

I. INTRODUCCIÓN.

El maíz duro amarillo (*Zea mays* L.), es uno de los cultivos más importantes en nuestro país, mismo que fue adquiriendo importancia económica en la década de los 80 debido a la utilización como materia prima en la elaboración de balanceados y con valor agregado.

La superficie mundial de maíz sembrada en el período 2009 – 2010, llegó a los 157,76 millones de hectáreas, con un rendimiento de 5,16 Toneladas por hectárea y con una producción de 814,06 millones de toneladas. Estados Unidos engloba la mayor parte con 32,17 millones de hectáreas sembradas, con un rendimiento de 10,34 toneladas por hectárea y una producción de 332,64 millones de toneladas; le sigue China con 31,18 millones de hectáreas sembradas, con un rendimiento de 5,07 toneladas por hectárea y una producción de 158,08 millones de toneladas. (<http://www.cotrisa.com>).

Los mayores productores de maíz amarillo duro a nivel de Latinoamérica son: Brasil con 12,93 millones de hectáreas sembradas, con un rendimiento de 4,34 Ton./Ha. y una producción de 56,12 millones de toneladas; Argentina con 2,75 millones de hectáreas sembradas, con un rendimiento de 8,47 Ton./Ha. y una producción de 23,29 millones de toneladas y México con 6,28 millones de hectáreas sembradas, con un rendimiento de 3,24 Ton./Ha. y una producción de 20,35 millones de toneladas. (<http://www.cotrisa.com>).

En el año 2010 la superficie sembrada de maíz duro en el Ecuador fue de 284 mil hectáreas, con una superficie cosechada de 261.280 hectáreas, con una producción en grano seco y limpio de 723.839 toneladas métricas y con un rendimiento de 2,37 Tm./Ha (<http://www.geoportal.magab.gob.ec>).

La provincia que concentra la mayor parte del área sembrada de maíz duro en el Ecuador en el año 2010, corresponde a Los Ríos con 115.276 hectáreas sembradas, con 110.859 hectáreas de superficie cosechada, con una producción en grano seco

y limpio de 426.053 toneladas métricas y con un rendimiento de 3,84 Tm./Ha. (<http://www.geoportal.magab.gob.ec>).

Entre los cultivos de gran importancia para el Ecuador, se destaca el maíz suave y duro en la alimentación humana y animal, como materia prima para la industria, contribuyendo con la economía nacional y al desarrollo social en el campo. Para alcanzar un rendimiento satisfactorio el agricultor debe dar atención a varios factores que afectan a la producción, destacándose los insectos plaga, especialmente el gusano cogollero (Spodoptera frugiperda). (MAG. 2004).

En la zona agroecológica del recinto Pijullo del cantón Urdaneta, los productores de maíz son tradicionalistas y emplean de manera irracional e insegura productos químicos como los plaguicidas y particularmente una gama de insecticidas altamente tóxicos de etiqueta roja y amarilla para el control de plagas, causando la contaminación del ambiente y con graves secuelas en la salud y poniendo en graves riesgo la seguridad alimentaria.

Un ataque severo del gusano cogollero sobre el 25% de infestación, puede reducir el rendimiento hasta de un 40%, lo que incide en una baja productividad del cultivo de maíz duro en el litoral ecuatoriano. (INIAP. 1991).

Los agrotóxicos están directamente relacionados a problemas tales como la reducción de especies benéficas, la presencia nociva en los alimentos de origen vegetal y residuos de sustancias tóxicas en el aire, el suelo y el agua.

Las sustancias a base de plantas o partes de ella han sido usadas por el hombre desde tiempos inmemoriales para reducir y repeler insectos, pero los productos sintéticos se impusieron y fue así como los extractos de Tabaco, Neem y otros más desaparecieron del mercado. (Alves, S. y Lecuona, R. 1998).

Entre las formulaciones biológicas utilizadas para el control de insectos-plaga de la agricultura como el gusano cogollero, se destaca la bacteria Bacillus

thuringiensis (Bt). El mismo que es un bacilo Gram positivo, esporulador, aerobio facultativo. (Gladstone, S. et. al. 2003).

Diferentes aspectos deberán ser mejorados para elevar los rendimientos del maíz, entre ellos el manejo integrado de plagas con buenas prácticas de manejo del cultivo.

En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar cuatro alternativas tecnológicas para el control de gusano cogollero en maíz duro Híbrido INIAP H-553.
- Seleccionar al menos una alternativa tecnológica válida para el control de gusano cogollero.
- Realizar un análisis económico de presupuesto parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%).

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Origen.

Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace 7.000 y 10.000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5.000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos. (Wilkes, H.G. 1979).

El maíz constituye una aportación de las culturas precolombinas al mundo en la actualidad se acepta que es originario de América, concretamente de la zona situada entre la mitad del sur de México y el sur de Guatemala, sus registros fósiles más antiguos encontrados en la ciudad de México, consisten en muestras de polen de un maíz primitivo y tienen entre sesenta y ochenta mil años de antigüedad, las primeras mazorcas se encontraron en Tehuacán (México) y datan de hace aproximadamente siete mil años. Estas mazorcas eran muy delgadas y pequeñas (unos 2,5 cm. de longitud), estaban protegidas solamente por un par de hojas. (Wilkes, H.G. 1979).

En Sudamérica las pruebas arqueológicas de la transformación del maíz son más recientes y escasas; se localizan principalmente en las zonas costeras del Perú. A partir de estas áreas, el cultivo de maíz fue extendiéndose, primero a América del Norte y, tras la llegada de Colón al continente, y al resto del mundo. (Wilkes, H.G. 1979).

Desde el punto de vista académico, científico, social y económico el maíz es uno de los cultivos más útiles para el hombre; en relación a lo académico, estas plantas constituyen una de las pocas especies utilizadas para múltiples ejemplos y medios de ayuda en cursos de biología, química y agronomía; desde el punto de vista

científico, constituye un recurso biológico que permite explicar teorías, principios y leyes que contribuyen a los avances de las ciencias biológicas y sus aplicaciones en la agronomía; está relacionada con el aspecto social, puesto que el maíz significa trabajo, moneda, pan y religión para un gran conglomerado humano mundial; en lo relacionado al aspecto económico, genera entrada y salida de divisas, que pueden trascender en la economía de un pueblo; en la producción mundial de cereales ocupa los primeros lugares y desafía el futuro como recurso nutricional por excelencia. (Kato, T. A. et. al. 2009).

2.2. Clasificación taxonómica del maíz.

La clasificación botánica es:

DIVISIÓN:	Angiosperma.
CLASE:	Monocotiledóneas.
SUBCLASE:	Macrantineas.
ORDEN:	Graminales.
FAMILIA:	Gramineae.
GENERO:	Zea.
ESPECIE:	mays.

(Garcés, N. 1987).

2.3. Descripción botánica.

2.3.1. Planta.

El maíz es una gramínea anual de crecimiento rápido y gran capacidad productiva, adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo. Se constituye después del arroz y el trigo, en el cultivo más importante del mundo en la alimentación humana y animal. (Verissimo, L. 1999).

2.3.2. Raíz.

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen raíces de los nudos a nivel del suelo, ocurre en aquellas raíces secundarias o adventicias. Las 4 o 5 raíces se desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíces primarias) sólo son funcionales durante los primeros estadios de desarrollo. Estas raíces se van degenerando y son sustituidas por otras secundarias o adventicias, que se producen a partir de los primeros nudos de la base del tallo, situados por debajo del nivel del suelo, formando un sistema radicular a modo de cabellera que se extiende a una profundidad variable. (Verissimo, L. 1999).

2.3.3. Tallo.

El maíz es una planta anual, su tallo es una caña formado por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menos grueso en los entrenudos. El número de nudos es variable en las diferentes variedades, en cada entrenudo hay una depresión como canalito que se extiende a lo largo del entrenudo y cada nudo es el punto de inserción de una hoja. (Reyes, R. 1985).

2.3.4. Hojas.

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. La vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos separados. Su color usual es verde, se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura, por deficiencia de nutrientes. El número de hojas por planta varía entre 8 a 25. (Parsons, D. 1998).

2.3.5. Inflorescencia.

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. El maíz es una planta monoica, es decir poseen los dos sexos en el mismo individuo o en flores diferentes unisexuales. La mazorca apical determina su número de óvulos 15 a 20 días antes de la emisión de estilos. La cantidad de óvulos de la mazorca apical puede variar entre 500 y 1000. (<http://www.geoportal.magap.gob.ec>).

2.3.6. Fruto.

La mazorca o fruto, está formado por una parte central llamado zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca. El zuro, o corazón, representan del 15 al 30 % del peso de la espiga. La fecundación de las flores femeninas pueden suceder mediante el polen de las panojas de la misma planta o de otras plantas, el fruto y la semilla forman un sólo cuerpo que tienen la forma de un cariósipide brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como “granos dentro del fruto”, que es el ovario maduro se encuentran las semillas (óvulos fecundados y maduros), la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o germen y pesa aproximadamente 0.3 gr. (Garcés, N. 1987).

2.3.7. Ciclo vegetativo.

El ciclo vegetativo del maíz empieza con la nacencia, de unos 6 a 8 días de duración, y comprenden desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo. Una vez el maíz germinado, empieza el período de crecimiento en el cual aparece una nueva hoja cada tres días, si las condiciones de clima son normales a los 20 días de la nacencia, la planta deberá tener 5 a 6 hojas, alcanzándose su plenitud foliar

dentro de cuatro o cinco semanas. Se considera como la fase de floración en el momento en que la panoja formada en el interior del tallo se encuentre emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos, la emisión del polen suele durar en función de la temperatura y de la disponibilidad hídrica, unos 8 o 10 días. (Verissimo, L. 1999).

2.4. Tipos de maíz.

A excepción del tunicado, el maíz puede dividirse en varios tipos (razas o grupos), en función de calidad, cantidad y patrón de composición del endospermo. Estos son: el maíz dentado, cristalino, amiláceo (harinoso), dulce y palomero. (Reyes, R. 1985).

2.4.1. Maíz dentado (Zea mays sindentata).

En términos generales, el maíz dentado es el tipo de maíz cultivado más comúnmente para grano y ensilaje. El endosperma del maíz dentado tiene más almidón blando que los tipos duros y el almidón duro está limitado sólo a los lados del grano. Cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando en la parte superior del grano se contrae y produce una pequeña depresión. Esto da la apariencia de un diente y de aquí su nombre. Los maíces de granos dentados tienen una mayor profundidad de inserción en el elote y tienden a ser más difíciles de trillar que los maíces duros. El maíz dentado es generalmente de mayor rendimiento que otros tipos de maíces, pero tiende a ser más susceptible a hongos e insectos en el campo y en el almacenamiento y demora más en secar que los maíces de granos de endosperma duro. (Reyes, R. 1985).

Muchos de los maíces dentados cultivados tienen granos de color blanco, preferidos para el consumo humano o tienen granos amarillos, los cuales son preferidos para alimento animal. Ambos tipos son importantes para alimento animal y para usos industriales. En los trópicos, el maíz dentado blanco se cultiva

en 19 millones de hectáreas y el dentado amarillo en 9,7 millones de hectáreas. (<http://www.fao.org>).

2.5. Semilla.

La semilla es la parte esencial, que permite obtener una mayor eficiencia de los factores de la producción (tierra, insumos, agua, mano de obra, etc.). En términos simples, el suelo más fértil, el agua más abundante, los mejores productos fitosanitarios, pierden su valor en ausencia de una buena semilla. Para la siembra de híbridos de maíz, se debe utilizar siempre semilla certificada, la misma que se debe comprarla en los centros autorizados para la venta o en las Estaciones Experimentales del INIAP. No utilizar semillas de la cosecha anterior para sembrar un nuevo ciclo del cultivo, debido a que el potencial de rendimiento del híbrido va a disminuir drásticamente. No compre semilla de dudosa procedencia o “semilla pirata”, lo cual le acarrea graves problemas con bajos rendimientos, desuniformidad por bajo poder de germinación, plantas débiles y susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. (INIAP. 2009).

2.5.1. Protección de la semilla.

Es necesario darle un buen tratamiento a la semilla para asegurar una buena protección durante la germinación y la emergencia de las plántulas de maíz, disminuyendo de este modo el ataque de hongos patógenos del suelo, así como también de insectos (trozadores – cortadores) que proliferan y viven en el suelo. (INIAP. 2009).

Existen una serie de productos químicos para el tratamiento de semillas, pero su uso debe ser consultado a un especialista, para no correr riesgo de causar daños a la semilla o a las personas. El insumo más utilizado es el insecticida LARVIN-375-E o SEMEVIN se recomienda utilizar 200 cc. de producto por 15 kilogramos de semilla. Cuando el volumen de semilla es grande, colocar esta sobre un plástico en un lugar sombreado y aplicar el tratamiento para luego remover las semillas

con una pala. Si el volumen es pequeño, colocar las semillas en el interior de una funda plástica en el que se le adiciona la dosis del insecticida y luego se las agita. En ambos casos se debe sembrar inmediatamente. (INIAP. 2009).

Actualmente en el mercado existe un nuevo concepto en el tratamiento de semilla, con nuevos productos innovadores, que aparte de la protección contra los insectos que brindan a la semilla ofrecen también fitohormonas y reguladores de crecimiento, actuando como bioactivadores de procesos enzimáticos durante la germinación de la semilla. Esto induce a un balance hormonal que da como resultado una germinación más rápida y uniforme. Tal es el caso de productos como CRUISER 350FS y GAUCHO, en dosis de 3 cc/kg. de semilla. (INIAP. 2009).

2.5.2. Composición química de la semilla de maíz (100 gr).

Como se muestra en el cuadro, las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 por ciento, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 por ciento), celulosa (23 por ciento) y lignina (0,1 por ciento). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 por ciento), aproximadamente 8 por ciento de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo. (<http://www.fao.org>).

Composición química de las partes principales de los granos de maíz (%).

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: (<http://www.fao.org>).

2.6 Requerimientos básicos del cultivo.

2.6.1. Temperatura.

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C, también requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C. y a partir de 30 °C. pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32 °C. (Aldrich y Leng. 2000).

Los factores climáticos que más influyen en la producción del maíz son la precipitación (cantidad e intensidad) y la Heliofania (horas de sol), de acuerdo con la etapa de desarrollo del cultivo en que se presentan (germinación, floración y llenado del grano). (Amaris, C. y Quirós, J. 1996).

2.6.2. Riego.

La evapotranspiración total (uso consuntivo) del maíz sembrado varía desde los 500 a 550 mm. para la campaña agrícola. El uso diario del maíz varía desde 2 mm/día durante etapas inicial es hasta 6,5 mm/día en los días antes de maduración. Luego baja hasta 3 mm/día en los días antes de maduración completa. La zona radicular del maíz profundiza más de 1 metro si el suelo no tiene mucha compactación. 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. Por la escasez de agua y la poca penetración de agua en riegos típicos es importante trabajar con este reservorio amplio para asegurar rendimientos altos. (<http://www.slhfarm.com>).

2.7. Técnicas de manejo del cultivo.

2.7.1. Selección.

Se recomiendan suelos cálidos y húmedos que permitan la germinación, de textura media con gran capacidad de retención de la humedad como son los franco-arcilloso, arcilloso-limoso y arcillosos y con una buena preparación que estén mullidos. El maíz puede sembrarse sin dificultad con pendientes de 0-1%, tomando medidas especiales contra la erosión en terrenos con pendientes del 2-4%. Los máximos rendimientos se obtienen con un pH comprendido entre 5,6 a 7,5. Agrega que para un sistema continuo de maíz, un pH de 6 es adecuado, con un pH muy bajo (inferior a 4,5) la planta de maíz muestra sus hojas achaparradas, apareciendo una coloración rojiza púrpura y las hojas más viejas se secan (similares a deficiencia de Mg). (Aldrich y Leng. 1994).

2.7.2. Preparación del suelo.

La preparación de suelos (remoción, desmenuzamiento y nivelación), independientemente de la modificación de su estructura, elimina malezas y expone a las partículas del suelo a la radiación solar ultravioleta (letal) e infrarroja (desecante), que bajan las poblaciones de hongos, bacterias y otros agentes biológicos (aves y otros animales) que devoran larvas de insectos. (Velasteguí, J.R. 1997).

Existen tres modalidades para preparar el terreno para la siembra o establecimiento de un cultivo de maíz: Labranza cero o siembra directa, labranza mínima o reducida y labranza mecánica o convencional.

- **Labranza cero o siembra directa.**

Se la practica en aquellos lugares, donde por la topografía del terreno no se puede utilizar maquinaria para la preparación del suelo o para evitar la pérdida del suelo debido a la erosión. En esta práctica, se recomienda dejar los residuos de la cosecha anterior sobre el suelo formando un mulch (no quemar, si lo realiza hacerlo en forma moderada y en un lugar en donde no se siembre). Después, proceder a realizar un control manual o químico de las malezas presentes. (INIAP. 2009).

- **Labranza mínima o reducida.**

Tiene como propósito realizar lo menos posible la maquinaria sobre el terreno, a fin de evitar: la erosión, la compactación y conservar la estructura y humedad del suelo. Para esta labor se utilizan las máquinas de siembra directa, por lo que previamente hay que eliminar las malezas existentes en el suelo mediante la utilización de herbicidas denominados quemantes. (Velasteguí, J.R. 1997).

- **Labranza mecánica o convencional.**

Se trata de preparar el terreno lo mejor posible para formar una “cama de siembra” de unos 8 a 10 cm. de profundidad, que permita un contacto directo entre las partículas finas y húmedas del suelo con la semilla, garantizando una rápida germinación y facilitando la emergencia de plántulas. Se recomienda utilizar arado (labranza primaria), cuyo objetivo es la de enterrar el rastrojo de la cosecha del cultivo anterior y las malezas presentes. Esta operación se realiza a una profundidad de 20 a 25 cm. La labranza secundaria se realiza mediante dos pases de rastra (cruza y recruza) procurando conseguir un buen desmenuzamiento del suelo. Cada año se debe variar la profundidad de preparación del suelo para evitar el desarrollo de un horizonte de compactación (pie de arado) bajo la capa arable, que llega a dificultar la penetración de las raíces y limitar la capacidad de absorción de agua y nutrientes. Cuando existan estas capas endurecidas, se puede utilizar un arado de cincel, o de ser posible, un subsolador para romperlas. Dicha labor tiene que realizarse estando el suelo seco, para obtener una mayor fragmentación de la zona compactada. La proliferación de maquinarias y los excesos en las labores primarias y secundarias en la preparación del suelo, juegan un papel importante en la pérdida del suelo. Por esta razón, el número de pases de rastra debe reducirse al mínimo necesario, caso contrario puede provocarse una excesiva pulverización (condición polvosa del terreno), que lo hace vulnerable a la pérdida de estas finas partículas y ocurra el fenómeno de erosión o pérdida de suelo. (INIAP. 2009).

2.7.3. Siembra.

Para la siembra de híbridos de maíz (INIAP H-551, INIAP H-601 e INIAP H-553), se recomiendan distancias de 90 ó 80 cm. entre surcos, sembrando cada 20 cm. una semilla en cada golpe. Con estas distancias de siembra, si el 100% de las semillas emergen, se obtienen poblaciones de 55.555 y 62.500 plantas por hectárea, respectivamente. Se requiere aproximadamente de 15 kg. de semilla certificada de maíz, para sembrar una hectárea. Si la siembra es manual (espeque)

se recomienda sembrar a distancias de 0,90 o 0,80 m. entre hileras, por 0,20 m. entre plantas, depositando una semilla por golpe. Si la siembra es mecanizada, se debe calibrar la sembrada a distancias de 0,90 o 0,80m. entre hileras por 0,20 m. entre plantas. (INIAP. 2009).

2.7.4. Épocas de siembra.

La época de siembra, depende de la zona y la variedad que va hacer utilizada. En forma general las siembras se inician con el advenimiento de las lluvias, las mismas que comienzan en el mes de septiembre y octubre, para la sierra ecuatoriana. (AGRIPAC. 1994).

La época de siembra juega un papel importante en la producción de maíz, pues aquellas realizadas fuera de época dan como resultados bajos rendimientos. Para las condiciones del Litoral ecuatoriano estas deben realizarse tan pronto como se inicie las lluvias, es decir en diciembre y enero. (INIAP. 2009).

La época de siembra determina o no, una coincidencia entre el aporte de las variables temperatura, humedad, heliofanía y las necesarias para una variedad o un híbrido determinado. Así la fecha de siembra tiene un marcado efecto en el tiempo requerido por las plantas para alcanzar los diferentes estados de desarrollo. (Jiménez, E. 2006).

2.7.5. Densidades de siembra.

Para asegurar una población uniforme, la profundidad de siembra debe ser suficiente para que la semilla encuentre adecuada humedad para germinar, pero no tanta como para que la plántula no alcance a salir. Bajo condiciones húmedas se recomienda una profundidad desde 2,5 cm. en suelos pesados hasta 5 cm. en suelos livianos, bajo condiciones secas con una profundidad de 5 cm. en suelos pesados hasta 9 cm., en suelos livianos, sembrar más profundamente a la entrada de verano que a la entrada de invierno. (Stansly, A.1989).

La densidad de siembra se debe al clima, condiciones de suelo y la variedad de la semilla. La densidad varía de 40.000 plantas por hectárea para maíz forrajero. En las variedades enanas, se necesita 25 Kg. de semilla para 70.000 plantas por hectárea, o sea 7 plantas por metro lineal. (Aldrich y Leng. 1994).

2.7.6. Distanciamientos de siembra.

La modificación de la distancia entre los surcos en maíz plantea dificultades operativas para llevarla a la práctica, por lo que deberá aconsejarse solo cuando puedan esperarse beneficios de su empleo. Una menor distancia entre los surcos de siembra permite cubrir mejor el suelo y capturar más luz desde etapas tempranas del cultivo incrementando la producción de biomasa. En densidades bajas, la reducción de la distancia entre surcos contribuye también a asegurar una mayor cobertura durante la floración. Al reducirse la superposición de hojas sobre el surco, el área foliar mejora su eficiencia de cobertura y se reduce la cantidad necesaria para una máxima intercepción de luz. Sin embargo, en la mayoría de los casos de cultivos de maíz bien manejados y con las densidades correctas, y más aún en planteos de alta producción, se alcanzan las coberturas necesarias para una máxima intercepción de luz antes del inicio de la floración, independientemente del espaciado entre los surcos. (INIAP. 2009).

Por ello, las ventajas de reducir la distancia entre surcos por debajo de 70 cm. resultan generalmente de reducida magnitud inconsistentes. En siembras tempranas y en ausencia de limitaciones hídricas o nutricionales, la ventaja en rendimiento de los surcos a 50 cm. respecto de aquellos a 70 cm. no supera el 8%, aun para densidades ligeramente subóptimas. (<http://www.biblioteca.org>).

2.8. Fertilización química.

Óptimos rendimientos de maíz se obtienen en aquellos terrenos con alto nivel de fertilidad. Con el fin de conocer la disponibilidad nutricional del suelo, es necesario realizar un análisis de suelo por lo menos cada dos años. Debido a la

continua y extensiva explotación de los suelos en siembras, ya sea con maíz u otros cultivos de ciclo corto, se ha evidenciado que muchos de estos suelos presentan una alta acidez, que influye negativamente en la disponibilidad de los nutrientes existentes en el suelo. Esta acidez puede corregirse mediante aplicaciones de Carbonato de Calcio, el mismo que puede aplicarse al voleo e incorporarse al suelo 30 días antes de realizar la siembra (INIAP. 2009)

Otro serio problema que está afectando a los suelos del Litoral, específicamente aquellos con un uso extensivo, es la marcada deficiencia de macro y micro nutrientes, especialmente de elementos como el Magnesio y el Azufre, los mismos que se pueden corregir mediante aplicaciones de Sulpomag y Fosfato di amónico (DAP), cuya dosis va a variar de acuerdo a la interpretación del análisis de suelo que se realice en el laboratorio, y tienen que ser aplicados al momento de la siembra. En cuanto a los fertilizantes tradicionalmente utilizados como son los fabricados a base de Fósforo, Potasio y Nitrógeno, estos se deben aplicar dependiendo también del análisis del suelo. La forma de aplicar estos nutrientes no ha cambiado mucho, es así que el Fósforo y el Potasio debe aplicarse al voleo. Si se trata de siembras con el sistema de labranza convencional aplicar antes del último pase de rastra en la preparación del suelo para que sean incorporados. Si la siembra es directa o manual a espeque, se puede colocar estos fertilizantes juntos al depositar la semilla en el momento de la siembra, o lo más pronto posible después de la emergencia de las plántulas a unos 10 cm. de la hilera (AGRIPAC, 1994).

En cuanto a la nutrición con nitrógeno, el fertilizante más utilizado con esta fuente es la Urea al 46% y la dosis de este elemento va a depender de la interpretación del análisis de suelo. Cuando se trata de un cultivo en época lluviosa es conveniente fraccionar la dosis recomendada. Es así que el 50% de la fracción recomendada (primera dosis) se debe aplicar a los 10-15 días después de la siembra. Este fertilizante se aplica en bandas superficiales a un costado de la hilera de la siembra y el 50% restante (segunda dosis) se aplica alrededor de los 30 días después de la siembra en bandas superficiales, siempre y cuando el suelo

esté húmedo en la superficie. En época seca cuando el maíz se siembra aprovechando la humedad almacenada en el suelo después de la época lluviosa, es conveniente aplicar las dosis total de nitrógeno en una sola ocasión, aplicación que puede realizarse a los 10-15 días después de la siembra y colocarse en bandas superficiales o enterrada si no existe humedad superficial en el suelo. (INIAP. 2009).

2.8.1. Establecimiento de la meta de rendimiento obtenible.

Los rendimientos de maíz, son específicos para el sitio y para la época del año en la que se cultivan y dependen del clima, del cultivar utilizado y del manejo del cultivo. La meta de rendimiento para un sitio y temporada de un año en particular, se estima el rendimiento de grano obtenible cuando las limitantes de nutrientes (N, P, K, Mg y S) son eliminadas. (Reyes, R. 1985).

En general, esta meta de rendimiento puede ser un porcentaje (70 – 89 %) del rendimiento potencial demostrado para el sitio, ya sea por investigación o por el rendimiento obtenido en lotes de productores con muy buen manejo del cultivo y nutrientes. La cantidad de nutrientes absorbida por el cultivo está directamente relacionada con el rendimiento. Por esta razón, la meta de rendimiento obtenible indica la cantidad total de nutrientes que el cultivo debe absorber para obtener ese rendimiento. En otras palabras, esto establece la demanda de nutrientes (N, P, K, Mg. y S.) para obtener la meta de rendimiento. (Parsons, D. 1988).

2.9. Control de malezas.

Las malezas compiten con el maíz por espacio, agua, luz y nutrientes lo cual ocasiona pérdidas económicas ya que disminuye el rendimiento, merma la calidad del fruto y dificulta las labores de cosecha. (Gabela, F. y Cárdenas, J. 1989).

Se aconseja para el control de malezas realizar tres deshierbas: La primera, a los 12 días de brotado; la segunda deshierba y aporque cuando el maíz está de 50 a 60

cm. de altura; la tercera deshierba cuando las plantas empiezan a florecer. La época y número de deshierbas pueden variar, de acuerdo a las condiciones del tiempo, cantidad y desarrollo de las malezas presentes en el campo. Además es necesario realizar el aporque con el fin de incrementar el crecimiento y rendimiento de la planta. Ésta labor se debe realizar en la época apropiada, ya que al realizarse tardíamente ocasiona daños en las raíces jóvenes privando así a la planta de una parte de su órgano de absorción de agua y fertilizante, lo que traduce un retraso en la vegetación y una disminución en el rendimiento. (Galarza, M. 1990 y Garcés, N. 1987).

En siembras de maíz en unicultivo (sólo maíz) se puede realizar un control pre-emergente de las malezas inmediatamente después de la siembra con el herbicida Gesaprim 80 PM (Atrazina) en una dosis de 2 kilogramos por hectárea en 200 litros de agua o a su vez 200 gramos en 20 litros de agua, se debe aplicar con boquilla de abanico y con el suelo bien húmedo, también se puede realizar un control post-emergente de malezas cuando el cultivo de maíz tenga de 10 a 20 centímetros de altura, se puede controlar con (2,4-D Amina Butílico) en una dosis de 1,5 litros por hectárea en 200 litros de agua o 150 centímetros cúbicos en 20 litros de agua, en siembras asociadas con fréjol, se debe aplicar la mezcla de herbicidas: 1 Kilogramo de Afalón (Linurón) más 2 litros de Lazo (Alacror) por hectárea en 200 litros de agua o 100 gramos de Afalón (Linurón) más 200 centímetros cúbicos de Lazo (Alacror) en 20 litros de agua en preemergencia inmediatamente después de la siembra. (Monar, C. 2000).

2.10. Híbrido en estudio.

Como resultado de varios años de investigaciones realizadas por los Fitomejoradores del Programa de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, el INIAP se complace en poner a disposición de los agricultores de la Zona Central del Litoral ecuatoriano, el nuevo híbrido INIAP H-553 de alto rendimiento, tolerante a enfermedades foliares y excelente calidad del grano. (INIAP. 2010).

2.10.1. Origen del híbrido en estudio.

El INIAP H-553 está formado por dos líneas nacionales (L49 Pichilingue 7928 y L237 Población A1), desarrolladas con germoplasma criollo de Quevedo y poblaciones introducidas desde el CIMMYT, México. (INIAP. 2010).

2.10.2. Características del híbrido en estudio.

El nuevo híbrido de maíz INIAP H-553 posee las siguientes características:

- Días a floración Femenina: 55 días.
- Días a floración Masculina: 51 días.
- Altura de planta: 235 cm.
- Altura de mazorca: 121 cm.
- Número de hileras de granos en la mazorca: 14 – 16.
- Longitud de la mazorca: 17 cm.
- Diámetro de la mazorca: 5 cm.
- Días a la cosecha: 110 días.
- Rendimiento potencial: 210 qq. por hectárea.
- Tolerancia a manchas foliares y cinta roja.
- Excelente cobertura de mazorca.
- Resistencia a pudrición de mazorca.
- Grano duro cristalino con ligera capa harinosa.
- Alto rendimiento.
- Excelente calidad de grano. (INIAP. 2010).

2.10.3. Rendimientos comerciales del híbrido en estudio.

LOCALIDAD	AÑO	QUINTALES/Ha.
EET-Pichilingue	2008	112*
EET-Pichilingue	2009	199
Patricia Pilar	2008	74*
Patricia Pilar	2009	210
Fumisa	2009	160
Ventanas	2009	131
Palenque	2009	165
Promedio Época Lluviosa:		173
Promedio Época Seca:		93*

* Rendimiento registrado en la época seca aprovechando la humedad remanente del suelo. INIAP. 2010.

2.10.4. Recomendaciones para el cultivo del híbrido en estudio.

- Use siempre semilla certificada. No siembre semilla reciclada o de dudosa procedencia.
- Utilice aproximadamente 15 kg. de semilla para sembrar una hectárea de maíz.
- Proteja la semilla, antes de la siembra, del ataque de insectos del suelo utilizando insecticida (SEMEVIN) en dosis de 200 cc. por cada 15 Kg. de semilla.
- Siembre las hileras de maíz separadas a una distancia de 80 cm., utilizando un grano cada 20 cm. Con esta distancia se consigue una densidad de 62.500 plantas por hectárea.
- Fertilice adecuadamente su cultivo en base a un análisis químico del suelo. Si no dispone de un análisis, utilice 6 sacos de urea por hectárea, aplicando 3 sacos a los 10 – 15 días y 3 sacos a los 25-30 días después de la siembra.
- Mantenga su cultivo libre de plagas y malezas, las que pueden ser controladas con productos químicos y buenas prácticas de manejo como rotación de

cultivos, siembras oportunas, usos de cebos tóxicos y deshierbas oportunas. (INIAP. 2010).

2.11. Plagas y enfermedades.

2.11.1. Plagas.

Debido a la ruptura del equilibrio ecológico, existen varias causas, la principal es por el accionar del hombre, es decir cuando crea monocultivos, aplica plaguicidas en forma indiscriminada, el uso excesivo de maquinaria, uso y abuso de recurso suelo, etc., existen también agentes naturales que pueden romper el equilibrio ecológico por ejemplo la erupción de un volcán, un huracán, una helada. (Suquilanda, M. 1997).

De alrededor de 10.000 especies, un 10% de las especies conocidas de insectos son consideradas dañinas para el hombre, las cuales pueden causar pérdidas y daños enormes en la agricultura, silvicultura y como vectores de enfermedades, se estima que alrededor del 20 al 30% de la cosecha mundial es destruida por el ataque de plagas. (Helmunth, W. 2000).

Los insectos se convierten en plagas cuando su número o el daño que ocasionan, han sobrepasado el nivel conocido como umbral económico, punto en el que comienza a amenazar el retorno sobre la inversión del agricultor. Es importante estar consciente de las variaciones en el umbral económico en vista de su gran utilidad al planear las medidas del control de plagas. (Ortega, A. 1986).

Existen varias especies de insectos que causan daño al cultivo de maíz, sin embargo, debido al control que ejercen los enemigos naturales (parasitoides, predadores y entomópatógenos) y la acción de varias prácticas culturales sobre las poblaciones de insectos, solo pocas especies llegan a constituirse en plagas importantes en este cultivo. Para un manejo adecuado de estos insectos, es importante que técnicos y agricultores reconozcan aquellos que causan daños al

maíz y puedan distinguir las plagas de aquellos que no lo son, para saber cómo y cuándo y si es económico su control. (INIAP. 2009).

En el maíz existen plagas que por su potencial daño, abundancia, frecuencia y distribución geográfica, necesitan mayor atención. Al respecto, se puede mencionar al gusano cogollero, el barrenador del tallo y el falso medidor o gusano ejército. En los últimos años los insectos succionadores o chupadores, que pertenecen al suborden Homóptera, están adquiriendo una mayor importancia económica por sus efectos indirectos al cultivo, pues están involucrados en la transmisión de microorganismos de tejidos vasculares (virus, micoplasma, espiroplasmas) que son los responsables de varias enfermedades, como en el caso del “rayado fino” o la “cinta roja”. (Fernández, J. L. 2011 e INIAP. 2009).

Entre las plagas del suelo que afectan el rendimiento por la presencia de problemas fitosanitarios en todos sus órganos y durante su ciclo de desarrollo están la “gallina ciega” Phyllophaga spp., que se alimenta de las raíces, los gusanos “cortadores o trozadores” de las plántulas Agrotis ypsilon así como Elasmopalpus lignosellus “perforador menor” del tallo en los primeros días de edad. Las “chicharritas” Dalbulus maidis, insectos chupadores del follaje vectores de importantes enfermedades como el complejo de la “cinta roja”. Los defoliadores Spodoptera frugiperda o “cogollero” y Mocis latipes o “gusano ejército”, consumidor voraz de la hoja. El “barrenador” del tallo Diatraea saccharalis y los “gorgojos” del género Sitophilus que destruyen el grano durante y después de la cosecha. Ocasionalmente se puede encontrar “mariquitas” defoliadores del género Diabrotica sp. El manejo Integrado de Plagas ofrece alternativas para neutralizar sus daños con menor impacto ambiental y a la salud. Para ello se recomienda la aplicación de técnicas como el uso racional de plaguicidas, prácticas culturales e insecticidas botánicos, técnicas que no interfieren con los reguladores naturales de las plagas y que complementan el potencial genético de las variedades e híbridos cultivados. (Ortega, A. 1986 e INIAP. 2010. b).

2.11.1.1. Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).

Las larvas en sus primeros estadíos raspan la superficie de las hojas, apareciendo manchas blancas dispersas sobre la superficie de las hojas, posteriormente, las larvas se dirigen hacia el cogollo de la planta donde consumen tejido tierno siendo este el daño más importante. En la mazorca, esta plaga se alimenta de los estigmas de las flores y después del grano. También puede actuar como gusano trozador cortando plántulas a nivel del suelo. (INIAP. 2009).

El gusano cogollero es la larva de la palomilla nocturna Spodoptera frugiperda, que ataca principalmente al maíz, sorgo y arroz, aunque también en menor grado, hortalizas y algodón, entre otros cultivos. Las palomillas, de color café grisáceo con dibujos más oscuros, ovipositan masas de huevecillos cubiertas por pelos en las hojas. De ahí nacen unas pequeñas larvas grises de cabeza negra que se alimentan en grupo de una hoja y a medida que crecen se devoran entre sí hasta que sólo queda una, de color café claro con líneas longitudinales café oscuro o casi negro que, con el maíz ya más crecido, se refugia en el cogollo, en cuyo interior se alimenta haciendo grandes perjuicios, hasta que la planta alcanza un metro de altura, si bien en ocasiones ataca también las espigas y las partes tiernas del elote. El daño más grave, lo resienten las plantas pequeñas que a veces son afectadas en su totalidad. Muchas de ellas mueren o retrasan su crecimiento. La producción de grano disminuye entre 10 y 100%, ya que en ocasiones se pierde todo el cultivo cuando las plantitas mueren. (<http://www.bayercropscience.com>).

Spodoptera frugiperda, es un insecto de metamorfosis completa, las pequeñas larvas, se alimentan tres días después de la emergencia, de hábito nocturno. Las hembras, principalmente en los cuatro primeros días después de copular, pueden colocar de 1.000 a 2.000 huevos, en camadas o recubiertos de filamentos blancos, escamas y secreciones. Las larvas nacen entre dos a tres días después de la colocación de los huevos. (Fernández, J.L. y Expósito, I.E. 2000).

- **Clasificación taxonómica.**

Reino:	Animal.
Phylum:	Artrópoda.
Subphylum:	Mandibulata.
Clase:	Insecta.
Subclase:	Endopterigota.
División:	Pterigota.
Orden:	Lepidóptera.
Suborden:	Frenatae.
Súper familia:	Noctuidea.
Familia:	Noctuidae.
Subfamilia:	Amphipyirinae.
Tribu:	Prodeniu.
Género:	Spodoptera.
Especie:	S. frugiperda.

(Fernández, R. 1994).

- **Características generales del gusano cogollero.**

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 mancha 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,

oblonga e inconspicua; la línea postmedial doble y fácilmente vista. (Ávila, C.; Degrande, P. y Gómez, P. 1997).

Los huevecillos son grisáceos, semiglobulares, algo afilados en sus polos, 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. (Ávila, C.; Degrande, P. y Gómez, P. 1997).

- **Ciclo biológico del gusano cogollero.**

El gusano cogollero o Spodoptera frugiperda, durante su vida pasa por diferentes etapas y estas son:

- **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.(<http://www.miza-ucv.org.ve>).

- **Larva o gusano.**

Las larvas al nacer se alimentan del coreón, 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 estadios 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 estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve, (<http://www.miza-ucv.org.ve>).

- **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. (<http://www.miza-ucv.org.ve>).

- **Adulto o mariposa.**

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas. 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. (<http://www.miza-ucv.org.ve>).

- **Biología y comportamiento.**
- **Huevo a adulto.**

La hembra adulta y fertilizada coloca los huevos en masa sobre el follaje o cualquier otra superficie, prefiriendo hojas de sus plantas hospederas: maíz, arroz u otras gramíneas. La duración de la fase de huevo varía entre 2 y 3 días. Una vez que ocurre la eclosión, las larvitas comienzan a alimentarse, haciéndolo primero del corión del huevo y posteriormente de la epidermis de las hojas de la planta hospedera. Durante los tres primeros instares, las larvas tienen la capacidad de desplazarse a distancias relativamente grandes, lo que le permite, localizar la planta hospedera adecuada. Durante su desarrollo las larvas, por lo general, presentan 6 instares. La duración de la fase de larva puede variar entre 10,9 a 13,4 días, sin embargo, ello dependerá de la temperatura y alimentación. Tan pronto como la larva del último instar completa su desarrollo, cesa de alimentarse, abandona el sitio donde ha vivido y se va al suelo donde construye una cavidad o celda entre 2 y 7 cm. de profundidad y allí se transforma en pupa, emergiendo posteriormente el adulto. La duración de la fase de pupa, a 32,2 °C., es de 7 a 8 días, sin embargo, esta puede variar de acuerdo a la temperatura. Los adultos emergen desde el atardecer hasta la medianoche y no copulan inmediatamente, sino que se alimentan durante la noche hasta el amanecer y es hasta entonces que pueden copular. (<http://www.miza-ucv.org.ve>).

- **Tipos de daños.**

La larva de Spodoptera frugiperda, durante su fase de larva, puede realizar diferentes tipos de daños en el cultivo de maíz, como son:

- **Esqueletización de las hojas.**

Este daño es realizado por larvas en los dos primeros instares, las cuales al alimentarse producen un raspado en la superficie de la hoja, destruyendo el mesófilo y la epidermis de un sólo lado del follaje, dejando intacta la otra epidermis, observándose las áreas dañadas de color blanco y semitransparente. (<http://www.plusformacion.com>).

- **Daño como cortador.**

Las larvas cortan las plantas a nivel de la base del tallo durante los primeros 15 días después de la emergencia de las plántulas, es decir, desde la germinación, hasta que las plantas tienen entre 4 y 7 hojas. Este tipo de daño ocurre ocasionalmente. (<http://www.plusformacion.com>).

- **Daño como barredor.**

Las larvas se alimentan de todo el tejido foliar, dejando únicamente la nervadura central. Es la forma de ataque más dañina, ya que lo realizan gran cantidad de larvas en siembras jóvenes, destruyendo completamente al cultivo. Las larvas son de color oscuro y se presentan en los períodos de lluvia, cuando la población de larvas alcanza su máxima densidad. Este comportamiento gregario, inducido por factores aún desconocidos, que lo impulsa a desplazarse como larva en grandes grupos, los cuales investidos de una gran voracidad, consumen a su paso casi todo tipo de vegetación, lo que le da a ésta fase la denominación de "barredor" y que al encontrarse una siembra de maíz, pueden llegar a causarle serios destrozos. La magnitud del daño dependerá de cuan "solas" estén las plantas de maíz en el campo y del desarrollo alcanzado por dichas plantas para el momento del ataque. Si las plantas están más grandes, la defoliación puede llegar a ser soportada, hasta el extremo de permanecer sólo la nervadura central, y sin embargo reponerse la planta y llegar a producir. (<http://www.plusformacion.com>).

- **Daño como cogollero.**

Las larvas generalmente, viven protegidas dentro del cogollo (hasta 2 larvas / planta), comiendo tejido tierno y pudiendo también destrozar la panoja antes de ésta salir. El daño como cogollero lo realiza una vez que la planta tiene 4 o más hojas, antes de que las hojas abran y una vez que éstas abren, se observan agujeros de tamaño y forma irregular, la planta con este tipo de daño no muere. Es la forma de daño más tradicional, tiene que ver con la migración de las larvas desde el lugar donde ocurrió la ovoposición hacia la zona de la yema apical o "cogollo". En ese lugar, se alojan usualmente más de una larva, de diferentes tamaños, conviviendo sin encontrarse una o dos de medianas a grandes, e inclusive varias pequeñas, escondidas entre los pliegues de las hojas por brotar. (<http://www.plusformacion.com>).

- **Daño a mazorcas.**

Las larvas de Spodoptera frugiperda pueden causar daño a las mazorcas tiernas. Este daño consiste en la destrucción de los granos en cualquier parte de la mazorca, a diferencia de Heliothis zea, que prefiere la parte apical de la mazorca. (<http://www.plusformacion.com>).

- **Daño a panojas.**

Ocasionalmente, larvas del cogollero, pueden atacar las panojas, bien sea antes de éstas salir o recién salidas. (<http://www.plusformacion.com>).

- **Umbral de daño económico.**

El Manejo Integrado de Plagas requiere el establecimiento del nivel de daño económico (NDE) y umbral económico (UE). El NDE es la densidad del insecto que ocasiona un daño al cultivo igual al costo de las medidas para su control, es decir, el número más bajo que causará pérdidas económicas; y define el punto de

ruptura entre las pérdidas debidas al daño de la plaga y los costos del control. El UE es la densidad operacional de la plaga, el punto donde deben iniciarse las medidas de control para evitar que se alcance el NDE. Se han propuesto decenas de UE para S. frugiperda, que oscilan entre 10 y 50 % de plantas infestadas, ya sea por puestas o larvas de la plaga. (Fernández, J. L. 2001).

Aunque se han derivado modelos de regresión para estimar las pérdidas del rendimiento con relación a la infestación y la determinación del grado de daño foliar ha mostrado ser el método más confiable; no se dispone de metodologías de amplia aceptación que establezcan una relación clara y estadísticamente significativa entre la incidencia de la plaga y el rendimiento final del cultivo.

El presente trabajo propone una alternativa a la estimación de UE para S. frugiperda, a partir de investigaciones desarrolladas entre 1995 y 1999 en la provincia Granma, región oriental de Cuba (Fernández, J. L. y Expósito, I. E. 2000 y Fernández, J. L. 2001).

Los muestreos se comenzaron a partir de la primera semana después de la germinación y se extendieron con una frecuencia semanal hasta los 60 días después de la germinación (ddg). Posterior a este período no se realizaron más muestreos, dada la inutilidad de los mismos por la notable disminución de las poblaciones larvales. En cada campo se tomaron cinco puntos al azar, y en cada uno de ellos se examinaron 10 plantas consecutivas, para un total de 50 plantas por tratamiento y fecha de muestreo. (Fernández, J. L. 2001).

En cada planta se revisaron el verticilo y la última hoja con el collar (lígula) del pecíolo visible, y se anotaron las características del daño foliar ocasionado por S. frugiperda, evaluado mediante una escala de 5 grados (Tabla 1). Esta escala visual demostró ser el método más rápido y confiable de determinar la magnitud del ataque de la plaga en Granma, de los 5 grados propuestos los dos últimos (4 y 5) son los de mayor daño, con severas afectaciones al verticilo de las plantas. (Fernández, J. L. 2001).

Se consideraron tres formas de afectación:

- **Daño en forma de ventana.**

Ocasionado por larvas pequeñas consistente en pequeños raspados de menos de 5 mm. de diámetro en la superficie inferior de las hojas tiernas, destruyendo el mesófilo y dejando intacta la epidermis superior, que se observa translúcida. (Fernández, J. L. y Expósito, I. E. 2000).

- **Daño mayor de 5 y menor de 10 mm.**

Ocasionando unas perforaciones características generalmente circulares, casi siempre en el interior de las hojas, raramente en sus bordes. (Fernández, J. L. y Expósito, I. E. 2000).

- **Daño mayor de 10 mm.**

Que generalmente se aprecia como lesiones irregulares, a veces muchos mayores de 10 mm, tanto en los bordes como en el interior de la hoja.

- **Escala visual para estimar el daño ocasionado por S. frugiperda.**

Tabla 1. Escala para evaluar el daño de S. frugiperda.

Escala	Características del año
1	Ningún daño visible, o solamente de 1-3 daños en forma de ventana
2	Más de 3 daños en forma de ventana, y/o 1-3 daños menores de 10 mm.
3	Más de 3 daños menores de 10 mm, y/o 1-3 daños mayores de 10 mm.
4	De 3-6 daños mayores de 10 mm, y/o verticilo destruido más del 50 %.
5	Más de 6 daños mayores de 10 mm, y/o verticilo totalmente destruido

(Fernández, J. L. y Expósito, I. E. 2000).

2.11.1.2. Barrenador del tallo (Diatraea spp).

Esta plaga ocasiona daño en todas las partes de la planta (hojas, tallos y mazorcas), excepto las raíces fibrosas y la nervadura central de las hojas. En el tallo su daño comienza en la parte baja y a la altura de la mazorca. Las galerías o perforaciones que hacen las larvas del insecto reducen al vigor de la planta y el tamaño de las mazorcas. Además estos daños permiten la entrada de microorganismos perjudiciales (hongos y bacterias) que ocasionan la pudrición de la planta o mazorca atacada. (INIAP. 2009).

2.11.1.3. Gusano ejército (Mocis latipes).

Esta plaga causa defoliaciones severas en el cultivo de maíz particularmente cuando ocurren “veranillos” durante la época lluviosa. La presencia de esta plaga se caracteriza por un ataque masivo de larvas sobre el cultivo, a manera de ejército, causando serias defoliaciones en plantaciones de maíz. (INIAP. 2009).

2.12. Manejo integrado de S. frugiperda.

Los componentes básicos de un manejo integrado de plagas (MIP) son el control cultural, biológico y químico. (Stansly, A. 1989).

2.12.1. Control cultural.

Este método consiste en crear un ambiente favorable para el cultivo y desfavorable para la plaga. Las prácticas culturales más importantes son: destrucción de rastrojos y residuos de cosecha, rotación de cultivos, asociación de cultivos, preparación adecuada del suelo, siembras oportunas, eliminación de plantas infestadas o muertas. (Alves, S. y Lecuona, R. 1998).

2.12.2. Control biológico.

Existen diversos agentes de control natural que atacan las plagas del maíz, proporcionado por los depredadores (pájaros, avispas, chinches y otros), parasitoides (avispa y moscas) y entomopatógenos (hongos, bacterias, virus y nematodos) que infectan y matan a los insectos plagas. Se debe recordar que el uso indiscriminado de los insecticidas sobre todo aplicados mediante aspersión destruye esta fauna benéfica. (Valicente, F. H. y Cruz, I. 1991).

2.12.3. Control químico.

2.12.3.1. Tratamiento químico a la semilla.

Antes de la siembra el tratamiento químico brinda protección contra larvas que se encuentran o viven en el suelo y podrían actuar como trozadores. (INIAP. 2009).

2.12.3.2. Aplicación al follaje.

Se puede realizar con cualquiera de los siguientes productos: Clorpirifos (Pyrinex, Lorsban y Piryctor), Deltametrina (Decis). Las aspersiones resultan eficientes cuando se realizan sobre las plantas, en las cuales las larvas aún permanecen sobre la superficie externa de las hojas, antes que éstas penetren al cogollo. Se recomienda la aplicación cuando se observe entre un 10% - 15% de plantas atacadas. Si el gusano persiste en el cultivo se debe aplicar nuevamente rotando los insecticidas recomendados. (INIAP. 2009).

2.12.3.3. Cebos tóxicos.

Es una práctica barata, menos contaminante y de fácil aplicación. El cebo se prepara mezclando arena (100 libras) con el insecticida Clorpirifos (50 cc). Se diluye el insecticida en un litro de agua, solución que sirve para mojar un quintal de arena. Se descarga la solución de insecticida en la arena mezclándola con una

pala hasta obtener una preparación uniforme del cebo. Este quintal de arena, se aplica en pequeñas cantidades al cogollo de la planta y alcanza para aproximadamente para una hectárea, se recomienda aplicar cebo cuando el cultivo tiene entre 30 y 45 días ya que la aplicación de aspersion al follaje se dificulta por la altura de las plantas. (INIAP. 2009).

2.13. Enfermedades.

Son causadas por microorganismos patógenos principalmente: hongos bacterias y virus, en nuestras zonas los problemas principales en muchos cultivos son de hongos y bacterias. (Stansly, A. 1989).

Las enfermedades más comunes son las manchas y tizones producidas por hongos del género Helminthosporium sp, apareciendo en los diversos órganos de la planta, la presencia de esta enfermedad se puede contrarrestar con la utilización de híbridos resistentes, arada de limpieza profunda o la aplicación de fungicida en los momentos apropiados, además mencionan los carbones comunes producidos por el hongo del género Ustilago maydis, los mismos que se controlan evitando la siembra de variedades susceptibles, evitar daños mecánicos, mantener una fertilidad equilibrada, extraer y quemar las agallas de las plantas afectadas. Otra enfermedad muy importante que es la roya común, cuyos síntomas (pústulas), aparecen principalmente en el follaje producidas por el hongo del género Puccinia sp, para su control se debe realizar la siembra de variedades resistentes y la aplicación de fungicidas puede ser conveniente cuando aparecen las primeras pústulas. (The Cooperative Extension Service. 1990).

2.13.1. Prevención de enfermedades.

Para evitar que las enfermedades lleguen a constituirse en un problema importante para el cultivo, se debe practicar regularmente las siguientes medidas preventivas:

- Usar semilla certificada de híbridos que posean resistencia o tolerancia a las principales enfermedades presentes en la zona.

- Destruir los residuos de la cosecha anterior.
- Controlar las malezas dentro del cultivo y sus alrededores.
- Evitar siembras tardías, especialmente en zonas húmedas.
- Rotar el cultivo con una leguminosa.

Los híbridos generados por el INIAP (INIAP H-601 e INIAP H-553) no requieren de aplicaciones químicas (aspersiones) para controlar las enfermedades, ya que poseen genes de resistencia o tolerancia a las enfermedades comunes de la Zona Central del Litoral. En caso de presentarse problemas especiales, se debería contactar a los especialistas, para que emitan las recomendaciones a seguir. Las enfermedades foliares conocidas como mancha por curvularia (Curvularia lunata), Roya (Puccinia polysora), Tizón foliar (Bipolaris maydis) y (Exerohilum turcicum) y mancha de asfalto (Phyllachora maydis), son consideradas comunes y manejables, pues estas enfermedades se presentan en los híbridos resistentes cuando la planta está al final del período reproductivo después del llenado de grano. (INIAP. 2009).

2.13.2. La cinta roja.

La “cinta roja” es causada por la interacción de CSS (Spiroplasma kunkelli) y MBS fitoplasma y se caracteriza por presentar dos tipos de síntomas muy bien definidos. El síntoma más común observado en la Zona Central del Litoral ecuatoriano se caracteriza porque las hojas adquieren un tono rojo violáceo y aún amarillento en los bordes de las hojas de los tercios medio superior de la planta. Estos síntomas son los más perceptibles pocas semanas antes, durante o después de la floración. Otro tipo de síntoma es un enanismo general de la planta por la presencia de un severo acortamiento de los entrenudos y ocasionalmente se nota una proliferación de mazorcas pequeñas. (INIAP. 2009).

2.14. Bacillus thuringiensis (Bt).

Entre las formulaciones biológicas utilizadas para el control de insectos-plaga de la agricultura, se destaca la bacteria Bacillus thuringiensis (Bt.). El Bt. es un ubicuo bacilo Gram positivo, esporulador, aerobio facultativo, de un tamaño que oscila entre 1 a 1,2 micrones de ancho, y de 3 a 5 micrones de largo, nativo del suelo, ampliamente distribuido en el ambiente, perteneciente al orden Eubacteriales, familia Bacillaceae, grupo I del género Bacillus. (<http://www.silvioalejandro.tripod.com>).

2.14.1. Composición y características del Bacillus thuringiensis (Bt).

Bacillus thuringiensis (Bt), es un bacilo gram-positivo, aerobio, que se encuentra de forma natural en el suelo y plantas. El Bt. fue descubierto en Japón en 1902 por Ishiwata, pocos años después fue aislado en Thuringe (Alemania), siendo el primer formulado a base de Bt. comercializado en Francia, en 1938. Desde entonces hasta nuestros días, aunque durante la década de los 40 y 50, su uso fue desplazado debido al descubrimiento de los insecticidas de síntesis orgánica, hoy en día es el biopreparado más utilizado en la práctica y representa más del 90% del mercado de insecticidas biológicos. En España existen distintos preparados comerciales de éstas bacterias entomopatógenas, y su acción larvicida varía según la cepa y raza elegida. (<http://www.silvioalejandro.tripod.com>).

La clasificación de las cepas se basa, entre otros, en test serológicos, siendo objeto de comercialización a nivel mundial, las siguientes razas y serotipos:

- Bacillus thuringiensis variedad aizawai, serotipo 7: Activo contra Lepidópteros.
- Bacillus thuringiensis variedad irraelensis, serotipo 14: Activo contra Dípteros (mosquitos).
- Bacillus thuringiensis variedad kurstaki, serotipo 3a3b: Activo contra Lepidópteros.

- Bacillus thuringiensis variedad tenebrionis, morrisoni o San Diego, serotipo 8a8b: Activo contra Coleópteros. (<http://www.silvioalejandro.tripod.com>).

Debido a su naturaleza biológica, la actividad insecticida de las preparaciones de Bt. no se determinan por análisis químicos como los insecticidas convencionales, indicando la riqueza de la formulación en materia activa, sino que se miden en Unidades Internacionales (U.I.), establecidas de forma convencional por un grupo de científicos, de forma que para una preparación estándar de Bt., ampliamente conocida y caracterizada, correspondiente a un patrón internacional, se le fijan arbitrariamente un número de unidades. Esta medida indica la potencia de la formulación, a efectos comparativos sobre un insecto estándar. Se ha seleccionado el Bacillus thuringiensis variedad kurstaki, serotipo 3a3b, con una potencia de 32 Millones de U.I./g, medidas frente a Tricho plusiani (insecto utilizado habitualmente en Estados Unidos), y una formulación como polvo mojable pues tanto por la potencia, como por su formulación, es el enemigo natural más conocido y eficaz para el control de larvas de lepidópteros que atacan tanto a plagas forestales como a plagas agrícolas. Para cálculo del ingrediente activo, se prueba paralelamente el producto de cada lote con el preparado estándar para comparar la dosis letal (DL50) mediante una fórmula que da las U.I. del material producido por gramo de producto. (<http://www.silvioalejandro.tripod.com>).

2.14.2. Modo de acción del Bacillus thuringiensis (Bt).

Cuando el Bacillus thuringiensis (Bt.), esporula y sintetiza unos cristales proteicos llamados delta-endotoxinas, a los cuales debe su actividad insecticida. Estas protóxinas necesitan ser ingeridas por las larvas para poder actuar, pues la toxicidad selectiva de Bt. para las larvas de ciertos insectos se debe a dos factores en su modo de acción:

- Las toxinas necesitan para su activación un medio alcalino, característica que se da (a diferencia de lo que sucede en el hombre y otros animales) sólo en el intestino de la mayoría de los insectos.

- Las toxinas sólo pueden actuar si están unidas a receptores específicos, y dicha especificidad depende de la especie de insecto y según la naturaleza de sus receptores será sensible o no a Bt. (<http://www.iabiotec.com>).

Cuando ambos factores se conjugan, las toxinas se fijan rápidamente sobre sus receptores y producen la parálisis del intestino impidiendo los movimientos peristálticos, por lo que el insecto deja de alimentarse. Además se produce rotura del epitelio intestinal, permitiendo el paso de los fluidos intestinales al resto de órganos y tejidos vitales del insecto. (<http://www.iabiotec.com>).

Pocas horas después de haber ingerido a la espora con la toxina, las mandíbulas del insecto se paralizan y cesa la alimentación. (<http://www.iabiotec.com>).

Posteriormente la parálisis se generaliza, desaparecen los movimientos reflejos y la larva muere al cesar los latidos cardíacos. Normalmente la muerte del insecto se produce a los dos o cinco días y los especímenes paralizados y muertos cuelgan de las hojas por sus patas delanteras y se desintegran lentamente, tras lo cual caen al suelo. Aunque el insecto tarda en morir entre 2 y 5 días el efecto de Bt. se observa rápidamente ya que la larva deja de alimentarse aproximadamente 2 horas después de haber ingerido la toxina, con lo que deja de atacar a la cosecha. Se trata de un excelente insecticida biológico, que resulta, por su modo de acción y su selectividad inocuo para otros insectos útiles, así como para el hombre, animales domésticos, pájaros y peces. (<http://www.iabiotec.com>).

2.14.3. Plagas, dosis y forma de aplicación del Bacillus thuringiensis (Bt).

2.14.3.1. Plagas y cultivos.

Destaca el empleo de Bacillus thuringiensis, para el control de larvas de lepidópteros que atacan a plantas agrícolas y forestales. Destaca su acción sobre Heliothis, Pieris, Plusia, Plutella, Ostrinia, Capua, Prays y Cacoecia, entre las plagas agrícolas. Entre las plagas forestales destacan la procesionaria,

Lymantrinia, Malacosoma, Euproctis y Tortryx viridiana; producto recomendado en el control de arañuelo de los frutales, arrolladores de las hojas, gusanos grises y rosquillas, lagarta de la encina, polillas, prays, procesionaria y otras orugas defoliadoras frugívoras en algodón, cítricos, coníferas, encina, frutales de hoja caduca, hortalizas del género Brassica (col, coliflor, etc.), olivo, pimiento, roble, tomate y vid.(<http://www.iabiotec.com>).

2.14.3.2. Dosis y forma de aplicación del Bacillus thuringiensis (Bt).

Existe una diferente sensibilidad de las orugas ante esta bacteria. Su efecto sobre la plaga está condicionado por diversos factores como son el modo de vida de la oruga, los organismos con los que vive, el clima, el método de tratamiento, la dosis, etc.; las dosis de aplicación del Bacillus thuringiensis variedad kurstaki para la formulación que se presenta, es la siguiente:

FORMULACIÓN (WP)	DOSIS
16 Mill UI/g	0,5-1,5 Kg/ha.
32 Mill UI/g	0,25-0,75 Kg/ha.

Los distintos tipos de formulación se adecuan a distintos cultivos, técnicas de aplicación y plagas a tratar. (www.iabiotec.com).

Bacillus thuringiensis (Bt.), puede aplicarse empleando un equipo convencional de pulverización, pero como la bacteria ha de ser ingerida por el insecto para llegar a ser efectiva, es muy importante tener una buena cobertura en la pulverización. Para obtener éxito en la aplicación de las formulaciones a base de Bt, es necesario conocer la plaga objeto de la aplicación, emplear las concentraciones adecuadas, así como la temperatura (los insectos han de estar activos para alimentarse antes de que la plaga alcance la planta o fruto, donde el insecto se encontraría protegido). Las larvas jóvenes son las más susceptibles. El crecimiento de gusanos se ve retardado incluso si se ingiere menos de la dosis letal mínima. Determinar cuando la mayoría de la población de la plaga está en un

estado susceptible, es una clave para optimizar el uso de este insecticida biológico. (<http://www.iabiotec.com>).

2.14.4. Compatibilidades del Bacillus thuringiensis (Bt).

Bacillus thuringiensis (Bt.), variedad Kurstaki es compatible con acefato, azinfosmetil, carbofurano, clordimeform, diazinon, dicofol, diflubenzuron, endosulfan, fenitrotion, hidrácida maléica, malatión, maneb, metomilo, mevinfos, monocrotofos, paration (etilparation), parationmetil, permetrin y tricolorfon, verticilliumlecanii y zineb. (<http://www.iabiotec.com>).

Es incompatible con anilazina, captafol, captan, demeton S-etil, difolatan, dimetoato, dinocap, fentoato, fosalon, isoprocarb, leptofos, propargita, propoxur y tetraclorvinfos. Deben mediar tres días entre tratamientos con estos productos y con Bacillus thuringiensis (Bt.) y a la inversa. (<http://www.iabiotec.com>).

En el control de Helothis y gusanos grises en cultivos de algodón, pimiento y tomate puede mezclarse con otros insecticidas autorizados, y en cultivos de algodón, siempre bajo asesoramiento técnico. (<http://www.iabiotec.com>).

2.14.5. Plazo de seguridad del Bacillus thuringiensis (Bt).

Los productos formulados con esta bacteria, tienen un excelente plazo de seguridad y se pueden emplear en los cultivos hasta en días muy próximos al período de recolección, plazo de seguridad: 3 días. (<http://www.iabiotec.com>).

2.14.6. Información toxicológica del Bacillus thuringiensis (Bt).

Bacillus thuringiensis (Bt.), es un producto de nula toxicidad para animales superiores y resulta totalmente inocuo para otros insectos, entre ellos los artrópodos útiles. Es también inocuo para las abejas y abejorros. Parece que

tampoco es posible el desarrollo de resistencias a este patógeno por parte de las plagas. (<http://www.iabiotec.com>).

2.14.7. Advertencias y precauciones del Bacillus thuringiensis (Bt).

Es muy importante aplicar durante los primeros estados de desarrollo de los lepidópteros. No mezclar con otros productos que puedan alterar la viabilidad de las esporas, ni con productos o soluciones con pH básicos. Debe almacenarse en lugar fresco y seco; Temperaturas superiores a 30° y humedades altas disminuyen su actividad. (<http://www.iabiotec.com>).

2.14.8. Recomendaciones del Bacillus thuringiensis (Bt).

- Tener buena cobertura en la pulverización.
- Dosificar bien (emplear las concentraciones adecuadas).
- Conocer la plaga objeto del tratamiento.
- Tratar cuando la mayoría de la población de la plaga esté en estado susceptible de ser tratada (larvas jóvenes). (<http://www.iabiotec.com>).

2.14.9. Ventajas de una aplicación con Bacillus thuringiensis (Bt).

- Nula toxicidad para animales superiores y para artrópodos útiles, abejas y abejorros.
- Apto para el manejo en producción integrada y agricultura ecológica.
- No genera resistencia por parte de las plagas.
- Equipos de aplicación convencionales.
- Posibilidad de hacer distintas formulaciones, más potentes y a un menor costo.
- Biodegradables en el medio ambiente.
- No existen efectos dañinos en partes vegetales de las plantas.
- No existe riesgo de manipulación. (<http://www.iabiotec.com>).

2.15. New BT 2X (Bacillus thuringiensis Bt).

NEW BT 2X es una nueva cepa de Bacillus thuringiensis (Bt.) variedad Kurstaki, en fermentación, diseñado para controlar larvas de lepidópteros de los cultivos anuales y perennes. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.1. Grupo Químico del New BT 2X.

Biológico. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.2. Formulación y concentración del New BT 2X.

Polvo humectable, cuya potencia está dada en 32000 Unidades Tóxicas Internacionales (UI) por mg. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.3. Compatibilidad del New BT 2X.

Puede mezclarse con uno o más plaguicidas tales como: Acaricidas, insecticidas, fungicidas, reguladores de crecimiento, surfactantes y pegantes. No se recomienda mezclar con productos altamente alcalinos tales como abonos foliares, caldo bordelés, cal, etc. Si es necesario usar New BT 2X, siga las siguientes instrucciones: Con Indicate regule el pH a 5,0. Mezcle en el tanque y aplique inmediatamente. Use la dosis más baja del producto alcalino. Use el volumen de aspersión más alto posible. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.4. Mecanismo de acción del New BT 2X.

Es un insecticida regulador de crecimiento de los insectos, interfiriendo en la síntesis de quitina (ISQ) en los estados inmaduros. Las larvas afectadas por la acción del Bt, no pueden mudar adecuadamente debido a que no hay desprendimiento de la exuvia vieja, presentándose un reventamiento y la larva muere atrapada en la cutícula. Aquellas larvas que en el momento de la aplicación

estaban muy cerca de la muda, pasarán a la siguiente muda y morirán. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.5. Modo de acción del New BT 2X.

Controla eficazmente los estados larvarios del orden Lepidóptera de dos maneras:

- Parálisis intestinal.- Minutos después que la larva ingiere parte del follaje tratado con la dosis letal de NEW BT 2X, ésta deja de comer. Los daños al cultivo cesan, por la acción de los cristales delta endotoxina que atacan las paredes epiteliales del intestino de la larva, causando una parálisis intestinal. (<http://www.ecuaquimica.com>).
- Septicemia.- Inmediatamente después de la ruptura en la pared intestinal causado por los cristales contenidos en la formulación de NEW BT 2X, las esporas de la bacteria Bacillus thuringiensis (Bt.), penetra en la cavidad del sistema circulatorio abierto, llamado homocelo y comienza a multiplicarse en su forma vegetativa. (<http://www.ecuaquimica.com>).

Una sola bacteria en un período de sólo 12 horas puede llegar a producir 69'000.000.000 de nuevas bacterias. Como resultado de tan alta población en la cavidad circulatoria, las bacterias y el insecto compiten por nutrientes en la sangre. Las larvas se mueren por falta de alimento en 3 – 5 días después de ingerirlo el NEW BT 2X. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.6. Toxicidad del New BT 2X.

Categoría Toxicológica IV. La Agencia de Protección del Ambiente (EPA) de los EE.UU ha clasificado a New BT como un producto exento de los requisitos de tolerancia de residuos en los cultivos, especialmente en los de exportación. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.7. Dosificación y recomendación de uso del New BT 2X.

Cultivo: Maíz.
Plaga: Gusano cogollero
Dosis: 500 – 700 g/Ha (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.8. Principales beneficios de uso del New BT 2X.

- Alta seguridad al hombre, aves, animales domésticos y medio ambiente.
- Selectivo para el control de insectos de la especie de lepidópteros.
- Producto alternativo que evita la resistencia de las plagas.
(<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.9. Presentaciones del New BT 2X.

Tarro de 500 gramos. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.10. Precauciones del New BT 2X.

Durante la preparación y utilización del producto: No comer, no beber o fumar, usar ropa protectora adecuada. Conservar el producto con el envase original etiquetado y cerrado herméticamente. Conservar el producto en un lugar seguro, lejos de los alimentos, niños y animales. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.15.11. Propiedades físicas y químicas del New BT 2X.

- Aspecto : Polvo fino
- Color: Crema claro – Ámbar claro
- Olor: A fermentación
- Estabilidad: 24 meses a 25°C en su envase original herméticamente cerrado.
- Inflamación: No inflamable (<http://www.tqc.com>).

2.16. Lorsban 4E.

Solución Insecticida en los cultivos de Maíz, Sorgo, Plátano, Cambur, Maní, Arroz, Algodón, Caña de Azúcar, Café, Ajonjolí, Pastos, Cebolla, Papa, Pimentón, Tomate y Hortalizas. Es un insecticida líquido de amplio espectro, eficaz y versátil frente a una gran variedad de insectos plagas masticadores (larvas), chupadores (áfidos y candelilla) o aquellos de difícil acceso (barredores y minadores) y que puede ser usado en una gran variedad de cultivos. Puede usarse para control de insectos plagas a nivel del suelo. (<http://www.bioserca.com>).

2.16.1. Grupo Químico del Lorsban 4E.

Organofosforados (Tionofosfatos).

Ingrediente Activo: Clorpirifos. (<http://www.bioserca.com>).

2.16.2. Clase toxicológica del Lorsban 4E.

Moderadamente Tóxico. III. (<http://www.bioserca.com>).

2.16.3. Presentación del Lorsban 4E.

Envase de 1 litro (Cajas de 12 unidades). (<http://www.bioserca.com>).

2.16.4. Formulación del Lorsban 4E.

Concentrado Emulsionable. (<http://www.bioserca.com>).

2.16.5. Concentración del Lorsban 4E.

480 gramos de Ingrediente Activo por Litro. (<http://www.bioserca.com>).

2.16.6. Modo de Acción del Lorsban 4E.

El Clorpirifos inhibe la enzima acetilcolinesterasa en los insectos, responsable de la degradación de la acetilcolina (la acumulación de la misma resulta tóxica para insectos y plagas). (<http://www.bioserca.com>).

2.16.7. Mecanismo de Acción del Lorsban 4E.

Actúa por ingestión, inhalación y contacto. Además su efecto translaminar le confiere características sobresalientes de control sobre una amplia gama de insectos chupadores y masticadores. (<http://www.bioserca.com>).

2.16.8. Dosificación y recomendación de uso del Lorsban 4E.

Cultivo: Maíz.
Plaga: Gusano cogollero
Dosis: 0.75 a 1 L/Ha. (<http://www.bioserca.com>).

2.16.9. Propiedades físicas y químicas del Lorsban 4E.

- Estado físico: Líquido
- Color: Amarillento
- Olor: Olor leve
- Densidad: 1,1 gr/ml
- Viscosidad: 400 mPa.s a 20 °C
- pH: 4,0 - 7,0 a 10 gr/L de agua
- Punto de inflamación: No inferior a 100 °C
- Punto de fusión: 4 °C
- Solubilidad en agua: Miscible
- Temperatura de ebullición: Superior a 200°C. (<http://www.bioserca.com>).

2.17. Curacrón 500 EC.

Es un insecticida translaminar, de amplio espectro, actúa como un veneno de contacto y estomacal, siendo efectivo sobre un amplio rango de insectos chupadores, minadores y masticadores en varios cultivos.

(<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.1. Nombre común del Curacrón 500 EC.

Profenofos. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.2. Solubilidad del Curacrón 500 EC.

20 mg/l en agua a 20°C. Soluble en la mayoría de los solventes.

(<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.3. Formulación y concentración del Curacrón 500 EC.

Emulsión concentrada que contiene 500 gramos de i.a. por litro de producto comercial. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.4. Modo de acción del Curacrón 500 EC.

Curacrón 500 EC, muestra una excelente acción translaminar desarrollando una fuerte acción insecticida por ingestión, así como un buen efecto inicial por contacto y posteriormente residual. La rápida toma o fijación del ingrediente activo por el parénquima foliar de la planta puede ser la razón para la eficacia observada cuando se aplica Curacrón 500 EC antes de la lluvia.

(<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.5. Mecanismo de acción del Curacrón 500 EC.

El efecto de Curacrón 500 EC se basa en la inhibición mediante bloqueo de la actividad enzimática de la colinesterasa (CL). Durante el funcionamiento normal, estas enzimas ponen término a la transmisión del impulso en las sinapsis, haciendo que el transmisor acetilcolina se disocie en sus componentes ineficaces colina-acetato. El bloqueo de la CL provoca la permanencia del sistema nervioso en un estado de excitación constante. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.6. Compatibilidad del Curacrón 500 EC.

Es compatible con la mayoría de insecticidas y fungicidas de Cobre o Caldo de Bordelés. No realice aplicaciones seis días antes, ni cuatro días después de haber rociado propanil. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.7. Margen de seguridad del Curacrón 500 EC.

Ultima aplicación 14 – 21 días antes de la cosecha para garantizar residuos de 0,2 ppm. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.8. Toxicidad del Curacrón 500 EC.

Moderadamente tóxico III. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.9. Presentación del Curacrón 500 EC.

- Envase de 1 litro.
- Envase de 500 cm³.
- Envase de 250 cm³.
- Envase de 100 cm³. (<http://www.ecuaquimica.com>).

2.17.10. Dosificación y recomendación de uso del Curacrón 500 EC.

Cultivo: Maíz.
Plaga: Gusano cogollero
Dosis: 1,0 a 1,5 l/Ha.

2.17.11. Propiedades físicas y químicas del Curacrón 500EC.

- Apariencia: Líquido viscoso
- Color: Amarillo claro a castaño claro
- Propiedades explosivas: No aplicable
- Densidad: 1.165 g/mL. (20 °C)
- Rango de solubilidad: No se determinó (Emulsificable).
(<http://www.ecuaquimica.com>).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. MATERIALES.

3.1.1. Ubicación del experimento.

El presente trabajo de investigación se realizó en el predio denominado “La pequeña Soledad”, de propiedad del Sr. Enrique Icaza Barragán ubicada en el Km. 9,3 de la vía Ricaurte - Caluma, del recinto San José de Pijullo, de la parroquia Ricaurte, cantón Urdaneta, provincia Los Ríos.

3.1.2. Situación geográfica y climática.

Altitud:	36 m.s.n.m.
Latitud:	01°35'31,48" S.
Longitud:	79°23'30,26" W.
Temperatura máxima:	29,6°C.
Temperatura media:	24,9°C.
Temperatura mínima:	20,2°C.
Precipitación promedio anual:	2791mm.
Heliofanía (H/L) año:	804,7 horas
Humedad relativa:	82%

Fuente: Ilustre Municipio de Urdaneta. 2010.

3.1.3. Zona de vida.

De acuerdo a la Zona de Vida es de Bosque Muy Húmedo Tropical (bmHT). (<http://www.magap.gob>).

3.1.4. Material experimental.

Se utilizaron a los siguientes materiales experimentales:

Híbrido de Maíz INIAP H-553.

New BT 2X (Bacillus thuringiensis Bt)

Lorsban 4E (Clorpirifos) + arena de río en cebo.

Curacrón 500 EC. (Profenofos).

3.1.5. Materiales de campo.

Machete, garabato, espeque, rastrillo, flexo metro, piola, estacas, plástico, baldes, tanques de 200 litros, libreta de campo, bomba de mochila, vaso medidor, cuchara medidora, letreros, alambre de púas, herramientas manuales, calibrador de Vernier, fundas de papel, arena y saquillos.

Fertilizantes Granulados: Urea y Muriato de Potasio.

Fertilizantes Foliare: Evergreen y Bes-K.

Fijador: Agrofix.

Insecticidas Químicos: Profenofos (Curacrón 500 EC), Clorpirifos (Lorsban 4E).

Insecticida Biológico: Bacillus thuringiensis (Bt.) (New BT 2X). Estos insecticidas empleados de acuerdo a los tratamientos que se estudiaron.

Fungicida: Cloronitrilo (Daconil 720 FW), usado para el control de la cinta roja (Spiroplasma kunkelli)

3.1.6. Materiales de oficina.

Computadora, calculadora, esferográficos, lápices, regla, borrador, papel boon, pendrive, cámara digital, impresora, computador, escáner, GPS y determinador portátil de humedad (GRAIN MOISTURE TESTER).

3.2. METODOS.

3.2.1. Tratamientos.

Se validaron cuatro tratamientos y un testigo, según el siguiente detalle:

Trat. No.	Detalles			
	Descripción	N. Comercial / N. Común	Dosis/ Ha	Dosis/ parcela
T1	Testigo Absoluto	Sin control	---	---
T2	Testigo Químico del Agricultor	Curacrón 500 EC / Profenofos	1000 cc/200 L agua	8 cc
T3	Lorsban 4E + Arena	Lorsban 4E / Clorpirifos	50 cc. + 45360 gr	0,4 cc. + 362,55 gr
T4	<u>Bacillus thuringiensis</u> + Agua	New BT 2X / Biológico	500 cc/200 L agua.	4 cc
T5	<u>Bacillus thuringiensis</u> + Arena	New BT 2X / Biológico	500 cc. + 45360 gr	4 cc. + 362,55 gr.

3.2.2. Procedimiento.

- Tipo de Diseño Experimental: DBCA.
- Número de Tratamientos: 5.
- Número de Repeticiones: 4.
- Número de Unidades Experimentales: 20.
- Área Total de la Parcela: $10,0 \text{ m} \times 8,0 \text{ m} = 80,00 \text{ m}^2$.
- Área Neta de la Parcela: $5,0 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} = 16,00 \text{ m}^2$.
- Área Total del Ensayo: $20 \times 80,0 \text{ m}^2 = 1.600 \text{ m}^2$.
- Área Neta Total del Ensayo: $20 \times 16,0 \text{ m}^2 = 320,00 \text{ m}^2$.
- Área Total del Ensayo con caminos: $62,0 \text{ m} \times 42,0 \text{ m} = 2604,00 \text{ m}^2$.
- Número de Hileras / parcela total: 10.

- Número de Hileras / parcela neta: 4.
- Número de plantas / parcela total: 500.
- Número de plantas / parcela neta: 100.
- Densidad poblacional total: 20 x 500 = 10.000 plantas.
- Densidad poblacional neta: 20 x 100 = 2.000 plantas.

3.2.3. Tipos de análisis.

- Análisis de Varianza según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad	CME*
Bloques (r-1)	3	1^2e+5 1 ² bloques
Tratamiento (t-1)	4	$1^2e+4\theta^2t$
Error experimental (r-1) (t-1)	12	1^2e
TOTAL	20	

* Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos Seleccionados por el investigador.

- Pruebas de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno (TMR%).

3.2.4. Métodos de evaluación y datos tomados.

3.2.4.1. Porcentaje de emergencia (PE).

Esta variable se evaluó en toda la parcela en un período de tiempo comprendido entre los 5 a 12 días después de la siembra. Se contaron todas las plántulas emergidas y en base al número de semillas sembradas se expresó en porcentaje.

3.2.4.2. Evaluación de la incidencia del ataque de Spodoptera frugiperda.

En la etapa vegetativa del maíz, se evaluó la incidencia del ataque de acuerdo a la siguiente escala visual:

Escala	Característica del daño	Días a evaluar/parcela				
		20	25	30	35	40
1	Ningún daño visible, o solamente de 1-3 daños en forma de ventana					
2	Más de 3 daños en forma de ventana, y/o 1-3 daños menores de 10 mm					
3	Más de 3 daños menores de 10 mm, y/o 1-3 daños mayores de 10 mm					
4	De 3-6 daños mayores de 10 mm, y/o verticilo destruido más del 50 %					
5	Más de 6 daños mayores de 10 mm, y/o verticilo totalmente destruido					

(Fernández, J.L. y Expósito, I.E. 2000).

3.2.4.3. Días a la floración femenina (DFF).

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de las parcelas netas presenten la flor femenina en las axilas.

3.2.4.4. Días a la cosecha (DC).

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando el maíz estuvo en madurez fisiológica; es decir la base del embrión del grano presente un color café oscuro.

3.2.4.5. Longitud de la mazorca (LM).

Con la ayuda de un flexómetro, se midió en cm. la longitud de 100 mazorcas tomadas al azar en la parcela neta, cuando el cultivo estuvo en la fase de madurez fisiológica.

3.2.4.6. Diámetro de la mazorca (DM).

Con la ayuda de un calibrador de Vernier, se midió en la parte media de la mazorca el diámetro en cm de 100 mazorcas tomadas al azar al momento de la cosecha.

3.2.4.7. Peso por parcela (PP).

Una vez cosechado toda la parcela neta en madurez fisiológica, las mazorcas se pesaron en una balanza de reloj en Kg/parcela.

3.2.4.8. Porcentaje de humedad (PH).

Se tomó una muestra de 200 gramos de maíz desgranado de cada parcela neta, y se determinó la humedad en el laboratorio del Centro de Acopio “Potosí – Agroxven”, con un determinador portátil de humedad y su valor fue expresado en porcentaje.

3.2.4.9. Sanidad de mazorcas (SM).

Una vez cosechado las mazorcas de cada parcela neta, se evaluó la sanidad mediante la siguiente escala:

Valor	Descripción
1	Completamente Sana
2	5 - 10% de mazorcas dañadas
3	11 - 15% de mazorcas dañadas
4	16 - 20% de mazorcas dañadas
5	Mayor de 20% de daño

(CIMMYT. 1998)

3.2.4.10. Porcentaje de desgrane (PD).

En el momento de la cosecha en cada parcela se tomó una muestra de 10 mazorcas, las mismas que se pesaron en Kg (P_1), luego se desgranaron y se pesaron el grano (P_2) y se calculó el porcentaje de desgrane mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{P_2}{P_1} \times 100 \text{ (Monar, C. 2000).}$$

3.2.4.11. Rendimiento en Kg/Ha. (RH_a).

El rendimiento por hectárea se calculó, mediante la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{Ha}}{\text{ANC m}^2/1} \times \frac{100 - \text{HC}}{100 - \text{HE}} \times D; \text{ donde:}$$

R = Rendimiento en Kg./ha, al 14% de humedad.

PCP = Peso de Campo por Parcela en Kg.

ANC = Área Neta Cosechada en m².

HC = Humedad de Cosecha (%).

HE = Humedad Estándar (14%).

D = Porcentaje de desgrane (%) (Monar, C. 2000).

3.2.5. Manejo del ensayo.

3.2.5.1. Análisis químico del suelo.

Treinta días antes de la siembra, se tomó una muestra del suelo con la ayuda de una pala a una profundidad de 0.30 m. Se realizó un análisis químico completo para determinar los macro y micro nutrientes y de Materia Orgánica, en el Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP. 2011).

3.2.5.2. Preparación del suelo.

Antes de la siembra, se procedió a aplicar Glifosato en una dosis de 3L/Ha. La siembra del cultivo de maíz se consumó en labranza de conservación.

3.2.5.3. Demarcación de las hileras y de los hoyos o golpes.

La demarcación de las hileras y de los hoyos se hicieron con la ayuda de una piola y de dos estacas, separadas a 0.80 m entre hileras o surcos y 0.20 m entre golpes u hoyos.

3.2.5.4. Siembra en labranza cero.

Esta actividad se hizo en los sitios demarcados en las hileras y en cada hoyo o golpe, con la ayuda de un espeque para realizar los hoyos. La siembra se practicó en forma manual depositando 2 semillas por golpe.

3.2.5.5. Tapado de la semilla.

El tapado de la semilla se ejecutó en forma manual con la ayuda de un rastrillo.

3.2.5.6. Raleo.

El raleo se hizo en forma manual a los 15 días después de la siembra, dejando una planta por sitio.

3.2.5.7. Fertilización química.

En base a los resultados del análisis químico del suelo y recomendaciones del INIAP. 2010, se aplicó la dosis de 120 Kg/Ha de N y 60 Kg/Ha de Muriato de Potasio.

Esta fertilización se fraccionó el 50% a los 15 días después de la siembra y el restante 50% a los 35 días.

El fertilizante se aplicó a un costado de las plantas en el borde lateral y se tapó con una capa de suelo en capacidad de campo.

3.2.5.8. Controles fitosanitarios para Spodoptera frugiperda.

Los controles se realizaron a los 15, 30, 45 y 60 días de acuerdo a cada uno de los tratamientos establecidos según el siguiente detalle:

Trat. No.	Detalles			
	Descripción	N. Comercial / N. Común	Dosis/ Ha	Dosis/ parcela
T1	Testigo Absoluto	Sin control	---	---
T2	Testigo Químico del Agricultor	Curacrón 500 EC / Profenofos	1000 cc/200 L agua	8 cc
T3	Lorsban 4E + Arena	Lorsban 4E / Clorpirifos	50 cc. + 45360 gr	0,4 cc. + 362,55 gr
T4	<u>Bacillus thuringiensis</u> + Agua	New BT 2X / Biológico	500 cc/200 L agua.	4 cc
T5	<u>Bacillus thuringiensis</u> + Arena	New BT 2X / Biológico	500 cc. + 45360 gr	4 cc. + 362,55 gr.

3.2.5.9. Control de malezas.

Se realizó una sola vez con el herbicida de nombre comercial Dual Gold y de grupo común S - Metolaclor en la pre-emergencia en una dosis mediana de 1,25 L/Ha., el mismo que es un herbicida selectivo, pre-emergente sistémico, que combate un amplio rango de malezas, gramíneas y ciperáceas en el cultivo del maíz. (<http://www.ecuaquimica.com>).

Luego de los 15 días posteriores de la fumigación se realizaron controles de malezas de forma manual con la ayuda de machetes, con intervalo de tiempo de cada 8 días hasta que se cumpla con el ciclo vegetativo del cultivo.

3.2.5.10. Cosecha.

Se realizó en forma manual una vez que el cultivo alcanzó su estado de madurez fisiológica. La cosecha se realizó en cada unidad experimental, cuando la base del embrión presentó un color café oscuro

3.2.5.11. Deshoje.

Esta actividad se efectuó en forma manual quitando las brácteas u hojas de las mazorcas, cuando el grano llegó a madurez fisiológica, es decir la base del embrión tomó un color café oscuro (Monar, C. 2009).

3.2.5.12. Desgrane.

Una vez que las mazorcas, estuvieron sin las brácteas, el desgrane se hizo en forma manual, desgranando el total de las mazorcas de cada unidad experimental.

3.2.5.13. Secado.

Se efectuó en un tendal con la ayuda de la energía solar hasta cuando el grano tuvo un contenido de humedad del 13%. Este contenido de humedad, se evaluó con un Determinador Portátil de Humedad.

3.2.5.14. Aventado.

Una vez que el grano estuvo seco y con el 13% de humedad, se procedió al aventado en forma manual con la ayuda del viento, mismo que permitió separar las impurezas físicas o restos vegetales del grano.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Cuadro No. 1. Resultados de la Prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de tratamientos (Alternativas de control de S. frugiperda) en los componentes del rendimiento del maíz híbrido INIAP-553 en la localidad de Pijullo, cantón Urdaneta. 2011.

1. Componentes del rendimiento	TRATAMIENTOS					Media General	CV (%)
	T3	T1	T5	T4	T2		
Porcentaje de emergencia (PE) (NS)	T3	T1	T5	T4	T2	97,60	1,52
	99,00 A	98,00 A	97,52 A	97,52 A	96,50 A		
Incidencia de <u>Spodoptera frugiperda</u> a los 20 días (**)	T1	T2	T4	T3	T5	1,6 (2)	18,92
	2,75 A	2,00 B	1,25 C	1,00 C	1,00 C		
Incidencia de <u>Spodoptera frugiperda</u> a los 25 días (**)	T1	T2	T4	T3	T5	1,8 (2)	21,52
	3,25 A	2,25 B	1,25 C	1,25 C	1,00 C		
Incidencia de <u>Spodoptera frugiperda</u> a los 30 días (**)	T1	T2	T4	T3	T5	2,45 (3)	13,43
	4,00 A	3,25 B	2,00 C	1,75 CD	1,25 D		
Incidencia de <u>Spodoptera frugiperda</u> a los 35 días (**)	T1	T2	T4	T3	T5	2,85 (3)	15,36
	4,25 A	3,25 B	2,50 BC	2,25 C	2,00 C		
Incidencia de <u>Spodoptera frugiperda</u> a los 40 días (**)	T1	T2	T4	T3	T5	3,45 (2)	21,98
	4,75 A	4,25 A	3,50 AB	2,50 B	2,25 B		
Días a Floración (DF) (**)	T1	T2	T4	T5	T3	56,50	0,63
	58,25 A	57,00 B	56,00 C	55,75 C	55,50 C		
Días a la Cosecha (DC) (**)	T1	T2	T4	T5	T3	112,25	0,36
	114,00 A	113,00 B	111,75 C	111,50 C	111,00 C		
Longitud de la Mazorca (LM) (**)	T3	T5	T4	T2	T1	14,29	2,11
	16,56 A	15,58 B	15,42 B	13,44 C	10,43 D		
Diámetro de la Mazorca (DM) (**)	T3	T5	T4	T2	T1	4,34	3,58
	4,92 A	4,86 A	4,84 A	3,86 B	3,21 C		
Sanidad de la Mazorca (SM) (**)	T1	T2	T4	T5	T3	2,5 (3)	16,33
	4,50 A	3,00 B	2,00 C	1,50 C	1,50 C		
Porcentaje de Desgrane (PD) (**)	T4	T3	T2	T5	T1	0,89	1,67
	0,92 A	0,91 A	0,90 AB	0,87 BC	0,84 C		
Rendimiento en Kg/ha (RH) (**)	T3	T4	T5	T2	T1	7619,2	5,01
	8727 A	8564 A	8307 A	7112 B	5386 C		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferente al 5%. NS = No Significativo. ** = Altamente Significativo al 1%. CV = Coeficiente de Variación

- TRATAMIENTOS (Alternativas de Control del Gusano Cogollero).
 - La respuesta de los tratamientos evaluados (alternativas tecnológicas) en cuanto a las variables Incidencia de *S. frugiperda* a través del tiempo; ciclo del cultivo; Longitud y diámetro de las mazorcas; Sanidad de las mazorcas; porcentaje de desgrane y el rendimiento de maíz en Kg/ha, fueron muy diferentes (**), con excepción de la variable porcentaje de emergencia que fue no significativo (Cuadro No. 1).
 - La variable PE, está relacionada principalmente a la calidad de la semilla y condiciones bioclimáticas y edáficas favorables para el proceso de germinación y emergencia de las plántulas en el campo. En promedio general se registró un 97,60% de PE lo cual es un indicador de buena calidad y viabilidad de la semilla (Cuadro No. 1)
 - En relación a la variable incidencia del gusano cogollero evaluado a través del tiempo (de los 20 a 40 días después de la siembra) en base a una escala de 1 a 5; el tratamiento T1 (Testigo absoluto sin control); presentó el mayor daño, mismo que se incrementó a través del tiempo con lecturas de 2,75 (3) a los 20 días; 3,25 a los 25 días; 4 a los 30 días; 4,25 a los 35 días y 4,75 (5) a los 40 días (Cuadro No. 1); es decir a mayor tiempo, se incrementó la población de la plaga y por tanto mayor fue el daño llegando a una evaluación o registró de 4,75 (5) que significa más de 6 daños mayores a 10 mm y/o verticilos totalmente destruidos (Fernández, J.L y Expósito, I. E. 2000).
 - El daño que causan las larvas de *S. frugiperda* es por masticación, dando como efecto la reducción del área foliar, menor eficiencia de la tasa de fotosíntesis, retraso en la floración y reducción del rendimiento de materia seca del grano (Monar, C. 2011. Comunicación Personal).
 - El daño registrado únicamente con la aplicación de Profenofos (T2) en una dosis de un litro/ha y por tres aplicaciones que realiza el productor en la fase vegetativa

del cultivo, no resultó eficiente por que se registraron lecturas de 2,00 a 4,25 a los 40 días (Cuadro No. 1). Esto quiere decir de 3 a 6 daños mayores a 10 mm, y/o verticilos destruidos en un 50%. Quizá la baja efectividad del insecticida Profenofos, se debe a que la plaga adquirió resistencia, factores bioclimáticos adversos, forma de aplicación deficiente, etc. La temperatura, la cantidad y calidad de luz solar y entre otros son factores que inciden en la eficiencia del control. Si llueve con alta intensidad y frecuencia después de una aplicación de insecticida, se reduce la eficiencia de control.

- El tratamiento T4 (*Bacillus thuringiensis*) en dosis de 500 cc/ha), presentó menor incidencia de daños en comparación al testigo y al control químico con Profenofos con lecturas que fueron de 1,25 a los 20 días a 3,5 (4) a los 40 días (Cuadro No. 1).

- El tratamiento T3 (Clorpirifos 50 cc en 45 Kg de arena) conjuntamente con el T5 (*Bacillus thuringiensis* en dosis de 500 cc en 45 Kg de arena), resultaron ser los más eficientes para el control de larvas de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz a través del tiempo con lecturas inferiores a 2,50 (3) es decir con daños de 1 -3 y mayores a 10 mm.

El tratamiento T3 presentó lecturas de 1 a 2,25 esto quiere decir de 1 a 3 daños menores a 10 mm (Cuadro No. 1).

- El insecticida Clorpirifos en dosis de 50 cc en 45 Kg de arena lavada de río y el Bt en dosis de 500 cc en 45 Kg. de arena, aplicados en forma localizada en los verticilos de maíz, fueron más eficientes como cebos en comparación al Profenofos y el Bt aplicados en solución líquida, permanece mayor tiempo en los verticilos, no se lava fácilmente con la lluvia, son más estables las moléculas del insecticida por el medio sólido (arena), mayor eficiencia de control de larvas por asfixia (falta de oxígeno) y entre otros.

- Estos resultados de eficiencia de control con Clorpirifos 50 cc en 45 Kg de arena y Bt 500 cc en arena, son similares a los reportados por INIAP, 2005. Estas

alternativas de control para larvas de *S. frugiperda* en maíz, han demostrado su validez en la zona agro ecológica de Ricaurte. Además con estas opciones tecnológicas, se reduce el uso de Insecticidas como el Profenofos, Clorpirifos a 50 cc/ha en 45 Kg de arena versus las dosis comerciales que son de 1 a 2 l/ha y en tres aplicaciones. El uso de Bt, es una alternativa de uso mundial como parte del control integrado de plagas en el maíz y forma parte de la tecnología de punta de Monsanto para reemplazar el uso de insecticidas en ciertas plagas como el *S. frugiperda* en el maíz.

- Los insecticidas Profenofos y Clorpirifos actúan por ingestión, inoculación y contacto. Estos inhiben la enzima acetilcolinesterasa en los insectos.

La ventaja de Bt frente al insecticida es que se presenta alta seguridad al hombre, aves, animales domésticos y medio ambiente. Selectivo para el control de insectos de la especie de Lepidópteros. Producto alternativo que reduce la resistencia de las plagas. No quedan residuos en los cultivos lo que contribuye a la inocuidad alimentaria (<http://www.tgc.com>).

- En esta investigación se comprueba la mayor eficiencia del control de *S. frugiperda* con Bt quizá porque produjo una parálisis intestinal, es decir las larvas dejan de alimentarse. Una vez ingerido el tejido de las hojas de maíz tratadas con Bt por acción de los cristales delta endotoxina que atacan las paredes epiteliales del intestino de la larva, estos dejan de comer. Inmediatamente después de la ruptura de la pared intestinal causada por los cristales contenidos en la formulación de NEW BT 2X, las esporas de las bacterias *B. thuringiensis*, penetra en la cavidad del sistema circulatorio abierto, llamado homocelo y comienza a multiplicarse en su forma vegetativa. Una sola bacteria en un período de solo 12 horas puede llegar a producir 69 millones de nuevas bacterias; por tanto bacterias e insectos compiten por nutrientes en la sangre. Las larvas se mueren por falta de alimento en 3 a 5 días después de ingerir el NEW BT 2X (<http://www.tgc.com>).

- Con base a estos resultados científicos, se infiere por qué el tratamiento T5 fue más eficiente en el control del lepidóptero *S. frugiperda*.

- El ciclo del cultivo de maíz INIAP H-553, también se afectó con la plaga *S. frugiperda*. A mayor daño en la fase vegetativa, se alargó el ciclo y esta respuesta es lógica porque la planta tiene que recuperarse del daño para emitir, nuevos verticilos por tanto se retrasa la floración y por ende los días a la cosecha sea en choclo y en seco.

- Mayor ciclo de cultivo o tardío, se registró en el tratamiento testigo sin control en el mismo que hubo mayor daño con 58,25 DF y 114 DC (Cuadro No. 1).

- En relación a la sanidad de las mazorcas existió una relación directa con la incidencia de *S. frugiperda*, osea a mayor daño de planta por esta plaga, mayor fue el daño de mazorcas aunque en la SM influyen también otras plagas como *Heliothis zea*, *Euxesta eluta* y varias especies de hongos como *Fusarium sp*, *Verticillium sp*, etc. Son determinantes también las condiciones bioclimáticas, las características varietales del Híbrido INIAP H-553, entre otros (Monar, C. 2011. Comunicación Personal).

- Mayor daño de mazorca se registró en los tratamientos T1 (Testigo absoluto) y en el T2 (Control químico con Profenofos) con valores de 4,5 (5) y 3,0 lo que de acuerdo a la escala significativa un daño mayor al 20% de las mazorcas y del 16 al 20% de mazorcas dañadas (CIMMYT. 1998). (Cuadro No. 1).

Los tratamientos con daños menores al 10% de mazorcas se presentaron en los tratamientos T5 y T3 (Cuadro No. 1).

- En las variables o factores como Longitud de la Mazorca (LM) y Diámetro de la Mazorca (DM), los valores promedios más elevados se presentaron en el tratamiento T3 (Clorpirifos en dosis de 50 cc en 45 Kg de arena) y en el T5 (New Bt 2x) con 16,56 cm. y 15,58 cm. de LM y 4,92 y 4,86 cm en DM (Cuadro No. 1). Los promedios menores se presentaron en el T1 (Testigo) (Cuadro No. 1). Estos resultados tienen una relación directa con la sanidad de las plantas y de mazorca; es decir a menor incidencia de *S. frugiperda*, mayor vigor y desarrollo de plantas

de maíz, y por lo tanto mazorcas más largas y más gruesas y mayor porcentaje de desgrane de mazorcas de maíz. (Cuadro No. 1).

- Adicionalmente los componentes del rendimiento LM; DM; PD, son características varietales y dependen de su interacción genotipo ambiente. Son determinantes la temperatura, la humedad, la cantidad y calidad de luz solar, la tasa de fotosíntesis, nutrición y sanidad del cultivo (Monar, C. 2011. Comunicación Personal).

- El Porcentaje de Desgrane (PD) en promedio general se cuantificó en 0,89, osea que de cada 100 Kg de mazorca, 89 Kg son grano y 11 Kg peso de tusas. Los promedios mayores correspondieron al T4 con 0,92 y el T3 con el 0,91 (Cuadro No. 1).

- Con relación al rendimiento de maíz H-553 evaluado en Kg./ha al 13% de humedad los rendimientos promedios más altos se evaluaron en los tratamientos T3 con 8727 kg/ha; T4 con 8564 Kg/ha y en el T5 con 8307 Kg/ha. El promedio menor se registró en el testigo absoluto (T1) con 5386 Kg/ha. (Cuadro No. 1).

Estos resultados son similares a los reportados por INIAP. 2010 con el H-553 en trabajos de investigación y validación en la provincia de Los Ríos y Guayas, mismos que reportan rendimientos de 9945 Kg/ha en época de invierno y 7830 Kg/ha en verano.

- Se presentó una estrechez directa y positiva entre el rendimiento de maíz y la incidencia de la plaga; es decir mayor sanidad, mayor rendimiento, además mazorcas más largas y gruesas, con mayor sanidad del grano y porcentaje de desgrane más alto, mayor rendimiento de maíz.

- Otros factores que inciden en el rendimiento final del grano son: varietales y su interacción genotipo ambiente. Influye directamente la nutrición del cultivo, los caracteres físicos (Textura, estructura, porosidad, agregados, compactación); químicos (pH, materia orgánica, macro y micro nutrientes, conductividad

eléctrica, sumatoria de bases, relación carbono/nitrógeno, etc.) y biológicas del suelo como los macro y micro organismos. Influye la temperatura, la humedad del suelo, la cantidad y calidad de luz solar, el fotoperíodo, la tasa de fotosíntesis, el índice de área foliar, el índice de cosecha, Adenosina Difostato (ADP); Adenosina Trifostato (ADT) (hidratos de carbono), el contenido de proteína (N), etc. (Monar, C. 2011. Comunicación Personal).

- En la zona agroecológica del Cantón Ricaurte tiene las características bioclimáticas y edáficas favorables para el cultivo de maíz duro y con Buenas Prácticas de Manejo (BPM), control integrado de plagas, si es posible obtener rendimientos de 192 quintales u 8,73 TM/ha, mejorando la productividad y competitividad del cultivo de maíz duro, pues los datos del censo del año 2001 y 2010 apenas reportan 3,0 TM/ha, causando un déficit de 600.000 TM/ha de maíz duro y apenas producimos 580.000 TM/ha. La demanda nacional de los diferentes segmentos de la cadena del maíz es de 1'200.000 TM/ha (Monar, C. 2011. Comunicación Personal).

2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV).

El CV es un estadístico que indica la variabilidad de los resultados y se expresa en porcentaje. Investigadores como Beaver, J. y Beaver, L. 2000, indican que el valor del CV en variables que están bajo el control del investigador tiene que ser inferiores al 20% y en componentes que tienen una fuerte dependencia del ambiente como el clima, plagas, vientos, el valor del CV puede ser mayor a 20%.

En esta investigación en variables que estuvieron bajo el control del investigador, se calcularon valores del CV muy inferiores al 20% por lo tanto las conclusiones, recomendaciones e inferencias son válidas para esta zona agroecológica y época de siembra.

3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN.

Cuadro No. 2. Resultados del análisis de Correlación y regresión lineal de las variables independientes que presentaron significancia estadística con el rendimiento de maíz evaluado en Kg/ha al 13% de humedad.

Componentes del rendimiento (Variables independientes)	Coefficiente de correlación “r”	Coefficiente de regresión “b”	Coefficiente de Determinación (R ²) (%)
Incidencia de <i>S. frugiperda</i> a los 20 días	- 0,881 **	- 1547,80**	78
Incidencia de <i>S. frugiperda</i> a los 25 días	- 0,845 **	- 1177,20 **	72
Incidencia de <i>S. frugiperda</i> a los 30 días	- 0,879 **	- 1059,70 **	77
Incidencia de <i>S. frugiperda</i> a los 35 días	- 0,805 **	- 1143,20 **	65
Incidencia de <i>S. frugiperda</i> a los 40 días	- 0,657 **	- 730,86 **	43
Días a la Floración	- 0,951**	- 1144,90 **	90
Días a la Cosecha	- 0,861 **	- 943,52 **	74
Sanidad de Mazorca	- 0,939 **	- 1006,80 **	88
Longitud de Mazorca	0,962 **	566,10 **	93
Diámetro de Mazorca	0,947 **	1751,10 **	89
Porcentaje de Desgrane	0,752 **	309,84 **	57
Regresión múltiple (R ²) de reducción del Rto = 73%. R ² de incremento del Rto =80%.			

** = Altamente Significativa al 5%.

- COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)

Se presentó una estrechez altamente significativa negativa entre las variables independientes como Incidencia de *S. frugiperda* a través del tiempo, el ciclo de cultivo (DF y DC) y sanidad de mazorcas versus el rendimiento. Se presentó una correlación fuerte y positiva entre las variables LM; DM y PD versus el rendimiento. (Cuadro No. 2).

Correlación en su concepto más sencillo no es más que la relación o estrechez positiva o negativa entre dos o más variables y su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades (Monar, C. 2011. Comunicación Personal).

- COEFICIENTE DE REGRESIÓN (b)

Regresión es el incremento o disminución del rendimiento de maíz evaluado en Kg/ha al 13% de humedad por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s).

Las variables que redujeron el rendimiento de maíz en esta investigación fueron la mayor incidencia de daño de *S. frugiperda* a través del tiempo (20 a 40 días), aumento del ciclo de cultivo (más tardío), y el nivel de daño de las mazorcas de maíz. Los componentes que incrementaron el rendimiento de maíz fueron mazorcas más largas, de mayor diámetro y valor más elevado del porcentaje de desgrane (Cuadro No. 2).

- COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R^2)

En R^2 , es un estadístico que se expresa en porcentaje y nos explica en cuanto disminuyó o se incrementó el rendimiento de la variable independiente por efecto en este caso de la plaga *S. frugiperda*, ciclo del cultivo, sanidad de mazorca; LM y PD.

El valor máximo del R^2 es 100% y mientras valores más cercanos al 100%, mejor ajuste de la línea de regresión: $Y = a+bx$.

El 73% de reducción del rendimiento de maíz fue debido a una mayor incidencia de *S. frugiperda*, ciclo más tardío de tratamientos y mayor daño de mazorcas. El 80% de incremento del rendimiento de maíz, fue debido a mazorcas más largas y gruesas y mayor porcentaje de desgrane.

4. ANÁLISIS ECONÓMICO (AE).

El AE, se realizó tomando en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento como son la mano de obra; insecticidas; New BT 2X, arena de río y envases. El precio de venta del maíz INIAP-H-553 del año 2010 se fijó en 0,36 centavos por Kg.

Cuadro No. 3.1. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).

VARIABLE	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento promedio en Kg/ha	5386	7112	8727	8564	8307
Rendimiento ajustado 10% Kg/ha	4847	6401	7854	7708	7476
Ingreso Bruto \$/ha	1744,92	2304,36	2827,44	2774,88	2691,36
Costos que varían en cada tratamiento \$/ha					
Mano de obra \$/ha	0	60,00	100	60,00	100
Insecticida Profenofos \$/ha	0	67,50	0	0	0
Insecticidas Clorpirifos + Arena \$/ha	0	0	7,80	0	0
New BT-2X \$/ha	0	0	0	44,10	0
New BT-2X + Arena \$/ha	0	0	0	0	50,10
Envases \$/ha	23,00	50,00	52,00	51,00	50,00
TOTAL COSTOS QUE VARÍAN/TRAT \$/ha	32,00	177,50	159,80	155,10	200,10
TOTAL BENEFICIOS NETOS/TRAT \$/ha	1712,92	2126,86	2667,64	2619,78	2491,26

Cuadro No. 3.2. Análisis de Dominancia.

Tratamiento No.	Total costos que varían \$/ha	Total beneficios netos \$/ha
T1	32,00	1712,92
T4	155,10	2619,78
T3	159,80	2667,64
T2	177,50	2126,80 D
T5	200,10	2491,26 D

D = Tratamiento Dominado

Cuadro No. 3.3. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.

Tratamiento No.	Total costos que varían \$/ha	Total beneficios netos \$/ha	TMR %
T1	32,00	1712,92	737
T4	155,10	2619,78	1018
T3	159,80	2667,64	

- ANÁLISIS ECONÓMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL (AEPP).

Este análisis se realizó aplicando la metodología de Perrint, T. et. al. 1988., en que toma en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento.

El costo de un jornal día se calculó en \$ 10. Para los tratamientos T2 y T4 se utilizaron 6 jornales para tres aplicaciones (2 jornales/aplicación y por Ha).

En los tratamientos T3 y T5 se utilizaron 10 jornales para tres aplicaciones del sebo arena más Clorpirifos (T3) y New Bt 2X (T5).

Para el T2 se utilizó Profenofos 3 litros para tres aplicaciones (\$ 22,50 c/litro). Para el T3 se utilizó únicamente 150 cc en tres aplicaciones y 3 sacos de arena de río por 3 aplicaciones con un costo estimado de \$ 7,80/3 aplicaciones (Insecticida Clorpirifos \$ 11,90/litro y arena un quintal \$ 2).

Para el T4 se consideró el precio de New Bt 2X (\$ 14,70/500 gramos y por tres aplicaciones). Para el T5 se incluyó el costo de New Bt 2X y la arena de río. El costo de los envases fue de 30 centavos y la capacidad de cada saco de 45 Kg.

Con base a estos costos que varían en cada tratamiento, la alternativa tecnológica con el Beneficio Neto (\$/ha) más alto fue el T3 con \$ 2667,64/ha

(T3: Clorpirifos: 50 cc en 45 Kg de arena aplicado como sebo); seguido del T4 (500 gr de New Bt 2X/ha en tres aplicaciones) con \$ 2619,64/ha (Cuadro No. 4.1).

- ANÁLISIS DE DOMINANCIA.

Con este análisis los tratamientos que fueron dominados fueron el T2 (Profenofos en dosis de 1 l/ha y por tres aplicaciones) y el T5 (New Bt 2X como cebo con arena) (Cuadro No. 4.2). Estos tratamientos fueron dominados el T2 por un menor rendimiento y el T5 se incrementaron los costos que varían en el tratamiento como fue la mano de obra y la arena de río (Cuadro No. 4.2).

- TASA MARGINAL DE RETORNO (TMR%).

La TMR se cálculo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{TMR} = \frac{\Delta\text{BN}}{\Delta\text{CV}} \times 100; \text{ donde:}$$

ΔBN = Incremento en beneficios netos \$/ha.

ΔCV = Incremento en costos que varían \$/ha. (Perrint, T. et. al. 1998).

Con el cálculo de la TMR, se validaron dos alternativas tecnológicas apropiadas para el control de *S. frugiperda*, el T3: Cebo de Clorpirifos 50 cc en 45 Kg de arena y el T4: New Bt 2X en dosis de 500 gramos/ha. Con el T3 se calculó una TMR de 1018% y con el T4 un valor de 737%. Esto quiere decir que el agricultor por cada dólar invertido tomando en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento tendría una ganancia de \$ 10,18 y 7,37 respectivamente (Cuadro No. 4.3). Además estas opciones tecnológicas permiten reducir drásticamente la dosis de insecticida de 3 litros/ha en tres frecuencias de aplicación a 50 cc de Clorpirifos más 45 Kg de arena/ha y por aplicación. El New Bt 2X, es un producto biológico lo que no produce

contaminación del medio ambiente. Además con estas opciones tecnológicas reducimos costos de producción, son amigables con el ambiente y mayor seguridad alimentaria.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

Con base a los resultados de los análisis estadísticos, agronómicos y económicos se sintetizan las siguientes conclusiones:

- La respuesta de los tratamientos en cuanto a las variables evaluadas fueron muy diferentes en la zona agroecológica de Ricaurte.
- El rendimiento promedio más alto de maíz evaluado en Kg/ha al 13% de humedad fue en el T3 (cebo de Clorpirifos más arena de río) con 8727 Kg/ha y en el T4 (New Bt 2X) con 8564 Kg/ha.
- Las alternativas tecnológicas con mayor eficiencia de control de S. frugiperda en el cultivo de maíz INIAP H-553 fueron el T3 (cebo de Clorpirifos más arena de río) y el uso de New Bt-2X, con daños en la escala entre 1 y 2, es decir daños en las hojas entre 1 y 2 y menores a 10 mm.
- Los componentes del rendimiento que incrementaron la producción de maíz evaluado en Kg/ha al 13% de humedad fueron mazorcas más largas, gruesas, promedios más altos de porcentaje de desgrane y mayor sanidad.
- Los indicadores que redujeron el rendimiento de maíz fueron una mayor incidencia de S. frugiperda, ciclo de cultivo más tardío y mazorcas con mayor daño del grano.
- Económicamente las alternativas tecnológicas con valores más elevados de la TMR fueron el T3 (cebo de Clorpirifos más arena de río) con 1018% y el T4 (New Bt 2X) con un valor calculado de la TMR de 737%.
- Finalmente este estudio permitió validar y seleccionar dos alternativas tecnológicas: tratamientos T3 y T4 apropiadas para el control de S. frugiperda en maíz INIAP H-553, mismas que se ajustan a Buenas Prácticas de Manejo (BPM) con un enfoque integrado del control de esta plaga.

5.2. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados y conclusiones sistematizadas se proponen las siguientes recomendaciones:

- Con BPM del cultivo de maíz duro, si es posible incrementar los rendimientos de maíz de 3,0 TM/ha a 8,73 TM/ha, logrando mejorar significativamente la productividad de este rubro en el litoral ecuatoriano.
- Para la zona agroecológica del cantón Ricaurte se recomienda los siguientes componentes tecnológicos:
 - Control de *S. frugiperda* con el cebo preparado con: 50 cc de Clorpirifos en 45 Kg de arena lavada de río/ha y en tres aplicaciones: 20; 35 y 45 días después de la siembra. Otra alternativa válida es el uso de New Bt 2X en dosis de 500 gr/ha y en tres aplicaciones: 20; 35 y 45 dds.
 - Semilla certificada del híbrido INIAP H-553 con una densidad de siembra de 50.000 a 60.000 plantas/ha.
 - Siembra en labranza de conservación o Labranza Cero.
 - Siembra: 80 cm entre surcos y 25 cm entre plantas (una semilla/sitio) y/o surcos a 80 cm y 50 cm entre plantas (dos semillas/sitio).
 - 100 Kg de nitrógeno fraccionado en tres aplicaciones: 20, 40 y 60 días después de la siembra.
 - Control de malezas en base a un manejo integrado del cultivo en preemergencia y post emergencia.
 - Rotación de cultivos: Soya-Maíz para un manejo sostenible del recurso suelo y mejorar la eficiencia química y agronómica del N.

VI. RESUMEN Y SUMMARY.

6.1. RESUMEN.

El cultivo de maíz a nivel mundial comparte su importancia con el trigo, el arroz y la papa por su contribución a la seguridad y soberanía alimentaria. El maíz es materia prima para los diferentes segmentos de la cadena agroalimentaria. En el Ecuador es fuente de materia prima para la agroindustria de balanceados y una diversidad de subproductos en la cadena alimentaria. Sin embargo en el Ecuador hay una baja productividad de este rubro por una alta incidencia de *S. frugiperda* con una dependencia exclusiva de plaguicidas, con severos daños de contaminación al medio ambiente. Esta investigación se realizó en la zona agroecológica de Pijullo del cantón Ricaurte, provincia de los Ríos. Se validaron cuatro tratamientos o alternativas de control de *S. frugiperda* un tratamiento testigo absoluto (T1) con cuatro repeticiones. Se probaron los insecticidas Profenofos (T2); Clorpirifos en cebo con arena (T3); New Bt 2X (T4) y New Bt 2X con arena como cebo (T5). Se realizaron análisis de varianza en modelo de Diseño de Bloques Completos al Azar; Prueba de Tukey al 5%, análisis de correlación y regresión y análisis Económico de Presupuesto Parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.

Los resultados más relevantes de este estudio fueron:

- A mayor daño de *S. frugiperda*, menor rendimiento de maíz.
- Las alternativas tecnológicas con mayor eficiencia para el control de *S. frugiperda* fueron el cebo de Clorpirifos 50 cc en 45 Kg de arena de río y el uso de New Bt-2X en dosis de 500gr/ha, con daños en las hojas de maíz entre 1 a 3 perforaciones y menores a 10 mm de daño. Con estas aplicaciones tecnológicas se registraron rendimientos de 8,73 y 8,56 TM/ha frente al testigo sin control que produjo 5,83 TM/ha.
- Con el uso de estas opciones tecnológicas se reducen los costos de producción, contaminación del ambiente y una mayor seguridad alimentaria.

- Finalmente este estudio permitió validar y seleccionar dos alternativas tecnológicas apropiadas (tratamientos T3 y T4) para el control de S. frugiperda en maíz INIAP H-553, mismas que se ajustan a Buenas Prácticas de Manejo (BPM) con un enfoque integrado del control de esta plaga.

6.2. SUMMARY.

The cultivation of corn at world level shares its importance with the wheat, the rice and the potato for its contribution to the security and alimentary sovereignty. The corn is raw material for the different segments of the chain agroalimentary. In the Ecuador it is source raw material for the agroindustry of having balanced and a diversity of products in the alimentary chain. However in the Ecuador there is a low productivity of this item for a high incidence of *S. frugiperda* with an exclusive dependence of plaguicidas, with severe damage of contamination to the environment. This investigation was carried out in the area agroecológica of Pijullo of the Ricaurte city, province The Ríos. Four treatments were validated or alternative of control of *S. frugiperda* a treatment absolute control (T1) with four repetitions. The insecticide Profenofos was proven (T2); Clorpirifos in food given with sand (T3); New Bt 2X (T4) and New Bt 2X with sand like suet (T5). They were carried out variance analysis at random in model of Design of Complete Blocks; Test of Tukey to 5%, correlation analysis and regression and economic analysis of presuppose Partially and calculation of the Marginal Rate of Return.

The more important results in this study were:

- To bigger damage of *S. frugiperda*, smaller yield of corn.
- The technological alternatives with more efficiency for the control of *S. frugiperda* were the food given of Clorpirifos 50 cc in 45 Kg of river sand and the use of New Bt-2X in dose of 500gr/ha, with damage in the leaves of corn of the 1 to 3 perforations and smaller to 10 mm of damages. With these technological applications yields of 8,73 and 8,56 TM/ha registered in front of the control without control that 5,83 TM/ha.
- With the use of these technological options they decrease the costs of production, contamination of the atmosphere and a bigger alimentary security.
- Finally this study allowed to validate and to select two appropriate technological alternatives (T3 and T4) for the control of *S. frugiperda* in corn INIAP H-553, same that are adjusted to Good Practices of Management (BPM) with an integrated approach of the control of this plague.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. AGRIPAC. 1994. Manejo tecnológico del Maíz Híbrido de calidad y producción. Pp. 5.
2. Aldrich y Leng. 1994. Producción Moderna de Maíz traducido de inglés por Oscar Martínez y Patricio Leguisamon. Buenos Aires Ed. Hemisferio Sur. Pp. 195.
3. Alves, S. y Lecuona, R. 1998. Epizootología aplicada al control microbiano. In. ALVES, S.B. (Ed.). Control microbiano de insectos. Piracicaba.FEALQ.Pp. 100.
4. Amaris, C. y Quiroz, J. 1996. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Actualidades Corpoica. Épocas de siembra para el cultivo de maíz de clima medio. Pp. 25.
5. Ávila, C.; Degrande, P. y Gomes, P. 1997. Insectos plaga: reconocimiento, comportamiento, daños y control. EMBRAPA-CEPAO. Circular Técnica. Pp. 25.
6. CIMMYT. 1998. El cultivo de maíz. México, D. F. México. Pp. 50.
7. Fernández, J. L.2001. Ecología y elementos para el control biológico y cultural de insectos plagas del maíz en cuatro municipios de la provincia Granma, Cuba. Tesis Doctoral. Universidad Central de Las Villas Cuba. Pp. 198.
8. Fernández, J. L. y Expósito, I. E. 2000. Nuevo método para el muestreo de Spodoptera frugiperda en el cultivo del maíz en Cuba. Centro Agrícola. Pp. 469.

9. Fernández, R. 1994. Control Biológico del gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda J.E Smith) mediante Trichogramma sp y Bacillus turigiensis. Tesis profesional de licenciatura, Villa Flores. Chiapas. México. Pp. 60.
10. Gabela, F. y Cárdenas, J. 1989. Control de Malezas de Maíz de la Sierra. Boletín divulgativo N° 105. Estación Experimental Santa Catalina. Pp. 10.
11. Galarza, M. 1990. Maíz. Recomendaciones para el cultivo en la Sierra. INIAP. Boletín divulgativo. Quito, Ecuador. Pp. 12.
12. Garcés, N. 1987. Cultivos de la Sierra. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Quito, Ecuador. Pp. 50.
13. Gassen, D. 1994. Fragas asociadas á cultura do milho. Plagas Asociadas al cultivo de Maíz. Passo Fundo: Aldea Norte. Pp.118.
14. Gladstone, S. et. al. 2003. Una Guía para Promover el Manejo de Plagas más Seguro y más Eficaz con los Pequeños Agricultores. Managua, Nicaragua. Pp. 38.
15. Helmunth, W. 2000. Manual de Entomología Agrícola del Ecuador. Quito, Ecuador. Pp. 235.
16. Herrera, J. sf. Biblioteca de la Agricultura y Ganadería. Pp. 472.
17. INIAP. 1991. Problemática Entomológica y Tecnología Disponible para Cultivos Tropicales en el Ecuador. Boletín N° 27.
18. INIAP. 2009. Programa de Maíz. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín divulgativo N° 353. Pp. 21.

19. INIAP. 2010. Programa de Maíz. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Plegable divulgativo N° 304.
20. INIAP. 2010 (b). Departamento Nacional de Protección Vegetal-Entomóloga. Manejo Integrado de las Principales Plagas del Maíz. Estación Experimental Portoviejo. Plegable divulgativo N° 389.
21. Jiménez, E. 2006. Evaluación de dos híbridos y una variedad criolla de maíz (*Zea mays* L.) bajo tres distanciamientos de siembra en el cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas. Tesis Ingeniero Agropecuario. UTE. Pp. 70.
22. Kato, T.A., et. al. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. México. Pp. 90.
23. MAG. 2004. (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). Cultivo de maíz en el Litoral Ecuatoriano. Situación Actual y Perspectivas. Boletín Informativo. Guayaquil, Ecuador.
24. Monar, C. 2000. Informe anual de actividades. INIAP. UVTT/C-Bolívar. Guaranda, Ecuador. Pp. 48.
25. Monar, C. 2009. Informe anual de actividades. INIAP. UVTT/C-Bolívar. Guaranda, Ecuador. Pp. 32.
26. Monar, C. 2010. Informe anual de actividades. INIAP. UVTT/C-Bolívar. Guaranda, Ecuador. Pp. 58.
27. Ortega, A. 1986. Insectos Nocivos del Maíz, una guía para su identificación en el campo. Pp. 28.

28. Parsons, D. 1988. Manual para la Educación Agropecuaria. México. Edición Trillas. Pp. 38.
29. Primavesi, A. 1984. El maíz en la agricultura con énfasis en la preparación del terreno. Boletín Técnico. POTASA. Pp. 32.
30. Reyes, O. S. et. al. 1995, Estructura agraria y desarrollo agrícola en México. Fondo de Cultura Económica. Pp. 19.
31. Reyes, R. 1985. Fitogenotécnia Básica y Aplicada. México. Pp. 343.
32. Stansly, A. 1989. Manejo Integrado del Maíz. Proyecto Sistema de Transferencia de Tecnología Rural. STTR. Pp. 36.
33. Suquilanda, M. 1997. Manejo Ecológico de Insectos Plaga y Enfermedades de los Cultivos. Pp. 96.
34. The Cooperative Extensión Service. 1990. Compendio de Enfermedades del Maíz. Servicio de gestión cooperativo. Universidad de Illinois y servicio de extensión del departamento de agricultura de E.V.P. Traducido por Nora Galin de Defraneschi. Ed. Hemisferio Sur N° 1. Pp. 58.
35. Valicente, F. H. y Cruz, I. 1991. Controle biológico da lagarta do cartucho, Spodoptera frugiperda, com o baculovirus. Circular Técnica N° 15. EMBRAPA/CNPMS. Pp. 6.
36. Velastegui, J. R. 1997. Solarización de suelos. Ficha de Capitalización Metodológica No. 004. Quito, Ecuador.
37. Verissimo, L. 1999. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Pp. 314.

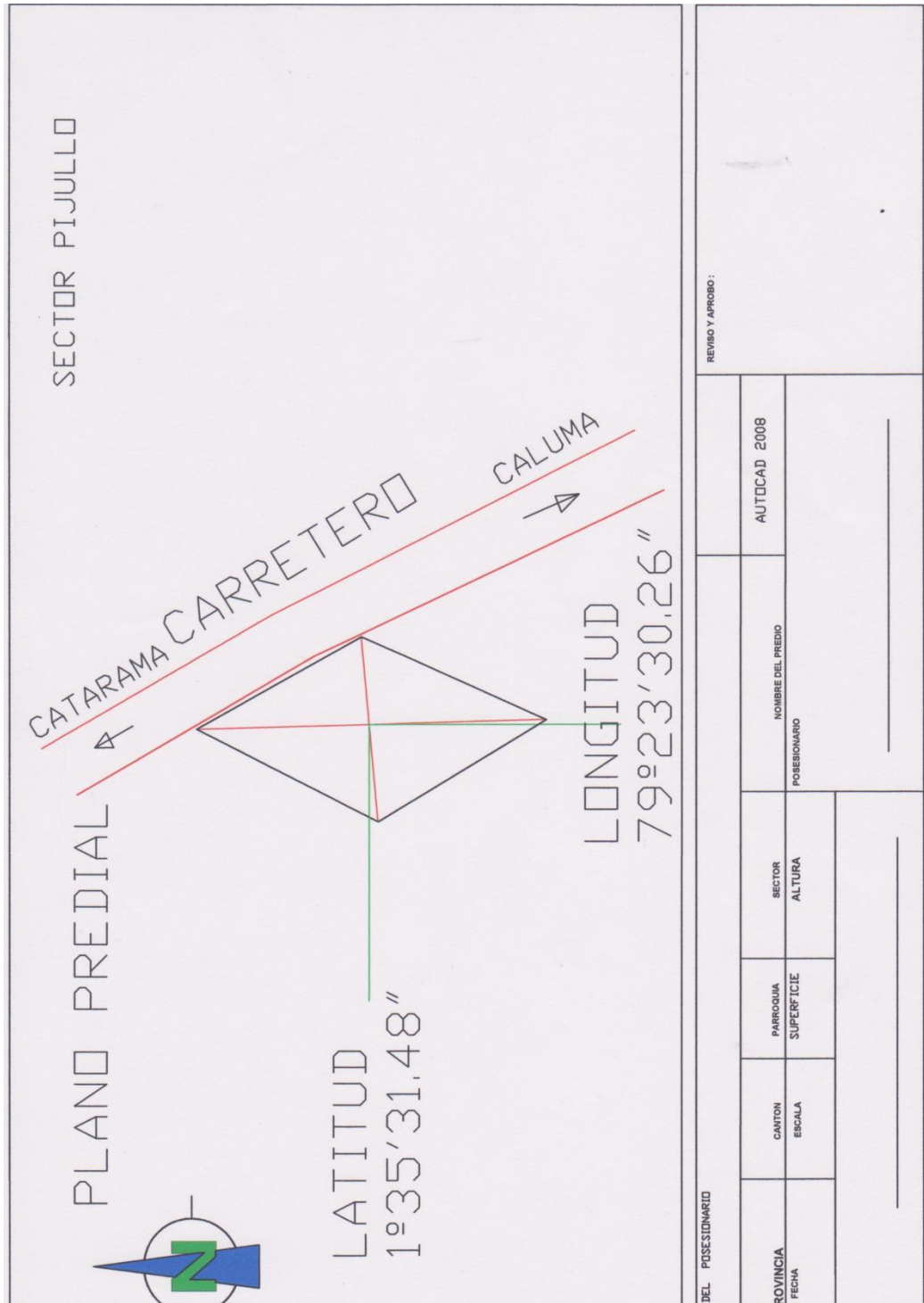
38. Wilkes, H.G. 1979. México and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. Crop Improv. Pp. 6.
39. http://www.bioserca.com/cw_site/1/detalleproducto3.php?id=46
40. <http://www.cotrisa.cl/mercado/maiz/internacional/detalle.php>
41. <http://www.geoportal.magap.gob.ec/>
42. <http://silvioalejandro.tripod.com/biotecnologiadebacillusthuringiensis>
43. <http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/Gc>
44. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210724.pdf>.
45. [http://www.ecuaquimica.com.ec/index.php?option=com_content&task=view
&id=215.](http://www.ecuaquimica.com.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=215)
46. <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s07.htm>
47. http://www.iabiotec.com/bacillus_ficha.htm.
48. http://www.magap.gob.ec/sinagap/index.php?option=com_wrapper&view=w.
49. <http://www.miza-ucv.org.ve/plagas-agricolas/fichas/ficha.php?>
50. [http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Conocer-ciclo-biologico-del-
gusano-cogollero-comportamiento-alimenticio-larva-Spodopt](http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Conocer-ciclo-biologico-del-gusano-cogollero-comportamiento-alimenticio-larva-Spodopt).
51. <http://www.slhfarm.com/maizguia.html>.
52. http://www.tqc.com.pe/uploads/fichas/agricola/biobit_hp.pdf

ANEXOS


Anexo No. 1. Ubicación del Ensayo



Anexo No. 2. Croquis del ensayo digitalizado.



Anexo No. 3. Resultados de análisis químico del suelo.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Icaza Barragan Enrique Sr.
 Dirección :
 Ciudad : Urdaneta
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

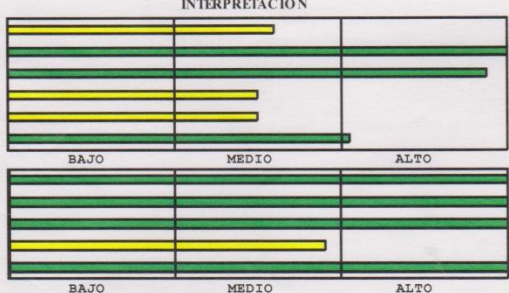
Nombre : Pequeña Solead
 Provincia : Los Ríos
 Cantón : Urdaneta
 Parroquia :
 Ubicación : Recinto Pijullo

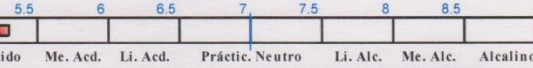
DATOS DEL LOTE

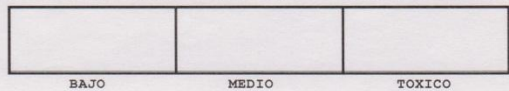
Cultivo Actual :
 Cultivo Anterior :
 Fertilización Ant. :
 Superficie :
 Identificación : Muestra 1

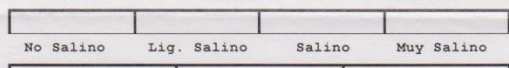
PARA USO DEL LABORATORIO

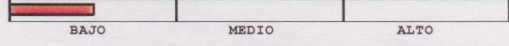
Nº Reporte : 00942
 Nº Muestra Lab. : 57061
 Fecha de Muestreo : 18/01/2011
 Fecha de Ingreso : 18/01/2011
 Fecha de Salida : 02/02/2011

Nutriente	Contenido	Unidad	INTERPRETACION
N	32	ppm	
P	62	ppm	
K	0.75	meq/100 ml	
Ca	6	meq/100 ml	
Mg	1.5	meq/100 ml	
S	21	ppm	
Zn	30.5	ppm	
Cu	30.4	ppm	
Fe	465	ppm	
Mn	14.0	ppm	
B	3.12	ppm	

pH	5.3	
	Requiere Cal	
		Muy Acid. Acido Me. Acid. Li. Acid. Práctic. Neutro Li. Alc. Me. Alc. Alcalino


Acidez Int. (Al+H)	meq/100 ml	
Al	meq/100 ml	
Na	meq/100 ml	

CE	ds/m	
		No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino

MO	1.5	
----	-----	--

Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l) ^{1/2}	ppm	Clasificación			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4,0	2,0	10,0	8,3			32	40	28	Franco-Arcilloso

 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



 RESPONSABLE LABORATORIO

88

Anexo No. 4. Base de datos.

V1: Repeticiones.

V2: Tratamientos.

V3: Porcentaje de Emergencia.

V4: Incidencia de S. frugiperda a los 20 días.

V5: Incidencia de S. frugiperda a los 25 días.

V6: Incidencia de S. frugiperda a los 30 días.

V7: Incidencia de S. frugiperda a los 35 días.

V8: Incidencia de S. frugiperda a los 40 días.

V9: Días a la floración femenina.

V10. Días a la cosecha en seco.

V11: Longitud de la mazorca en cm.

V12: Diámetro de la mazorca en cm.

V13: Sanidad de la mazorca.

V14: Porcentaje de desgrane.

V15: Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad.

Caso	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
1	1	1	99	2	3	4	4	5	58	114	10,78	3,22	5	0,85	5423
2	1	2	94	2	2	3	3	4	57	113	13,39	3,92	3	0,89	6857
3	1	3	100	1	1	1	2	2	55	111	16,87	5,15	1	0,92	9342
4	1	4	98	1	1	2	2	3	56	112	15,26	4,83	2	0,91	8482
5	1	5	94	1	1	1	2	2	56	111	15,88	4,97	2	0,86	8005
6	2	1	98	3	3	4	4	5	58	114	10,63	3,01	4	0,81	5218
7	2	2	97	2	2	3	3	3	57	113	13,52	3,96	3	0,9	7135
8	2	3	98	1	2	2	3	4	55	111	16,68	5,05	1	0,91	8994
9	2	4	96	1	1	2	2	4	56	112	15,05	4,86	2	0,93	8227
10	2	5	98	1	1	1	2	3	55	112	15,74	4,63	1	0,89	8826
11	3	1	97	3	3	4	4	4	59	115	10,21	3,34	4	0,84	5485
12	3	2	98	2	2	3	3	5	57	113	13,09	3,81	3	0,9	7344
13	3	3	99	1	1	2	2	2	56	111	16,12	4,87	2	0,89	8710
14	3	4	98	1	1	2	3	3	56	112	15,71	4,79	2	0,9	8945

15	3	5	99	1	1	1	2	2	56	112	15,38	4,88	1	0,87	8220
16	4	1	98	3	4	4	5	5	58	113	10,08	3,26	5	0,84	5418
17	4	2	97	2	3	4	4	5	57	113	13,74	3,75	3	0,89	7110
18	4	3	99	1	1	2	2	2	56	111	16,55	4,6	2	0,9	7860
19	4	4	97	2	2	2	3	4	56	111	15,64	4,86	2	0,92	8600
20	4	5	98	1	1	2	2	2	56	111	15,31	4,96	2	0,85	8178

Anexo No. 5. Glosario de términos técnicos.

Abonado: Técnica por la que se reacondiciona un terreno de labor con la adición de residuos orgánicos procedentes de la vegetación anterior y los excrementos de animales, que se reincorpora al suelo con insumos mecánicos de arado, luego de su descomposición.

Abono verde: Sistema de abono orgánico usando plantas vivas de bajo follaje; crecen rápidamente cubriendo el suelo de la plantación y proveen Nitrógeno por la fijación del N₂ atmosférico gracias a los simbioses (bacterias nitrificantes y hongos) de los nódulos de las raíces, que a su vez ayudan a compactar el suelo.

Abono: Toda materia que se agrega al suelo para elevar la capacidad de rendimiento y la calidad de sus productos cultivados. Se los clasifica en orgánicos y minerales o en foliares y radiculares.

Adaptabilidad: Capacidad de acomodación de un elemento en un sistema nuevo y extraño. Es el potencial para la adaptación.

Adaptación: Proceso mediante el cual un organismo se modifica debido a un cambio en su estructura, forma o función, el cual le permite una mayor sobrevivencia en condiciones ambientales particulares.

ADN: (Acido desoxirribonucleico): El portador de la información genética en las células, compuesto por dos cadenas complementarias de nucleótidos arrolladas en una doble hélice; los genes están hechos de ADN, y son responsables de la transferencia de la información genética de una generación a la siguiente.

Aerobio: Organismo que requiere la combustión del oxígeno libre en el ambiente para sobrevivir.

Agalla: Hinchamiento o crecimiento excesivo que aparece en las plantas como resultado de la infección por ciertos patógenos.

Agrario: Relativo al campo cultivado y en general a lo concerniente a los ecosistemas agrícolas.

Agricultura: Forma más importante de cultivo del suelo. El método tradicional incluye: preparación del suelo (arado y abonado), la siembra (mecanizada o no), fumigación de herbicidas o insecticidas (control), y la recolección (cosecha), todo lo cual ocurre en ciclos anuales o bianuales.

Aislado: Una sola espora o cultivo y los cultivos que se derivan de ellos. Se utiliza también para indicar las colecciones de un patógeno obtenidas a diferentes tiempos.

Alelo: Cualquiera de las dos o más formas alternativas de un gen que ocupan la misma posición (locus) en un cromosoma y que controlan las diferentes expresiones del gen.

Alergia: Reacción exacerbada del sistema de autodefensa del organismo provocada por la producción de anticuerpos contra sustancias específicas

Alimentos Genéticamente Modificados: Alimentos derivados total o parcialmente de cultivos genéticamente modificados, de plantas cultivadas que han sido modificadas mediante ingeniería genética

Almidón: Es el compuesto de almacenamiento de alimento más frecuente en las plantas. Es un carbohidrato complejo e insoluble, compuesto de muchas unidades de glucosa. A través de la actividad enzimática es rápidamente degradado en unidades de glucosa.

Ambiente: Conjunto de procesos y funciones con los que se desarrolla y opera un ecosistema; forma el entorno en el cual se presentan las cualidades específicas por la interacción de los factores limitativos y la biota.

Anaerobio: Relativo a un microorganismo que vive (o un proceso que se lleva a cabo) en ausencia de oxígeno molecular.

Análisis del riesgo: Proceso que consta de tres componentes: evaluación, manejo, y comunicación del riesgo, y que se realiza para examinar la naturaleza de las consecuencias no deseadas y negativas para la salud humana y animal, y para el medio ambiente que puede desencadenar un determinado acontecimiento

Anegamiento: Destrucción de las plántulas cerca de la parte superficial del suelo, que se caracteriza por la caída de ellas sobre el terreno.

Anual: Planta que completa su ciclo de vida (germina, crece vegetativamente, produce flores y semillas) en un sólo año o estación de crecimiento.

Ápice: Punta, extremo o parte terminal del tallo o raíz que presenta el meristemo apical.

Autocoria: Mecanismo de dispersión que incluye las especies en las que la propia planta es la encargada de dispersar las semillas.

Bacillus thuringiensis: (Abr. Bt): Bacteria que produce una toxina contra ciertos insectos, en particular especies de coleópteros y lepidópteros; constituye el principal medio de lucha contra insectos en el contexto de la agricultura orgánica. Algunos de los genes de la toxina se consideran de mucha importancia en el enfoque transgénico de la protección de cultivos

Bacilo: Bacteria en forma de bastón.

Bacteria: Célula procariótica perteneciente al reino Monera, puede ser fotosintética o quimiosintética, de acuerdo a su mecanismo bioquímico de obtener alimentación y energía. De acuerdo a su estructura se pueden observar Cocos, (redondas), Bacilos (como bastón) y Espirilos (en espiral).

Biodiversidad: La totalidad de genes, de especies y de ecosistemas de cualquier área en el planeta.

Bioseguridad: Políticas y procedimientos adoptados para garantizar la aplicación segura de la biotecnología moderna en la salud y en el ambiente

Biotecnología moderna: Aplicación de: a) técnicas in vitro de ácidos nucleicos, incluyendo el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o b) fusión de células de la misma o distinta familia taxonómica. Estas técnicas, que no forman parte de las empleadas en la selección y mejora tradicionales, permiten sobrepasar las barreras fisiológicas naturales, ya sean reproductoras o de recombinación (Convenio sobre la Diversidad Biológica)

Biotecnología: Uso de organismos modificados genéticamente y de técnicas, o ambos, y procesos modernos en sistemas biológicos para producción industrial.

Biotipo: Subgrupo de una especie que generalmente se caracteriza por poseer uno o algunos caracteres en común.

Carbohidratos: Sustancias nutritivas compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno (CH_2O), en las que los dos últimos átomos se encuentran en una proporción de 2 a 1, como en la molécula de agua, H_2O .

Célula: Unidad de la estructura vegetal y animal que consiste en una pared celular y el protoplasma (que incluye al núcleo).

Celulosa: Es el principal componente de la pared celular de la mayoría de las plantas y es un carbohidrato complejo formado por cadenas largas de glucosa que forman microfibrillas.

Ciclo de la enfermedad: Todos los eventos comprendidos en el desarrollo de la enfermedad, incluyendo las etapas de desarrollo del patógeno y el efecto de la enfermedad sobre el hospedante.

Ciclo de vida: La fase o etapas sucesivas del crecimiento y desarrollo de un organismo que se lleva a cabo entre la aparición y reaparición de la misma etapa de su desarrollo (por ejemplo, la espora).

Clorosis: Amarillamiento de los tejidos normalmente verdes, debido a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla.

Competencia: Demanda simultánea de un recurso ambiental limitado (alimento, agua, guarida, territorio, compañero de apareamiento, etc.) que hacen dos o más organismos.

Control biológico: Control de los elementos nocivos de un sistema (generalmente plagas y parásitos en un ecosistema agrícola) mediante el empleo de otros elementos que son sus enemigos naturales o que cumplen la función de predación sobre ellos (*e.g.*: se introduce peces para tratar de limitar la población de larvas de insectos en las represas o se introducen escarabajos (coleópteros) para limitar la población de escamas (homópteros) en las plantaciones de frutales).

Control integrado: Proceso que intenta utilizar todos los métodos disponibles para el control de una enfermedad, o de todas las enfermedades y plagas de un cultivo para lograr un mejor control al menor costo y con un daño mínimo al ambiente.

Corteza: Capa externa de algún órgano o estructura espacial, a la que confiere protección y dureza (*e.g.*: la corteza de los árboles (bark) y la corteza renal).

Cosecha: Conjunto de frutos que se recogen de la tierra. No toda la producción puede recolectarse con la cosecha, sea por la tecnología inapropiada, o la incidencia de problemas en el desarrollo del cultivo, como plagas, enfermedades y otros organismos dañinos y malezas.

Costo-beneficio: Análisis de la relación que se presenta entre los insumos invertidos y las exportaciones obtenidas del proceso en estudio dentro del ecosistema. Frecuentemente es utilizada por planificadores ambientales con el fin de establecer las ganancias reales que un determinado proyecto puede ofrecer frente a los costos y posibles impactos ambientales generados de la ejecución de tal proyecto.

Cotiledón: Hoja embrionaria de la semilla que funciona como almacén de alimento y se vuelve fotosintética cuando la semilla germina. Las plantas dicotiledóneas tienen dos cotiledones, los cuales generalmente funcionan para almacenar alimento; las plantas monocotiledóneas tienen un sólo cotiledón en el que el alimento es generalmente absorbido a partir del endospermo y transferido al embrión.

Cuerpo fructífero: Estructura compleja de los hongos que contiene esporas.

Cultivo: Explotación del suelo con fines económicos mediante la producción agrícola. Hay varios tipos, a saber: intensivo, extensivo, exhaustivo, de secano, de regadío, doméstico, industrial, de rotación, en franjas, hidropónico, entre otros.

Daño económico: Es la cantidad de daño que justifica el costo de una medida de control.

Datos: Unidades de información. Los hechos, las observaciones y resultados que se obtienen de un estudio experimental u observacional.

Densidad: Parámetro que implica el número de elementos por unidad de superficie o volumen en un momento dado.

Depredación: Consumo de un organismo (presa) por otro (depredador). Durante el cual la presa está viva cuando el depredador la ataca por primera vez.

Dicotiledónea: Constituye uno de los dos grupos en los que se dividen las angiospermas y se caracteriza por presentar semillas con dos cotiledones, partes florales en número de cuatro o cinco (o múltiplos de estos), hojas con una venación en forma de red y sistema de raíces con un eje principal.

DL 50: (Abr. de dosis letal media). Cantidad de una sustancia que se requiere para destruir el 50% de la población experimental. Cuanto mayor sea la DL50, menor es la toxicidad del compuesto químico en esa prueba específica

Enfermedad: Cualquier mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante, que resulta de la irritación continua por un agente patogénico o factor ambiental y que lleva al desarrollo de síntomas.

Enzima: Proteína catalítica compleja que se produce en las células vivas; funciona aun en concentraciones muy bajas acelerando la tasa de ciertas reacciones químicas. No se consume durante la reacción.

Epifitiología: Estudio de los factores que afectan el brote y distribución de las enfermedades infecciosas.

Fecundación: Unión sexual de dos núcleos que da como resultado una duplicación del número cromosómico.

Fenotipo: Apariencia externa visible de un organismo.

Fertilidad del suelo: Capacidad de producción del suelo gracias a la presencia de los cationes que pueden intercambiarse con los minerales que de tal forma son asimilables por las plantas.

Fertilización: Proceso de enriquecer un sistema para maximizar su producción (e.g.: los fertilizantes y agroquímicos robustecen la producción agrícola).

Fertilizante: Producto químico, usualmente con mezcla Nitrogenada y/o Fosforilada, que enriquece al suelo por el intercambio iónico incrementado y favorece el desarrollo de las plantas y aumenta la producción agrícola. (*Sinónimo:* abono).

Fitoalexina: Sustancia que producen los tejidos hipersensibles para inhibir el desarrollo de los hongos parásitos y que en particular se forma cuando las células de la planta hospedante entran en contacto con el parásito.

Floración: Proceso por el cual las plantas emite las flores en una determinada estación o época, previo a la frutación.

Flujo de genes (flujo génico): Propagación de genes de una población a otra relacionada (generalmente) por migración, lo que determina cambios en la frecuencia alélica

Follaje: Conjunto de las hojas de los árboles y otras plantas verdes. Las hojas recién desprendidas que han caído a la hojarasca del suelo todavía se consideran follaje, hasta que no empiecen el proceso de humificación.

Fotosíntesis: Proceso mediante el cual la energía lumínica se convierte en energía química en presencia de la clorofila. Se producen carbohidratos a partir de carbono y oxígeno.

Fumigación: Aplicación de un fumigante para desinfectar un área determinada.

Gen: Segmento de ADN en un cromosoma que contiene la información necesaria para producir una proteína. Un gen es la unidad de la herencia biológica

Germinación: Inicio del crecimiento de un embrión o espora.

Gutación: Exudación de agua por las plantas, en particular a lo largo del borde de la hoja.

Hábitat: Sitio natural en el que vive un organismo.

Herbicida: Sustancia tóxica para las plantas; principio activo de los productos agroquímicos destinados a eliminar plantas no deseadas, sobre todo malezas o malas hierbas hereditarias.

Herencia: Transmisión de las características genéticas de padres a hijos.

Hibridación: Proceso de formación de un híbrido por polinización cruzada de plantas

Híbrido: Organismo resultante del cruzamiento entre progenitores genéticamente diferentes. El híbrido resultante tiene severas limitaciones como la esterilidad de 1ra. o 2da. generación, la cual hace que estos individuos no logren perpetuarse y fijarse en la biota actual.

Hipertrofia: Crecimiento excesivo de una planta debido a un alargamiento celular anormal.

Hormona: Sustancia química orgánica producida en cantidades pequeñísimas en una parte del organismo y transportada a otra parte del mismo organismo donde interviene en diversas funciones como el crecimiento.

Hospedante: Planta que es invadida por un parásito y de la cual éste obtiene sus nutrientes.

Humedad: Contenido de vapor de agua atmosférico.

Infestado: Área o campo que contiene un gran número de insectos, ácaros, nematodos, etc., Se aplica también a la superficie de una planta o al suelo contaminado con bacterias, hongos, etc.

Ingeniería genética: Conjunto de herramientas de laboratorio que permiten aislar un gen de un organismo (donante) e integrarlo a otro (receptor)

Inoculación mecánica: Inoculación de un virus en una planta por medio de la transferencia de savia de una planta infectada por un virus a una planta sana.

Inóculo: Patógeno o partes de él que causan infección; partes de los patógenos que entran en contacto con el hospedante.

Insecticida: Sustancia utilizada para controlar determinadas plagas de insectos, como aquellas que se alimentan de los cultivos

Insecticidas: Agentes químicos usados para eliminar insectos nocivos para la agricultura; junto con los fungicidas, son los medios más importantes para la protección de plantas cultivables. Están elaborados por compuestos de flúor y arsénio, aceites minerales o alquitranados, hidrocarburos clorados o con residuos fosfatados.

Introgresión: Introducción en una población de nuevos alelos o genes (normalmente de otra especie), por cruzamientos repetidos o continuos.

Invasión: Diseminación de un patógeno en su hospedante.

Larva: En los nematodos, etapa del ciclo de vida comprendida entre el embrión y el adulto; nematodo inmaduro.

Latencia: Período de inactividad de las semillas (esporas, bulbos, yemas u otros órganos de la planta) durante el cual se ha detenido el crecimiento activo.

Lesión: Área localizada de tejido enfermo y decolorado. Daño sufrido por una planta debido al ataque de un animal o de un agente físico o químico.

Mancha foliar: Lesión limitada por sí misma sobre la hoja.

Marchitez: Pérdida de rigidez y caída de los órganos de la planta que por lo general se debe a la falta de agua en su estructura.

Medio ambiente: Suma total de condiciones externas que afectan el crecimiento y desarrollo de un organismo.

Membrana: Capa de proteína que forma la cubierta exterior de la célula vegetal y animal.

Metabolismo: Proceso por el cual las células o los organismos utilizan compuestos nutritivos para sintetizar materia viva y componentes estructurales, o para degradar el material celular hasta sustancias simples y así llevar a cabo funciones especiales.

Micelio: Hifa o masa de hifas que constituyen de un hongo.

Mutación: Aparición espontánea de una nueva característica en un individuo como resultado de un cambio accidental en sus genes o cromosomas. Cualquier modificación heredable en el ADN

Nivel de daño económico: Es la densidad de población más baja (mínima) que puede causar daño económico.

Núcleo: Órgano presente en todas las células eucariotes (organismos con núcleo verdadero, bien definido), encerrado en una membrana nuclear; contiene a los cromosomas, nucléolo y nucleoplasma.

Nutrientes: Cualquier sustancia que provee energía para los procesos fisiológicos y promueve el crecimiento.

Organismos: semejantes a micoplasmas Microorganismos que se encuentran en el floema y parénquima floemático de las plantas enfermas y que se piensa son la causa de su enfermedad; se asemejan a los micoplasmas en todos los aspectos, excepto en que no se les puede cultivar en medios nutritivos artificiales.

Ovario: Estructura reproductiva femenina que produce o contiene a la célula huevo.

Óvulo: Estructura que se encuentra en las angiospermas y gimnospermas y que después de que la célula huevo que contiene ha sido fecundada, se desarrolla para formar una semilla.

Parásito facultativo: Que tiene la capacidad de ser parásito.

Parásito obligado: Parásito que en la naturaleza sólo puede crecer y multiplicarse sobre o en organismos vivos.

Parásito: Organismo que obtiene su alimento de los tejidos vivos de un organismo hospedero, en detrimento de este último.

Patogenocidad: Capacidad que tiene un patógeno para producir enfermedad.

Patógeno: Entidad que causa enfermedad.

Pedicelo: Tallo de una flor individual en la inflorescencia de una dicotiledónea o de una monocotiledónea.

Pedúnculo: Tallo de una inflorescencia o de una flor solitaria.

Penetración: Invasión inicial de un hospedante por un patógeno.

Pericarpio: Pared de un fruto maduro que se desarrolla a partir de la pared del ovario y que frecuentemente se divide en tres capas: exocarpio, mesocarpio y endocarpio.

Período de incubación: Período comprendido desde la penetración de un patógeno en su hospedante hasta la aparición de los primeros síntomas en este último.

Plántula: Planta joven que se desarrolla a partir de una semilla que está germinando.

Población: Grupo de organismos de la misma especie que vive en un área particular, a un mismo tiempo.

Polinización: Mecanismo mediante el cual se lleva a cabo la transferencia del polen de una antera (que constituye la zona formadora de polen —espora haploide masculina— en el estambre) hasta el estigma (porción del carpelo en el que el polen germina) en las angiospermas.

Pudrición: Reblandecimiento, decoloración y con frecuencia desintegración de los tejidos de una planta suculenta como resultado de infección bacteriana o fungosa.

Pupa: Fase estacionaria entre la larva y el imago (adulto) en organismos.

Purificación: Aislamiento y concentración de partículas virales en forma pura, libre de los componentes celulares.

Ralear: Técnica mediante la cual se elimina las plántulas, plantas o árboles pequeños, que inhiben el desarrollo del ejemplar seleccionado.

Raza: En una especie, grupo de apareamiento genéticamente distinto (con frecuencia también en el aspecto geográfico); representa también un grupo de patógenos que infectan a una serie dada de variedades de plantas.

Recombinante: Molécula híbrida formada por el ADN obtenido de distintos organismos. Normalmente se usa como adjetivo, p. ej., ADN recombinante

Relaciones filogenéticas: Relaciones de filiación y rasgos parentales y de cruzamiento de las distintas especies

Reproducción asexual: Cualquier forma de reproducción que no implique meiosis o la fusión de gametos.

Resistencia: Capacidad que tiene un organismo para superar, totalmente o hasta cierto grado, el efecto de un patógeno u otro factor perjudicial.

Resistente: Que tiene las cualidades para impedir el desarrollo de un determinado patógeno. Que no es infectado o si lo es, en grado mínimo.

Saneamiento: Eliminación y combustión de las partes infectadas de una planta; limpieza de herramientas, equipo, manos, etc.

Semilla: Ovulo maduro que se desarrolla después de la fertilización.

Septicemia: Infección generalizada grave del organismo, producida por el paso a la sangre de gérmenes patógenos.

Sinapsis: Uniones especializadas en las cuales una neurona se comunica con una célula diana. En las sinapsis típicas, la terminal presináptica de una neurona libera un transmisor químico que se almacena en vesículas sinápticas y éste se difunde a través de una estrecha hendidura para activar a los receptores sobre la membrana postsináptica de la célula diana. El objetivo puede ser una dendrita, el cuerpo de la célula o el axón de otra neurona, o una región especializada de un músculo o célula secretoria.

Síntoma: Reacciones o alteraciones internas y externas que sufre una planta como resultado de su enfermedad.

Síntomas crónicos: Síntomas que persisten durante un largo período.

Síntomas de choque: Síntomas severos y con frecuencia necróticos que aparecen durante la primera fase de la enfermedad, que ocurre después de una infección viral; llamados también síntomas agudos.

Síntomas enmascarados: Síntomas de una planta que son inducidos por virus y que no se manifiestan bajo ciertas condiciones ambientales, excepto cuando el hospedante se expone a ciertas condiciones de luz y temperatura.

Sintomatología: Es la respuesta visual del hospedante (cultivo) al ataque del hospedero (plaga).

Sistémico: Que se difunde internamente por toda la planta; dicese de un patógeno o un compuesto químico.

Susceptibilidad: Incapacidad de una planta para resistir el efecto de un patógeno u otro factor perjudicial.

Tolerancia: Capacidad que tiene una planta para soportar los efectos de una enfermedad sin que muera, sufra daños serios o se pierda la cosecha. Es también la cantidad de residuos tóxicos tolerables en los órganos comestibles de la planta.

Toxina bacteriana: Toxina producida por una bacteria, como por ejemplo, la toxina Bt de Bacillus thuringiensis

Toxina: Compuesto producido por un organismo que es perjudicial para el crecimiento o la supervivencia de otro organismo de la misma o de distinta especie

Trampa: Dispositivo mecánico, químico o biológico para capturar animales para investigación o colección.

Transgen: Secuencia génica aislada que se utiliza para transformar un organismo. A menudo, pero no siempre, el transgen proviene de una especie distinta a la del receptor

Transpiración: Pérdida de vapor de agua que presenta una planta a través de la superficie de sus hojas y otros órganos aéreos.

Umbral económico: Es la densidad de población de una plaga a la cual debe aplicarse una medida de control para evitar que la población alcance el nivel de daño económico. Este parámetro sería el límite máximo esperado para evitar una calamidad económica.

Variabilidad o variación: Propiedad o capacidad que tienen los organismos para cambiar sus características de generación en generación.

Variedad: Categoría específica de una planta de cultivo, seleccionada tomando como base su homogeneidad fenotípica (algunas veces la genotípica)

Vascular: Término que se aplica a un tejido vegetal o a una zona que presenta tejidos conductores; se aplica también a un patógeno que se desarrolla principalmente en los tejidos conductores de una planta.

Xenia: Efecto inmediato del polen en las expresiones fenotípicas del embrión y del endospermo

Xilema: Tejido vegetal constituido por traqueidas, vasos, células de parénquima y fibras; madera.

Anexo No. 6. Fotografías del seguimiento y evaluación del ensayo.

6.1. Selección del terreno`



6.2. Toma de muestra para análisis químico del suelo



6.3. Aplicación de Glifosato en las parcelas experimentales



6.4. Construcción de cercas de protección del ensayo.



6.5. Ubicación de letrero de identificación de la investigación



6.6. Desinfección de la semilla para la siembra



6.7. Demarcación de hoyos o golpes y siembra del maíz híbrido INIAP H – 553



6.8. Siembra del ensayo.



6.9. Evaluación del Porcentaje de Emergencia de plantulas de maíz en campo.



6.10. Hoyado para la aplicación de fertilizante.



6.11. Mezcla de urea + muriato de potasio



6.12. Fertilizante aplicado al suelo.



6.13. Desarrollo vegetativo del cultivo.



6.14. Productos químicos y biológicos utilizados en la investigación.



6.15. Preparación y aplicación del cebo (Lorsban 4E) + arena.

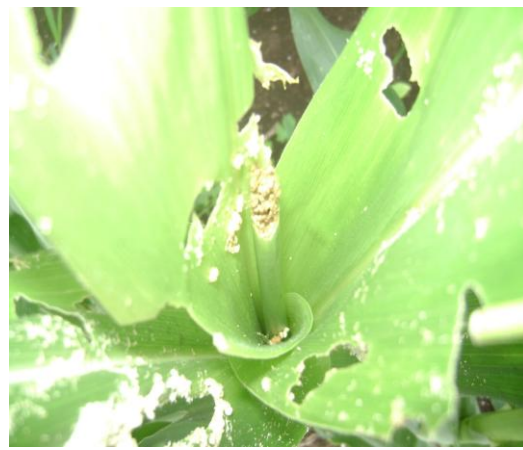


6.16. Preparación y aplicación del Bacillus thuringiensis + arena.



6.17. Evaluación del daño de Spodoptera frugiperda

T1: Testigo absoluto



Evaluación del daño de Spodoptera frugiperda

T2: Testigo químico del agricultor



Evaluación del daño del Spodoptera frugiperda

T3: Clorpirifos + arena



Evaluación del daño del Spodoptera frugiperda

T4: Bacillus thuringiensis + agua



6.18. Larvas de Spodoptera frugiperda



6.19. Visita de los Miembros del Tribunal de Tesis



6.20. Recomendaciones del Ing. Carlos Monar (Biometrista) para la Cosecha



6.21. Cosecha del ensayo, mediante arrancado de mazorcas



6.22. Registro del peso de 10 mazorcas en Kg.



6.23. Evaluación de la longitud de la mazorca en cm.



6.24. Evaluación del diámetro de la mazorca en cm.



6.25. Evaluación del peso y porcentaje de desgrane.



6.26. Determinador portátil de humedad.



6.27. Evaluación del porcentaje de humedad del grano.





UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS DE CONTROL DE GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*), EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) HÍBRIDO INIAP H-553 EN EL CANTÓN URDANETA, PROVINCIA DE LOS RÍOS.

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO, OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

AUTOR:

FABRICIO GONZALO VILLAMARÍN BARRAGÁN

DIRECTOR DE TESIS:

ING. MARCELO ROJAS M.Sc.

GUARANDA – ECUADOR

2012

VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS DE CONTROL DE GUSANO
COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*), EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea
mays*) HÍBRIDO INIAP H-553 EN EL CANTÓN URDANETA, PROVINCIA
DE LOS RÍOS.

REVISADO POR:

.....
ING. MARCELO ROJAS. M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS

.....
ING. CARLOS MONAR B. M.Sc.
BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION
DE TESIS:

.....
ING. WASHINGTON DONATO O. M.Sc.
ÁREA TÉCNICA

.....
ING. MILTON BARRAGÁN. M.Sc.
REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

A Dios, mi compañero y amigo en quién creo y por quien existo.

A mis padres: Dr. Jorge Villamarín Monteros y Prof. Martha Barragán Pinango, ya que gracias a sus esfuerzos, sacrificios, comprensión y por el infinito amor inconmensurable que me prodigan día a día y por siempre.

A mi angelito celestial Jean Pierre Villamarín Álvarez (+), que está en la corte celestial, cantando el himno de amor y ternura, que nos envía a todos sus familiares.

A mis adorados hijos: Rosalin Karina, Fabricio Jeampierre y Maritzita Valentina, los mismos que son la razón de mi existir, y son muestras palpitantes de los sentimientos e ilusiones en el dulce caminar de la vida.

Para la persona que me acompaña en el duro trajinar de esta vida como es Aurora Rosalin Álvarez Velasteguí, mi esposa, mi amiga, mi compañera, mi gran amor, la misma que constantemente me ha brindado todo su apoyo y con la que comparto mis penas y alegrías, para tí Dody mi negra.

A mis hermanos: Rossana Karina y Jorge Giovanni, por su apoyo incondicional, con quienes comparto mis triunfos y reveses como todo ser mortal.

A mi prima Beatriz Castro Villamarín y a mi tío Luis Villamarín Monteros, por toda la solidaridad que me dispensaron en el proceso de esta tesis.

Fabricio Gonzalo

AGRADECIMIENTO

La gratitud es la memoria del corazón y el corazón es la memoria de toda una existencia y aventajado en estas expresiones, hago llegar mi profundo e imperecedero reconocimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, y en forma particular a todos los Docentes de la Escuela de Ingeniería Agronómica CAEDIS Caluma.

A los señores Miembros del Tribunal de Calificación de Tesis, Señores Ing. Marcelo Rojas M.Sc. Director; Ing. Carlos Monar M.Sc. Biométrista; Ing. Washington Donato M.Sc. Área Técnica e Ing. Milton Barragán M.Sc. de Redacción Técnica, por sus probadas y acertadas guías académicas, por el tiempo dedicado a orientar, monitorear y a la entrega de los conocimientos científicos que supieron transmitir con eficiencia, lo que permitió culminar con éxito la meta trazada.

Fabricio Gonzalo.

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGS.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen.....	4
2.2. Clasificación taxonómica del maíz.	5
2.3. Descripción botánica.....	5
2.3.1. Planta.....	5
2.3.2. Raíz.	6
2.3.3. Tallo.	6
2.3.4. Hojas.	6
2.3.5. Inflorescencia.	7
2.3.6. Fruto.	7
2.3.7. Ciclo vegetativo.	7
2.4. Tipos de maíz.	8
2.4.1. Maíz dentado (<i>Zea mays</i> sidentata).	8
2.5. Semilla.....	9
2.5.1. Protección de la semilla.	9
2.5.2. Composición química de la semilla de maíz (100 gr).....	10
2.6 Requerimientos básicos del cultivo.....	11
2.6.1. Temperatura.	11
2.6.2. Riego.	12
2.7. Técnicas de manejo del cultivo.	12
2.7.1. Selección.	12
2.7.2. Preparación del suelo.	13
2.7.3. Siembra.	14
2.7.4. Épocas de siembra.....	15
2.7.5. Densidades de siembra.....	15

2.7.6. Distanciamientos de siembra.....	16
2.8. Fertilización química.....	16
2.8.1. Establecimiento de la meta de rendimiento obtenible.....	18
2.9. Control de malezas.....	18
2.10. Híbrido en estudio.....	19
2.10.1. Origen del híbrido en estudio.....	20
2.10.2. Características del híbrido en estudio.....	20
2.10.3. Rendimientos comerciales del híbrido en estudio.....	21
2.10.4. Recomendaciones para el cultivo del híbrido en estudio.....	21
2.11. Plagas y enfermedades.....	22
2.11.1. Plagas.....	22
2.11.1.1. Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	24
2.11.1.2. Barrenador del tallo (<i>Diatraea</i> spp).....	33
2.11.1.3. Gusano ejército (<i>Mocis latipes</i>).....	33
2.12. Manejo integrado de <i>S. frugiperda</i>	33
2.12.1. Control cultural.....	33
2.12.2. Control biológico.....	34
2.12.3. Control químico.....	34
2.12.3.1. Tratamiento químico a la semilla.....	34
2.12.3.2. Aplicación al follaje.....	34
2.12.3.3. Cebos tóxicos.....	34
2.13. Enfermedades.....	35
2.13.1. Prevención de enfermedades.....	35
2.13.2. La cinta roja.....	36
2.14. <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	37
2.14.1. Composición y características del <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	37
2.14.2. Modo de acción del <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	38
2.14.3. Plagas, dosis y forma de aplicación del <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	39
2.14.3.1. Plagas y cultivos.....	39
2.14.3.2. Dosis y forma de aplicación del <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	40
2.14.4. Compatibilidades del <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	41

2.14.5. Plazo de seguridad del <u>Bacillus thuringiensis</u> (Bt).	41
2.14.6. Información toxicológica del <u>Bacillus thuringiensis</u> (Bt).	41
2.14.7. Advertencias y precauciones del <u>Bacillus thuringiensis</u> (Bt).	42
2.14.8. Recomendaciones del <u>Bacillus thuringiensis</u> (Bt).	42
2.14.9. Ventajas de una aplicación con <u>Bacillus thuringiensis</u> (Bt).	42
2.15. New BT 2X (<u>Bacillus thuringiensis</u> Bt.).	43
2.15.1. Grupo Químico del New BT 2X.	43
2.15.2. Formulación y concentración del New BT 2X.	43
2.15.3. Compatibilidad del New BT 2X.	43
2.15.4. Mecanismo de acción del New BT 2X.	43
2.15.5. Modo de acción del New BT 2X.	44
2.15.6. Toxicidad del New BT 2X.	44
2.15.7. Dosificación y recomendación de uso del New BT 2X.	45
2.15.8. Principales beneficios de uso del New BT 2X.	45
2.15.9. Presentaciones del New BT 2X.	45
2.15.10. Precauciones del New BT 2X.	45
2.15.11. Propiedades físicas y químicas del New BT 2X.	45
2.16. Lorsban 4E.	46
2.16.1. Grupo Químico del Lorsban 4E.	46
2.16.2. Clase toxicológica del Lorsban 4E.	46
2.16.3. Presentación del Lorsban 4E.	46
2.16.4. Formulación del Lorsban 4E.	46
2.16.5. Concentración del Lorsban 4E.	46
2.16.6. Modo de Acción del Lorsban 4E.	47
2.16.7. Mecanismo de Acción del Lorsban 4E.	47
2.16.8. Dosificación y recomendación de uso del Lorsban 4E.	47
2.16.9. Propiedades físicas y químicas del Lorsban 4E.	47
2.17. Curacrón 500 EC.	48
2.17.1. Nombre común del Curacrón 500 EC.	48
2.17.2. Solubilidad del Curacrón 500 EC.	48
2.17.3. Formulación y concentración del Curacrón 500EC.	48

2.17.4. Modo de acción del Curacrón 500 EC.....	48
2.17.5. Mecanismo de acción del Curacrón 500 EC.....	49
2.17.6. Compatibilidad del Curacrón 500 EC.....	49
2.17.7. Margen de seguridad del Curacrón 500 EC.....	49
2.17.8. Toxicidad del Curacrón 500 EC.....	49
2.17.9. Presentación del Curacrón 500 EC.....	49
2.17.10. Dosificación y recomendación de uso del Curacrón 500 EC.....	50
2.17.11. Propiedades físicas y químicas del Curacrón 500 EC.....	50
III. MATERIALES Y METODOS.....	51
3.1. Materiales.....	51
3.1.1. Ubicación del experimento.....	51
3.1.2. Situación geográfica y climática.....	51
3.1.3. Zona de vida.....	51
3.1.4. Material experimental.....	51
3.1.5. Materiales de campo.....	52
3.1.6. Materiales de oficina.....	52
3.2. Métodos.....	53
3.2.1. Tratamientos.....	53
3.2.2. Procedimiento.....	53
3.2.3. Tipos de análisis.....	54
<input type="checkbox"/> Análisis de Varianza.....	54
<input type="checkbox"/> Pruebas de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos.....	54
<input type="checkbox"/> Análisis de correlación y regresión lineal y múltiple.....	54
<input type="checkbox"/> Análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno (TMR%).....	54
3.2.4. Métodos de evaluación y datos tomados.....	55
3.2.4.1. Porcentaje de emergencia (PE).....	55
3.2.4.2. Evaluación de la incidencia del ataque de <u>Spodoptera frugiperda</u>	55
3.2.4.3. Días a la floración femenina (DFF).....	55
3.2.4.4. Días a la cosecha (DC).....	56

3.2.4.5. Longitud de la mazorca (LM).	56
3.2.4.6. Diámetro de la mazorca (DM).	56
3.2.4.7. Peso por parcela (PP).	56
3.2.4.8. Porcentaje de humedad (PH).	56
3.2.4.9. Sanidad de mazorcas (SM).	57
3.2.4.10. Porcentaje de desgrane (PD).	57
3.2.4.11. Rendimiento en Kg/Ha. (RHa).	57
3.2.5. Manejo del ensayo.	58
3.2.5.1. Análisis químico del suelo.	58
3.2.5.2. Preparación del suelo.	58
3.2.5.3. Demarcación de las hileras y de los hoyos o golpes.	58
3.2.5.4. Siembra en labranza cero.	59
3.2.5.5. Tapado de la semilla.	59
3.2.5.6. Raleo.	59
3.2.5.7. Fertilización química.	59
3.2.5.8. Controles fitosanitarios para <u>Spodoptera frugiperda</u>	59
3.2.5.9. Control de malezas.	60
3.2.5.10. Cosechas.	60
3.2.5.11. Deshoje.	61
3.2.5.12. Desgrane.	61
3.2.5.13. Secado.	61
3.2.5.14. Aventado.	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	62
1. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.	62
2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV).	68
3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN.	69
4. ANÁLISIS ECONÓMICO (AE).	71
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	75
5.1. CONCLUSIONES.	75
5.2. RECOMENDACIONES.	76

VI. RESUMEN Y SUMMARY.....	77
6.1. RESUMEN.....	77
6.2. SUMMARY.....	79
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS.	

INDICE DE CUADROS

CUADRO No. Descripción.	PÁGS.
1. Resultados de la Prueba de Tukey al 5%, para comprobar los promedios de tratamientos (Alternativas de control de <u>S. frugiperda</u>) en los componentes del rendimiento del maíz Híbrido INIAP H-553 en la localidad de Pijullo, cantón Urdaneta. 2011.....	62
2. Resultados del análisis de Correlación y regresión lineal	69
3.1. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).....	71
3.2. Análisis de Dominancia.	71
3.3. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.....	72

INDICE DE ANEXOS

ANEXO No.

1. Ubicación del ensayo.
2. Croquis del ensayo digitalizado.
3. Resultados de análisis químico del suelo.
4. Base de Datos.
5. Glosario de términos técnicos.
6. Fotografías del seguimiento y evaluación del ensayo.
 - 6.1. Selección del terreno
 - 6.2. Toma de muestra para análisis químico del suelo
 - 6.3. Aplicación de Glifosato en las parcelas experimentales
 - 6.4. Construcción de cercas de protección del ensayo.
 - 6.5. Ubicación de letrero de identificación de la investigación
 - 6.6. Desinfección de la semilla para la siembra
 - 6.7. Demarcación de hoyos o golpes y siembra del maíz híbrido INIAP H – 553
 - 6.8. Siembra del ensayo
 - 6.9. Evaluación del Porcentaje de Emergencia de plantulas de maíz en campo
 - 6.10. Hoyado para la aplicación de fertilizante
 - 6.11. Mezcla de urea + muriato de potasio
 - 6.12. Fertilizante aplicado al suelo
 - 6.13. Desarrollo vegetativo del cultivo
 - 6.14. Productos químicos y biológicos a ser utilizados en la investigación
 - 6.15. Preparación y aplicación del cebo (Lorsban 4E) + arena
 - 6.16. Preparación y aplicación del Bacillus thuringiensis + arena
 - 6.17. Evaluación del daño del Spodoptera frugiperda
 - 6.18. Larvas de Spodoptera frugiperda
 - 6.19. Visita de los Miembros del Tribunal de Tesis
 - 6.20. Recomendaciones del Ing. Carlos Monar (Biometrista) para la Cosecha
 - 6.21. Cosecha del ensayo, mediante arrancado de mazorcas
 - 6.22. Evaluación del peso de 10 mazorcas
 - 6.23. Evaluación de la longitud de la mazorca

- 6.24. Evaluación del diámetro de la mazorca
- 6.25. Evaluación del peso y porcentaje de desgrane
- 6.26. Determinador portátil de humedad
- 6.27. Evaluación del porcentaje de humedad del grano