UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN, EDUCACIÓN Y EXTENSIÓN AGROPECUARIA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE OCHO HÍBRIDOS EXPERIMENTALES FRENTE A TRES HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ

Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en; Producción, Educación y Extensión

AUTOR: Pedro Patricio Nole

DIRECTOR: Ing. Marlon Chamba

LOJA ECUADOR

2012

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE OCHO HÍBRIDOS EXPERIMENTALES FRENTE A TRES HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ *(Zea mays)*, EN EL BARRIO ALMENDRAL DEL CANTÓN PALTAS

Ing. Marlon Chamba Morales Mg. Sc.; **DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Miguel Ángel Villamagua; **ASESOR DE TESIS**

CERTIFICAN:

Haber dirigido el proceso de planificación y ejecución del proyecto de tesis titulado **"EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE OCHO HÍBRIDOS EXPERIMENTALES FRENTE A TRES HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ (***Zea mays*), **EN EL BARRIO ALMENDRAL DEL CANTÓN PALTAS"** de autoría del señor egresado **Pedro Patricio Nole Nole**, en toda su extensión y cuidadosamente revisada, la misma que cumple con todas las normas y requisitos legales exigidos por el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, para el efecto se autoriza su publicación y continuar con los trámites de graduación.
Particular que certificamos, para los fines correspondientes.

Loja, 22 de diciembre de 2011

……..……..	…….....
Ing. Marlon Chamba Morales Mg. Sc.	Ing. Miguel Ángel Villamagua
DIRECTOR DE TESIS	**ASESOR DE TESIS**

AUTORIA

Los conceptos desarrollados, los análisis de los resultados realizados; y, las conclusiones de este trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Loja, 25 de junio de 2012

……

Nole Nole Pedro Patricio

DEDICATORIA

A, Manuel Nole mi padre, ejemplo de vida; y, trabajo, que guió mis pasos, y estimuló en mí la voluntad de triunfar.

A, Adriana Nole madre querida, que con mucho amor, supo encausar mis primeros conocimientos e infundirme el cariño; y, amor al estudio.

De manera especial, a mi linda esposa LIRA, amigos; y, en general a esas personas que en particular supieron apoyarme incondicionalmente

A mis hermanos: Fausto, Nancy, Ángel, Rosa, Darwin, Rosalino, Mercedes, Elvia, Jorge y Darío Nole Nole.

Pedro Patricio Nole Nole

AGRADECIMIENTO

En primer lugar expongo mis sinceros agradecimientos a mis padres, Manuel Nole y Adriana Nole; hermanos/as; Fausto, Nancy, Ángel, Rosa, Darwin, Rosalino, Mercedes, Elvia, Jorge y Darío Nole Nole.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Marlon Chamba Morales por su acertada dirección de este trabajo de investigación.

Mi eterna gratitud a los Señores: Ing. José Egüez Mg Sc. y Agr. Pablo Pintado, Responsables del Programa de Maíz de la Estación Experimental del Austro del INIAP, por haberme dado la oportunidad de formar parte de su equipo investigador del maíz y por el valioso aporte en mi formación y desarrollo de esta investigación.

Mil gracias a la administración central del INIAP, de manera especial y respetuosa al Dr. Julio César Delgado, DIRECTOR GENERAL y al Departamento de RRHH, por todo el apoyo ofrecido.

Asimismo, al Ing. José Ullauri, Director de la Granja Almendral por haberme brindado todo el apoyo durante este periodo, como TESISTA.

ÍNDICE GENERAL

		Pág.
I	**INTRODUCCIÓN**	**1**
II	**REVISIÓN DE LITERATURA**	**4**
2.1	El cultivo de maíz	**4**
2.2	Origen	**4**
2.3	Importancia	**5**
2.4	Clasificación Taxonómica	**5**
2.5	Características Botánicas	**6**
2.5.1	Sistema Radicular	**6**
2.5.2	Tallo	**6**
2.5.3	Hojas	**6**
2.5.4	Inflorescencia	**7**
2.5.5	Mazorca	**7**
2.6	Aprovechamiento Industrial del Maíz	**8**
2.7	Etapas de Crecimiento del Maíz	**9**
2.8	Época de Siembra	**10**
2.9	Condiciones Adecuadas del Cultivo	**11**
2.9.1	Exigencias de clima	**11**
2.9.2	Pluviometría	**12**
2.9.3	Exigencias de suelo	**12**
2.10	Prácticas Culturales del Cultivo	**13**
2.10.1	Preparación del terreno	**13**
2.10.2	Siembra	**13**
2.10.3	La semilla para la siembra	**14**
2.10.4	Densidades de siembra	**14**
2.10,5	Requerimientos nutricionales del maíz	**16**
2.10.6	Diagnóstico de la fertilización	**17**
2.10.7	Fertilización	**18**

2.10.7.1 Otros elementos nutricionales **19**

2.10.8 Raleo **19**
2.10.9 Cosecha. **19**
2.10.10 Almacenamiento **20**

2.11 Mejoramiento del maíz hibrido **20**

2.11.1 Obtención de líneas puras e hibridación en maíz **21**
2.11.1.1 Autofecundaciones **21**
2.11.1.2 Cruzamiento de hermanos completos **22**
2.11.1.3 Selección **23**

2.11.2 Hibridación en maíz **24**
2.11.3 Consideraciones sobre el término hibrido **24**

2.11.4 Tipos de cruzas en los híbridos **25**
2.11.4.1 Cruzas simples **26**
2.11.4.2 Cruzas dobles **26**
2.11.4.3 Otras cruzas **27**
2.11.4.4 Evaluación de híbridos simples **27**

2.11.5 Obtención de híbridos de maíz por el INIAP **28**

2.11.5.1 Híbridos experimentales **28**
2.11.5.2 Híbridos comerciales **29**

2.12 Panorama Mundial de Maíz Amarillo **30**

2.12.1 Superficie sembrada y cosechada de maíz **30**
2.12.2 Producción, stock y consumo **31**

2.13 Panorama Nacional de Maíz. **32**

2.13.1 Superficie sembrada y producción **32**
2.13.2 Zonas productoras **33**
2.13.3 Estructura productiva del maíz **34**
2.13.4 Costos de producción **35**
2.13.5 Precios de maíz amarillo al productor **36**

2.14	Trabajos Relacionados al Maíz Dentro de la Provincia de Loja.	**38**
III	**MATERIALES Y MÉTODOS**	**43**
3.1	Localización del Ensayo	**43**
3.1.1	Ubicación política	**43**
3.1.2	Ubicación geográfica	**43**
3.1.3	Clasificación climática	**44**
3.1.4	Suelos	**44**
3.1.5	Clasificación ecológica	**44**
3.2	Materiales	**45**
3.1.1	Materiales de campo	**45**
3.1.2	Materiales de oficina	**45**
3.3	Métodos	**46**
3.3.1	Diseño estadístico	**46**
3.3.1.1	Modelo experimental	**46**
3.3.1.2	Variables	**47**
3.3.1.3	Especificación del diseño	**48**
3.3.1.4	Hipótesis	**49**
3.4	Metodología para el Primer Objetivo	**49**
3.4.1	Indicadores	**49**
3.4.1.1	Días a la floración masculina	**49**
3,4.1.2	Días a la floración femenina	**50**
3.4.1.3	Altura de plantas	**50**
3.4.1.4	Altura de inserción de la mazorca superior	**50**
3.4.1.5	Acame de raíz	**50**
3.4.1.6	Acame de tallo	**50**
3.4.1.7	Cobertura de mazorca	**51**
3.4.1.8	Número de plantas cosechadas	**51**
3.4.1.9	Número de mazorcas cosechadas	**51**
3.4.1.10	Número de mazorcas podridas	**52**

3.4.1.11	Textura (dureza) del grano	**52**
3.4.1.12	Aspecto de mazorca	**53**
3.4.1.13	Peso de campo	**54**
3.4.1.14	Porcentaje de humedad a la cosecha	**54**
3.4.1.15	Daño de enfermedades	**54**
3.5	Metodología para el Segundo Objetivo	**55**
3.6	Metodología para el Tercer Objetivo	**55**
3.6.1	Agrotecnia del cultivo	**56**
3.6.1.1	Análisis de suelo	**56**
3.6.1.2	Preparación del suelo	**57**
3.6.1.3	Preparación de la semilla	**57**
3.6.1.4	Fertilización base	**57**
3.6.1.5	Siembra	**58**
3.6.1.6	Fertilización post siembra	**58**
3.6.1.7	Control de malezas	**58**
3.6.1.8	Identificación, control de plagas y enfermedades	**59**
a)	Identificación y control de plagas	**59**
b)	Enfermedades	**60**
3.6.1.9	Cosecha	**60**
IV	**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**	**61**
4.1	Días a la Floración Masculina	**62**
4.2	Días a la Floración Femenina	**63**
4.3	Altura de Planta	**65**
4.4	Altura de la Mazorca	**67**
4.5	Acame de Raíz y Tallo	**68**
4.6	Cobertura de la Mazorca	**68**
4.7	Número de Plantas Cosechadas	**69**
4.8	Número de Mazorcas Cosechadas	**70**
4.9	Número de Mazorcas Podridas	**71**
4.10	Textura del Grano (1-4)	**72**
4.11	Aspecto de Mazorca (1-5)	**73**
4.12	Peso de Campo	**74**
4.13	Porcentaje de Humedad	**74**

4.14	Enfermedades	**75**
4.15	Rendimiento	**77**
4.16	Análisis Económico	**80**
4.16.1	Costos fijos	**80**
4.16.2	Costos variables	**81**
4.16.3	Ingresos brutos por tratamiento	**81**
4.16.4	Beneficios netos por tratamiento	**82**
4.16.5	Análisis de dominancia	**83**
4.16.6	Análisis marginal	**84**
4.17	Difusión de los Resultados del Presente Trabajo a los Productores Maiceros	**86**
V	**CONCLUSIONES**	**88**
VI	**RECOMENDACIONES**	**90**
VII	**BIBLIOGRAFÍA**	**91**
VIII	**ANEXOS**	**95**
8.1	Anexo 1. Resultados del Análisis de Suelo. Granja Almendral.	**95**
8.2	Anexo 2. Croquis de Campo	**96**
8.3	Anexo 3. Libro de Campo	**97**
8.4	Anexo 4. Rendimiento	**99**
8.5	Anexo 5. Análisis de Varianza	**101**
8.6	Anexo 6. Costos Variables por Tratamiento	**104**
8.7	Anexo 7. Programación del Evento	**106**

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Clasificación taxonómica	5
Cuadro 2	Características de altura y temperatura en algunas zonas maiceras del Ecuador	12
Cuadro 3	Dimensiones para obtener una densidad de 53.000 plantas / ha	15
Cuadro 4	Requerimentos nutricionales	16
Cuadro 5	Diferentes tipos de maíces híbridos	25
Cuadro 6	Características de los híbridos experimentales	29
Cuadro 7	Características de los híbridos comerciales	29
Cuadro 8	Otros híbridos de maíz generados por el INIAP	30
Cuadro 9	Stock mundial de maíz amarillo duro y días de consumo (millones de toneladas métricas)	32
Cuadro 10	Estructura productiva y rendimiento de maíz seco	34
Cuadro 11	Costos de producción de maíz en sistema tecnificado y recomendación INIAP. Ecuador 2009	36
Cuadro 12	Esquema del análisis de varianza	46
Cuadro 13	Nominación de los híbridos experimentales y los híbridos comerciales	47
Cuadro 14	Distribución de tratamientos del experimento. Localidad; Almendral del Valle de Casanga, época de invierno 2011	47
Cuadro 15	Resumen de cuadrados medios y probabilidad de las variables obtenidas mediante el análisis de varianza	61
Cuadro 16	Prueba de Duncan al 5% para días a la floración masculina	62
Cuadro 17	Prueba de Duncan al 5% para días a la floración femenina	64

Cuadro 18	Prueba de Duncan al 5% para altura de planta	66
Cuadro 19	Prueba de Duncan al 5% para altura de mazorca	67
Cuadro 20	Prueba de Duncan al 5% para número de mazorcas podridas	71
Cuadro 21	Textura del grano	73
Cuadro 22	Aspecto de mazorca	73
Cuadro 23	Porcentaje de humedad a la cosecha.	75
Cuadro 24	Medias de los tratamientos en 2 unidades	77
Cuadro 25	Recursos financieros	80
Cuadro 26	Rendimiento/hectárea e ingreso bruto	81
Cuadro 27	Ingresos netos por tratamiento en el cultivo de maíz	82
Cuadro 28	Análisis de dominancia de un ensayo de maíz	83
Cuadro 29	Tasa marginal de retorno	84
Cuadro 30	Variables y registro de datos de campo evaluados	97
Cuadro 31	Rendimiento del maíz por tratamiento y por unidad experimental	99
Cuadro 32	ADEVA para la variable; días a la floración masculina	101
Cuadro 33	ADEVA para la variable; días a la floración femenina	101
Cuadro 34	ADEVA para la variable; altura de planta	101
Cuadro 35	ADEVA para la variable; altura de mazorca expresada en cm.	102
Cuadro 36	ADEVA para la variable; cobertura de mazorca	102
Cuadro 37	ADEVA para la variable; número de mazorcas cosechadas	102
Cuadro 38	ADEVA para la variable; número de mazorcas podridas	103
Cuadro 39	ADEVA para la variable; rendimiento	103
Cuadro 40	Costos variables/ha	104

RESUMEN

Para el presente trabajo denominado: “Evaluación del comportamiento agronómico de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales de maíz *(Zea mays),* en el Barrio Almendral del Cantón Paltas”, se partió del problema, bajo rendimiento; y, el alto costo de la semilla, para lo cual se planteó los objetivos: Evaluar el comportamiento agronómico de once híbridos élite de maíz, adaptables a los sistemas productivos de los agricultores, comparar costos de producción y rendimiento entre los once híbridos: ocho experimentales y tres comerciales; y, difundir los resultados del presente trabajo a los agricultores de la zona. El material germoplasmático estuvo conformado por: H – 602, 315, 316, 317, 319, 451X2450, AUSTRO 1, 161X165, 3056, DK 1596 y DK 1040.

Se preparó el suelo y se distribuyó las parcelas según el diseño experimental con 3 repeticiones; durante el crecimiento vegetativo se evaluaron 18 variables, incluido el rendimiento. Se obtuvo resultaos satisfactorios en el comportamiento agronómico de los híbridos, demostrando mayor precocidad en el tratamiento 1: INIAP H-602 y Tratamiento 8: 161X165, en el promedio de días a la floración femenina, los tratamientos 2, 3 y 6 con 93,33 cm cada uno presentaron la menor altura de inserción de la mazorca, el tratamiento 10, híbrido comercial DK-1596 presentó mayor rendimiento con 8 471,187Kg/ha seguido de los tratamientos 9 y 2; híbridos experimentales 3056; y, 315 con 8 345,167 *y* 8 309,113Kg/ha respectivamente, mientras que en el análisis económico, la tasa marginal de retorno mayor se observó en el tratamiento 2, H - 315, con una utilidad de 162% de rentabilidad.

Según los resultados obtenidos, se recomienda cultivar híbridos como el tratamiento 6 (451X2450) que presenta una altura de 200cm permitiendo aumentar la densidad de siembra, población y producción. Además, se debe promover materiales cuya altura de mazorca alcanza alturas adecuadas en los híbridos 315, 316 y 451x2450 con 93,33cm cada uno, facilitando la cosecha manual y mecanizada.

Para zonas secas con periodos de lluvias muy cortos donde se requiere obtener más de una cosecha al año, se pone a consideración híbridos de ciclo más corto como es el caso del Tratamiento 1: INIAP H-602 y Tratamiento 8: 161X165, observando el promedio de días a la floración femenina con 57 y 59 días, respectivamente, tomando en cuenta la mayor rentabilidad económica.

SUMMARY

For the present work entitled "Evaluation of the agronomic performance of eight experimental hybrids against three commercial hybrids of maize (Zea mays) in the neighborhood of quarter Almendral city Avocados", broke the problem, poor performance, and the high cost of the seed, which was raised to the objectives: To evaluate the agronomic performance of eleven elite hybrid corn production systems adapted to farmers' production costs and compare performance between the eleven hybrids, eight experimental and three commercial and disseminating the results of this work to the local farmers. Germoplasmático The material consisted of: H - 602, 315, 316, 317, 319, 451X2450, AUSTRO 1, 161X165, 3056, DK 1596 and DK 1040.

The ground was prepared and distributed the parcels according to the experimental design with 3 replications during vegetative growth were evaluated 18 variables, including performance. We obtained satisfactory results from the study on the agronomic performance of hybrids, showing early flowering treatment 1: H-602 INIAP and Treatment 8: 161X165, the average number of days to silking, treatments 2, 3 and 6 to 93, 33 cm each had the lowest height of insertion of ear, treatment 10, DK-1596 commercial hybrid yielded better with 8 471.187 kg / ha followed by 9 and 2 treatments, experimental hybrids 3056, and, 315 with 8 345.167 309.113 and 8 kg / ha respectively, while the economic analysis, the marginal rate of return greater was observed in treatment 2, H - 315, with a profit of 162% return.

According to our results, we recommend hybrid cultivar and treatment 6 (451X2450) having a height of 200cm allowing increased density, population and production. In addition, materials should be promoted as ear height reaches heights suitable in hybrids 315, 316 and 451x2450 with 93.33 cm each, facilitating manual and mechanized harvesting.

For dry areas with very short periods of rain which require more than one crop a year, is presented to shorter cycle hybrids such as Treatment 1: H-602 INIAP and Treatment 8: 161X165, noting the average of days to silking with 57 and 59 days respectively, taking into account the increased profitability.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays)*, sin duda es el fundamento esencial de la alimentación básica de la población nacional y mundial. La planta constituye un verdadero laboratorio de energía, se ubica luego del trigo y del arroz como el tercer cultivo más importante del mundo, su utilidad se ve acrecentado por su extrema diversidad de formas, calidad y hábito de crecimiento.

En Ecuador, el maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, considerada como la principal materia prima para la elaboración de alimentos balanceados destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial.

En nuestra localidad, el maíz amarillo es un cultivo de gran importancia, tanto para la alimentación humana y animal, debido a que este cultivo es de fácil manejo y genera mayor rentabilidad frente a otros cultivos tradicionales como por ejemplo, el maní.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), en el ciclo de invierno del año 2009 se sembraron alrededor de 220 558 hectáreas de maíz amarillo duro, de las cuales 95 665 se ubican en

la provincia de Los Ríos, 62 250 en Manabí, 43 290 en Guayas y 19 353 en la provincia de Loja. Así mismo es importante destacar que alrededor del 90% de la siembra de maíz tiene lugar en la época lluviosa.

En la actualidad, se ve que el productor no ha tomado en cuenta los costos de producción, rendimiento; procedencia, certificación; y, el alto precio de la semilla provocando un estado de dependencia hacia las casas comerciales, se compra semillas hasta de 190 dólares la funda de 15 kilogramos con una demanda de tecnología impresionante; el agricultor tiene que vender el 20 por ciento de su cosecha para cubrir estos rubros.

Es por eso que a través del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Programa de maíz del Austro, viene impulsando el criterio de identificar nuevas semillas híbridas de maíz elite con buen comportamiento agronómico, alto rendimiento y a bajo costo para los productores del Valle de Casanga.

En el presente trabajo se evaluó ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales, cuyos resultados constan en el presente documento y esta experiencia pueda servir de base para la planificación de nuevos trabajos, que orienten al agricultor sobre el manejo de híbridos de maíz.

Para cumplir con la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Contribuir al mejoramiento económico campesino de maíz a través de la evaluación agronómica de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales.

Objetivos específicos:

- Evaluar el comportamiento agronómico de once híbridos élite de maíz, adaptables a los sistemas productivos de los agricultores.
- Comparar costos de producción y rendimiento entre los once híbridos: ocho experimentales y tres comerciales.
- Difundir los resultados del presente trabajo a los agricultores de la zona.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El Cultivo de Maíz

El maíz *(Zea mays)* es un cultivo de ciclo corto muy remoto, de unos 7 000 años de antigüedad, es uno de los más diversificados en el mundo y se utiliza tanto para la alimentación humana como en la alimentación de animales, de todo tipo, desde aves hasta vacunos de carne o leche; se encuentra a nivel mundial después del trigo y el arroz (Cortés, 2000).

2.2 Origen

Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México hace más de 4.500 años, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí (Cortés, 2000).

Darwin, en su estudio determinó que el origen de las especies vegetales y animales puede estar donde se desarrollan sus antecesores salvajes más cercanos. Más tarde Vavilov, asegura que el origen de las plantas cultivadas está en los centros de diversificación, y para el caso del maíz, reconoce que el lugar de origen está en América en lo que hoy es actualmente Ecuador, Perú, y Bolivia (Cantero, 2009).

2.3 Importancia

Es uno de los cultivos más importantes del mundo y el cereal de grano de más alto nivel de utilización industrial. El maíz ocupa el tercer lugar en el mundo entre los cereales de mayor producción, solamente es superado por el trigo y el arroz (Cortés, 2000).

El maíz aporta al mundo el 15 % de la proteína y el 19 % de las calorías en las dietas alimenticias mundiales para 20 países en desarrollo, principalmente de América Latina y África. El maíz es la mayor fuente de calorías para los más necesitados y es un alimento primordial en el desarrollo de los bebes (Córdoba, 1999).

2.4 Clasificación Taxonómica

En el cuadro 1, se detalla la clasificación taxonómica del maíz.

Cuadro 1. Categoría, ejemplo y caracter distintivo del cultivo de maíz.

Categoría	Ejemplo	Caracter Distintivo
Reino	Vegetal	Planta anual
División o phylum	Tracheophyta	Sistema vascular
Subdivisión	Pterapsidae	Producción de flores
Clase	Angiosperma	Semilla cubierta
Subclase	Monocotiledoneae	Cotiledón único
Orden	Graminales	Tallo con nudos
Familia	Gramineae	Grano-cereal
Tribu	Maydeae	Flores unisexuales
Genero	Zeae	Único
Especie	mays	Maíz común

Fuente: CANTERO, 2009

2.5 Características Botánicas.

2.5.1 Sistema radicular.

El sistema radicular del maíz es fasciculado y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias (FAO, 1990).

2.5.2 Tallo.

El tallo es simple erecto, de elevada longitud, pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, e incluso más en algunas variedades. Es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, presenta una médula esponjosa que se observa al realizar un corte transversal (FAO, 1990).

2.5.3 Hojas.

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervadas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes, las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas

en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le suele llamar mazorca (FAO, 1990).

2.5.4 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.

En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres, donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1 000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral (FAO, 1990).

2.5.5 La mazorca.

La mazorca está conformado por una parte central llamado zuro; también es conocida por los agricultores por diferentes nombres como “corazón” o “pirulo”. El zuro representa del 15 al 30 % del peso de la espiga. El grano se

dispone en hileras longitudinales, teniendo cada mazorca varios centenares (INIAP, 2009).

2.6 Aprovechamiento Industrial del Maíz.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), en el marco de lo que establece la Nueva Constitución, articulo 281, sobre la Ley de Soberanía Alimentaria; y, los artículos 335, 336 y 337 que hacen referencia a los intercambios económicos y comercio justo; y, fundamentalmente, la protección del Estado para garantizar el mercado, la infraestructura, acceso a bienes y servicio de calidad; entonces, la producción de maíz amarillo duro se constituye en una potencial materia prima dentro de la cadena agro industrial para la producción avícola, piscícola, acuícola y pecuaria.

Según datos del INIAP, en Ecuador se siembran anualmente alrededor de 250 000 ha de maíz duro amarillo, con una producción de 675 000 toneladas métricas, frente a la necesidad de la industria de balanceados, que es de 1 200 000 toneladas métricas por año.

Otra de las fortalezas para la producción de maíz es que El estado ecuatoriano, establece precio estándar de sustentación del maíz desde el año 2011 en 16,50 dólares (diez y seis dólares con cincuenta centavos) por

cada 45 kilogramos de grano seco y limpio, con 13 % de humedad y 1 % de impurezas, al productor y en bodega al vendedor.

2.7 Etapas de Crecimiento del Maíz

Para relacionar las observaciones con los problemas, es preciso poder identificar con exactitud las etapas de crecimiento de maíz. A continuación se detalla el sistema del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), usado en esta guía para distinguir esas etapas.

VE El coleoptilo emerge de la superficie del suelo

V1 Es visible el cuello de la primera hoja (ésta siempre tiene el ápice redondeado)

V2 Es visible el cuello de la segunda hoja

Vn Es visible el cuello de la hoja “n” (donde “n” es el número definitivo de hojas que tiene la planta, generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrá perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.

VT Es completamente visible la última rama de la panícula. Cabe señalar que esto no es lo mismo que la floración masculina, que es la liberación del polen (antesis)

R1 Son visibles los estigmas en el 50% de las plantas

R2 Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.

R3 Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco

R4 Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca, el embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.

R5 Etapa dentada. La parte superior del grano se llenan con almidón sólido y cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma

dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una línea de leche cuando se observa el grano desde un costado.

R6 Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente alrededor del 35%

NOTA: No todas las plantas de un campo llegan simultáneamente a una misma etapa. Por esta razón, es mejor decir que el cultivo alcanza una determinada etapa sólo cuando por lo menos el 50% de las plantas han llegado a esa etapa (CVIMMYT, 1994).

2.8 Época de Siembra

La época de siembra juega un papel importante en la producción de maíz, pues aquellas realizadas fuera de época, dan como resultado bajos rendimientos. Para condiciones de secano se deben sembrar tan pronto como inicien las lluvias.

Según la experiencia lograda por los organismos de investigación en las condiciones normales del litoral, las mejores épocas de siembra del maíz están comprendidas entre el 15 de Diciembre y el 30 de Enero, para la estación lluviosa; y, entre el 15 de Mayo y 15 de Junio, para la estación seca. De acuerdo a estas recomendaciones de fechas de siembra el agricultor maicero generalmente realiza la siembra en las fechas indicadas (INIAP, 1997).

En la provincia de Loja, en la época de invierno se siembra en enero y febrero y en la época seca (verano) en los meses de julio y agosto (Los productores del Valle de Casanga).

2.9 Condiciones Adecuadas del Cultivo.

2.9.1 Exigencias de clima

El cultivo de maíz requiere una temperatura óptima de 25 ºC a 30 ºC. Requiere bastante incidencia de luz solar. Para que se produzca la germinación de la semilla, la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 ºC (Zambrano J y Villavicencio P, 2009).

Considerando que en el cuadro 2, podemos apreciar que el maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 ºC; y, a partir de 33 ºC pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes, minerales y agua (Zambrano J y Villavicencio P. 2009).

Cuadro 2. Características de altura y temperatura en algunas zonas maiceras del Ecuador.

Localidad	Altura	Temperatura °c		
	msnm	Máxima	Media	Mínima
Guayaquil	6	33.1	24.6	19.5
Milagro	13	33.0	24.2	19.1
El Triunfo	30	32.8	23.6	18.2
Balzar	40	33.4	27.2	19.3
Vinces	41	33.1	24.7	19.0
Quevedo	80	32.7	24.4	18.9
Portoviejo	44	33.6	24.7	18.5
Machala	6	30.6	25.0	21.2
Quininde	230	32.0	24.6	19.6
Moraspungo	500	-	22.5	-
Loja	430	33.4	24.9	15.3
Sto. Domingo	600	22.8	22.0	11.0

Fuente: Sica, 2009

2.9.2 Pluviometría.

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento se requiere entre 400 a 650 mm anual, para el Cantón Paltas (Zambrano J y Villavicencio P, 2009).

2.9.3 Exigencias de suelo.

El maíz se adapta muy bien a todo tipo de suelo; pero prefiere suelos con pH entre 6 a 7. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (INIAP, 2009).

2.10 Prácticas Culturales del Cultivo

2.10.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno, con grada, para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra.

También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm. En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastrojos). (INIAP, 2009).

2.10.2 Siembra

El cultivo del maíz se realiza en dos tipos de siembra, la una en forma manual y la otra mecanizada. Los productores de la zona central del litoral, casi el 70 % de ellos, realizan siembras con sembradores aladas por un tractor. En sectores más pobres dónde los agricultores tienen pequeñas superficies y el capital no es el óptimo es posible aplicar un método de siembra con tracción de animales.

Últimamente se ha incorporado con fuerza un sistema de siembra nuevo, que es el de labranza cero, que incorpora nuevas ideas como el manejo integrado y control biológico, entre otras variables. Lo primordial en este sentido es trabajar lo menos posible el terreno (INIAP, 2004).

2.10.3 La semilla para la siembra.

La semilla es la parte esencial, que permite obtener una mayor eficiencia de los factores de producción. En términos simples, el suelo más fértil, el agua abundante, los mejores productos fitosanitarios, pierden 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 comprar en centros autorizados o en estaciones experimentales del INIAP. No utilizar la semilla de la cosecha anterior, debido a que se pierde vigor hibrido y baja el potencial de rendimiento drásticamente (INIAP, 2004)

2.10.4 Densidades de siembra.

Para que se expresen plenamente el potencial de rendimiento; y, otras características agronómicas, se sugiere sembrar los ensayos con una

densidad óptima, la densidad es de 53 000 plantas por hectárea, para obtener un establecimiento perfecto.

Se siembran los materiales en parcelas, con surcos de; 5 m de longitud, con el espaciamiento más usual, recomendado por el CIMMYT; de 75 cm entre surcos; y, de 50 cm entre matas y/o 80 cm entre surcos con 50 cm, entre matas (o golpes). Estas dimensiones se consideran apropiadas de acuerdo con la madurez y la altura de planta.

El Cuadro 3 presenta las dimensiones de parcela que le darán una densidad aproximada de 53 000 plantas por hectárea.

Cuadro 3. Dimensiones para obtener una densidad de 53.000 plantas / ha.

Distancia entre Surcos (cm)	Distancias entre plantas o golpe (cm)	
	Con 1 planta por golpe	Con 2 plantas por golpe
65	29	58
70	25	54
75	25	50
80	25	50
85	22	44
90	21	42
95	20	40
100	19	38
80	20	40

Fuente: CIMMYT, 1985

2.10.5 Requerimientos nutricionales del maíz

En el cuadro 4, muestra el requerimiento (cantidad total de nutriente absorbida por el cultivo) y la extracción en grano de los macro y micronutrientes esenciales para producir una tonelada de grano de maíz. Tomando en cuenta que esta información resulta de numerosas referencias nacionales e internacionales y que existe una marcada variabilidad según el ambiente y manejo del cultivo. Un cultivo de maíz de 12 000 kg/ha de rendimiento necesita absorber aproximadamente 264 kg/ha de N, 48 kg/ha de P, 48 kg/ha de K y 0,48 kg/ha de S.

Cuadro 4. Requerimientos y extracción de nutrientes para producir una tonelada de maíz.

Nutriente	Requerimiento Kg/t	Índice de Cosecha	Extracción Kg/t
Nitrógeno	22	0.66	14.5
Fósforo	4	0,75	3,0
Potasio	19	0,21	4,0
Calcio	3	0,007	0,2
Magnesio	3	0,28	0,8
Azufre	4	0,45	1,8
	Kg/t		Kg/t
Boro	0,02	0,25	0,005
Cloro	0,444	0,06	0,027
Cobre	0,013	0,29	0,004
Hierro	0,125	0,36	0,045
Manganeso	0,189	0,17	0,032
Molibdeno	0,001	0,63	0,001
Zinc	0,053	0,50	0,027

Fuente: García, 2005

2.10.6 Diagnóstico de la fertilización

En la figura 1, se esquematiza una metodología disponible para evaluar la nutrición del cultivo de maíz desde pre-siembra a cosecha. En general, el análisis de suelo es la herramienta básica y fundamental para determinar los niveles de fertilidad de cada lote y diagnosticar la necesidad de fertilización.

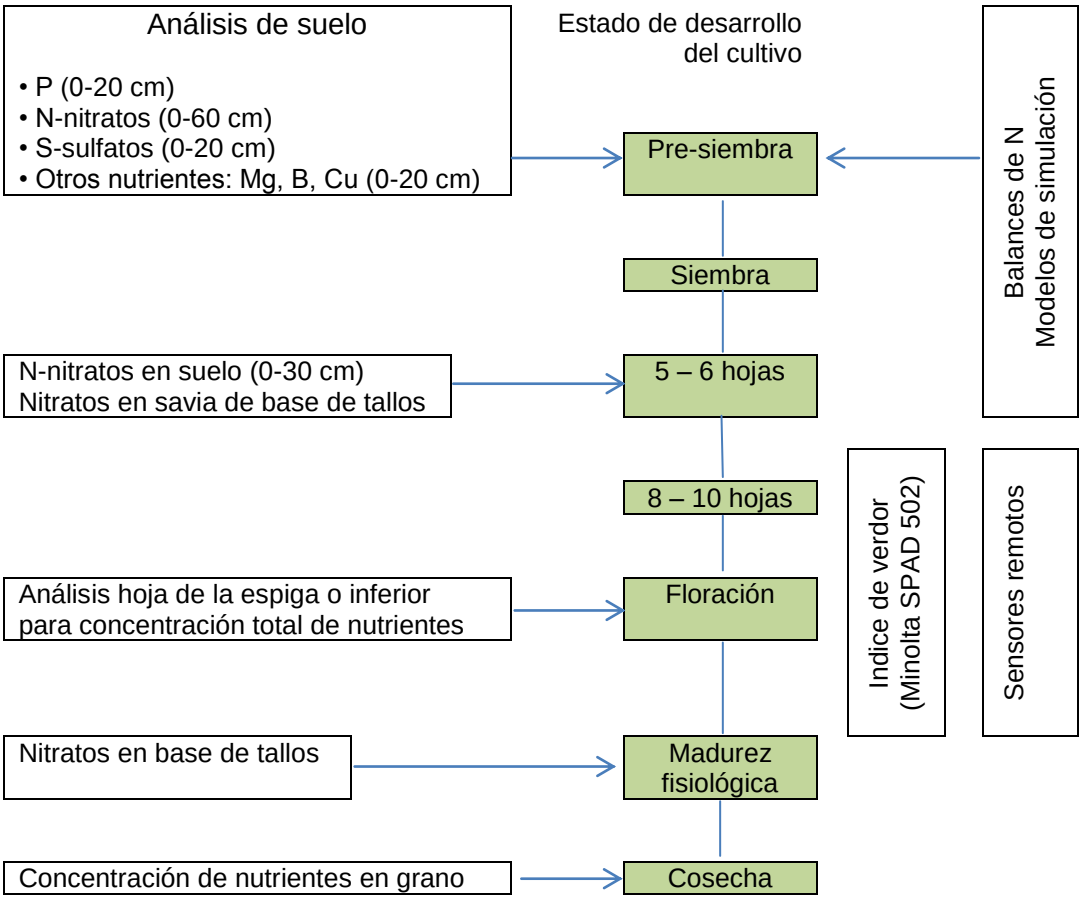


Figura 1: Metodologías disponibles para evaluar la nutrición del cultivo de maíz desde pre-siembra a cosecha.

Los análisis de desarrollo del cultivo que son observables, permiten integrar los efectos del suelo y el ambiente sobre la nutrición de las plantas ampliando la base de diagnóstico, y son de particular importancia para

nutrientes cuya dinámica en el suelo es compleja; por ejemplo: El caso de los micronutrientes. La información complementaria utilizada para el diagnóstico de la fertilización incluye las características climáticas de la zona, manejo del suelo; y, del cultivo (Ventimiglia L, 2001)

2.10.7 Fertilización

Los agricultores, lo que más utilizan en la fertilización es el nitrógeno, con el nombre comercial de úrea al 46%, dependiendo su dosis; pues para variedades comerciales liberadas por el INIAP se recomienda 181 kgha, mientras que para híbridos, la dosis es de 273 kg/ha.

Durante la época lluviosa, la aplicación de nitrógeno se hace fraccionada en dos partes: la primera fracción se aplica en bandas, a los 15 días de su germinación a 10 cm. de la planta. La segunda fracción a los 30 o 40 días también en bandas. Cuando la siembra la realizan en época de verano se aplica la dosis total del nitrógeno en una sola ocasión, ya sea al inicio o a los 40 días pos siembra

Con el fin de conocer la disponibilidad nutricional del suelo, es necesario realizar un análisis de suelo por lo menos cada 2 años (Zambrano J, Villavicencio P, 2009)

2.10.7.1 Otros elementos nutricionales

Otros elementos secundarios durante todas las etapas del cultivo, son los micronutrientes indispensables en la formación, distribución y coloración de hojas, tallo y grano. Tales como: el Boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), Molibdeno (Mo) y cinc (Zn), son nutrientes que pueden aparecer en forma deficiente o en exceso en la planta; por ejemplo, las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella (INIAP, 2009).

2.10.8 Raleo

Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm y consiste en ir dejando una sola planta por golpe y se van eliminando las restantes, rompiendo la costra endurecida del terreno para que las raíces adventicias (superficiales) se desarrollen normalmente (INIAP. 2004).

2.10.9 Cosecha.

La cosecha del maíz es una fase muy crítica del proceso de producción. Puede ser realizado una vez que los granos hayan alcanzado la madurez fisiológica, es decir cuando presenten una humedad entre el 28-35 %; sin

embargo el alto contenido de humedad limita la cosecha mecanizada, por lo que se recomienda realizar la cosecha cuando los granos tengan una humedad entre el 18-25 %. Para lo cual necesitarán secado inmediato.

2.10.10 Almacenamiento

Un adecuado almacenamiento es necesario para conservar la integridad de los granos, los cuales deben tener un contenido de 12-13 % de humedad y deben ser guardados en ambientes secos y bien ventilados. El Fosfuro de Aluminio, en pastilla (2 pastillas por cada 45 kg), se utiliza para el control de insectos de granos almacenados.

Es necesario señalar que la temperatura óptima para el desarrollo de los insectos-plagas en el almacenamiento, es de alrededor de 25 °C. A temperaturas inferiores 13 °C y en condiciones de Humedad Relativa por debajo del 40 % las plagas no se multiplican (Zambrano J, 2009).

2.11 Mejoramiento del Maíz Híbrido.

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio, sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas (Zambrano J, 2009).

2.11.1 Obtención de líneas puras e hibridación en maíz.

Se procede a elegir las poblaciones que por su buena aptitud combinatoria específica, iniciaron el trabajo de formación de estructuras de entrada, con el propósito de fijar caracteres para la producción de líneas puras, mismas que serán cruzadas para que se produzca la hibridación (Morales, 1994)

La obtención de líneas puras requiere de un trabajo dirigido y dedicado, para cumplir tareas, como:

- Autofecundaciones
- Cruzamiento de hermanos completos.
- Selección.

Los trabajos de selección se realizan simultáneamente durante ocho generaciones.

2.11.1.1 Autofecundaciones

Se realiza con dos propósitos:

Primero. Hacer segregar los genes para poder en la F2 escoger las buenas combinaciones y eliminar aquellas menos convenientes, y, segundo, fijar caracteres convenientes al tiempo de buscar cercanos a la homocigosis.

La autofecundación permite:

- Conseguir la endogamia en la línea
- Preservar las frecuencias genéticas efectivas de la familia.
- Guardar los genes favorables de las plantas
- Desechar en la segregación aquellos segregantes no deseables.
- Generar familias de auto-hermanos para la siguiente generación.

Las autofecundaciones son dirigidas mediante una técnica que evita la contaminación con el polen extraño, mediante la utilización de fundas especiales que cubren los órganos sexuales masculinos y femeninos de las plantas; capaz de garantizar una auto polinización controlada (los estigmas deben polinizarse aplicando a mano el polen colectado a las propias espigas).

2.11.1.2 Cruzamiento de hermanos completos.

Es la progenie de la cruza de varios individuos (20 cruzas) provenientes dentro de una misma línea. Específicamente realizando lo que en genotecnia vegetal se denomina Técnica de polinización de Cruzas en cadena (una planta poliniza a otra, esta poliniza a una tercera, está a una cuarta, etc., hasta que la última poliniza a la primera).

Los cruzamientos de hermanos completos permiten:

- Ganar valores genotípicos de individuos (selección de los mejores individuos en la línea).
- Utilizar los individuos seleccionados como progenitores en la siguiente generación.

Es necesario llevar una polinización controlada a fin de garantizar el aparecimiento dirigido de acuerdo a las necesidades del proyecto que se esté realizando. Es decir si busco líneas con mejor calidad de proteína, tengo que identificar líneas que aporten dicho carácter, tratando de ser lo más sutil posible para evitar cruzamientos. (Morales, 1994).

2.11.1.3 Selección.

Se realiza en todo el proceso de formación de líneas puras, ya que en el momento que se eligen las plantas de auto fecundar y en el tipo de selección familiar, hermanos completos. Se aplica una presión de selección en cada ciclo del 80% en las líneas puras y familias; y, en todas las generaciones tratando de agotar la varianza genética aditiva; el método de selección aplicado es visual para caracteres fenotípicos fácilmente identificables descartando plantas indeseables como plantas: enfermas, acamadas, quebradas, cloróticas, etc. Con la finalidad de purificar a la línea atendiendo a los criterios de selección preestablecidos, buen rendimiento, precocidad, buena cobertura, resistencia y/o a plagas y enfermedades.

2.11.2 Hibridación en maíz

El maíz híbrido es la primera generación de una cruza entre líneas puras (líneas padre + líneas madre = hibrido), considerando que el hibrido resultante expresa su vigor; y, la interacción de genes dominantes favorables.

2.11.3 Consideraciones sobre el término híbrido

Es el resultado de una cruza entre dos líneas genéricas o razas de maíz. Comercialmente se hace para obtener plantas con ciertas características predominantes entre los progenitores, por ejemplo una línea genética es alta productora de grano, pero sensible a la sequía; y la otra progenitora es resistente a la sequía pero con rendimientos bajos; la cruza de estas dos líneas producen un híbrido que expresa altos rendimientos y resistencia a la sequía (Guerra, 1997).

Claro que esto no es tan fácil de desarrollar como se expresa, pero la esencia es ésta. Hay que considerar que la semilla de estos híbridos no se comportará de la misma forma, ya que en las siguientes generaciones (F2, F3 así se les denomina a las generaciones de una cruza) tiende a predominar algunas características y se pierde el "vigor híbrido", aunque con ciertas técnicas se pueden obtener retro cruzas genéricas que permiten

potenciar ciertas características de divisar líneas genéricas. Esto lleva generaciones de ciclos reproductivos del maíz y por ende mucho tiempo para el desarrollo de estos híbridos, pero cuando se logra un buen híbrido se ven compensados todos los esfuerzos (Guerra, 1997).

2.11.4 Tipos de cruzas en los híbridos.

En el cuadro 5, se puede apreciar que normalmente se producen numerosos tipos de híbrido en todos los programas de mejoramiento para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos, en el caso del mejoramiento del maíz, el término híbrido implica un requerimiento específico y diferente.

Cuadro 5. Diferentes tipos de híbridos, su variación y composición.

Tipo de híbrido	Variaciones	Composición
Progenitores no endocriados	Cruza de poblaciones	Población A x población B
	Cruza de variedades	Variedad 1 x variedad 2
	Cruza sintética	Sintético 1 x sintético 2
	Cruza entre familias:	
	(a) familias medio hermanas	HS_1 x HS_2
	(b) familias hermanas	FS_1 x FS_2
Progenitores mezclados o	*Topcross*	Variedad x línea endocriada
Endocriados x no endocriados	Doble *topcross*	Cruza simple x variedad
Progenitores endocriados	Cruza doble	(A x B) x (C x D)
	Cruza de tres vías	(A x B) x C
	Cruza simple	A x B

Fuente: FAO, 2009.

2.11.4.1 Cruzas simples.

Una cruza simple es la descendencia híbrida de dos líneas puras, debido a que las líneas puras que se utilizan en una cruza simple son probablemente homocigóticas para todos los pares de genes en que se difieren las dos líneas. Una cruza simple superior recupera el vigor y la productividad que se perdió durante el proceso de formación de líneas puras que será más vigorosa y reproductiva en la variedad progenitora original de polinización sobre de las que obtuvieron las líneas puras.

Las combinaciones de líneas puras deberán probarse, combinación de líneas en cruzas simples y en cruzas dobles, para encontrar las que pueden ser útiles para la producción de semillas híbridas. La semilla de una cruza simple se produce en una planta de una línea pura que ha recibido el polen de una segunda línea pura. (Morales, 1994)

2.11.4.2 Cruzas dobles.

La cruza doble es la progenie híbrida obtenida en una cruza entre dos cruzas simples. La semilla de una cruza doble se produce de una planta de cruza simple que ha sido polinizada por una cruza simple: ésta es generalmente la semilla que se vende al productor porque cultiva plantas de cruza doble. La cruza doble es una cruza de entre dos líneas progenitoras

heterocigóticas de cruzas simples y no tan uniforme como las cruzas simples (Morales, 1994)

2.11.4.3 Otras cruzas.

Las líneas pueden combinarse en otras formas directas de las cruzas simples y dobles. La cruza de tres líneas y la progenie híbrida entre una cruza simple y una línea pura, esta cruza solo puede utilizarse cuando se dispone de tres buenas líneas.

Una cruza múltiple es una combinación de más de cuatro líneas puras. Las cruzas múltiples son generalmente menos productivas que aquellas en las mejores condiciones de cruzas dobles que se podrían obtener con las mismas líneas puras. (Morales, 1994)

2.11.4.4 Evaluación de híbridos simples

Durante el proceso de formación de líneas puras (quinto ciclo), se organiza distintos ensayos de prueba, según la adaptación (a zonas tropicales, subtropicales o altas), la madurez (precoz, intermedia o tardía) y el color del grano (blanco o amarillo); y, rendimiento, a fin de observar si se obtiene la buena aptitud combinatoria específica de las poblaciones originales.

Los híbridos simples provenientes de dos líneas puras, comienzan de forma experimental probados, para poder seleccionar y recomendar a los de mejor

aptitud; y, los que presentan caracteres no deseables, ya sea de tipo genético o adquiridos durante el proceso, simplemente se los descarta. Este proceso lleva un periodo de: 3 y 5 años (Morales, 1994).

2.11.5 Obtención de híbridos de maíz por el INIAP

El mejoramiento del maíz ha tenido como fuente el germoplasma nacional, cruzados con cultivares provenientes de otros países. En los materiales de maíz obtenidos, se puede apreciar que el trabajo se centró en la generación de variedades, y, a partir del año 1985 en la de los híbridos, con una tendencia creciente en sus rendimientos, por la respuesta a la demanda de este material (INIAP, 2011)

2.11.5.1 Híbridos experimentales.

Los híbridos experimentales, son aquellos materiales que están en estudio con el fin de llegar a obtener las mejores características agronómicas y poner a disposición del productor una semilla de calidad.

Todos los híbridos en la mayoría de los casos presentan características agronómicas similares. Por ejemplo, en el cuadro 6, las características agronómicas de 3 híbridos que están siendo objeto de nuestro estudio pero que ya han sido probados en el Cantón Pindal en el año 2010.

Cuadro 6. Características de los híbridos experimentales.

Características	Híbridos H - 315	H - 317	AUSTRO 1
Clase de híbrido	Simple	Triple	Simple
Altura de planta	190	210	240
Altura de mazorca	70	100	130
Días de floración masculina	66	66	56
Días de floración femenina	68	68	58
Días a la cosecha	140	140	135
Acame	Resistente	Resistente	Resistente
Color de grano	Amarillo	Anaranjado	Amarillo
Desgrane	83%	83%	83%
Textura de grano	Semi-Dentado	Cristalino	Semi-Cristalino
Potencial de rendimiento	8-9 t	7-8 t	7.5-8.5 t

Fuente: INIAP, E. E. Austro, Programa de maíz

2.11.5.2 Híbridos comerciales.

Los híbridos comerciales, son el resultado de varios años de investigación, por los técnicos del Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo, prueban bondades de estos materiales en varias zonas maiceras del país; y, ponen a disposición de los productores para producir. En el cuadro 7, tenemos las características del híbrido comercial – 602.

Cuadro 7. Características de los híbridos comerciales.

Características	H - 602
Clase de híbrido	Simple
Altura de planta	2.90 m
Altura de mazorca	1.60 m
Días de floración masculina	59
Días de floración femenina	61
Días a la cosecha	120
Acame	Resistente
Color de grano	Amarillo
Desgrane	83%
Textura de grano	Semi-cristalino
Cobertura de mazorca	Excelente
Potencial de rendimiento	10,2 t

Fuente: INIAP, E. E. Portoviejo, Programa de maíz

El H – 602 es un híbrido simple generado por cruzamientos de la línea S4 pob3 Fe-27-1-1-1-1 como progenitor femenino y la línea 56 Ll4m, introducida del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México, de la misma manera en el cuadro 8 tenemos un listado de híbridos liberados por el INIAP desde 1969.

Cuadro 8. Otros híbridos de maíz generados por el INIAP.

Año	Híbridos	Rendimiento (Kg/ha)
1969	INIAP-515	3 900
1979	INIAP-526	4 100
1985	INIAP H-550	4 800
1988	INIAP-529	4 200
1990	INIAP H-551	5 500
1994	INIAP-542	4 500
2003	INIAP H-552	6 100
2009	INIAP H.553	7 800

Fuente: INIAP, 2011

2.12 Panorama Mundial del Maíz Amarillo

El contexto mundial habla de; superficie, producción y consumo de maíz

2.12.1 Superficie sembrada y cosechada de maíz

La superficie mundial de maíz en el período 2007 – 2008 llegó a 159,9 millones de hectáreas, mientras que entre el 2008 – 2009 hubo una ligera disminución de 2,4 millones de hectáreas sembradas, por lo que la superficie total llegó a las 157 millones de hectáreas. De este total, Estados Unidos, engloba la mayor parte con 31,83 millones de hectáreas, que representa el 19%; y, le sigue la China con 29,8 millones de hectáreas (18 % del total). La

superficie sembrada en los Estados Unidos en el transcurso del 2009 se ha mantenido estable y hasta el mes de septiembre del 2010 se ubica en el orden de las 34,8 millones de hectáreas (Sigagro, 2010).

2.12.2 Producción, stock y consumo

Los mayores productores de maíz amarillo duro en el mundo son: Estados Unidos, con 42 % (del total mundial) y la China (19 %). Le siguen Brasil y la Unión Europea con el 8 % y 6 % del producto, respectivamente; y, en un nivel más bajo podemos encontrar a México y Argentina con 3 %, y la India con 2 %. El resto de países suman 17 % del total restante.

La producción total mundial en el periodo 2007 – 2008 llegó a 791,9 millones de TM y de acuerdo al reporte del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos este valor se ha mantenido estable, pues se estima que para el período 2008 – 2009 la producción bordea las 791,92 millones de TM y la proyección para el 2009– 2010 es de 789,73 millones de TM.

Se proyectó un stock final mundial de 132 millones de TM para el periodo 2009 - 2010, una disminución de 9% en relación al período 2008 – 2009, cuando llegó a las 145 millones de TM. Los días de consumo promedio de maíz amarillo duro entre 2008 – 2009 fueron 68 millones de TM y para el 2009 - 2010 se proyectó 60 millones de TM.

EE.UU se propone aumentar el stock de maíz, pues además de destinar el maíz a la industria alimenticia, lo utiliza para la elaboración del etanol y el biodiesel. En el cuadro 9 tenemos datos de esta industria que comenzó desde el año 2005.

Cuadro 9. Stock mundial de maíz amarillo duro y días de consumo (millones de toneladas métricas).

	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
Stock inicial	131	125	109	129	145
Producción	696	718	793	792	790
Consumo	704	728	772	775	803
Stock final	123	109	130	145	132
Días de consumo	64	55	61	68	60

Fuente: Sigagro, 2010.

2.13 Panorama Nacional del Maíz.

2.13.1 Superficie sembrada y producción

El número de hectáreas sembradas cada año en el Ecuador difiere del anterior por cuanto es un cultivo susceptible a las variaciones climáticas, a las plagas propias del cultivo, a la tecnología empleada, al capital humano que trabaja en el campo y a la rentabilidad del cultivo por temporada (Sigagro, 2010). En el año 2005 la superficie sembrada fue 283 000 hectáreas, mientras que en el 2008 se sembraron 308 000 hectáreas. No

obstante este dato optimista no significa que la superficie esté en continua expansión (Sigagro, 2010)

En términos generales, no se observa una tendencia de crecimiento. Entre el 2005 y 2006 la producción disminuyó 8,2 %, mientras que para el 2007 creció 33 %. En el 2008 la producción de maíz llegó a las 687 000 toneladas métricas y el año 2009 cerró con una producción de 684 000 toneladas métricas de maíz seco y limpio, según datos del Sistema de Predicción de Cosechas (Sigagro, 2010)

2.13.2 Zonas productoras

La provincia que concentra la mayor parte del área sembrada de maíz en el Ecuador es Los Ríos, con el 42 % de la participación total. Le siguen en importancia Manabí y Guayas con 24 % y 21 %, respectivamente. En un nivel más bajo se encuentra Loja, con el 6 % del área total sembrada; y, el restante 7 %, se reparte entre otras zonas del país.

Las estadísticas de producción conservan estrecha relación con el área sembrada. La Costa es por excelencia la mayor productora de maíz, no obstante también existen registros de producción en la Sierra como es el caso de Loja y un porcentaje bajo en la amazonia. Los Ríos abarca el 49 % de la producción total, en el 2008, y es la que mejor rendimientos promedio presenta, 3,3 TM/ha. Le sigue Guayas, con 23 % de la producción y a

continuación Manabí, que si bien tiene una cantidad considerable de área sembrada, tiene un producción menor a causa de los rendimientos que llegan a apenas las 2,3 TM/ha.

2.13.3 Estructura productiva del maíz

En el cuadro 10, costa el número total de Unidades Agrícolas Productivas – UPAS, dedicadas al cultivo de maíz amarillo, llegó a las 81 943, de acuerdo al Censo Agrícola del año 2002. De este total, 34 % tiene una superficie menor a las 5 hectáreas.

En general, se podría apreciar que hay una fuerte concentración de productores pequeños y medianos. Mientras que los propietarios de más de 50 ha apenas representan el 12 % del total**.**

Cuadro 10. Estructura productiva y rendimiento de maíz seco.

Tamaño UPA's	Número UPA's		Rendimiento TM/ha.
	Número	%	
Hasta 5 Has	27.766	34%	1,9
5-10 Has	14.546	18%	2,1
10-20 Has	13.982	17%	2,3
20-50 Has	15.605	19%	2,2
50-100 Has	6.438	8%	2,1
100-200 Has	2.490	3%	2,1
Más de 200 Has	1.116	1%	2,1
Total Nacional	81.943	100%	2,1

Fuente: Sigagro, 2010.

2.13.4 Costos de producción.

Los costos de producción, inciden directamente en la toma de decisiones de los productores sobre la inversión a realizar. Para el caso del maíz duro, en el año 2009, los costos de producción se incrementaron debido a los altos precios de los insumos; sin embargo, el aumento de los precios del maíz al productor, han permitido que ellos puedan afrontarlos (INIAP, 2011)

Al analizar comparativamente los costos de producción por hectárea de maíz entre la recomendación INIAP y el sistema tecnificado, expuestas en el cuadro 11, se aprecian algunas diferencias. La mano de obra en el sistema tecnificado es de 48,9 % mayor, ya que se requiere una mayor cantidad para la fertilización. El costo de la semilla en el tecnificado es mayor en 204,2 % debido al uso de semilla importada a un precio de 7.3 USD/Kg, frente a los 2,4 USD/kg de la semilla INIAP. Respecto a los fertilizantes, el tecnificado invierte el 51.1 % más, con relación a la recomendación INIAP (INIAP, 2011).

Cuadro 11. Costos de producción de maíz/ha en sistema tecnificado y recomendación INIAP. Ecuador 2009

Elementos de costos	Sistemas			
	Recomendación INIAP		tecnificado	
	USD	%	USD	%
Mano de obra	174,00	15.7	259.00	17.3
Semilla	36,00	3.2	109.50	7.3
Fertilizantes	281.33	25.3	425.00	28.4
Controles fitosanitarios	87,20	7.9	39.16	2.6
Materiales y equipos	271,00	24.4	346.00	23.2
total costos directos	849,53	76.5	1 178.00	78.9
costos indirectos	245,16	23.5	293.66	21.1
COSTO TOTAL	1 094,69	100.0	1 472.32	100.0
Rendimiento	160,00	Qq/ha	200.00	qq/ha
Precio venta	11.50	s/qq	11.50	s/qq
Ingreso bruto	1 840,00	s/ha	2 300.00	s/ha
Ingreso neto	745,84	s/ha	827.68	s/ha
Costo unitario de prod.	6,84	s/qq	7.36	s/qq

Fuente: MAGAP. Dirección Provincial Agropecuaria del Guayas.

El costo unitario de producción de maíz duro seco con la recomendación INIAP fue de USD 6,84; mientras que para el tecnificado este fue de USD 7,36; que corresponde a un 7.6 % menor. En ambos casos la producción de maíz generó beneficios para los productores (INIAP, 2011).

2.13.5 Precios de maíz amarillo al productor

A lo largo del período 2000 – 2008 se observa que los precios al productor han experimentado ciclos de relativa estabilidad, así como incrementos y

descensos ocasionales. Esto se debe a una serie de factores como el volumen de producción por ciclo, condiciones de mercado, factores climáticos, entre otros. Es importante anotar que los precios del maíz son proclives a caer durante los meses de mayo, junio y julio, debido a que en estos meses se cosecha la mayor cantidad de maíz en el año. Situación que a mayor oferta del producto, los precios bajan.

En el 2007 los precios al productor a nivel nacional se incrementaron alrededor de 20,7 % respecto del 2006 y nuevamente en el 2008 los precios subieron un notable 24,7 %, el mayor crecimiento registrado en los últimos 8 años. Este incremento se da como consecuencia del encarecimiento de los insumos agropecuarios.

Figura 2. Precios al productor de maíz amarillo, 2009.

Sin duda la sobreoferta afectó a los productores que sembraron con costos altos, y esperaban que los precios se mantuvieran altos, para recuperar su inversión. En el mes de octubre, la Dirección Provincial del Guayas reportó un precio de USD 12 por quintal y en noviembre subió a USD 13,50 por tratarse de una cierta calidad de grano con fines específicos, situación que cambio en el año 2011, gracias al decreto presidencial que decreto un precio estándar del maíz de USD 16,00 (El mercurio, 2011)

2.14 Trabajos Relacionados al Maíz dentro de la Provincia de Loja.

(Torres, A y Bustamante, A, 1995). Evaluaron el comportamiento de cinco híbridos y cinco variedades de maíz duro. El material germoplasmático estuvo constituido por: las variedades criollo, Manabí, INIAP 526, UNL 2383, UNL 2384 y los híbridos Pacific 9205, INIAP H 551, CATER 1-3, CATEER 4-9 y CATER 4-19, frente a la fertilización nitrogenada en tres localidades: La Rota y Quillusara del Cantón Pindal – Provincia de Loja.

El otro factor de estudio fue la fertilización 0,2 y 4 qq de úrea/ha.

Los resultados obtenidos en las 3 zonas fueron coincidentes en las respuestas obtenidas frente a la fertilización.

Las características agronómicas, días a la floración masculina, femenina, altura de planta, número de hojas por planta, número de hojas arriba de la

mazorca están ligados a caracteres genéticos y no experimentaron incrementos adicionales con la fertilización nitrogenada.

Durante el desarrollo fenológica del cultivo; la incidencia de plagas y enfermedades fueron moderadas a baja, a una escala de calificación de 1-5. Promediando 0,95 para plagas y 1.41 para enfermedades.

Los rendimientos fueron más altos tanto para la variedad criollo tanto con la tecnología tradicional como para los casos de aplicación de úrea. En la zona la Rota se obtuvo el mayor rendimiento con 5 064Kg/ha con la variedad criolla, fertilizada con 4 sacos de urea por hectárea.

Otras variedades promisorias fueron la variedad INIAP 526 y la UNL 2382 con producción de 4 539 y 3 554 Kg/ha fertilizadas con úrea en dosis de 4 sacos/ hectárea.

(Molina, R, 2010), realizó la Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro; INIAP H-601, INIAP H 553, HZCA 315, HZCA 317, HZCA 318, AUSTRO 1, frente a dos testigos, AGRI 104 Y DEKALB DK-7088, sembrados por el agricultor local, en San Juan - Cantón Pindal – Provincia de Loja”

Según los resultados se observó que existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto al rendimiento, el Testigo 2: híbrido comercial DEKALB DK-7088, presentó el mayor rendimiento con 7,69 t/ha; por otra parte, el Tratamiento 6: HZCA-315, presenta el segundo mejor rendimiento con 6,22 t/ha.

El Testigo 1: híbrido comercial AGRI-104, presentó el rendimiento más bajo con 4,89 t/ha.

Los demás tratamientos: INIAP H-601, INIAP H-553, HZCA-317, HZCA-318 y Austro-1, tienen un rendimiento sobre las 5 t/ha compartiendo estadísticamente el mismo rango.

El Tratamiento 2: INIAP H-553 y Tratamiento 5: Austro 1, fueron los más precoces frente a los demás tratamientos, observando el promedio de días a floración femenina con 59,67 y 60,33 respectivamente. Trabajo realizado bajo las siguientes condiciones:

Climatológica de la zona con promedio anual son: una precipitación que fluctúa de 800 a 1 035 mm, una temperatura de 22°C, humedad relativa de 80%, luminosidad de 1 800 horas.

Altitud de 780 msnm y una ubicación geográfica de: Latitud: 04° 06’ 23’’ Sur y Longitud: 80° 05’ 54’’ Oeste.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) 2010 y el Programa de maíz de la Estación Experimental del Austro, luego de cinco años de investigación entregó a los productores de maíz de la región Sur del país, la nueva variedad de maíz amarillo duro, tolerante a enfermedades y con alto rendimiento (5 t/ha) denominada. INIAP 182 “ALMENDRAL”. Las características agronómicas de la variedad son las siguientes:

Plagas y enfermedades	:	Resistente
Sequia	:	Resistente
Días a la floración	:	55 días
Altura de planta	:	235 cm
Altura de mazorca	:	120 cm
Cobertura de mazorca	:	Excelente
Pudrición de mazorca	:	Muy resistente
Días a la cosecha	:	110
Textura del grano	:	Cristalino con ligera capa harinosa
Rendimiento	:	100 qq/ha

(Chamba, F, 20011), investigó sobre: “EFECTOS EN LA FERTILIZACIÓN. ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ CRIOLLO EN EL CENTRO BINACIONAL DE FORMACIÓN TÉCNICA ZAPOTEPAMBA”

La fertilización orgánica la realizó con los abonos líquidos como: orina fermentada, te de frutas, te de estiércol, caldo microbial y el biol, mismos que se aplicaron en la variedad criolla de maíz (Manabí).

Los resultados de este estudio en cuanto al rendimiento; el T2 (te de frutas) presentó el más alto rendimiento con 3 009 Kg/ha, mientras que el T3 (te de estiércol) presentó el segundo mejor rendimiento con 2 762 Kg/ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Localización del Ensayo.

3.1.1 Ubicación política

La presente investigación se llevó a efecto en la Granja Experimental EL ALMENDRAL, ubicada en el barrio del mismo nombre, parroquia Guachanamá Cantón Paltas, a 133 kilómetros de la ciudad de Loja, vía Macará (figura 3)

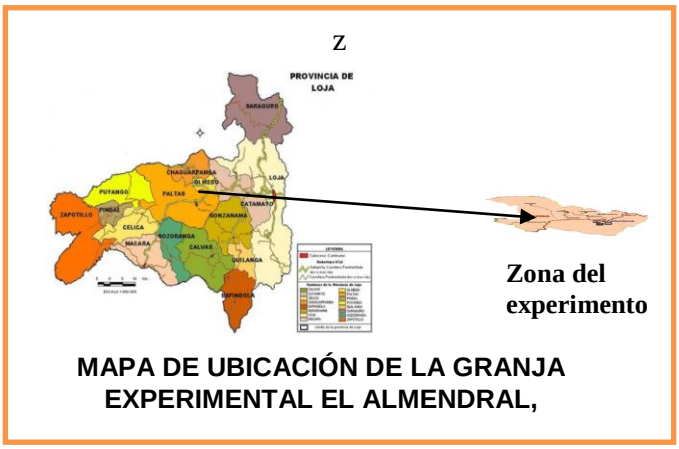


Figura 3. Ubicación del sitio de estudio-Almendral-Paltas-Loja 2011

3.1.2 Ubicación geográfica

- Longitud Oeste: “79°46’24,69’’
- Latitud Sur : “04°02’15,84’’
- Altitud : 1 030 msnm

3.1.3 Clasificación climática

Los datos registrados en la Estación Meteorológica El Almendral, para un registro desde el periodo 2000 - 2011, las condiciones climáticas fueron las siguientes:

Precipitación anual	:	600 mm
Temperatura media anual	:	24°C,
Temperatura máxima	:	28°C
Temperatura mínima	:	18°C
Evapotranspiración	:	4,75 mm/día
Velocidad del viento media.	:	1,0 msnm
Luz solar media (horas)	:	1 900/año

3.1.4 Suelos

Los suelos del sector son planos; presentan una textura franca, con pH 7.7 (ligeramente alcalino); suelos profundos que van, desde los 60 a 80 centímetros; ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques.

3.1.5 Clasificación ecológica

Según la clasificación ecológica de Holdridge, ecológicamente la Granja El Almendral se define como; una zona de vida que posee un clima tropical premontano, está ubicada dentro del Valle de Casanga, con diversidad de flora y fauna, rodeado de colinas con bosque nativo seco.

3.2 Materiales.

3.2.1 Materiales de campo

- Bomba de mochila
- GPS
- Piola
- Cinta métrica
- Balanza de reloj
- Cubetas
- Medidor de humedad (higrotermómetro)
- Fertilizantes (úrea, 10 – 30 – 10)
- Semillas

3.2.2 Materiales de oficina

- Computadora portátil
- Calculadora
- Cartulina
- Papel

3.3 Métodos

3.3.1 Diseño estadístico

3.3.1.1 Modelo experimental

Los tratamientos estuvieron distribuidos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con once tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 33 parcelas.

En el cuadro 12, para probar la diferencia estadística entre los tratamientos, los datos fueron analizados mediante el Análisis de varianza (ANDEVA).

Cuadro 12. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación		Función	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	3	Gl_r=r-1	2				
Tratamiento	11	Gl_t=t-1	10				
Error		Gl_E=Gl_T-Gl*r*-Gl*t*	20				
TOTAL	33	Gl_T=T-1	32				

Para determinar las diferencias estadísticas de los tratamientos se aplicó la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, al 5 %, en las variables que presentaron significancia.

3.3.1.2 Variables

Variable independiente

Factor. Híbridos experimentales y comerciales (Cuadro 13 y 14)

Cuadro 13. Nominación de los híbridos experimentales y los testigos comerciales.

tratamientos	Híbridos Experimentales	Híbridos comerciales
1		H I 602
2	H – 315	
3	H – 316	
4	H – 317	
5	H - 319	
6	451x2450	
7	AUSTRO 1	
8	161X165	
9	FNC 3056	
10		DK 1596
11		DK 1040

Cuadro 14. Distribución de tratamientos del ensayo; Localidad; Almendral Valle de Casanga, invierno 2011.

Tratamientos	Nomenclatura	R1	R2	R3
1	H- 602	11	16	23
2	H- 315	9	14	30
3	H- 316	3	19	32
4	H- 317	10	17	28
5	H- 319	1	20	25
6	H- 451X2450	4	12	24
7	AUSTRO 1	2	22	26
8	161X165	7	13	33
9	FNC 3056	5	18	31
10	DK 1596	6	15	29
11	DK 1040	8	21	27

Variable dependiente

Factor: Rendimiento, en Kg/ha.

3.3.1.3 Especificación técnica del diseño

Distancia entre surcos	0.80 m
Distancia entre golpe	0.50 m
Área total de la parcela (5,5 x 1,60)	8.8 m2
Área del bloque	96.8 m2
Área total del ensayo	395.6 m2
Área neta del ensayo	290.4 m2
Número de tratamientos	11
Número de parcelas	33
Número de repeticiones	3
Número de surcos por parcela	2
Longitud del surco	5.5
Número de plantas por surco	33
Número de plantas por parcela	66
Número de semillas por golpe	3
Separación entre bloques	1 m y 2m

3.3.1.4 Hipótesis.

- **Hipótesis Nula : Hn**

Todos los híbridos de maíz evaluados, presentan comportamiento, producción y rentabilidad similares.

- **Hipótesis Alternativa : Ha**

Al menos uno de los híbridos de maíz evaluado en el campo, es más productivo y rentable para el agricultor.

3.4 Metodología para el Primer Objetivo

“Evaluar el comportamiento agronómico de once híbridos élite de maíz, adaptables a los sistemas productivos de los agricultores”.

3.4.1 Indicadores.

Para el cumplimiento de este objetivo, se plantearon los siguientes indicadores:

3.4.1.1 Días a la floración masculina.

Tiempo transcurrido desde la fecha de siembra hasta que el 50 % de las flores liberen polen.

3.4.1.2 Días a la floración femenina.

Tiempo transcurrido desde siembra hasta la fecha en la cual el 50 % de las flores tengan estigmas.

3.4.1.3 Altura de plantas.

Se midió la distancia desde la base de la planta hasta el nudo de la hoja bandera.

3.4.1.4 Altura de inserción de la mazorca.

Se determinó la distancia desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca superior.

3.4.1.5 Acame de raíz.

Número de plantas con una inclinación menor a 30º, ángulo formado por la horizontal del suelo y la vertical de la planta.

3.4.1.6 Acame de tallo.

Se registró el número de plantas quebradas bajo la mazorca superior.

3.4.1.7 Cobertura de mazorca

Se registró el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tengan expuesta alguna parte de la mazorca, se califica esta característica cuando las mazorcas estén completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas. Tomando referencia en la siguiente escala:

1. Excelente	:	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2. Regular	:	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
3. Punta expuesta	:	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4. Grano expuesto	:	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5. Inaceptable	:	Cobertura deficiente; la punta está claramente expuesta

3.4.1.8 Número de plantas cosechadas

Se procedió a registrar el número de plantas cosechadas en cada parcela, sin importar que la planta tenga una mazorca, dos mazorcas o ninguna, tomando en cuenta el tamaño de la parcela.

3.4.1.9 Número de mazorcas cosechadas

Se registró la cantidad total de mazorcas cosechadas, excluyendo las mazorcas secundarias que sean muy pequeñas.

3.4.1.10 Número de mazorcas podridas.

Se consideró la cantidad de grano perdido como consecuencia de la pudrición de mazorca. Pérdidas parciales de grano en cada mazorca se acumulan hasta completar el número total de mazorcas podridas, mismas que se sometieron a calificación de 1 a 5, tomando en cuenta los siguientes porcentajes:

1 = 0% de granos infectados

2 = 10% de granos infectados

3 = 20% de granos infectados

4 = 30% de granos infectados

5 = 40% o más de granos infectados

3.4.1.11 Textura (dureza) del grano.

Mediante la observación visual; aprovechando la experiencia de los Fito mejoradores del Iniap, los productores del valle de Casanga, se calificó utilizando una escala de 1 a 4 del CIMMYT:

1= Cristalino; Sus granos son córneos y duros, vítreos de forma redondeada o puntuda. El color del grano es amarillento o anaranjado con ligera capa de harina; y, el endospermo está constituido por almidón duro, grueso y vítreo, con solo una pequeña capa de almidón blanco.

2= Semi-cristalino; el pericarpio es suave con granos redondeados, de color amarillo, la capa de harina en la parte superior del grano es más pronunciada.

3= Semi-dentado; tiene forma de un diente, pero a diferencia de los dentados, su forma es algo redondeada, inserción de los granos superficial.

4= Dentado, el maíz de tipo dentado tiene un endospermo calloso vítreo a los lados y en la parte posterior del grano, en tanto que el núcleo central es blando. Cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando en la parte superior se contrae y produce una pequeña depresión, dando la apariencia de un diente y tienen una mayor profundidad de inserción en el raquis.

3.4.1.12 Aspecto de mazorca

Se extendió la pila de mazorcas frente a cada parcela y mediante la observación se calificó características tales como; daños por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano y uniformidad de las mazorcas utilizando la escala de 1 a 5 donde: 1 = óptimo, 2 = bueno, 3 = regular, 4 = deficiente y 5 = muy deficiente.

3.4.1.13 Peso de campo

Peso de la mazorca en Kg registrada al momento de la cosecha, incluye peso de grano y tusa.

3.4.1.14 Porcentaje de humedad a la cosecha

En las mazorcas de cada parcela, se desgranó 2 hileras centrales de cada mazorca, mezclando el grano obtenido, con esta muestra se determinó el porcentaje de humedad del grano en el momento de la cosecha, con el medidor de humedad (higrotermómetro).

3.4.1.15 Daño de enfermedades.

Se calificó el ataque de plagas y enfermedades mediante la utilización de la escala1-5 del CIMMYT, que se señala a continuación:

Calificación:

1= Sano, cero hojas manchadas

2= Regular, el primer par de hojas manchadas en su totalidad

3= Semi-enfermo, los dos pares de hojas manchadas en su totalidad

4= Enfermo, los tres pares de hojas manchadas en su totalidad

5= Muy enfermo, todas las hojas manchadas en su totalidad

3.5 Metodología para el Segundo Objetivo

“Comparar costos de producción y rendimiento entre los once híbridos: ocho experimentales y tres comerciales”.

En primer lugar se determinó el rendimiento de los híbridos en kg/ha, registrados en el anexo 4, luego los costos por tratamiento. Seguidamente para la comparación se tomó en cuenta: el rendimiento, el precio del kg, los costos variables más diferenciados (el precio de la semilla), y los beneficios netos por tratamiento, mediante el análisis marginal.

3.6 Metodología para el Tercer Objetivo.

“Difundir los resultados del presente trabajo a los agricultores de la zona”

Para la difusión del presente trabajo de investigación se programó un día de campo al momento de la cosecha, con la asesoría de los técnicos del INIAP, técnicos de la Universidad Nacional de Loja y la participación de los productores maiceros de la zona (anexo 7).

3.6.1 Agrotecnia del cultivo.

3.6.1.1 Análisis de suelo

Para seguir el correcto procedimiento de la investigación nos regimos en un análisis básico de suelo, en los rangos de profundidad de 20 cm, proporcionado por la Granja Experimental El Almendral del INIAP - Loja, con su matriz en la Estación Experimental del Litoral Sur- Guayas (anexo 1)

Según el reporte del análisis de macro y micronutrientes del lote en donde se localizó el ensayo tenemos los siguientes resultados:

Los suelos presentan una textura franca, con un pH ligeramente alcalino (7.7). Los niveles de macronutrientes (N-P-K) para el cultivo del maíz son: nitrógeno N = (17 ppm) bajo, fósforo P = (10 ppm) medio y potasio K = (0,23 ppm) medio.

Los niveles de micronutrientes son óptimos, tenemos que: el calcio (Ca), el magnesio (Mg), cobre (Cu) y manganeso (Mn) son altos; mientras que el azufre (S), hierro (Fe) y boro (B), están en un nivel medio, en cambio el (Zn) se presenta como el único nutrimento bajo.

3.6.1.2 Preparación del suelo

Por las características topográficas muy irregulares del terreno, esta labor se realizó con labranza mínima, de la siguiente manera:

Una repicada.- Limpieza, con machete de restos de la cosecha anterior, se llevó a cabo el día 9 de Febrero del 2011 aprovechando la época adecuada de siembra en temporada de invierno.

3.6.1.3 Preparación de la semilla

Mezcla de la semilla con insecticida para prevenirla contra insectos con Semevin (franja azul, grado de toxicidad moderada), en dosis de 20 cm^3/kg de semilla. Se requiere 66 semillas por parcela en fundas de papel periódico. Sellado y etiquetado.

3.6.1.4 Fertilización base

Se realizó al momento de la siembra, según la recomendación del laboratorio en base al análisis de suelo. Se utilizó 10 – 30 – 10 (N – P – K), en dosis de 100Kg/ha.

3.6.1.5 Siembra

Aprovechando las primeras lluvias se efectúo la siembra manualmente, se utilizó una barreta pequeña para el hoyado (práctica común en la zona); y, de acuerdo al diseño experimental, se distribuyó los híbridos en el campo. Siembra a una distancia de 0,50 m entre golpes y 0,80 m entre surcos.

En cada tratamiento se sembraron 2 surcos, 11 golpes por surco y 3 semillas por golpe, se ralearon a 2 plantas, a los 20 días después de la siembra.

3.6.1.6 Fertilización post siembra.

La cantidad de fertilizantes se ajustó a los resultados del análisis del suelo y requerimientos de la planta. Se utilizó úrea 46 %)

La fertilización se realizó:

- A los 25 días después de la siembra en, dosis de 100Kg/ha
- A los 45 días, después de la siembra en, dosis de 100Kg/ha.

3.6.1.7 Control de malezas.

Se realizaron dos controles (químico y natural) durante el ciclo de cultivo.

- El primer control, inmediatamente después de la siembra. Se utilizó Atrazina en dosis de 2Kg/ha (franja azul); y, Glifosato - RANGER (franja verde, grado de toxicidad bajo), 3 galones/ha. para el control de semillas y malezas respectivamente.

- El segundo control, deshierba manual a los 50 días después de la siembra.

3.6.1.8 Identificación, control de plagas y enfermedades.

a) Identificación y control de plagas.

Al mes después de la siembra, se presentó el ataque del Gusano Cogollero, el mismo que es un estado inmaduro de una mariposa *(Spodoptera frugiperda)*, que realiza el destrozo de las hojas; y, de no controlarse a tiempo pasan al cogollo y en ocasiones afectan hasta la mazorca.

Para el control se utilizó: LORSBAN - Clorpirifos (franja azul), en dosis de 30 cm^3 por 20 litros de agua, dando un resultado efectivo y oportuno. Se aplicó solamente una vez en todo el ciclo del cultivo.

b) Enfermedades.

La mayoría de enfermedades en el cultivo de maíz se presentan pasada la floración, donde ocurre la polinización (fecundación de la mazorca), el ciclo del cultivo es corto por lo no representa un daño severo y el agricultor aún no le ha dado importancia al control.

Las enfermedades que se pudieron observar y se tomaron los datos, fueron:

- ***Helminthosporium tursicun*** (Tizón foliar por torcicum).
- ***Puccinia sorgui (***Roya).

3.6.1.9 Cosecha.

La cosecha se realizó en el mes de julio, a los 143 días, después de la siembra. Una vez que la planta alcanzó su madurez fisiológica, es decir, cuando el grano llego a un 15 % de humedad; y, cuando se alejaron las lluvias para dar inicio a la época de verano. La cosecha o separación de las mazorcas de la planta se efectuó manualmente en cubetas, quitándoles la hoja para su pesaje e identificación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Todos los datos y resultados son obtenidos de la: EVALUACIÓN *AGRONÓMICA DE OCHO HÍBRIDOS EXPERIMENTALES FRENTE A TRES HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ* ***(Zea mays)***, EN EL BARRIO ALMENDRAL DEL CANTÓN PALTAS.

DFM	:	Días a la floración masculina.	**Cob**	:	Cobertura de mazorca.
DFF	:	Días a la floración femenina.	**MC**	:	Mazorcas cosechadas
Al.Pl	:	Altura de planta.	**MP**	:	Mazorcas podridas
Al.Ma	:	Altura de mazorca	**Rend**	:	rendimiento

Cuadro 15. Resumen de cuadrados medios y probabilidad de las variables obtenidas mediante el análisis de varianza.

Fuente de variación	Cuadrados medios								Nivel de probabilidad (P)							
	DFM	DFF	Al.Pl	Al.ma	Cob.	MC	MP	Rend.	DFM	DFF	Al.Pl	Al.Ma	Cob	MC	MP	Rend.
Repeticiones	0,121	0.12	750.758	750.758	0.088	8,58	1,58	2316436.124	0,3855	0,3855	0.0380	0.1108	0,1743	0,4835	0,4918	0.0179
Tratamientos	14.156	14.158	581.818	581.818	0,074	23,23	5,61	561154.021	0.0000	0,0000	0.0176	0.0029	0,1761	0,0836	0,0322	0.3476
Error experimental (e)	0,1231	0.121	194.091	194.091	0,048	11,38	2,14	467593.785								
Coeficiente de variación (%)	0.57	0.54	6.52	8.42	18.16	14.10	22,3	8.70								

4.1 Días a la Floración Masculina

Según el análisis de varianza para la variable días a la floración masculina al nivel del 5 % de significancia, no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones (p = **0,3855)**, pero sí es altamente significativo entre tratamientos (p = **0,0000)**. El coeficiente de variación obtenido es de 0.57 %, lo que indica la confiabilidad del experimento.

4.1.1 Prueba de Duncan para la variable días a la floración masculina.

Cuadro 16. Prueba de Duncan al 5% para días a la floración masculina

Orden	Tratamientos	Denominación	$\overline{x}$	Rango al 5%
1	11	DK – 1040	65.00	A
2	4	317	63.00	B
3	3	316	63.00	B
4	6	451X2450	63.00	B
5	9	3056	62.00	C
6	2	315	61.00	D
7	5	319	61.00	D
8	10	DK 1596	61.00	D
9	7	AUSTRO 1	61.00	D
10	8	161X165	59.00	E
11	1	H - 602	57.00	F

En el cuadro 16, se observa los valores medios de días a la floración masculina, en donde T1 (H – 602) es el más precoz con 57 días; en tanto que el tratamiento más tardío es T11 con 65 días, existiendo una diferencia de 8 días entre ellos.

El hibrido 602, es un material comercial trabajado y liberado por el Iniap en Santa Catalina, Portoviejo, en el año 2009, a una altura de 44 msnm; y, temperatura media de 24.7 °C, donde presentó flores masculinas a los 59 días, en cambio este mismo material se probó en Almendral a una altura de 1 040 msnm, con temperatura media de 24 °C. El tratamiento 1 presento flores a los 57 días.

Al analizar comparativamente dos factores climáticos influyentes, entre las localidades de Santa Catalina y Almendral, expuestas anteriormente, se aprecia una mínima diferencia en la temperatura, pero en la altitud podemos apreciar una diferencia considerable de 998 msnm, factor determinante de precocidad, puesto que hubo una diferencia de dos días.

La precocidad de los tratamientos, las diferencias de tiempo registradas en estos eventos fenológicos, se debe exclusivamente a las características genéticas de las semillas; pues los tratamientos están bajo el mismo manejo, en iguales condiciones de clima y suelo, porque hay una mínima variación de tiempo a la floración masculina al cambiar de localidad.

4.2 Días a la Floración Femenina.

El análisis de varianza para esta variable al nivel del 5 % de significancia, indica que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones (p = **0,3855)**, pero sí es altamente significativo entre tratamientos (p = **0,0000)**. El

coeficiente de variación obtenido es de 0.54 %, lo que indica la confiabilidad del experimento.

4.2.1 Prueba de Duncan para la variable días a floración femenina.

Cuadro 17. Prueba de Duncan al 5% para días a la floración femenina.

Orden	Tratamientos	Denominación	$\overline{X}$	Rango al 5%
1	11	DK – 1040	68.00	A
2	4	317	66.00	B
3	3	316	66.00	B
4	6	451X2450	66.00	B
5	9	3056	65.00	C
6	2	315	64.00	D
7	5	319	64.00	D
8	10	DK 1596	64.00	D
9	7	AUSTRO 1	64.00	D
10	8	161X165	62.00	E
11	1	H - 602	60.00	F

En el cuadro 17, se observa los valores medios de días a la floración femenina, en donde el híbrido DK-1040 presentó flores a los 68 días, mientras que el híbrido 602 presentó flores a los 60 días, demostrando un buen indicador de precocidad.

Según datos de la FAO, la inflorescencia masculina libera de 20 a 25 millones de granos de polen; en cambio, la inflorescencia femenina (estigmas) marca un menor contenido de 800 a 1 000 granos de polen; y. se forman en unas estructuras vegetativas llamadas espádices que se disponen

de forma lateral. Por otro lado, debemos tomar en cuenta la viabilidad del polen, que es de 5 días, en donde el polen es arrasado por el viento y/o insectos, es por eso que debe existir buena sincronización de los tratamientos; es decir, que debe haber una excelente polinización.

Entonces, al comparar las medias de los tratamientos y el rango de floración entre la masculina y, la femenina, es tan solo de 3 días. Excelente para la polinización, lo que redundará en una buena producción.

Por eso, genéticamente se busca a través de los cruzamientos, acortar el ciclo de los híbridos, debido principalmente a que existen zonas secas con periodos de lluvias muy cortos, donde los híbridos precoces producen mejor.

4.3 Altura de Planta.

En el análisis de varianza para la variable altura de planta, se observa que existe diferencia estadística significativa entre repeticiones ($p = 0.0380$), pero en cambio, es altamente significativo entre tratamientos ($p = 0.0176$). El coeficiente de variación obtenido de 6.52 % muestra la confiabilidad del experimento.

4.3.1 Prueba de Duncan para la variable altura de planta.

Cuadro 18. Prueba de Duncan al 5% para altura de planta

Orden	Tratamientos	Denominación	$\overline{x}$	Rango al 5%
1	1	H - 602	243.3	A
2	11	DK 1040	233.3	AB
3	10	DK 1596	223.3	ABC
4	4	317	213.3	BCD
5	2	315	211.3	CD
6	8	161X165	210.0	CD
7	9	3056	206.7	CD
8	7	AUSTRO 1	205.0	CD
9	3	316	203.3	CD
10	5	319	201.7	CD
11	6	451X2450	200.0	D

En el cuadro 18, se observa los valores medios de la variable altura de planta, en donde el híbrido 602 presentó la mayor altura de 243,3 cm, mientras que el híbrido 451X2450 presentó la menor altura de 200 cm, existiendo un incremento entre el rango más alto y el más bajo del 43,3 cm, que equivale al 21,6 %.

La mayor altura de planta está ligada al genotipo. Según el historial de este híbrido, heredó este carácter dominante, debido a que se cruzó con una línea paterna alta (53 Ll 4m), introducida del CIMMYT de México (INIAP, 2009).

Los híbridos que expresan una menor altura de planta, permiten aumentar la densidad de siembra; por lo tanto, a mayor número de plantas por hectárea, mayor producción y rentabilidad.

4.4 Altura de Mazorca.

En el análisis de varianza para la variable altura de mazorca, se observa que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones (p = 0.1108), pero sí es altamente significativo entre tratamientos (p = 0.0029). El coeficiente de variación de 8,42 % es un indicativo de la confiabilidad del experimento.

4.4.1 Prueba de Duncan para la variable altura de mazorca.

Cuadro 19. Prueba de Duncan al 5% para altura de mazorca en cm.

Orden	Tratamientos	Denominación	$\overline{x}$	Rango al 5%
1	1	H – 602	120.0	A
2	11	DK 1040	120.0	A
3	10	DK 1596	116.7	A
4	7	AUSTRO 1	106.7	AB
5	9	3056	106.7	AB
6	4	317	103.3	AB
7	8	161X165	100.0	B
8	5	319	96.67	B
9	2	315	93.33	B
10	3	316	93.33	B
11	6	451X2450	93.33	B

El cuadro 19 hace referencia a la altura de mazorca en cm, donde existe un incremento del 29 %, tenemos a los tratamientos de mayor altura 1, 11 y 10 que comparten el mismo rango con 120 y 116,7 cm, en cambio los tratamientos 2, 3 y 6, con 93,33 cm cada uno, presentaron la menor altura de inserción de la mazorca superior.

La altura de inserción de la mazorca superior es muy importante dentro de un programa de selección, debido primero a que una mazorca situada en una parte alta de la planta hace más fácil el acame o quiebre de la misma, y segundo, porque una mazorca muy alta es difícil su cosecha normal y es completamente inadecuada para la cosecha mecanizada.

4.5 Acame de Raíz y Tallo

Todos los tratamientos surgieron libres de acames, raíz y tallo

4.6 Cobertura de la Mazorca

El análisis de la variable cobertura de mazorca, transformados a $\sqrt{x+0.5}$, no existe diferencia estadística entre repeticiones (p = 0.1743) ni entre tratamientos (p = 0.1761). El coeficiente de variación es del 18.16 % y es un indicativo para la confiabilidad del experimento.

Al realizar la prueba de Duncan al 5 % con un solo rango, donde T1, T2, y T10 con (1,00) expresan tener una mínima cantidad de mazorcas con mala cobertura, seguido del T5 con (1,27); los T4 y T7 con (1,38); finalmente el T6 ocupa el último rango con (1,41), tomando en cuenta la diferencia mínima significativa de 0.3653.

La cobertura de mazorca de estos híbridos es excelente, las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca; y, se extienden más allá de ella, convirtiéndose en un excelente indicador de análisis, debido que, de esta dependen muchos factores que influyen en pérdida de las cosechas, una mala cobertura de la mazorca permite fácilmente la penetración de; insectos, roedores, luego de ellos los hongos; y, bacterias que provocan la pudrición al encontrar humedad.

4.7 Número de Plantas Cosechadas.

Esta variable se ajustó a un total de 44 plantas cosechadas para todos los tratamientos, la misma que se maneja para cálculos de rendimiento, puesto que se relaciona directamente con el peso de campo.

4.8 Número de Mazorcas Cosechadas.

El análisis de varianza para esta variable, al nivel del 5 % de significancia, indica que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones **(p = 0,4835**), ni es significativo entre tratamientos (p = **0,0836)**. El coeficiente de variación obtenido de 14.10 %, indica la confiabilidad del experimento.

Al realizar la prueba de Duncan al 5 %, se puede apreciar tan solo dos rangos, en donde el T8 presenta la mayor cantidad de mazorcas en la cosecha con 52 mazorcas; y, el T10 que presenta la menor cantidad con 41.33 mazorcas cosechadas.

Esta variable tiene relación directa con la variable número de plantas cosechadas en cada parcela, sin importar que la planta tenga una mazorca, dos mazorcas o ninguna.

Con un número de 44 plantas (población final) las diferencias entre el rango más alto y el más bajo, se debe a la genética de cada uno de los tratamientos, puesto que todos se establecieron a las mismas dimensiones de parcela y a la misma densidad.

Se demuestra que una planta prolífica de este material hibrido, es la que produce más de una mazorca, la primera mazorca generalmente es la mayor

(superior), segunda mazorca suele tener un desarrollo deficiente. Es indudable que el rendimiento está en estrecha correlación con la cantidad y calidad de mazorcas cosechadas. A mayor cantidad de mazorcas hay alta posibilidad de obtener también altos rendimientos.

4.9 Número de Mazorcas Podridas

En esta variable se presenta el análisis de varianza al nivel del 5 % de significancia, el mismo indica que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones (p = **0,4918**), pero sí es significativo entre tratamientos (p = **0,0322)**. El coeficiente de variación obtenido 22,32 %, indica la confiabilidad del experimento.

4.9.1 Prueba de Duncan para número de mazorcas podridas.

Cuadro 20. Prueba de Duncan al 5% para número de mazorcas podridas.

Orden	Tratamientos	Denominación	$\overline{x}$	Rango al 5%
1	8	161x165	4,33	A
2	3	316	3,33	AB
3	9	3056	2,00	ABC
4	5	319	1,67	ABC
5	4	317	1,33	BC
6	11	DK 1040	1,00	BC
7	6	451x2450	1,00	BC
8	2	315	0,67	BC
9	10	DK 1596	0,33	C
10	7	AUSTRO 1	0,00	C
11	1	H - 602	0,00	C

En el cuadro 20, hace referencia a las medias de los tratamientos, en donde T8 presenta la mayor cantidad con 4,33 mazorcas podridas con pudrición gris, en cambio los tratamientos 7 y 1 se muestran completamente sanos. Las pudriciones de mazorca comienzan desde la base de la mazorca, como las causadas por *Diplodia;* y, la pudrición gris.

Previo al análisis estadístico se consideró podridas a todas las mazorcas que en el momento de la cosecha se encontraron dentro de la calificación 2 y 5 (del 10 % al 40 % de grano podrido).

Esta variable tiene relación directa con el número de mazorcas cosechadas, en donde el tratamiento 8 presenta la mayor cantidad con 52 mazorcas; y, el número de mazorcas podridas, de este mismo tratamiento es de 4,33 que representa al 8,32 % este valor no es representativo si analizamos de forma global, entonces todos los tratamientos se los considera sanos.

Una gran cantidad de pérdidas en las cosechas son producidas por la pudrición de la mazorca, por lo que un seleccionador debe tomar muy en cuenta este caracter.

4.10 Textura del Grano (1-4)

Según la textura del grano, observada macroscópicamente, al momento de cosecha se calificó de 1 – 4, escala establecida por el CIMMYT:

Cuadro 21. Textura del grano

REP.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
R1	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5
R2	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5
R3	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5
$\overline{X}$	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5

En las medias ($\overline{x}$) representadas en el cuadro 21, se puede observar los valores de todos los tratamientos, se ubican según la escala en 2 y 3 semi-cristalino y semi-dentado, por ser más suaves y por contener en pequeño porcentaje de harina.

4.11 Aspecto de la Mazorca

Cuadro 22. Aspecto de mazorca.

REP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
R1	2,0	2,0	3,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
R2	2,0	2,0	3,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
R3	2,0	2,0	3,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
$\overline{X}$	2,0	2,0	3,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0

En las medias ($\overline{X}$) de los tratamientos, se puede observar qué todos los tratamientos calificaron entre 2 bueno; y, 3 regular, según la calificación del CIMMYT (1-5), basados en la uniformidad de la mazorca al momento de la cosecha.

En el aspecto de mazorca, se busca características tales como; daños por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano; y, uniformidad. Según Guerra, dentro del mejoramiento del maíz hibrido, existe la selección de caracteres identificables, que permiten aceptar o descartar dichos aspectos que no van acorde con el material en estudio.

4.12 Peso de Campo.

Con una balanza regulada en Kg, se procedió a la toma de datos del peso de las mazorcas al momento de la cosecha (anexo 4 del rendimiento), posteriormente se registró el peso en g. con la balanza gramera, para lograr mayor precisión, esta variable se relaciona directamente con el rendimiento, ver libro de campo.

4.13 Porcentaje de Humedad

Con la utilización de un equipo electrónico portátil, (BACKLIGHT), idóneo para determinar la cantidad de agua en el grano al momento de la cosecha, se tomó la muestra a granel, determinando el porcentaje de humedad del grano al momento de la cosecha.

Cuadro 23. Porcentaje de humedad a la cosecha.

R	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
R1	15.50	15,00	15,40	15,70	15,60	15,60	15,30	15,50	15,90	16,10	15,90
R2	15.50	15,00	15,40	15,70	15,60	15,60	15,30	15,50	15,90	16,10	15,90
R3	15.50	15,00	15,40	15,70	15,60	15,60	15,30	15,50	15,90	16,10	15,90
%	**15.50**	**15.00**	**15.40**	**15.70**	**15.60**	**15.60**	**15.30**	**15.50**	**15.90**	**16.10**	**15.90**

El cuadro 23, muestra los tratamientos al momento de la cosecha que presentaron una media de 15 % y 16 % de humedad, lo que da a entender la uniformidad de los tratamientos. El porcentaje de humedad es la cantidad de agua al momento de la cosecha, misma que puede ser bajada natural o artificialmente para su conservación al 13 % para el almacenamiento. Esta variable se relaciona directamente con el rendimiento.

4.14 Enfermedades

El maíz en los ambientes tropicales es atacado por un gran número de patógenos que causan importantes daños económicos a su producción. En cuanto a las enfermedades se tomó en cuenta las que más se presentan en la zona. Helminthosporium y roya.

Helminthosporium (1-5). *Helminthosporium por turcicum*, enfermedad que ataca al maíz que produce unas manchas en las hojas, alargadas, blanquecinas o marrones.

Calificación:

Los resultaos de la calificación para todos los tratamientos es: 1: por tanto, se los considera completamente sanos, (anexo 3).

4.14.1 Roya (1-5)

Puccinia sorgui. Esta enfermedad está ampliamente distribuida por todo el mundo, en climas subtropicales y templados. La roya común aparece más cuando las plantas se acercan a la floración.

Igual que la variable anterior, el grado de ataque de esta enfermedad se valoró utilizando la escala de calificación del CIMMYT. Calificación excelente en cuanto a la enfermedad roya. Calificación de 1, misma que se considera sano, (anexo 3)

4.15 Rendimiento

Los datos registrados en esta variable para el análisis estadístico, se obtuvieron con la utilización de la siguiente ecuación.

$$\textbf{R(t/ha)} = \frac{\text{Peso de campo x desgrane x materia seca x1000}}{\text{87 x Área de parcela.}}$$

Dónde:

$$\textbf{Desgrane} = \frac{\text{Peso de grano}}{\text{Peso de mazorca}}$$

$$\textbf{Materia Seca} = \frac{\text{100 - \% Humedad observada}}{100}$$

87 = 100-13(grano al 13 % de humedad

Cuadro 24. Medias de los tratamientos en 2 unidades

Entrada	Nominación	T. de cruza	t/ha	kilos/ha
10	DK 1596	Doble	8.82	8 471.187
9	3056	Simple	8.80	8 345.167
2	315	Simple	8.30	8 309.113
6	451X2450	Simple	8.07	8 068.683
7	AUSTRO 1	Simple	8.31	7 914.007
11	DK 1040	Doble	7.90	7 903.963
4	317	Triple	7.83	7 832.460
8	161X165	Simple	8.33	7 667.957
1	H – 602	Simple	7.57	7 572.993
3	316	Simple	7.21	7 213.603
5	319	Simple	7.17	7 171.780

En el análisis de varianza para la variable rendimiento, indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre repeticiones (p = 0.0179), pero los tratamientos estadísticamente no difieren (p = 0.3476). El coeficiente de variación de 8,70 % obtenido es un indicador de la confiabilidad del experimento.

Prueba de Duncan al 5 % para los tratamientos, todos presentan estadísticamente rendimientos similares, con un incremento en peso de 1 300kg, correspondiente al 18 %; el T10 ocupa el primer lugar, expresando el mejor rendimiento con 8 471,187kg/ha, mientras que el T5 obtuvo el rendimiento más bajo con 7 171,780kg/ha, (anexo 4).

Según estos resultados alcanzados en el rendimiento final, se debe a la genética de los materiales; y, su respuesta positiva a la fertilización aplicada que se basó en un análisis de suelo y al tipo de cultivo, logrando poner a la par, los híbridos experimentales con los híbridos comerciales. Las diferencias en Kg entre tratamientos, son mínimas.

Guerra, 1997, estima que el resultado de una cruza entre dos líneas genéricas o razas de maíz, se hace para obtener plantas con ciertas características predominantes entre los progenitores, por ejemplo una línea genética es rendidora, pero sensible a la sequía; y, la otra progenitora, es

resistente a la sequía, pero con rendimientos bajos; la cruza de estas dos líneas producen un híbrido que expresa altos rendimientos y resistencia a la sequía.

Hay que considerar también que la semilla F1 de estos híbridos, no se comportará de la misma forma, ya que en las siguientes generaciones (F2, F3…) tienden a predominar algunas características y se pierde el "vigor híbrido".

4.16 Análisis Económico.

4.16.1 Costos fijos.

Los costos fijos de producción están expresados por hectárea, mismos que son igual para todos los tratamientos.

Cuadro 25. Recursos financieros.

Concepto	Unidad	Cantidad En Kg	PU USD	V. total USD
Muestra de suelo	1 muestra	1	30	30
JORNALES				
Preparación del suelo.	Jornales	5	12	60
Siembra	Jornales	4	12	48
Control de malezas	Jornales	4	15	60
Control de plagas	Jornales	2	15	30
Aguateros	Jornales	2	15	30
Fertilizador	Jornales	4	12	48
Cosecha	Jornales	6	12	72
Desgranado	Jornales	6	12	72
RENTA DEL TERRENO				
Costo de arriendo	Ha/ciclo	1	100	100
INSUMOS				
Herbicida (Atrazina)	Kg	2	8,5	17
Herbicida (2-4D Amina)	Litro.	1	6	6
Herbicida (Glifosato)	Galón	1	15	15
Insecticida (Semevin)	Litro	0,3	40	12
Insecticida (Clorpirifos)	Litro	1	12	12
Fertilizante (10-30-10)	qq	2	30	60
Fertilizante (Urea)	qq.	4	22	88
TOTAL				760,00

4.16.2 Costos variables

En el anexo 6, se encuentran los costos variables por tratamiento, Desgranadora, compra de saquillos, fletes y el costo de la semilla, rubro que será tomado en cuenta para realizar el análisis marginal por tratamiento.

4.16.3 Ingresos brutos por tratamiento.

En el cuadro 26, se detalla los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos e ingreso bruto.

Cuadro 26. Rendimiento/hectárea e ingreso bruto

Tratamientos	Rendimientos en Kg/ha	Total I. B. en USD
5	7 171.780	2 366,68
3	7 213.603	2 380,48
1	7 572.993	2 499,08
8	7 667.957	2 530,42
4	7 832.460	2 584,71
11	7 903.963	2 608,30
7	7 914.007	2 611,62
6	8 068.683	2 662,66
2	8 309.113	2 742,00
9	8 345.167	2 753,90
10	8 471.187	2 795,49

Para calcular el ingreso bruto, se procedió a multiplicar el rendimiento en Kilogramos por USD 0,33 precio del kilogramo, tomando en cuenta también el precio actual del maíz por quintal en la zona, que es USD 15,00.

4.16.4 Beneficios netos por tratamiento

Cuadro 27. Ingresos netos/tratamiento en el cultivo de maíz

Tratamiento	Total de Costos que varían USD/tra.	Ingreso Bruto/tra.	Beneficios Netos USD
5	45	2 366,68	2 321,00
3	45	2 380,48	2 335,48
1	90	2 499,08	2 409,08
11	140	2 608,30	2 468,30
8	45	2 530,42	2 485,42
4	30	2 584,71	2 544,71
7	45	2 611,62	2 566,62
6	60	2 662,66	2 602,66
2	90	2 742,00	2 642,00
9	120	2 753,90	2 633,90
10	190	2 795,49	2 605,49

En el cuadro 27, para obtener los beneficios netos por tratamiento, se realizó mediante la resta entre los costos que varían (la de semilla) y el ingresso bruto por tratamiento.

4.16.5 Análisis de dominancia.

Cuadro 28. Análisis de dominancia de un ensayo de maíz

Tratamiento	Total de Costos que varían USD/tra.	Beneficios Netos USD	
4	30	2 554,71	
5	45	2 321,00	Dominado
3	45	2 335,48	Dominado
8	45	2 485,42	Dominado
7	45	2 566,62	
6	60	2 602,66	
1	90	2 409,08	Dominado
2	90	2 642,00	
9	120	2 633,90	
11	140	2 468,30	Dominado
10	190	2 605,49	

Para el criterio de dominancia, se inició ordenando ascendentemente los tratamientos según sus costos variables (precio de la semilla); y, para los valores de los beneficios netos se consideró tratamientos dominados a los beneficios netos que tienen cantidades menores a los del tratamiento 4 (USD 30) de costos variables más bajo.

4.16.6 Análisis marginal.

La tasa interna de retorno es una metodología del CIMMYT, indicador que mide los resultados económico-financieros; y considera los procesos que se evalúan de manera global.

Cuadro 29. Taza marginal de retorno.

Tratamiento	Costos variables UDS/Trat.	C. variables Marginales USD/Ha	Beneficios Netos USD/Ha	B. Netos Marginales USD /ha	Tasa de retorno marginal
4	30		2 554,71		
7	45	15	2 566,62	11,91	79%
6	60	30	2 602,66	47,95	159%
2	90	60	2 652,00	97,29	162%
9	120	90	2 633,90	79,19	88%
10	190	160	2 605,49	50,78	31%

Dentro del análisis marginal, tenemos una tasa marginal de retorno para el tratamiento 2 (hibrido experimental 315) del 162 % de rentabilidad, es decir que tengo una utilidad de 1 dólar con 62 centavos.

Al analizar comparativamente los costos en que varían el precio de la semilla por hectárea de maíz, entre el tratamiento 10 y el tratamiento 2, expuestas en el cuadro 29, se aprecian algunas diferencias. Para sembrar una hectárea

con semilla hibrida, cuyo precio de la funda de 15 kg, es de USD 180, correspondiente al tratamiento 10, permite obtener una tasa de retorno marginal del 31 %, mientras que con semilla del tratamiento 2, a precio de USD 90 la funda de 15 kg, tengo una tasa de retorno marginal de 162 %.

Otras de las diferencias es el rendimiento, en donde el tratamiento 10 se diferencia con 70,58 kg del tratamiento 2, entonces podemos decir, que en ambos casos tenemos excelentes rendimientos e ingresos, la varianza se da cuando comparamos costo de semilla, debido a que con USD 180 puedo adquirir semilla y sembrar dos ha del tratamiento 2.

4.17 Difusión de los resultados del presente trabajo a los agricultores maiceros de la zona de estudio.

Para la difusión y promoción del presente trabajo, se realizó el día de campo al momento de la cosecha del ensayo, el día 22 de julio del 2011, con la presencia del:

Ing. Marlon Chamba, "DIRECTOER DE TESIS"

Ing. Luis Viteri, "ASESOR DE TESIS", anterior.

Egresado, Pedro Nole y,

Los productores de la zona.

Figura 4. Cosecha del ensayo

Figura 5. Exhibición de los híbridos a los productores.

Figura 6. Evento con autoridades y productores del barrio Almendral.

Figura 7. El equipo maicero del INIAP.

Al momento de la cosecha se colocó al final de cada unidad experimental el número total de mazorcas cosechadas por parcela, lo que permitió socializar y discutir los resultados del experimento; en esta ocasión el productor maicero tuvo la oportunidad de conocer, calificar y elegir desde su experiencia los híbridos más convenientes en comportamiento, costos de producción y rendimiento, que pudieran mejorarle sus ingresos económicos.

Dentro del desarrollo del evento conjuntamente con el grupo de investigadores del Programa de maíz del INIAP, se expuso el interés de esta institución de seguir trabajando en beneficio del productor del Valle de Casanga; y se propuso un nuevo estudio a nivel institucional muy importante sobre maíces híbridos con alta calidad de proteína, a la vez se expuso a los agricultores la importancia de las nuevas semillas híbridas, en la producción de maíz.

Finalmente, los productores valoraron los resultados obtenidos y se comprometieron a trabajar con semillas probadas en la zona.

V. CONCLUSIONES

1. El comportamiento agronómico de los híbridos de maíz, fue excelente, manifestando mayor precocidad frente a los nueve restantes, el tratamiento 1: INIAP H-602 y Tratamiento 8: 161X165, observando el promedio de días a la floración femenina con 57 y 59 días, respectivamente.

2. El Tratamiento 1 INIAP H-602, alcanzó la mayor altura de planta, con 243 cm, mientras que el híbrido 451X2450 presentó la menor altura de: 200 cm, existiendo un incremento entre el más bajo y el más alto de 43,3 cm, que equivale al 21,6 %.

3. Los tratamientos de mayor altura de mazorca son el tratamiento 1, 11 y 10, con 120 y 116,7 cm, mientras los tratamientos 2, 3 y 6 con 93,33 cm cada uno presentaron la menor altura de inserción de la mazorca, existiendo una diferencia del 29 % entre el más alto y el más bajo.

4. No existen diferencias estadísticas en el rendimiento; sin embargo, el tratamiento 10, híbrido comercial DK - 1596 presentó mayor rendimiento con 8 471,187Kg/ha seguido de los tratamientos 9 y 2; híbridos

experimentales 3056; y, 315 con 8 345,167 *y* 8 309,113Kg/ha respectivamente, mientras que el híbrido experimental 319 presentó el menor rendimiento con 7 171,780Kg/ha.

5. La tasa marginal de retorno es de 162 % para el H – 315, es decir que por cada dólar invertido, se obtuvo USD 1,62 de utilidad.

6. Al comparar costos y rendimiento entre los híbridos experimentales con comerciales, podemos manifestar que ternemos rendimientos excelentes, la diferencia es el costo de la semilla, debido a que con USD 180 de los comerciales, puedo sembrar dos ha del tratamiento 2, híbrido experimental.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para aumentar la densidad de siembra, población y producción, se recomienda cultivar híbridos como el tratamiento 6 (451X2450) que presenta una altura de 200 cm, de buen rendimiento, tolerantes a plagas y enfermedades.

2. Promover estos materiales cuya altura de inserción de la mazorca alcanza promedios bajos en los híbridos 315, 316 y 451x2450 con 93,33 cm cada uno, facilitando la cosecha manual y mecanizada.

3. Para zonas secas con periodos de lluvias muy cortos donde se requiere obtener más de una cosecha al año, se pone a consideración híbridos de ciclo más corto como es el caso del Tratamiento 1: INIAP H-602 y Tratamiento 8: 161X165, observando el promedio de días a la floración femenina con 57 y 59 días, respectivamente.

4. Probar en nuevas investigaciones estos híbridos; DK 1596, 3056 y 315 por ser los tratamientos de mayor rendimiento,

5. Por la mayor rentabilidad económica, cultivar el hibrido experimental 315, por el bajo costo de la semilla.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Benítez, J; Rodríguez, M. 1996. Evaluación 18 híbridos simples de maíz amarrillos tropical tardío en la Estación experimental de granos del INIAP “El Austro” Molletudo, Cuenca EC, Articulo Técnico 1998, .50 p

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1993. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical, Guía de campo. Trad. M Listman; E Sánchez, Ed. Rev p. 2

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1999. Manejo De Ensayos e Informe De Datos Para El Programa De Ensayos Internacionales De Maíz Del CIMMYT. 5 ed. México DF. 20 p.

Córdoba, A. 2003. Aptitud combinatoria de la línea y cruzas simples de maíz y su efecto en la formación de híbridos triliniales, Artículos del PCCMCA-2003, La Ceiba H. p 94.

Cortés, JL. 2000. Importancia Mundial de maíz, Articulo técnico del PCCMCA-2000, San Juan. PR. p 5; 7.

Enciclopédia Virtual, Encarta ®, 2009, Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

El Mercurio, 2011. Gobierno nacional a través del MAGAP, fija el precio oficial del maíz amarillo duro. Guayaquil, Ec, Abr. 1:3.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1990. El cultivo de maíz en zonas cálidas. 2 ed. Roma. p. 20:58.

García, F. 2005. Presentando jornada de maíz. Cali, organizada por, capacitadores Agropecuarios de Córdova Colombia, Programa de criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. p. 2-3.

Guerra, W. 1997. Evaluación de híbridos amarrillos experimentales de maíz en el Salvador. Articulo Técnico del PCCMCA-1998, Nicaragua, p 50.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2009. Guía para la producción de maíz amarillo duro en la zona central del litoral ecuatoriano, Quevedo EC. Boletín divulgativo No 353 24 p.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias EC). 2004. HIBRIDO INIAP H-601, Plegable Divulgativo N. 201, Portoviejo.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias EC). 2009. HIBRIDO INIAP H-553, Plegable Divulgativo N. 304, E.E.T.P, Quevedo Los Ríos.

Narro, L; Salazar, F; Arcos, A; Romero, N. 2007. Red Sudamericana de Maíz (RESUMA). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo (CIMMYT).

Panorama Mundial de Maíz Amarillo, 2010. (en línea). Consultado el 13 de julio del 2011, disponible en http://sigagro.flunal.com/charts/ maiz_panoramamundial.htm.

SICA, 2009. El Cultivo de Maíz Duro. (en línea) sica.gov.ec/ agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/perfiles_productos/maizduro.pdf, consulta realizada el 7 de agosto del 2011.

Soberanía Alimentaria, 2010. (en línea). Consultado el 15 de septiembre del 2011, disponible en http://blog.todocomercioexterior.com.ec /2010/04/precio-sustentacion-maiz-amarillo.htm.

Ventimiglia, L. 2009. El Cultivo del Maíz, (en línea). Consultado el 10 de septiembre del 2011, disponible en http://www.infoagro.com/herbaceos/ cereales/maiz.htm.

Zea mays, 2010. (en línea). Consultado el 11 de agosto del 2011, disponible en http://Zea mays - Wikipedia, la enciclopedia libre.html

Zambrano, J. 2009. Maíz Duro en la Zona Central del Litoral", El Huerto. N_o-14, Quito, Enero.

VIII. ANEXOS.

8.1 Anexo 1: Resultados del análisis de suelo .GRANJA ALMENDRAL.

ESTACION EXPERIMENTAL "BOLICHE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Duran Tambo Apdo. Postal 09-01-7069
Yaguachi- Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119

INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre	: GRANJA EL ALMENDRAL
Dirección	:
Ciudad	:
Teléfono	:
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre	: GRANJA EL ALMENDRAL
Provincia	:
Cantón	:
Parroquia	:
Ubicación	: GRANJA EL ALMENDRAL

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual	:
Nº Reporte	:
Fecha de Muestreo	: 10/11/2008
Fecha de Ingreso	: 10/11/2008
Fecha de Salida	: 19/12/2008

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml				ppm							
	Identificación	Area		N		P		K		Ca		Mg		S		Zn		Cu		Fe		Mn		B	
1642	MUESTRA - UNICA		7,7	LAl	17	B	10	M	0,23	M	14	A	2,8	A	8	M	1,6	B	4,4	A	31	M	20,5	A	0,30	M

INTERPRETACION

pH						Elementos: de N a B	
MAc	= Muy Acido	LAc	= Liger. Acido	LAl	= Liger. Alcalino	RC	= Requiere Cal	B	= Bajo
Ac	= Acido	PN	= Prac. Neutro	MrAl	= Media. Alcalino			M	= Medio
MrAc	= Media. Acido	N	= Neutro	Al	= Alcalino			A	= Alto

METODOLOGIA USADA

pH	= Suelo: agua (1:2,5)		
N,P,B	= Colorimetria		
S	= Turbidimetria		
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica		

EXTRACTANTES

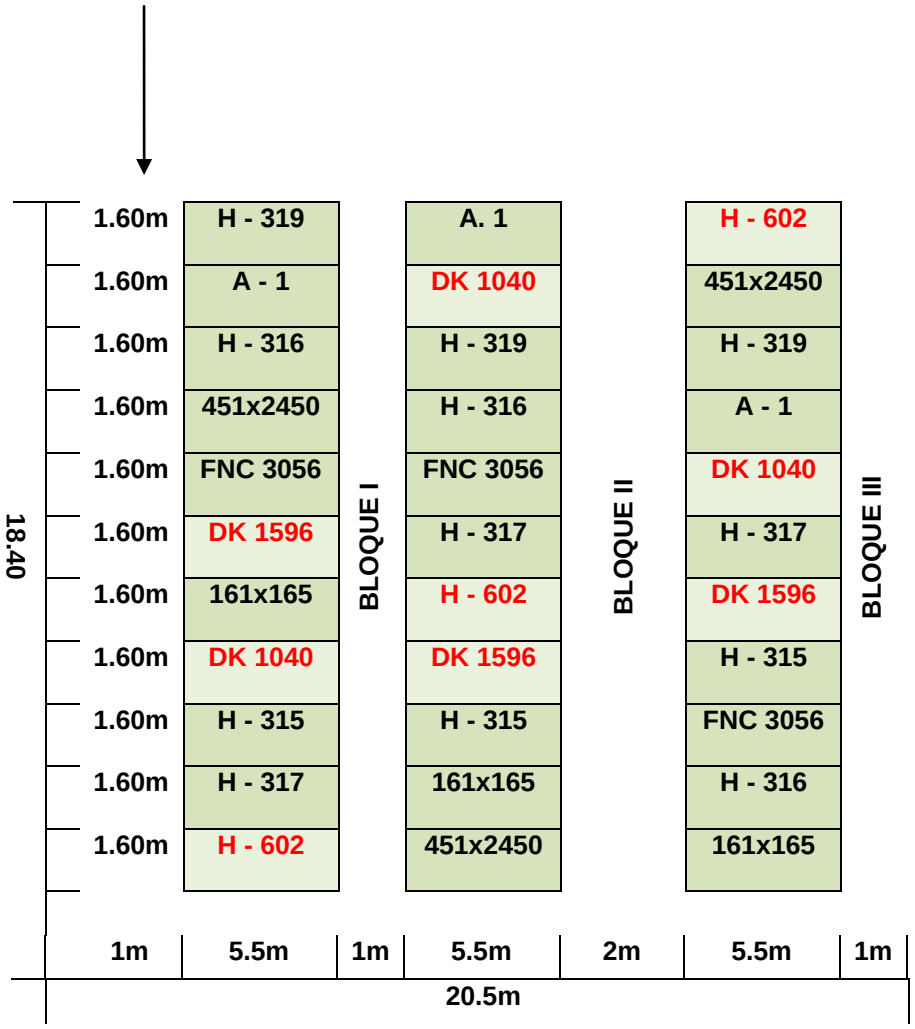
Olsen Modificado	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Fosfato de Calcio Monobásico	B,S

RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

8.2 Anexo 2:

CROQUIS DE CAMPO



8.3 Anexo 3:

LIBRO DE CAMPO.

r. Repetición
t. Tratamiento
1. Días a la floración masculina
2. Días a la floración femenina
3. Altura de planta (cm)
4. Altura de mazorca. (cm)
5. Número de acame e raíz
6. Número de acame de tallo
7. Número de mala cobertura de mazorca
8. Número de plantas cosechadas
9. Número de mazorcas cosechadas
10. Número de mazorcas podridas
11. Textura del grano (1-5)
12. Aspecto de mazorca (1-5)
13. Peso de campo en kilogramos
14. Porcentaje de humedad obtenido
15. Aspecto de mazorca (1-5)
16. Helminthosporium (1-5)
17. Roya
18. Porcentaje de desgrane.

Cuadro 30. Variables y registro de datos de campo evaluados

r.	t.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	5	61	64	185	80	0	7	0	44	44	2	2,0	2,5	6,6710	15,60	2,0	1	1	0,85
2	7	61	64	185	100	0	3	2	44	43	0	2,0	2,0	7,5780	15,30	2,0	1	1	0,86
3	3	63	66	180	80	0	1	0	44	39	3	3,0	3,0	6,5400	15,40	2,5	1	1	0,86
4	6	63	66	190	80	0	7	1	44	46	3	2,5	2,5	7,9410	15,60	2,0	1	1	0,85
5	9	63	66	200	110	0	3	1	44	45	5	2,0	2,5	7,8430	15,90	2,5	1	1	0,83
6	10	61	64	200	110	0	0	0	44	42	0	2,5	2,5	8,3520	16,10	2,0	1	1	0,88
7	8	59	62	190	100	0	0	1	44	44	4	2,0	2,0	7,0070	15,50	2,5	1	1	0,83
8	11	65	68	240	120	1	1	1	44	41	0	2,5	3,0	8,5000	15,90	2,0	1	1	0,96
9	2	61	64	200	90	0	0	0	44	43	1	2,5	2,0	9,0310	15,00	2,5	1	1	0,85
10	4	63	66	220	100	0	0	2	44	46	2	2,0	2,0	8,4060	15,70	2,5	1	1	0,81
11	1	57	60	260	130	0	2	0	44	46	0	2,0	2,0	9,1160	15,50	2,5	1	1	0,78
12	6	63	66	210	100	0	4	1	44	42	0	2,5	2,5	9,2900	15,60	2,0	1	1	0,85
13	8	59	62	220	100	0	1	0	44	53	7	2,0	2,0	8,7320	15,50	2,5	1	1	0,83
14	2	61	64	225	100	0	0	0	44	45	1	2,5	2,0	8,7320	15,00	2,5	1	1	0,85
15	10	61	64	240	120	0	0	0	44	44	1	2,5	2,5	8,8000	16,10	2,0	1	1	0,88
16	1	57	60	250	120	1	3	0	44	43	0	2,0	2,0	10,1610	15,50	2,5	1	1	0,78
17	4	63	66	220	100	0	0	0	44	38	1	2,0	2,0	8,9260	15,70	2,5	1	1	0,81
18	9	63	66	210	100	0	0	0	44	45	0	2,0	2,5	9,9650	15,90	2,5	1	1	0,83
19	3	63	66	210	90	0	0	1	44	44	2	3,0	3,0	7,6680	15,40	2,5	1	1	0,86
20	5	61	64	210	110	0	2	1	44	46	2	2,0	2,5	7,9390	15,60	2,0	1	1	0,85

21	11	65	68	220	110	0	0	0	44	45	3	2,5	3,0	8,0000	15,90	2,0	1	1	0,96
22	7	61	64	210	110	0	0	0	44	42	0	2,0	2,0	8,3340	15,30	2,0	1	1	0,86
23	1	57	60	220	110	0	1	0	44	45	0	2,0	2,0	7,1110	15,50	2,5	1	1	0,78
24	6	63	66	200	100	1	3	1	44	45	0	2,5	2,5	8,6000	15,60	2,0	1	1	0,85
25	5	61	64	210	100	1	1	1	44	45	1	2,0	2,5	8,3500	15,60	2,0	1	1	0,85
26	7	61	64	220	110	1	1	1	44	46	0	2,0	2,0	9,0410	15,30	2,0	1	1	0,86
27	11	65	68	240	130	0	0	0	44	40	0	2,5	3,0	8,6000	15,90	2,0	1	1	0,96
28	4	63	66	200	110	0	0	1	44	46	1	2,0	2,0	9,0120	15,70	2,5	1	1	0,81
29	10	61	64	230	120	1	0	0	44	38	0	2,5	2,5	9,2000	16,10	2,0	1	1	0,88
30	2	61	64	210	90	0	0	0	44	43	0	2,5	2,0	8,6500	15,00	2,5	1	1	0,85
31	9	63	66	210	110	0	0	0	44	43	1	2,0	2,5	9,6500	15,90	2,5	1	1	0,83
32	3	63	66	220	110	0	0	0	44	46	5	3,0	3,0	8,5640	15,40	2,5	1	1	0,86
33	8	59	62	220	100	0	0	0	44	59	2	2,0	2,0	9,3710	15,50	2,5	1	1	0,83

8.4 Anexo 4:

Rendimiento.

r. Repetición
Parc. Parcela
t. Tratamiento
1. Peso de campo en kilos.
2. Desgrane
3. Materia seca
4. Constante de 1000
5. Área de parcela
6. Rendimiento en t/ha
7. Rendimiento en kilos/ha

Cuadro 31. Rendimiento del maíz por tratamiento y por unidad experimental

r	Parc.	t	1	2	3	4		5	6	7
1	1	5	6,6710	0,85	0,8440	1000	4.785,78	765,6	6,25	6 251,01
1	2	7	7,5780	0,86	0,8470	1000	5.519,97	765,6	7,21	7 209,99
1	3	3	6,5400	0,86	0,8460	1000	4.758,24	765,6	6,22	6 215,05
1	4	6	7,9410	0,85	0,8440	1000	5 696,87	765,6	7,44	7 441,06
1	5	9	7,8430	0,83	0,8410	1000	5 474,65	765,6	7,15	7 150,80
1	6	10	8,3520	0,88	0,8390	1000	6 166,45	765,6	8,05	8 054,40
1	7	8	7,0070	0,83	0,8450	1000	4 914,36	765,6	6,42	6 418,96
1	8	11	8,5000	0,86	0,8410	1000	6 147,71	765,6	8,03	8 029,92
1	9	2	9,0310	0,85	0,8500	1000	6 524,90	765,6	8,52	8 522,59
1	10	4	8,4060	0,81	0,8430	1000	5 739,87	765,6	7,50	7 497,22
1	11	1	9,1160	0,78	0,8450	1000	6 008,36	765,6	7,85	7 847,90
2	12	6	9,2900	0,85	0,8440	1000	6 664,65	765,6	8,71	8 705,13
2	13	8	8,7320	0,83	0,8450	1000	6 124,19	765,6	8,00	7 999,20
2	14	2	8,7320	0,85	0,8500	1000	6 308,87	765,6	8,24	8 240,43
2	15	10	8,8000	0,88	0,8390	1000	6 497,22	765,6	8,49	8 486,44
2	16	1	10,1610	0,78	0,8450	1000	6 697,12	765,6	8,75	8 747,54
2	17	4	8,9260	0,81	0,8430	1000	6 094,94	765,6	7,96	7 961,00
2	18	9	9,9650	0,83	0,8410	1000	6 955,87	765,6	9,09	9 085,51
2	19	3	7,6680	0,86	0,8460	1000	5 578,93	765,6	7,29	7 287,00
2	20	5	7,9390	0,85	0,8440	1000	5 695,44	765,6	7,44	7 439,18
2	21	11	8,0000	0,86	0,8410	1000	5 786,08	765,6	7,56	7 557,58
2	22	7	8,3340	0,86	0,8470	1000	6 070,65	765,6	7,93	7 929,27
3	23	1	7,1110	0,78	0,8450	1000	4 686,86	765,6	6,12	6 121,81
3	24	6	8,6000	0,85	0,8440	1000	6 169,64	765,6	8,06	8 058,57

3	25	5	8,3500	0,85	0,8440	1000	5 990,29	765,6	7,82	7 824,31
3	26	7	9,0410	0,86	0,8470	1000	6 585,65	765,6	8,60	8 601,94
3	27	11	8,6000	0,86	0,8410	1000	6 220,04	765,6	8,12	8 124,39
3	28	4	9,0120	0,81	0,8430	1000	6 153,66	765,6	8,04	8 037,70
3	29	10	9,2000	0,88	0,8390	1000	6 792,54	765,6	8,87	8 872,18
3	30	2	8,6500	0,85	0,8500	1000	6 249,63	765,6	8,16	8 163,04
3	31	9	9,6500	0,83	0,8410	1000	6 735,99	765,6	8,80	8 798,31
3	32	3	8,5640	0,86	0,8460	1000	6 230,82	765,6	8,14	8 138,48
3	33	8	9,3710	0,83	0,8450	1000	6 572,35	765,6	8,58	8 584,58

8.5 Anexo 5:

Análisis de varianza.

Días a floración masculina

Cuadro 32. ADEVA para la variable; días a la floración masculina.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	PROB.
Repeticiones	2	0,24	0,121	1.00	0,3855
Tratamientos	10	141.58	14.156	116.80	0.0000
Error	20	2.42	0,1231		
TOTAL	32	144.24			

$\overline{\overline{X}}$ = 61.485
CV= 0.57%

Días a floración femenina

Cuadro 33. ADEVA para la variable; días a la floración femenina.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	2	0.24	0.121	1.00	0,3855
Tratamientos	10	141.58	14.158	116.80	0,0000
Error	20	2.42	0.121		
TOTAL	32	144.24			

$\overline{\overline{X}}$ = 64.485
CV= 0.54%

Altura de planta

Cuadro 34. ADEVA para la variable; altura de planta.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	2	1 501.52	750.758	3.97	0.0380
Tratamientos	10	5 818.18	581.818	3.00	0.0176
Error	20	3 881.83	194.091		
TOTAL	32	11 2012.52			

$\overline{\overline{X}}$ = 213.788
CV= 6.52%

Altura de mazorca.

Cuadro 35. ADEVA para la variable; altura de mazorca expresada en cm.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	2	1 501.52	750.758	3.97	0.1108
Tratamientos	10	5 818.18	581.818	3.00	0.0029
Error	20	3 881.83	194.091		
TOTAL	32	11 2012.52			

$\overline{\overline{X}}$ = 104.545

CV= 8.42%

Mala cobertura de la mazorca.

Cuadro 36. ADEVA para la variable; cobertura de la mazorca. $\sqrt{x+0.5}$

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	2	0,18	0.088	1,91	0,1743
Tratamientos	10	0,74	0,074	1,61	0,1761
Error	12	0,92	0,048		
TOTAL	32	1,83			

$\overline{\overline{X}}$ = 1.181

CV= 18.16%

Número de mazorcas cosechadas.

Cuadro 37. ADEVA para la variable; número de mazorcas cosechadas

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	2	17,15	8,58	0,75	0,4835
Tratamientos	10	232,30	23,23	2,04	0,0836
Error	12	227,52	11,38		
TOTAL	32	476,97			

Número de mazorcas podridas

Cuadro 38. ADEVA para la variable; número de mazorcas podridas

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	2	3,15	1,58	0,74	0,4918
Tratamientos	10	56,06	5,61	2,62	0,0322
Error	12	42,85	2,14		
TOTAL	32	102,06			

Rendimiento

Cuadro 39. ADEVA para la variable; rendimiento expresados en (kg/ha).

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Repeticiones	2	4632872.25	2316436.124	4.95	0.0179
Tratamientos	10	5611540.21	561154.021	1.20	0.3476
Error	20	9351875.69	467593.785		
TOTAL	32	19596288.15			

$\overline{\overline{X}}$ = 7860.992
CV= 8.70%

8.6 Anexo 6

Costos variables por tratamiento.

Cuadro 40. Costos variables/ha

Trat.	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Valor Unit. USD	Subtotal USD	Total USD
T10	Semilla	Funda	1	190	190	
	flete	Quintales	186,76	0,4	74,703074	
	Maquina desgranadora	Quintales	186,76	0,4	74,704	
	Saquillos	Saquillos	187,00	0,25	46,75	386,157074
T9	Semilla	Funda	1	120	120	
	Flete	Quintales	183,98	0,4	73,592	
	Maquina desgranadora	Quintales	183,98	0,4	73,592	
	Saquillos	Saquillos	184	0,25	46	313,184
T2	Semilla	Funda	1	100	100	
	Flete	Quintales	183,18	0,4	73,272	
	Maquina desgranadora	Quintales	183,18	0,4	73,272	
	Saquillos	Saquillos	183	0,25	45,75	292,294
T6	Semilla	Funda	1	60	60	
	Flete	Quintales	177,88	0,2	35,576	
	Maquina desgranadora	Quintales	177,88	0,5	88,94	
	Saquillos	Saquillos	178	0,25	44,5	229,016
T7	Semilla	Funda	1	45	45	
	Flete	Quintales	174,47	0,4	69,788	
	Maquina desgranadora	Quintales	174,47	0,4	69,788	
	Saquillos	Saquillos	174,47	0,25	43,6175	228,1935
T11	Semilla	Funda	1	140	140	
	Flete	Quintales	173,88	0,4	69,552	
	Maquina desgranadora	Quintales	173,88	0,4	69,552	
	Saquillos	Saquillos	174	0,25	43,5	322,604
T4	Semilla	Funda	1	30	30	
	Flete	Quintales	172,68	0,4	69,072	
	Maquina desgranadora	Quintales	172,68	0,4	69,072	

	Saquillos	Saquillos	173	0,25	43,25	211,394
T8	Semilla	Funda	1	45	45	
	Flete	Quintales	169,05	0,4	67,62	
	Maquina desgranadora	Quintales	169,05	0,4	67,62	
	saquillos	Saquillos	169	0,25	42,25	222,49
T1	Semilla	Funda	1	90	90	
	Flete	Quintales	166,96	0,4	66,784	
	Maquina desgranadora	Quintales	166,96	0,4	66,784	
	saquillos	Saquillos	167	0,25	41,75	265,318
T3	Semilla	Funda	1	45	45	
	Flete	Quintales	159,03	0,4	63,612	
	Maquina desgranadora	Quintales	159,03	0,4	63,612	
	Saquillos	Saquillos	159	0,25	39,75	211,974
T5	Semilla	Funda	1	45	45	
	Flete	Quintales	158,11	0,4	63,244	
	Maquina desgranadora	Quintales	158,11	0,4	63,244	
	Saquillos	158	158	0,25	39,5	210,988

8.7 Anexo 7: Programación del evento.

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGOPRCUARIAS
GRANJA EXPERIMENTAL ALMENDRAL.

INIAP/PMJ y AG MAIZ/001

Almendral, Martes, 22 de Julio del 2011

DE:	Egdo Pedro Patricio Nole Nole
PARA:	Ing. Walter Larriva C- **DIRECTOR EE. Austro.**
ASIUNTO:	Programación del día de campo.
COPIA A:	Responsable Programa de Maíz, Administración Central activo Maíz

ESTACIÓN: Estación Experimental el Austro. Granja Almendral.

PROYECTO: Fortalecimiento Institucional-Seguridad Alimentaria-Maíz

PERIODO: febrero - diciembre del 2011

ACTIVIDADES

Durante este día el equipo de administrativos, técnicos y trabajadores, en colaboración y siguiendo con las actividades del programa de Maíz y de la Granja, se realizó lo siguiente:

ACTIVIDADES	HORA	OBSERVACIONES
• Recibimiento e inscripción de los invitados	9:00	• Se conformaron grupos de 20 personas para el recorrido de los estans ubicados dentro de la granja
• Salida de los grupos a visitar ensayos	10:00	• Inicio del recorrido por los distintos ensayos de los programas, en especial el Programa de Maíz.
• Exposición del ensayo de tesis del maíz	10:15 a 11:50	• Exposición del Egdo. Pedro Nole; el Tesista y del Ing. José Egues; el Fito mejorador, responsable el programa de maíz. Los productores dan su criterio sobre los híbridos.
• Sesión con los productores y refrigerio	12:30	• Todo lo relacionado a la obtención de híbridos, con el fin de sustentar de mejor manera los resultados de la investigación, con la presencia de autoridades cantonales, parroquiales y organizaciones de productores.
• Culminación del día de campo	14:00	• Los invitados se retiran el evento

Atentamente

Pedro Patricio Nole
EGRESADO

Ing. José Egües Moreno
RESPONSABLE PROGRAMA DE MAÍZ