UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Tema:

Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Autora:

Jahayra Lisbeth Sánchez Posligua

Tutor:

Ing. Francisco Muñoz Montecé Msc.

Vinces Los Ríos Ecuador

2017

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Tema:

Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador

Autora:

Jahayra Lisbeth Sánchez Posligua

Tribunal de sustentación

aprobado por

Ing. Jorge Meza Aguilar. Msc.
Presidente

Ing. Lauro E. Díaz Ubilla M.Sc.
Vocal principal

Ing. Blanca Ortiz Alvarado
Vocal principal

Vinces, 2017

La responsabilidad del contenido de este trabajo de Investigación, corresponde exclusivamente a Jahayra Lisbeth Sánchez Posligua, y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil.

Jahayra Lisbeth Sánchez Posligua

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mi abuela María Valdez Montoya +, madre Elisa Posligua Valdez, tía Rosa Posligua Valdez, y demás familiares quienes han dado todo lo posible por mi bienestar y educación.

Y dedico a mi hija María Fuentes Sánchez y esposo Orly Fuentes Lorenty este logro, porque ellos que me dieron la fuerza para alcanzar una de mis metas que fue llegar a ser profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y al señor Enrique Fuentes quien de manera muy cordial facilito sus predios para llevar a cabo el presente proyecto de investigación.

A la Ing. Marisol Vera Oyague M.Sc, y el Ing. Francisco Muñoz M.Sc. Al Sr. Manuel Gutiérrez por sus conocimientos prácticos impartidos y ayuda prestada.

A los trabajadores de Asociación de Productores Orgánicos de Vinces (APOV) el Ing. Camilo España y la Ing. Jenny Casquete.

A los compañeros de aula: Raúl Fuentes, Alex Figueroa, José Cabanilla Jessica Plaza, Henry Hidalgo, Fabián Vera, Johana Suarez, Angélica Rodríguez, Ernesto Paredes y Víctor Castro por su amistad y apoyo brindado durante la época de estudiantes.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

ÍNDICE CONTENIDO……. I

ÍNDICE DE CUADROS……. IV

RESUMEN…… VI

SUMMARY…… VII

I INTRODUCCIÓN……... 1

1.1 Antecedentes……. 2

1.2 Justificación…….. 2

1.3 Situación problematizadora……... 3

1.3.1 Descripción del problema. ……... 3

13.2 Problema……. 3

1.3.3 Preguntas de la investigación. ……. 3

1.3.4 Delimitación del problema. ……. 4

1.3.4.1 Temporal. ……. 4

1.3.4.2 Espacial. …….. 4

1.4 Objetivos……. 4

1.4.1 General…… 4

1.4.2 Específicos……. 4

II. MARCO TEÓRICO…… 5

2.1 Descripción botánica…… 5

2.2 Híbridos…… 5

2.3 Rendimientos en híbridos de maíz. ……. 6

2.4 Época de siembra……. 6

2.4.1Tipos de siembra. …….. 7

2.5 Fertilización…….. 7

2.6 Densidad…….. 8

2.7 Ventajas del sistema de siembra doble hilera…… 9

2.8 Desventajas del sistema doble hilera…… 9

2.9 Experiencias investigativas……. 10

III MARCO METODOLÓGICO…….. 13

3.1 Ubicación del área de investigación…….. 13

3.2 Material de siembra……... 13

3.3 Factores estudiados ……... 14
3.4 Tratamientos…….. 14
3.4 Diseño Experimental……. 14
3.5.1 Análisis Estadístico ……. 15
3.6 Delineamiento experimental……. 15
3.7 Manejo del experimento…… 15
3.7.1 Preparación del terreno. …… 15
3.7.2 Trazados de las parcelas. ……... 15
3.7.3 Siembra…… 16
3.7.4 Fertilización. …… 16
3.7.5 Riego…… 16
3.7.6 Control de malezas. …….. 17
3.7.7 Control fitosanitario. ……. 17
3.7.8 Cosecha…….. 17
3.8 Datos evaluados…… 17
3.8.1. Altura de planta en metros. …… 17
3.8.2 Altura de la inserción de la primera mazorca en metros……. 17
3.8.3 Días de la floración masculina…….. 17
3.8.4 Diámetro del tallo en milímetros. …….. 18
3.8.5 Número de hojas por planta a los 30-60 días…… 18
3.8.6 Días a la cosecha…….. 18
3.8.7 Longitud de la mazorca en centímetros. …… 18
3.8.8 Numero de mazorca por planta. ……. 18
3.8.9 Peso de 100 granos en gramos…….. 18
3.8.10 Diámetro de mazorca en centímetros. …….. 18
3.8.11 Rendimiento del grano en kilogramos…… 18
3.8.12 Análisis económico……..…… 19
3.8.12.1 Ingreso bruto……..…… 19
3.8.12.2 Costos totales de los tratamientos……. 19
3.8.12.3 Beneficio neto de los tratamientos…….. 20
3.8.12.4 Relación beneficio/costo……..…… 20
3.9 Instrumentos……..…….. 20
3.9.1 Materiales de oficina…… 20
3.9.2 Herramienta de campo. 21

3.9.3 Insumos. 21
3.9.4 Fertilizantes. 21
3.9.5 Insecticida. 21
3.9.6 Herbicidas. 21
3.9.7 Equipos. 21
IV. RESULTADOS……..…… 21
4.1 Comportamiento agronómico del híbrido de maíz Somma mediante el sistema a doble hilera.……..…….. 22
4.1.1 Altura de planta en metros a los 30-60 días.……. 22
4.1.2 Altura de inserción de la primera mazorca en metros.…….. 23
4.1.3 Días de floración masculina.…….……..……... 24
4.1.4 Diámetro del tallo en mm a los 30-60 días.…….……. 24
4.1.5 Número de hojas por planta a los 30-60 días.…….…….. 25
4.1.6 Días a la cosecha.…….…….…….……... 26
4.1.7 Longitud de la mazorca en centímetros. …….…….. 26
4.1.8 Diámetro de la mazorca en centímetro.…….……... 27
4.1.9 Número de mazorca por planta.…….…….…….. 28
4.1.10 Peso de 100 semillas en gramos.…….…….…….. 28
4.2 Establecer el rendimiento del cultivo de maíz.…….……. 29
4.2.1 Rendimiento del grano por hectárea.…….…….……. 29
4.2.2 Análisis económico.…….…….…….…….. 30
V. DISCUSIÓN…….…….…….…….…… 31
VI CONCLUSIONES…….…….…….…….... 34
VII RECOMENDACIONES…….…….…….…… 35
VIII BIBLIOGRAFÍA…….…….…….……... 36
ANEXOS…….…….…….…….…….……. 41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro **Pag.**

Cuadro 1. Características agronómicas del híbrido Somma**……...** **13**

Cuadro 2. Esquema de tratamientos**…….……..……..** **14**

Cuadro 3. Esquema de análisis de varianza**…….……** **14**

Cuadro 4. Plan de fertilización al momento de la siembra en el híbrido de maíz Somma, Vinces 2015**…….……** **16**

Cuadro 5. Altura de planta en metros, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.…….. **22**

Cuadro 6. Altura de inserción de la primera mazorca en metros, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.…… **23**

Cuadro 7. Diámetro del tallo en mm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.……. **24**

Cuadro 8. Número de hojas por planta, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.…….. **25**

Cuadro 9. Longitud de la mazorca en cm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.…….. **26**

Cuadro 10. Diámetro de la mazorca en cm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.……... **27**

Cuadro 11. Peso de 100 semillas en g, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.……. **28**

Cuadro 12. Rendimiento del grano por hectárea, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces-Ecuador…….. **29**

Cuadro 13. Análisis de la relación beneficio/costo en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces-Ecuador..... **30**

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado: "Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces-Ecuador.", se realizó en la hacienda Santa Bárbara, ubicada a 2,5 km en la vía Vinces - Palestina, tuvo como objetivo: evaluar la fenología del cultivo de maíz con el sistema de siembra a doble hilera y establecer el rendimiento del cultivo de maíz, se aplicó un diseño de bloques completos al azar, cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los resultados para el primer objetivo planteado son : el tratamiento predominante fue el T_4= 80 x 30 x 20 cm en las variable altura de planta con 2,56 m, número de hojas 13, peso de 100 semillas 32,70 g; seguido del T_3= 80 x 50 x 16 cm, que obtuvo la mayor altura de inserción--- con 1,35 m y longitud de mazorca 19,92 cm. el mayor diámetro de la mazorca lo alcanzó T_1 = Testigo con 5,50 cm. El número de mazorca por planta no fue influenciado por ninguno de los tratamientos obteniendo una mazorca, los días que transcurrieron a la floración masculina floración masculina fueron 52 días y los días a la cosecha fueron a 120 días y 19 % de humedad. Para el segundo objetivo el mayor rendimiento lo obtuvo el T_4= 80 x 30 x 20 cm con 8 241,66 kg/ha y en cuanto a la relación B/C se adquirió el $ 0,62 y rentabilidad de 62 %, sin ser económicamente rentable.

Palabras clave: maíz, doble hilera, densidad de siembra, rendimiento.

SUMMARY

The research work entitled "Agronomic behavior and maize crop yield (Zea mays L.), with a double-row planting system in the Vinces-Ecuador area", was carried out at the Santa Bárbara farm, located at 2 , 5 km in the Vinces-Palestine route, had as objective: to evaluate the phenology of maize cultivation with the double-row planting system and to establish the maize crop yield, a randomized complete block design was applied, five treatments And four replications, the results for the first objective were: T4 = 80 x 30 x 20 cm in the variable height of plant with 2.56 m, number of leaves 13, weight of 100 seeds 32, 70 G; Followed by T3 = 80 x 50 x 16 cm, which obtained the highest insertion height --- with 1.35 m and cob length 19.92 cm. The largest diameter of the ear was reached by T1 = Witness with 5.50 cm. The number of cob per plant was not influenced by any of the treatments obtaining a cob, the days that passed to male flowering male flowering were 52 days and the days at harvest were at 120 days and 19% humidity. For the second objective, the highest yield was obtained by the T4 = 80 x 30 x 20 cm with 8 241.66 kg / ha and in relation to the B / C ratio, the value of $ 0.62 and yield of 62% Economically profitable..

Keywords: corn**,** double row, seed density, yield

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), es uno de los más importantes en el mundo por su extensa área cultivada, su aporte en la alimentación humana, animal y uso industrial. El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, originario de México y cultivado en todo el continente Americano. Hoy en día constituye el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total.

Según la Coordinación General del Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, en Ecuador, en la actualidad la superficie sembrada de maíz duro seco para invierno es de 276 385 ha, distribuyéndose en las provincias de la siguiente manera: Los Ríos 35,2 %; Manabí 28,9 %; Guayas 17,5 %; Loja 12,9 %; Santa Elena 4,1% y El Oro con 0,1%. En la provincia de Los Ríos, los cantones con mayor producción son. Mocache (23831 ha) y Ventanas (21933 ha). Para la época de verano los cantones más notables son Montalvo (6766 ha), Babahoyo (4078 ha), y Mocache (3312 ha): en los cantones mencionados la rotación y dinámica de la producción permite que durante la época de invierno se cultive arroz (Espinoza, 2015).

El rendimiento en promedio nacional de maíz duro seco para la época de verano 2014 fue de 5,13 ton/ha, donde Loja, Santa Elena, Los Ríos y Guayas fueron las zonas de mayor producción, con rendimientos entre 5-6 t/ha. Manabí es la provincia maicera de menor productividad con rendimiento inferior a la media nacional (3,87 t/ha). (Monteros & Salvador, 2015).

Se han comprobado que los rendimientos aumentan a medida que se incremente la densidad poblacional del cultivo de acuerdo con Estrada (2006), al incrementar la densidad de siembra, se obtienen plantas más altas, más mazorcas por hectárea. Es importante indicar que el rendimiento en kilogramos por hectárea de maíz esta también ligado al manejo del cultivo como el riego y la fertilización en el momento adecuado.

El maíz es un clásico ejemplo de cultivo en el que el rendimiento en grano es máximo a un nivel de población definido, por lo que se hace necesario escoger una adecuada densidad utilizando el sistema de siembra a doble hilera siendo estos elementos principales para obtener adecuadas poblaciones y alcanzar elevados promedios de rendimiento por hectárea de acuerdo a la zona ecológica en que se desarrolle el cultivo.

1.1 Antecedentes

En los últimos años, el cultivo de maíz en América Latina ha tenido problemas de producción y productividad que se atribuyen a la pérdida de fertilidad del suelo, al uso de variedades de baja producción, al mal uso de nuevos híbridos de gran potencial de rendimientos, ataques de plagas y enfermedades, condiciones climáticas adversas como heladas, granizadas y déficit hídrico en los periodos críticos del cultivo. Sin embargo, se ha demostrado que se pueden incrementar apreciablemente con el uso de adecuada tecnología que incluyen, un mejor manejo de la población y la nutrición (Basantes, 2012).

Por ello se deben evaluar otras formas de distribución poblacional en el cultivo de maíz como los surcos apareados o doble fila más conocidos como twin rows en inglés, un concepto que está ganando interés. El principio básico de este sistema es proporcionar un mayor espacio entre plantas, permitiendo así una mayor población a través de siembras a doble hilera que permiten tener mayor cantidad de mazorca y consecuentemente lo que permite alcanzar mejores rendimientos. Este sistema a pesar de ser una práctica de más de 30 años es necesario aplicarla en la actualidad con híbridos que sostienen altos potencial de rendimientos (Bragachini et al., 2010).

1.2 Justificación

El sistema doble hilera es utilizado con la finalidad de aumentar el potencial del cultivo, donde la población es el factor limitante, permite aumentar la población de plantas debido a la mejor distribución de las mismas, y en entornos de rendimientos menores ya sea por características climáticas o edáficas, donde el área es crítica para la absorción de nutrientes y agua, permite una mejor distribución de raíces.

La tendencia en el sistema doble hilera muestra que el enraizamiento efectivo en la totalidad de la superficie aumenta a medida que aumenta la población debido a que las plantas están distribuidas en un área mayor, haciendo un uso más homogéneo del agua edáfica y de la absorción de nutrientes (Bragachini et al, 2010).

La siembra del maíz a doble hilera con surcos angostos respecto a surcos convencionales, permite incrementar el rendimiento de grano como consecuencia de disminuir la competencia entre plantas dentro del surco por luz, agua y nutrimentos. Además el

incremento de rendimiento en respuesta a la disminución de la distancia entre surcos se ha relacionado con un aumento en la producción de biomasa, también logra una mayor respuesta en niveles más bajos de nitrógeno, debido a una menor competencia intra-específica y a una mayor intercepción de energía solar desde antesis a emergencia de estigmas, periodo crítico para la formación de granos (Reta, Gaytán, y Simón, 2003).

De lo antecedido, surge la necesidad de realizar una investigación en la zona de Vinces, teniendo como objetivo determinar comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con cinco densidades de siembra, utilizando el sistema de doble hilera teniendo como meta mejorar la productividad de los agricultores de la zona.

1.3 Situación problematizadora

1.3.1 Descripción del problema.

Dentro de la diversidad de problemas que tiene la producción de maíz, se destaca la baja densidad de población al utilizar densidades de siembras inadecuadas, que podrían aumentar o disminuir su competencia inter-específica por luz, agua y nutrientes; teniendo como consecuencias: plantas más pequeñas, mal formaciones de mazorcas y granos pequeños de bajo peso, afectando el rendimiento al momento de la cosecha. Igualmente se considera que al no utilizar mejor el terreno se obtendría poca cantidad de plantas por hectárea.

1.3.2 Problema.

Desconocimiento de distanciamiento de siembra del cultivo de maíz para obtener un mejor rendimiento

1.3.3 Preguntas de la investigación.

- ✓ ¿Cuál fue el comportamiento agronómico que presentó el híbrido de maíz Somma utilizando doble hilera y cinco distancias de siembra?
- ✓ ¿Aumentó el rendimiento del híbrido de maíz (*Zea mays* L.), Somma utilizando doble hilera y cinco distancias de siembra?
- ✓ ¿Cuál fue la distancia que dio mayor rendimiento?

1.3.4 Delimitación del problema.

1.3.4.1Temporal.

Edmeades (citado por FAO, 2001) menciona que observó una declinación importante en el rendimiento del cultivo de maíz, cuando había más de dos plantas juntas, siendo esta descenso mayor a las densidades más altas.

1.3.4.2 Espacial.

En los terrenos de la hacienda Santa Bárbara propiedad del Sr. Enrique Fuentes Ubilla, ubicada a 2,5 km de la vía Vinces-Palestina, en el cantón Vinces, provincia de Los Ríos.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Determinar el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador

1.4.2 Específicos

- Evaluar la fenología del cultivo de maíz con sistema de siembra a doble hilera.
- Establecer el rendimiento del cultivo de maíz.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del cultivo de maíz

Ortiz, (2014) menciona los siguientes detalles de la morfología del maíz. El ciclo vegetativo: es de 80-200 días dependiendo de la variedad, la altura de la planta tiene entre 0,40-0,60 m en algunos casos y de 200-300 cm de altura en otro, tallo es leñoso, cilíndrico, con 8-25 nudos, las hojas son de coloración verde pálido o verde intenso en número de 8-25, el sistema radicular nodales, adventicias de sostén o soporte, aéreas, planta monoica y con una inflorescencia masculina son de forma de panoja o panícula, y la femenina de espiga o pistilada y conocida comúnmente como mazorca.

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. Están formados por una sucesión de nudos y entrenudos, los primeros son zonas abultadas de los cuales se producen la elongación de los entrenudos y se diferencian las hojas. Cada nudo es el punto de intersección de una hoja (Sandal, 2014).

2.2 Híbridos

Según Tadeo, (2000) las semillas mejoradas son un insumo estratégico en la agricultura, pues ayudan a elevar la producción, el rendimiento y la eficiencia para cubrir las necesidades alimenticias de la población y competir en el ámbito internacional. Un alto rendimiento por hectárea a bajo costo, resistencia vientos y enfermedades por hongos, y una baja estatura que facilita la cosecha son las bondades de los híbridos con los que se está trabajando en la actualidad además de que se pude conseguir híbridos para distintas regiones.

Maíz híbrido es el cultivo que resulta del cruce entre dos o más variedades o líneas con el objetivo de hacerlos más resistentes a problemas y/o enfermedades que afectan los cultivos de una forma natural. Estas mezclas entre “razas” ó “especies” de la planta ayudan a mejorar la resistencia a ciertas condiciones climáticas, o a combatir algunas plagas, elevando así la productividad del cultivo (SACSA, 2013)

2.3 Rendimientos en híbridos de maíz

Agrytec, (2012) "destaca que el rendimiento promedio en un ciclo de cultivo de maíz va de 6 363,64-10 000 kg/ha, con un grado de humedad del 13 %". El Mercurio, (2009) hace referencia que el hibrido de maíz H-602 es el resultado de varios años de investigación y pruebas en zonas maiceras del país como Quevedo, Santa Ana, Jipijapa y Tosagua, donde los rendimientos promedios fueron de 8 828,83 kg/ha.

Mientras que los productores de Mocache cantón de la provincia de Los Ríos en siembras realizadas con el hibrido Gladiador cosecharon hasta 9 009 kg/ha. mencionando que es un rendimiento muy bueno**.** De igual manera se indica que el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) está dentro de ese mercado con el desarrollo de las semillas H-551, H-553, H-601, y H-602 logrando un rendimiento de más de 4 504,50 kg/ha (EL COMERCIO, 2012).

2.3.1 Hibrido Somma.

Según Syngenta, (2013) somma es un híbrido de maíz amarillo con altísima calidad de grano, alto potencial de rendimiento, estabilidad y desempeño agronómico. Pues agricultores de zonas maiceras como Balzar obtuvieron en la época de invierno 7 207,20 kg/ha, mientras en verano lograron 6 981,98 kg/ha, En el canton El Empalme lograron 6 846,85 kg/ha en el verano, en otros cantones como Mocache alcanzaron 7 117,12 kg/ha en invierno y en verano el rendimiento fue de 7 612,61 kg/ha, Pedro Carbo en época de invierno obtuvo 6 396,40 kg/ha, Jipijapa, Santa Elena, Tosagua, Chone, Palenque y Pindal, que sembraron el hibrido "somma" han identificado una excelente calidad de grano en color y textura, obteniendo mejor rendimiento en sus cosechas.

2.4 Época de siembra

Segura y Andrade, (2011) mencionan que la siembra del cultivo de maíz es conveniente realizarla iniciando en la época lluviosa entre el mes de diciembre a enero ya que las siembras tardías reducen sensiblemente el rendimiento, en época seca la siembra debería realizarse entre los meses de mayo y junio con el fin de aprovechar la humedad remanente del invierno.

Agrytec, (2012) indica que en época de invierno es recomendable sembrar antes del 15 de enero para que sean aprovechadas las primeras lluvias para su crecimiento,

floración y posterior aparición de mazorcas, esto es para evitar una probable falta de agua durante el invierno.

2.4.1Tipos de siembra.

Guerra, (2008) indica que hay dos maneras de ejecutar la siembra:

- **Siembra manual**: una vez preparado el terreno, se establece la distancia de siembra, dejando entre surcos 0,80 m y entre planta 0,10 m en el cual se debe colocar una semilla por hoyo dejando 10 plantas/metro lineal, enterrando la semilla a 0,03-0,04 m cubriéndolo con tierra suave para que no tenga problema al germinar.

- **Siembra mecanizada**: Señala que en este tipo de siembra se utiliza sembradoras calibrada para que coloque la semilla al mismo distanciamiento antes mencionado.

2.5 Fertilización

Guerra, (2008) menciona que para obtener una buena cosecha se debe proveer los elementos principales (N, P, K) en las cantidades adecuadas además deben tomar en cuenta el requerimiento nutricional del elote, también es necesario hacer un análisis de suelo para ver con qué elementos contamos para aplicar los fertilizantes adecuados ya que el requerimiento nutricional del elotin por hectárea es: Nitrógeno (N) 178 kg, Fósforo (P) 67 kg y Potasio (K) 191 kg.

2.6 Densidad

Guerra (2008) en estudios realizados comprobó que los rendimientos aumentan a medida que incrementa la densidad, pero no precisamente se presenta mejoras en la calidad del fruto. Además menciona que al incrementar la densidad de siembra se obtienen planta más altas, más mazorcas por hectárea con menor longitud y peso unitario; es decir que la longitud y peso de la mazorca estadísticamente no es significativo comercialmente no tiene notabilidad. Mantiene que la densidad de población, mecanización, las labores culturales, los factores económicos, el ambiente, y el mejoramiento de los híbridos son muy importantes para los niveles de producción en el cultivo.

Campodónico (2012) señala que en el maíz, la disponibilidad ya sea de agua y nitrógeno cambia la respuesta a densidad de las plantas ya que cuando el ambiente posee

buena disponibilidad de agua y nutrientes los mayores rendimientos se obtienen con densidades elevadas, es decir que la densidad optima de plantas para lograr un máximo rendimiento en grano, está asociada solamente con disponibilidad de nutrientes y agua.

Torres (2007) indica que la densidad de siembra es uno de los factores muy importantes en el rendimiento final del cultivo ya que si hay una excesiva densidad por ha crece la competencia entre plantas. La densidad de cultivo también se relaciona con competencia por luz, ya que el cultivo necesita altos requerimientos de luz, por lo que se debe considerar las características del hibrido en la dosis de siembra.

Ruiz (2009) por su parte indica que la densidad de siembra es el número de plantas sembradas por hectárea en un área determinada de terreno, además manifiesta que el número de plantas que llegan a la cosecha sea mayor o menor influirá de manera directa en la producción. Además también hace referencia que la densidad de siembra es un factor indispensable para obtener buenos rendimientos donde la cantidad de plantas por hectárea dependerá de dos factores tales como: características agronómicas propias de la variedad o hibrido, y de la fertilización que se aplique.

Al modificarse la distribución espacial de las plantas se reduce el sombreo mutuo entre las hojas durante su etapa de expansión, por lo que se logra una cobertura más rápida del suelo. El método permite incrementar la densidad de plantas por hectárea, al manejar poblaciones de 100 000 plantas o más, pero brindándoles una mejor distribución en el terreno, para esto se debe realizar la siembra con una sembradora de doble hilera o, bien, con una sembradora convencional de siembra en hilera sencilla para surcos a 50 cm, esta tecnología consigue, además, obtener una disminución de los problemas de acame y plantas improductivas, que se traduce en mayores rendimientos por hectárea (Luque, 2008).

2.7 Ventajas del sistema de siembra doble hilera

Permite incrementar el rendimiento de grano como consecuencia de disminuir la competencia entre plantas dentro del surco por luz, agua y nutrimentos (AGROSINTESIS, 2014).

Se presenta un cierre anticipado del cultivo, pues al modificarse la distribución espacial de las plantas se reduce el sombreo mutuo entre las hojas durante su etapa de expansión, lo que logra una cobertura del suelo más rápida (AGROSINTESIS, 2011)

Esta cobertura más temprana permite lograr mayor eficiencia en la intercepción de la luz, del suelo y nutrientes en el cultivo, respecto de la eficiencia lograda con las siembras en surcos convencionales de hilera sencilla. Permite además, obtener una disminución de los problemas de acame (caída de plantas) y plantas improductivas, que se traduce en mayores rendimientos por hectárea (AGROSINTESIS, 2011).

Menor número de malezas por el aprovechamiento de espacio, luz y agua por parte del cultivo, lo que evita el desarrollo de otras plantas dentro del área (Espinoza J. , 1999).

2.8 Desventajas del sistema doble hilera

A mayor densidad de siembra, mayor va a ser la cantidad de plantas que van a demandar nutrientes, la alta competencia entre las plantas hace imperativo incrementar el aporte de nutrientes (Hernández, 2012).

Incremento en los costos del cultivo por el mayor uso de fertilizantes, insumos, riego, uso de personal y adaptación de maquinaria para este método (Dorantes, 2015).

2.9 Experiencias investigativas

Daughtry et al (1983) Menciona en su investigación de "Estimaciones espectrales del radiación solar interceptado por copas de maíz utilizando sistemas de densidades doble hilera" que el diámetro del tallo, altura de plata y el desarrollo de la planta de maíz tiene una influencia directa con la radiación solar interceptada y es un componente importante en el proceso de fotosíntesis que influye en el crecimiento y producción del cultivo.

Según Campbell y Norman, (1989) en su investigación de "La descripción y medición de la estructura de la cubierta vegetal" manifiesta que la altura de planta asociado a la densidad más alta, provoca una competencia entre plantas que favorece el alargamiento de células, la producción y afecta indirectamente los procesos de fotosíntesis y transpiración.

En el trabajo de Westgate et al (1997) de "Eficiencia en el uso de radiaciones y rendimiento de grano" donde al probar altas densidades de población, observó que las altas densidades foliares inducen una alta competencia por luz, que estimulan el desarrollo vertical de las plantas.

Según Barbieri et al (2000), el trabajo de investigación "Efectos de espaciamiento de fila en diferentes niveles de disponibilidad de nitrógeno en maíz" la reducción del espacio entre surcos de 0,70 a 0,35 m permitió incrementar el rendimiento de grano y el número de granos en 20,5 y 14,5 %, respectivamente, así como lograr una mayor respuesta en niveles más bajos de nitrógeno, debido a una menor competencia intraespecífica y a una mayor intercepción de energía solar desde antesis a emergencia de estigmas, periodo crítico para la formación de granos.

Luque (2008) en sus proyectos de capacitación a productores agrícolas a través de la tecnología de métodos de siembra, menciona que se han logrado rendimientos, de hasta 18 t/ha, con el método de doble hilera con distanciamientos entre calle de 0,80 m, entre planta de 0,20 m y la separación entre hileras es de 0,60 m para una población de 125 000 plantas/ha. También con otra densidad de siembra en el sistema de doble hilera una población de 120 000 plantas/ha, con una densidad de 0,80 m entre calle, 0,16 m entre planta y entre hilera una distancia de 0,50 m.

El mismo autor indica como resultado que, la aplicación del sistema de siembra a doble hilera es factible el logro de incrementos en los rendimientos, en la medida en que se aprovechen mejor los espacios físicos en el terreno de cultivo, pero esto también debe estar acompañado con un buen manejo que depende de: no rebasar la densidad de 125 000 semillas/ha, fertilizar de acuerdo al requerimiento en función del análisis de fertilidad de suelo y manejar oportunamente los riegos de auxilio, ya que si se somete el cultivo a condiciones de estrés, se pierde el potencial que ofrece el sistema de siembra.

En trabajo realizado por Guerra, (2008) "Efecto de dos distancia de siembra, sobre el rendimiento y calidad exportable de tres híbridos de elotin (*Zea mays* L, Poaceae)" en donde se utilizaron distancias de siembra de 0,30 metros entre hileras, 1 metro de calle y entre planta 0,15-0,20 m con tres híbridos que son Pac 4-23, Sweet Vallery, King Sweet. Donde el número de mazorca por planta fue estadísticamente diferente demostrando que

el híbrido Pac 4-23 con distanciamiento de 0,20 m entre planta y 0,30 m entre hilera y un metro de calle en donde obtuvo tres mazorca por planta siendo el mayor número, y además en cuanto al rendimiento fue estadísticamente diferente a los demás siendo el híbrido Pac 4-23 quien obtuvo el mayor rendimiento con 141,1 kg/ha seguido del Sweet Vallery con un rendimiento de 87,81 kg/ha, y el híbrido King Sweet con 69,31kg/ha lo cual demuestra que el potencial genético del híbrido Pac-4-23 fue superior a los demás híbridos recomendando el mismo autor la utilización del híbrido Pac 4-23 en la zona.

Acosta y Galárraga, (2011) dando a conocer en su investigación "efecto de la siembra directa sobre el suelo, desarrollo y rendimiento de dos ciclos sucesivos de maíz, bajo diferentes arreglos de siembra y formas de aplicación de nitrógeno", cuyo resultado altura de planta en siembra a doble hilera (0,75 m x 0,40 m x 0,25 m) fue de 2,10 metros, mientras, en la variable días de floración masculina dominó con el sistema de hilera doble con un promedio de 51,93 días, también manifiesta que en los días de la madurez fisiológica la doble hilera se obtuvo 117,26 días, superando a la hilera simple; para la altura de la inserción de mazorca, el arreglo de hilera doble con una medida de 1,15 m, en cuanto al diámetro del tallo se la diferencia entre el testigo y el sistema doble hilera dando valores 1,82 cm y 1,73 cm de diámetro, respectivamente para cada tratamiento.

Valle, (2014) en trabajo de "comportamiento agronómico de dos híbridos de maíz (*Zea maíz* L.) con tres niveles de nitrógeno". En el tratamiento con una fertilización requerida obtuvo un promedio de 13,46 hoja/planta.

Zamudio et al., (2015) mencionan en su trabajo de "producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera" con una densidad de 90 000 plantas/ha, que en las variables de longitud de la mazorca el híbrido AS-823 con 16,29 cm; el diámetro de la mazorca el AS-722 con 43,6 cm y demostrando significancia en la variable peso de 100 granos, quedando el criollo Blanco Federación con 32,95 g.

Mera y Montaño, (2015) mencionan en la "evaluación de arreglos espaciales y densidades poblacionales en híbridos de maíz comercial en zonas de bosque tropical seco durante la época lluviosa" a medida que se aumentó la densidad de siembra se observó

incremento en el rendimiento llegando la densidad de 8 5000 plantas/ha., con un valor de 6 711,71 kg/ha.

Pérez, (2015) quien en su trabajo "comportamiento agronómico de nuevos materiales de maíz (*Zea mays* l) comparados con testigos comerciales, sembrados durante la época lluviosa de 2014 en fumisa" con el híbrido somma alcanzo una relación beneficio costo de $ 0,73., estos valores pueden estar relacionados al potencial del hibrido, quedando que por cada dólar invertido se pierden $ 0,27.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del área de investigación

El trabajo de investigación se realizó en los meses de junio a octubre de 2016, en terrenos de la hacienda Santa Bárbara propiedad del Sr. Enrique Fuentes Ubilla, ubicada a 2,5 km de la vía Vinces Palestina, las coordenadas geográficas son: 1º 31 de latitud Sur, 79º 47 de longitud Occidental, altura de 14 msnm, temperatura promedio 26 °C y su precipitación anual promedio de 1 400 mm.[1]

3.2 Material de siembra

El material genético fue el híbrido denominado Somma, cuyas características se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Características agronómicas del híbrido Somma.

Caracteristicas	Somma
Dias de floración	55
Ciclo vegetativo (días)	140-150
Altura de la planta	219 cm.
Inserción mazorca	1,20-1,25 m
Numero de hileras	14-16
Rendimiento	6 756,76 kg
Forma mazorca	Cilíndrica
Color del grano	Amarillo intenso
Textura del grano	Cristalino
Tolerancia al acame	Excelente
Sanidad	Muy alta
Den. de siembra	5-6 plantas/m lineal

Fuente: Plegable Técnico2013.

1 Datos tomados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

3.3 Factores estudiados

El factor en estudio fue el distanciamiento de siembra en sistema de doble hilera en el cultivo de maíz.

3.4 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por el híbrido de maíz Somma con cuatro distanciamientos de siembra más un testigo como se detallarán a continuación.

Cuadro 2. Esquema de tratamientos

Tratamientos	Distanciamiento (cm)	Plantas por hectárea
T_1	80 x 20	62 500
T_2	80 x 60 x 20	71 500
T_3	80 x 50 x 16	96 500
T_4	80 x 30 x 20	91 500
T_5	75 x 40 x 25	69 900

3.5 Diseño experimental

Se aplicó el Diseño Experimental Bloques al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 3. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de Libertad	
Tratamiento	t-1	4
Bloques	r-1	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	12
Total	Tr-1	19

Modelo matemático

Yijk = μ+ βj + π + €ij

Yij = Una observación

μ = Media de la población

βj = Efecto jotaésimo de los bloques

π = Efecto iesimo de los tratamientos

€ijk = Efecto aleatorio (Error experimental)

3.5.1 Análisis estadístico

Los datos de campos fueron evaluados por medio del análisis de varianza, para comparar las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad estadístico.

3.6 Delineamiento experimental

Tipo de Diseño	Bloques Completos al Azar
Números de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Números de parcelas	20
Números de hileras por parcelas	8, 10, 12
Números de hileras útiles por parcelas	4
Longitud de hileras	6 m
Ancho de parcelas	4 m
Distancia entre parcelas	1 m
Distancia entre repeticiones	1 m
Borde por parcela	1 m
Área de cada parcela	24 m^2
Área total del ensayo	756 m^2

3.7 Manejo del experimento

3.7.1 Preparación del terreno.

Para eliminar las malezas se utilizó una rozadora a motor y luego se realizó el trazado de las parcelas.

3.7.2 Trazados de las parcelas.

Se delimitó el área total y la señalización con los letreros debidamente rotulados de acuerdo a cada tratamiento y repeticiones.

3.7.3 Siembra.

Se utilizó la semilla del hibrido Somma, sembrando una semilla por golpe, la misma que fue protegida con el insecticida Thiodiocarf en dosis de 100 cc por funda de semilla de 15,16 kilogramos.

3.7.4 Fertilización.

Esta labor se realizó aplicando DAP, muriato de potasio y urea, de acuerdo a un plan de fertilización, donde se hicieron cuatro aplicaciones, empezando con una de fondo al momento de la siembra y las tres restantes fueron efectuadas a los 15-30-45 días de edad del cultivo.

Cuadro 4. Plan de fertilización al momento de la siembra en el híbrido de maíz Somma, Vinces 2015.

Productos	Dosis Kg/ha	Días de fertilización
DAP	31,95	momento de la siembra
ClK	38	momento de la siembra
Urea	0	momento de la siembra
DAP	79,9	15 días
ClK	44,71	15 días
Urea	95	15 días
DAP	63,91	30 días
ClK	57	30 días
Urea	97,95	30 días
DAP	0	45 días
ClK	0	45 días
Urea	93,26	45 días

Fuente: Sánchez Posligua Jahayra, 2015

3.7.5 Riego.

Se efectuó por aspersión tres veces por semana durante el desarrollo del cultivo, según la humedad del suelo y condiciones ambientales, manteniendo la capacidad de campo.

3.7.6 Manejo de malezas.

Se aplicó el herbicida selectivo post emergente Accent a los 16 días de edad del cultivo, en dosis de 2 L/ha; luego se efectuó una chapia para complementar el manejo de las malezas; finalmente se empleó Paraquat, entre las hileras en dosis 2 L/ha, a los 60 días.

3.7.7 Manejo fitosanitario.

Constantemente se realizaron monitoreos, encontrando la presencia de larvas de cogollero (*Spodoptera frugiperda),* con una población de tres larvas por planta, para su control se aplicó tres ciclos de Clorpirifos + Cipermetrina a una dosis de 3 litros/ha, con una frecuencia de dos semanas.

3.7.8 Cosecha

Las mazorcas se las recolecto de forma manual, cuando el cultivo alcanzo su madurez fisiológica y el grano de maíz contenía alrededor del 19 % de humedad, esto se lo midió con la ayuda del determinador de humedad Grain Moisture Tester modelo PM-410.

3.8 Datos evaluados

3.8.1 Altura de planta en metros.

Se evaluó a los 30 y 60 días posteriores a la siembra, tomando 10 plantas al azar del área útil por tratamiento. Se midió con la ayuda de una cinta desde el nivel del suelo hasta la última hoja emergida.

3.8.2 Altura de la inserción de la primera mazorca en metros.

Se tomó en 10 plantas al azar por tratamiento, se midió utilizando un flexómetro, desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca.

3.8.3 Días de la floración masculina.

Se registró el tiempo transcurrido desde el inicio de la siembra hasta cuando llego a la emergencia de la inflorescencia masculina (espiga), tomando 10 plantas al azar por tratamiento.

3.8.4 Diámetro del tallo en milímetros.

Se midió el diámetro del tallo a los 30 días a 15 cm del suelo y a los 60 días a 1 m de altura, escogiendo 10 plantas al azar por tratamiento, utilizando un instrumento llamado pie de rey.

3.8.5 Número de hojas por planta a los 30-60 días.

Se evaluó número de hojas verdaderas emitidas a los 30 y 60 días, en las 10 plantas seleccionadas al azar de cada uno de los tratamientos.

3.8.6 Días a la cosecha.

Se evaluó en cada tratamiento, contabilizando los días transcurridos desde la siembra, hasta el momento de la cosecha, cuando el grano tenía aproximadamente el 19 % de humedad.

3.8.7 Longitud de la mazorca en centímetros.

Para el efecto se escogió 10 mazorcas al azar por cada tratamiento, se midió desde su base hasta la punta de la misma, se utilizó un metro flexible este valor se lo expreso en centímetros.

3.8.8 Numero de mazorca por planta.

Se tomó de las 10 plantas al azar por tratamiento, contando el número de mazorcas comerciales de las mismas.

3.8.9 Peso de 100 granos en gramos.

De las mismas mazorcas se escogieron 100 granos por tratamiento y se procedió a pesarlos con la ayuda de una balanza digital.

3.8.10 Diámetro de mazorca en centímetros.

Se evaluó 10 mazorcas por cada tratamiento, midiendo la circunferencia con una cinta métrica, luego éste valor fue dividido para π 3,1416.

3.8.11 Rendimiento del grano en kilogramos.

Esta variable se calculó después de la cosecha y desgrane en cada uno de los tratamientos. Primero se procedió a tomar el rendimiento bruto de la parcela neta (peso de la cosecha

en campo), luego con el porcentaje de humedad de campo y el peso respectivo, se calculó el rendimiento ajustado, aplicando la siguiente formula:

$$Pu = \frac{Pa\ (100 - ha)}{100 - hd}$$

Dónde:

Pu = Peso uniformado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada

3.8.12 Análisis económico.

Este análisis se lo determinó en base al rendimiento de granos y el costo de los tratamientos:

3.8.12.1 Ingreso bruto.

Este análisis se lo determinó por el concepto de la venta de la producción del tratamiento por el precio referencial del mercado interno. Se lo determinó de la siguiente manera:

IB = Y * PY

Dónde:

IB = Ingreso bruto

Y = Producto

PY= Precio del producto

3.8.12.2 Costos totales de los tratamientos.

Se lo determinó sumando los costos fijos (mano de obra, arriendo de terreno, arado. etc.), y los costos variables (siembra, control de malezas, fertilización, etc.). Se aplicó la siguiente formula:

CT = X + PX

Dónde:

CT = Costo Total

X = Costo variable

PX = Costo Fijo

3.8.12.3 Beneficio neto de los tratamientos.

Se lo obtuvo de restar el beneficio bruto de los costos totales del tratamiento y se determinó con la siguiente fórmula:

BN = IB – CT

Dónde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso Bruto

CT = Costo total

3.8.12.4 Relación beneficio/costo.

Se obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento para su costo total, se aplicó la siguiente fórmula:

R (b/c) = BN / CT

Dónde:

R (b/c) = Relación beneficio-costo

BN = Beneficio neto

CT = Costo total

3.9 Instrumentos

3.9.1 Materiales de oficina.

- ✓ Cuadernos de apuntes.
- ✓ Hojas de registro.
- ✓ Pendrive.
- ✓ Discos grabables.
- ✓ Carpetas.
- ✓ Fundas plásticas y de papel.
- ✓ Calculadoras.
- ✓ Computadora.

3.9.2 Herramienta de campo.

- ✓ Machete.
- ✓ Bombas mochila.
- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Royo de piola.

3.9.3 Insumos.

- ✓ Híbrido somma

3.9.4 Fertilizantes.

- ✓ DAP.
- ✓ Urea.
- ✓ Muriato de potasio.

3.9.5 Insecticida.

- ✓ Bala 55.

3.9.6 Herbicidas.

- ✓ Accent
- ✓ Paracuat

3.9.7 Equipos.

- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Determinador de humedad.

IV. RESULTADOS

4.1 Comportamiento agronómico del híbrido de maíz Somma con sistema a doble hilera.

4.1.1 Altura de planta en metros a los 30 y 60 días.

De acuerdo al análisis de varianza para la variable altura de planta a los 30 y 60 días, se pudo observar que no existió diferencia estadística para los tratamientos y bloques, el coeficiente de variación fue 4,03 % y 2,38 % respectivamente. (Ver cuadro 1 de anexo)

En el cuadro 5 según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística no hubo diferencia estadística entre las medias de los tratamientos a los 30 y 60 días, donde el tratamientos que alcanzó mayor altura a los 30 días fue el T_5 =75 x 40 x 25 cm con 1,05 m, y el T_1= Testigo fue el de menor altura con 1,02 m. Y a los 60 días el tratamiento que alcanzó mayor altura fue T_4 = 80 x 30 x 20 cm con 2,56 m, y el de menor altura fue el T_3 = 80 x 50 x 16 cm con 2,47 m.

Cuadro 5. Altura de planta en metros, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	**Medias (m)**	
	30 días	**60 días**
T_5= 75 x 40 x 25 cm	1,05a*	2,50a*
T_2= 80 x 60 x 20 cm	1,03a	2,49a
T_3= 80 x 50 x 16 cm	1,03a	2,47a
T_4 = 80 x 30 x 20 cm	1,03a	2,56a
T_1= Testigo	1,02a	2,48ª
Tukey (5%)	0,09	0,13

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

4.1.2 Altura de inserción de la primera mazorca en metros.

En el cuadro 2 de anexo, se presenta los resultados del análisis de varianza para la variable altura de inserción de la primera mazorca en metros, donde notamos que no existió diferencia estadística para los tratamientos y bloques, el coeficiente de variación fue 3,98 %.

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística, no difieren estadísticamente las medias, la mayor altura la alcanzó el T_3= 80 x 50 x 16 cm con 1,35 m, y la inserción más baja correspondió el T_2 = 80 x 60 x 20 cm con 1,27 m (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Altura de inserción de la primera mazorca en metros, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	Media (m)
T_3= 80 x 50 x 16 cm	1,35 a*
T_4= 80 x 30 x 20 cm	1,32 a
T_5= 75 x 40 x 25 cm	1,31 a
T_1= Testigo	1,30 a
T_2= 80 x 60 x 20 cm	1,27 a
Tukey (5 %)	0,11

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

4.1.3 Días de floración masculina.

El híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Somma y su respuesta agronómica al método de siembra a doble hilera no influyó en la variable días a la floración entre los tratamiento, llegando a florecer a los 52 días igual que el testigo.

4.1.4 Diámetro del tallo en milímetro a los 30 y 60 días.

En el cuadro 3 de anexo, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable del diámetro del tallo a los 30 y 60 días, donde se puede observar que no existió diferencia estadística para los tratamientos y bloques, el coeficiente de variación fue 4,93 %. y 6,48 % respectivamente.

Como se observa en el cuadro 7 según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, no difieren estadísticamente entre las medias de los tratamiento, a los 30 días el tratamiento que alcanzó mayor diámetro fue el T_5= 75 x 40 x 25 cm con 20,76 mm, mientras que el menor diámetro fue para T_3= 80 x 50 x 16 cm con 20,05 mm. A los 60 días el tratamiento que alcanzó mayor diámetro fue T_1=Testigo con 21,61 mm, mientras el de menor diámetro fue T_3= 80 x 50 x 16 cm con 19,72 mm.

Cuadro 7. Diámetro del tallo en mm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	**Medias (mm)**	
	30 días	**60 días**
T5= 75 x 40 x 25 cm	20,76 a*	21,48 a*
T1= Testigo	20,59 a	21,61 a
T4= 80 x 30 x 20 cm	20,38 a	20,40a
T2= 80 x 60 x 20 cm	20,20a	20,09 a
T3= 80 x 50 x 16 cm	20,05a	19,72 a
Tukey (5%)	2,29	3,06

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

4.1.5 Número de hojas por planta a los 30 y 60 días.

De acuerdo al análisis de varianza para la variable número de hojas por planta a los 30 y 60 días, donde se pudo observar que no existió diferencia estadística para los tratamientos y bloques, el coeficiente de variación fue 5,44 % y 6,15 % respectivamente (Ver cuadro 4 de anexo).

En el cuadro 8 observamos que según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística no existió difieren estadística entre las medias, donde a los 30 días los tratamientos que alcanzaron mayor número de hojas por planta fueron T_2, T_4, T_5, con 9 hojas, mientras que el T_1 y el T_3, obtuvieron el menor número con 8 hojas por planta. A los 60 días los tratamientos que alcanzaron mayor números de hojas por planta fueron el T_1, y el T_4 con 13 hojas, mientras el T_5 y T_3 obtuvieron el menor número 12 hojas por planta.

Cuadro 8. Número de hojas por planta, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	**Medias**	
	30 días	**60 días**
T2= 80 x 60 x 20 cm	9 a*	12 a*
T4= 80 x 30 x 20 cm	9 a	13 a
T5= 75 x 40 x 25 cm	9 a	12 a
T3= 80 x 50 x 16 cm	8 a	12 a
T1= Testigo	8 a	13 a
Tukey (5%)	1,11	1,79

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

4.1.6 Días a la cosecha.

El híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Somma, fue cosechado cuando llegó a los 120 días y 19 % de humedad.

4.1.7 Longitud de la mazorca en centímetros.

Según el análisis de varianza se determinó que no fue significativo para los tratamientos, y fue altamente significativo para los bloques, el coeficiente de variación fue 5,31 %.(ver cuadro 5 de anexo).

Aplicando la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística, no difieren estadísticamente entre las medias, donde el tratamiento, que alcanzo mayor longitud de la mazorca fue el T_3= 80 x 50 x 16 cm con 19,92 cm, mientras que el T_4= 80 x 30 x 20 cm fue el menor longitud con 18,07 cm (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Longitud de la mazorca en cm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	**Media (cm)**
T_3 = 80 x 50 x 16 cm	19,92 a*
T_1 = Testigo	19,45 a
T_5 = 75 x 40 x 25 cm	19,45 a
T_2= 80 x 60 x 20 cm	19,42 a
T_4 = 80 x 30 x 20 cm	18,07 a
Tukey (5 %)	2,31

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

4.1.8 Diámetro de la mazorca en centímetro.

En el cuadro 6 de anexo los resultados de análisis de varianza para la variable del diámetro de la mazorca en centímetro se observa que no existió diferencia estadística para los tratamientos y los bloques, el coeficiente de variación fue 3,90 %.

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística no difieren estadísticamente entre las medias, donde el tratamiento que alcanzo mayor diámetro fue el T_1= Testigo con 5,50 cm, mientras que los tratamientos que alcanzaron menor valor fueron el T_2= 80 x 60 x 20 cm y el T_3= 80 x 50 x 16 cm con 5,17 cm. (Ver cuadro 10).

Cuadro 10. Diámetro de la mazorca en cm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	**Media (cm)**
T_1= Testigo	5,50 a*
T_5= 75 x 40 x 25 cm	5,24 a
T_4= 80 x 30 x 20 cm	5,23 a
T_2= 80 x 60 x 20 cm	5,17 a
T_3= 80 x 30 x 16 cm	5,17 a
Tukey (5 %)	0,46

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

4.1.9 Número de mazorca por planta.

El híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Somma sembrado con el sistema a doble hilera en la zona de Vinces, no influyó en la variable número de mazorca por planta entre los tratamientos, llegando a obtener una mazorca por planta en todos los tratamientos.

4.1.10 Peso de 100 semillas en gramos.

En el cuadro 7 de anexo, se presentan los resultados del análisis de varianza para el variable peso de 100 semillas en gramos, donde se puede observar que no existió diferencia estadística para los tratamientos y para los bloques, el coeficiente de varianza fue 4,57 %.

Como se observa en el cuadro 11 según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística, no difieren estadísticamente entre las medias de los tratamientos, numéricamente el tratamiento que alcanzó mayor peso de 100 semillas fue el T_4= 80 x 30 x 20 cm con 32,70 g, mientras que el T_2= 80 x 60 x 20 cm fue el de menor peso con 29,87 g.

Cuadro 11. Peso de 100 semillas en g, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	Media
T_4 = 80 x 30 x 20 cm	32,70 a*
T_5= 75 x 40 x 25 cm	31,92 a
T_3 = 80 x 50 x 16 cm	31,72 a
T_1= Testigo	31,72 a
T_2= 80 x 60 x 20 cm	29,87 a
Tukey (5 %) 3,30	

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

4.2 Establecer el rendimiento del cultivo de maíz

4.2.1 Rendimiento del grano por hectárea.

En el cuadro 8 de anexo se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha, donde se puede observar que no hubo significancia estadística para los tratamientos y bloques, el coeficiente de variación fue de 17,20 %.

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística, no difieren estadísticamente, el tratamiento que alcanzó mayor rendimiento fue el T_4= 80 x 30 x 20 cm con 8241,66 kg, mientras el T_1= Testigo obtuvo menor rendimiento con 6 823,52 kg/ha. (Ver cuadro 12)

Cuadro 12. Rendimiento del grano por hectárea, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	Media
T_4 = 80 x 30 x 20 cm	8241,66 a*
T_5 = 75 x 40 x 25 cm	7868,75 a
T_3 = 80 x 50 x 16 cm	7491,66 a
T_2 = 80 x 60 x 20 cm	7328,12 a
T_1 = Testigo	6823,52 a
Tukey (5 %)	2 966,77

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

4.2.2 Análisis económico.

En el cuadro 13 se calcula la relación beneficio/costo de los tratamientos, en el cual se puede apreciar que el T_5 = 75 x 40 x 25 cm y T_4 = 80 x 30 x 20 cm fueron los de mayor relación B/C con $ 0,62 dando una rentabilidad de 62 %, y la de menor relación B/C la obtuvo el T_1 = Testigo con $ 0,47 y rentabilidad de 47 %.

Cuadro 13. Análisis de la relación beneficio/costo en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Tratamientos	Ingreso bruto $	Costo total $	Beneficio neto $	R-B/C $	Rent. %
T_1 = Testigo	2047,05	1395,51	651,54	0,47	47
T_2 = 80 x 60 x 20 cm	2198,43	1440,42	758,01	0,53	53
T_3 = 80 x 50 x 16 cm	2247,49	1514,46	733,03	0,48	48
T_4 = 80 x 30 x 20 cm	2472,49	1525,48	947,01	0,62	62
T_5 = 75 x 40 x 25 cm	2360,62	1453,87	906,75	0,62	62

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos y comparándolo con otras investigaciones, varios autores manifiestan:

Las plantas de mayor altura, las obtuvo el T_4 = 80 x 30 x 20 cm con 2,56 m, lo que es superior a lo investigado por Acosta y Galárraga, (2011), quienes que en la variable altura de planta la siembra a doble hilera (0,75 x 0,40 x 0,25 m) obtuvieron con un valor de 2,10 m, probablemente esta diferencia se dé por lo mencionado por Campbell y Norman, (1989) quienes mencionan que la competencia entre las plantas, con la finalidad de alcanzar la luz produce el alargamiento de células y afecta indirectamente los procesos de fotosíntesis y transpiración.

La mayor altura de inserción de la primera mazorca se presentó en el T_3= 80 x 50 x 16 cm con 1,35 m. este valor supero al encontrado por Acosta y Galárraga, (2011) quien en el arreglo de hilera doble llegó con una media de 1,15 m., así mismo, de acuerdo a Campbell y Norman, (1989) posiblemente con la finalidad de alcanzar la luz solar hizo que las mazorcas aparezca a mayor altura.

Los días que transcurrieron a la floración masculina fueron 52 días para todo el experimento. Similar a lo que mencionan Acosta y Galárraga, (2011) en la variable días de floración masculina donde indica que domino el sistema de hilera doble con un promedio de 51,93 días. Puede que esta variable no haya sido afectada por los tratamientos debido a que está más ligados al potencial de precocidad del híbrido.

El mayor diámetro del tallo lo obtuvo el T_5= 75 x 40 x 25 cm con 20,76 mm a los 30 días y el T_1=Testigo con 21,61 mm a los 60 días, estos valores son superiores a los encontrados por Acosta y Galárraga, (2011) que llegaron a un diámetro del tallo entre el testigo con 18,2 mm y el sistema doble hilera 17,3 mm. Posiblemente estos valores del diámetro de la planta, podrían estar ligado a la absorción de nutrientes, a la competencia por espacio y luz son componentes importantes en el proceso de fotosíntesis que influye en el crecimiento y producción del cultivo, tal como lo menciona Daughtry et al., (1983).

El mayor número de hojas lo obtuvieron los tratamientos T_4= 80 x 30 x 20 cm, T_2= 80 x 60 x 20 cm y T_5= 75 x 40 x 25 cm, con 9 hojas a los 30 días y a los 60 días el T_1= Testigo y el T_4= 80 x 30 x 20 cm con 13 hojas. Similar al estudio de Valle (2014) quien alcanzó un promedio de 13,46 hoja/planta., esto puede ser porque el número de hojas está relacionado a las características del híbrido y la capacidad de competitividad.

Las mazorcas de mayor longitud se encontraron en el T_3 = 80 x 50 x 16 cm con 19,92 cm mayor a lo que presentaron Zamudio et al., (2015) quienes con un sistema a doble hilera con densidad de 90 000 plantas/ha., en esta variable el mayor valor lo presentó el híbrido AS-823 con 16,29 cm, es probable que esto se deba a la característica genética del híbrido, así como también por lo mencionado por Campbell y Norman, (1989), que para alcanzar la luz produce el alargamiento de células y afecta indirectamente los procesos de fotosíntesis y transpiración, por ende al desarrollo de la planta.

En el diámetro de la mazorca el T_1 = Testigo con 5,50 cm fue el que logró alcanzar mayor diámetro. Este resultado difieren con los encontrados por Zamudio et al., (2015) quien encontró el mayor diámetro de la mazorca en el sistema doble hilera en el híbrido AS-722 con 4,36 cm, quizás se deba a la menor población por hectárea, ya que según Westgate et al., (1997) con el sistema doble hilera inducen una alta competencia por luz, que estimulan el desarrollo vertical de las plantas.

El número de mazorca por planta no fue influenciado por ninguno de los tratamientos, obteniendo una mazorca por planta en todo el experimento, difiriendo con Guerra (2008) quien en su experimento obtuvo tres mazorca por planta. Esto podría deberse a que no está relacionado con el sistema de siembra doble hilera, si no que depende del genotipo del hibrido

En el peso de 100 semillas en gramos, el mayor valor lo obtuvo el T_4 = 80 x 30 x 20 cm con 32,70 g, estos valores son similares a los de Zamudio et al., (2015), quien utilizando el sistema doble hilera, el material criollo Blanco Federación presentó 32,95 g.

El mayor rendimiento del grano por hectárea se presentó en el T_4 = 80 x 30 x 20 cm con 8 241,66 kg. Superior a los valores obtenidos por Guerra, (2008) en el cual se utilizaron distancias de siembra de (100 x 30 x 20 cm) fue estadísticamente diferente, siendo el

híbrido Pac 4-23 el que obtuvo el mayor rendimiento con 6 409 kg/ha, esta diferencia podría deberse a la mayor población por hectárea y además según menciona Barbieri et al. (2000) debido a una menor competencia intraespecífica y a una mayor intercepción de energía solar desde antesis a emergencia de estigmas, periodo crítico para la formación de granos.

El T_5 = 75 x 40 x 25 cm y T_4 = 80 x 30 x 20 cm fueron los de mejor relación B/C con $ 0,62 dando una rentabilidad de 62 % acercándose a los valores obtenidos por Pérez, (2015) quien con el híbrido Somma alcanzo una relación beneficio costo de $ 0,73., estos valores pueden estar relacionados al potencial del hibrido.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de los resultados no se presentó significancia estadística, pero si numérica.

- El T_4= 80 x 30 x 20 cm se destacó en las variables: altura de planta con 2,56 m, número de hojas 13, peso de 100 semillas 32,70 g; seguido del T_3= 80 x 50 x 16 cm, que obtuvo la mayor altura de inserción con 1,35 m y longitud de mazorca 19,92 cm. El mayor diámetro de la mazorca lo alcanzó T_1 = Testigo con 5,50 cm.

- El número de mazorca por planta no fue influenciado por ninguno de los tratamientos obteniendo una mazorca, los días que transcurrieron a la floración masculina fueron 52 días para todo el experimento y los días a la cosecha fueron 120, con 19 % de humedad.

- El T_4= 80 x 30 x 20 cm, alcanzo el mayor rendimiento 8 241,66 kg/ha ´la mejor relación B/C con $ 0,62 y la más alta rentabilidad 62 %.

- Al no encontrarse diferencia significativa entre los tratamientos, se acepta la hipótesis alternativa que dice: "Utilizando el sistema de siembra a doble hilera en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) mejorará la productividad".

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar experimentos con el sistema de siembra a doble hilera en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), utilizando diferentes dosis de fertilización mineral previo a un análisis de suelo, con la finalidad de alcanzar una rentabilidad favorable.

- ✓ Probar el sistema de siembra a doble hilera con otros híbridos de buen potencial productivo en épocas de secano y así poder determinar los beneficios económicos evitando gastos de riego.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, M., & Galárraga, O. (22 de noviembre de 2011). Efecto de la siembra directa sobre el suelo, desarrollo y rendimiento de dos ciclos sucesivos de maíz, bajo diferentes arreglos de siembra y formas de aplicación de nitrógeno. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, de Escuela politécnica del ejército: http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4985/1/T-ESPE-%20IASA%20II-%20002394.pdf

Agrytec. (12 de Enero de 2012). Paso a paso se logra un alto rendimiento en el cultivo de maíz. Recuperado el 5 de Diciembre de 2015, de agrytec.com: http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=10136:paso-a-paso-se-logra-un-alto-rendimiento-en-el-cultivo-demaiz&catid=53:articulos-tecnicos&Itemid=28

AGROSINTESIS. (30 de junio de 2011). Métodos de siembra en el maíz. Obtenido de agrosintesis.com: http://agrosintesis.com/metodos-de-siembra-en-el-maiz-3/

AGROSINTESIS. (24 de julio de 2014). Densidad de población y arreglo topológico de maíz. Obtenido de agrosintesis.com/: http://agrosintesis.com/densidad-de-poblacion-y-arreglo-topologico-de-maiz-2/

Basantes, M. (21 de Noviembre de 2012). Efecto de la aplicación de dos niveles de nitrógeno y dos niveles de fosforo en el rendimiento del cultivo de maíz variedad Chillos, en suelo franco arcilloso, sector de Sangolqui. Recuperado el 21 de Noviembre de 2014, de Escuela Politécnica del Ejercito del Ecuador: http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5344/1/T-ESPE-033305.pdf

Barbieri P A, H R Sainz Rozas, F H Andrade, H E Echeverria (2000) Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. Agron. J. 92:283-288.

Bragachini, M., Méndez, A., Scaramuzza, F., Villarroel, D., Vélez, J., & Sánchez, F. (29 de Enero de 2010). Sistema de siembra con surcos apareados en cultivo de maíz. Recuperado el 19 de Noviembre de 2014, de inta.gob.ar: http://inta.gob.ar/documentos/sistema-de-siembra-en-twin-row-surcos-apareados-en-cultivo-de-maiz/at_multi_download/file/INTA-%20Sistema-De-Siembra-En-Twin-Row-Cultivo-Maiz.pdf

Campbell y Norman, 1989 The description and measurement of plant canopy structure. En: Plant Canopies: Their growth, form and function. Cambridge University Press. Cambridge, England. Russell G, B Marshal, PG Jarvis.

Campodónico, F. (18 de novimbre de 2012). Evaluación del rendimiento de maíz en función de distintas densidades de siembra, en el partido de Lima, Provincia de Buenos Aires. Recuperado el 18 de noviembre de 2014, de Universidad Católica de Argentina: http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacionrendimientos-maiz-funcion-densidades.pdf

Daughtry CST, KP Gallo, ME Bauer, (1983) Spectral estimates of solar radiatión intercepted by corn canopies. Agronomy Journal (72)527

Dorantes, J. (2015). *Arreglos Topologicos.* Obtenido de documents.mx/documents: http://documents.mx/documents/12-arreglos-topologicos.html

EL COMERCIO. (21 de Enero de 2012). Semillas Hibridas de Maíz rinden más. Recuperado el 5 de Diciembre de 2014, de elcomercio.com.ec: http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/negocios/27-semillas-hibridas-de-maiz.html

EL MERCURIO. (10 de Noviembre de 2009). INIAP lanzara nuevo hibrido de maíz amarillo duro de alto rendimiento. Obtenido de elmercurio.com.ec: http://www.elmercurio.com.ec/221125-iniap-lanzara-nuevo-hibrido-de-maiz-amarillo-duro-de-alto-rendimiento/.

Estrada, J. (2006). "evaluación de cinco densidades de siembra y dos niveles de fertilización en tres híbridos de maíz dulce (*Zea mays* L, poaceae), Quesada, jutiapa. Tesis de grado Universidad Rafael Landivar.

Espinoza, E. (2015). Incrementa la producción de maíz en el Ecuador. El agro(223), 15. Recuperado el 26 de Marzo de 2015

Espinoza, J. (12 de agosto de 1999). Efectos de diferentes arreglos topologicos de maiz (zea mays) y frijol comun (*phaseolus vulgaris*) sobre crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos dinamica de las malezas y uso equivalente de la tierra.

Obtenido de repositorio.una.edu.ni: http://repositorio.una.edu.ni/1733/1/tnf01e77.pdf

FAO. (21 de Enero de 2001). El maíz en los trópicos mejoramiento y producción. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, de www.fao.org: http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s22.htm

Guerra, D. (10 de Febrero de 2008). Efecto de dos distanciamiento de siembra sobre el rendimiento y calidad exportable, de tres híbridos de elotin (*Zea mays*, L Poaceae) evaluados en calidad de Taxisco Santa Rosa. Recuperado el 5 de diciembre de 2014, de Universidad Rafael Landívar de Guatemala: http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/Hortalizas/Efecto%20de%20dos%20distancias%20de%20siembra%20sobre%20el%20rendimiento%20y%20calidad%20exportable%20de%20tres%20hibridos%20de%20maiz%20para%20elotin%20%282%29.pdf

Hernández, F. (12 de noviembre de 2012). *La Densidad de Siembra de los Cultivos.* Obtenido de http://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html

Luque, E. (19 de noviembre de 2008). Avanzan en técnicas para incrementar la producción de maíz. Recuperado el 19 de dicimbre de 2014, de www.fps.org.mx: http://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/617-avanzan-en-tecnica-para-incrementar-produccion-de-maiz

Mera, A., & Montaño, C. (12 de noviembre de 2015). "Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época LLuviosa. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, de Escuela superior politécnica del litoral: https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89284/D-88081.pdf

Monteros, A., & Salvador, S. (22 de Agosto de 2015). Rendimientos de maíz duro seco en el ecuador invierno 2015. Obtenido de http://sinagap.agricultura.gob.ec: http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_invierno_2015.pdf

Ortiz, J. (12 de Febrero de 2014). Evaluación de tres distancias de siembra con los híbridos de maíz (*Zea, mays* L) GLADIADOR 688 y AGRI104 en el cantón Simón Bolívar Provincia del Guayas. Recuperado el 6 de Diciembre de 2014, de Universidad de Guayaquil: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4198/1/TESIS%20EN%20MA%C3%8DZ%20%20JOSE%20ORTIZ%20CHIRIGUAYA.pdf

Pérez, P. (21 de enero de 2015). Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Obtenido de Comportamiento agronómico de nuevos materiales de maíz (zea mays l) comparados con testigos comerciales, sembrados durante la época lluviosa del 2014 en fumisa: http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/487/1/T-UTEQ-0030.pdf

Ruiz, J. (15 de febrero de 2009). Evaluación de tres densidades de siembra con seis híbridos del cultivo de maíz (Zea mays L) en siembra directa, San Martin-Perú. Recuperado el 5 de diciembre de 2014, de iversidad Nacional de San Martin-Tarapo de Perú.: http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/244/browse?type=title&sort_by=1&order=ASC&rpp=50&etal=20&null=&offset=55

SACSA. (18 de Enero de 2013). gruposacsa.com.mx. Recuperado el 9 de diciembre de 2014, de Que es el maíz hibrido: http://www.gruposacsa.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=173:ique-es-el-maiz-hibrido&catid=5:noticias

Sandal, M. (14 de Enero de 2014). comportamiento agronómico de tres híbridos de maíz (zea mays l.). en el cantón pueblo viejo provincia de los ríos. Obtenido de Universidad Técnica Estatal De Quevedo: http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/478/1/T-UTEQ-0027.pdf

Segura, M., & Andrade, L. (23 de Enero de 2011). Efecto de las condiciones agro meteorológicas sobre un cultivar criollo y dos híbridos de maíz en cuatro fechas de siembra. Recuperado el 5 de Diciembre de 2014, de Universidad de las Fuerzas Armadas: http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3827

Syngenta. (12 de marzo de 2013). Recomendaciones en el Manejo Integrado del cultivo de maíz. Recuperado el 21 de Noviembre de 2014, de elproductor.com:

http://elproductor.com/2013/08/23/recomendaciones-en-el-manejo-integrado-del-cultivo-de-maiz/

Tadeo, R. (22 de Enero de 2000). Híbridos de maíz. Periodismo de ciencia y tecnología. Recuperado el 25 de Noviembre de 2014, de Universidad Autónoma de México: www.invdes.com.mx

Torres, C. (22 de enero de 2007). Producción y calidad de diez híbridos de maíz (Zea mays, L) para ensilaje, en el Llano central de la región de Araucania. Obtenido de Universidad de la Frontera de Chile: http://www.sidalc.net/cgibin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=035764

Valle , B. (4 de obtubre de 2014). Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. (U. d. Agrarias, Ed.) Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de Universidad de Guayaquil: http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6643

Westgate ME, F Forcella, DC Reicosky, J Somsen, (1997) Rapid canopy closure for maize production in the northern US corn belt: Radiation-use efficiency and grain yield. Field Crops Research (49) 249.

Zamudio, B., Espinosa, A., Tadeo, M., Encastín, J., Martínez, J., Félix, A., . . . Turrent, A. (15 de noviembre de 2015). Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(7), 1491-1505. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000700006&script=sci_arttext&tlng=en

ANEXOS

Cuadro 1 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable altura de plantas en metros, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios				
		30 dds	F. Cal	60 dds	F. Cal	F. de la tabla
Tratamientos	4	0,000660 **NS**	0,3771	0,004723 **NS**	1,3247	3,36
Bloques	3	0,004130 **NS**	2,3585	0,005549 **NS**	1,5565	3,59
Error	11	0,001751		0,003565		
Total	18					
C.v.		4,03 %		2,38 %		

*=Significativo

**=Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 2 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable altura de inserción de la primera mazorca, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Fuentes De Variación	Grados De Libertad	Cuadrados medios	F. Cal	F. de la Tabla
Tratamientos	4	0,003210 **NS**	1,1735	3,36
Bloques	3	0,002062 **NS**	0,7540	3,59
Error	11	0,002735		
Total	18			
C.v		3,98 %		

*=Significativo

**=Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 3 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable diámetro del tallo en cm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios				F. de la tabla
		30 dds	F. Cal	60 dds	F. Cal	5%
Tratamientos	4	0,329834 **NS**	0,3261	2,864014 **NS**	1,5963	3,36
Bloques	3	3,172852 **NS**	3,1367	1,600586 **NS**	0,8921	3,59
Error	11	1,011541		1,794212		
Total	18					
C.V		4,93%			6,48%	

*=Significativo

**Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 4 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable número de hojas por planta, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios				F. de la tabla
		30 dds	F. Cal	60 dds	F. Cal	5%
Tratamientos	4	0,130554 **NS**	0,5454	0,435730 **NS**	0,7053	3,36
Bloques	3	0,316650 **NS**	1,3227	0,528158 **NS**	0,8549	3,59
Error	11	0,239391		0,617787		
Total	18					
C.v		5,44%			6,15%	

*=Significativo

**Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 5 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable longitud de la mazorca en cm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces-Ecuador.

Fuente De Variación	Grados De Libertad	Cuadrados medios	F. Cal	F. de la tabla 5 %
Tratamientos	4	1,426392 **NS**	1,3879	3,36
Bloques	3	7,90804 **	7,6946	3,59
Error	11	1,027743		
Total	18			
C.v		5,31%		

*=Significativo

**=Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 6 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable diámetro de la mazorca en cm, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces-Ecuador.

Fuente De Variación	Grados De Libertad	Cuadrados medios	F. Cal	F. de la tabla 5 %
Tratamientos	4	0,075684 **NS**	1,7912	3,36
Bloques	3	0,008830 **NS**	0,2090	3,59
Error	11	0,042253		
Total	18			
C.v		3,90 %		

*=Significativo

**=Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 7 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable peso de 100 semillas en gramos, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Fuente De Variación	Grados De Libertad	Cuadrados medios	F. Cal	F. de la tabla 5 %
Tratamientos	4	4,321289 **NS**	2,0693 NS	3,36
Bloques	3	2,195964 **NS**	1,0516 NS	3,59
Error	11	2,088246		
Total	18			
C.v		4,57 %		

*=Significativo

**=Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 8 de anexo. Análisis de varianza y su significancia para la variable rendimiento en kg por ha, en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Fuente De Variación	Grados De Libertad	Cuadrados medios	F. Cal	F. de la tabla 5 %
Tratamientos	4	1160416,00 **NS**	0,6884	3,36
Bloques	3	3739520,00 **NS**	2,2183	3,59
Error	11	1685760,0000		
Total	18			
C.v		17,19%		

*=Significativo

**=Altamente Significativo

NS= No Significativo

Cuadro 9 de Anexo. Costo de producción fijos en dólares, el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Rubro	Nombre	Unidad	Cantidad	p/u($)	Subtotal($)
1. Preparación de suelo					
	Rozadora	Pase	1	15	15
Sub-total					
2. Mano de Obra					
	Siembra	jornal	12	10	120
	Fertilización	jornal	10	10	100
	C. de malezas	jornal	2	10	20
	C. de plagas	jornal	2	10	20
	Cosecha	jornal	15	10	150
Sub-total					**410**
3. Alq. Terreno		Ha	1		150
Sub-total					**150**
TOTAL					**575**

Cuadro 10 de anexo. Costo variables por hectárea del tratamiento 1 Testigo en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Rubro	Nombre	Unidad	Cantidad	P/U($)	Subtotal
1. Siembra					
	Semilla	kg	18.38	9.34	171.66
	Thiodicard	cc	100	0,035	3,50
Sub-total					**171.66**
2.Fertilizacion					
	Muriato de	kg		0,46	87,40
	Potasio		190		
	Urea	kg	235,92	0,42	99,08
	Dap	kg	175,76	0,72	126,54
Sub-total					**313,02**
3.control de malezas					
	Accent	litros	2	7	14
	Gramoxone	litos	2	8	16
Sub-total					**30**
4. Control de plagas					
	Bala	litros	3	14,50	43,50
Sub-total					**43,50**
5. Poscosecha					
	Desgranadora	qq	150,13	1,00	150,13
	vehiculo	qq	150,13	0,50	75,06
Sub-total					**225,19**
6.Riego					
	Riego		3	10	30
	Combustible		6	1,19	7,14
Sub-total					**37,14**
TOTAL ($)					**820,51**

Cuadro de 11 anexo. Costo variables por hectárea del tratamiento 2= 80 x 60 x 20 cm en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Rubro	Nombre	Unidad	Cantidad	P/U($)	Subtotal
		1. Siembra			
	Semilla	kg	21,03	9,34	196,42
	Thiodicard	cc	100	0,035	3,50
Sub-total					**199,92**
2.Fertilizacion					
	Muriato de	kg		0,46	87,40
	Potasio		190		
	Urea	kg	235,92	0,42	99,08
	Dap	kg	175,76	0,72	126,54
Sub-total					**313,02**
3.control de malezas					
	Accent	litros	2	7	14
	Gramoxone	litros	2	8	16
Sub-total					**30**
4. Control de plagas					
	Bala	litros	3	14,50	43,50
Sub-total					**43,50**
5. Poscosecha					
	Desgranadora	qq	161,23	1,00	161,23
	vehiculo	qq	161,23	0,50	80,61
Sub-total					**241,84**
6.Riego					
	Riego		3	10	30
	Combustible		6	1,19	7,14
Sub-total					**37,14**
TOTAL ($)					**865,42**

Cuadro 12 de anexo. Costo variables por hectárea del tratamiento 3 = 80 x 50 x 16 cm en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Rubro	Nombre	Unidad	Cantidad	P/U($)	Subtotal
1. Siembra					
	Semilla	kg	28,38	9,34	265,06
	Thiodicard	cc	100	0,035	3,50
Sub-total					**268,56**
2.Fertilizacion					
	Muriato de	kg		0,46	87,40
	Potasio		190		
	Urea	kg	235,92	0,42	99,08
	Dap	kg	175,76	0,72	126,54
Sub-total					**313,02**
3.control de malezas					
	Accent	litros	2	7	14
	Gramoxone	litros	2	8	16
Sub-total					**30**
4. Control de plagas					
	Bala	litros	3	14,50	43,50
Sub-total					**43,50**
5. Poscosecha					
	Desgranadora	qq	164,83	1,00	164,83
	vehiculó	qq	64,83	0,50	82,41
Sub-total					**247,24**
6.Riego					
	Riego		3	10	30
	Combustible		6	1,19	7,14
Sub-total					**37,14**
TOTAL ($)					**939,46**

Cuadro 13 de anexo. Costo variables por hectárea del tratamiento 4 = 80 x 30 x 20 cm en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

Rubro	Nombre	Unidad	Cantidad	P/U($)	Subtotal
1. Siembra					
	Semilla	kg	26,91	9,34	251,33
	Thiodicard	cc	100	0,035	3,50
Sub-total					**254,83**
2.Fertilizacion					
	Muriato de	kg		0,46	87,40
	Potasio		190		
	Urea	kg	235,92	0,42	99,08
	Dap	kg	175,76	0,72	126,54
Sub-total					**313,02**
3.control de malezas					
	Accent	litros	2	7	14
	Gramoxone	litros	2	8	16
Sub-total					**30**
4. Control de plagas					
	Bala	litros	3	14,50	43,50
Sub-total					**43,50**
5. Poscosecha					
	Desgranadora	qq	181,33	1,00	181,33
	vehiculo	qq	181,33	0,50	90,66
Sub-total					**271.99**
6.Riego					
	Riego		3	10	30
	Combustible		6	1,19	7,14
Sub-total					**37,14**
TOTAL ($)					**950,48**

Cuadro 14 de anexo. Costo variables por hectárea del tratamiento 5 = 75 x 40 x 25 cm en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

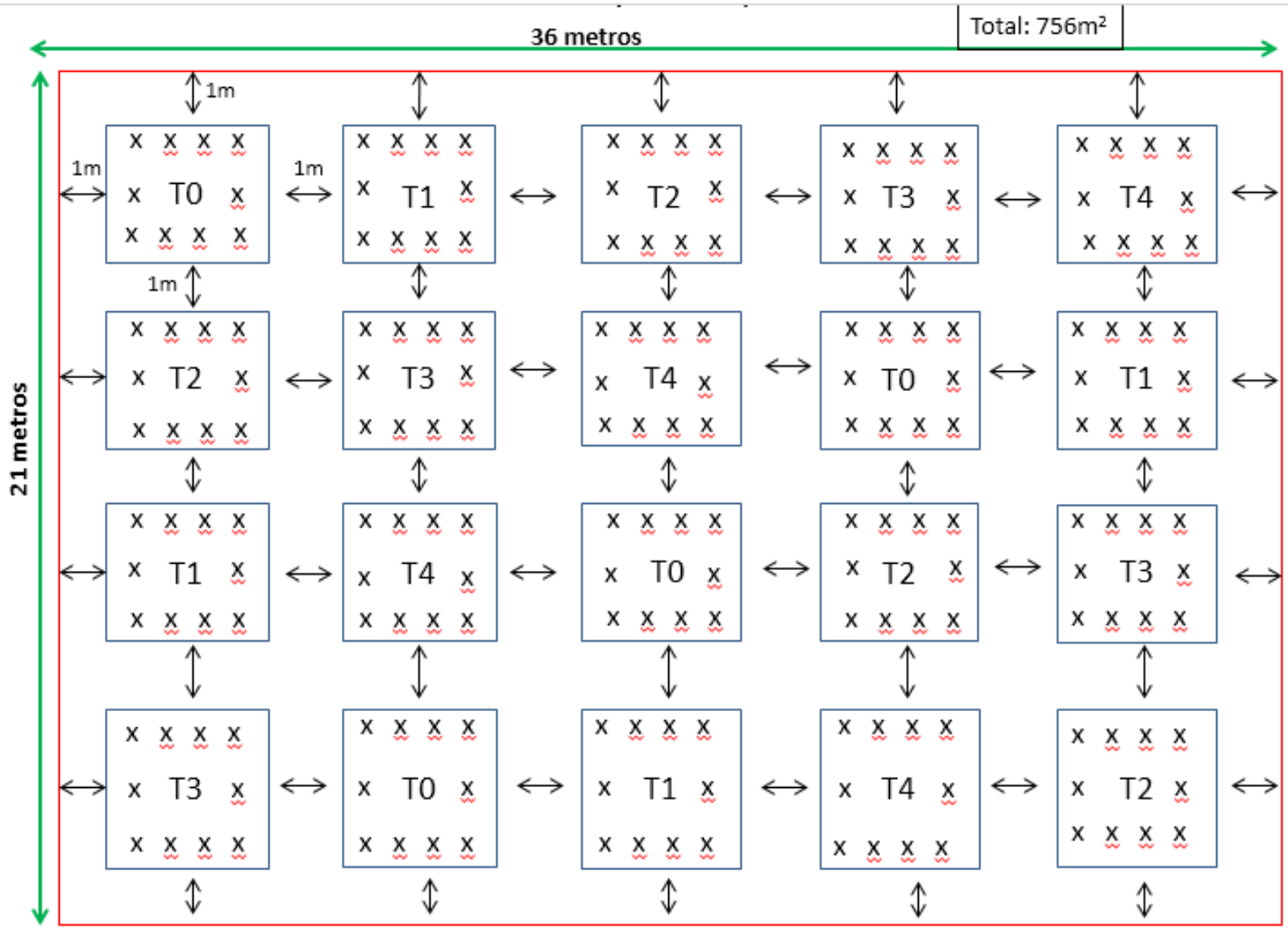
Rubro	Nombre	Unidad	Cantidad	P/U($)	Subtotal
1. Siembra					
	Semilla	kg	20,56	9,34	192,03
	Thiodicard	cc	100	0,035	3,50
Sub-total					**195,53**
2.Fertilizacion					
	Muriato de	kg		0,46	87,40
	Potasio		190		
	Urea	kg	235,92	0,42	99,08
	Dap	kg	175,76	0,72	126,54
Sub-total					**313,02**
3.control de malezas					
	Accent	litros	2	7	14
	Gramoxone	litros	2	8	16
Sub-total					**30**
4. Control de plagas					
	Bala	litros	3	14,50	43,50
Sub-total					**43,50**
5. Poscosecha					
	Desgranadora	qq	173,12	1,00	173,12
	vehiculo	qq	173,12	0,50	86,56
Sub-total					**259,68**
6.Riego					
	Riego		3	10	30
	Combustible		6	1,19	7,14
Sub-total					**37,14**
TOTAL ($)					**878,87**

Cuadro 15 de anexo. Análisis económico en base al rendimiento y costo de producción en dólares, en el hibrido de maíz (*Zea mays* L.), Somma el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador.

		Ingreso bruto		**Costo total de los tratamientos.**				
Tratamientos	**Rend. Kg**	**Precio /kg($)**	**Utilidad Bruta**	**Costo variable**	**Costo fijo**	**Costo Total($)**	**Beneficio Neto**	**Relación**
	A	**B**	**A*B=C**	**D**	**E**	**D+E= F**	**G**	**B/C**
T_1 = Testigo	6 823,52	0,30	2 047,05	820,51	575,00	1 395,51	651,54	0,46
T_2 = 80x60x20	7 328,12	0,30	2 198,43	865,42	575,00	1 440,42	758,01	0,52
T_3 = 80x50x16	7 491,66	0,30	2 247,49	939,46	575,00	1 514,46	733,03	0,48
T_4 = 80x30x20	8 241,66	0,30	2 472,49	950,48	575,00	1 525,48	947,01	0,62
T_5 = 75x40x25	7 868,75	0,30	2 360,62	878,87	575,00	1 453,87	906,75	0,62

Cronograma de actividades

Actividades	Meses							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Diciembre
Adecuación del terreno(limpieza)	X							
Preparación del terreno	X							
Medición del área	X							
Siembra	X							
Fertilización	X	X	X	X				
Control de malezas		X	X	X				
Control fitosanitario		X	X	X				
Recolección de datos		X	X	X	X			
Cosecha						X		
Tabulación de datos							X	
Informe final								X


Total: 756m²
36 metros
21 metros
1m
1m
1m
1m
T0
T1
T2
T3
T4
T2
T3
T4
T0
T1
T1
T4
T0
T2
T3
T3
T0
T1
T4
T2

PRESUPUESTO

Nº	Actividad	jornales	Valor c/u	Subtotal ($)
1	Adecuación del terreno	2	10	20
2	Preparación del terreno	1	20	20
3	Siembra	5	10	50
4	Control de malezas	3	10	30
5	Control fitosanitario	3	10	30
6	Fertilización	2	10	40
7	Cosecha	4	10	40
Insumos				
8	Adquisición de semillas		320	320
9	Adquisición de abonos		25	25
			Total	**575**

Fotografías de las actividades realizadas en el experimento

Fig. 1.- fertilización del cultivo.

Fig. 2.- monitoreo de plagas y enfermedades

Fig. 3.-diametro del tallo a los 30 días

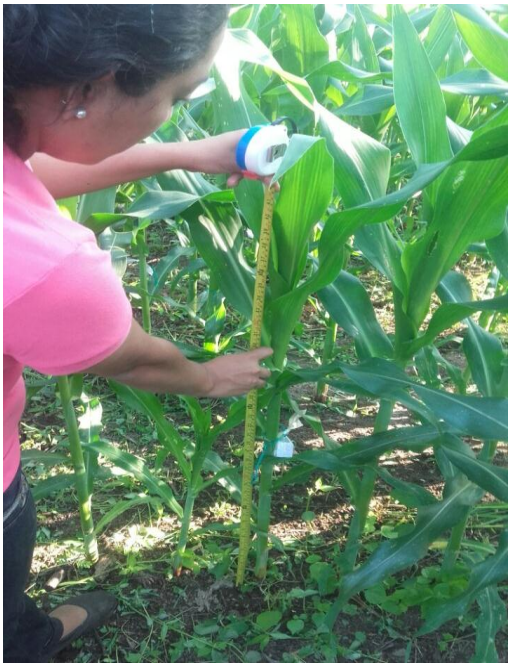


Fig. 4.- altura de planta

Fig. 5. toma del diámetro del tallo 60 días

Fig. 6.- cosecha del cultivo

Fig. 7.-longitud de la mazorca

Fig. 8.- longitud de mazorca

Fig. 9.- diámetro de la mazorca

Fig. 6.- peso de 100 granos

Fig. 10 experimento