debería usar caudales de 0.6 litros por segundo.

2.4.5. Fertilización

FAO (2001), el suelo del maíz debe contener materia orgánica mayor a 2%. El maíz produce 4,0 tn/ha de grano y requiere alrededor de 150kg/ha de nitrógeno (N), 180Kg/ha de fosforo (P) y 668Kg/ha de potasio (K) por ciclo de producción, el pH dentro del cultivo de maíz puede variar entre 5,5 y 8,0 siendo óptimo entre 6,0 – 7,0.

En la imagen1, se muestra las deficiencias de macronutrientes en las hojas y frutos del maíz.

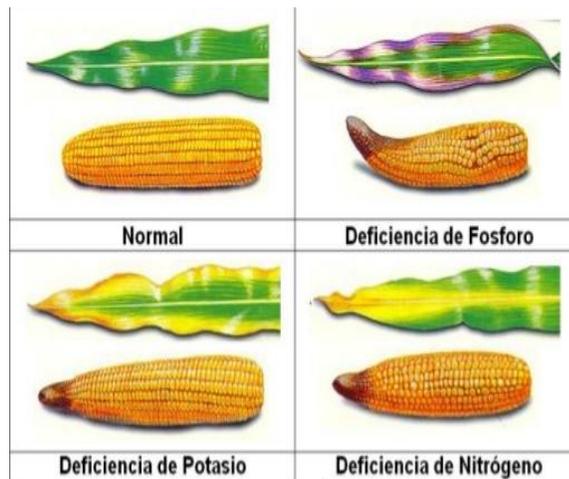


Imagen 1. Deficiencias de Macronutrientes en el Maíz.

Fuente: (Viarural, 2011).

2.4.6. Temperatura

Las variedades se adaptan mejor a climas templados a cálidos con suficiente humedad desde la siembra hasta el final de la floración. La temperatura para el desarrollo del cultivo está entre 130C y 300C, temperaturas que se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo de maíz (Bartolini, 1990).

Acebey (2005), indica que la temperatura óptima diurna para el crecimiento del maíz oscila de 21-25 0C y temperatura nocturna no inferior a 14 0C.

2.4.7. Precipitación

Acebey (2005), en cuanto al requerimiento de agua, son necesarios 400-500 mm de precipitación durante el periodo del cultivo, la cual la mayor parte se requiere para la floración.

2.5. Principales plagas del cultivo de maíz.

2.5.2. Gusano cogollero.

El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América.

En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60%. Los daños más serios corresponden a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz. Además de maíz este insecto puede afectar otras gramíneas como sorgo, arroz, pastos, algunas leguminosas como frijol, soya y cacahuete y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote (Yáñez, 2007).

2.5.3. Clasificación Taxonómica.

La clasificación taxonómica del gusano cogollero es la siguiente (Ángulo, 2000)

Phylum	: Anthropoda
Subphylum	: Mandibulata
Clase	: Insecta
Sub clase	: Pterygota
Orden	: Lepidoptera
Sub orden	: Frenatae
Superfamilia	: Noctuoidea
Familia	: Noctuidae
Tribu	: Predeninii
Género	: Spodoptera
Especie	: S. frugiperda (J.E. Smith)

2.5.4. Importancia.

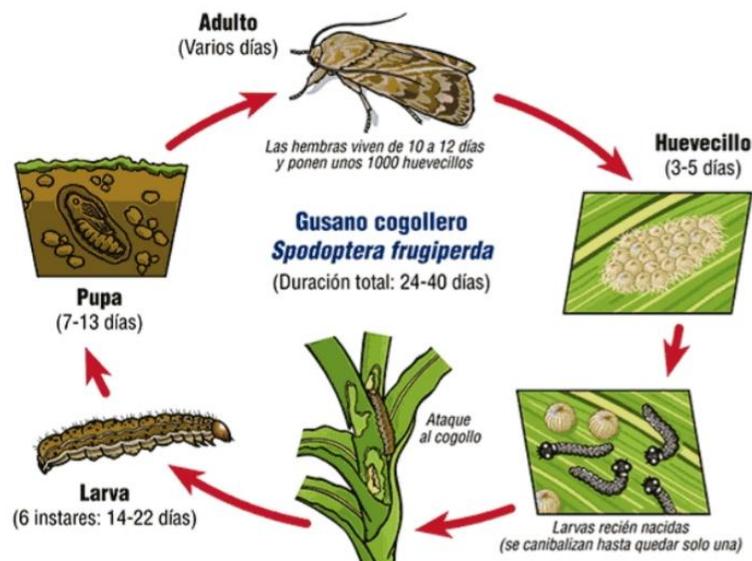
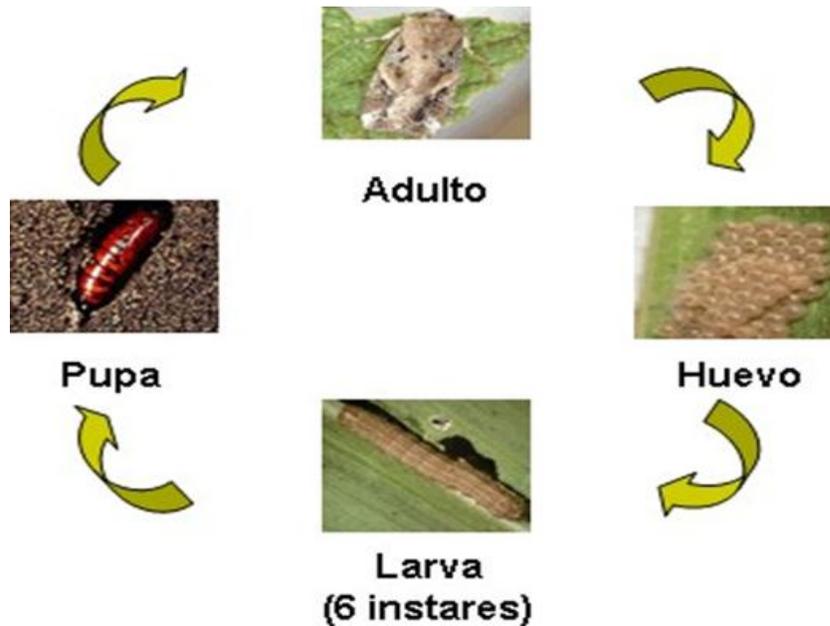
El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60%. Los daños más serios corresponden a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz. Además de maíz este insecto puede afectar otras gramíneas como sorgo, arroz, pastos, algunas leguminosas como frijol, soya y cacahuate y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote (Yáñez, 2007).

2.5.5. Características generales de *Spodoptera frugiperda*.

Presenta dimorfismo sexual, las características distintivas del macho son: expansión alar de 32 a 35 mm; longitud corporal de 20 a 30 mm; siendo las alas anteriores pardo-grisáceas con algunas pequeñas manchas violáceas con diferente tonalidad, en la región apical de estas se encuentra una ancha blanquecina notoria, orbicular tiene pequeñas manchas diagonales, una bifurcación poco visible que se extiende a través de la vena costal bajo la mancha reniforme; la línea subterminal parte del margen la cual tiene contrastes gris pardo y gris azulado. Las alas posteriores no presentan tintes ni venación coloreada, siendo más bien blanquecina, las hembras tienen una expansión alar que va de los 25 a 40 mm, faltándole la marca diagonal prominente en las anteriores que son poca agudas, grisáceas, no presentan contrastes; la mancha orbicular es poco visible; la línea pos medial doble y fácilmente vista (Ortiz, 2010).

Los huevecillos son grisáceos, semiglobulares, algo afilados en sus polos. En cuanto a las larvas recién emergidas tiene su cuerpo blanquecino vidrioso, pero la cabeza y el dorso del primer segmento torácico negro intenso, las larvas de los primeros estadios II, III y IV son pardos grisáceo en el dorso y verde en el lado ventral, sobre el dorso y la parte superior de los costados tienen tres líneas blancas cada una con una hilera de pelos blancos amarillentos que se disponen longitudinalmente, sobre cada segmento del cuerpo aparecen cuatro manchas negras vistas desde arriba ofrecen la forma de un trapecio isósceles; además tiene una "Y" invertida en la parte frontal de la cabeza y es de color blanco, la pupa es de color pardo rojizo y tiene una longitud de 17 a 20 mm (Ángulo, 2000).

2.5.6. Ciclo biológico del cogollero.



Según Ángulo (2000), el cogollero o *Spodoptera frugiperda* durante su vida pasa por diferentes etapas. Estas etapas son:

2.5.6.1. Huevo o postura.

Individualmente son de forma globosa, con estrías radiales, de color rosado pálido que se torna gris a medida que se aproxima la eclosión.

Las hembras depositan los huevos corrientemente durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos o masas cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo que sirven como protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos.(Ángulo 2000).

2.5.6.2. Larva o gusano.

Las larvas al nacer se alimentan del coreon, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo. Su color varía según el alimento pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" blanca invertida Las larvas pasan por 6 ó 7 estadíos o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadío. (Ángulo 2000).

A partir del tercer estadío se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve (Ángulo 2000)

2.5.6.3. Pupa.

Son de color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal (cremaster) terminando en 2 espinas o ganchos en forma de "U" invertida. Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa. (Ángulo 2000).

2.5.6.4. Adulto o mariposa.

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen a las traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas. (Ángulo 2000)

En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax.

Permanecen escondidas dentro de las hojarascas, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activas al atardecer o durante la noche cuando son capaces de desplazarse a varios kilómetros de distancia, especialmente cuando soplan vientos fuertes (Ángulo 2000)

2.5.7. Daños que ocasiona a la planta.

El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Ortiz, 2010).

2.5.8. Daños y pérdidas ocasionadas por el gusano cogollero del maíz.

El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Ortiz, 2010).

2.5.9. Beauveria bassiana.

Beauveria bassiana es un hongo imperfecto de la clase Deuteromicetes, capaz de infectar a más de 200 especies de insectos es de apariencia polvosa de color blanco algodónoso o amarillento cremoso.

2.5.9.1. Modo de acción de *Beauveria bassiana*.

El ciclo de vida de este hongo consta de dos fases: la patogénica y la saprofítica, el desarrollo del hongo se puede dividir en las siguientes fases.

Primera fase. La primera fase, germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del insecto dura 3 a 4 días. La penetración del hongo al hospedero ocurre a través de la cutícula o por vía oral. Cuando la penetración se da por una cutícula, intervienen las

lipasas, quitinazas y proteasas. El tubo germinativo de la conidia invade directamente, produciendo opresorios que penetran la epicutícula, dando lugar a cuerpos hifales, los cuales se desarrollan en el hemócele y circulan en la hemolinfa.

La patogenicidad del hongo sobre los insectos depende de una compleja relación entre la habilidad del hongo para penetrar la cutícula y la fortaleza del sistema inmunológico del insecto para prevenir el desarrollo del hongo.

Esta relación se debe a factores muy concretos incluidos las diferencias cuniculares, la penetración cuticular y las reacciones inmunes. El desarrollo sobre el insecto puede ser influenciado por la eficiencia de los hemocitos en encapsular y mecanizar el patógeno. Casi siempre los hemocitos se agregan al lugar de la penetración cuticular, formando algunas veces nódulos alrededor de las esporas inyectadas.

En el interior de los insectos la germinación usualmente procede de esporas que están fuera de la agregación de hemocitos, pero para que se desarrollen siempre deben estar afuera del agregado.

Segunda fase. La segunda fase es, la invasión de los tejidos por parte del micelio del hongo hasta causar la muerte del insecto, dura 2 a 3 días. Durante el proceso de invasión del hongo se produce una gran variedad de metabolitos tóxicos.

El hongo *Beauveria bassiana* produce metabolitos secundarios, como son: Beauvericina, Beauveriloides, Bassianolide, Isarolide, Enniatinas, y Oosporeina.

Los síntomas de la enfermedad del insecto son la pérdida de sensibilidad, falta de coordinación de movimientos y finalmente parálisis. Cuando el insecto muere queda momificado. Algunas veces se pueden presentar zonas de pigmentación localizadas que corresponden a los sitios de penetración de las conidias en el tegumento.

Tercera fase. Finalmente sigue la tercera fase donde ocurre la esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas del insecto y en días posteriores se incrementa a todo el cuerpo hasta finalmente cubrirlo. Tras la muerte del insecto y bajo condiciones de humedad relativa alta, las conidiosporas pueden extenderse a través del cuerpo cubriéndolo con material fungoso característico.

El modo de acción de dicho agente es el siguiente: los conidias del hongo al entrar en contacto con el insecto segregan enzimas, las cuales van perforando el tegumento del mismo. En el interior del insecto el hongo se va desarrollando, llegando a atrofiar el sistema nervioso por producción de toxinas y así causa daños considerables en su organismo.

Al cabo de 3 a 4 días el hongo comienza a manifestarse externamente sobre el cuerpo del insecto. En los días siguientes, las conidias (parte reproductora) del hongo comienzan a madurar, estando prestos posteriormente para ser nuevamente diseminados por el aire y el agua de lluvia, continuando de esta forma su ciclo biológico. Se puede hallar al hongo causando epizootias en el campo.

La manifestación característica es la presencia de una cobertura algodonosa sobre todo el insecto, donde se halla el insecto muerto y del cual emergen los cuerpos fructíferos del hongo que presenta una coloración generalmente blanca. El hongo *B. bassiana* no tiene un ciclo sexual conocido. Las conidias (propágulos asexuales) se conectan a la cutícula del insecto y causan una infección bajo condiciones ambientales específicas como temperatura comprendida en un rango de 20 a 25 °C y una humedad relativa de alrededor del 80%.

Esta habilidad para destruir grandes cantidades de la plaga se necesita canalizar en la producción de un bioplaguicida viable, el cual requiere el desarrollo en producción masiva, formulación y aplicación. El tubo germinativo de la conidia penetra la cutícula del huésped e invade el hemócele del insecto. Entrando en el hemócele del insecto, el hongo empieza a proliferarse. El micelio de los tubos germinativos prolongados son septados y liberan blastosporas. El huésped es matado por la acción de metabolitos del hongo. Bajo condiciones húmedas el hongo emerge y produce una copa de conidias aeriales en la superficie del cadáver. El hongo en dosis sub letales puede inhibir la fertilización y desarrollo de todos los estadios del insecto.

2.5.9.2. Clasificación taxonómica del hongo *Beauveria bassiana*.

Roberts y humber (1981), citado en la Sociedad Mexicana de Control Biológico (1995), dan a conocer la siguiente clasificación.

División : Eumycotica

Subdivisión	: Deuteromycota
Clase	: Hyphomycetes
Orden	: Moniliales
Género	: Beauveria
Especie	: Beauveria bassiana

2.5.9.3. Generalidades de Beauveria bassiana

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno que se encuentra naturalmente en algunas plantas y en el suelo, es utilizado como bioinsecticida en algunos países. Las epizootias son favorecidas por climas templados y húmedos Beauveria bassiana puede encontrarse en un amplio rango de temperatura que va desde los 15^aC a los 30^aC y una humedad relativa de 90%.

Las larvas infectadas se tornan de color blanco o gris. Tiene una lista extensa de hospederos que incluye a moscas blancas y áfidos (Homóptera), saltamontes (Ortóptera), escarabajos (Coleóptera), chinches (Hemíptera), hormigas (Hymenoptera) y mariposas (Lepidópteras). Incluso se lo ha encontrado infectando los pulmones de roedores silvestres y en los orificios nasales del ser humano. Desafortunadamente, enemigos naturales como las mariquitas predatoras también son susceptibles (Bolaños, 2001)

2.5.9.4. Ciclo y vía de infección de Beauveria bassiana

(Gómez, 2014) señala que no es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los hongos entomopatógenos y los insectos. En general la mayoría de los hongos de 33 insectos infectan al hospedante a través de la cutícula. El contacto entre la unidad infectiva del entomopatógeno y el insecto es indispensable para el inicio del proceso infeccioso.

Las etapas en el desarrollo de la micosis son:

2.5.9.4.1. Primera etapa: Adhesión

El hongo se adhiere a la cutícula o tegumento del insecto.

2.5.9.4.2. Segunda etapa: Germinación

Sobre la cutícula o tegumento germinan los conidios o esporas encontrando condiciones favorables de humedad y temperatura el hongo germina sobre el insecto produciendo un tubo germinativo, la germinación ocurre en un tiempo mínimo de 12 horas después de la inoculación, a una temperatura que oscila entre 23 y 30 °C y una humedad relativa más o menos elevada

2.5.9.4.3. Tercera etapa: Penetración

La penetración ocurre vía tegumento por medio de dos procesos: uno que es físico, debido a la presión del tubo germinativo que rompen las áreas membranosas o esclerotizadas de la cutícula del insecto y el otro proceso es químico que resulta de la elaboración de enzimas (proteasas, lipasas y quitinasas) que facilitan la penetración mecánica del hongo.

2.5.9.4.4. Cuarta etapa: Multiplicación

El hongo se multiplica en el hemocele del insecto

2.5.9.4.5. Quinta etapa: Elaboración de toxinas

Dentro del hemocele del insecto el hongo produce toxinas

2.5.9.4.6. Sexta etapa: Muerte del insecto

La muerte del insecto ocurre debido a la producción de micotoxinas, mudanzas patológicas en el hemocele, acción histolítica, bloqueo mecánico del aparato digestivo debido al crecimiento vegetativo del hongo y otros daños físicos debido al crecimiento del micelio. A partir de la muerte del insecto el hongo crece, desarrollándose dentro de este.

2.5.9.4.7. Séptima etapa: Colonización

A partir de la penetración del hongo en el hemocele del insecto se inicia un proceso de colonización en su hospedero. La hifa que penetra sufre un engrosamiento que se ramifica; inicialmente en el tegumento del insecto y posteriormente en la cavidad general del cuerpo. A partir de este momento se forman pequeñas colonias del hongo. El tiempo para la colonización del insecto puede variar de 76 a 120 horas dependiendo del insecto, el patógeno y de las condiciones ambientales.

2.5.9.4.8. Octava etapa: Salida del micelio

El micelio del hongo sale al exterior del cuerpo del insecto pasando por el tegumento.

2.5.9.4.9. Novena etapa: Esporulación

El hongo esporula sobre la superficie del insecto. La producción de conidios ocurre de 25 a 48 horas después de la emergencia de las hifas en condiciones de elevada humedad y temperatura que oscila entre 20 y 30 °C, esto dependiendo del patógeno.

2.5.9.4.10. Décima etapa: Diseminación

Según (Alves, 1986). Los propagulos del hongo son diseminados al medio a partir de los insectos colonizados.

La duración de las diferentes fases del ciclo en la relación patógeno – hospedero depende de las especies de insectos y de las condiciones climáticas reinantes. Las Condiciones favorables son humedad relativa del ambiente de un 90% y Temperatura que oscila entre 23 a 28 °C.

2.6. Factores ambientales y persistencia del hongo.

Los factores ambientales cumplen una función esencial en la iniciación y desarrollo o en la prevención y supresión de las epizootias naturales afectando las condiciones fisiológicas del hospedante, su densidad, distribución espacial y temporal. Se entiende por epizootia cuando un gran número de insectos en un periodo corto sufre una caída abrupta de su población por un determinado patógeno (Lecuona, 1996).

(Fargues 1985), indica que los principales factores que afectan a la sobre vivencia de *Beauveria* spp., en el suelo básicamente son la temperatura y la humedad; sin embargo, la materia orgánica juega un papel muy importante en determinadas épocas, donde el hongo sobrevive como saprofito. Vera y Arestegui (1997), clasifican los factores Medio Ambientales en bióticos y abióticos, de modo que *Beauveria* sp. queda supeditada a las condiciones externas de ambiente, sobre todo a la temperatura, humedad y otros.

2.6.2. Factores bióticos.

Dentro de los procesos patológicos que determinan la evolución de las enfermedades se habla de un cambio de estado del enzootico (estado de ocurrencia continua de una enfermedad en animales, con respecto a un patógeno en particular), hacia el estado epizootico, por intervención o no del hombre. Fenómenos ambos relacionados con la agresividad del inóculo o poder patogénico del organismo, la predisposición o receptividad del huésped y la acción del medio sobre el cual se desarrolla. La sensibilidad del insecto está relacionada con la especie, su estado fisiológico, edad, sexo, comportamiento y grado de resistencia o de sensibilidad al patógeno.

El comportamiento del insecto incide igualmente en el desarrollo y diseminación del inóculo; por ejemplo, en los insectos de comportamiento gregario hay mayores posibilidades de que la enfermedad se propague más rápidamente que en los insectos de vida solitaria.

2.7. Factores abióticos.

2.7.2. Temperatura.

La temperatura puede afectar la estabilidad de los patógenos durante las aplicaciones de campo y en su ocurrencia natural en el agro ecosistema. Como los entomopatogenos no poseen condiciones biológicas para defenderse de las grandes variaciones de temperatura este puede ser un factor limitante (Alves, 1982).

Por debajo de los 18 °C o superior a 38 °C puede actuar como un factor estresante y tornarlos así más sensibles a los entomopatogenos, para *Beauveria bassiana* la temperatura adecuada es de 22 y 26°C, las exigencias de temperatura varía para cada especie. Uno de los factores que afectan a *Beauveria bassiana* en el campo es la temperatura del suelo, la supervivencia de sus conidios es menor cuanto mas elevada es la temperatura y cuando es alto el porcentaje de saturación del agua en el suelo (Carvajal, 1993).

2.7.3. Humedad relativa.

La humedad relativa es un factor de gran importancia, tanto para el hospedante como para el patógeno. Ella es necesaria para las diferentes fases del ciclo de las relaciones entre ambos organismos. Así actúa sobre la germinación, penetración y es indispensable para la reproducción de los hongos entomopatógenos esto a nivel de campo.

A nivel de laboratorio, la humedad relativa poco afecta los cambios pero deberá haber una humedad de 80 – 90% la óptima 85% dentro de los frascos del medio de cultivo en el cual se está propagando o multiplicando el hongo *Beauveria bassiana*. Fernández (1989), citado por (Lecuona, 1996).

2.8. Plagas afectadas por el hongo *Beauveria bassiana*.

El entomopatógeno *B. bassiana* constituye uno de los enemigos naturales importantes de muchas plagas y vectores insectiles en Bolivia. Según Belpaire (1998), Bolivia tiene más de 50 años de experiencia en control biológico, pero los proyectos fueron esporádicos y de corta duración. Sin embargo existen varios éxitos de control biológico clásico como: el control de la mosca de la fruta, la cochinilla acanalada, la broca del café y otros.

El entomopatógeno *B. bassiana* fue registrado atacando varios insectos plagas en Bolivia, como los picudos de la soya, *Sternechus pinguis*, *S. subsignatus*., la vinchuca *Triatoma infestans*, *Hypsonotus* sp., la broca del café, *Hypothenemus hampei*, *Promecops* sp., los picudos de la palmera *Rhynchophorus palmarum* y *Metamasius* sp., el picudo de los plátanos *Cosmopolites sordidus*, las chinches pentatomidas de la soya, *Euschistus* sp., *Acrosternum* sp., *Piezodorus guildinii*, *Edessa meditabunda*, *Dichelops furcatus*, y la petilla del arroz *Tibraca limbativentris* y varias larvas lepidópteras, como *Spodoptera* sp, y *Heliothis* sp., *Castnia* sp. (Broca del tallo de la piña), *Thecla basalides* (Broca del fruto de la piña), el gorgojo del camote, *Euscepes postfasciatus*.

- Seguridad en el manejo de *Beauveria bassiana*.

De los hongos entomopatógenos no se conoce, después de más de 30 años de experiencia, ningún perjuicio ni para el hombre, ni para los animales ya que, entre otras cosas, difícilmente logran desarrollarse dentro de la temperatura normal de los mamíferos, sin embargo se recomienda el uso de equipo de protección para el manejo y la aplicación de hongos entomopatógenos (Rogg, 1998). Los posibles problemas alérgicos, se deben a la inhalación de partículas fúngicas por los operarios de las biofábricas, variando con la predisposición de cada persona, así como ocurre con el polen de algunas flores

2.7 Incidencia

Según (Gómez, 2014) Es la cantidad de individuos o partes contables de un individuo, afectados por una determinada enfermedad o plaga respecto al total de plantas analizadas expresada en porcentaje

2.8 Severidad

Según (Gómez, 2014) Es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección de una determinada planta sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo. Es subjetivo y hace referencia al porcentaje de área necrosada o área enferma de una hoja o fruto.

2.8.1 Porcentaje de eficacia de Abbot modificada(PE_{Am}).

$$PE_{Am} = \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2} * 100$$

M₁= El porcentaje de mortalidad de la plaga en la unidad de observación del ensayo en la que se evalúa el hongo en días después de las aplicaciones.

M₂= El porcentaje de mortalidad de la plaga en la unidad de observación control o testigo (en la que no se ha realizado la aplicación) el día 1 después de las aplicaciones.

En la evaluación de productos fitosanitarios destinados al control de patógenos y malas hierbas, mediante bioensayos no existen unas ecuaciones que expresen como sucede para las especies plagas. La eficacia en dichos casos la efectividad de los productos se aproxima por la reducción que origina en la población (Puntenner, 1992).

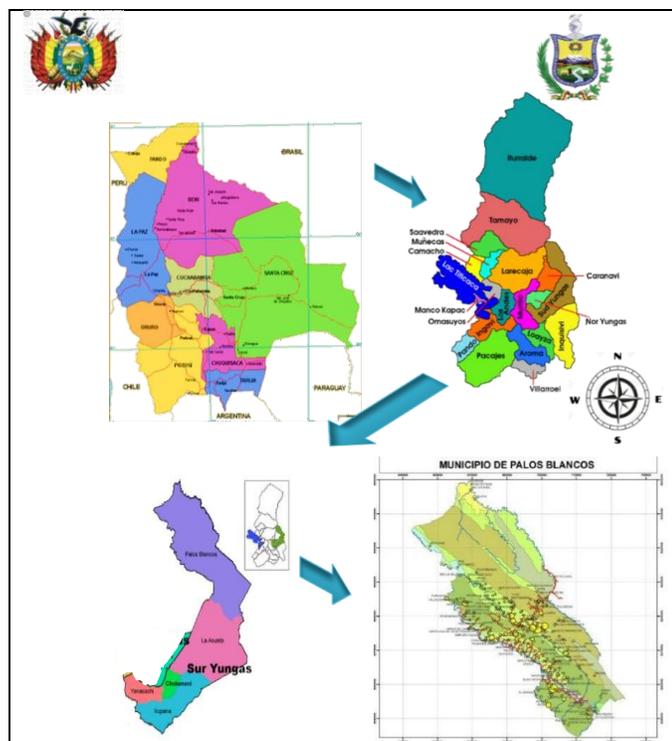
CAPITULO III

3. LOCALIZACIÓN

3.3. Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se realizó en la región Alto Beni, municipio de Palos Blancos, Localidad de Sapecho. La misma está ubicada en la región de Alto Beni, en el área III, en la Estación Experimental de Sapecho, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. Ubicada al norte del departamento de La Paz, a 276 km de la ciudad, geográficamente se encuentra en los paralelos 15° 33' y 15°46' Latitud sur y 66°57' y 67°20' Longitud Oeste, en la 4ta. Sección municipal de la provincia Sud Yungas, separado por el río Alto Beni, colindante con la Provincia Caranavi, con una altura de 450 msnm, una precipitación promedio de 1600mm (GAMPB, 2013)

Imagen 1. Ubicación del Municipio Palos Blancos (GAMPB, 2013).



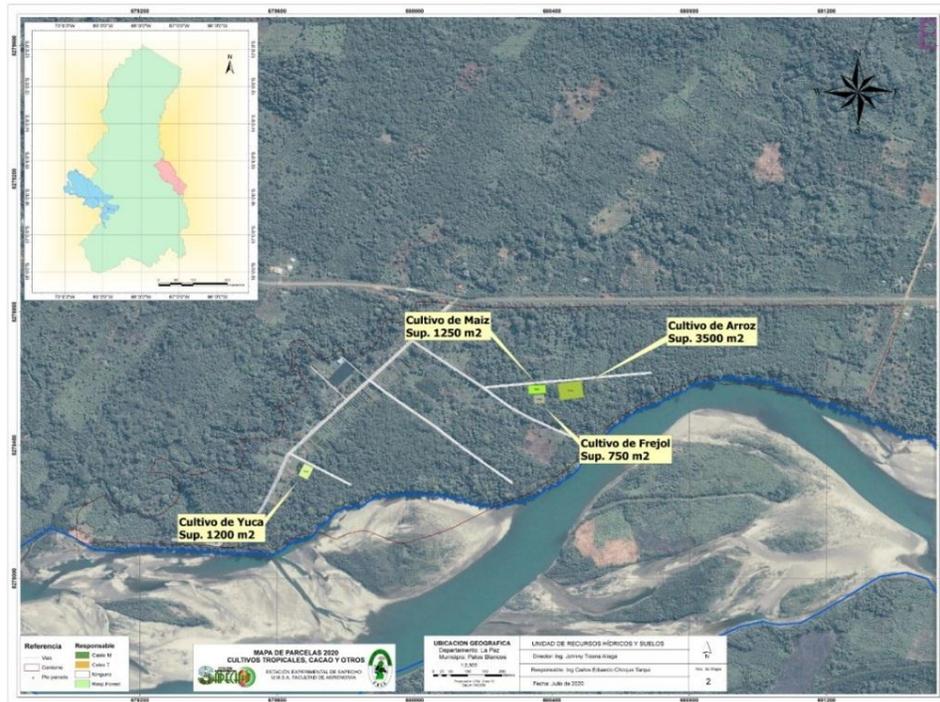


Imagen 2. Ubicación Geográfica de la parcela experimental.

3.4. Condiciones agroecológicas.

a) Temperatura

Según datos meteorológicos correspondientes a la Estación en SENAMHI, se tiene para el área una temperatura promedio del ambiente de 26 °C. Siendo la máxima promedio de 33 °C y la mínima promedio de 19 °C. Los meses de bajas temperaturas ocurren entre junio y Julio llegando a valores menores a los 13 °C (GAMPB, 2013).

b) Clima

El clima de la zona es cálido y húmedo, formando parte de dos eco regiones Yungas y Trópico, presenta un clima que va de cálido a templado en ciertas áreas de mayor altura como las Delicias, El Sillar y Cascada. Existen elevadas temperaturas y precipitaciones pluviales durante el año la precipitación promedio anual es de 1.600 mm y se concentra entre noviembre y marzo, un período de transición con lluvias esporádicas, nubosidad alta y probabilidades de temperaturas moderadamente bajas entre abril y junio; la época seca se presenta de julio a noviembre. La humedad relativa promedio es de 80% y el brillo solar es de 4.7 horas/día (GAMPB, 2013).

Este último aspecto se ve influenciado por los cambios globales existentes a nivel mundial, produciéndose en el área fenómenos que generan bajas temperaturas, sequías, lluvias de elevada intensidad y en ocasiones la presencia de granizadas que no son normales en estas regiones (GAMPB, 2013).

- **Tipo de suelo**

La textura es Franco arcilloso, franco, franco arcillo limoso en horizontes superiores y en horizontes inferiores son; arcillosos, franco arcilloso, arcillo arenoso, en algunos sectores, franco arenoso y arenoso franco (GAMPB, 2016-2020).

Los suelos son variados y cambian bruscamente de acuerdo a la topografía, las características químicas de los suelos del municipio de Palos Blancos, presentan una variación química de reacción ligeramente ácidos, neutros a ligeramente alcalina y tienen moderada capacidad de intercambio de cationes y alta saturación de bases, aunque excepcionalmente se observan problemas ligeros de salinidad; La fertilidad natural es muy variable, pero se puede generalizar que tienen fertilidad moderada, con moderada presencia de Potasio y fósforo y baja presencia de Nitrógeno, con PH que varía de ligera a moderadamente alcalinos (PH =6,3 -7,8), estos valores se encuentran dentro de los niveles de PH recomendables para el cultivo de cacao, puesto que solo valores extremos de PH influyen en la disponibilidad de nutrientes, actividad microbial y solubilidad de minerales del suelo (GAMPB, 2013).

De acuerdo al ecosistema de la región tiene una riqueza florística que la caracteriza por la diversidad de especies del tipo herbáceas, arbustos y arbóreas. Esta misma fuente, con base en estudios de identificación de especies vegetales en el chaco, indica la existencia de más de 130 que permitirá a los comunarios realizar el uso y aprovechamiento de especies maderables y no maderables.

Sin embargo, la explotación desmedida y no planificada ha ocasionado la reducción abrupta de especies valiosas, llegando a espacios de reservas del TCO de Pilón Lajas ahora resguardado mediante Ley del estado boliviano (GAMPB, 2013).

- **Fauna**

Entre la fauna del municipio, se cuenta con algunas especies de mamíferos, entre los que destacan el jaguar (*Panthera onca*), la londra (*Pteronura*), la harpya (*Haspia harpyja*), el marimono (*Ateles paniscus*), el pejichi (*Priodontes maximus*), el manechi (*Alouatta seniculus*), el pato negro (*Cairina moschata*), la peta de río (*Podocnemis unifilis*), el caimán negro (*Melanosuchus niger*), y una rara especie del jucumari (*Tremarctus ornatus* (GAMPB, 2013).

CAPITULO IV

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.3. Materiales.

4.1.1 Material biológico

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el hongo *Beauveria bassiana* proveniente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, el mismo que presentó las siguientes características.

- Medio de cultivo, sustrato de arroz dispuesto en bolsas de 200 gr. de peso húmedo(arroz fresco), habiéndose empleado seco.
- Con las siguientes concentraciones: Siendo la dosis normal de 68gr. (C2) y uno inferior 52gr(C1).

4.1.2 Material vegetal

La clasificación del maíz y las características de las diferentes variedades se presentan en la Tabla 1.

VARIEDADES DE MAIZ	
1	CHIRIGUANO – 36
2	GUAPURU – 9536
3	Reventón (Variedad local)

Variedad Chiriguano -36	
<p>Variedad: Mejorada de polinización libre</p> <p>Tipo de grano: Semidentado</p> <p>Color de grano: Amarillo naranja</p> <p>Ciclo vegetativo: Intermedio</p> <p>Días a floración: 55 a 60 días</p> <p>Días a cosecha: 140 a 150 días</p> <p>Tallo: Fuerte</p> <p>Excelente potencial de rendimiento: (4.500 kg/ha) siembra comercial</p> <p>Área de adaptación: Trópico, Valles, Chiquitania, y Chaco</p> <p>Tolerancia a sequía: Buena</p>	

Tabla: 1 Clasificación variedad chiriguano-36

<p style="text-align: center;">Variedad Guapurú -9536</p> <p>Variedad: Mejorada de polinización libre Tipo de grano: Semidentado Color de grano: Amarillo intenso profundo Ciclo vegetativo: Intermedio Días a floración: 58 a 60 días Días a cosecha: 140 a 150 días Tallo: Fuerte Rendimiento de grano (kg/ha.): Excelente potencial de rendimiento (4.800 kg/ha) siembra comercial Área de adaptación: Trópico, Valles, Chiquitania, y Chaco Tolerancia a sequía: Moderada</p>	
--	--

Tabla:2 Clasificación variedad Guapurú - 9536

<p style="text-align: center;">Variedad Reventón</p> <p>Variedad: Local (Zona Palos Blancos, Sud Yungas) Tipo de grano: Dentado Color de grano: Amarillo Ciclo vegetativo:días a floración : 55 – 60 días Días a cosecha: 155-165 días Tallo: Endeble Rendimiento: Bajo rendimiento en peso Área de adaptación: Trópico Tolerancia a sequia: Baja</p>	
---	---

Tabla: 3 Clasificación de variedad reventón **Fuente:** Elaboración propia

4.1.3 Equipos y maquinaria.

4.1.4 Material de campo.

Machete, azadón, rastrillo, mochila aspersora, cámara fotográfica, marbetes, estacas, cinta métrica, yutes, pinzas, bolsas de polietileno, libreta de campo, recipientes de vidrio para muestreo, adherente, regaderas, desbrozadoras mecánicas, cernidor fino, vernier y balanza analítica.

4.1.5 Material de escritorio.

Computadora, impresora, calculadora, cuaderno de campo, bolígrafos, cámara fotográfica, hojas de papel, etc.

4.2 Metodología.

4.2.1 Preparación del terreno.

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de marzo y julio del 2020. La preparación del terreno se efectuó 20 días antes de la siembra, habilitándose para esto un área de 1250 m² con barbecho de 6 meses, habiéndose cultivado anteriormente maíz bajo un sistema de asociación de cultivos con cacao. En un principio se efectuó el desmalezado, recojo de tronco, limpieza de rastrojos utilizando herramientas manuales como machetes, azadones, rastrillos, y desbrozadoras mecánicas, posteriormente se realizaron las labores correspondientes.

4.2.2 Siembra.

Para la investigación se utilizaron dos variedades mejoradas de maíz Chiriguano-36, Guapuru-9536 semillas que fueron obtenidas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). De la misma manera se obtuvo semilla de la zona (variedad local Reventón). Las semillas fueron sembradas de forma manual con ayuda de estacas a una profundidad de cinco centímetros, introduciéndose por golpe tres semillas cubriendo las mismas con una capa fina de materia orgánica, siendo la distancia de siembra 1 m entre surcos 0,50 m entre plantas, disponiéndose de 75 plantas por tratamiento.

4.2.3 Labores culturales. Se consideraron:

4.2.4 Control de malezas.

El control de malezas se realizó en forma manual con azadón a los, 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70 días después de la siembra, encontrándose una mayor abundancia de gramíneas y ciperáceas.

4.2.5 Aporque.

Los aporques fueron realizados en tres oportunidades durante el desarrollo del cultivo a los 20, 40 y 60 días de forma manual con la ayuda de azadón brindando una mejor estabilidad a las plantas para su desarrollo.

4.2.6 Cosecha.

La cosecha se efectuó a los 95 días en promedio después de la siembra, registrándose las plantas de los surcos centrales, descartándose los surcos laterales para evitar los efectos de bordura; se procedió a recolectar las mazorcas de forma manual de los tratamientos luego para ser trasladados a un sitio bajo sombra donde se efectuó las evaluaciones necesarias para las variables de respuesta.

4.2.7 Preparación del hongo *B. bassiana*.

Para la preparación del hongo, primeramente se procedió vertiendo medio litro de agua en un envase, donde se añadieron las concentraciones estudiadas, en el caso de la primera concentración del hongo (material biológico que se encontraba en un envase de polietileno herméticamente cerrado), se añadió 52gr. de *Beauveria*, dejando reposar la preparación por un espacio de veinte minutos hasta que las esporas se desprendieron completamente del medio de cultivo. Luego se vertió el agua con el hongo en la mochila aspersora con un cernidor fino, finalmente se procedió a adicionar a la preparación 15 cc de adherente esto para garantizar la permanencia del hongo en campo. De igual manera se procedió con la segunda concentración, con la variante de que en este caso se utilizaron 68gr de *Beauveria bassiana* en arroz seco.

4.2.8 Aplicación de *B. bassiana* en los tratamientos.

Se aplicó el entomopatógeno *B. bassiana* durante el desarrollo del cultivo en tres oportunidades, cuando se evidenció en campo la presencia de gusano cogollero, y específicamente cuando estuvo en estadio larval, de acuerdo a los tratamientos planteados. Esto es en la etapa vegetativa V3, V5, V7 antes de la floración.

Las aplicaciones fueron realizadas a primeras horas de la mañana (6:30 a 9:00 a.m.), evitando que este periodo coincida con que el entomopatógeno quede expuesto a largos periodos de insolación.

4.3 Desarrollo de la investigación

4.3.1 Diseño experimental.

Se utilizó un arreglo de parcelas divididas llevado a cabo en un diseño de bloques completamente al azar. (Arteaga, 2016).

4.3.2 Caracterización del área experimental.

La distribución de las unidades experimentales, en el área de estudio tuvieron las siguientes dimensiones.

Largo de área	50m.
Ancho del área	25m.
Superficie total del área.	1250m ² .
Superficie por unidad experimental	5 x 8(40 m ²).
Distancia entre plantas	0,50m.
Distancia hileras	1m.
Número total de plantas	2025pl.(75 pl por UE).
Número de plantas por tratamiento	75pl.

4.3.3 Modelo lineal aditivo.

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_a + \gamma_j + (\alpha \gamma)_{ij} + \varepsilon_b$$

Dónde:

X_{ijk} = una observación cualquiera

μ = Media general del experimento

β_k = Efecto del *k* – ésimo bloque

α_i = Efecto del *i* – ésimo nivel del factor A (variedades de maíz).

ε_a = Error experimental de la parcela grande *E_a*)

γ_j = nivel del factor B (Concentraciones del hongo)

(α γ)_{ij} = Interacción de Variedades por Concentraciones.

ε_b = Error experimental de la parcela pequeña (*E_b*)

4.3.4 Descripción de los tratamientos.

Para la investigación se consideraron tres variedades de maíz y tres concentraciones del hongo *Beauveria bassiana* haciendo un total de nueve tratamientos, habiéndose planteado tres bloques en función a las características del lugar donde se ubicó la parcela experimental(ecosistema).

Tabla 4. Combinación de variedades y concentraciones de aplicación

Factores de estudio. Los factores de estudio fueron:

FACTOR A	
Variedades de maíz	a1=Chiriguano-36(V1)
	a2= Guapurú-9536(V2)
	a3= Reventón(V3)
FACTOR B	
Concentraciones de <i>beauveria basianna</i>	b0=Testigo(Co)
	b1= 80%(C1)
	b2= 100%(C2)

Siendo la distribución de tratamientos, la siguiente:

VARIETADES	CONCENTRACIONES	TRATAMIENTOS
V1	Co	T1
V1	C1	T2
V1	C2	T3
V2	Co	T4
V2	C1	T5
V2	C2	T6
V3	Co	T7
V3	C1	T8
V3	C2	T9

4.3.5. Croquis experimental.

El croquis experimental, se muestra a continuación

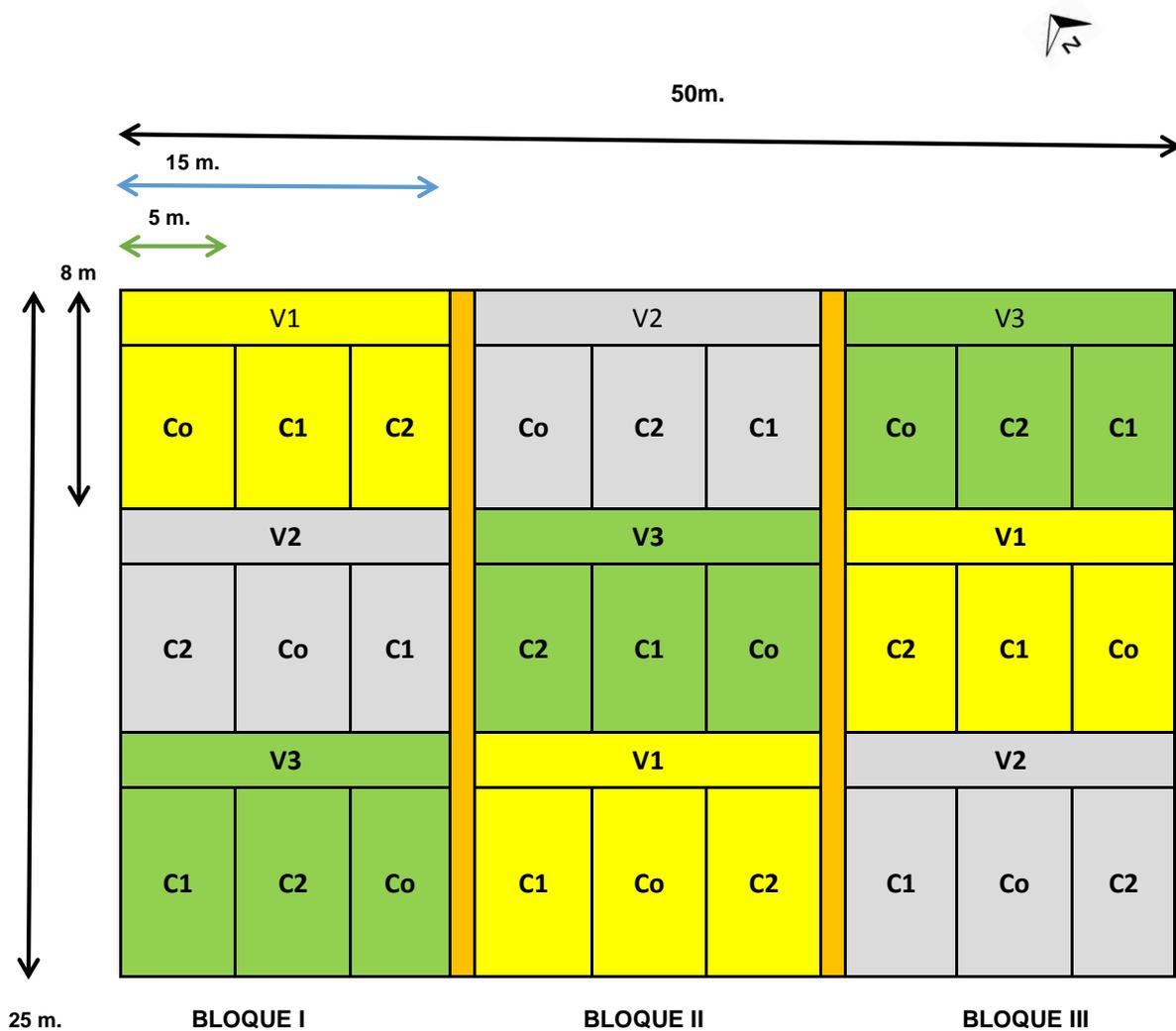


Figura 1. Croquis experimental.

4.3.6 Análisis Estadístico.

Los datos registrados en campo fueron sistematizados, y evaluados en función al diseño experimental planteado.

4.3.7 Croquis de la parcela.

El croquis de la parcela considero el croquis experimental descrito anteriormente.

4.3.8 Variables de respuesta.

Las variables que se evaluaron desde el momento de la siembra hasta la cosecha, fueron las siguientes:

➤ **Número de hileras.**

Para determinar esta variable, se consideraron las mazorcas de las 5 plantas que fueron seleccionadas en forma aleatoria por unidad experimental y se realizó el conteo total de las filas o hileras en cada mazorca.

➤ **Longitud de mazorca.**

Para la determinación de esta variable, se midió con ayuda de un flexómetro la longitud de las mazorcas en función a los tratamientos en estudio una sola vez al momento de la cosecha.

➤ **Peso de 100 granos.**

Para el registro de esta variable, se eligieron tres hileras o filas seleccionadas al azar de cada mazorca, se desgranaron y se seleccionaron 100 granos que fueron pesados posteriormente.

➤ **Peso de mazorca.**

Una vez realizada la cosecha se pesaron de las 5 plantas muestreadas por unidad experimental todas las mazorcas y se promediaron los resultados para el análisis correspondiente, registrándose en gramos.

➤ **Número de granos por mazorca.**

Para el registro de esta variable, se realizó el conteo de una fila o hilera de cada mazorca, seleccionada en forma aleatoria, registrándose el número promedio de granos, habiéndose considerado cada unidad experimental, bloque y tratamiento, respectivamente.

➤ **Altura de planta.**

La altura de planta se determinó midiendo con un flexómetro desde la superficie del suelo hasta la punta de la panoja más alta, la medición de altura de planta se realizó en la fase vegetativa hasta la maduración completa del cultivo, en 5 plantas que fueron seleccionadas al azar por tratamiento y por unidad experimental habiéndose utilizando un flexómetro y un cuaderno de registros.

➤ **Diámetro de mazorca.**

Con ayuda de un vernier, se midió el diámetro promedio de cada mazorca, considerándose las plantas marbeteadas por cada tratamiento en estudio.

➤ **Número total de granos por mazorca.**

Esta variable fue obtenida multiplicándose el número de granos por hilera por el número de hileras.

➤ **Diámetro de tallo.**

Se registró en cm, promediándose dos lecturas, considerando cada unidad experimental y tratamiento en estudio.

➤ **Número de mazorcas por planta.**

De igual manera, al momento de la cosecha según la unidad experimental, bloque o tratamiento, se realizó el conteo del número de mazorcas, según cada tratamiento en estudio.

➤ **Incidencia.**

Se determinó el porcentaje de incidencia del gusano cogollero, registrándose la lectura después de la aplicación del producto, en este caso 5 veces. Este valor se obtuvo, observándose la presencia de daños producidos por el cogollero en diez plantas del total en cada unidad experimental, de acuerdo a los tratamientos en estudio.

Habiéndose utilizado la siguiente fórmula:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

➤ **Severidad.**

Se determinó el porcentaje de severidad, para ello se registró el porcentaje de área afectada en la planta identificándose las hojas afectadas y con ayuda de papel milimetrado se estimó este porcentaje, en la tercera toma de datos, que fue la más crítica, para finalmente promediar ese valor, en cada unidad experimental y tratamiento de la parcela experimental, para luego determinarse el porcentaje de severidad aplicándose la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Severidad} = \frac{\text{Área foliar afectada (tejido afectado)}}{\text{Área foliar sana (tejido sano)}} \times 100$$

4.3.9 Análisis económico.

El análisis económico se determinó tomando en cuenta la metodología descrita por (Perrín Et. Al, 1978), especificando los costos parciales considerados durante la realización del experimento.

CAPITULO V.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En función a los objetivos planteados, la metodología de campo, y el diseño experimental planteado se realizaron inicialmente las transformaciones de variables en los casos que correspondieron, y posteriormente se procesó el Análisis estadístico de acuerdo a un arreglo de parcelas divididas llevado a cabo en un diseño de bloques al azar, habiéndose utilizado el programa SPSS, v 20.

5.1. Número de hileras.

En la tabla 1, se muestra el Análisis de varianza para la variable número de hileras o filas, donde se puede observar que en bloques se obtuvo ns, por otra parte, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas en el número de hileras.

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable número de hileras.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	0,002	0,001	0,50 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,010	0,005	2,50 ns	6,94	18,00
Ea	4	0,007	0,002			
CONCENTRACIONES	2	0,003	0,002	1,025 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,004	0,001	0,604 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	0,019	0,002			
TOTAL	26	0,045				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=1,16%

Por otra parte, para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, esto demuestra que ya sea que se aplique o no una concentración del hongo Beauveria, no provoca diferencia en el número de hileras por mazorca.

Finalmente, para la interacción el resultado fue no significativo es decir que la acción conjunta de las variedades con las concentraciones no evidenció diferencia en el número de hileras. El CV obtenido, fue igual a 1,16%, lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, es decir que los datos son confiables.

5.2. Longitud de mazorca.

En la tabla 2, se muestra el Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca, donde se puede observar que en bloques se obtuvo ns, por otra parte, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 2. Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	1,407	0,704	1,877 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,092	0,046	0,123 ns	6,94	18,00
Ea	4	1,490	0,373			
CONCENTRACIONES	2	0,039	0,019	0,049 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,859	0,215	0,542 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	4,756	0,396			
TOTAL	26	8,643				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=3,20%

Por otra parte, para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, esto demuestra que las concentraciones consideradas del hongo *Beauveria*, no detectaron diferencias en la longitud de mazorca. Así mismo, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en la longitud de mazorca.

El CV obtenido, fue igual a 3,20%, lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, y se considera que los datos son confiables.

5.3. Peso de 100 granos.

Los resultados del Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos, se muestran en la tabla 3, donde se puede observar que para bloques se obtuvo ns, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	6,320	3,160	0,047 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,542	0,271	0,004 ns	6,94	18,00
Ea	4	271,111	67,778			
CONCENTRACIONES	2	0,649	0,324	0,320 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	2,916	0,729	0,719 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	12,169	1,014			
TOTAL	26	293,707				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=2,63%

Luego, para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, considerándose que las concentraciones del hongo, no detectaron diferencias en el peso de 100 granos. Así mismo, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable. De acuerdo al CV obtenido, que fue igual a 2,63%, se considera que los datos son confiables.

5.4 Peso de mazorca.

En la tabla 4, se muestra el Análisis de varianza para la variable peso de mazorca, donde se puede apreciar que en bloques se obtuvo ns, por otra parte, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable peso de mazorca.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	1110,68	555,34	0,031 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	77,92	38,96	0,002 ns	6,94	18,00
Ea	4	71653,06	17913,26			
CONCENTRACIONES	2	94,10	47,05	0,320 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	726,15	181,53	0,719 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	2272,67	189,39			
TOTAL	26	75934,60				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=6,35%

Por otra parte, para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, esto demuestra que las concentraciones consideradas del hongo Beauveria, no detectaron diferencias en la longitud de mazorca.

Así mismo, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en el peso de mazorca.

El CV obtenido, fue igual a 6,35%, lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, y se considera que los datos son confiables.

5.5 Número de granos por mazorca.

Los resultados del Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca, se muestran en la tabla 5 y gráfico 6, donde se puede observar que para bloques se obtuvo ns, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca.

FV	GL	SC	CM	FC	F _{t0,05}	F _{t0,01}
BLOQUES	2	0,005	0,003	0,231 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,006	0,003	0,231 ns	6,94	18,00
Ea	4	0,052	0,013			
CONCENTRACIONES	2	0,177	0,088	14,349 **	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,010	0,003	0,407 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	0,074	0,006			
TOTAL	26	0,325				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=1,24%

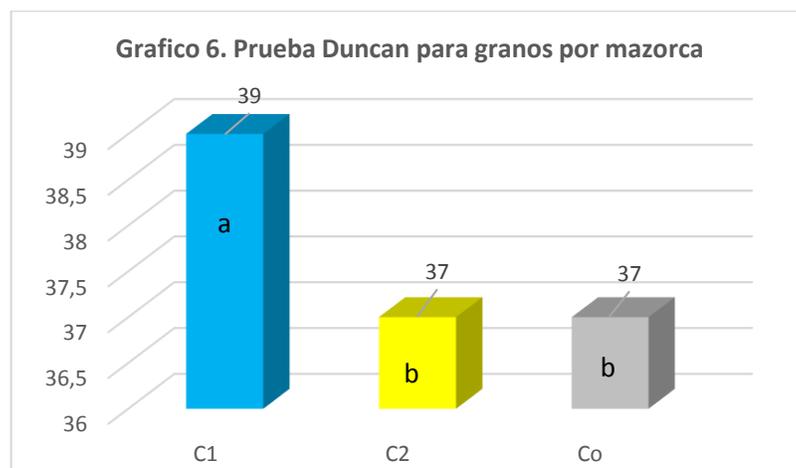
Luego, para concentraciones se detectaron diferencias altamente significativas, considerándose que las concentraciones del hongo, detectaron diferencias en el número de granos por mazorca, por lo tanto se realizó una prueba Duncan que se detalla posteriormente.

Así mismo, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable. De acuerdo al CV obtenido, que fue igual a 1,24%, se considera que los datos son confiables.

En la tabla 6 y el gráfico 6, se detalla la prueba Duncan, para las tres Concentraciones empleadas en la presente investigación, se observa que C₁ fue la concentración en la que se obtuvo la mayor cantidad de granos 39 en promedio, en cambio C₂ y C₀ mostraron ser estadísticamente similares, es decir que aquellas plantas de maíz a las que no se aplicó ningún nivel del hongo comparados con el nivel de concentración mas alto no mostraron diferencias significativas.

Tabla 6. Prueba Duncan para la variable número de granos por mazorca.

CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	DUNCAN(p<0,05)
C ₁	39	a
C ₂	37	b
C ₀	37	b



Aunque el objetivo central del trabajo no estuvo relacionado con el rendimiento, sino más bien con el control del gusano cogollero, es en ese sentido que este resultado podría ser atribuido exclusivamente al azar, ya que son resultados similares a los obtenidos por Mendoza(2016) aunque trabajó con extractos botánicos.

5.6. Altura de planta.

En la tabla 7, se muestra el Análisis de varianza para la variable altura de planta, donde se puede apreciar que en bloques se obtuvo diferencia altamente significativa, esto indica que la gradiente que se consideró como bloque tuvo efecto directo en la altura de planta de maíz, es decir que en general independientemente de la variedad y la concentración entre los bloques se identificaron diferentes alturas de maíz.

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	0,079	0,040	10,00 **	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,009	0,005	1,25 ns	6,94	18,00
Ea	4	0,016	0,004			
CONCENTRACIONES	2	0,009	0,005	1,00 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,033	0,008	1,60 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	0,059	0,005			
TOTAL	26	0,205				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=2,69%

Por otra parte, para variedades se obtuvo ns, siendo que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias estadísticas. Para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, esto demuestra que las concentraciones consideradas del hongo Beauveria, no detectaron diferencias en la altura de planta. Así mismo, para la interacción o efecto conjunto de variedades por concentraciones se obtuvo no significancia, esto muestra que no hubo un efecto directo en esta variable. Asumiéndose que el control fue realizado en el momento adecuado, como lo recomienda Bahena(2005). El CV obtenido, fue igual a 2,69%, lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, y se considera que los datos son confiables.

5.7. Número de hileras por mazorca.

En la tabla 8, se muestra el Análisis de varianza para la variable número de hileras o filas de granos por mazorca, donde se puede apreciar que en bloques se obtuvo ns, por otra parte, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	0,031	0,015	3,75 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,009	0,005	1,25 ns	6,94	18,00
Ea	4	0,018	0,004			
CONCENTRACIONES	2	0,029	0,014	1,875 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,058	0,015	1,888 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	0,093	0,008			
TOTAL	26	0,238				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=0,47%

Por otra parte, para concentraciones se obtuvo ns, esto demuestra que las concentraciones consideradas del hongo *Beauveria*, no detectaron diferencias significativas. Para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que para la interacción no evidenció significancia en esta variable. El CV obtenido, fue igual a 0,47%, concluyéndose que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, y se considera que los datos son confiables.

5.8. Diámetro de mazorca.

En la tabla 9, se muestra el Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca, donde se puede apreciar que en bloques se obtuvo ns, por otra parte, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	0,339	0,169	0,735 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,060	0,030	0,130 ns	6,94	18,00
Ea	4	0,921	0,230			
CONCENTRACIONES	2	0,012	0,006	0,341 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,138	0,034	1,965 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	0,210	0,018			
TOTAL	26	1,680				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=2,87%

Por otra parte, para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, esto demuestra que las concentraciones consideradas del hongo *Beauveria*, no mostraron diferencias significativas.

En el caso de la interacción de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable. El CV obtenido, fue igual a 2,87%, lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, y se considera que los datos son confiables.

5.9. Número total de granos por mazorca.

En la tabla 10, se presentan los resultados del Análisis de varianza para la variable número total de granos por mazorca, donde se observa que para bloques se obtuvo ns, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas, concordando por lo manifestado por Altieri, 1994 que indica que un manejo agroecológico proporciona un ambiente equilibrado con rendimientos sostenibles con el uso de tecnologías de bajos insumos.

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable número total de granos por mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	1,485	0,743	1,404 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,111	0,055	0,104 ns	6,94	18,00
Ea	4	2,114	0,529			
CONCENTRACIONES	2	8,714	4,357	8,114 **	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	2,109	0,527	0,982 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	6,444	0,537			
TOTAL	26	20,977				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=2,74%

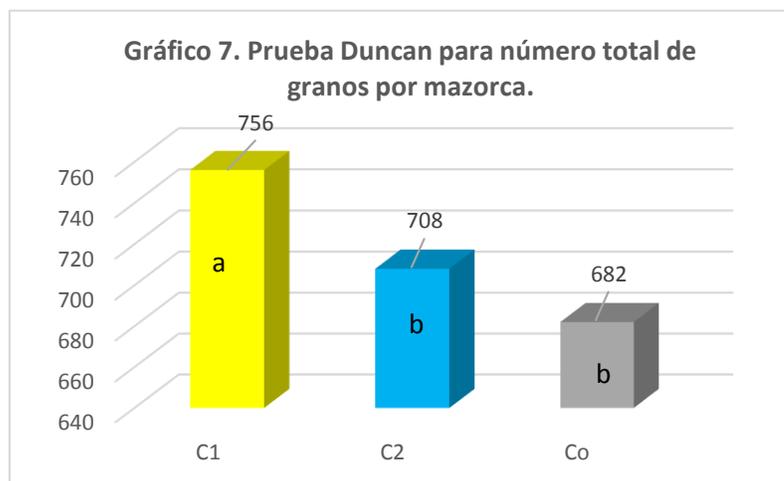
Luego, para concentraciones se detectaron diferencias altamente significativas, considerándose que las concentraciones del hongo, detectaron diferencias en el número total de granos por mazorca, por lo tanto se realizó una prueba Duncan que se detalla posteriormente.

Así mismo, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable. De acuerdo al CV obtenido, que fue igual a 2,74%, se considera que los datos son confiables.

En la tabla 11 y el gráfico 7, se detalla la prueba Duncan, para las tres Concentraciones empleadas en la presente investigación, se observa que C₁ fue la concentración en la que se obtuvo la mayor cantidad total de granos 756 en promedio, en cambio C₂ y C₀ mostraron ser estadísticamente similares, es decir que aquellas plantas de maíz a las que no se aplicó ningún nivel del hongo comparados con el nivel de concentración más alto no mostraron diferencias significativas, con valores de 708 y 682 granos totales por mazorca, respectivamente.

Tabla 11. Prueba Duncan para la variable número total de granos por mazorca.

CONCENTRACIÓN	PROMEDIO	DUNCAN(p<0,05)
C ₁	756	a
C ₂	708	b
C ₀	682	b



Aunque la investigación planteó estudiar el efecto del control del gusano cogollero u oruga militar, se puede considerar que hubo un efecto en el número total de granos por mazorca, como base del rendimiento, en este sentido se puede asumir que indirectamente si tuvo efecto en esta variable. Por otra parte Bahena(2020) indica que el gusano cogollero es capaz de causar pérdidas hasta del 100% en regiones tropicales, inclusive del 10 a 15% en valles altos en el cultivo de maíz, lo que no ocurrió en este caso, debido al control que se realizó con las concentraciones de *Beauveria bassiana* estudiadas, determinándose que la C₁ reportó el mejor resultado.

5.10. Diámetro de tallo.

En la tabla 12, se muestra el Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo, donde se puede apreciar que en bloques se obtuvo ns, por otra parte, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{t0,05}	F _{t0,01}
BLOQUES	2	0,660	0,330	4,782 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,021	0,010	0,145 ns	6,94	18,00
Ea	4	0,278	0,069			
CONCENTRACIONES	2	0,235	0,118	1,417 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,055	0,014	1,166 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	0,996	0,083			
TOTAL	26	2,244				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=8,6%

Por otra parte, para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, esto demuestra que las concentraciones consideradas del hongo *Beauveria*, no detectaron diferencias significativas. Así mismo, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable.

El CV obtenido, fue igual a 8,6%, lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, y se considera que los datos son confiables.

5.11. Número de mazorcas por planta.

En la tabla 13, se muestra el Análisis de varianza para la variable número de mazorcas por planta, donde se puede apreciar que en bloques se obtuvo ns, por otra parte, para variedades también se obtuvo ns esto demuestra que entre las tres variedades en estudio no se registraron diferencias que estadísticamente sean significativas.

Tabla 13. Análisis de varianza para la variable número de mazorcas por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	0,101	0,051	2,684 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	0,133	0,067	3,526 ns	6,94	18,00
Ea	4	0,074	0,019			
CONCENTRACIONES	2	0,037	0,019	3,50 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	0,043	0,011	2,00 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	0,064	0,005			
TOTAL	26	0,452				

*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=8,86%

Por otra parte, para concentraciones no se detectaron diferencias significativas, esto demuestra que las concentraciones consideradas del hongo *Beauveria*, no detectaron diferencias significativas. Así mismo, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable. El CV obtenido, fue igual a 8,86%, lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, y se considera que los datos son confiables.

5.12. Incidencia.

Los resultados del Análisis de varianza para la variable Incidencia, se muestran en la tabla 14, donde se puede observar que para bloques se obtuvo ns, para la incidencia determinada en la planta de maíz, en variedades se obtuvo diferencia altamente significativa ** esto demuestra que entre las tres variedades en estudio se registraron diferencias que estadísticamente son significativas, por lo tanto se realizó una prueba Duncan que se detalla a continuación.

Tabla 14. Análisis de varianza para la variable Incidencia.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft _{0,05}	Ft _{0,01}
BLOQUES	2	1,403	0,701	0,065 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	794,406	397,203	35,15 **	6,94	18,00
Ea	4	45,200	11,300			
CONCENTRACIONES	2	39,526	19,763	1,843 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	69,308	17,327	1,616 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	128,693	10,724			
TOTAL	26	1078,536				

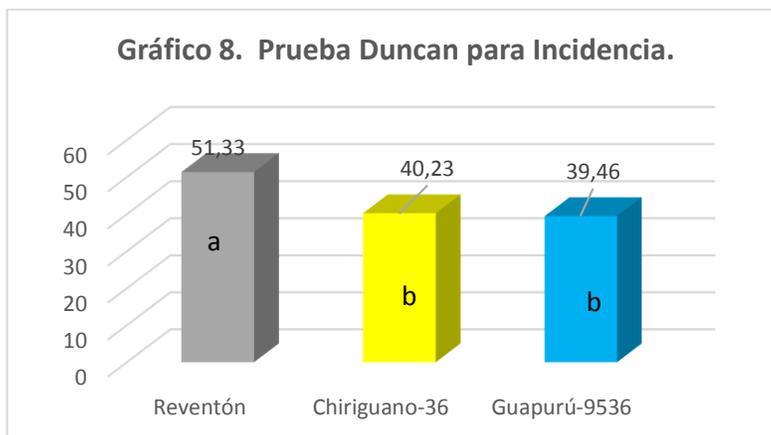
*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=6,87%

Así mismo, para concentraciones se detectaron diferencias no significativas, considerándose que en el empleo de las diferentes concentraciones del hongo, no se detectaron diferencias en el porcentaje de incidencia. Por otra parte, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable. De acuerdo al CV obtenido, que fue igual a 6,87%, se considera que los datos son confiables. En la tabla 15 y el Gráfico 8, se detalla la prueba Duncan, para las tres Variedades utilizadas en la presente investigación.

Tabla 15. Prueba Duncan para la variable Incidencia.

VARIETADES	PROMEDIO	DUNCAN($p < 0,05$)
Reventón	51,33	a
Chiriguano-36	40,23	b
Guapurú-9536	39,46	b



Se observa que Reventón(Variedad Local) fue la más atacada por la plaga y registró el mayor porcentaje de Incidencia, aproximadamente 51,33%, en cambio las variedades Chiriguano-86 y Guapurú-9536 estadísticamente fueron similares, y reportaron porcentajes de Incidencia más bajos, con valores de 40,23 y 39,46% respectivamente, resultados similares obtenidos por Gomez(2014).

Así mismo Bahena(2005), indica que es importante el control de la plaga en función a una clara identificación del ciclo de desarrollo del gusano cogollero.

5.13. Severidad.

Los resultados del Análisis de varianza para la variable Severidad, se muestran en la tabla 16, donde se puede observar que para bloques se obtuvo ns, por otra parte la Severidad determinada en las plantas de maíz, reportaron que para variedades se obtuvo diferencia altamente significativa ** esto demuestra que entre las tres variedades en estudio se registraron diferencias que estadísticamente son significativas, por lo tanto se realizó una prueba Duncan que se detalla posteriormente.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable Severidad.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{t0,05}	F _{t0,01}
BLOQUES	2	5,040	2,520	2,84 ns	6,94	18,00
VARIEDADES	2	560,756	280,378	316,09 **	6,94	18,00
Ea	4	3,547	0,887			
CONCENTRACIONES	2	0,750	0,375	0,409 ns	3,88	6,93
VARIEDADES * CONCENTRACIONES	4	2,871	0,718	0,783 ns	3,26	5,41
ERROR EXP.	12	11,006	0,917			
TOTAL	26	583,971				

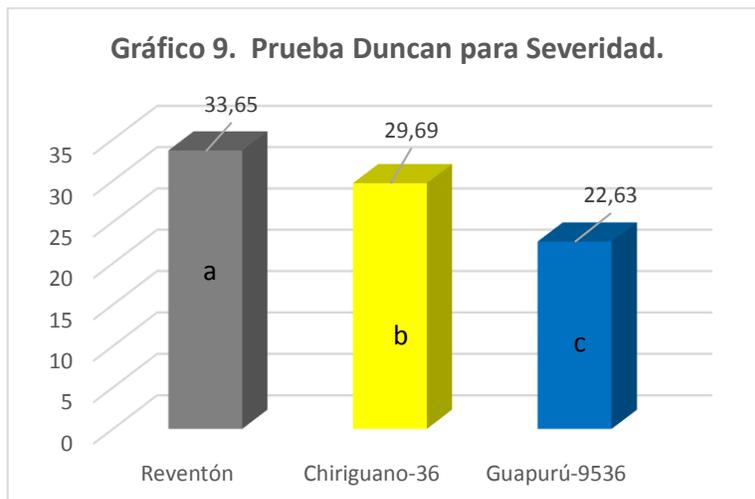
*=significativo; **=altamente significativo; ns=no significativo

CV=2,01%

Así mismo, para concentraciones se detectaron diferencias no significativas, considerándose que en el empleo de las diferentes concentraciones del hongo, no se detectaron diferencias en el porcentaje de Severidad. Por otra parte, para el efecto conjunto de variedades por concentraciones se reportó no significancia, esto muestra que esa interacción no evidenció diferencia directa en esta variable. De acuerdo al CV obtenido, que fue igual a 2,01%, se considera que los datos son confiables.

Tabla 17. Prueba Duncan para la variable Severidad.

VARIEDADES	PROMEDIO	DUNCAN(p<0,05)
Reventón	33,65	a
Chiriguano-36	29,69	b
Guapurú-9536	22,63	c



En la tabla 17 y el Gráfico 9, se detalla la prueba Duncan, para las tres Variedades utilizadas en la presente investigación, se observa que Reventón fue la Variedad Local que registró el mayor porcentaje de Severidad, aproximadamente 33,65%, como producto de la mortalidad del insecto, tal como lo indica Gomez, 2014, Las larvas infectadas por *Bacillus thuringiensis* llegan a ser inactivas, cesan de alimentarse, y pueden regurgitar o tener excrementos acuosos.

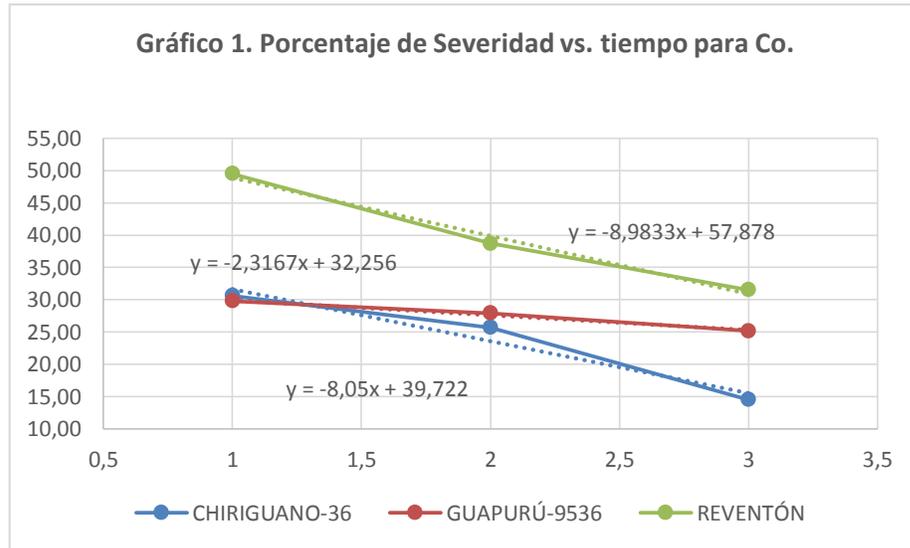
En cambio las variedades Chiriguano-86 y Guapurú-9536 estadísticamente fueron similares, y reportaron porcentajes de Severidad más bajos, con valores de 29,69 y 22,63% respectivamente. La capsula encefálica puede parecer más grande que el tamaño del cuerpo. La larva llega a ser flácida y muere, generalmente en días o en una semana. El contenido del cuerpo se torna marrón oscuro cuando se descompone. (Gomez, 2014).

5.2. ANÁLISIS DE SEVERIDAD.

Considerando la cantidad de aplicaciones del hongo y aplicación del hongo, a continuación se presentan los resultados de severidad en el periodo de ataque crítico en estadio larval del gusano cogollero, donde en el eje X, se consideran 5 días entre cada aplicación(para fines de interpretación), y en el eje Y se presenta el porcentaje de Severidad determinado en las plantas.

➤ **Porcentaje de Severidad vs. Tiempo para Co(testigo).**

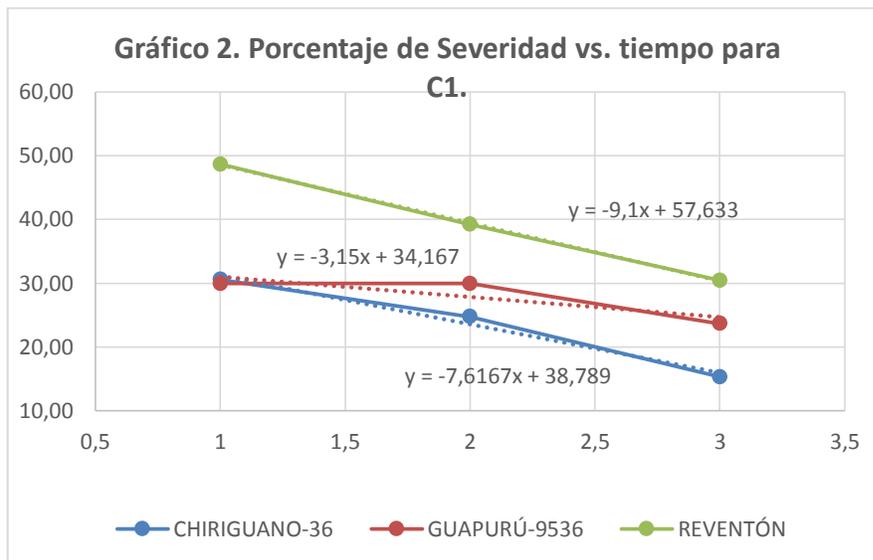
En el gráfico 1, se aprecia que para las tres variedades, considerando que no se aplicó ninguna dosis del hongo, se puede apreciar en el primer caso para la variedad Reventón el porcentaje de daño disminuyó en promedio en un 8,9 % aproximadamente en todo este periodo crítico.



Por otra parte, en la variedad Guapurú-9536 se determinó que el porcentaje de daño disminuyó aproximadamente en 2,3 % cada 5 días y finalmente para la variedad Chiriguano-36, se evidenció un mayor porcentaje de disminución de daño del gusano cogollero en estadio larval, aproximadamente 8 % en promedio cada 5 días, esto podría atribuirse a un efecto genotípico de resiliencia de las variedades en estudio, especialmente para la variedad Reventón y Chiriguano-36 ya que no se aplicó *Beauveria bassiana* y no podría estimarse algún efecto directo debido a la aplicación del hongo.

➤ **Porcentaje de Severidad vs. Tiempo para C1.**

En el caso del nivel bajo empleado 80%(52 g) por mochila de 20 litros, en el gráfico 2, se aprecia que para la variedad Reventón, el porcentaje de daño disminuyó en promedio en un 9,1 % durante este periodo.



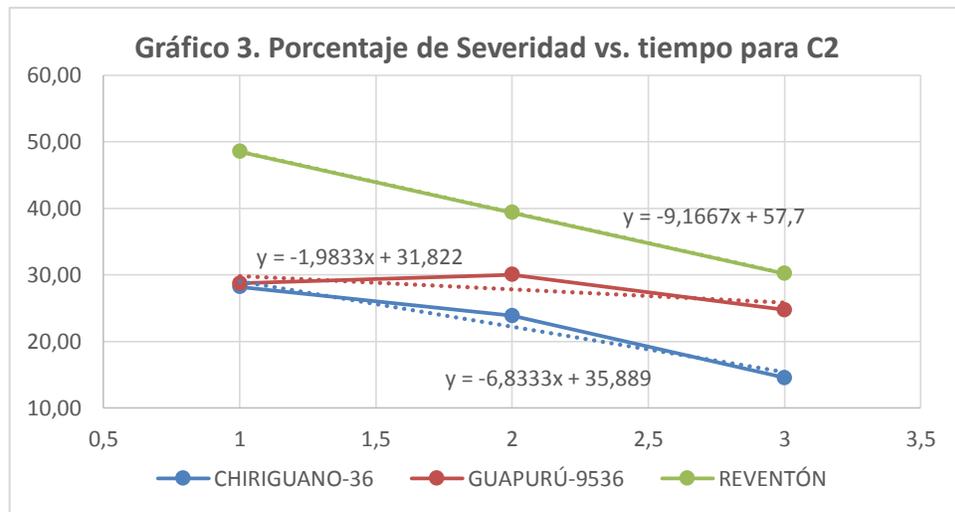
Por otra parte, en la variedad Guapurú-9536 se determinó que el porcentaje de daño disminuyó aproximadamente en 3,2 % y finalmente para la variedad Chiriguano-36, se evidenció un mayor porcentaje de disminución de daño del gusano cogollero en estadio larval, aproximadamente 7,6 % en este periodo, en las tres variedades estos resultados podrían atribuirse a un efecto directo debido a la aplicación de *Beauveria*. También, se evidencia que Reventón (Variedad Local) mostró ser más susceptible al ataque del gusano cogollero así como una mayor capacidad de resiliencia, en cambio las otras dos variedades estudiadas mostraron una mayor resistencia independientemente a la aplicación del producto.

En la presente investigación se observa un alto porcentaje de mortalidad con cepas nativas de *Bauveria bassiana* sobre esta plaga *Spodoptera frugiperda* en larvas del segundo estadio, en condiciones de laboratorio esto es comprobado por diferentes trabajos como Garcia et al. (2011), que tuvo una mortalidad hasta de 96.6% y Luna et al. (s.f.) mencionan una mortalidad al 88%;

➤ **Porcentaje de Severidad vs. Tiempo para C2.**

En el gráfico 3, se aprecia el resultado de la Severidad cuando se aplicó una concentración de 100%(64 g) por mochila de 20 litros y su respuesta en las tres variedades.

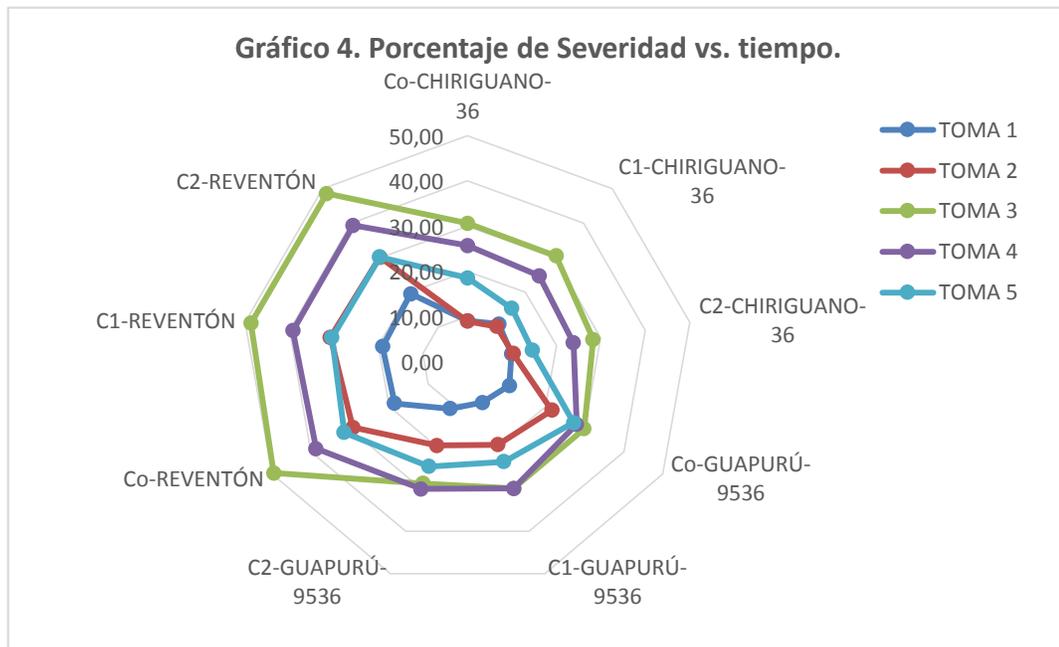
En el primer caso para la variedad Reventón, la Severidad disminuyó en un 9,2 % aproximadamente en todo este periodo.



Por otra parte, en la variedad Guapurú-9536 se determinó que el porcentaje de daño disminuyó aproximadamente en 2% y finalmente para la variedad Chiriguano-36, se evidenció un mayor porcentaje de disminución de daño del gusano cogollero en estadio larval, aproximadamente 6,8 % por día, asumiéndose un efecto respuesta de la aplicación del hongo.

5.3. ANÁLISIS GLOBAL.

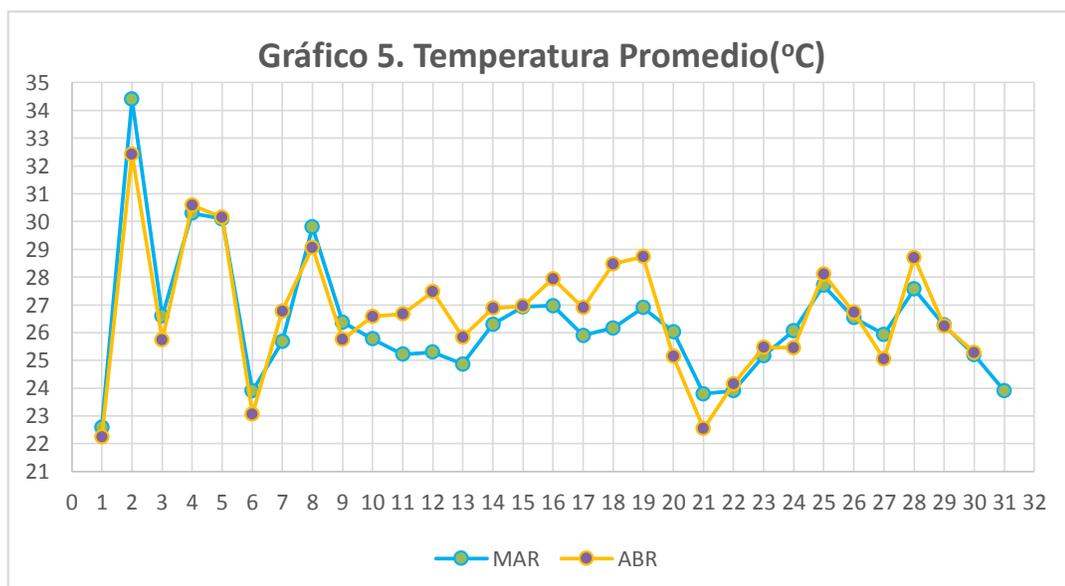
Finalmente en el Gráfico 4, se presenta el comportamiento de la Severidad durante todo el periodo crítico de estadio larval del gusano cogollero, antes y después de la aplicación del hongo, para cada una de las variedades, pudiéndose apreciar que para la variedad Reventón los niveles de Severidad alcanzaron su pico máximo cercano a 50% antes de la aplicación de *beauveria bassiana*, mostrando un efecto resiliente de esta variedad local cuando no se aplicó el hongo, disminuyendo hasta un 30% aproximadamente, y en el caso de las dos concentraciones se estimó que el efecto de la aplicación del hongo para esta variedad no fue significativo. En el caso de la Variedad Chiriguano-36 el promedio de Severidad estuvo cerca al 30% que por el efecto de respuesta de la variedad disminuyó hasta 18,35%, y por efecto del producto en promedio disminuyó en 14,95%. Con los datos obtenidos se confirma lo expuesto por el CIP (1990), y Schiler (2000) indicando que en estudios similares el hongo *B. bassiana* ataca principalmente en el estado de larva ya sea en condiciones de campo o laboratorio



En el caso de la Variedad Guapurú-9536 el nivel máximo de severidad no alcanzó el 30%, y por efecto genotípico de variedad bajó hasta un 27,17% y debido al efecto de la aplicación en promedio se registró un promedio de 24,22%.

5.4 TEMPERATURA.

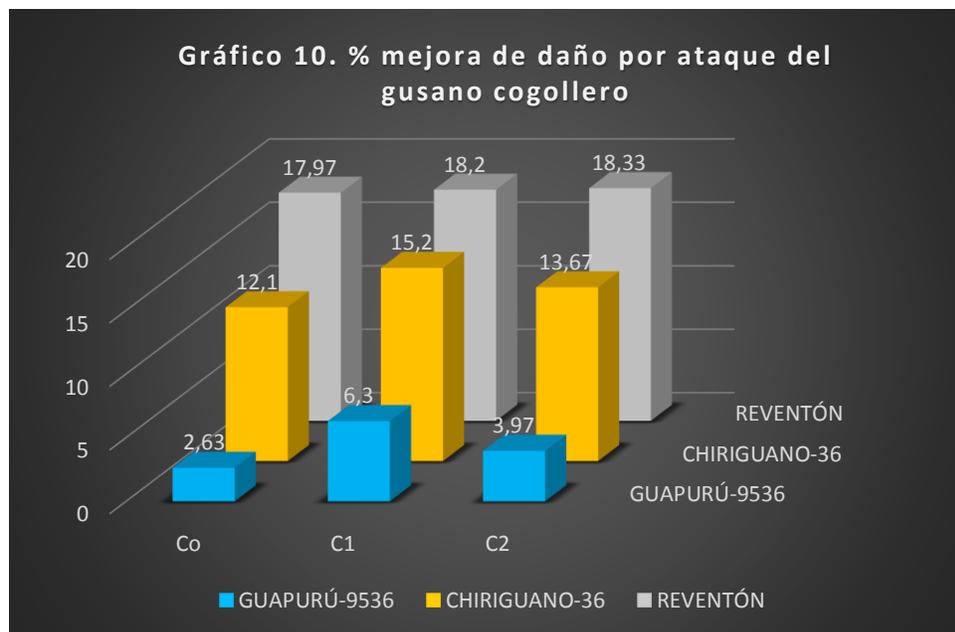
En el Gráfico 5. Se presenta la temperatura durante el ciclo biológico del gusano cogollero(*spodoptera frugiperda*), donde la temperatura osciló entre 22 y 33 grados centígrado en promedio.



En el caso de la presencia del estadio larval, los valores de temperatura se encontraban en el rango de 23 y 28 grados centígrados, condiciones óptimas para su desarrollo.

5.5 Estimación de la mejora del daño por ataque del gusano cogollero.

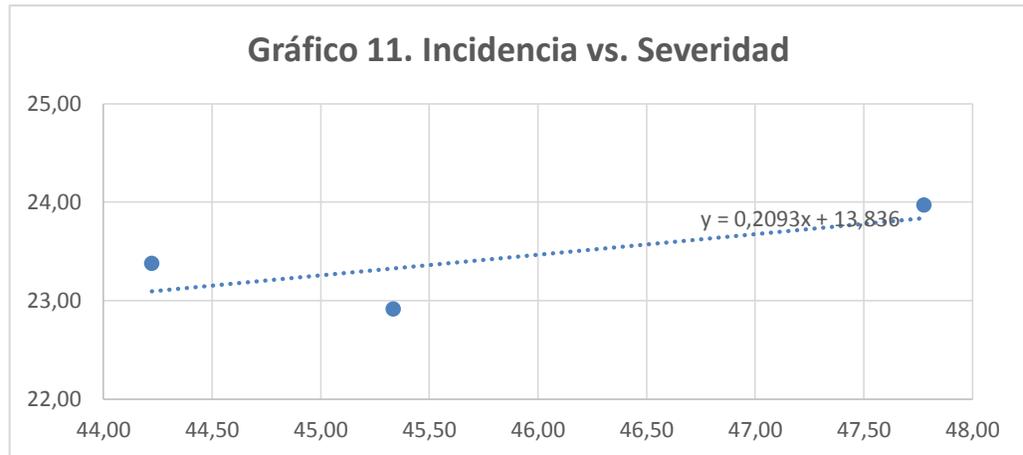
Tomando como base el límite superior de daño y el registro final de Severidad, se elaboró el Gráfico 10. Se puede apreciar que el margen más elevado corresponde a la Variedad Reventón, comparado con las variedades Chiriguano-36 y Guapurú-9536 independientemente del porcentaje de Severidad de daño final, ya sea debido a un efecto genotípico, un efecto de aplicación del hongo ó la acción conjunta de ambas. Es evidente que de acuerdo a lo explicado en el acápite anterior la variedad local fue la más susceptible y su porcentaje de mejora aunque presenta un rango mayor, de todas maneras en la toma final de datos demostró disminuir hasta un 30% la Severidad en la planta.



Un resultado similar lo mostró la Variedad Guapurú-9536 con 27,17% de severidad. Pero el resultado mas interesante fue el registrado en la variedad Chiriguano-36, que de acuerdo al Gráfico 6, en promedio redujo en 13,66 %, habiendo alcanzado un promedio final de Severidad equivalente a 18,35%. demostrándose que esta variedad fue la mejor y respondió debido a un efecto conjunto propio de variedad complementado con la aplicación de *beauveria bassiana*.

5.6 Análisis de regresión entre Severidad vs. Incidencia.

En el gráfico 11, se presenta el análisis de regresión para Severidad vs. Incidencia, donde se puede apreciar que la correlación es positiva, es decir que cada vez que aumenta el porcentaje de incidencia también lo hace la severidad y viceversa.



En el caso de la regresión, se puede apreciar en el gráfico que cada vez que la incidencia aumenta en 1%, la severidad en promedio aumenta en 0,2%.

5.7. Evaluación de la eficacia de la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*.

En este caso se tomó en cuenta, la fórmula de Abbot modificada (PEam), planteada por (Puntenner, 1992), donde se consideró básicamente la cantidad promedio de mortalidad de larvas en las parcelas en estudio. Los resultados se presentan a continuación en la tabla 18 y 19, se muestra la cantidad promedio de larvas muertas, determinadas después de la primera aplicación del producto, y la eficacia en las tres variedades, habiéndose determinado que cuando no se aplicó el producto la cantidad de larvas muertas fue menor, en cambio cuando se aplicó el producto en ambas variedades la mortalidad fue muy similar, pero en mayor proporción.

Tabla 18. Promedio de Mortalidad de larvas después de la primera aplicación.

	co	c1	c2
REVENTON	5	38	35
CHIRIGUANO	7	35	33
GUAPURÚ	6	33	30

Se calculó la eficacia del producto utilizado (tabla 19), habiéndose determinado que la eficacia fue mejor en la variedad Reventón, seguido de las otras dos variedades.

Tabla 19. Eficacia.

efc reventonC1vsC0	34,7		efc reventonC2vsC0	31,6
efchiriguanoC1vsC0	30,1		efchiriguanoC2vsC0	28
efguapurúC1vsC0	28,7		efguapurúC2vsC0	25,5

Así mismo, también se presentan los resultados en la tabla 20 y 21, donde se muestra la cantidad promedio de larvas muertas, determinadas después la segunda aplicación del producto, y la eficacia en las tres variedades, determinándose que de la misma manera que en el anterior caso, cuando no se aplicó el producto la cantidad de larvas muertas fue menor, en cambio cuando se aplicó el producto en ambas variedades la mortalidad fue muy similar, pero en mayor proporción.

Tabla 20. Promedio de Mortalidad de larvas después de la segunda aplicación.

	Co	c1	c2
Reventon	2	24	22
Chiriguano	3	21	20
Guapurú	3	20	19

En la tabla 21, se calculó la eficiencia del producto utilizado, habiéndose determinado que la eficacia fue mejor en la variedad Reventón, seguido de las otras dos variedades.

Tabla 21. Eficacia.

efc reventonC1vsC0	22,45		efc reventonC2vsC0	20,41
efchiriguanoC1vsC0	18,56		efchiriguanoC2vsC0	17,53
efguapurúC1vsC0	17,53		efguapurúC2vsC0	16,49

Determinándose que la concentración (C1) del producto (52 gr), fue la mejor por haber demostrado tener una mejor eficacia, en primer lugar en la variedad Reventón, seguido de la variedad Chiriguano-36 y Guapurú-9536. Por otro lado investigaciones realizadas anteriormente revela que *Bauveria bassiana* sobre esta plaga *Spodoptera frugiperda* en larvas del segundo estadio, en condiciones de laboratorio esto es comprobado por diferentes trabajos como Garcia et al. (2011), que tuvo una mortalidad hasta de 96.6% y Luna et al. (s.f.) mencionan una mortalidad al 88%.

5.8 ANÁLISIS DE COSTOS PARCIALES.

En el Anexo 6, en base a la metodología descrita anteriormente, se detalla el monto de los costos parciales de la investigación, que se presentan en el siguiente cuadro:

Tratamiento	Costo semilla (Bs.)	Precio del producto en (Bs)	Costo total de jornal por UE	COSTO TOTAL(BS.-)	COSTO TOTAL POR HA
T1	2,89	0	65,28	68,17	17041,88
T2	2,89	23	76,80	102,69	25671,88
T3	2,89	30	76,80	109,69	27421,88
T6	2,89	30	76,80	109,69	27421,88
T4	2,89	0	65,28	68,17	17041,88
T5	2,89	23	76,80	102,69	25671,88
T8	0,50	23	76,80	100,30	25073,75
T9	0,50	30	76,80	107,30	26823,75
T7	0,50	0	65,28	65,78	16443,75

Se presenta el detalle correspondiente a cada tratamiento en estudio, y se puede ver que los tratamientos 3, 6 y 9, fueron los que presentaron los mayores costos parciales, lo que se replica en el caso de la proyección por Ha. Por otra parte los tratamientos 1,4 y 7 presentaron los costos parciales más bajos. Así mismo, los trat 2, 5 y 8 que reportaron costos parciales promedio por la eficacia en el control de la plaga debido a la aplicación de *B.bassiana*, de manera preliminar serían los más convenientes.

6. CONCLUSIONES.

- La variedad Chiriguano-35 fue la que evidenció el mayor margen de reducción del porcentaje de Severidad, atribuyéndose a un efecto de resiliencia genotípica ó la acción conjunta de las características propias de la variedad y el hongo *Beauveria bassiana*.
- Las 2 concentraciones en estudio 80 y 100%, es decir que 52 y 68 g por mochila de 20 litros no presentaron diferencias entre ellas, pero reportaron mejores resultados para las variedades Chiriguano-36 y Guapurú-9536 en comparación con la variedad Local Reventón, solamente para Severidad e Incidencia.
- La variedad Reventón fue la que resultó ser más susceptible al ataque del gusano cogollero, con un 20% más de Severidad en comparación con las Variedades Chiriguano-36 y Guapurú-9536 atribuyéndose esta particularidad a una característica típica de las variedades mejoradas estudiadas.
- En la variable número de granos por mazorca se evidenció que la aplicación de la concentración de 80% de *Beauveria bassiana* contribuyó de manera indirecta a obtener 2 granos más en cada hilera de las mazorcas de maíz.
- Aunque la investigación planteó estudiar el efecto del control del gusano cogollero, se puede afirmar que hubo un efecto en el número total de granos por mazorca, como base del rendimiento, en este sentido se puede asumir que indirectamente si tuvo efecto en esta variable.
- En la variable altura de planta, debido a las características de ubicación de la parcela experimental entre los bloques se obtuvo diferencia significativa, particular característica debido a la identificación de diferentes alturas de plantas de maíz, independientemente de cada variedad, por las particularidades del ecosistema dominante en la Estación Experimental de Sapecho.
- Se determinó que la Variedad Local(Reventón) fue la que registró el mayor porcentaje de Incidencia, alcanzando un 20% más en comparación a las variedades Chiriguano-86 y Guapurú-9536 debido fundamentalmente a la consistencia en la estructura de las hojas.

- Durante todo el periodo crítico de estadío larval del gusano cogollero, en la variedad Reventón se disminuyó la severidad por efecto de la aplicación hasta un 30% en comparación con la Variedad Chiriguano-36 en 14,95%. En el caso de la Variedad Guapurú-9536 registró un promedio de 24,22%.
- Se determinó que existe un bajo grado de asociación entre la Severidad e Incidencia, estimándose que cada vez que la incidencia aumenta en 1%, la severidad en promedio aumenta en 0,2%.
- En el caso del registro de variables en las larvas del gusano cogollero u oruga militar, se llegó a la conclusión de que la concentración(C1) del producto (52 gr por mochila de 20 litros), fue la mejor por haber demostrado tener una mejor eficacia, en primer lugar en la variedad Reventón, seguido de la variedad Chiriguano-36 y Guapurú-9536, respectivamente.
- En el caso de las variables agronómicas relevantes como altura de planta, número de granos por mazorca y peso de mazorca, se llegó a evidenciar que en la mayoría de las mismas, se obtuvo no significancia, producto de la homogeneidad en el ciclo de desarrollo de las diferentes Variedades.
- En los costos parciales se determinó que los tratamientos 3 y 4, fueron los que presentaron los mayores costos, por otra parte, se llegó a la conclusión de que todos los tratamientos que aplicaron la C1, de acuerdo al número de granos por mazorca y por la eficacia en el control de la plaga, fueron los más convenientes.

➤ **RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda disminuir el tiempo de aplicación para medir el efecto de esta nueva alternativa.
- Se recomienda validar la Concentración de 80% correspondiente a 52g por mochila de 20 litros, para su utilización.
- Se recomienda plantear diferente número de días de aplicación del producto, para controlar el gusano cogollero.

7. BIBLIOGRAFÍA

ÁNGULO, J.M. 2000. Manejo del gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas. En línea. Consultado 12 de marzo el 2012. Disponible en <http://www.turipana.org>.

ACEBEY, V.P. 2005. Evaluación de Híbridos y Variedades Comerciales en dos Localidades del Municipio de San Buenaventura. Tesis de Grado. La Paz-Bolivia UMSA – Facultad de Agronomía. 40-50 págs.

ANAPO (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo), 2013. Expectativas de los productores de Maíz. Diario ``El Mundo``. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 5 pág.

ALDRICH, S. y LENG, E. 1965. Producción moderna del maíz. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires – Argentina. 308 pág.

ALTIERI, M.A.1994, Biodiversity and pest management in agroecosystems. Hawort press, new York.

A. PÉREZ, (2019 MAYO 05) Volumen de maíz producido en el mundo desde 2011 hasta 2017 (en miles de toneladas)

ARTEAGA García, Y. (2016). *Métodos estadísticos para la Investigación*. La Paz, Bolivia. Servicios Generales-Nuevo Mundo. p 121.

ARTEAGA, J. Y. (2012). *Diseños Experimentales*. La Paz, Bolivia. p 101.

ALVES, S. B. 1986. Control Microbiano de Insectos. Editora Manole Ltda. Sao Paulo. Brasil. 407p.

------. 1986. Fungos entomopatogénicos. Editora Manole Ltda. Sao Paulo. Brasil. p 73-126.

BAHENA J.,F. 2003. Control biológico de las plagas de maíz en mexico, el caso del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*(J.E. Smith) In; Bejerano G, F y B.Mata(eds). Impactos del libre comercio, plaguicidas y transgénicos en la agricultura de America latina.RAPAM.Textcoco Mex,241-255.

BAHENA, J. F. 2020. Manejo Agroecológico del Gusano Cogollero del Maíz en México. Serie Fitosanidad, Núm. 122. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 10 p.

CARVAJAL, C. 1993. Distribución geográfica, fluctuación poblacional y control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latitorax* en la localidad de Aguirre. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. p 20-35

BAUVERIL LAVERLAN S.A. 1999. <http://cali.cetcol.net.co/laverlan/bauveril.html>

BARTOLINI, R. 1990. El maíz. Capítulo IV: Adaptación y requerimiento ambiental. 2da Edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid- España. pág. 58

DARÁS F. Guía Técnica: El cultivo del maíz, una herramienta de consulta para productores y técnicos del agro nacional, elaborada por investigadores del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA). pág. 22.

EGI.1997 Características Generales del Cultivo del Maíz.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Roma.

GUTIERREZ E. B. (2017) control biológico de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorquero (*Heliothis zea*) en el cultivo de maíz amiláceo en la localidad de Maucacalla Abancay- Universidad Tecnológica de Los Andes Facultad de agronomía

GOMEZ, H. 1992. Programa Nacional de Control Biológico. Centro de Control Biológico. Unidad de entomopatógenos. Lima-Perú. p 16.

HINOJOSA P. 2013 Produccion de maíz en Bolivia

HURTADO, C.M. 2010. Agricultura Sostenible. Ecuador.

HUAYCHO H. (2012). Uso de tres bioinsecticidas para medir la efectividad para medir el control de chinche del cacao(*malonion dissimulatum dist.*) bajo las condiciones controladas y condiciones d campo en la estación experimental de sapecho alto beni tesis ingeniero agrónomo facultad de agronomía universidad mayor de san andres la paz *-BO. 25p.

LÓPEZ, L. 1991. Cereales. Ed. Mundi Prensa Madrid - España 539 págs

MANRIQUE, A.; FEGAN, W.; SANCHEZ, H. y NORIEGA, V. et al. 1998. Manual del maíz para la costa. Proyecto TTA. 1ra Ed. Lima-Perú. 79 pág.

MENDEZ SALAZAR A. C. efecto del hongo beauveria bassiana en el control del gorgojo (*Eucepes posticiasciatus F.*) del camote (*Alpomea batata L.*) UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES.

MONZÓN A. (2001) Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua Avance en Productos de Fitosanitarios No- Sintéticos Manejo Integrado de Plagas Costa Rica 63:95-103.

- NEWKOM, H. y BUCHI W.** 1989. Utilización industrial del maíz. Monografía del Maíz. CIBA –GEIGY Agroquímicos. Basle. 96 pág.
- PARSONS, D.** 1992. Maíz. Manuales para Educación Agropecuaria. Ed. Trillas. México 12 al15 págs.
- ORTIZ, F.** 2010. Diccionario de especialidades agroquímicas. Thomson PLM del Ecuador S.A. Quito, Ecuador. p. 310
- REYES, P.** 1990. El maíz y su cultivo AGT Editor. 1ra Ed. México DF. 378 pág.
- PAVON, C. A. B.** 2013 Instalación de riego por goteo en ua parcela de maíz anexo V generalidad del maíz. (Universidad de castilla la mancha (escuela universitaraia de ingeniería técnica agrícola de ciudad real) explotación agropecuarias Pag. 70, 72.
- ROBLES, R.** 1990. Granos y Forrajes. Ed. Limusa. México DF. 665 pág.
- ROGG, H. 1998.** Guía práctica de producción masiva del entomopatógeno Beauveria bassiana. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito” C.C.H – USAID. Santa Cruz, Bolivia.
- . 2000. Manual de entomología agrícola de Bolivia. Ed. Abya - Yala Quito, Ecuador. p. 126 – 128.
- RUBIO Y FERERES, (2005) CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS** Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA-CSIC). Dpto. Protección Vegetal. Serrano 115.
- SCHILER, E.** 2000. Control integrado de plagas. Informe anual CIP – INIVIT 2000. La Habana, Cuba. p. 3 – 5.
- TANAKA, A. y YAMAGUCHI, J.** 1987, Producción de material seca, componentes del rendimiento del grano en maíz. Colegio de post graduados. Chapingo México. 124 pág
- USDA (United States Department of Agriculture).** 2014. El Maíz Blanco: Un Grano Alimentario Tradicional en los países en desarrollo. Gaceta Parlamentaria número 4006-VII. Consultado 22/04/2014. Disponible en: <http://usda.com>
- VALLADEZ, A. C.** Taxonomía y botánica de los cultivos de grano universidad nacional de honduras, La Ceiba, Honduras.
- VIARURAL.** 2011. Agro y Construcción: Agua y riego. Argentina.
- YAÑEZ, G.** 2007. Manual de producción de maíz para pequeños agricultores. FAO, INAMHI, MAG. Quito, Ecuador. 23 p.

ANEXOS

Anexo 1. Corrida de datos.

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: NUMERO DE HILERAS

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	,026 ^a	14	,002	1,227	,365
Intersección	397,747	1	397,747	257843,4	,000
B	,002	2	,001	,701	,515
V	,010	2	,005	3,345	,070
B * V	,007	4	,002	1,155	,378
C	,003	2	,002	1,025	,388
V * C	,004	4	,001	,604	,667
Error	,019	12	,002		
Total	397,792	27			
Total corregida	,045	26			

a. R cuadrado = ,589 (R cuadrado corregida = ,109)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: LONGITUD DE MAZORCA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	3,887 ^a	14	,278	,701	,740
Intersección	10411,557	1	10411,557	26272,153	,000
B	1,407	2	,704	1,776	,211
V	,092	2	,046	,116	,892
B * V	1,490	4	,373	,940	,474
C	,039	2	,019	,049	,953
V * C	,859	4	,215	,542	,708
Error	4,756	12	,396		
Total	10420,200	27			
Total corregida	8,643	26			

a. R cuadrado = ,450 (R cuadrado corregida = -,192)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: PESODEGRANO100

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	281,538 ^a	14	20,110	19,831	,000
Intersección	39445,333	1	39445,333	38897,882	,000
B	6,320	2	3,160	3,116	,081
V	,542	2	,271	,267	,770
B * V	271,111	4	67,778	66,837	,000
C	,649	2	,324	,320	,732
V * C	2,916	4	,729	,719	,595
Error	12,169	12	1,014		
Total	39739,040	27			
Total corregida	293,707	26			

a. R cuadrado = ,959 (R cuadrado corregida = ,910)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: PESO DE MAZORCA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	73661,932 ^a	14	5261,567	27,782	,000
Intersección	1268453,513	1	1268453,5	6697,587	,000
B	1110,687	2	555,344	2,932	,092
V	77,923	2	38,961	,206	,817
B * V	71653,064	4	17913,266	94,584	,000
C	94,101	2	47,050	,248	,784
V * C	726,157	4	181,539	,959	,465
Error	2272,676	12	189,390		
Total	1344388,120	27			
Total corregida	75934,607	26			

a. R cuadrado = ,970 (R cuadrado corregida = ,935)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	,251 ^a	14	,018	2,907	,036
Intersección	1054,687	1	1054,687	171133,2	,000
B	,005	2	,003	,406	,675
V	,006	2	,003	,526	,604
B * V	,052	4	,013	2,127	,140
C	,177	2	,088	14,349	,001
V * C	,010	4	,003	,407	,800
Error	,074	12	,006		
Total	1055,012	27			
Total corregida	,325	26			

a. R cuadrado = ,772 (R cuadrado corregida = ,507)

Pruebas post hoc

VARIETADES

Subconjuntos homogéneos

NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA

Duncan^{a,b}

VARIETADES	N	Subconjunto
		1
1	9	6,2322
2	9	6,2478
3	9	6,2700
Significación		,351

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,006.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = ,05.

CONCENTRACION

Subconjuntos homogéneos

NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA

Duncan^{a,b}

CONCENTRACION	N	Subconjunto	
		1	2
1	9	6,1589	
3	9	6,2356	
2	9		6,3556
Significación		,061	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,006.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = ,05.

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: ALTURA DE PLANTA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	,146(a)	14	,010	2,133	,098
Intersección	186,704	1	186,704	38102,797	,000
B	,079	2	,040	8,069	,006
V	,009	2	,005	,935	,419
B * V	,016	4	,004	,830	,532
C	,009	2	,005	,946	,415
V * C	,033	4	,008	1,659	,223
Error	,059	12	,005		
Total	186,909	27			
Total corregida	,205	26			

a R cuadrado = ,713 (R cuadrado corregida = ,379)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: NUMERO DE HILERAS POR MAZORCA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	,145 ^a	14	,010	1,339	,309
Intersección	533,244	1	533,244	69003,595	,000
B	,031	2	,015	1,976	,181
V	,009	2	,005	,607	,561
B * V	,018	4	,004	,571	,689
C	,029	2	,014	1,875	,196
V * C	,058	4	,015	1,888	,177
Error	,093	12	,008		
Total	533,482	27			
Total corregida	,238	26			

a. R cuadrado = ,610 (R cuadrado corregida = ,155)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DIAMETRO DE MAZORCA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	1,469 ^a	14	,105	5,988	,002
Intersección	591,178	1	591,178	33731,605	,000
B	,339	2	,169	9,660	,003
V	,060	2	,030	1,705	,223
B * V	,921	4	,230	13,141	,000
C	,012	2	,006	,341	,718
V * C	,138	4	,034	1,965	,164
Error	,210	12	,018		
Total	592,857	27			
Total corregida	1,680	26			

a. R cuadrado = ,875 (R cuadrado corregida = ,729)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: NUMERO TOTAL DE GRANOS POR MAZORCA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	14,533 ^a	14	1,038	1,933	,130
Intersección	19319,653	1	19319,653	35977,999	,000
B	1,485	2	,743	1,383	,288
V	,111	2	,055	,103	,903
B * V	2,114	4	,529	,984	,452
C	8,714	2	4,357	8,114	,006
V * C	2,109	4	,527	,982	,453
Error	6,444	12	,537		
Total	19340,630	27			
Total corregida	20,977	26			

a. R cuadrado = ,693 (R cuadrado corregida = ,334)

CONCENTRACION Subconjuntos homogéneos

NUMERO TOTAL DE GRANOS POR MAZORCA

Duncan^{a,b}

CONCENTRACION	N	Subconjunto	
		1	2
1	9	26,1278	
3	9	26,6200	
2	9		27,5011
Significación		,180	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,537.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = ,05.

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DIAMETRO DE TALLO

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	1,248 ^a	14	,089	1,074	,455
Intersección	283,694	1	283,694	3418,921	,000
B	,660	2	,330	3,976	,047
V	,021	2	,010	,125	,884
B * V	,278	4	,069	,836	,528
C	,235	2	,118	1,417	,280
V * C	,055	4	,014	,166	,952
Error	,996	12	,083		
Total	285,938	27			
Total corregida	2,244	26			

a. R cuadrado = ,556 (R cuadrado corregida = ,039)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACION	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: NUMERO DE MAZORCAS

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	,388 ^a	14	,028	5,214	,003
Intersección	90,545	1	90,545	17018,748	,000
B	,101	2	,051	9,500	,003
V	,133	2	,067	12,500	,001
B * V	,074	4	,019	3,500	,041
C	,037	2	,019	3,500	,063
V * C	,043	4	,011	2,000	,159
Error	,064	12	,005		
Total	90,997	27			
Total corregida	,452	26			

a. R cuadrado = ,859 (R cuadrado corregida = ,694)

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIETADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACIONES	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: SEVERIDAD

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	572,965 ^a	14	40,926	44,621	,000
Intersección	22169,084	1	22169,084	24170,637	,000
B	5,040	2	2,520	2,748	,104
V	560,756	2	280,378	305,692	,000
B * V	3,547	4	,887	,967	,461
C	,750	2	,375	,409	,673
V * C	2,871	4	,718	,783	,558
Error	11,006	12	,917		
Total	22753,055	27			
Total corregida	583,971	26			

a. R cuadrado = ,981 (R cuadrado corregida = ,959)

Pruebas post hoc VARIEDADES Subconjuntos homogéneos

SEVERIDAD

Duncan^{a,b}

VARIEDADES	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	9	22,6289		
2	9		29,6867	
3	9			33,6478
Significación		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,917.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = ,05.

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		N
BLOQUES	1	9
	2	9
	3	9
VARIEDADES	1	9
	2	9
	3	9
CONCENTRACIONES	1	9
	2	9
	3	9

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: INCIDENCIA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	949,842 ^a	14	67,846	6,326	,001
Intersección	51495,227	1	51495,227	4801,668	,000
B	1,403	2	,701	,065	,937
V	794,406	2	397,203	37,037	,000
B * V	45,200	4	11,300	1,054	,421
C	39,526	2	19,763	1,843	,200
V * C	69,308	4	17,327	1,616	,234
Error	128,693	12	10,724		
Total	52573,763	27			
Total corregida	1078,536	26			

a. R cuadrado = ,881 (R cuadrado corregida = ,741)

Pruebas post hoc
VARIETADES
Subconjuntos homogéneos

INCIDENCIA

Duncan^{a,b}

VARIETADES	N	Subconjunto	
		1	2
1	9	39,4578	
2	9	40,2278	
3	9		51,3300
Significación		,627	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 10,724.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000

b. Alfa = ,05.

Anexo 2. Promedio de Datos originales de Campo.

B	V	C	NM	NH	LM	PG100	PM	NGM	AP6	NHM	DM	DT	NTGM	SEV(%)	INC(%)
1	1	1	3	13	19,60	42,40	250,40	36	2,4	18	4,7	3,8	648	14,9	39
1	1	2	3	14	19,20	42,20	240,00	39	2,59	19	4,76	3,65	733,2	15,1	46
1	1	3	3	14	20,20	40,20	261,60	38	2,63	18	4,76	3,8	702,88	13,6	34
1	2	2	3	14	20,40	41,20	260,00	39	2,43	19	4,8	3,2	733,2	25,1	33
1	2	1	3	14	19,80	39,60	284,60	36	2,41	18	4,98	3,02	648	25,4	48
1	2	3	3	14	20,40	41,80	253,20	38	2,68	18	4,76	3,04	684	23,8	44
1	3	2	2	14	19,20	32,80	132,00	39	2,65	19	4,98	3,94	741	29,2	53
1	3	3	2	14	20,60	34,00	143,20	39	2,51	17	4,62	3,04	663	27,2	62
1	3	1	2	14	20,00	35,80	145,00	39	2,7	19	4,62	3,22	744,96	33,3	67
2	1	1	2	13	19,60	39,40	250,60	37	2,71	19	4,82	3,1	695,64	25,1	44
2	1	3	2	13	20,00	39,60	249,20	38	2,71	19	4,92	3,2	714,24	24,3	32
2	1	2	2	14	19,80	40,00	274,00	39	2,7	19	4,9	3,54	741	24,8	40
2	2	3	2	14	17,80	33,80	150,00	36	2,66	20	4,24	3,4	734,4	34,3	58
2	2	2	3	14	19,80	34,20	145,00	40	2,66	19	4,54	3,4	752	32,5	70
2	2	1	2	14	19,40	34,00	142,00	36	2,7	18	4,6	3,08	648	31,6	65
2	3	2	2	14	19,60	40,00	248,00	39	2,67	19	4,9	3,12	725,4	15	47
2	3	1	2	14	19,80	41,00	268,00	37	2,68	19	4,92	3,06	706,8	15,2	35
2	3	3	2	14	18,60	40,20	283,00	38	2,66	19	4,82	3,42	714,4	15,6	43
3	1	1	2	14	19,60	32,00	156,00	36	2,69	18	4,28	3,26	648	29,7	61
3	1	3	3	14	19,40	33,40	153,20	37	2,68	19	4,78	3,2	699,2	29,1	53
3	1	2	3	14	19,60	34,00	135,00	40	2,65	21	4,42	3,04	856	29,6	59
3	2	1	2	14	19,20	39,60	238,00	39	2,66	19	4,82	3,1	752,64	14,5	43
3	2	2	3	14	19,40	39,40	251,00	40	2,62	19	4,9	3,14	752	15,9	45
3	2	3	2	14	19,80	39,40	225,80	39	2,62	20	4,84	3,2	772	13,5	32
3	3	2	2	14	19,60	42,00	244,20	40	2,68	19	4,16	3,08	768	22,4	47
3	3	1	2	14	19,40	40,00	218,20	36	2,61	18	4,16	3,15	648	25	40
3	3	3	2	13	20,40	40,00	251,00	38	2,64	18	4,34	3,48	687,6	24,9	48

Anexo 3. Datos de temperatura.

DAY	MEAN TEMP NOVIEMBRE	MEAN TEMP DICIEMBRE	MEAN TEMP ENERO	MEAN TEMP FEBRERO	MEAN TEMP MARZO	MEAN TEMP ABRIL Yest
1	27	28,8	25,7	23,6	22,6	22,2
2	27,7	23,8	24,8	26,3	34,4	32,4
3	27	25,2	25,2	26,2	26,6	25,7
4	25,6	26,5	25,8	27,1	30,3	30,6
5	25,6	26,1	26,5	25,6	30,1	30,2
6	26,7	23,9	26,4	24,9	23,9	23,1
7	24,2	25,4	26,3	26,8	25,7	26,8
8	26,8	24,4	26,7	26,4	29,8	29,1
9	27,2	25,9	27,2	25,2	26,4	25,8
10	24,7	25,3	27,5	25,6	25,8	26,6
11	23,3	25,4	26,6	25,6	25,2	26,7
12	22,4	27,5	25,9	25,4	25,3	27,5
13		23,7	25,6	25,3	24,9	25,8
14		25,6	26,4	26,9	26,3	26,9
15		26,9	26,9	27	26,9	27,0
16		25,8	27,1	28	27,0	27,9
17		24,7	25,1	27,9	25,9	26,9
18		23,4	27,2	27,9	26,2	28,5
19		24,7	27,6	28,4	26,9	28,7
20		27,1	27,2	23,8	26,0	25,1
21		25,3	23,8	22,3	23,8	22,6
22		23,6	23,9	24,2	23,9	24,2
23		24,8	26,9	23,8	25,2	25,5
24		26,8	26,5	24,9	26,1	25,5
25		27,2	28,2	27,7	27,7	28,1
26		26,3	28,3	25	26,5	26,7
27		27	27,8	23	25,9	25,0
28		26,2	26,3	30,2	27,6	28,7
29		26,3	26,8	25,7	26,3	26,2
30		25,1	25,3	25,2	25,2	25,3
31		24,6	23,2	23,9	23,9	23,3

ANEXO 4. Gastos y materiales requeridos para la investigación.

Tratamiento	Costo semilla (Bs.)	Precio del producto en (Bs)	Costo total de jornal por UE	COSTO TOTAL(BS.-)	COSTO TOTAL POR HA
T1	2,89	0	65,28	68,17	17041,88
T2	2,89	23	76,80	102,69	25671,88
T3	2,89	30	76,80	109,69	27421,88
T6	2,89	30	76,80	109,69	27421,88
T4	2,89	0	65,28	68,17	17041,88
T5	2,89	23	76,80	102,69	25671,88
T8	0,50	23	76,80	100,30	25073,75
T9	0,50	30	76,80	107,30	26823,75
T7	0,50	0	65,28	65,78	16443,75

Tratamiento	Semilla	Precio(Kg)	Costo semilla (Bs.)	Cantidad del Producto en gr.	Precio del producto en (Bs)
T1	0,33	175	2,89	0	0
T2	0,33	175	2,89	52	23
T3	0,33	175	2,89	68	30
T6	0,33	175	2,89	68	30
T4	0,33	175	2,89	0	0
T5	0,33	175	2,89	52	23
T8	0,33	30	0,50	52	23
T9	0,33	30	0,50	68	30
T7	0,33	30	0,50	0	0

FOTOGRAFÍAS



Anexo 5: Delimitación de las Unidades experimentales



Anexo 6: Siembra de las tres variedades.



Anexo 7: Primeros cotiledones



Anexo 8: Plantas emergidas al 100%



Anexo 9: Toma de datos



Anexo 10: Primeros daños registrados en la planta por el cogollero.



Anexo 11: Colocado de alambre tejido



Anexo 12: Hongo Beauveria bassiana



Anexo 13: Preparación del hongo



Anexo 14: Aspersión del hongo



Anexo 15: Plagas registrada en campo



Anexo 16: Larvas infestadas por el hongo



Anexo17: Etapa de formación de las mazorcas Variedad Chiriguano- 36



Anexo18: Etapa de formación de las mazorcas Variedad Guapurú- 9536